

ISBN 978-617-8102-06-7

Міністерство освіти і науки України
Національний університет біоресурсів
і природокористування України
Механіко-технологічний факультет
Кафедра сільськогосподарських машин
та системотехніки імені академіка П. М. Василенка

ЗБІРНИК
ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ
XXV МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
"Сучасні проблеми землеробської механіки"
(17–19 жовтня 2024 року)
присвяченій 124-й річниці з дня народження академіка
Петра Мефодійовича Василенка, 95-й річниці з дня заснування
механіко-технологічного факультету НУБіП України



Київ – 2024

ББК40.7

УДК 631.17+62-52-631.3

JEL CLASSIFICATION Q 01; D 24; P 42

З 38

Рекомендовано до друку збірник тез доповідей XXV Міжнародної наукової конференції "Сучасні проблеми землеробської механіки" вченою радою механіко-технологічного факультету Національного університету біоресурсів і природокористування України від 15 жовтня 2024 року протокол № 3.

Збірник тез доповідей XXV Міжнародної наукової конференції "Сучасні проблеми землеробської механіки" (17–19 жовтня 2024 року). МОН України, Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ. 2024. 532 с.

ISBN 978-617-8102-06-7

В збірнику тез представлено анотований зміст доповідей науково-педагогічних працівників, наукових співробітників та аспірантів НУБіП України, провідних вітчизняних і закордонних вищих навчальних закладів та наукових установ, в яких розглядаються завершені етапи розробок з: розвитку сучасної землеробської механіки; механіко-технологічних процесів, робочих органів та машин для рослинництва; механіко-технологічних процесів, робочих органів та машин для тваринництва; смарт-технологій машиновикористання, інженерного менеджменту, технічного сервісу; транспортних технологій та логістики; історії аграрної освіти і науки; будівництва сільських територій; надійності машин для сільського, лісового і водного господарств та харчових технологій; удосконалення та нові розробки біотехнологічних процесів і технічних засобів.

Організаційний комітет:

Ткачук В.А. – д.е.н., проф., ректор Національного університету біоресурсів і природокористування України (НУБіП), голова.

Ніколаєнко С.М. – д.п.н., проф., академік НАПН, академік НААН, президент НУБіП, співголова.

Тонха О.Л. – д.с.-г.н, проф., проректорка з наукової роботи та інноваційної діяльності НУБіП, співголова.

Братішко В.В. – д.т.н., проф., декан НУБіП, співголова.

Войтюк Д.Г. – к.т.н., проф., член-кор. НААН, професор кафедри НУБіП, співголова.

Адамчук В.В. – д.т.н., проф., академік НААН, директор ІМА АПВ.

Аулін В.В. – д.т.н., проф., професор кафедри ЦНТУ.

Барановський В.М. – д.т.н., проф., ТНТУ імені Івана Пулюя.

Борак К.В. – д.т.н., проф., заступник директора ЖАТФК.

Бредихін В.В. – д.т.н., доц., декан ДБУ.

Вергунов В.А. – д.с.-г.н., д.і.н., проф., академік НААН, директор ННСГБ НААН.

Вечера О.М. – ст. викл. кафедри НУБіП, секретар оргкомітету конференції.

Гуменюк Ю.О. – к.т.н., доц., завідувач кафедри НУБіП.

Гуцол О.П. – к.т.н., доц., керівник приватного підприємства.

Зубко В.М. – д.т.н., проф., декан СНАУ.

Іванишин В.В. – д.е.н., проф., академік НААН, ректор ЗВО «ПДУ».

Іщенко Т.Д. – к.п.н., проф., директор ДУ «НМЦВФПО».

Калетнік Г.М. – д.е.н., проф., академік НААН, президент ВНАУ.

Кірчук Р.В. – к.т.н., проф., декан ЛНТУ.

Кобець А.С. – д.н. з держ. упр., проф., ректор ДДАЕУ.

Ковалишин С.Й. – к.т.н., проф., декан ЛНУП.

Гуцол О.П. – к.т.н., власник і бенефіціар аграрних компаній.

Козаченко Л.П. – президент Української аграрної конфедерації.

Кравчук В.І. – д.т.н., проф., академік НААН, директор УМІ АПІ.

Кропівний В.М. – к.т.н., проф., ректор ЦНТУ.

Кульгавий В.Ф. – генеральний директор ВГО «Українська асоціація аграрних інженерів».

Кюрчев В.М. – д.т.н., проф., член-кор. НААН, радник ректора ТДАТУ імені Дмитра Моторного.

Кюрчев С.В. – д.т.н., проф., ректор ТДАТУ імені Дмитра Моторного.

Лавріненко О.Т. – к.т.н., доц. кафедри НУБіП.

Лукач В.С. – к.п.н., проф., директор ВП НУБіП «НАТІ».

Марущак П.О. – д.т.н., проф., проректор ТНТУ імені Івана Пулюя.

Мельник В.І. – д.т.н., проф., професор кафедри ДБУ.

Мироненко В.Г. – д.т.н., проф., ІМА АПВ.

Мороз О.О. – Голова Верховної Ради України двох скликань.

Надикто В.Т. – д.т.н., проф., член-кор. НААН, професор кафедри ТДАТУ імені Дмитра Моторного.

Панцир Ю.І. – к.т.н., доц., декан ЗВО «ПДУ».

Пастухов В.І. – д.т.н., проф., професор кафедри ЦНТУ.

Пилипака С.Ф. – д.т.н., проф., завідувач кафедри НУБіП України.

Пугач А.М. – д.н. з держ. упр., проф., декан ДДАЕУ.

Пушка О.С. – к.т.н., доц., проректор УНУС.

Ребенко В.І. – к.т.н., доц., доцент кафедри НУБіП.

Роговський І.Л. – д.т.н., проф., завідувач кафедри НУБіП.
Росамаха Ю.О. – к.т.н., директор ВП НДГ НУБіП «Агрономічна дослідна станція».
Ружило З.В. – к.т.н., доц., декан НУБіП.
Тітова Л.Л. – к.т.н, доц., доцент кафедри НУБіП.
Черновол М.І. – д.т.н., проф., академік НААН, радник ректора ЦНТУ.
Шебанін В.С. – д.т.н., проф., академік НААН, ректор МНАУ.
Шимко Л.С. – к.т.н., доц., доцент кафедри НУБіП.
Henryk Sobczuk – д.т.н., проф., завідувач відділу Інституту технологій і природничих наук у Фалентах (Польща).
Wacław Strobel – д.т.н., проф., директор Інституту технологій і наук про життя Національного науково-дослідного інституту у Фалентах (Польща).
Andrzej Marczyk – д.т.н., проф., проректор з питань управління персоналом Природничого університету в Любліні (Польща).
Tomasz Nurek – д.т.н., проф., директор машинобудівного інституту SGGW, Варшава (Польща).
Bogdan Drożdż – д.т.н., проф., декан факультету машинобудування, SGGW, Варшава (Польща).
Eric Veulliet – проф., президент Університету прикладних наук Вайнштефан-Триздорф (Німеччина).
Vija Melbarde – д.т.н., проф., директор департаменту Відземського університету прикладних наук (Латвія).
Virendra K. Vijay – д.т.н., проф., керівник центру Індійського технологічного інституту Делі (Індія).
Marek Różniak – президент компанії MZURI, (Польща).
Vyacheslav Adamchuk – д.т.н, проф., керівник департаменту університету McGill (Канада).
Ramaswamy C. Anantheswaran – д.т.н., проф., професор кафедри Пенсільванський університет (США).
Yurii Podoliaka – керівник відділу компанії ROPA (Німеччина).
Ahmad Arabkoohsar - керівник проекту TREATY, Технічний університет Данії.

Секція

Стан та перспективи розвитку сучасної землеробської механіки

УДК 631.17

ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНІ РЕЗЕРВИ ПІДВИЩЕННЯ УРОЖАЙНОСТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР

Адамчук В. В.

*Інститут механіки та автоматики агропромислового виробництва
Національної академії аграрних наук України*

Сучасні інтенсивні технології вирощування сільськогосподарських культур характеризуються високими вимогами до використання технологічних матеріалів, зокрема добрив, мікроелементів та хімічних засобів захисту рослин. Однак незважаючи на це, в агропромисловому виробництві як з об'єктивних причин, так і внаслідок нерозуміння аграріями окремих природних процесів, має місце використання не найкращих технологічних рішень. Тому доцільно проаналізувати найбільш вагомі проблеми з названого напрямку.

Дози внесення добрив та мікроелементів у ґрунт під запланований урожай сільськогосподарської культури необхідно визначати з врахуванням залишкового вмісту поживних речовин та мікроелементів у ньому після збирання сільськогосподарської культури, яка була попередником. Маючи результати кількісної оцінки зазначених залишків, аграрії повинні були б вирішувати питання не тільки щодо доз внесення азотних, фосфорних, калійних добрив та мікроелементів, а й щодо строків та способів їх внесення. Тобто кожен сезон після збирання врожаю сільськогосподарських культур необхідно визначати залишок поживних речовин та мікроелементів у ґрунті.

На сучасному етапі розвитку науки і техніки стримуючим фактором реалізації наведеного методичного підходу є відсутність необхідного обладнання, яке б в стислі строки за економічно доцільних затрат забезпечувало можливість проведення щорічного визначення залишків поживних речовин та мікроелементів у ґрунті після попередника для кожного поля. Тому в умовах аграрних підприємств дозу внесення добрив під запланований урожай для кожного поля визначають з врахуванням результатів аналізу ґрунту, який проводять раз упродовж 3-5 років за спрощеною методикою щодо кількості відібраних проб ґрунту. За такого

підходу щорічно теоретичним шляхом враховують дози внесення добрив та мікроелементів, які мали місце в поточному році, а також винос поживних речовин та мікроелементів з врожаєм сільськогосподарської культури. Така методика унеможлиблює визначення оптимальних доз внесення добрив і мікроелементів під запланований урожай. В результаті не забезпечуються сприятливі умови для живлення рослин, що негативно впливає на їх розвиток, а відповідно на рівень урожаю сільськогосподарських культур та його якість.

Для вирішення зазначеної проблеми необхідно створити спеціальні аналізатори ґрунту (АГД) для визначення залишкового вмісту поживних речовин та мікроелементів у ґрунті після сільськогосподарської культури, яка була попередником. Це визначення повинно проводитися дистанційним способом у динаміці з прив'язкою до координат електронної карти поля. Вчені Інституту механіки та автоматики агропромислового виробництва НААН спільно з науковими установами НАН України ведуть пошукові дослідження з метою створення такого обладнання.

Принагідно слід відмітити, що тільки після створення АГД можна говорити не тільки про визначення оптимальних доз внесення добрив під запланований урожай за вирощування сільськогосподарських культур за інтенсивними технологіями, але і про широке впровадження в агропромислове виробництво операції внесення добрив і мікроелементів за технологією точного землеробства.

Суміші твердих мінеральних добрив з фіксованим співвідношенням компонентів виготовляють підприємства хімічної промисловості як України, так й інших країн світу. Нескладно здогадатись, що для кожного поля співвідношення поживних речовин та мікроелементів, які вносяться під запланований урожай, повинно бути індивідуальним. Загальновідомо, що зазначена проблема вирішується приготуванням і внесенням механічних тукоsumішей мінеральних добрив або шляхом внесення кожного виду добрив за окремий прохід агрегату. Останній варіант є затратним і він ніколи не мав широкого практичного використання.

З питань приготування механічних тукоsumішей для кожного поля та їх внесення вітчизняні аграрії мають достатній досвід ще з часів радянського періоду, коли такі технології були обов'язковими для виконання. Однак, складний процес організації проведення операції приготування механічних тукоsumішей в умовах обмежених обсягів застосування мінеральних добрив, яке має місце у нашій країні впродовж останніх десятиліть, призвів до того, що аграрії нехтують цим ефективним технологічним прийомом.

Враховуючи наведене, для реалізації повного потенціалу мінеральних добрив шляхом їх застосування у формі механічних тукоsumішей стосовно кожного поля індивідуально, доцільно створювати машини для внесення мінеральних добрив, у яких технологічна місткість повинна мати три

відсіки, тобто для кожного виду добрив, з індивідуальним їх дозуванням. Робочі органи для змішування різних видів добрив і внесенням їх з однаковою робочою шириною захвату якраз і є тим, що буде складати елемент технічної новизни створюваних технічних засобів. При цьому необхідно передбачити конструктивні рішення щодо форми виконання робочих органів для внесення добрив, які будуть мінімізувати негативну дію вітру на якість їх розподілу по полю.

З цього напрямку ведуться наукові дослідження в Інституті механіки та автоматизації агропромислового виробництва НААН, за їх результатами створено дослідний зразок машини для комплексного розсіювання азотних, фосфорних і калійних добрив, з попереднім їх індивідуальним дозуванням, за один прохід агрегату.

Мінеральні добрива у рідкій формі стають особливо затребуваними в умовах зміни клімату та дефіциту вологи у ґрунті. За названих умов вони більш ефективні, ніж добрива у твердій формі.

Окрім того, за наявності у достатній кількості в агропідприємстві мінеральних добрив у рідкій формі спрощується вирішення проблеми їх внесення у вигляді сумішей. Техніка для внесення добрив у рідкій формі має відносно просту конструкцію і зручна в експлуатації, але складнішими стають питання доставки добрив та їх зберігання. При цьому необхідно відмітити, що за виробництва добрив у рідкій формі має місце зменшення енерговитрат у порівнянні з виробництвом добрив у твердій формі.

Напрями виробництва мінеральних добрив та мікроелементів у рідкій формі і створення технічних засобів для їх внесення є перспективними. За створення зазначених технічних засобів необхідно приділяти увагу конструкції дозуючих робочих органів, які повинні забезпечували в широкому діапазоні безступінчасте дозування добрив та мікроелементів незалежно від робочої швидкості агрегату для їх внесення.

Способи внесення добрив, зокрема мінеральних, в значній мірі впливають на ефективність їх застосування. Наприклад, агрономічною наукою доведено, що стрічкове внесення добрив у ґрунт підвищує їх ефективність більше як на 30%. Базуючись на цьому, можна стверджувати, що за створення технічних засобів для обробітку ґрунту та сівби сільськогосподарських культур доцільно в їх конструкцію вводити технологічні місткості для оперативного запасу добрив і робочі органи для їх внесення у ґрунт. Такий підхід підвищить ефективність застосування добрив, які використовуються у вигляді стартових доз, частки основної дози внесення та підживлення сільськогосподарських культур. Якщо внесення добрив суміщається з операцією обробітку ґрунту, то доцільно це робити з використанням електронних карт полів, що виключить за сівби сільськогосподарських культур співпадіння у горизонтальній площині рядків насіння і стрічок мінеральних добрив у ґрунті.

Обробка насіння сільськогосподарських культур перед сівбою хімічними препаратами на сучасному етапі проводиться в основному з застосуванням технічних засобів, в яких використовуються робочі органи з примусовою подачею насіння, що призводить до його травмування, а відповідно і до зниження його посівних якостей. З метою усунення зазначеного недоліку вченими Інституту механіки та автоматики агропромислового виробництва НААН були проведені науково-дослідні та дослідно-конструкторські роботи, за результатами яких встановлено, що обробка насіння на основі відцентрово-фрикційно-гравітаційного способу виключає травмування насіння і забезпечує повноту його покриття препаратом на рівні 96 % та зменшення втрат препарату. Інститутом виготовлено майже 100 таких протруювачів, які успішно використовуються в агропідприємствах.

Хімічний захист рослин від хвороб та бур'янів суттєво впливає на умови росту рослин. Для якісного нанесення робочого розчину на рослини операцію його внесення рекомендується здійснювати за швидкості вітру до 3 м/с, при цьому розпилювачі повинні бути установлені над оброблювальною поверхнею на висоті не більше 0,5 м з кроком до 0,5 м. Домінуюча частка крапель робочого розчину, які потрапляють на рослини, повинна складатись з крапель, які мають розмір в межах 150-400 мк.

На сучасному етапі агроінженерна наука повинна зосередити свої зусилля на вирішенні питань щодо мінімізації впливу вітру на якість внесення хімічних засобів та мінімізації частки води в робочих розчинах. В Інституті механіки та автоматики агропромислового виробництва НААН ведуться дослідження щодо ефективності використання повітряної завіси для мінімізації негативного впливу вітру на якість розподілу крапель робочого розчину.

На особливу увагу заслуговує оцінка питання щодо використання безпілотних літальних апаратів (БПЛА) на операції внесення хімічних засобів захисту рослин. Як на нашу думку, вітчизняний бізнес, який здійснює продаж аграріям БПЛА, безпідставно пропагує доцільність їх використання на зазначеній технологічній операції. Адже до цього часу не має експериментального підтвердження, що БПЛА з існуючим технологічним обладнанням задовільняють агротехнічні вимоги щодо якісних показників внесення хімічних препаратів. Принагідно слід зазначити, що до цього часу в провідних країнах світу заборонено використання БПЛА на технологічній операції внесення хімічних засобів захисту рослин.

Виходячи з наведених параметрів щодо установки розпилювачів наземних засобів для внесення хімічних препаратів та розміру крапель робочого розчину, можна стверджувати, що тільки після створення новітнього технологічного обладнання до БПЛА, яке за показниками якості

внесення хімічних засобів захисту рослин буде задовільняти агротехнічні вимоги (нерівномірність розподілу до 20 %), можна буде рекомендувати аграріям використовувати БПЛА на операції внесення хімічних препаратів.

УДК 631.3

МЕХАНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ЗБЕРЕЖЕННЯ РОДЮЧОСТІ ҐРУНТІВ В УМОВАХ ЗМІНИ КЛІМАТУ

*Адамчук В. В., Грицишин М. І., Перепелиця Н. М., Насонов В. А.
Інститут механіки та автоматики агропромислового виробництва
Національної академії аграрних наук*

Постановка проблеми. Земля є основним засобом агропромислового виробництва. Наше завдання зберегти її родючість для наступних поколінь. Інтенсивний спосіб проведення агротехнічних заходів, обробіток пересушених та перезволожених ґрунтів, ущільнення ґрунтів ходовими системами машинно-тракторних агрегатів призводить до перманентного руйнування структури родючого шару ґрунту і, як наслідок, його деградації. За даними FAO 20% сільськогосподарських земель України зазнали суттєвої деградації, а решта знаходяться під загрозою.

Деградація ґрунтів є одним із основних процесів, який загрожує харчуванню, і визнана однією з найважливіших проблем на глобальному рівні для продовольчої безпеки та сталого розвитку в усьому світі.

Зміна клімату, дефіцит вологи, необхідність удосконалення сівозмін та зменшення витрат ресурсів – усе це спонукає аграріїв приділяти більше уваги системам обробітку ґрунту, які відіграють важливу роль в ефективності всього виробничого циклу та є ключовим елементом ґрунтозахисних технологій.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Обробіток ґрунту є визначальним чинником систем землеробства. Результати досліджень проблем обробітку ґрунту достатньо широко відображені в наукових працях відомих вчених В. Р. Вільямса, М. А. Костичева, М. А. Качинського, В. М. Крутя, В. А. Ковди, В. Ф. Сайка, В. В. Медведєва, А. М. Малієнка та інших. Авторами досліджено вплив фізичних властивостей ґрунтів на якість робіт, витрати пального й затрати праці в системі плужного обробітку ґрунту.

Сучасну проблему деградації ґрунтів з погляду агроінженерної науки висвітлювали в своїй працях В.В.Адамчук, В.М.Булгаков, В.Ф.Камінський та В.Т.Надикто.

Мета досліджень. На основі узагальнення сучасних технологій управління живленням рослин та здоров'ям ґрунтів сформувані вимоги до технічних засобів для реалізації гнучких технологічних процесів сталого виробництва продовольства в умовах глобальних кліматичних змін.

Результати досліджень. Провідні ґрунтознавці стверджують, що під дією ходових систем машинно-тракторних агрегатів в поверхневому шарі ґрунту (8–10 см) поступово накопичуються пиловидні частинки, які після опадів цементуються у макроагрегати високої щільності, у наслідок чого зменшується шпаруватість ґрунту, яка поновлюється лише за рахунок життєдіяльності мікроорганізмів. Але для цього потрібні умови і час. Саме не знання цього процесу спонукає розробників сільськогосподарських машин і знарядь облаштовувати їх зайвими механізмами для розпушення ущільненого ґрунту, зокрема по слідах рушіїв трактора.

Процес збереження й відновлення родючості земель сільськогосподарського призначення потребує розроблення та реалізації технологічних прийомів і технічних засобів для обробітку ґрунту, які забезпечать розпушування поверхневого шару ґрунту із мінімальною площею контакту з повітряно-крапельним середовищем.

В умовах глобальної зміни клімату особливо актуальною є проблема збереження вологи в ґрунті. Тому в процесі обробітку ґрунту необхідно створити таку його структуру, яка забезпечить вільне просочування вологи від опадів в проміжки між ґрунтовими агрегатами для поповнення її запасів в нижчих горизонтах ґрунтового середовища.

Відомо, що швидкість фільтрації води в ґрунт залежить від його пористості та стійкості агрегатів ґрунту до впливу енергії крапель дощу, які, в свою чергу, залежать від механічного складу ґрунту, його кислотності та вмісту гумусу. Чим більший відсоток гумусу в ґрунті, тим більше вологи може профільтруватись і довше утриматись у ґрунті.

Будова та внутрішня пористість кореневмісного шару ґрунту мають велике значення в забезпеченні кореневої системи рослин вологою й елементами живлення. Тому кришення ґрунту в результаті його взаємодії з робочими органами ґрунтообробних знарядь стало важливим параметром якості обробітку ґрунту. Розміри агрономічно корисних агрегатів, які утворюються в процесі взаємодії робочих органів ґрунтообробних знарядь із ґрунтом, залежать від його механічного складу, рівня зволоження та вмісту гумусу. Чим посушливіші кліматичні умови, тим ґрунтові агрегати мають бути менших розмірів, а кришення має бути інтенсивнішим.

Робочий орган ґрунтообробного знаряддя, виконуючи основну роботу зі створення заданих параметрів структурного стану й щільності ґрунту, не має допускати його розпилення й переущільнення. У поверхневому шарі допускається наявність ґрунтових агрегатів більшого розміру, але кількість брил (більше 10 мм) після передпосівного обробітку має бути мінімальною

й не перевищувати 5 %, оскільки перевищення зводить нанівець переваги структурованого посівного шару.

Сприятливою умовою для досягнення заданих параметрів є стан фізичної стиглості ґрунту, коли сили зчеплення між агрегатами ґрунту мінімальні. В умовах зміни клімату, що супроводжується дефіцитом вологозабезпеченості, тривалість стану фізичної стиглості ґрунту суттєво скорочується. Це зумовлює необхідність виконання комплексу технологічних операцій із підготовки ґрунту та сівби сільськогосподарських культур у стислі строки, що вимагає використання новітніх багатоопераційних високопродуктивних машинно-тракторних агрегатів для обробки ґрунту та сівби, укомплектованих на базі тракторів із великою потужністю двигуна.

В цьому сенсі слід відмітити недоліки класичної технології обробки ґрунту плугами, плоскорізами, лаповими культиваторами, що застосовуються в системах землеробства більшості вітчизняних сільськогосподарських підприємств, а саме: утворення ущільненого прошарку та винос насіння бур'янів на поверхню з нижніх шарів ґрунту, розрив капілярів, по яких волога в період опадів має фільтруватися в нижні горизонти, а потім по капілярах підніматись у верхні шари, забезпечуючи живлення рослин, сприяючи їхньому росту та розвитку. Ущільнений прошарок - «плужна підошва», що утворилася в ґрунті під дією робочих органів ґрунтообробних знарядь, так званого горизонтального обробки, та ходових систем машинно-тракторних агрегатів, обмежує проникнення коріння рослин через утворені ущільнення, що негативно впливає на розвиток рослин і формування урожаю.

Тому головним завданням сучасного аграрного виробництва є розроблення та впровадження машинних технологій нового покоління, які дозволять запобігти подальшій деградації ґрунтів, відновити біологічну та екологічну рівновагу в природі, забезпечать зменшення витрат усіх видів ресурсів на виробництво одиниці продукції, підвищення її якості та безпеки.

Результатом пошуку альтернативних способів обробки ґрунту стала технологія вертикального обробки ґрунту (Verti-till), запропонована закордонними компаніями і підтримана вітчизняними виробниками техніки.

Характерними особливостями технології вертикального обробки є мінімізація горизонтального та вертикального переміщення шарів ґрунту і виносу на поверхню насіння та коріння бур'янів і збереження капілярів у ґрунті для транспортування вологи. Дуже важливо, що на обробленій таким способом площі у верхньому шарі залишаються рівномірно розподілені поживні рештки.

Для забезпечення сталого агровиробництва в умовах зміни клімату та запобігання деградації ґрунтів науковцями Інституту механіки та автоматизації агропромислового виробництва НААН у співпраці з

машинобудівними підприємствами розроблено вітчизняний комплекс енергоефективних технічних засобів для виконання всіх операцій технології вертикального обробітку ґрунту, який включає 8 найменувань і 30 типорозмірів знарядь та варіантів комплектування машинно-тракторних агрегатів з урахуванням умов їх ефективного використання. Створені технічні засоби забезпечують високу якість виконання технологічних операцій та енергоефективність обробітку ґрунту й внесення мінеральних добрив.

Висновки. Глобальні кліматичні зміни, що зумовлюють дефіцит вологи, необхідність удосконалення сівозмін та зменшення витрат ресурсів – усе це спонукає аграріїв приділяти більше уваги системам обробітку ґрунту, які відіграють важливу роль в ефективності всього виробничого циклу та є ключовим елементом ґрунтозахисних технологій в умовах зміни клімату.

Для реалізації новітніх агротехнологій, нарощування обсягів та підвищення ефективності виробництва продукції рослинництва необхідно прискорити інноваційний розвиток техніко-технологічної бази агропромислового виробництва на основі автоматизованої та роботизованої техніки, яка забезпечить гармонізацію взаємодії робочих органів ґрунтообробних машин із ґрунтом, точність і своєчасність виконання технологічних операцій, зменшення витрат енергії на виробництво продукції рослинництва.

Список використаних джерел

1. Деградація ґрунтів чи відновлення їх родючості – який сценарій чекає Україну URL: <https://btu-center.com/news/degradatsiya-gruntiv-chi-vidnovlennya-ikh-rodyuchosti-yakiy-stsenariy-cheka-ukrainu/> (дата звернення: 24.05.2024р.).
2. Балюк С., Кучер А. Національне багатство України – чорноземи під загрозою знищення. Газета Верховної ради України «Голос України». URL: <http://www.golos.com.ua/article/366511> (дата звернення: 24.05.2024).
3. Грицишин М.І., Перепелиця Н.М. Екологізація землеробства і проблеми її технічного забезпечення. Механізація та електрифікація сільського господарства: загальнодерж. зб./ ННЦ «ІМЕСГ». Глеваха, 2019. Вип. 9 (108). С. 175-180.
4. Техніко-технологічні основи обробітку ґрунту в умовах зміни клімату/ С.Ю. Булигін, М.І. Грицишин, В.А. Насонов, Н.М. Перепелиця. Механізація та електрифікація сільського господарства: загальнодерж. зб. Глеваха, 2022. Вип. 15 (114). С. 173-180. <https://doi.org/10.37204/0131-2189-2022-15-23/>
5. Агроінженерні підходи щодо збереження родючості ґрунтів/ В.Ф. Камінський, В.В. Адамчук, В.М. Булгаков, В.Т. Надикто. Вісник аграрної науки. 2021. № 11. С. 5-16.

УДК 631.3.004

АНАЛІЗ ПРИЧИН НЕПРОДУКТИВНИХ ВИТРАТ ПАЛЬНОГО В РОСЛИННИЦТВІ

Мироненко В. Г.

*Інститут механіки та автоматики агропромислового виробництва
Національної академії аграрних наук*

Характерною особливістю для аграрного сектору України є висока енергоємність виробництва продукції - витрата пального на одиницю продукції на 60% більша ніж у розвинутих країнах Європи.

Очевидно, що подальший розвиток галузі необхідно проводити базуючись на інноваційних проєктах, які б забезпечували мінімально можливі витрати енергії.

В загальному об'ємі затрат енергії в агропромисловому виробництві (виробництво добрив та засобів захисту рослин, підготовка насіння, пальне на виконання технологічних операцій та інш.) на пальне приходить близько 30%. Аналіз можливих непродуктивних витрат пального [1,2] дозволив класифікувати їх за організаційними, кваліфікаційними, технічними та технологічними причинами (табл.).

Організаційні причини пов'язані зі стоянкою трактора з працюючим двигуном і відключеним валом відбору потужності, з нерациональним маршрутом та холостим переїздом, роботою двигуна з неповним навантаженням та інш.

Основні кваліфікаційні причини – робота двигуна на підвищених обертах холостого ходу, порушення теплового режиму двигуна, робота трактора на понижених передачах та інш.

Серед технічних причин, в першу чергу вважаються незадовільний стан паливної системи двигуна та зношення деталей самого двигуна.

Таблиця
Можливі непродуктивні витрати пального (НВП) машинно-тракторним агрегатом

№ п/п	Вид НВП	Орієнтовні значення НВП	Основні причини НВП	Необхідна інформація для визначення НВП
1	Організаційні причини	до 10% до 40%	1. Стоянка мобільного агрегату з працюючим двигуном. 2. Холості переїзди і розвороти.	Швидкість руху агрегату. Частота обертання валу двигуна. Положення навіски. Поточна витрата пального.

			3. Неповне навантаженням. 4. Виконання операцій не пов'язаних з технологічним процесом на якому задіяний агрегат.	Режими роботи (польові роботи; транспорт; роботи з використанням валу відбору потужності та інш.). Поточний час.
2	Кваліфікаційні причини	до 6% до 12% 15-40%	1. Нераціональні режими роботи двигуна при виконанні певної технологічної операції. 2. Порухення теплового режиму двигуна. 3. Робота на понижених передачах.	Швидкість руху агрегату. Частота обертання валу двигуна. Поточна витрата пального. Поточний час. Температура двигуна. Включена передача.
3	Технічні причини	до 15%	1. Зношення вузлів і деталей паливної системи і двигуна. 2. Незадовільний технічний стан елементів паливної апаратури.	Частота обертання валу двигуна. Поточна витрата пального. Робота з навантаженням. Поточний час.

Основна частина непродуктивних витрат пального пов'язана з недостатньо ефективною організацією роботи машинно-тракторних агрегатів (МТА) та може бути зменшена за рахунок прийняття оперативних рішень на основі результатів постійного контролю витрати пального за допомогою відповідних технічних засобів під час роботи МТА [3].

На сучасних тракторах знаходять все більшого використання системи дистанційного контролю витрати пального з датчиками його рівня, поточної витрати та їх поєднання, що дозволяє визначати як витрату пального в роботі, так і його зливання з паливної мережі трактора [4].

Зменшити непродуктивні витрати пального в сільськогосподарському виробництві можна завдяки розробленню та впровадженню технічних засобів з елементами технічного інтелекту, що сприятиме обробітку значних обсягів різнопланової інформації та формуванню раціональних пропозицій щодо зміни режимів роботи МТА.

В перспективі всі технічні засоби зі збору, обробки та ефективного використання інформації щодо непродуктивного використання палива МТА повинні бути об'єднані в комплексну систему контролю та управління роботою сільськогосподарського агрегата, яка складається з інформаційної, логічної та виконавчої частини.

Необхідна інформація може передаватися за допомогою глобальної системи позиціонування (GPS-каналу) в центр контролю за роботою МТА.

Результати проведених досліджень показують, що за умови використання комплексу автоматизованих засобів керування МТА

оперативний контроль та аналіз витрати пального під час рядової експлуатації може забезпечити його зменшення на понад 50%.

Список використаних джерел

1. Гольверк А.А. Методические рекомендации по определению эффективности и топливной экономичности тракторных двигателей при нормальных и экстремальных условиях эксплуатации. – К.: УНИИМЭСХ, 1987, 69 с.

2. Бондар А.М., Журавель Д.П. Обґрунтування показників експлуатаційної надійності енергетичних засобів. Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі. Матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції 02-27 листопада 2020 р. 2020. С. 467-473.

3. Мироненко В.Г. Оперативний контроль витрати палива машинно-тракторними агрегатами.-Науковий вісник НАУ. 2007. Вип. 117.-С.212–217.

4. Мироненко В.Г., Глінчевський М.О. Формалізація завдання зменшення непродуктивних витрат пального мобільними агрегатами. Механізація та електрифікація сільського господарства. 2018. Вип. 8 (107). С. 12–17.0

УДК 635.1/8

АДАПТАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ КАРТОПЛІ ДО ЗМІНИ КЛІМАТУ

Пастухов В. І.

Центральноукраїнський національний технічний університет

Мельник О. В.

Інститут овочівництва і багаторічництва НААН України

Тенденція до змін клімату, що спостерігається зокрема в умовах східного Лісостепу України, призводить до необхідності зміни або адаптації елементів технологій вирощування сільськогосподарських рослин. Формування більшості сільськогосподарських культур в значній мірі лімітується тривалими спекотливими та посушливими періодами, які останнім часом спостерігаються все частіше

Суттєве зростання середньодобових температур повітря та нерівномірний характер випадання опадів не відповідають біологічним вимогам рослин картоплі, що призводить до зниження її продуктивності. Так при денній температурі повітря 32...37°C температура в зоні

розташування бульб становить 31...34°C, при цьому слід зазначити, що критичним значенням для вегетації картоплі є 25°C.

Аналіз останніх досліджень показав, що покращити мікроклімат у насадженнях картоплі можливо за її мульчування різними видами матеріалів. Застосування органічної або мінеральної мульчі зменшує перегрівання верхніх шарів ґрунту на 6-7° та сприяє збереженню вологи. При цьому спостерігається суттєве зменшення коливання температури та відносної вологості під шаром мульчі порівняно з поверхнею ґрунту. Досвід застосування в якості органічної мульчі соломи зернових колосових культур показав, що найкращий варіант – це застосування соломи жита і тритикале, так як в них не заводяться гризуни, які можуть пошкодити посадковий матеріал і врожай.

Використання для цієї мети відпрацьованої мінеральної базальтової вати, яка застосовувалася в якості субстрату в теплицях, дозволяє вирішити проблему її утилізації. Погіршення хімічних показників ґрунту та якості продукції при цьому не відзначено. Використання в якості мульчі мінеральної вати є перспективним напрямком вирощування коренебульбоплодів у тепличному господарстві і в насінництві цибулевих культур.

Застосування азотних добрив (карбаміду) або мікробних препаратів Азотофіт-р і Екостерн перед мульчуванням соломою позитивно впливає на режим живлення рослин, що сприяє покращанню біометричних показників і збільшує урожайність картоплі на 4,2 – 4,7 т га⁻¹. Мульчування картоплі за нульового обробітку ґрунту передбачає садіння бульб на його поверхню. При цьому суттєво зменшується їх контакт з ґрунтом, що зменшує надходження з нього поживних речовин після переходу рослин картоплі на автотрофне живлення. За цих умов мінімальний обробіток ґрунту за його передсадивної підготовки покращує розвиток кореневої системи та сприяє формуванню столонів і бульб на певній глибині.

Залежно від кількості технологічних операцій ступінь розпушення ґрунту суттєво впливає на урожайність картоплі. Її зростання за мінімального обробітку ґрунту складає від 1,3 до 10,7 т га⁻¹ порівняно з нульовим обробітком. Це дозволяє компенсувати додаткові витрати щодо мульчування та збирання додаткової продукції.

Розрахунки показали економію енергетичних і трудових витрат під час виконання основних механізованих операцій за запропонованою технологією в порівнянні з традиційною.

Однак у запропонованій технології є декілька додаткових операцій, таких, як тюкування соломи після збору врожаю зернових, завантаження у транспортні засоби, транспортування тюків до місць зберігання та розвантаження, і навесні майже ті ж самі, тільки у зворотньому напрямі при накриванні бульб під час садіння. Аналіз розрахунків показав, що

економія енергетичних і трудових витрат нівелюється цими допоміжними операціями. Уникнути такої проблеми можливо, застосовуючи елементи технологій "Strip Till", що полягають у наступному.

Картоплю, з точки зору сівозмін, доцільно вирощувати на полі після зернових культур, які є добрими попередниками. Після збирання врожаю зернових культур на полі залишають валки соломи. В залежності від врожайності зернової культури і її соломя'ності, валки здвоюють або строюють і розміщують паралельно один одному вздовж ділянки, де планується вирощування картоплі.

Накривання бульб, висаджених на поверхню поля, запропоновано зробити за допомогою технічного засобу, виконаного на базі граблів-ворошилок типу ГВК-4, ГВК-6. Основне переобладнання полягає у встановленні приводу на робочі органи граблів (колеса) від валу відбору потужності трактора, завдяки чому вони обертаються примусово, не торкаючись поверхні ґрунту, переміщують і розкидають валки соломи на ділянці з картоплею.

Висновок. Висока ефективність мульчування картоплі соломкою за мінімального обробітку ґрунту і комплексної механізації технологічних процесів підтверджується покращанням основних економічних показників технології.

Список використаних джерел

1. Energy-efficient and ecologically friendly technology for growing potatoes under straw mulch [Text] / V. Pastukhov, O. Mogilnay, M. Bakum, O. Melnyk, I. Grabar, R. Kyrychenko, M. Krekot, H. Tesliuk, V. Boiko, I. Sysenko // Ukrainian Journal of Ecology, 2020, 10 (1), P. 317-324, doi: 10.15421/2020_50.
2. The effectiveness of compatible agrophytocenoses depending on the allelopathic interaction of plants [Text] / V. Pastukhov, A. Semenchenko, A. Melnyk, V. Zavertalyuk, A. Zavertalyuk, R. Kyrychenko // Ukrainian Journal of Ecology, 2020, 10 (4), P. 56-59, doi: 10.15421/2020_167.
3. Potato growth in moisture deficit conditions [Text] / V. Pastukhov, O. Mogilnay, M. Bakum, I. Grabar, O. Melnyk, R. Kyrychenko, M. Krekot, O. Vitanov, A. Mozgovska, A. Pastushenko, O. Semenchenko // Ukrainian Journal of Ecology, 2021, 11 (2), P. 184-190, doi: 10.15421/2021_97.

UDC 631.37

DEVELOPING A CONTROLLED TRAFFIC (TRAMLINE) FARMING SYSTEM

Kuvachev V. P.

Dmytro Motornyi Tavria State Agrotechnological University

Intensification of agricultural production. products in the world, led to the fact that the energy security and energy availability of rural areas production has increased several times in recent years. Due to this, the problem of over-compaction of soils by the running systems of heavy tractors and agricultural machinery has become the most relevant and urgent in almost the entire world. machines, which caused "machine degradation of soils" and, as a result, a decrease in their fertility and yield of crops. At the same time, from over-compaction of the soil by running systems of rural and urban areas. equipment, soil resistance also increases, which increases energy consumption in agriculture. To preserve and restore soil fertility, as well as to realize the potential biological yield of cultivated plants, it is necessary to learn how to grow plants without destroying and compacting the soil. The most progressive and promising way of growing plants without destroying and compacting the soil is Controlled Traffic Farming (CTF).

The practical implementation of the CTF will ensure:

- reduction of soil compaction;
- increasing productivity;
- efficient use of resources;
- reduction of fuel costs;
- increasing the efficiency of agricultural machinery;
- reduction of greenhouse gas emissions;
- reduction of equipment costs and its depreciation;
- improvement of working conditions of farmers.

CTF implementation practices will allow farmers to increase their use of improved practices, including:

- application of climate-smart technologies that maximize productivity. CTF allows you to optimize the use of equipment in the fields, which reduces soil compaction and improves its structure;

- promotion of regenerative agriculture. The implementation of CTF helps farmers reduce the negative impact on the soil, which allows successful use of cover crops, crop rotation and no-till;

- implementation of "thrifty farming" practices. The use of CTF allows farmers to more accurately control the movement of machinery and optimize the application of fertilizers and other nutrients according to the «4R» model;

- support for digitization in agriculture using remote sensors and GPS technology. CTF actively supports the use of modern technologies such as remote sensing and GPS to precisely manage agricultural operations;
- supporting access to modern and efficient equipment and/or maintenance of agricultural equipment for agricultural production. CTF ensures rational use of agricultural equipment, reducing its wear and increasing efficiency;
- reduction of post-harvest losses due to improved equipment for storage and drying. The use of CTF allows to reduce harvest losses during harvesting due to precise control of machinery movement;
- improving the water-holding capacity of the soil, which reduces the risk of erosion and increases resistance to drought. Thanks to CTF, soil compaction is reduced, which improves its structure and water-holding capacity;
- reduction of greenhouse gas emissions due to the reduction of the need for tillage. The use of CTF reduces the need for intensive tillage, which leads to lower greenhouse gas emissions, promoting environmentally friendly agriculture.

Implementation of CTF in a country can significantly increase the use of improved seed varieties through the following aspects:

- optimization of soil conditions;
- reduction of stress for plants;
- more efficient use of resources;
- increase in productivity;
- improvement of resistance to diseases and pests;
- durability and stability of the crop;

Implementation of the CTF can have a positive impact on the use of plant protection products (PPPs) due to the following aspects:

- reduction of soil compaction;
- accuracy of application;
- reduction of costs for PPE;
- coverimproving pollution control;
- Optimization of the use of resources;
- reduction of stress for plants;
- changereducing the risk of chemical stress.

Implementation of Controlled Traffic Farming (CTF) can significantly contribute to supporting soil decontamination and reclamation through the following aspects:

- reduction of soil compaction;
- improvement of soil aeration;
- reduction of erosion;
- Optimization of the use of resources;
- improvement of moisture supply;
- withreduction of pollution from equipment;
- forensuring soil stability.

Conclusions.

The increase in energy security and energy availability of agricultural production in recent years, although it contributes to increasing efficiency, has led to a negative impact on the condition of soils. Over-compaction of soils by heavy machinery turned out to be the main problem, which deteriorates the soil structure, reduces aeration and water-holding capacity, which negatively affects productivity.

Soil degradation caused by heavy tractors and agricultural machinery confirms the need for alternative technologies such as CTF to reduce the mechanical impact on the soil. Research shows that reducing soil compaction has a direct effect on improving the growth of root systems and increasing yields.

The impact of over-compaction on energy consumption is manifested in the increase in traction resistance of units, which requires more fuel consumption for field work. This highlights the importance of CTF implementation.

CTF technology, according to the study, has shown its effectiveness in reducing soil compaction, improving soil aeration and structure, which contributes to increased crop yields. The results of the study indicate the potential of this technology as a tool for increasing the sustainable development of agriculture.

Optimization of resources and reduction of costs, due to accurate movement of equipment and rational use of fertilizers and pesticides, is confirmed by the results of the study. The implementation of CTF allows to reduce fuel and maintenance costs, which ultimately increases the economic efficiency of farms.

Reducing the impact on the environment, in particular due to the reduction of greenhouse gas emissions and soil erosion, is an important result of the study. Implementation of CTF can significantly reduce the negative effects of intensive agriculture, in particular by reducing the need for frequent tillage.

References

1. Кувачов В.П. Дослідження ефективності колійної системи землеробства. Механізація та електрифікація сільського господарства. 2017. Вип. 5(104). С. 94–104.
2. Кувачов В.П. Механіко-технологічні основи використання спеціалізованих ширококоліїних агрозасобів. Техніка, енергетика, транспорт АПК. 2017. Вип. 2 (97). С. 161–166.

УДК 631.171, 631.434.1

ДОСЛІДЖЕННЯ ЩІЛЬНОСТІ КОМПОЗИЦІЙНОГО СКЛАДУ ГРУНТУ ІНДУКЦІЙНИМ МЕТОДОМ

Кравчук В. І., Іванюта М. В.

*Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків Національної
академії аграрних наук України*

Постановка проблеми: Розвиток технічних засобів визначення щільності ґрунту в умовах точного (керованого) землеробства потребує вдосконалення методів неруйнівної потокової взаємодії. Існує також необхідність вдосконалення методів визначення щільності ґрунту, оскільки наявні відхилення від оптимальних значень, мають негативний вплив на врожайність сільськогосподарських культур.

Відомо, що сучасні технології землеробства базуються на застосуванні інтелектуальних систем для високоякісного потокового моніторингу стану ґрунту та адаптації робочих органів машин з метою отримання запланованих агрофізичних показників, зокрема щільності в процесі передпосівного обробітку. Нормативні вимоги до передпосівного обробітку ґрунту, зокрема під цукрові буряки встановлено ДСТУ 4819:2007 згідно якого відхилення щільності ґрунту від оптимальної призводить до зниження урожайності. Наприклад, дослідження С. Карташов *et al.* (2012) визначають, що відхилення щільності ґрунту на $0,1...0,3 \text{ г/см}^3$ (від оптимальної) призводить до зниження врожаю, зокрема буряків цукрових на 20-40 %.

Впровадження сучасних технологій вирощування буряків цукрових за методами точного землеробства з використанням електронних карт V. Kravchuk *et al.* (2023) мають гарантувати потокове визначення щільності ґрунту в часовому та місцевизначеному просторі з врахуванням його композиційного складу та відповідного реагування робочих органів що є актуальним в подальших дослідженнях.

Аналіз останніх досліджень: Відомі методи визначення агрофізичних характеристик ґрунту представлені в роботі М. Abdulraheem *et al.* (2024), базуються на здатності ґрунту змінювати свою діелектричну проникність між зануреними електродами залежно від його стану. Методи є ефективними для визначення таких параметрів, як вологість, температура та ємність катіонного обміну, що широко застосовується в засобах агромоніторингу. Однак, подібні методи переважно орієнтовані на агрохімічні властивості, залишаючи поза увагою інші важливі характеристики, такі як щільність ґрунту, що можна визначати шляхом використання взаємодії змінного магнітного поля.

У дослідженнях М. Zaouche *et al.* (2017), V. Kravchuk *et al.* (2022), також зазначено, що для досягнення результатів визначення агрофізичних

показників неруйнівним потоковим методом, використовують взаємодію електромагнітного поля з ґрунтом. Зазначені методи базуються на дослідженнях вихрових струмів та рефлектометрії (радіолокаційного зондування) які застосовують в засобах профілювання ґрунту та визначення ґрунтових горизонтів. Однак може бути розвинутим для дослідження композиційного складу ґрунту і його властивостей.

В контексті зазначених вище досліджень авторами F. Shirzaditabar & R.J. Neek (2022), запропоновано вимірювання магнітної проникності ґрунту, що активно використовуються для виявлення зон з підвищеною концентрацією забруднюючих речовин. Цей метод є корисним для екологічного моніторингу, і може бути розвинений для визначення агрофізичних показників композиційного складу ґрунту.

Мета досліджень: Визначення щільності композиційного складу ґрунту шляхом дослідження параметрів самоіндукції в змінному магнітному полі.

Результати досліджень: Побудовано модель сукупності факторів, що є характеристиками умов виконаних вимірювань кожної з композицій ґрунту. На основі факторного плану побудовано функціональні моделі параметрів взаємозв'язків та знайдено їх числові значення.

Встановлено функціональні взаємозв'язки параметрів самоіндукції з показниками щільності (магнітної проникності) композицій ґрунту та побудовано графіки поверхонь. В першому наближенні виконано візуальний аналіз взаємодій параметрів індукційного струму та щільності для кожної з композицій ґрунту.

Визначено діапазон зміни напруги самоіндукції $\varepsilon_L = 185-191$ мВ для усіх значень щільності $\rho = 1,0-1,5$ г/см³ композицій ґрунту з найвищими коефіцієнтами детермінації $R^2=0,95-0,99$ за напруги 5В.

При збільшенні щільності ρ з 1,0 г/см³ до 1,5 г/см³ кожної з композицій ґрунту напруга самоіндукції $\Delta\varepsilon_L$ зменшувалась відповідно: супіщаного – 5 мВ; легкосуглинистого – 6 мВ, середньосуглинистого – 4 мВ та важкосуглинистого – 5 мВ.

Моделі із зазначеними залежностями можуть бути рекомендовані як калібрувальні характеристики технічних засобів потокового неруйнівного визначення щільності композиційного складу ґрунту.

Висновки:

Дослідженнями визначено, що взаємозв'язки щільності композицій ґрунту ρ та напруги самоіндукції ε_L можуть визначатися моделями другого порядку з коефіцієнтами детермінації $R^2=0,80-0,98$ за напруги генератора 3,4 та 5 вольт.

Встановлено, що для підвищення точності неруйнівного потокового визначення щільності ґрунту індукційними методами доцільно

використовувати моделі другого порядку що характеризують композиційний склад відповідного типу ґрунту.

Перспективою розвитку досліджень є впровадження методів потокового зчитування агрофізичних показників шляхом визначення індукційного струму в системі гарантовано адаптивного управління обробітком ґрунту.

Список використаних джерел

1. Abdulraheem, M.I.; Chen, H.; Li, L.; Moshood, A.Y.; Zhang, W.; Xiong, Y.; Zhang, Y.; Taiwo, L.B.; Farooque, A.A.; Hu, J. (2024) Recent Advances in Dielectric Properties-Based Soil Water Content Measurements. *Remote Sens.* V. 16, 1328. <https://doi.org/10.3390/rs16081328>.
2. Карташов С.Г. Городецький Е.Ю. Дудка В.С. Москалюк А.А. (2012) Вплив оптимальної щільності ґрунту для різних сільськогосподарських культур на врожайність. *Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки* Вип. 78, С. 21-26. <https://doi.org/10.1007/s40808-018-0442-0123>.
3. ДСТУ 4819:2007 Обробіток ґрунту під цукрові буряки передпосівний. Вимоги та методи контролювання [Чинний від 2009-01-01] Вид. офіц. Київ : Держспоживстандарт України, 2009. 12 с.
4. M. Zaouche, L. Bel, E. Vaudour, (2017) Geostatistical mapping of topsoil organic carbon and uncertainty assessment in Western Paris croplands (France), *Geoderma*, V. 10, P. 126-137, <https://doi.org/10.1016/j.geodrs.2017.07.002>.
5. Shirzaditabar F. and Heck R.J. (2022) Characterization of soil magnetic susceptibility: a review of fundamental concepts, instrumentation, and applications. *Canadian Journal of Soil Science.* 102(2): 231-251. <https://doi.org/10.1139/cjss-2021-0040>
6. Kravchuk V. Ivaniuta M. Bratishko V. Humeniuk Y. Kurka V. (2023) On-stream soil density measuring. *INMATEH - Agricultural Engineering*, V. 69, No. 1. <https://doi.org/10.35633/inmateh-69-64>
7. Kravchuk V.I. Sinchenko V.M. Ivaniuta M. V. Shustyk L.P. (2022) Streaming analyzing of soil density state and forecast of research. The latest technologies in the agroindustrial complex: research and management. V. 30. P. 107-115. [http://dx.doi.org/10.31473/2305-5987-2022-1-30\(44\)-11](http://dx.doi.org/10.31473/2305-5987-2022-1-30(44)-11).

UDC 631.313.6

USING MACHINE VISION TO IDENTIFY GRAIN MATERIALS

Stepanenko S.P., Kuzmych A., Dnes V., Shvydia V.

*Institute of Mechanics and Automation of Agricultural Production National
Academy of Agrarian Sciences of Ukraine*

Grain production plays a significant role in the global economy. Cereal grains are essential to our dietary needs, as well as for animal feeding and industrial processing [1]. However, despite the development of science and technology, a significant portion of the world's harvest is lost. According to the International Food and Agriculture Organization, almost 10-15% of the grown crop is lost during the harvesting and post-harvest processing processes.

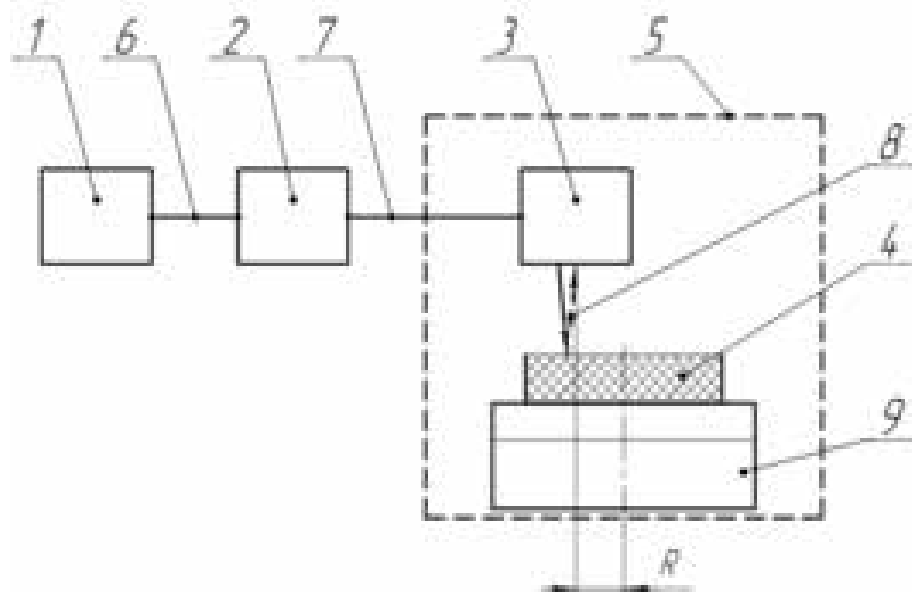
Crop losses are inevitable at the stages of harvesting and post-harvest grain processing, which include the processes of transportation, drying, packaging and storage [2, 5]. Post-harvest losses of food grain occur both in quantity and in quality. The presence of impurities in food grain significantly affects its class and quality, as well as its preservation.

Modern economic and political realities predetermine the need to develop new ways to solve the problem of preserving grain crops. Information technology is one of the tools to achieve this goal. Today, the global trend in the field of control and assessment of the quality of agricultural products is machine vision technology. With the use of powerful computer systems, it is possible to monitor the condition of grain products, assess the risks of plant diseases, recognizing visual changes in these products [3, 6].

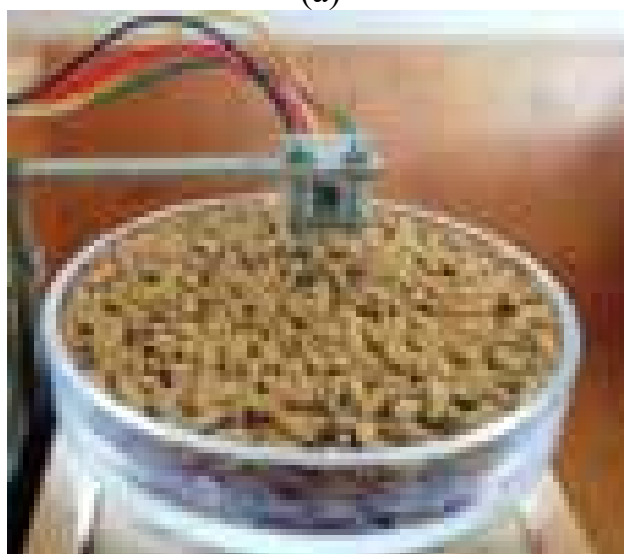
Among the available tools, we highlight computer vision solutions combined with artificial intelligence algorithms, which have achieved important results in identifying patterns in images. Despite the fact that conventional color imaging systems can provide a number of basic features of seeds, such as area, length and width, shape, surface color, such a system is unable to provide detailed information about the composition, structure and other characteristics of seeds [3-7]. Therefore, research of the spectral characteristics of grain materials look promising. Instead of using three broad color bands of images showing the total reflectance of red, green, and blue light, multispectral imaging provides calibrated reflectance data at several discrete wavelength ranges spread over an extended spectral range.

To study the spectral reflection coefficients of visible and NIR wavelength from grain materials, we developed a laboratory device, the diagram of which shown in Fig. 2. The laboratory device based on the use of multispectral sensors AS7262 and AS7263, covering the visible range and part of the short-wave near-infrared region (410–900 nm).

As result of laboratory research, the values of spectral reflectance coefficients at 12 discrete wavelengths obtained for different grain materials, such as whole and crushed grain of wheat, barley, corn and non-grain impurities. The obtained values of reflectance coefficients will be the basis for the development of a machine vision model for the identification of grain materials.



(a)



(b)

Fig 1. Schematic (A) and picture (B) of laboratory device to study the spectral reflection coefficients: 1 – PC; 2 – Arduino Uno; 3 – digital multispectral sensor; 4 – Petri dish with grain material; 5 – opaque screen; 6 – USB cable; 7 – I2C; 8 – waves of the near-infrared and visible ranges; 9 – rotating platform

Machine vision can provide accurate and efficient solutions to support agricultural operations. In addition, machine-learning algorithms enable the rapid

and accurate analysis of vast amounts of data, providing the means to implement machine vision programs in agriculture.

References

1. Sumathi, S. (2021). Cereal grains. <https://doi:10.1016/B978-0-12-821848-8.00017-2>
2. Müller, A. & Nunes, M. & Maldaner, V. & Coradi, P. C. & de Moraes, R. & Martens, S. & Leal, A. & Pereira, V. & König, C. (2022). Rice Drying, Storage and Processing: Effects of Post-Harvest Operations on Grain Quality. *Rice Science*. 29. <https://doi:10.1016/j.rsci.2021.12.002>
3. Patrício, D. & Rieder, R. (2018). Computer vision and artificial intelligence in precision agriculture for grain crops: A systematic review. *Computers and Electronics in Agriculture*. 153. 69-81. <https://doi:10.1016/j.compag.2018.08.001>
4. Prabha, V. & Moses, J. (2016). Machine Vision System for Food Grain Quality Evaluation: A Review. *Trends in Food Science & Technology*. 56. <https://doi:10.1016/j.tifs.2016.07.011>
5. Stepanenko S.P. Mechanical-technological substantiation of the processes and equipment of sieveless fractionation of grain materials: dissertation Dr. Tech. Sciences: 05.05.11. Glevakha, 2021. 362 p.
6. Stepanenko S., Kotov B., Kuzmych A., Kalinichenko R., Hryshchenko V. Research of the process of air separation of grain material in a vertical zigzag channel. *Journal of Central European Agriculture*, 2023, 24(1), p.225-235. <https://doi:10.5513/JCEA01/24.1.3732>
7. Shvidia V.O., Stepanenko S.P., Kotov B.I., Spirin A.V., Kucheruk V.Y. Influence of vacuum on drying of seeds of grain crops. *Herald of Karaganda University. "Physics" series*. № 3(107) / 2022. p. 90-98. <https://doi.org/10.31489/2022ph3/90-98>

УДК 623.1/3

РОЗМІНУВАННЯ ОРНИХ ЗЕМЕЛЬ В УКРАЇНІ

Хмельовський В. С.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Повномасштабна війна, що триває в Україні майже три роки, призвела до небачених досі масштабів мінування. Загалом, від 24 лютого 2022 року, Україна втратила 23 % посівних площ [1]. Понад 10% орних земель в Україні залишаються забруднені вибухонебезпечними предметами. За даними ДСНС, у березні 2023 року, кількість замінованих полів

перевищувала 470 тисяч гектарів. У лютому 2024 - площа забруднених вибухонебезпечними предметами сільськогосподарських земель зменшилася до 156 тис. кв. км. У травні, цього ж року, сапери очистили та повернули аграріям майже 30 тисяч га сільськогосподарських земель. В середньому, вони розмінують від 3,5 до 6 тисяч га за тиждень [2].

За даними Світового банку, лише, пріоритетне розмінування сільськогосподарських земель, коштуватиме близько 1,5 млрд. доларів США [3]. Без обстеження та розмінування, використання забруднених земель аграріями неможливе. Це ті території, які сьогодні понівечені війною. За оцінками Міністерства захисту довкілля та природних ресурсів України, через війну, ґрунтам нанесено збитків на понад 900 млрд грн. [4].

Цілком очевидно, що після завершення війни, без вжиття надзвичайних заходів на державному рівні та підтримки міжнародної спільноти, Україна може на роки втратити третину посівних площ - 10-12 млн.га. Це 30-35 млн тонн зерна, які можуть забезпечити продовольством значну частинку жителів планети.

Уряд України втілює низку кроків для пришвидшення гуманітарного розмінування сільськогосподарських земель, завдяки цьому, вдалося суттєво наростити темпи. Якщо, на початок року в Україні не було жодної машини для гуманітарного розмінування, лише 6 операторів протимінної діяльності та 1500 саперів, то на початку 2024 року є, майже 30 машин, 26 операторів та майже 3000 саперів. Заводи України почали виготовляти техніку для розмінування, наприклад, легка роботизована машина MV-4, Божена 4, «Змій» [6].

В зв'язку з цим, нами розроблено конструкційно-функціональну схему мінного тралу. Така машина може знешкоджувати вибухонебезпечні предмети, безпосередньо, на полі. Робочим органом тралу є вал, до якого закріплені важелі, на кінцях останніх прикріплюються ланцюги із тягарцями.

Швидкість ланок ланцюгів збільшуються із збільшенням радіусу обертання

$$v_l = \omega_6 R_1 < \omega_6 R_2 < \omega_6 R_3$$

де ω_1 – колова швидкість ротора, c^{-1} ;

R_1, R_2, R_3 - радіуси відповідно біля кріплення ланцюга, посередині та на кінці ланцюга, м.

В такому випадку, буде зберігатись умова, де маса ланцюга $m_1 < m_2 < m_3$. Тоді

$$m_1 \omega_6^2 R_1 < m_2 \omega_6^2 R_2 < m_3 \omega_6^2 R_3.$$

Для забезпечення ефективної роботи агрегату потрібно, щоб мінімально допустима частота обертання ротора становила

$$n = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{g}{R_3}}, c^{-1}.$$

Виходячи з умови величини тіла пошуку (діаметр 0,2 метра) та враховуючи конструкцію ротора, на якому в одній площині встановлено чотири або два ланцюги із тягарцями, частоту обертання ротора потрібно збільшити.

Використання запропонованої машини, дасть можливість знешкоджувати вибухонебезпечні предмети на полях і усуне травмування людей та тварин, а також підрив техніки.

Список використаних джерел

1. Розмінування потребують понад 470 тисяч гектарів сільгоспземель - ДСНС <https://www.ukrinform.ua/rubric-society/3684922-rozminuvanna-potrebuut-ponad-470-tisac-gektariv-silgospzemel-dsns.html>
2. Розмінування України: потенційно забруднена площа зменшилася до 156 тис.кв.км <https://mvs.gov.ua/news/rozminuvannia-ukrayini-potenciino-zabrudnena-ploshha-zmensilasia-do-156-tiskvkm>
3. THE IMPACT OF THE RUSSIAN WAR IN UKRAINE ON WORLD FOOD SECURITY <https://ukrainianvictory.org/wp-content/uploads/ICUV-Research-Presentation-EN.pdf>
4. Україні потрібно понад 37 мільярдів доларів для розмінування всіх земель <https://suspilne.media/835473-ukraini-potribno-ponad-37-milardiv-dolariv-dla-rozminuvanna-vsih-zemel/>
5. Гуманітарне розмінування України: що робитиме Міністерство економіки та аграрії у 2024 році, щоб розв'язати цю проблему. <https://nv.ua/ukr/ukraine/events/2024-gumanitarne-rozminuvannya-plan-diy-ministerstva-ekonomiki-ta-agrarijiv-50381366.html>
6. Українська машина для розмінування «Змій» успішно пройшла випробування і отримала сертифікат відповідності. <https://demine.gov.ua/news/ukrainska-mashyna-dlia-rozminuvannia-zmii-uspishno-proishla-vyprobuvannia-i-otrymala-sertyfikat-vidpovidnosti>

УДК 631.31

АНАЛІЗ АБРАЗИВНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ҐРУНТІВ

*Борак К. В., Куликівський В. Л., Прищепя А. В.
Поліський національний університет*

Усі ґрунтообробні знаряддя працюють в абразивному середовищі – ґрунті, який є досить складною системою. За визначенням Д.Г. Віленського та В.М. Фрідланта, ґрунт – це складна поліфункціональна, полідисперсна, гетерогенна, відкрита чотирифазна структурна система в поверхневій

частині кори вивітрювання гірських порід, що володіє родючістю і є комплексною функцією гірської породи, організмів, клімату, рельєфу і часу.

Ґрунт, як і будь-яка система, має свої властивості, основні з яких це: гранулометричний склад, шпаруватість, коефіцієнт тертя, липкість, опір ґрунту різним видам деформації, твердість, щільність, вологість, кам'янистість та абразивність.

Усі ці властивості ґрунту по-різному на різних їх типах впливають на інтенсивність зношування деталей машин.

За інтенсивністю зношування робочої поверхні ґрунтообробної техніки ґрунти поділяються на три групи:

1. Глинисті й суглинкові з малою зношувальною здатністю (від 2 до 30 г/га).

2. Супіщані й піщані з середньою зношувальною здатністю (від 30 до 100 г/га).

3. Піщані з великою кількістю кам'янистих включень (від 100 до 450 г/га).

У роботі [1] представлено результати дослідження відносної зношувальної здатності ґрунтів за фракційним складом (табл. 1).

Абразивне зношування робочих поверхонь деталей машин, що працюють у ґрунті, відбувається в результаті "дряпання" та пластичної деформації металу гострими кутами й ребрами твердих частинок ґрунту. З мінералів, які входять до складу ґрунту, найбільшу твердість мають частинки кварцу (7 одиниць за шкалою Мооса) і польового шпату (6 одиниць).

Наявність цих мінералів, які є основною складовою піщаних і супіщаних ґрунтів, призводить до швидкого зносу РО при роботі на таких ґрунтах.

Інтенсивність зношування визначається не тільки твердістю, але й формою абразивних частинок, а також їх зв'язком між собою (характером агрегатного стану).

Інтенсивність зношування РО ґрунтообробних машин в свою чергу також залежить і від коефіцієнта тертя f , а його величина – від механічного складу, вологості, шорсткості робочої поверхні, матеріалу, з якого виготовлений робочий орган, а також від питомого тиску на поверхню контакту й швидкості ковзання ґрунту.

Визначенню величини коефіцієнта тертя ґрунту по сталі присвячено велику кількість робіт але, незважаючи на це, окреслене питання й досі залишається нерозв'язаним. Причиною є велике різноманіття режимів роботи й обладнання, що використовується при дослідках, а також випадкового вибору типу та механічного складу досліджуваного ґрунту. Для природних ґрунтів коефіцієнт тертя по сталевій поверхні коливається в широких межах – від 0,2 до 0,8 і більше. Величини коефіцієнтів тертя для різних типів ґрунтів наведені в табл. 2.

Таблиця 1

Відносна та абсолютна зношувальна здатність ґрунту за фракційним складом (еталон – кварц, тиск – 0,1 МПа)

Тип ґрунту	Середній вміст, %		Відносна зношувальна здатність	Інтенсивність зношування сталі Л53 при $p = 0,1$ МПа, мм/га
	піску	глини		
Піщаний	95	5	0,87	0,33
Супіщаний	85	15	0,62	0,24
Суглинковий (легкий)	75	25	0,42	0,16
Суглинковий (середній)	65	35	0,32	0,12
Суглинистий (важкий)	50	50	0,22	0,08
Глинистий (легкий)	35	65	0,15	0,06
Глинистий (середній)	25	75	0,10	0,04
Глинистий (важкий)	10	90	0,06	0,02
Кварцові частинки			1,0	0,38

Таблиця 2

Значення коефіцієнтів тертя ґрунту по сталі

Тип ґрунту	Супіщаний	Суглинок легкий	Суглинок середній	Суглинок важкий	Глина легка
Коефіцієнт тертя ґрунту по сталі	0,4-0,6	0,4-0,7	0,55-0,7	0,55-0,57	0,8

Зміна вологості ґрунту по-різному впливає на величину коефіцієнта тертя піщаних та глинистих ґрунтів. В роботі [1] встановив, що зі збільшенням вологості суглинистих і глинистих ґрунтів різних генетичних типів (від повітряно-сухого стану до 60-80% відносної вологості) значення коефіцієнта тертя ґрунту по шліфованій сталі зростає, а після досягнення максимального значення – зменшується (рис. 2, криві 3 і 4). До того ж, чим важчий механічний склад ґрунту, тобто чим більший у ньому вміст глинистих частин, тим більше значення коефіцієнта тертя цього ґрунту у вологому стані по сталі.

Збільшення значення коефіцієнта f глинистих і суглинистих ґрунтів зі збільшенням їх вологості пояснюється зростанням сил міжмолекулярної

взаємодії частинок ґрунту й сталюї поверхні, а зниження після переходу максимуму – появою на поверхні контакту вільної води, яка виконує роль мастила.

Границі зміни коефіцієнта тертя піщаних ґрунтів по сталі, обумовлені збільшенням вологості ґрунту, досліджені ще недостатньо, тому криві 1 і 2, зображені на рис. 3, являються в відомій мірі, гіпотетичними.

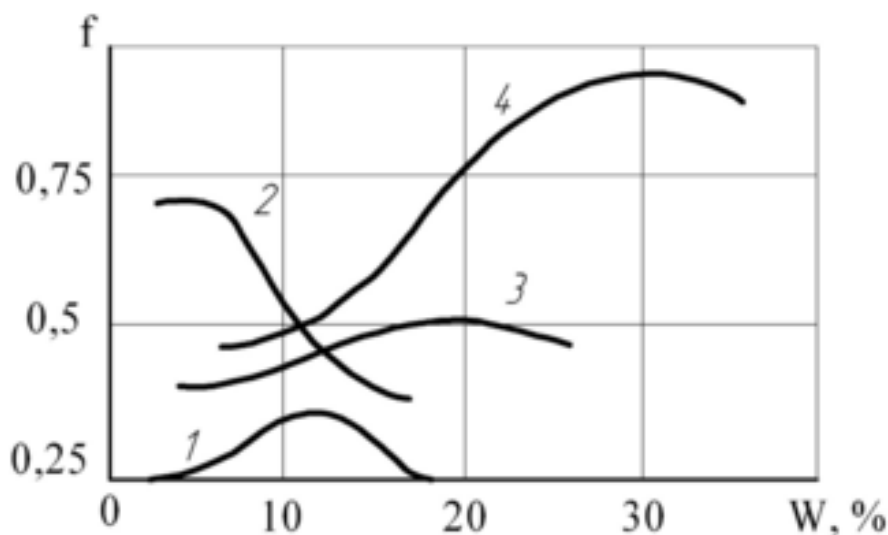


Рис. 2. Зміна коефіцієнта тертя f ґрунту по сталі залежно від вологості: 1 – піщаний ґрунт, 2 – супіщаний зв'язаний ґрунт, 3 – середній суглинок, 4 – важкі суглинки і глини.



Рис. 3. Фактори, які впливають на інтенсивність зношування деталей, що працюють у ґрунтовій масі [1].

З усього вище зазначеного можна виділити фактори, які впливають на інтенсивність зношування деталей, що працюють в середовищі ґрунту

(рис. 3). Суттєвий вплив на інтенсивність і характер зношування різальних елементів та робочих поверхонь, які працюють у ґрунті, здійснює ковзання перерізаних коренів рослин та кам'янистих компонентів ґрунту. Однак це явище в науці взагалі залишається не вивченим.

Розглянуте обумовлює розв'язання задачі дослідження: виявити вплив абразивних властивостей ґрунту на зносостійкість робочої поверхні зразків ґрунтообробних машин.

Список використаних джерел

1. Борах К. В. Комплексний підхід підвищення довговічності та зносостійкості робочих органів ґрунтообробних машин : дис. д-ра. техн. наук : 05.05.11 / Поліський національний університет, м. Житомир. 2021. 380.

УДК 631.247

ПЕРЕВАГИ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ STRIP-TILL

Мартишко В. М., Плахотник А. В.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Останнім часом підвищеною увагою в аграріїв користується технологія Strip-Till. Технологія Strip-Till прийшла в Європу зі Сполучених Штатів, де на певному етапі в результаті зміни умов зовнішнього середовища утворилася з технології прямого посіву, або No-Till. Переважним чином ця технологія обробітку ґрунту якнайкраще підходить для рядкових культур. Особливість Strip-Till полягає у тому, що ґрунти порівняно з іншими методами обробітку обробляють і розпушують тільки смугами у рядках майбутнього посіву, при цьому інша частина поля залишається недоторканою.

Особливості технології Strip-Till мають значні переваги порівняно з іншими технологіями щодо попередження ерозії. Технологія Strip-Till при використанні її на культурах, що вирощуються рядковим методом, головним чином дозволяє створити для таких рослин як цукровий буряк, ріпак, кукурудза та інші оптимальне місце для подальшого розвитку кореневої системи. Окрім збереження вологи та економії коштів на додаткових обробках це дозволяє значно збільшити їхню врожайність.

Серед агрегатів, які застосовуються для технології Strip-Till, є багато варіантів. Більшість компаній, що пропонують такі машини, відповідно є американськими виробниками, серед яких слід назвати DAWN, Challenger, Yetter та інші. В Європі одним із перших і найбільш успішних виробників є компанія Horsch.

Залежно від комплектації машини для розпушування складається з таких елементів: розрізувальні диски, що закладають місце майбутнього рядка; прибиральні диски, що прибирають на обидва боки з майбутнього рядка пожнивні рештки; робочі органи для розпушування, які залежно від глибини розпушування – в середньому від 15 до 30 см – можуть мати різну форму, але відповідно бути тим вузкими, чим на більшу глибину проводитиметься обробка, що перш за все є важливим для попередження утворення у ґрунті ущільнених шарів; формувальні диски, які попереджають розкидання великого об'єму розпушеного ґрунту по міжряддях, утримуючи його і таким чином формуючи рядок; а також прикочувальні котки, які закривають ґрунти та слугують для його зворотного ущільнення та вирівнювання.

Залежно від ширини захвату агрегати для Strip-Till можуть бути навісними та причіпними, а від форми сошників – анкерними та дисковими. Типи будови агрегатів також відрізняються залежно від умов, де вони в подальшому можуть використовуватися.

Розпушування по рядках є особливо важливим для культур, які формують явно виражений стрижневий корінь. Коріння не повинно змінювати напрямок свого росту у розпушених рядках і ухилятися від місць ущільнення, рости у бік.

Однією з найважливіших переваг технології Strip-Till є можливість проведення поряд із розпушуванням та посівом удобрення. Сучасні агрегати, які використовуються для Strip-Till, наприклад Horsch Focus, завдяки розподілу загального бункера на три частини та додатковому оснащенню робочих органів можуть поряд із посівним матеріалом одночасно вносити на глибину до 25 см та на 5 см під поверхню ґрунту навіть два різні види добрива.

Так, доцільним може бути внесення на більшу глибину малорухомих у ґрунтах добрив, таких як фосфор та калій, а більш поверхнево – для стимулювання розвитку рослини на ранніх стадіях – азот. Внесення добрив на глибину до 30 см відповідно стимулює рослину до розвитку її кореневої системи саме у цьому напрямку, особливо, коли у такому місці сконцентроване відкладення фосфору.

Застосовувати технологію Strip-Till можна і при вирощуванні зернових. При цьому у один сформований рядок зазвичай висівають два рядки рослин. Відстань між рядками посіву у рядку може складати до 17 см, а між крайніми рядками по міжряддю – 20 см при загальному розмірі міжряддя при розпушуванні рядків 37,5 см. Для зернових також можна використати переваги підкореневого підживлення, що поряд із зменшенням конкуренції серед рослин за поживні речовини спростить передпосівний обробіток.

Висновки. технологія Strip-Till поєднує в собі багато переваг старих загальноприйнятих технологій обробітку ґрунту та прямого посіву,

усуваючи багато з їхніх недоліків. Найбільший економічний ефект отримується від зменшення кількості проведених обробітків, економії виробничих засобів, збереженні гарної структури ґрунту з запобіганням ерозії та замулювання ґрунту.

УДК 621.436

ОСНОВНІ НАПРЯМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ В СИСТЕМІ «ЛЮДИНА-МАШИНА-СЕРЕДОВИЩЕ»

*Куликівський В. Л., Руднік Д. І.
Поліський національний університет*

Забезпечення екологічної безпеки під час проведення технологічних операцій в АПК із використанням мобільних машин із дизельними двигунами може здійснюватися за кількома напрямками.

Один із напрямів пов'язаний із вибором видів мобільних машин. Під вибором мобільних машин необхідно розуміти підбір техніки необхідної потужності, мобільності, операційної забезпеченості, з найменш токсичними двигунами.

Дизельні двигуни як енергетичні установки мобільної техніки дають змогу використовувати їх як універсальні, що є важливою обставиною в умовах сільськогосподарського виробництва. Мобільні машини з дизельними двигунами мають високу автономність.

Найменш токсичними з усіх ДВЗ є чотиритактні дизелі. Вирішення ж основного завдання не дає змоги в умовах сільськогосподарського виробництва займатися переукомплектацією чинного парку мобільних машин. Тому, якщо в умовах виробництва мобільних машин завдання зводиться до підбору ДВЗ, то в умовах сільськогосподарського виробництва - до підбору машин із малотоксичними дизелями.

Оскільки рівні шкідливих викидів із відпрацьованими газами багато в чому визначаються навантаженням, то доводиться розв'язувати задачі агрегування або укомплектації мобільних машин і вибору найоптимальніших режимів їхньої експлуатації.

Результати оцінки перевищення допустимих норм викидів та оцінка техногенного навантаження на навколишнє середовище, дають змогу розв'язувати задачі в цьому напрямі.

На перший погляд широкі можливості здійснення добору мобільних машин, двигунів, агрегування та оснащення машин, технологічних режимів можуть обмежуватися вже тим, що в умовах селянсько-

фермерських господарств неможливо утримувати велику номенклатуру машин і забезпечити малотоксичні технологічні режими експлуатації.

Другий напрям пов'язаний здебільшого із забезпеченням безпечних умов праці. У зв'язку з тим, що окремі види сільськогосподарської продукції, з одного боку, піддаються впливу шкідливих речовин, що містяться у відпрацьованих газах, з іншого – виділяють в атмосферу виробничих приміщень шкідливі речовини. У зв'язку з цим необхідно організовувати вентиляцію, з тим, щоб підтримувати певний мікроклімат. Підтримання оптимальних і допустимих параметрів мікроклімату та чистоти повітряного середовища необхідне як для забезпечення безпечних умов праці працівників, так і умов утримання тварин і зберігання сільськогосподарської продукції.

Машини, що працюють, мають бути обладнані пристроями, які забезпечують пожежо- та вибухобезпечність. Це пояснюється тим, що під час зберігання, збирання сіна, солом, зерна та іншої продукції необхідно забезпечити пожежну безпеку шляхом недопущення займання від іскор, гарячих випускних газів, іскріння електричного обладнання мобільних машин.

Забезпечення безпечних умов праці передбачає відсутність шуму на робочих місцях, що перевищує санітарні норми.

Третій напрямок представляється створенням оптимальних умов для підвищення продуктивності праці за рахунок механізації технологічних процесів, що дають змогу скоротити час роботи мобільних машин у приміщеннях і кількість шкідливих викидів із відпрацьованими газами ДВЗ. Ці варіанти можуть здійснюватися шляхом раціонального планування виробничих приміщень, що дає змогу підтримувати маневреність машин і скорочувати терміни технологічних режимів обробки вантажів. Розроблення нових технологій обробки вантажів дає змогу також скоротити кількість одночасно використовуваної техніки.

Використання спеціальної тари, пакування продукції дає можливість скорочувати час, що витрачається на навантажувально-розвантажувальних роботах, і сприяє зниженню собівартості перероблення вантажів і розв'язанню задачі забезпечення екологічної безпеки під час використання мобільних машин для механізації технологічних процесів в АПК.

Основним є четвертий напрям – це розробка методів і засобів зниження техногенного навантаження на навколишнє середовище. Його можна вважати активним, зважаючи на те що він безпосередньо спрямований на зменшення шкідливих викидів двигунів мобільних машин.

Розроблення методів і засобів для зниження техногенного навантаження від мобільних машин необхідно проводити за кількома напрямками, оскільки рух в одному напрямку не дає можливості ефективно впливати на розв'язання проблеми в цілому. Це пояснюється насамперед тим, що одночасно необхідно розв'язати двоєдине завдання – зниження

шкідливих викидів із підвищенням або збереженням паливної економічності.

Застосування альтернативних палив несе безліч невирішених питань і в цілому ряді випадків – необхідність змін у конструкції двигуна. Це неприйнятно в умовах сільськогосподарського виробництва.

Під час застосування газового палива постає необхідність обладнання дизелів додатковою апаратурою та організації заправки машин.

Використання антидимних присадок у паливо дизелів привабливіше, не потребує внесення конструктивних змін.

Привабливим є і застосування каталітичної нейтралізації відпрацьованих газів, що не потребує зміни конструкції двигуна, дає змогу знижувати викиди шкідливих речовин і рівень шуму.

Найбільш доступним заходом є малотоксичні регулювання паливної апаратури дизелів. Однак, наприклад, регулювання, спрямовані на збільшення повноти згоряння, призводять до збільшення викидів NO_x, тому їх рекомендовано застосовувати в комплексних заходах.

Використання регулювань і застосування каталітичної нейтралізації відпрацьованих газів, що не потребує втручання у конструкцію дизеля дає змогу знижувати шкідливі викиди з відпрацьованих газів до необхідних норм.

Таким чином, розробка методів і засобів зниження шкідливих викидів дизелів в умовах сільськогосподарського виробництва може бути обмежена заходами, які не потребують модернізації дизелів.

УДК 631.3:636

АКТУАЛЬНІСТЬ РОЗУМНОГО СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

Ребенко В. І.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Розумне сільське господарство означає використання передових технологій та інноваційних рішень у поєднанні з Інтернетом речей (IoT), широким аналізом даних, штучним інтелектом (AI), хмарними обчисленнями та іншими пов'язаними технологіями для підвищення ефективності, якості та стійкості сільськогосподарського виробництва.

Розумне рослинництво використовує датчики та обладнання для збору та моніторингу таких даних, як вологість ґрунту, температура, світло та якість повітря. Вони передають дані на хмарну платформу через бездротовий зв'язок для аналізу та обробки. Фермери можуть

використовувати додатки для мобільних телефонів або комп'ютерні системи моніторингу щоб зрозуміти стан сільськогосподарських угідь у режимі реального часу, щоб точно налаштувати зрошення, внесення добрив, боротьбу зі шкідниками тощо, покращувати врожайність і якість сільськогосподарських культур, а також зменшувати відходи та вплив на навколишнє середовище.

Розумне тваринництво використовує передові технології та цифрові рішення щодо застосування Інтернету речей, обширного аналізу даних і штучного інтелекту для управління тваринництвом і виробничим процесом. За допомогою датчиків і обладнання для моніторингу такі дані, як стан навколишнього середовища, поведінка тварин і стан здоров'я тваринницьких ферм, можна контролювати в режимі реального часу. Ці дані можуть бути передані на хмарну платформу через бездротовий зв'язок для аналізу, допомагаючи фермерам переглядати та покращувати стратегії управління тваринництвом, включаючи постачання кормів, профілактику та лікування захворювань, а також управління розведенням. Розумне тваринництво також може надати точні дані про тваринництво та моніторинг здоров'я, щоб допомогти фермерам приймати більш обґрунтовані рішення та підвищити ефективність і сталість тваринництва.

Розумне рослинництво та тваринництво спрямовані на використання потужності технологій і даних для підвищення продуктивності, ефективності та стійкості сільського господарства та тваринництва, одночасно зменшуючи витрати, відходи та вплив на навколишнє середовище. Ці інноваційні рішення можуть змінити традиційне землеробство та тваринництво, зробивши їх більш інноваційними, ефективними та стійкими.

Технологія IoT може підключати різні датчики та пристрої на фермі для реалізації автоматизації та інтелекту. Наприклад, автоматизовані системи зрошення можуть автоматично регулювати об'єм води залежно від вологості ґрунту та потреби врожаю, підвищуючи ефективність зрошення та заощаджуючи водні ресурси. Інтелектуальне обладнання може автоматично виконувати операції, знижувати робочий тиск і підвищувати ефективність виробництва. Завдяки застосуванню технології Industry 4.0 впровадження таких технологій, як хмарна технологія, розширений аналіз даних, Інтернет речей, інтелектуальна техніка та датчики в сільському господарстві, може допомогти дрібним фермерам впоратися з такими проблемами, як старіння населення, брак робочої сили та екстремальний клімат, тим самим покращуючи ефективність виробництва та продуктивність. Застосування цих технологій може дозволити фермерам точніше керувати процесом посіву та живлення сільськогосподарських культур, зменшити втрату ресурсів, а також покращити якість і врожайність сільськогосподарської продукції.

Використання технології Industry 4.0 для застосування хмарних технологій, обширного аналізу даних, Інтернету речей, інтелектуального обладнання та датчиків у сільському господарстві може допомогти дрібним фермерам впоратися з труднощами, підвищити ефективність виробництва, зменшити витрати та покращити якість продукції, таким чином реалізуючи сталий розвиток сільського господарства України. Підтримка та сприяння уряду та відповідних установ відіграють важливу роль у цьому процесі, надаючи технічну підготовку, фінансову підтримку та підтримку розвитку ринку для сільськогосподарських підприємств та сприяючи скоординованому розвитку сільського господарства та промисловості.

На основі поточної моделі промислового виробництва здійснюється планування виробництва та збуту відповідно до потреб споживчого ринку. Управління виробництвом доповнюється дослідженнями та розробками та застосуванням економічного механічного обладнання, додаткових інструментів і сенсорних компонентів, а також у поєднанні з міжпрофільними інформаційно-комунікаційними технологіями (ІКТ) і матеріалами. Впровадження перспективних технологій, таких як Інтернет речей (IoT), аналіз великих даних (Big Data) і блоковий ланцюг (Block Chain), може зменшити навантаження на роботу ферми, зменшити попит на робочу силу, забезпечити фермерів більш ефективними моделями управління господарством та виробляти відповідно до потреб споживачів.

Безпечна та відстежувана сільськогосподарська продукція. Розумне сільське господарство в основному використовує концепцію та технологію Інтернету речей для введення сенсорних елементів (таких як біологічне зондування, зондування навколишнього середовища, розпізнавання зображень тощо). У поєднанні з технологією бездротового зв'язку зібрані та отримані сенсорні дані (такі як температура та вологість, освітленість, вуглекислий газ, вологість ґрунту, шкідники тощо) завантажуються до хмарної бази даних. Поєднуючи попит на споживчому ринку та збір бізнес-даних шляхом значного вивчення, інтеграції та аналізу даних, дані перетворюються на корисну інформацію для сільськогосподарських підприємств, надаючи керівникам ферм довідкові матеріали для прийняття рішень щодо планування виробництва та продажів, управління виробництвом та обслуговування клієнтів. Інтелектуальний моніторинг процесу виробництва та продажу зменшує навантаження на роботу ферми та попит на робочу силу, створює більш ефективну модель управління фермою та виробляє безпечну, надійну та відстежувану сільськогосподарську продукцію, яка відповідає потребам споживачів.

Через технологію Інтернету речей фермери можуть відстежувати умови навколишнього середовища на фермі в режимі реального часу та приймати відповідні управлінські рішення на основі даних, наприклад автоматичний контроль температури в теплицях, автоматичне зрошення

тощо. Інтеграція та широкий аналіз даних датчиків, споживчого ринку, попиту та бізнес-інформації, щоб надати корисну інформацію та скерувати рішення щодо управління фермою. може допомогти фермерам зрозуміти ринкові тенденції, спрогнозувати попит і скорегувати виробничі та маркетингові стратегії, покращуючи ефективність виробництва та якість продукції. Технологія блокчейн (Blockchain) може забезпечити безпеку даних, прозорість і відстежуваність, особливо відіграючи важливу роль у відстежуваності сільськогосподарської продукції. Завдяки технології блокчейн споживачі можуть відстежувати процес виробництва сільськогосподарської продукції, щоб гарантувати її безпеку та якість.

Застосування цих технологій може допомогти сільськогосподарським операторам досягти мети інтелектуального сільського господарства, підвищити ефективність виробництва, знизити витрати, підвищити якість продукції та в той же час задовольнити потреби споживачів у безпечності харчових продуктів і відстежуваності. Уряд і відповідні установи відіграють важливу роль у просуванні інтелектуального розвитку сільського господарства, наданні підтримки, навчання та ресурсів, сприянні поєднанню сільського господарства та технологій і досягненню сталого розвитку сільського господарства.

Інтелектуальні рішення для сільського господарства використовують технології механізації та автоматизації, щоб зменшити трудовий тиск на фермерів і підвищити ефективність виробництва. Наприклад, автоматизовані зрошувальні системи можуть автоматично регулювати кількість зрошення залежно від вологості ґрунту та потреб рослин у воді, заощаджуючи воду та зменшуючи потреби в робочій силі. Інтелектуальні збиральні роботи можуть автоматично ідентифікувати та збирати зрілі культури.

Компоненти біосенсорів можна застосовувати для моніторингу та відстеження стану здоров'я та поведінки тварин, наприклад, інтенсивність руху молочних корів, якість повітря у виробничому середовищі тощо. Ці дані можна підключити до хмарної платформи через Інтернет речей, і фермери можуть відстежувати та аналізувати дані в режимі реального часу та вживати відповідних заходів для захисту здоров'я тварин. Встановлення біологічних датчиків, датчиків навколишнього середовища та систем розпізнавання зображень на фермах і ранчо для моніторингу стану здоров'я тварин, умов годівлі, росту сільськогосподарських культур тощо надають сукупність великий потік даних. Зібрані цими датчиками дані передаються до хмарної платформи через технологія бездротового зв'язку, що забезпечує миттєвий моніторинг і аналіз.

Використовуючи технологію розпізнавання зображень, посіви можна контролювати та аналізувати безконтактно. Наприклад, тепловізори можуть визначати розподіл температури врожаю, щоб виявити проблеми з поганим ростом рослин, шкідниками та хворобами. Подібним чином технологію

розпізнавання зображень також можна застосувати для ідентифікації та класифікації культур, таким чином реалізуючи автоматизоване керування культурами та збиранням урожаю.

Зібрані дані зондування та інші відповідні дані можна зберігати, керувати та аналізувати через хмарну платформу. Ці платформи можуть застосовувати широкі технології аналізу даних і машинного навчання, щоб забезпечити сільськогосподарські експертні системи та інтелектуальну підтримку прийняття рішень. Фермери можуть переглядати дані моніторингу та отримувати завчасні попередження та пропозиції через веб-платформу або мобільний додаток, щоб краще керувати фермою.

Розумне землеробство також заохочує обмін даними та співпрацю між аграрними гравцями. За допомогою платформи обміну даними та співпраці фермери можуть ділитися своїм досвідом і даними, щоб сприяти обміну знаннями та технологіями. Така платформа може об'єднати фермерів, сільськогосподарських експертів, дослідницькі інститути та державні установи для створення сільськогосподарської спільноти для вирішення проблем і спільного обміну передовим досвідом та інноваційними рішеннями. Ця спільна модель може підвищити ефективність і стійкість усієї сільськогосподарської системи та надати більше можливостей і підтримки фермерам.

III та машинне навчання використовується для прогнозування хвороб сільськогосподарських культур і управління ними, оптимізації планів сільськогосподарського виробництва, визначення якості та класифікації сільськогосподарської продукції тощо. У той же час технологія блокчейн може допомогти створити надійну систему безпеки харчових продуктів і відстеження продукції, надаючи споживачам гарантію достовірності та відстежуваності сільськогосподарської продукції. Такі технології можуть надавати точні прогнози та рекомендації на основі результатів обширного аналізу даних, допомагаючи фермерам і тваринникам приймати кращі рішення.

Завдяки використанню технології блокчейн для створення надійної системи безпеки і відстеження продукції можна прозоро фіксувати процес виробництва, транспортування та продажу сільськогосподарської продукції, а споживачі можуть відстежувати джерело та процес виробництва продукту, забезпечуючи більшу довіру та безпеку.

Стикаючись із такими викликами, як глобальна конкуренція, зміна клімату та брак робочої сили, сільське господарство та тваринництво стикаються з тиском сталого розвитку. Щоб підвищити продуктивність, зменшити витрати та виробляти безпечну їжу, яка відповідає потребам споживачів, розумне рослинництво та розумне тваринництво стали ключем до вирішення цих проблем. Розумне сільське господарство має на меті

підвищити продуктивність, ефективність і сталість, одночасно стикаючись із цими викликами.

Завдяки високим технологіям сільськогосподарські підприємства можуть краще керувати виробничим процесом і контролювати його, зменшувати втрату ресурсів і вплив на навколишнє середовище, а також одночасно забезпечувати безпечну та високоякісну сільськогосподарську продукцію, яка відповідає ринковому попиту. Підтримка та сприяння уряду та відповідних установ мають вирішальне значення для розвитку інтелектуального сільського господарства, включаючи фінансову підтримку, розробку політики, навчання та освіти, щоб сприяти сталому розвитку та застосуванню інтелектуального сільського господарства.

Секція

Механіко-технологічні процеси, робочі органи та машини для рослинництва

УДК 631.37:631.3.00.65

ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ РУХУ САМОХІДНОЇ МАШИНИ З РОБОЧИМИ ОРГАНАМИ РЕАКТИВНОГО ТИПУ В СИСТЕМІ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА

*Кувачов В. П., Дружич В. М., Шевченко С. О., Зеленов К. О.
Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного*

Одним із перспективних напрямів створення енергезберігаючих сільськогосподарських машин і агрегатів є використання робочих органів, які працюють за принципом вертикального різання ґрунту. При вертикальному різанні вага приводної с.-г. машини використовується для створення сили різання, а реакції опор на ґрунт від цього зменшуються, в граничному випадку – до нуля. Проте, вертикальний обробіток ґрунту потребує більш складних рухів, які повинні відтворюватися циклічно. При комплектуванні такої ґрунтообробної машини з одновісним енергетичним засобом виникає низка не вирішених наукових проблем, які пов'язані з функціонуванням такого типу агрегатів.

Для проведення теоретичних досліджень ґрунтообробну самохідну машину у складі одноосового енергетичного засобу і с.-г. знаряддя з робочими органами реактивного типу, що рухається по опорній поверхні агрофону представимо у вигляді еквівалентної схеми, на якій відобразимо діючі на нього сили (рис. 1).

Робочий процес самохідної машини типу «копач» (див. рис. 1) є аналогією копання ґрунту лопатою вручну. Через це будова ґрунтообробної машини 2 (рис. 1) містить лопатки, які закріплені до його кривошипного механізму, обертальний рух якого з частотою ω , відбувається від валу відбору потужності енергетичного засобу 1 (рис. 1). В процесі роботи самохідної машини леза лопаток копача циклічно входять в ґрунт на глибину h , відрізають пласт ґрунту і відкидають назад по ходу руху машини. Колінчастий вал копача розміщений перпендикулярно до напрямку руху, декілька кривошипів розміщені с постійним кроком. Занурення лопаток відбувається під постійним кутом α , та супроводжується невеликим зміщенням лопатки по дузі для запобігання зминання ґрунту тильною частиною лопатки. Після досягнення необхідної глибини лопатка рухається

по пологій кривій, відриваючи і відкидаючи пласт ґрунту.

З рис. 1 випливає, що на самохідну машину діють, перш за все, дотичні сили тяги, які розвивають рушії енергетичного засобу P_{kt} , і спрямована в напрямку руху складова R_x реакції ґрунту R , через відхилення лінії копання від вертикалі на кут α . Також діють сили опору кочення енергетичного засобу P_{ft} і опорних катків с.-г. знаряддя P_{fm} . Сили тяжіння енергетичного засобу G_t , яка зосереджена в центрі його мас, і, відповідно, сила тяжіння с.-г. знаряддя G_m . Вказаним силам відповідають реакції опору N_{kt} в точках контакту рушіїв енергетичного засобу з ґрунтом, і, відповідно N_{km} с.-г. знаряддя. Також на самохідну машину діє вертикальна складова R_y реакції різання ґрунту, яка зменшує реакції опор на ґрунт від цього.

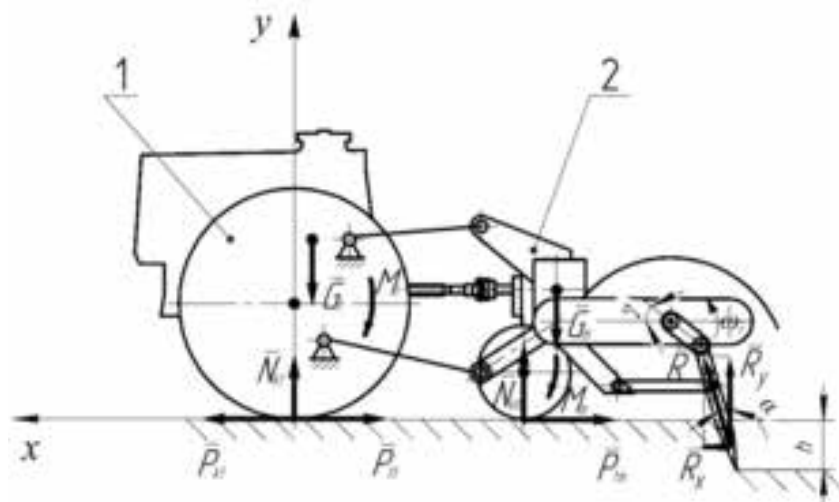


Рис. 1. Ґрунтообробна самохідна машина: 1 – одноосьовий енергетичний засів; 2 – с.-г. знаряддя з робочими органами реактивного типу

Внаслідок наявних періодичних етапів в робочому процесі копача реактивна складова R_x утворює певні штовхальні дії, а періодичні розвантаження опорних коліс с.-г. знаряддя, через дію реакції R_y , утворюється нерівномірний опір кочення самохідної машини. В ідеальному випадку бажано мати постійну реактивну дію від роботи копача при щонайменшому опорі його кочення. Зрозуміло, що низка лопаток копача, розміщена в один рядок, цього не забезпечить. Лопатки або їх рядки повинні бути розміщені на копачу з певною фазою кутового зміщення один відносно іншого.

З еквівалентної схеми випливає, що при використанні декількох робочих органів, або рядків робочих органів, зміщених один від одного за циклом роботи на кутову фазу $\Delta\gamma_i$, за принципом суперпозиції результируючий ефект кількох незалежних впливів реактивних реакції R_{xi} буде дорівнювати сумі цих реакцій, що викликаються кожним впливом окремо. Математично за наведеною схемою на рис. 3 це може бути представлено наступним виразом:

$$R_{x\Sigma} = R_{x1} \cdot \sin \alpha \cdot \sin \gamma + R_{x2} \cdot \sin \alpha \cdot \sin(\gamma + \Delta\gamma_2) + \dots + R_{xi} \cdot \sin \alpha \cdot \sin(\gamma + \Delta\gamma_i), \quad (1)$$

де $R_{x\Sigma}$ – сумарна дотична складова від кількох незалежних впливів реактивних реакції роботи копачів;

R_{xi} – реактивна реакція від i -го копача;

α – кут відхилення лінії копання від вертикалі;

γ – кут обертання кривошипу копача;

$\Delta\gamma_i$ – кутова фаза зміщення роботи i -го копача за циклом роботи на кутову фазу.

В результаті проведених досліджень встановлено, що циклічність роботи одного копача не забезпечить сталість реактивної дотичної сили тяги самохідному копачу. Така ж ситуація спостерігається при використанні два та три копачів, зміщених по фазі циклу роботи на $360/3 = 120^\circ$. І тільки використання чотирьох копачів, зміщених по фазі циклічності роботи на $360/4 = 90^\circ$ маємо сталість реактивної дотичної сили при роботі копачів. Водночас, за принципом суперпозиції вказана сталість реактивної сили не буде постійною. Амплітудне її значення в залежності від положення робочого органу копача змінюється в діапазоні $1 \dots 1,5$. Це також гіпотетично може призводити до погіршення стійкості руху самохідного копача при його плоскопаралельному русі в горизонтальній площині.

Враховуючи циклічний періодичний характер значення вертикальної реакції N_{km} також будемо мати циклічний періодичний характер значення опору кочення P_{fm} . Тому для більш детального вивчення цього явища доцільно розглянути динаміку плоско паралельного руху самохідного копача в горизонтальній площині.

Висновки. В результаті проведених досліджень встановлено, що через циклічний характер роботи копачів на самохідній машині сумарна дотична реактивна реакція розраховується за принципом суперпозиції. Аналіз якого показав, що при одночасній роботі чотирьох копачів, зміщених на кутову фазу роботи один від одного на 90 град, амплітудне підсилення дотичної реактивної реакції копача змінюється в діапазоні $1 \dots 1,5$. Це може призвести до погіршення стійкості руху самохідного копача при його плоско паралельному русі в горизонтальній площині. Циклічний періодичний характер змінювання вертикальної реакції на опорному колесі копача призводить до циклічного періодичного характеру змінювання опору кочення його кочення, що також призводить до погіршення стійкості руху самохідної машини. В подальших дослідженнях доцільно розглянути динаміку плоско паралельного руху самохідного копача в горизонтальній і вертикальній площині, що дозволить обґрунтувати оптимальні його параметри та режим роботи з позиції стійкості та плавності його руху.

Список використаних джерел

1. Кобець А.С., Теслюк Г.В., Пугач А. М. та ін. Мостове землеробство.

Елементи теорії та результати досліджень: монографія. Дніпров. держ. аграрно-екон. ун-т. Дніпро: Акцент ПП, 2023. 367 с.

2. Bulgakov V., Ivanovs S., Viktor M., Kuvachov V. Simulation of elastic-dissipative connection of multi-axle block-modular agricultural tractor modules. Proceeding 20th International Scientific Conference engineering for rural development (Jelgava, 26.-28.05.2021). P.628-634.

3. Bulgakov V., Ivanovs S., Santoro F., Kuvachov V. Operational and technological properties of ploughing block-modular machine-and-tractor aggregate. Proceeding 20th International Scientific Conference engineering for rural development (Jelgava, 26.-28.05.2021). P.650-656.

УДК 631.31

АНАЛІЗ ЗНАРЯДЬ ДЛЯ БЕЗПОЛИЦЕВОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ПІД ЧАС РОБОТИ НА СХИЛАХ

Міненко С. В., Кузьмич В. С.

Поліський національний університет

Герасимчук Д. В.

Житомирський агротехнічний фаховий коледж

З безлічі відомих конструкцій виокремимо й розглянемо, на наш погляд, найбільш придатні для обробітку ґрунту на схилах.

Відомі комбіновані та безвідвальні знаряддя для основного обробітку ґрунту (рис. 1 а, б). Комплектація комбінованого агрегату складається з плоскорізних лап після яких встановлюються дискові робочі органи, з можливістю зміни глибини та кута атаки. Комплектація безвідвального агрегату ґрунтується на встановлених вібраторах і здійсненні роботи ротаційно-коливальними робочими органами

Недоліками даних конструкції є їхня складність, неможливість розпушування на великій глибині, а також підвищене зусилля на лобову поверхню робочих органів.

Так само відомий робочий орган (рис. 2) для безполицевого обробітку ґрунту, який складається з рами, на якій у шаховому порядку закріплено елементи, а робочий орган оснащено долотом у вигляді трикутної призми. Лапа зроблена за Г-подібною формою, нижня частина лапи має заточку, а верхня скіс, усе це підвищує, на думку авторів, працездатність винаходу.

Однак складність конструкції підвищує його вартість, а форма лапи не забезпечує якісне розпушування і має підвищений лобовий опір порівняно з аналогами.

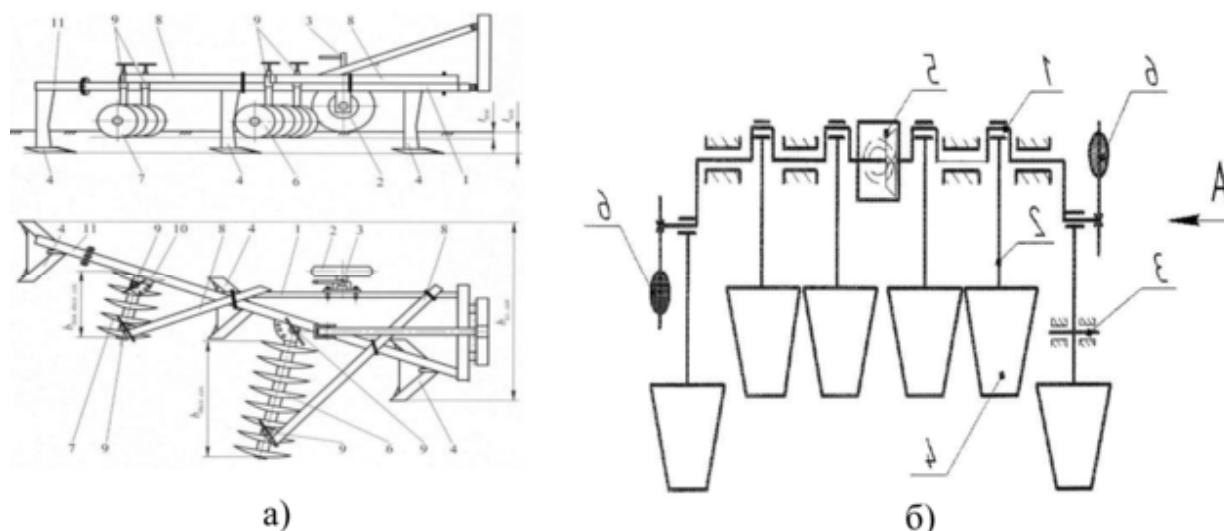


Рис. 1. Схема ґрунтообробного агрегату, а) комбінованого; б) безвідвального.

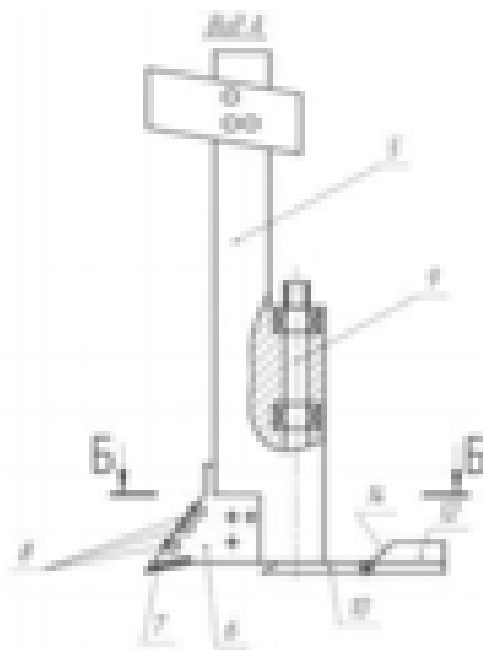


Рис. 2. Робочий орган знаряддя для безполицевого обробітку ґрунту.

Відомий розпушувач із газодинамічним інтенсифікатором (рис. 3), що складається з рами, підпружиненого зуба, в якому виконано отвори та канали, логічної системи керування та механізму попереднього стиснення газу. Представлений робочий орган є досить складним і дорогим у виробництві та неремонтопридатним, що негативно позначається на його працездатності.

Так само необхідно зазначити, що дане знаряддя неможливо використовувати за підвищеної вологості через істотне зниження якості обробітку.

Відомий і вібраційний глибокорозпушувач ГВ-1,8 (рис. 4), з підпружиненими робочими органами.

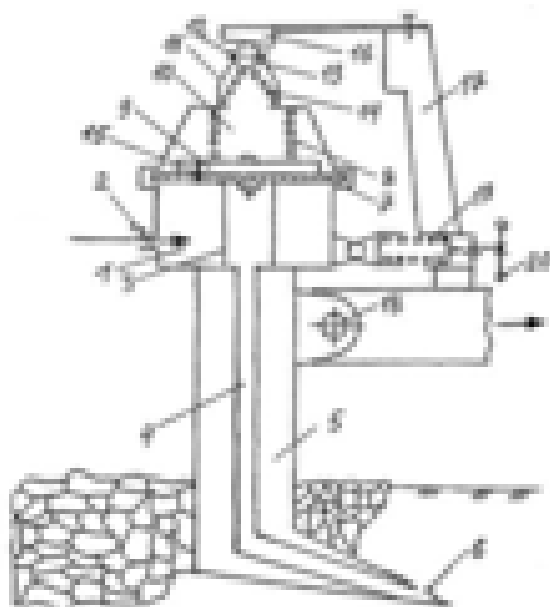


Рис. 3. Розпушувач із газодинамічним інтенсифікатором.

Таке конструктивне рішення дасть змогу підвищити якість основного обробітку ґрунту за вологості 14...30% і знизити тяговий опір на 29...36%.

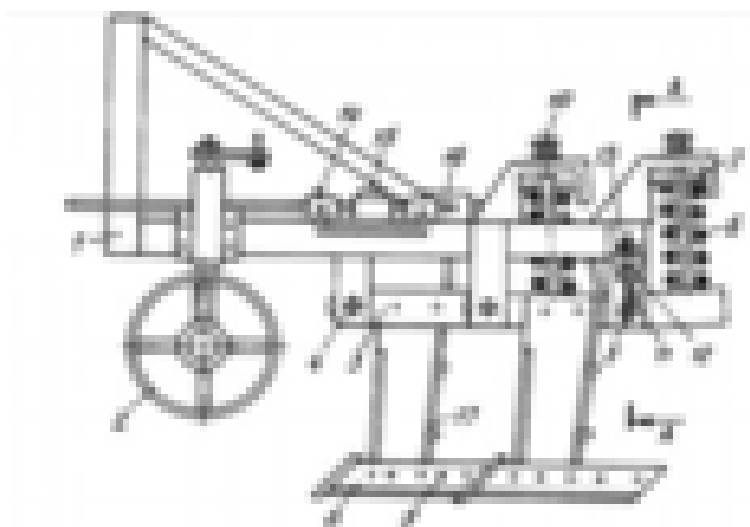


Рис. 4. Вібраційний глибокорозпушувач ГВ-1.8.

Недоліком даної конструкції є значна складність, невелика глибина обробітку ґрунту до 40 см, а також те, що при збільшенні швидкості обробітку ґрунту знижується ефект від вібрації робочого органу.

Список використаних джерел

1. Бора́к К. В. Комплексний підхід підвищення довговічності та зносостійкості робочих органів ґрунтообробних машин : дис. ... д-ра. техн. наук : 05.05.11 / Поліський національний університет, м. Житомир. 2021. 380.

2. Rogovskii I. L., Borak K. V., Maksimovich E. Yu., Smelik V. A., Voinash S. A., Maksimovich K. Yu., Sokolova V. A. Wear resistance of blade and disc working bodies of tillage tilling machines hardened by electrodes T-series. Journal of Physics. 2020. Vol. 1679. 042084.

3. Borak K. V. Effect of plant remains on abrasive wear rate of the tilling machine movable operating parts. Проблеми трибології. 2020. № 1. С. 57–62.

УДК 631.31

МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ГРУНТООБРОБНИХ МАШИН

*Грудовий Р. С., Прохорчук В. А.
Поліський національний університет,
Герасимчук Д. В.*

Житомирський агротехнічний фаховий коледж

Нині широкого поширення набули такі методи підвищення зносостійкості деталей машин, що представлені в табл. 1.

Найпоширеніший вид термічної обробки – загартування є універсальним методом підвищення довговічності деталі шляхом створення на її поверхні певної твердості. Воно полягає в нагріванні деталі до певної температури і подальшому швидкому охолодженні її у воді, оливі або іншим способом. З метою зняття внутрішніх напружень, створення в загартованій деталі певної ударної в'язкості, її відпускають. Для цього деталь знову нагрівають до певної температури і повільно охолоджують на повітрі або в печі.

Хіміко-термічна обробка полягає найчастіше в насиченні поверхні деталі вуглецем (цементация), азотом (азотування), одночасно вуглецем і азотом (ціанування).

Термодифузійна обробка полягає в дифузійному насиченні поверхневого шару виробу різними металами, найчастіше хромом, титаном, вольфрамом та іншими. У поєднанні з одним із таких елементів виробу як С, В, N або Si, утворюються карбідні, боридні, нітридні або силіцидні покриття, що мають високу зносостійкість.

Процес насичення поверхні сталі зазначеними елементами полягає, як правило в тому, що в середовище, яке містить той чи інший елемент (у твердому, газовому або рідкому стані), поміщають деталь і проводять нагрів її разом із середовищем до температур від 500...560 °С у разі азотування в середовищі аміаку, 900...950 °С у разі цементації в твердому, газовому або

рідкому карбюризаторі та до 1200...1300 °С при дифузійному хромуванні, титануванні, боруванні та витримці певного часу при зазначених температурах.

Таблиця 1

Методи зміцнення робочих органів

Номер групи	Найменування груп методів	Методи
1	Термічна, хіміко-термічна, термодифузійна обробка деталей	Загартування – відпуск Цементация Азотування Ціанування Дифузійна металізація
2	Наплавлення на найбільш зношувані ділянки зносостійкого шару	Ручне електродугове Індукційне Плазмове Лазерне Контактне наварювання
3	Газотермічне напилення на найбільш зношувані ділянки зносостійкого шару	Газополум'яне Електродугове Плазмове Детонаційне Високошвидкісне
4	Закріплення зносостійких накладних елементів на найбільш зношувані ділянки	Зі зносостійкої сталі З технічної кераміки
5	Нанесення композиційних покриттів, наплавочних армувальних валиків на ділянки, що найбільш зношуються	Клеї, епоксидні склади, наповнювачі із зерен кварцу, корунду, карбіду кремнію тощо. Нанесення наплавочних армувальних валиків.

Зміцнення ручним наплавленням здійснюється зазвичай електричною дугою і наплавлювальними електродами типу Т-590, ОЗІ-6, ОЗІ-3, ЕН-60Н та ін. Головні параметри режиму ручного наплавлення: діаметр електрода, сила струму, напруга, швидкість наплавлення, довжина дуги.

Індукційне наплавлення здійснюється на високочастотних установках.

Плазмове наплавлення може здійснюватися двома способами:

- зміцнення матеріалів у твердому агрегатному стані;
- зміцнення здійснюється на розплавлену підкладку.

Масового використання набув спосіб плазмового зміцнення без оплавлення поверхні через можливість задавати необхідні властивості модифікованої деталі без шкоди для якості зміцненого шару.

Найбільшого поширення нині набули кілька видів плазмового зміцнення:

- насичення поверхневого шару легувальними елементами;
- загартування без оплавлення поверхні;
- процес швидкого оплавлення із загартуванням за умови кристалізації вище критичної швидкості охолодження.

У дослідженнях покриттів, отриманих плазмовим загартуванням, наводяться дані про їхні механічні властивості зокрема зазначається, що властивості покриттів різняться від кількості вуглецю в сталевій підкладці, відсотка легування її твердості [1].

Приміром, мікротвердість поверхні сталей після плазмового загартування із вмістом вуглецю менше ніж 0,3 %, не перевищує 6600 МПа. При вмісті вуглецю в сталях у діапазоні 0,4-0,6 %, спостерігається значне збільшення мікротвердості поверхні. Значення мікротвердості мартенситу в загартованій за запропонованою технологією сталі 20 не перевищувала 6000 МПа, тоді як сталь 45 мала до 8000 МПа [1].

Технологія плазмового легування заснована на можливості насичення металевих поверхонь різними хімічними елементами зокрема, кремнієм, хромом, азотом та іншими елементами.

Наприклад, під час насичення металевої поверхні вуглецем (цементация), одночасно проводиться її загартування. Для цього використовують гази, що мають у своєму складі цей елемент, наприклад вуглекислий газ. У результаті цього технологічного прийому твердість поверхні сталі 45 підвищується до 720 HV, для сталі 65Г до 810 HV [1].

Особливостями технології плазмового легування є: недостатня глибина (до 0,5 мм) зміцнення поверхневого шару для робочих органів ґрунтообробних знарядь, утворення напружень стиснення у зміцненому шарі.

Сутність газотермічного напилення полягає в тому, що на заздалегідь підготовлену поверхню деталі наносять за допомогою струменя стисненого повітря або іншого газу дрібні частинки металу в розплавленому або пластичному стані. Під час удару об поверхню деталі частинки металу деформуються, впроваджуються в пори та нерівності поверхні деталі й утворюють покриття. З'єднання частинок металу з деталлю і між собою має як механічний характер, так і характер зварювання. Охолоджуючись, частинки металу тверднуть і стискаються, зчіплюючись з основним металом.

Зміцнення методами закріплення на найбільш зношуваних ділянках робочих органів зносостійких пластин, накладок, інших елементів за допомогою зварювання, клею, пайки, гвинтів застосовують для лемешів, польових дощок плугів, стрічастих лап культиваторів. Методи характеризуються як малопродуктивні, проте вони забезпечують, як правило високий ресурс робочих органів [2].

Композиційні (клеєабразивні) покриття застосовують для зміцнення швидкозношуваних ділянок таких деталей, як відвал, польова дошка, лицьова поверхня носової частини лемеша, дискові робочі органи. Сутність цього методу полягає в заміні тертя метал-грунт на тертя грунт-грунт або композиційне (клеєабразивне) покриття – грунт. Наплавочні валики або композиційні покриття забиваються грунтом і захищають робочий метал органу від зношування. У цьому разі дещо підвищується коефіцієнт тертя робочий орган-грунт, проте економія на витратах на заміну робочих органів унаслідок їхнього спрацьовування може переkritи збільшення витрат на паливе внаслідок опору переміщенню ґрунтообробної машини.

Розглянуті методи підвищення довговічності робочих органів ґрунтообробних машин мають свої переваги та недоліки, однак дають змогу зробити висновок про необхідність розроблення нових зносостійких сталей і способів термічної обробки з мінімальними економічними витратами.

Список використаних джерел

1. Борак К. В. Комплексний підхід підвищення довговічності та зносостійкості робочих органів ґрунтообробних машин : дис. ... д-ра. техн. наук : 05.05.11 / Поліський національний університет, м. Житомир. 2021. 380.

2. . Rogovskii I. L., Borak K. V., Maksimovich E. Yu., Smelik V. A., Voinash S. A., Maksimovich K. Yu., Sokolova V. A. Wear resistance of blade and disc working bodies of tillage tilling machines hardened by electrodes T-series. Journal of Physics. 2020. Vol. 1679. 042084.

УДК 631.31

АНАЛІЗ ЗАСТОСУВАННЯ КОНСТРУКТИВНИХ СПОСОБІВ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ҐРУНТООБРОБНИХ МАШИН І ЗНАРЯДЬ

*Савченко В. М., Денесюк В. В., Тертерян Р. С.
Поліський національний університет*

До першої групи способів підвищення надійності та ефективності ґрунтообробних машин і знарядь належить розробка більш досконалих конструкцій робочих органів (конструктивні способи). Проведені патентні дослідження дали змогу виявити основні шляхи розроблення та вдосконалення конструкцій ґрунтообробних машин і знарядь. Залежно від особливостей конструкції та принципу дії запропоновані технічні рішення конструкцій ґрунтообробних робочих органів пропонується класифікувати за такими типами.

тяговий опір. Однак такі конструкції вирізняються складністю виготовлення і технічного обслуговування, підвищеною металоємністю, малою довговічністю, високою вартістю, потребують додаткових витрат енергії на привід, і тому їх застосування обмежене.

До другого типу відносяться робочі органи (рис. 3 а, б, в), у яких розпушувальні елементи з'єднані зі стійкою рухомо та підпружинені відносно неї [1].

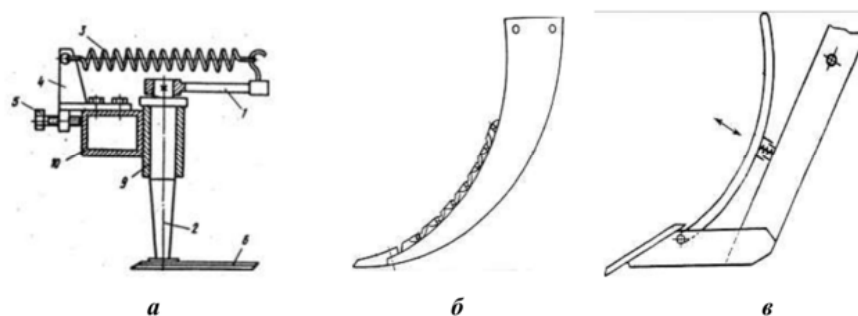


Рис. 3. Робочі органи з пружними розпушувальними елементами.

Під час роботи вони вібрують за рахунок нерівномірного опору ґрунту, що сприяє кращому його розпушуванню та зниженню енергоємності обробки. Однак стійки таких розпушувачів мають жорстке нерухоме кріплення до рами і в разі забивання ґрунтом такі конструкції втрачають свою ефективність.

Наступну велику групу становлять робочі органи з пружними стійками (рис. 4 а, б, в). Під час роботи вони менше залипають вологим ґрунтом, завдяки вібрації відбуваються їхнє самоочищення від навислих бур'янів і зниження тягового опору.

Загальні недоліки таких конструкцій – складність виготовлення, порушення стійкості ходу робочих органів за глибиною та великий розкид ґрунту по поверхні поля під час роботи, складність регулювання режиму коливань.

Крім того, ці робочі органи ефективні лише під час обробки ґрунту на невелику глибину (до 20 см), а в разі зламання пружних стійок необхідна заміна їх новими.

Зазначених вище недоліків не мають робочі органи з жорсткими стійками на пружних підвісках (рис. 5 а, б). Пружна підвіска дає змогу налаштовувати режим коливань робочих органів на різні умови їхньої роботи, однак можливостей її регулювання недостатньо для одержання оптимальних параметрів коливань, що є суттєвим недоліком таких конструкцій.

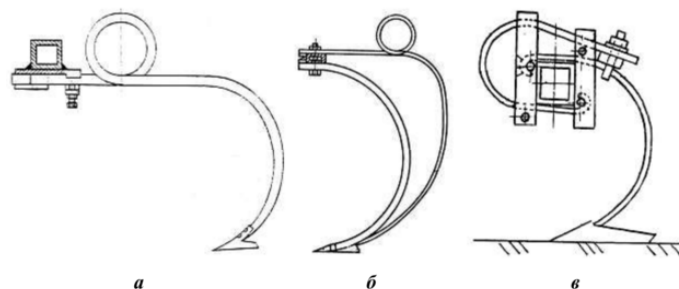


Рис. 4. Робочі органи з пружними стійками.

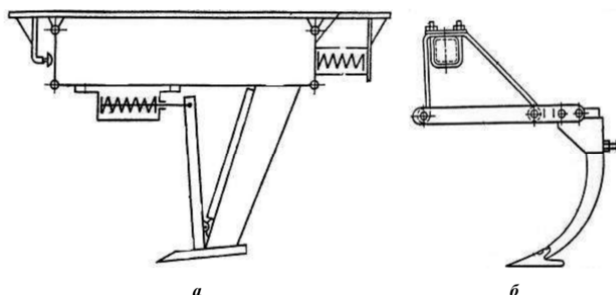


Рис. 5. Робочі органи з жорсткими стійками на пружних підвісках.

Досконалішими з погляду можливостей налаштування на стійкий коливальний режим є віброударні робочі органи, у конструкцію яких введено обмежувачі величини коливань робочих елементів (рис. 6).

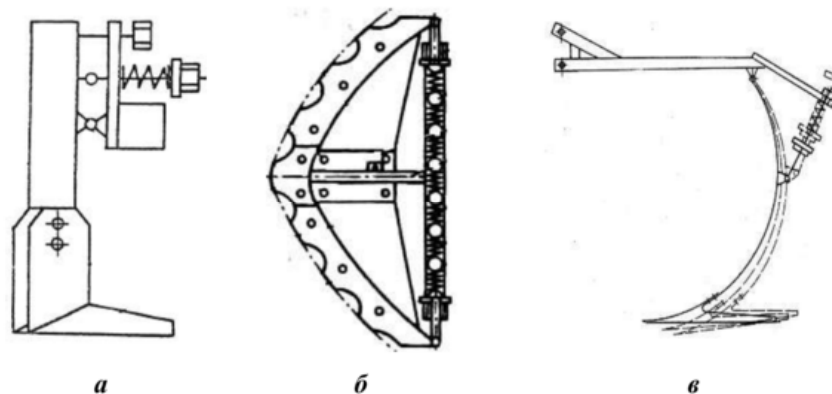


Рис. 6. Віброударні робочі органи.

Обмежувачі дають змогу регулювати розмах і частоту коливань робочого органу, тим самим покращуючи стійкість його ходу і розширюючи діапазон стійкості коливань. Крім того, поєднання коливань робочого органу з ударами сприяє підвищенню ступеня подрібнення ґрунту та поліпшенню його самоочищення від ґрунту й рослинних решток. Однак у відомих конструкціях передбачено лише односторонні обмежувачі коливань, а форма контактуючих поверхонь ударних елементів, від якої суттєво залежить їхня ефективність, не обґрунтована. Тому ефект удару в таких конструкціях реалізується недостатньо.

Список використаних джерел

1. Борак К. В. Комплексний підхід підвищення довговічності та зносостійкості робочих органів ґрунтообробних машин : дис. ... д-ра. техн. наук : 05.05.11 / Поліський національний університет, м. Житомир. 2021. 380.
2. Rogovskii I. L., Borak K. V., Maksimovich E. Yu., Smelik V. A., Voinash S. A., Maksimovich K. Yu., Sokolova V. A. Wear resistance of blade and disc working bodies of tillage tilling machines hardened by electrodes T-series. Journal of Physics. 2020. Vol. 1679. 042084.

УДК 631.31

ОГЛЯД КОНСТРУКЦІЙ РОТАЦІЙНИХ ҐРУНТООБРОБНИХ МАШИН ТА ЗНАРЯДЬ ЗІ СПІРАЛЬНО-ГВИНТОВИМИ ТА ГОЛЧАСТИМИ РОБОЧИМИ ОРГАНАМИ

*Куликівський В. Л., Лахай Б. С.
Поліський національний університет*

Нижче розглядаються конструкції існуючих та застосовуваних у виробництві ротаційних ґрунтообробних знарядь з коаксіально розташованими робочими органами. При описі конструкцій таких ґрунтообробних знарядь автори не застосовують термін «коаксіальний».

Однак при цьому підкреслюється, що ротаційні робочі органи вставлені один в одного співвісно, що по суті означає їхнє коаксіальне розташування на рамі. В інших галузях техніки цей термін застосовується дуже широко, наприклад, коаксіальні труби, коаксіальні пружини, коаксіальні димарі, коаксіальні кабелі, коаксіальні динаміки, коаксіальні сепаруючі пристрої, коаксіальні мультикоптери (літальні апарати) і т.д.

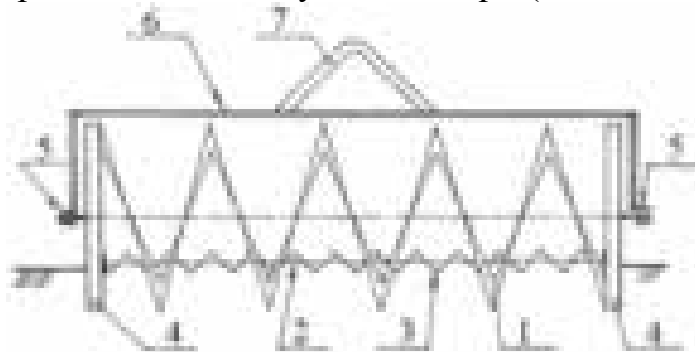


Рис. 1. Схема ґрунтообробного знаряддя: 1 – спірально-гвинтовий робочий орган; 2 – вал шнека; 3 – шпек; 4 – механізм приводу робочих органів; 5 – підшипники; 6 – рама; 7 – механізм навішування.

Дослідники у різні роки розробили різні конструкції сільськогосподарських машин із нетрадиційними робочими органами (рис. 1).

Знаряддя складається з безвального спірального-гвинтового робочого органу 1 і ексцентрично встановленого всередині вального спірального робочого органу (шнека) 3. Знаряддя включає також механізм приводу 4 робочих органів, підшипникові опори 5, раму 6 і механізм навішування 7. При поступальному русі знаряддя робочий орган 1 заглиблюється у ґрунт і кришить її. Поліпшення кришення ґрунту та врівноваження бічних зусиль сприяє шнек 3, який має навивку, протилежну навивці спірального-гвинтового робочого органу 1.

Тут конструкція механізмів 4 приводу не розкрита. За повідомленням автора, привід робочих органів здійснюється за допомогою відомих у техніці різних механізмів та передач.

Однак, коли ротаційні робочі органи вставляються один в одного не концентрично, а з ексцентриситетом, дуже проблематично здійснити їхній привід від одного джерела. У свою чергу це не тільки надмірно ускладнює конструкцію приводу, а й різко знижує працездатність та надійність агрегату.

Аналогічна ротаційне знаряддя, яке одночасно виконує операції прикочування ґрунту та утворення протиерозійних лунок (рис. 2).

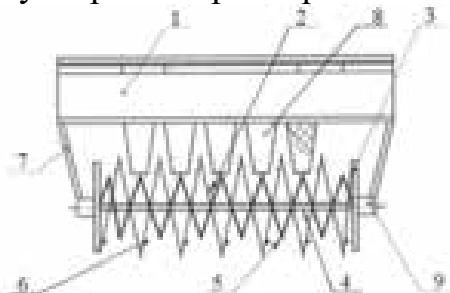


Рис. 2. Схема ротаційного знаряддя з коаксіально встановленими на рамі спіральними-гвинтовими робочими органами: 1 – ящик для баласту; 2 – зовнішня спіраль; 3 – плоскі диски; 4 – вісь; 5 – внутрішня спіраль; 6 – лопатки; 7 – рама; 8 – чистики; 9 – підшипникові опори

Внутрішня спіраль 5 знаряддя жорстко закріплена на осі 4 по всій довжині, тобто виконана у вигляді шнека. Витки зовнішньої спіралі 2 встановлені вільно. Під час поступального руху агрегату знаряддя забезпечує утворення лунок, отже покращує протиерозійну стійкість ґрунту.

Однак вільне закріплення зовнішньої спіралі порушує динамічну стійкість роботи, що може призвести до поломок елементів конструкції.

Співробітниками Поліського національного університету було розроблено ґрунтообробне знаряддя з прутковими барабанами 1 і 3 (рис. 3).

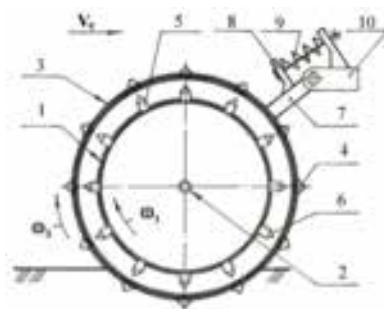


Рис. 3. Ґрунтообробне знаряддя з коаксіально встановленими на рамі прутковими барабанами: 1, 3 – внутрішній і зовнішній барабани; 2 – вісь; 4, 5 – прутки; 6 – голки; 7 – рама знаряддя; 8 – механізм навішування; 9 – пружинний вузол; 10 – рама агрегату.

Прутки 4 зовнішнього барабана 3 в поперечному перерізі виконані у вигляді усіченого квадрата і встановлені до осі 2 під кутом $15^\circ - 30^\circ$. Прутки 4 зовнішнього барабана 3 розташовані тут не по гвинтовій лінії, а по твірних односмугового гіперboloїда. Загальновідомо, що відстань від осі обертання до точок утворень односмугового гіперboloїда є змінною величиною. З цієї причини знаряддя нерівномірно обробляє ґрунт і погано вирівнює його поверхню.

У ПНУ групою вчених було розроблено ґрунтообробне знаряддя, яке пройшло випробування в польових умовах Житомирської області (рис. 4).

Тут планчастий барабан 1 ексцентрично встановлений усередині планчастого барабана 5. Знаряддя причіпляється на раму 4 культиватора. Грудки руйнуються планками 6, а дрібніші ґрунтові грудки руйнуються між планками 6 і 7 зовнішнього та внутрішнього барабанів.

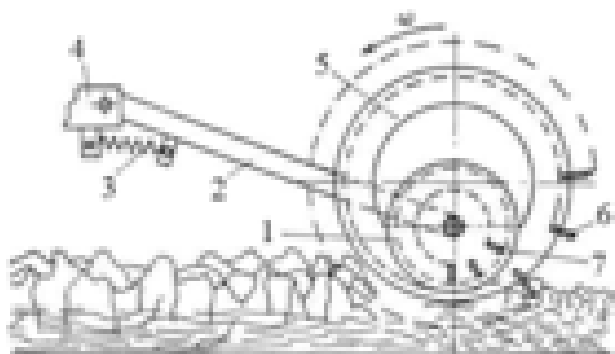


Рис. 4. Конструктивна схема ґрунтообробного знаряддя: 1, 5 – внутрішній і зовнішній барабани; 2 – шарнірний поводок; 3 – пружинний довантажувач; 4 – рама культиватора; 6, 7 – радіальні планки барабанів.

Однак знаряддя має низьку надійність, оскільки внаслідок частих зіткнень барабанів відбувається зношування та деформація планок.

У Поліському національному університеті було розроблено ґрунтообробне знаряддя з голчастими та спірально-гвинтовими робочими органами (рис. 5). Знаряддя складається з послідовно розташованих на рамі

двох паралельних валів зі спіральсько-гвинтовими робочими органами 2 і 3, вали яких кінематично з'єднані між собою за допомогою ланцюгової передачі 4. Знаряддя також містить вал 7 з голчастими дисками 1 і ланцюгову передачу 5. Зауважимо, що тут діаметри та кути нахилу спіральсько-гвинтових робочих органів різні, а витки спіралі 3 конструктивно заходять у міжвитковий простір спіралі 2.

Очевидно, що за такого конструктивного компонування спіралі 2 і 3 зачіпають одна одну, що призводить до порушення технологічного процесу.

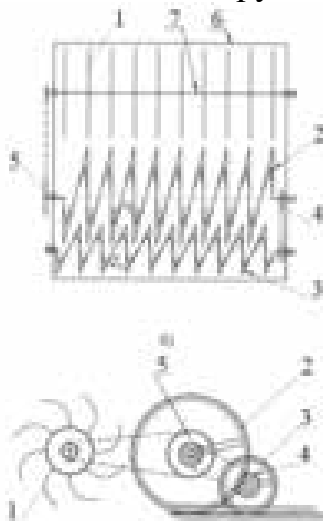


Рис. 5. Схема ротаційного ґрунтообробного знаряддя (а – вигляд зверху; б – у робочому положенні): 1 – диски голчасті; 2, 3 – спіральсько-гвинтові робочі органи; 4 – синхронізувальна ланцюгова передача; 5 – ланцюгова передача приводу; 6 – рама знаряддя; 7 – вал.

Насамкінець для повноти аналізу зазначимо, що в нашій країні в різні роки було розроблено серію ґрунтообробних знарядь, які містять спіральсько-гвинтові робочі органи. Однак за інших рівних умов тяговий опір знаряддя вищий, оскільки витки спіральсько-гвинтових робочих органів через специфіку навивок спіралей входять у ґрунт не з ковзанням, а вдавненням.

УДК 631.331

АНАЛІЗ СОШНИКІВ ПОСІВНИХ АГРЕГАТІВ

Бучко І. О., Добранський С. С.

Житомирський агротехнічний фаховий коледж

Проблема аналізу сошників посівних агрегатів полягає в необхідності підвищення ефективності та точності висіву сільськогосподарських

культур, з одночасним забезпеченням оптимальних агротехнічних умов для проростання та розвитку рослин. Основні аспекти проблеми включають: рівномірність розподілу насіння, вплив на структуру ґрунту, зношуваність і надійність, адаптивність до ґрунтових умов, енергетичні витрати. Аналіз роботи сошників спрямований на вирішення цих проблем через інноваційні розробки, дослідження матеріалів та технологій, що дозволяють поліпшити якість і продуктивність посівних робіт.

Аналіз останніх досліджень щодо сошників посівних агрегатів демонструє значні досягнення в області агротехнологій, спрямованих на покращення ефективності посіву та зменшення негативного впливу на ґрунт.

Метою досліджень аналізу сошників посівних агрегатів є підвищення ефективності посівних робіт, забезпечення оптимальних умов для проростання та розвитку культур, а також зменшення негативного впливу на ґрунт і навколишнє середовище.

Отримання високих показників урожайності сільськогосподарських культур неможливе без якісного виконання кожної технологічної операції. У свою чергу кожна технологічна операція є послідовністю фізичних процесів, порушення яких позначається на якісних показниках. Одним із напрямів поліпшення цих показників є робота з удосконалення технічних характеристик посівних агрегатів.

Розвиток сучасних посівних комплексів характеризується інтенсивним удосконаленням висівних апаратів, сошників і всієї конструкції в цілому, тому сучасні сівалки мають цілу низку переваг у порівнянні зі своїми попередниками.

Під час посіву сільськогосподарських культур процес загортання насіння в ґрунт - один із ключових. На якість загортання насіння прямий вплив має сошник. Сошник є одним з основних робочих органів посівної машини. Сошник утворює борозенку, в яку потрапляє насіння культури. Якість загортання насіння впливає на такі важливі параметри як схожість і правильний розвиток. Вибір конструкції сошника має прямий вплив на якість посіву і, як наслідок, урожайність культури загалом. Відповідно до цього до сошників висувають такі вимоги: відкривати борозну однакової глибини, ущільнювати дно борозни, так зване «посівне ложе», не порушувати рівномірність потоку насіння, прикочувати насіння достатньою кількістю землі.

Під час вибору типу сошника ми маємо керуватися такими критеріями: адаптивність, якісне копіювання рельєфу поля, продуктивність, надійність конструкції, простота в технічному обслуговуванні (ремонті), рентабельність і мінімальні економічні витрати. Відомі конструкції сошників як вітчизняних, так і численних зарубіжних виробників. Проведемо аналіз наявних конструкцій.

Застосовувані в даний час сошники можна класифікувати за принципом дії і за технологічним принципом. Класифікацію сошників представлено на рис. 1.

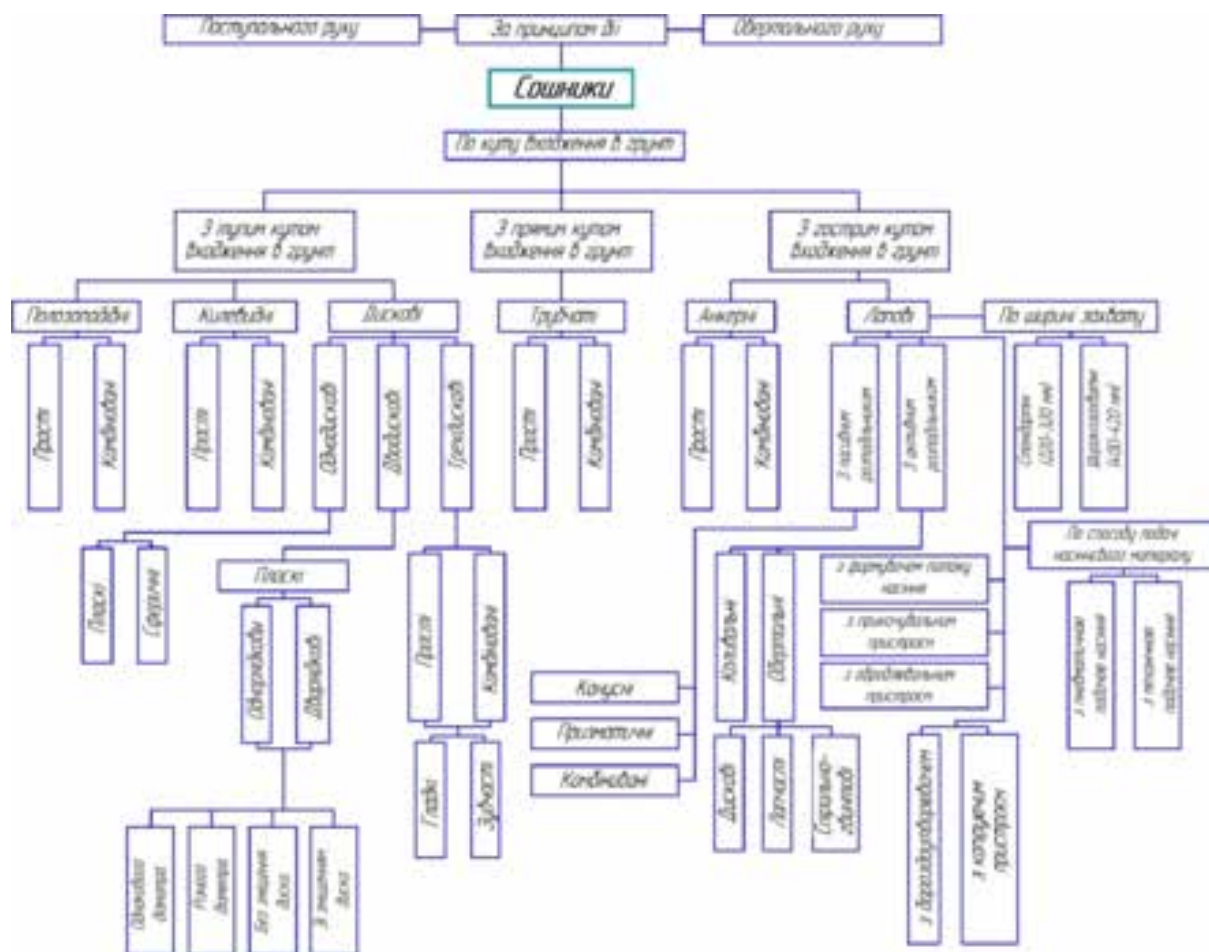


Рис. 1. Класифікація сошників

За принципом дії сошники поділяють на дві групи: поступального та обертального руху.

За технологічним принципом сошники поділяють на три групи: з гострим, тупим і прямим кутом входження в ґрунт.

Борозенка в сошника з гострим кутом входження в ґрунт (анкерні та лапові сошники) утворюється переміщенням ґрунтового шару від низу до верху, таким чином, ми отримуємо пухке дно борозни. Сошники з тупим кутом входження в ґрунт (кільцевидні, полозоподібні та дискові сошники) утворюють борозенку, вдавлюючи шар ґрунту зверху вниз, дно борозни виходить ущільненим. Сошники з прямим кутом входження в ґрунт (трубчасті сошники) розсовують ґрунтові шари в сторони, таким чином, формують борозну.

Висновок: Висновки щодо проведення аналізу сошників посівних агрегатів демонструють кілька важливих аспектів, які впливають на

ефективність сільськогосподарських операцій та якість посіву. Сучасні дослідження показують, що оптимізація конструкцій сошників значно покращує рівномірність розміщення насіння в ґрунті. Правильно спроектовані сошники здатні мінімізувати ущільнення ґрунту та зберігати його структуру. Використання нових матеріалів, таких як високоміцні сплави або композитні матеріали, значно підвищує довговічність сошників, зменшуючи їх зношування в умовах інтенсивної експлуатації. Сучасні сошники можуть ефективно працювати в різноманітних ґрунтових та кліматичних умовах, включаючи сухі, вологі та кам'янисті ґрунти.

Проведений аналіз сошників посівних агрегатів показав, що сучасні технології дозволяють значно підвищити якість і ефективність посівних робіт. Вдосконалення конструкцій, матеріалів та впровадження автоматизованих систем керування сприяють підвищенню врожайності, зниженню експлуатаційних витрат і збереженню екологічної стійкості агротехнологій.

Список використаних джерел

1. Дьяконов С.О. Обґрунтування параметрів технологічного процесу і робочих органів сіялки прямого посіву: Дис. канд. наук: 05.05.11 - 2007.
2. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин: Навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. техн. профілю. Т. 1, ч. 2. Машина для сівби та садіння. Харк. держ. техн. ун-т сіл. госп-ва. Харків: Око, 2001. 451 с.
3. Матухно Н.В. Передумови вдосконалення механізмів приводу висівних апаратів посівних машин. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. К., 2011. Вип. 166, ч. 2. С. 267–272.

УДК 631.4.:31

СПОСІБ МУЛЬЧУВАННЯ ҐРУНТУ В САДАХ І ЯГІДНИКАХ

Мартишко В. М., Громов В. В.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Задоволення потреби населення в плодово-ягідній продукції безпосередньо пов'язане зі створенням садів інтенсивного типу, до елементів технології вирощування входить система утримання ґрунту в насадженнях.

Система догляду за ґрунтом спрямована на створення достатнього запасу вологи, засвоюваних поживних речовин, на поліпшення структури ґрунту, знищення бур'янистої рослинності, запобігання ґрунтовій ерозії (змиву). Від способу утримання ґрунту в саду значною мірою залежать

стійкість дерев до несприятливих умов клімату, їхній ріст, урожайність, якість плодів, стійкість до хвороб і шкідників. Основною системою утримання ґрунту під час вирощування слаборослих дерев є чорний пар, який сприяє накопиченню та збереженню вологи в ґрунті, поліпшує його водно-повітряний і тепловий режими, полегшує боротьбу з деякими хворобами та шкідниками.

Високі врожаї чорний пар забезпечує лише за умови внесення органічних і мінеральних добрив. На бідних ґрунтах за умов достатнього зволоження краще застосовувати паро-сидеральну систему утримання ґрунту. При цьому переважним є використання для обробітки міжрядь фрез, які забезпечують подрібнення та загортання рослинності та мульчування шару ґрунту, що перешкоджає втратам вологи.

Для обробітки ґрунту у міжряддях і пристовбурних смугах садів і ягідників найперспективнішим та екологічно безпечним способом боротьби з бур'янистою рослинністю є мульчування, що являє собою покриття пристовбурних смуг різними матеріалами (тирсою, тріскою, торфом, рослинними рештками та ін.).

Такий спосіб обробітки ґрунту сприяє покращенню структури і вологозабезпеченості ґрунту, значно пригнічує ріст бур'янів і підвищує ростову активність дерев, послаблює добові та сезонні коливання температури в ґрунті, підсилює мікробіологічні процеси і сприяє збереженню гумусу. Перелічені вище та інші чинники сприяють формуванню більш розгалуженої кореневої системи, особливо у верхніх (до 0,4 м) шарах ґрунту, підвищенню урожайності і покращенню товарної якості та лежкості плодів порівняно із застосуванням гербіцидів. Також відомо, що укриття мульчею прикущових зон кущових ягідників, маточників та розсадників також дає виражений позитивний ефект.

Основними недоліками такого способу обробітки ґрунту є можливість пошкодження дерев гризунами та підвищення його кислотності.

Поповнювати пристовбурні смуги мульчею потрібно кожні два-три роки. На гектар інтенсивного саду витрачається 250-300 м³ мульчі за рекомендованих параметрів смуги укриття: ширина смуги 1,0-1,2 м, товщина шару – 0,1-0,15 м.

Для мульчування пристовбурних смуг саду необхідно застосовувати спеціальні засоби механізації. Для цього в Інституті садівництва було розроблено мульчувач МСТ-1. Він монтується на розкидач органічних добрив типу РОУ-6.

Мульчувач також можна використовувати для мульчування прикущових зон кущових ягідників і маточників клонових підщеп.

Висновки. Вибираючи системи обробітки ґрунту в садах слід ураховувати, насамперед: тип саду, його вік, схему садіння, ґрунтово-кліматичні особливості та фінансові можливості господарства. Все це

повинно розглядатися крізь призму збільшення продуктивності саду і покращення якості плодів.

УДК 631.4:31

ПРИСТРІЙ ДЛЯ КЕРУВАННЯ САДОВОЮ ФРЕЗОЮ

Мартишко В. М., Долінський Я. М.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

В конструкціях садових сільськогосподарських машин широко використовують гідромеханічні пристрої з механічними щупами (копірами) для керування висувними секціями.

Гідрослідкувальний пристрій садової фрези для обробітку ґрунту в пристовбурно-міжстовбурних смугах саду (рис. 1) призначений для своєчасного виведення робочого органа з ряду дерев при зустрічі щупа із штамбом дерева. Від його роботи залежить якість обробітку ґрунту (площа необробленої ділянки біля стовбура дерева) та ступінь пошкодження надземної частини стовбура дерева.

Основним недоліком цієї системи є надмірні зусилля, які виникають в момент контакту щупа із штамбом дерева (понад 20 Н), перевищуючи агротехнічні вимоги.

Оскільки фреза апертується з трактором, що має власну гідросистему, то гідрослідкувальний пристрій можна істотно спростити і вдосконалити. Схема пристрою складається з дрослюючого гідророзподільника роторного типу, безпосередньо з'єднаного із щупом гідроциліндра керування висувною секцією та системи оливопроводів.

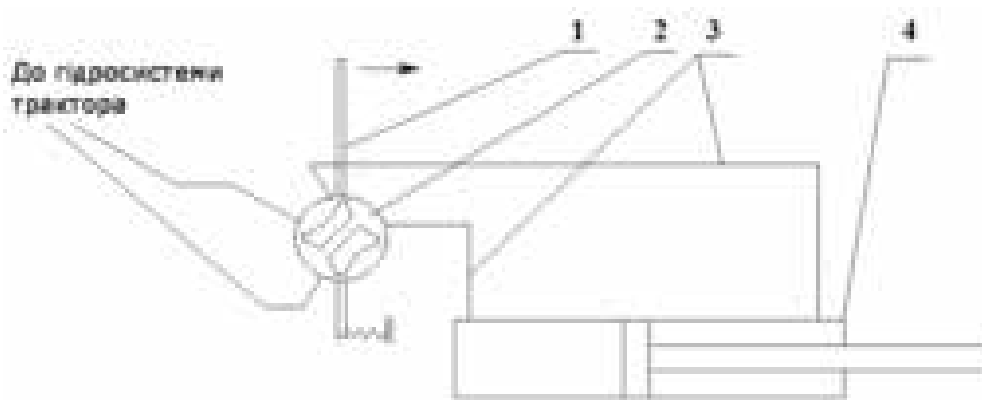


Рис. 1. Принципова схема гідрослідкувального пристрою: 1 – щуп; 2 – гідророзподільник кранового типу; 3 – оливопроводи; 4 – гідроциліндр для керування висувною секцією.

Порядок роботи гідрослідкувального пристрою аналогічний прототипу. Крім того запропонована схема не має власного гідронасосу та оливного баку, а приєднана до гідросистеми трактора через розривні муфти. На фрезі встановлений гідророзподільник роторного типу РР-1, який дозволяє за рахунок установки щупа безпосередньо на валу гідророзподільника зменшити зусилля, яке виникає при контакті щупа із штамбом дерева.

Розроблена схема має істотні переваги над гідрослідкувальними пристроями відомих прототипів. Оскільки нами застосований роторний гідророзподільник, на валу якого закріплений щуп, то за рахунок відсутності системи тяг, та зменшення жорсткості пружини вдалося зменшити зусилля, що виникають при контакті щупа зі штамбом дерева, з 30 Н до 15 Н.

Робота пристрою задовольняє агротехнічні вимоги. Крім того гідрослідкувальний пристрій, що розробляється, не потребує автономного приводу гідравлічного бака та системи тяг. Це підвищує надійність роботи системи, а також суттєво знижує вартість фрези та затрати оливи і пального при її експлуатації.

Висновок. Встановлено, що процес взаємодії щупа зі штамбом дерева характеризується сумою статичних та динамічних сил, які обумовлюють можливість пошкодження штамбів дерев. Допустиме максимальне зусилля не повинно перевищувати 12 Н.

УДК 633.8:631

АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ І ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ЗБИРАННЯ НАСІННЯ СОНЯШНИКУ

Мартишко В. М., Чащовий Д. В.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Соняшник - основна олійна культура, що вирощується в нашій країні.

Сумарні втрати олійного насіння за збиральним агрегатом, так звані «безповоротні» втрати, складаються із втрат за соняшnikовою жнивarkою і втрат за молотarkою комбайна, тобто тієї частини насіння, що осипається на ґрунт.

Наявні технічні засоби збирання соняшника не задовольняють технічним вимогам щодо якості виконання технологічного процесу. Так, за даними протоколів випробувань зернозбиральних комбайнів на збиранні соняшника та літературних джерел, втрати олійно-насінневого матеріалу за

жниваркою, подрібнення та облущування молотильно-сепарувальним пристроєм, вміст бур'янистих домішок у бункері комбайна сягають 20 %.

Для скошування соняшнику зернозбиральними комбайнами застосовують такі технічні засоби: адаптери, жниварки та пристосування, оснащені ліфтерами, ланцюговими транспортерами стебел і кошиків, транспортерами або жолобами для олійного насіння.

На основі аналізу конструкцій адаптерів, жниварок і пристосувань для скошування соняшнику, можна виділити такі основні технічні засоби: пристосування з лопатевим мотовилом; адаптери, оснащені ліфтерами - ланцюговими транспортерами стебел і стрічковими транспортерами олієнасіння або вібростолами; адаптери, оснащені ланцюговими транспортерами стебел і жолобами для зсипання олієнасіння; пристосування, оснащені трубним мотовилом із захопленнями; жниварки з направляючою пластиною і відриваючим вальцем; жатки з гелікоїдальним мотовилом і захватами. До недоліків цього пристосування можна віднести таке: вплив ліфтерів і транспортерів стебел на стебла сприяє осипанню частини насіння в простір між стрічкою транспортера та корпусом ліфтера; процес скошування потребує технологічної швидкості руху комбайна 5...9 км/год залежно від урожайності культури; у разі збільшення швидкості, вищою за рекомендовану, відбувається забивання простору між стрічкою транспортера та боковою частиною корпусу ліфтера.

Висновки. Проведений аналіз технічних засобів збирання соняшнику дає змогу зробити висновок про те, що процес збирання здійснюється серійними зернозбиральними комбайнами за відповідного переобладнання. Жниварки оснащують спеціальними пристосуваннями, модернізують молотильно-сепарувальні пристрої, а решітки системи очищення замінюють на спеціальні. Однак у процесі збирання соняшнику спостерігаються значні втрати, які сягають 20 %. Втрати за технічними засобами для скошування соняшнику доходять до 5 %, дроблення та облущування олійного насіння під час обмолоту в МЗК становлять 7 %, а вміст бур'янистих домішок у бункерному воросі сягає 8 %.

УДК 621.01: 631.354

ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ РІДИННО-ПОВІТРЯНОГО ПОТОКУ

*Заєць М. Л., Бабич О. М.
Поліський національний університет*

Аналіз літературних джерел. Результати аналізу літератури показують, що характеристики форсунок інжекторів, які в першому

наближенні можна вважати найпростішими карбюраторами, вивчені значно менше, ніж щілинних, відцентрових і роторних форсунок. Це пов'язано з більш складними фізичними процесами під час роботи таких небулайзерів і необхідністю враховувати вихід двох потоків з різними характеристиками і їх взаємодію один з одним і з навколишнім середовищем. Форсунки, які використовуються в конструкції струминних обприскувачів, забезпечують необхідну агротехнікою схему розпилення, параметри якої не оптимізовані. Ефективність інжекторної форсунки багато в чому залежить від співвідношення рідинної і повітряної складових крапель, яке безпосередньо залежить від робочого тиску та розміру повітряного отвору розпилювача.

Постановка питання дослідження. Робочий процес утворення робочої суміші повітря та рідини у досліджуваній пристрої подібний до принципу сумішоутворення в бензинових двигунах [1] (рис. 1).

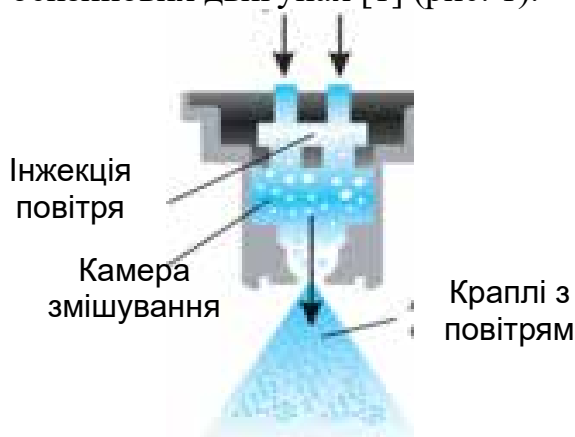


Рис. 1. Принцип сумішоутворення

Потік повітря, що надходить в карбюратор, звужується в місці установки розпилювача бензину (жиклера). Швидкість повітря в звуженому місці зростає, а тиск падає, внаслідок чого виникає розрідження і рідина під дією вакууму поступає через жиклер, змішуючись з повітрям.

Рівняння Бернуллі для потоку повітря запишеться наступним чином[1]:

$$\frac{P_a}{\gamma_n} + \frac{V_a^2}{2g} = \frac{P_2}{\gamma_n} + \frac{V_{2в}^2}{2} (1 + \xi_n), \quad (1)$$

де p_a - атмосферний тиск, рівний 0,1 МПа;

γ_n - питома вага повітря, Н/м³;

V_a - швидкість повітря на вході в карбюратор, $V_a=0$, м/с;

$V_{2в}$ - швидкість повітря в місці установки жиклера, м/с;

p_2 - тиск змішаного двофазного потоку, МПа;

ξ_n - коефіцієнт опору повітрю, що переміщується по каналу.

Для рідини рівняння Бернуллі матиме вигляд:

$$\frac{P_a}{\gamma_p} + \frac{V_1^2}{2g} = \frac{P_2}{\gamma_p} + \frac{V_{2\theta}^2}{2} (1 + \xi_p), \quad (2)$$

де γ_p - питома вага рідини, Н/м³;

v_1 - швидкість рідини, $v_1=0$, м/с;

$v_{2\theta}$ - швидкість рідини в місці установки розпилювача, м/с;

γ_p - коефіцієнт опору рідини, що переміщується по жиклеру.

Виклад основного матеріалу. Відмінною особливістю інжекторного розпилювача є камера 5 змішування робочої рідини і повітря і зв'язок камери змішування з атмосферою через інжектор 4 (рис. 2.).

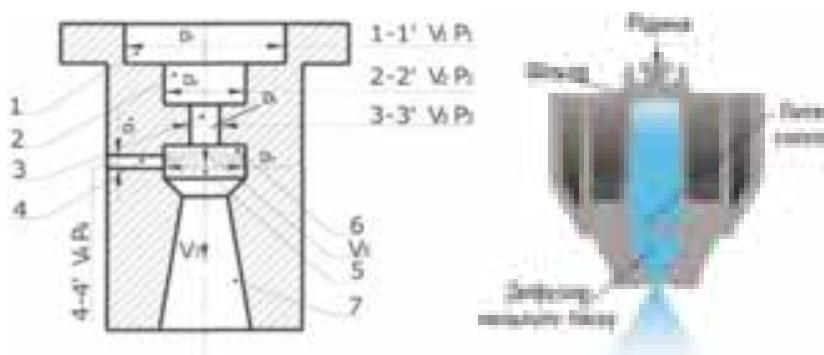


Рис. 2. Схема інжекторного розпилювача: 1 і 2 – камери нагнітання робочої рідини; 3 – канал; 4 – повітряний отвір; 5 – камера змішування; 6 – турбулентна зона; 7 – розширювач Вентурі.

Конструкція працює наступним чином. рідина під тиском p_1 і швидкість V_1 Для входу в циліндричну камеру через діаметр 1 D_1 (секція 1-1'). Камера 2 (секція 2-2') з меншим діаметром каналу D_2 швидкість рідини зросла до v_2 , тиск падає до P_2 . а потім по черзі Рідина надходить в канал діаметром 3 D_3 має швидкість V_3 під тиском p_3 , в Камера змішування 5 діаметром D_5 де він набирає швидкість V_5 . Камера 5 з'єднана з атмосферою через інжекційний отвір 4 діаметром D_4 (переріз 4-4'). В камері 5 утворюється турбулентна зона у вигляді повітря кільцевого об'єму [1].

Для визначення параметрів інжекторного розпилювача застосуємо рівняння Бернуллі. Рух струменя суміші в перетинах 1-1 і 2-2 описується залежністю (3) [1]:

$$\frac{P_1}{\gamma_p} + \frac{V_1^2}{2g} = \frac{P_2}{\gamma_p} + \frac{V_{2\theta}^2}{2} (1 + \xi_k) \quad (3)$$

де γ_p - питома вага рідини;

ξ_k - коефіцієнт опору проходженню рідини в кан. 1, 2 і в кан. 3, $\xi_k=0,04-0,07$ [1].

При русі рідини в перерізах 2-2, 3-3 і повітря в перерізі 4-4 рівняння Бернуллі мають вигляд:

$$\frac{P_2}{\gamma_p} + \frac{V_2^2}{2g} = \frac{P_3}{\gamma_p} + \frac{V_3^2}{2g} (1 + \xi_{\kappa}), \quad (4)$$

$$\frac{P_2}{\gamma_p} + \frac{V_a^2}{2g} = \frac{P_4}{\gamma_p} + \frac{V_4^2}{2g} (1 + \xi_{\text{во}}), \quad (5)$$

де P_a - атмосферний тиск, рівний 0,1 МПа;

P_4 - тиск повітря в перерізі 4-4', МПа;

γ_p - питома вага повітря, Н/м³;

V_a - швидкість повітря в перерізі 4-4', м/с;

$\xi_{\text{во}}$ - коефіцієнт опору повітрю, що надходить через отвір 4, $\xi_{\text{во}} = 0,07 \dots 0,1$ [3].

Об'єм повітря, що надходить через інжектор, залежить від швидкості робочої рідини в камері 5 [1]:

$$q_n = F_4 V_5, \quad (6)$$

де F_4 - площа перерізу 4-4, м². $F_4 = \frac{\pi D_4^2}{4}$

q_n - кількість повітря, що надходить в розпилювач, м³/с;

V_5 - швидкість рідини в камері змішування, м/с.

З рівняння (6) маємо:

$$D_4 = \sqrt{\frac{4q_n}{\pi V_5}}, \text{ м} \quad (7)$$

Виконавши аналіз балансу напору, встановимо V_5 при всмоктуванні повітря через отвір 4 в камері змішування 5, що буде мати вигляд:

$$\frac{P_3}{\gamma_p} + \frac{P_4}{\gamma_n} = \frac{P_5}{\gamma_p} + \frac{V_5^2}{2g} (1 + \xi_{\kappa}) - \frac{P_5}{\gamma_p} - \frac{V_7^2}{2g} (1 + \xi_{pB}), \quad (8)$$

де V_7 - швидкість робочої рідини на початку витратоміра Вентурі, м/с;

ξ_{κ} - коефіцієнт опору проходженню робочої рідини через камеру 5,

$\xi_{\kappa} = 0,04 \dots 0,06$ [1]; ξ_{pB} - коефіцієнт опору витратоміра Вентурі при русі по ньому рідинно-повітряної суміші, $\xi_{pB} = 0,01 \dots 0,02$ [1].

Для характеристики інжектора відомий безрозмірний показник q , що визначає відносну швидкість на початку камери змішування [1]:

$$a = \frac{V_7}{V_5} = U - \sqrt{U^2 - \frac{1 - \xi_{\kappa}}{1 + \xi_{\kappa}}}, \quad (9)$$

де

$$U = \frac{1}{2q} \left[\frac{1 - \xi_{\kappa}}{1 + \xi_{\kappa}} ((1 + q^2)(1 + \xi_{pB})(1 + \xi_{\kappa} + \xi_{pB}) - q^2) - 1 \right], \quad (10)$$

$q = \frac{q_n}{q_p}$ - співвідношення витрати повітря та рідини, які протікають через розпилювач, м³/с.

Рівняння (8) з урахуванням залежності (9) буде мати вигляд:

$$V_5 = \sqrt{\frac{2g(p_3\gamma_n - p_\Delta\gamma_p)}{\gamma_n\gamma_p[1 - \xi_{kc} - a^2(1 + \xi_{pB})]}}, \quad (11)$$

Значення V_5 підставимо в рівняння (7) і отримаємо:

$$D_4 = \left(\frac{4q_n}{\pi}\right)^{0,5} \left(\frac{\gamma_n\gamma_p[1 + \xi_{kc} - a^2(1 + \xi_{pB})]}{2g(p_3\gamma_n - p_\Delta\gamma_p)}\right)^{0,25}$$

Параметри $V_1, V_2, V_3, P_2, P_3, P_4$ шляхом розв'язку системи рівнянь(3-5) враховуючи наступні залежності:

$$V_1 = \frac{4g_p}{\pi D_1^2}, \text{ м/с} \quad (12)$$

$$V_1 D_1^2 = V_2 D_2^2 \quad (13)$$

$$V_2 D_2^2 = V_3 D_3^2$$

Швидкість руху повітря знайдемо з виразу [1]:

$$V_4 = \sqrt{2g(p_1 + A + B)} \quad (14)$$

де:

$$A = \frac{0,08q_p^2(D_2^4 - D_1^4(1 + \xi_k))}{D_1^4 D_2^4}$$

$$B = \frac{0,08q_p^2(D_3^4 - D_2^4(1 + \xi_k))}{D_2^4 D_3^4}$$

Графічну залежність $Vf(p_l)$ представлено на рис. 4.

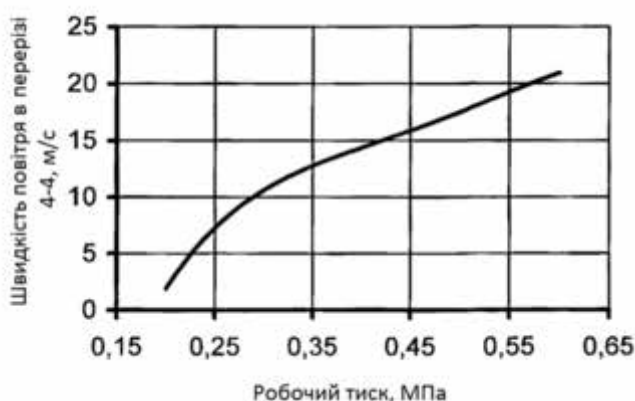


Рис. 4. Графічна залежність $V_4 = f(p_1)$ для інжекторного розпилювача суміші.

Висновок. Аналіз наведеного графіка показує, що зі збільшенням

тиску робочої рідини p_1 збільшується її швидкість проходження через камеру змішування. В результаті збільшується розрідження в порожнинах камер, тому витрачається більше повітря. При цьому максимальний к.к.д. розпилювача зберігається при зменшенні діаметра повітряного отвору D_4 . При збільшенні p_1 в межах 0,2...0,6 МПа величина D_4 зменшується від 1,97 до 1,45 мм.

Список використаних джерел

1. Обладнання для захисту рослин: обприскувачі. ч.1. Методи випробування насадок для розприскування (ISO 5682-1: 1996, IDT) ДСТУ ISO 5682-1: 2005
2. Штангові обприскувачі з розпилювачами, що обертаються. Н.В. Нікітін, Ю.Я. Спиридонів, В.А. Абубікер, М.С. Раскін. Захист та карантин рослин. 2005. №3. С. 46-48.
3. Теплинський І.З. Математична модель дисперсності розпилу пневматичних розпилювачів ежекційного типу / І.З. Теплинський, В.А. Смілик. Техніка в сільському господарстві. 2004. №5. С. 18-20.

УДК 621.02: 631.354

ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ДЛЯ ВЕРТИКАЛЬНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ

*Заєць М. Л., Павлуценко В. В.
Поліський національний університет*

Система вертикального обробітку ґрунту забезпечує винятково високу якість розрізання пожнивних решток, перемішування їх з ґрунтом та підготовки посівного ложа за один прохід, реалізуючи ексклюзивний 4-кроковий процес обробітку. Справжній вертикальний обробіток гарантує подрібнення решток і перемішування з ґрунтом без руйнування його структури в зоні, критично важливій для висіяного насіння і розвитку коренів рослин. Завдяки унікальним ножем роторам (вертикальний обробіток), розробленим для подрібнення навіть найміцніших пожнивних решток, можна бути впевненим у тому, що в результаті зябового обробітку за зиму буде досягнуто їх максимальне розкладання. Крім того, під час весняного обробітку ви досягнете своїх цілей у підготовці посівного ложа навіть за значної кількості решток.

Захоплення і подрібнення: ротаційні ножі (вертикальний обробіток), завдяки своїй унікальній зубчастій формі, захоплюють і подрібнюють рослинні рештки до розмірів, з якими легко впораються сошники сівалки.

Ця ексклюзивна конструкція з 6 лопаттями легко проникає у ґрунт, утворює грудки невеликого розміру та розпочинає процес змішування ґрунту і рослинних решток (рис. 1).



Рис. 1. Ротаційний робочий орган вертикального обробітку.

Розрізання і переміщення: Під час цього високошвидкісного процесу батареї ротаційних ножів (відстань встановлення 8”) переміщують максимальну кількість неподрібненого ґрунту при малій глибині обробітку, одночасно мінімізуючи утворення борозен та гребенів для остаточного вирівнювання. Регульований кут входження в ґрунт дає вибір: переміщення ґрунту набік або залишення більшої кількості решток на поверхні.

Перемішування та закріплення: нова форма робочого органу – ротаційні мотики енергійно перемішують ґрунт з рослинними рештками, подрібнюють великі грудки, відокремлюють ґрунт від корінців рослинних решток, прикріплюючи рештки до поверхневого шару ґрунту (рис. 2.).



Рис. 2. Моделювання робочого процесу ротаційного лопаті в ґрунті.

Розбивання й ущільнення: проводиться спіралевидним посилений котком, який призначений для вирівнювання та подрібнення грудок утворених робочими органами.

(переносний); обертальний (відносний). Траєкторія руху будь-якої точки робочого органу представляє собою циклоїду. Розглянемо, наприклад, рух кінцевої точки A ножа (рис. 4.). Через проміжок часу t вісь барабана переміститься в положення O_1 , пройшовши шлях $V \times t$, а диск барабана повернеться на кут $\omega \times t$, де V – поступальна швидкість фрези; ω – кутова швидкість. При цьому точка A переміститься в точку A_1 , яка матиме такі координати:

$$\begin{cases} X_1 = V \cdot t + r \cdot \cos(\omega \cdot t); \\ Y_1 = r \cdot \sin(\omega \cdot t). \end{cases} \quad (1)$$

Ця система рівнянь в параметричній формі характеризує траєкторію абсолютного руху точки A ножа ротора. Таку ж траєкторію буде мати і будь-яка інша точка ножа. Геометрична форма траєкторії руху точки робочого органу (циклоїда) буде залежати від співвідношення швидкостей

$$\lambda = \frac{U}{V}, \quad (2)$$

де U – колова швидкість точки A .

Це співвідношення називають показником кінематичного режиму роботи, який є однією з найважливіших характеристик ротаційних знарядь. Якщо $\lambda < 1$, то траєкторія точки A або іншої точки буде мати форму циклоїди без петлі (рис. 4.4, б), а якщо $\lambda > 1$, то циклоїда буде з петлею (рис. 4.4., а). Як правило, $\lambda > 1$, оскільки ця умова забезпечує те, що ніж діє на ґрунт лезом, а не затильною частиною.



Рис. 4. Траєкторія ножа фрези.

Робота машини характеризується наступними параметрами: S_z – подача на ніж, a – глибина обробітку, h – висота гребнів. Подачу на ніж S_z визначаємо за формулою:

$$S_z = V \cdot t_z, \quad (3)$$

де t_z – час, за який наступний ніж у відносному русі займе положення попереднього, тобто повернеться на кут, що рівний центральному куту між ними.

Врахувавши, що $\lambda = U/V$ остаточно одержимо

$$S_z = \frac{2 \cdot \pi \cdot r}{Z \cdot \lambda}. \quad (4)$$

З цієї формули видно за рахунок яких параметрів можна змінити подачу на ніж, а отже і ступінь дії фрези на ґрунт. У тому числі і ступінь

кришіння, оскільки товщина стружки S , яка визначає степінь подрібнення ґрунту прямо пропорційно залежить від подачі S_z . Максимальне значення товщини стружки можна визначити за формулою:

$$\delta_{max} = S_z \cdot \cos \varphi_0. \quad (5)$$

Також параметр δ_{max} можна визначити за формулою:

$$\delta_{max} = S_z \cdot \sqrt{2 \cdot m - m^2}. \quad (6)$$

де $m = \frac{a}{r}$ - конструктивний параметр ротаційного робочого органу.

Список використаних джерел

1. Романишин О. Ю. Обґрунтування технологій та технічних засобів в системі обробітку ґрунту. Наукові читання–2020Б. Житомир: ЖНАЕУ, 2020. С. 138-140.
2. Сисолін П.В., Рибак Т.І., Сало В.М. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування. Книга 2. К.: Урожай, 2002. 364 с.
3. Сисолін П.В., Сало В.М., Кропівний В.М. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування. К.: Урожай, 2001. 384 с.

УДК 621.01: 631.355

ОБГРУНТУВАННЯ КІНЕМАТИЧНОГО РЕЖИМУ РОБОТИ СЕПАРАТОРА КАРТОПЛЯНОГО ВОРОХУ

*Заєць М. Л., Пижик Я. С.
Поліський національний університет*

Аналіз останніх дослідень. Пруткові елеватори працюють в абразивному середовищі - ґрунті. Тому зусилля конструкторів і вчених спрямовані на створення конструкцій полотен елеваторів, що забезпечують надійну і довговічну роботу. Найбільш розповсюдженими і простими по конструкції полотна є гачкові. Прутки і зірочки не вимагають механічної обробки. Кінці прутків (ланок) елеватора загнуті, утворюють гачки. За допомогою гачків прутки з'єднуються між собою й утворюють нескінченне полотно.[1]

Постановка проблеми. Спроби створити пристосування для регулювання інтенсивності струшування полотна елеватора з еліптичними струшувачами починали як в Україні, так і за кордоном. Наприклад, на комбайні ККР-2 був установлений підйомний пристрій, що дозволяє відводити із зачеплення з полотном еліптичні струшувачі і підводити

який складається з кривошипа ОА, що обертається з постійною кутовою швидкістю навколо точки О, шатуна АВ і коромисла О₁В. До коромисла жорстко під прямим кутом приєднані важелі О₁Е і О₁В, на кінцях яких знаходяться струшуючі ролики.

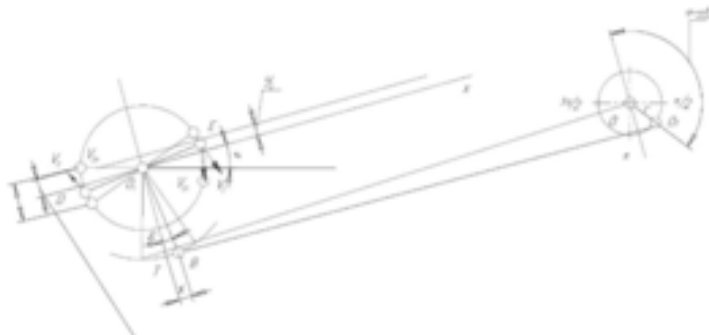


Рис. 3. Кінематична схема механізму стручувача транспортера

Позначимо довжину кривошипа ОА через r . Оскільки за один його оберт обидва ролики послідовно взаємодіють з полотном, частота струшування полотна, так само як і при еліптичному струшувачі, у 2 рази більше частоти обертання вала струшувача. Нормальні переміщення полотна визначаються амплітудою коливань роликів, що, у свою чергу, залежить від радіуса r кривошипа і співвідношення розмірів плеч важелів [5]

$$y_E = \pm \frac{O_1E}{O_1B} \cdot r \cdot \sin \omega t \quad (1)$$

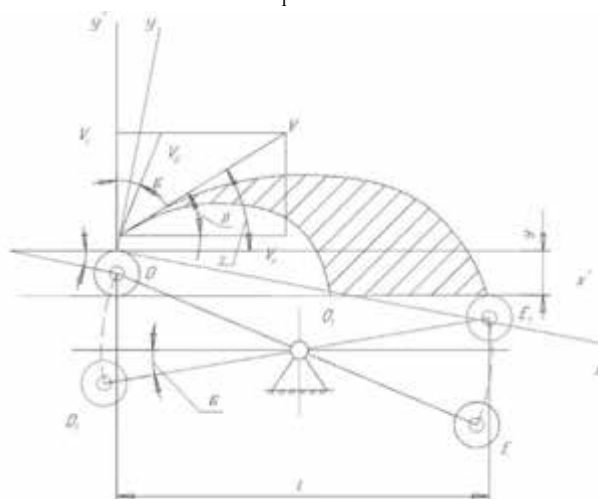


Рис. 4. Графіки переміщень, швидкостей і прискорень

У зв'язку з тим, що точки В, D, і Е рухаються не по прямих, а по дугах, закон нормальних переміщень полотна теоретично відрізняється від закону гармонійних коливань. Для уточнення відхилень були побудовані графоаналітичними шляхом графіки переміщень, швидкостей і прискорень (рис. 4). При порівнянні цих графіків із графіками, побудованими по розрахунковим даним, обчисленим з умови гармонійного коливання точок

О і Е, видно, що переміщення і швидкості розрізняються дуже мало (розбіжності не більш 1 - 2 %). Трохи більше розрізняються прискорення (до 5 %).

Дійсні прискорення трохи вище отриманих з умови гармонійних коливань. Тому з достатньою точністю можна приймати при розрахунках, що полотно робить гармонійні коливання.

Оскільки нормальні переміщення полотна походять від впливу двох роликів, що роблять гармонійні коливання, графік переміщень полотна в зоні струшування може бути зображений переривчастою кривою, утвореною верхніми (додатніми) частинами синусоїд, зміщених одна відносно іншої по фазі на 2π .

Швидкість полотна в напрямку, перпендикулярному площині його руху, у проміжку $0 - 2\pi$ також змінюється по синусоїді. Якщо припустити, що ведуча ланка має натяг, то при куті повороту вала $\omega t = \pi$ відбувається удар полотна елеватора, що опускається, по другий ролик, що піднімається. Відносна швидкість співударяння буде визначатись[6]

$$V_{y0} = 2 \frac{OE}{OB} \omega \cdot r \quad (2)$$

При цьому напрямок руху полотна змінюється на протилежний. Відповідно виглядає і графік зміни прискорень. В інтервалі $0-\pi$ прискорення змінюється по синусоїді. [7,8] При куті 2π у зв'язку з ударом по другому ролику, прискорення різко збільшується і його вектор спрямовано вгору. Прискорення в цій точці в зв'язку з ударним характером кінематично невизначено. Потім цикл повторюється.

Використовуючи схеми рис. 3 і 4, напишемо умову підкидання вороху

$$J_H \geq g \cdot \cos \alpha \rightarrow \omega^2 \cdot r \frac{OE}{OB} \sin \omega \cdot t \cos \alpha \cdot \varepsilon \geq g \cdot \cos \alpha \quad (3)$$

Оскільки амплітуда коливань, обумовлена кутом ε , невелика ($\varepsilon_{max} < 10^\circ$), косинус цього кута близький до одиниці і його можна не враховувати. Якщо при цьому допустити, що полотно, не відриваючись від поверхні ролика, увесь час рухається за ним, то, позначивши $OE/OB = \lambda$, отримаємо:

$$\omega^2 \cdot r \geq g \cdot \cos \alpha / (\lambda \cdot \sin \omega \cdot t) \quad (4)$$

Задаючись радіусом r кривошипа, частоту обертання, необхідну для підкидання, визначимо по формулі:

$$n \geq 30 \sqrt{\cos \alpha / (\lambda \cdot r \cdot \sin \omega \cdot t)} \quad (5)$$

Висновки. При значенні кута $\alpha = 20^\circ$, $\sin \omega \cdot t = 1$, $OE = OB$ і $r = 0.01$ м для забезпечення підкидання частота обертання вала струшувала повинна бути не менш 300 об/хв. При збільшенні радіуса кривошипа до 0.05 м мінімальна частота обертання, що забезпечує початок підкидання, зменшується до 125 об/хв.

Якщо вали елеватора і приводу струшувача конструктивно сполучені, виникає зворотна задача - при постійній частоті обертання вала елеватора установити радіус r кривошипа, що забезпечує роботу елеватора без підкидання, з невеликим чи підкиданням або інтенсивним підкиданням матеріалу.

Список використаних джерел

1. Василенко П. М., Василенко В. П. Методика побудови моделей функціонування машинних агрегатів. Механізація і електрифікація сільського господарства. № 12. 1979. С. 42-45.

2. Сисолін П.В., Сало В.М., Кропівний В.М. Сільськогосподарські машини: теоретичні основи, конструкція, проектування. Том 1,2 К.: Урожай, 2001. 384 с.

3. Nevko, R.B., Tkachenko, I.G., Synii, S.V., Flonts, I.V. 2016. Development of design and investigation of operation process of small-scale root crop and potato harvesters. INMATEH-Agricultural Engineering, 49(2):53-60.

УДК 631.319

ОБГРУНТУВАННЯ МЕТОДИКИ МОДЕЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ДИСКОВИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ГРУНТООБРОБНИХ МАШИН

Волик Б. А., Кобець О. М., Ленеть Є. І.

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Постановка проблеми. Аналітичні дослідження робочих органів дискового типу та машин на їх основі являють собою досить складну задачу. Складність обумовлена тим, що з ґрунтом взаємодіє поверхня, яка не може розглядатись як така, що утворена переміщенням у просторі прямолінійної твірної. До того ж, ця поверхня обертається. Як наслідок, традиційні підходи такі, як наприклад, прийняті при розрахунках полиці тракторного плуга застосувати не можливо. Тому, перспективним є застосування методів фізичного моделювання

Аналіз останніх досліджень. Переваги фізичного моделювання полягають в можливості візуального контролю технологічного процесу в реальному масштабі часу і можливості впливати на процес шляхом корегування конструктивних параметрів. Проте необхідно відмітити, що адекватність процесу залежить від прийнятого критеріального рівняння, яке в свою чергу визначається адекватністю математичної моделі. Складність також полягає в тому, що фізична модель ґрунтового середовища повинна відповідати його математичній моделі.

В основі фізичного моделювання лежить теорія подібності. Необхідними умовами є геометрична подібність (подібність форми) і фізична подібність моделі і натури. Наявність такої пропорційності дозволяє робити перерахунок експериментальних результатів, одержаних для моделі, на натурний зразок шляхом додатку на постійний множник, що визначається на основі критеріального рівняння. Методика відпрацьована для ряду ґрунтообробних знарядь [1, 2]. Недоліком є те, що критеріальні рівняння побудовані на спрощених математичних моделях і передбачають лінійну залежність вхідних і вихідних параметрів. В роботі [4] запропонована загальна методика отримання критеріїв подібності. За основу прийнята теорія внутрішньої напруги [2]. Отриманий узагальнений критерій подібності теорії внутрішньої напруги для знаряддя довільної геометричної форми:

$$\left(\frac{C_{\text{пит}}}{\gamma_{\text{г}} \cdot V^2} \right)_n = \left(\frac{C_{\text{пит}}}{\gamma_{\text{г}} \cdot V^2} \right)_m = K_{\text{П}} = \text{idem} \quad (1)$$

де індекс n відповідає натуральному зразку машини, m – моделі :

$C_{\text{пит}}$ – питоме зчеплення часток ґрунту; $\gamma_{\text{г}}$ – питома вага; V – робоча швидкість.

Недоліком є те, що критеріальне рівняння побудоване на приведених вихідних даних і не враховує ефекту взаємного впливу вихідних параметрів. Це є причиною, того що для робочих органів дискового типу методика модельних досліджень не відпрацьована.

Мета досліджень. Аналітично обґрунтувати і експериментально підтвердити адекватність критеріального рівняння для моделювання технологічних процесів робочих органів дискового типу.

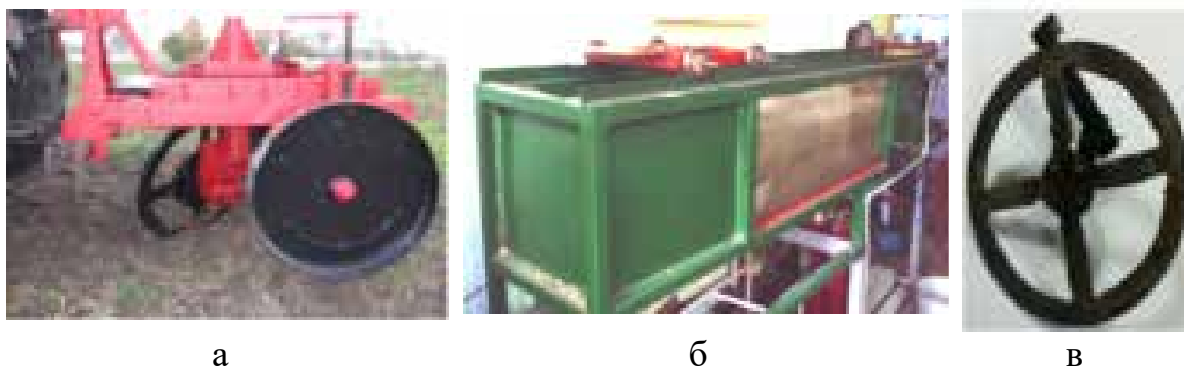


Рис. 1. Дослідні установки: а - польовий тензометричний візок б – ґрунтовий канал ДДАЕУ; в – модель диска

Результати досліджень. За основу при формуванні критеріального рівняння прийнята теорія внутрішньої напруги [2] і метод аналізу розмірностей. Послідовність досліджень наступна.

Дослідження базуються на експериментальних дослідженнях натурального зразка і моделі.

Польова частина досліджень виконана з використанням тензометричного візка ПАТ «Мотор-Січ»[3], (рис. 1,а).

Лабораторна частина досліджень виконана з використанням ґрунтового каналу ДДАЕУ[4], (рис.1,б) і масштабованої моделі дискового робочого органу (рис. 1,в).

Сутність досліджень полягає в тому, що за наперед заданими вихідними даними для натурального зразка і моделі диска за методикою [2] обчислюється тяговий опір і аналітично обґрунтовується коефіцієнт подібності. Далі проводяться дослідження тягового опору обох конструкцій. Приймаючи за основу тяговий опір моделі, використовуючи коефіцієнт подібності обчислюється прогнозований тяговий опір натурального зразка диска. В ідеальному випадку отримане значення повинно дорівнювати отриманому експериментально.

На перевірку адекватності запропонованих модельних досліджень нами виконані експерименти за наведеною схемою.

Вид диска	Конструктивні параметри				Параметри середовища				Тяговий опір,кН		К _п = 0 2,125
	R, мм	a, мм	α, град	β, град	C, кН/м ²	φ ₁ град	φ ₂ град	γ, г/см ³	Розрахований	Замірний	
Серійний	325	120	17	25	6,4	22	32	1,8	0,68	0,79	
Модель	162	60	17	25	1,8	28	36	1,7	0,32	0,34	

Прогнозоване значення тягового опору дослідного зразка за результатами фізичного моделювання:

$$P = 0,34 \cdot 2,125 = 0,722$$

Нев'язка з замірним значенням $\delta = 0,79 - 0,722 = 0,078$ кН

Таким чином похибка становить не більше 10%, що є прийнятним для проектних розрахунків.

Висновки: Проведеними дослідженнями підтверджена адекватність запропонованої моделі досліджень. Перевага фізичного моделювання полягає перш за все в можливості візуального відстеження контрольованих процесів і отриманні адекватних результатів значення тягового опору.

Недоліком є те що відсутня можливість отримання якісних показників кришення і розпушення.

Список використаних джерел

1. Землеробська механіка/ Кобець А.С., Сокол С.П., Пугач А.М., Дирда В.І., Волик Б.А., Тищенко С.С., Гаврильченко О.С. Дніпро, Пороги, 2022. 408 с.
2. Панченко А. Н. Теория измелчения почв почвообрабатывающими орудиями. Днепропетровск: ДГАУ, 1999. 140 с.
3. Семенюта А.М. Обгрунтування конструктивної схеми, параметрів та режимів роботи дискового плуга: автореф. дис..на здобуття ступеня канд.. техн. наук. Мелітополь, 2014. 23 с.
4. Сокол С. П. Волик Б. А, Формування конструктивних параметрів ґрунтообробних машин методами фізичного моделювання. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка. Вип. 198. 2019. С.39-46

УДК: 631.816.3

ВИБІР РОЗБРИЗКУВАЧІВ ДЛЯ ВНЕСЕННЯ КАС

Кобець О. М., Лепетъ Є. І.

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Для досягнення максимальної ефективності при використанні карбамід-аміачної суміші необхідно дотримуватися ряду важливих умов. По-перше, це якість самого добрива і компонентів бакової суміші.

По-друге, необхідно точно встановити оптимальну дозу і вибрати правильні строки внесення добрива, оскільки від цього безпосередньо залежить його ефективність. Потрібно також враховувати особливості кліматичних умов, адже погодні фактори можуть суттєво вплинути на дію добрива і його засвоєння рослинами.

Окрему увагу слід приділити правильному вибору та експлуатації розбризкувачів. Кожен тип розпилювача має свої специфічні характеристики, тому універсального рішення для всіх ситуацій не існує. Важливо підбирати розбризкувачі відповідно до конкретних умов, щоб забезпечити рівномірне і точне розподілення робочого розчину на поверхні рослин.

На прикладі провідної компанії «Lechler», яка займається виготовленням розпилювачів понад 140 років проаналізуємо різні типи розпилювачів, їх переваги та недоліки.

Струменеві розбризкувачі рідких добрив FL (рис. 1) були розроблені ще на початку 1990-х років, проте і сьогодні користуються значною популярністю у аграріїв.



Рис. 1. Струменеві розбризкувачі рідких добрив Lechler FL

До переваг даних розбризкувачів можна віднести: підходять до систем з байонетними головками з отвором на 10 мм; малоймовірне знесення розчину вітром за рахунок великих краплин; просте регулювання кількості робочого розчину за допомогою заміни дозуючих шайб; зносо- та корозійностійкі

Основним недоліком струменевих розбризкувачів є нерівномірність внесення дози добрив в поперечній площині.

Інжекторні розбризкувачі Lechler ID (рис. 2) вирізняються міцною конструкцією і відмінними зносостійкими характеристиками, навіть при роботі під високим тиском. Вони сприяють значному поліпшенню покриття завдяки краплинам, наповненим повітрям. Оскільки змішування рідини з повітрям відбувається всередині розпилювача, спектр розпилу стає більш рівномірним і включає більшу кількість великих крапель, які рухаються на високій швидкості. Це скорочує час перебування крапель у повітрі, покращує проникнення до стебел і зменшує втрати робочого розчину.



Рис. 2. Інжекторні розбризкувачі рідких добрив Lechler ID

Поєднання розміру крапель і їхньої швидкості знижує ймовірність дрейфу. Крім того, частина крапель, наповнених повітряними бульбашками, при контакті з листям лопаються, що дозволяє робочому розчину рівномірно покривати поверхню.

Основна сфера застосування цих розбризкувачів – це внесення засобів захисту рослин та регуляторів росту. Вони також чудово підходять для внесення рідких мінеральних добрив, таких як КАС, з робочим тиском у межах від 2,0 до 3,5 атмосфер.

Дефлекторний розбризкувач Lechler FD (рис. 3) вважається оптимальним вибором для внесення нерозбавленого КАС на вегетуючі рослини на початкових стадіях їх розвитку, аж до фази трубкування. Цей розбризкувач забезпечує найрівномірніше покриття оброблюваної ділянки, а завдяки горизонтальному руху великих крапель мінімізується ризик пошкодження рослин. Ризик опіків рослин при використанні дефлекторних розбризкувачів також зведений до мінімуму.

До того ж, форсунки цього типу менш схильні до забруднення та блокування отворів, що робить їх легкими для очищення. При виборі форсунок важливо враховувати норму внесення рідких добрив, швидкість роботи обприскувача та діапазон тиску, при якому подається робочий розчин до розбризкувачів. Розбризкувачі виготовляються різного кольору, який відображає хвилинну витрату розчину.



Рис. 3. Дефлекторні розбризкувачі рідких добрив Lechler FD

Проаналізувавши існуючі розбризкувачі рідких мінеральних добрив провідної німецької компанії Lechler, можемо дійти висновку, що найбільш оптимальні вважаються дефлекторні розбризкувачі, вони мають менше недоліків порівняно з іншими та прості в налаштуванні.

Список використаних джерел

1. De Hoog D.C., H.J. Holterman. Research on Lecher IDK 90 0067 C and AD 90 01 C spray nozzles for drift reduction classification. Wageningen Research, Report WPR-1273, 2023. – 22p. <https://doi.org/10.18174/639616>

2. <https://www.lechler.com>

3. Крамарьов С.М., Крамарьов О.С., Демиденко В.Г., Хорошун К.О., Пісоцький С.С., Бондарь В.Ю., Рубан С.М., Цуркан К.П. Економічна ефективність використання карбамід-аміачних сумішей(КАС) в сучасних системах удобрення сільськогосподарських культур. Дніпро: Нова ідеологія, 2020. 195 с.

УДК 632.982.1

ВИКОРИСТАННЯ ПОВІТРЯНОЇ ЗАВІСИ ДЛЯ ПРОТИДІЇ ВІТРУ ПІД ЧАС ОБПРИСКУВАННЯ ПОЛЬОВИХ КУЛЬТУР

Вожик Ю. Г., Панасюк В. І.

Інститут механіки та автоматики агропромислового виробництва НААН

Постановка проблеми. Головним стримуючим фактором для розвитку обприскування польових культур є негативна дія вітру на якість виконання цього процесу і екологічну безпеку. Одним із напрямів вирішення цієї проблеми є примусове осадження краплин робочої рідини пестицидів на оброблювану поверхню штучним повітряним потоком. Недоліком такого способу є те, що останній захищає факели краплин від природного вітру шляхом безпосередньої дії на факели рідини, що, по-перше, викривляє геометрію цих факелів, порушуючи загальний характер і рівномірність розподілу рідини на ширині захвату обприскувача, а, по-друге, цей характер залежить від сили і напрямку вітру. У зв'язку з цим в ІМА АПВ НААН провели дослідження по створенню пристосування до обприскувачів польових культур, що мінімізує негативний вплив вітру на якість виконання цього процесу шляхом використання штучноствореної повітряної завіси навколо факелів розпиленої рідини.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженню способів і технічних засобів для мінімізації негативної дії вітру на процес обприскування польових культур присвячено праці ряду авторів [1-3]. Проти вони вивчали можливість протидії вітру шляхом примусового осадження краплин отрутохімікатів, коли на факели останніх діють штучним повітряним потоком, створеним вентилятором, і які при всіх їх перевагах над звичайними гідравлічними обприскувачами мають той недолік, що штучний повітряний потік захищає факели краплин шляхом безпосередньої дії на останні, який викривляє їх геометрію, порушуючи загальний характер і рівномірність розподілу робочої рідини на ширині захвату обприскувача. Технічній реалізації цього способу також було присвячено ряд вітчизняних і закордонних патентів [4, 5]. Проте ці

дослідження не вирішували основної проблеми - безпосереднього усунення дії вітру на факели розпилених засобів захисту рослин і виникла ідея по реалізації цього напрямку шляхом створення повітряної завіси навколо факелів.

Мета досліджень. Підвищення ефективності обприскування польових культур і економії ЗЗР шляхом застосування повітряної завіси навколо факелів їх розпиленого розчину.

Результати досліджень. Реалізація поставленої мети пояснюється рисунком 1.

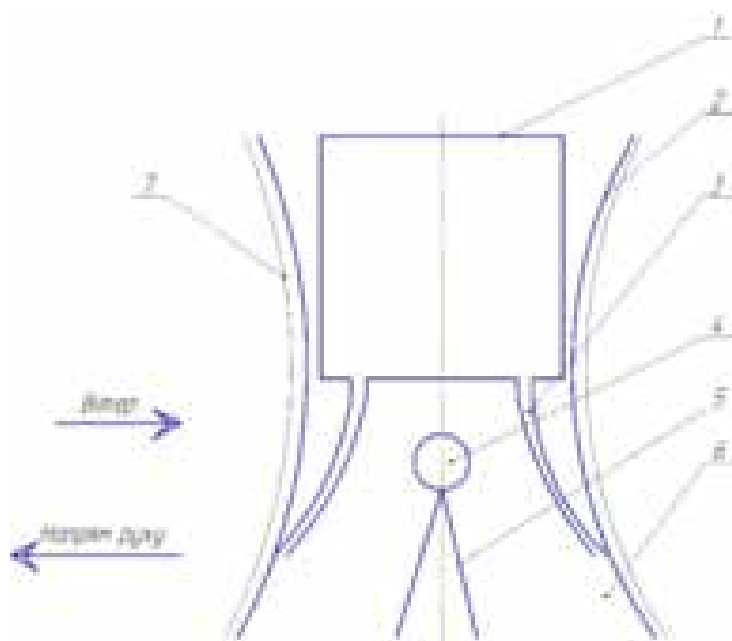


Рис. 1. Схема роботи повітряної завіси: 1 – пневмоканал; 2 – захисний екран; 3 – сопло; 4 – штанга з робочою рідиною; 5 – факел робочої рідини; 6 – факел повітря із сопла; 7 – струмінь від вітру

Принцип дії повітряної завіси полягає у тому, що під час роботи пристосування до обприскувача, із штанги 4 якого під тиском розпилюються факели 5 робочої рідини, а по обидва боки від останнього з пневмоканалу 1 під тиском із сопел 3 виходять факели повітря 6, які у верхній частині закриті захисним екраном 2 і не дозволяють вітру викривляти факели повітря із сопел. Крім того, у разі виникнення вітру та частина його потоку 7, що набігає на захисний екран, сходять по останньому донизу, об'єднуються із факелами повітря із сопел, підсилюючи дію останніх, і перешкоджає потокам вітру викривляти факели робочої рідин. При русі обприскувача цей ефект буде підсилюватися ще й за рахунок набігаючого потоку повітря, що виникає через рух обприскувача. Таким чином, орієнтовно до швидкості повітря із сопел в середньому 26 м/с може добавитися до 10 м/с від дії вітру і 4 м/с від лобової дії навколишнього

повітряного середовища, що виникає за рахунок поступального руху обприскувача.

На основі результатів досліджень було розроблено та виготовлено пристосування до обприскувача для створення повітряної завіси (рис. 2), яке з метою економії матеріальних ресурсів мало ширину захвату 3 м.



Рис. 2. Загальний вигляд пристосування до обприскувача.

Проведеними лабораторно-польовими дослідженнями підтверджена можливість з допомогою повітряної завіси навколо факелів робочої рідини майже удвічі (до 10 м/с) збільшити допустиму швидкість вітру за обприскування польових культур. З допомогою облікових карток установлені залежності щільності покриття краплинами поверхні, що обприскується, від швидкості і напрямку вітру. Нормативна щільність покриття (30 краплин на см²) забезпечується за найнесприятливого (лобового) напрямку вітру швидкістю до 10 м/с. Для нормативної протидії повітряної завіси негативному впливу бокового вітру по боках пневмоканалу необхідно встановлювати по одному додатковому ряду сопел з інтервалом 50 мм.

Висновки. Шляхом застосування нового способу зменшення негативного впливу вітру на якість обприскування польових культур розроблено та апробовано пристосування до обприскувача для створення повітряної завіси, яке дозволило майже удвічі (до 10 м/с) збільшити допустиму швидкість вітру за виконання цієї операції у порівнянні з кращими аналогами без погіршення якісних показників їх роботи.

Список використаних джерел

1. Барановський О. С. Високоєфективний обприскувач. Вісник аграрної науки. 1999. № 4. С. 8–10.
2. Масло І. П., Барановський О. С. Особливості ефективного використання пестицидів. Техніка АПК. 1995. № 4. С. 9–19.
3. Спосіб примусового осадження краплин робочої рідини при швидкісному обприскуванні рослин : пат. 119457 Україна : А01М7/00 / В. В. Ратушний, В. І. Панасюк ; опубл. 25.09.2017, Бюл. № 18.

4. Штанга опрыскивателя с ветрозащитными устройствами : пат. ВУ № 9714, МПК А01М7/00. № u20130442 / И. С. Крук, В. А. Агейчик, Д. Р. Мальцев, О. В. Гордеенко ; заявитель: Белорусск. гос. аграрн. техн. ун-т ; заявл. 28.05.2013 ; опубл. 30.12.2013. Нац. центр. интеллектуал. собственности, 6 (95), 171.

УДК 631.365

JUSTIFICATION OF TECHNICAL MEANS FOR DRYING RAPESEED

*Haponiuk T., Zabrodotska L.
Lutsk National Technical University*

Statement of problem. Rapeseed remains economically profitable and provides a high level of net profit even with a relatively small harvest. But in order to achieve the desired result, it is necessary to maintain all elements of its cultivation. Particular attention is required for harvesting and post-harvest processing of the crop due to the individual biological and physical-mechanical properties of this crop and chemical composition of seeds.

Based on the analysis of the properties of rapeseed, it is necessary to theoretically and experimentally substantiate and select parameters that would ensure the most efficient and high-quality drying process under various initial conditions.

Analysis of the latest research. A number of scientists have studied drying process of various plant materials and, in particular, dense layer of seed materials [1-4]. However, little attention has been paid to the study of the drying process of rapeseed, which has its own characteristics. Firstly, rapeseed is characterized by uneven seed ripening. Overripe seeds (with a moisture content of 9% and below) easily fall off and are damaged. Secondly, rapeseed has small seeds. This specificity of seeds affects the harvesting, cleaning, drying and storage of the crop. Thirdly, rapeseed seeds contain up to 45–54% oil, which also has its own peculiarity - it consists mainly of oleic acid. High oil affects the stability of seeds and requires its immediate processing. In addition, high-oil seeds are prone to intense respiration, have low moisture absorption capacity, and therefore require special storage and drying conditions.

Drying rapeseed is one of the most labor-intensive and responsible processes in grain drying technology. Wet seeds containing a large percentage of oil and protein have a high risk of spontaneous combustion. It must be dried very carefully, setting the temperature of the heat carrier significantly lower than when drying cereal seeds, since at high temperatures the protein coagulates and dies.

The temperature of the drying agent should not exceed 50 °C. After drying, rapeseed must be cooled to a temperature of 15-20 °C.

The purpose of research - to study kinetics of drying rapeseeds, to improve existing methods and means of drying process, which will allow to determine rational energy-saving parameters of post-harvest processing.

Research results. To study the drying process of rapeseed seeds, a developed laboratory setup was used (Fig. 1). The setup consists of a fan, a heater, a flexible connection, a drying chamber with cassettes for material.

The setup works as follows: atmospheric air is supplied by a fan to the heater, heated to the temperature set by the regulator and supplied by a flexible connection to the drying chamber, in which numbered cassettes with samples are installed one above the other. The drying agent moves through the cassettes with rapeseed samples installed in the specified sequence from the bottom up, ensuring the implementation of the counter-current method



Fig. 1. Installation for studying the drying process of rapeseeds

For drying, samples of material with a known initial humidity and mass were poured into the cassettes. Drying was carried out for an initial relative humidity of 11% and 15.5% at a CA temperature of 60-65°C and 45-50°C, respectively. At equal intervals, the values of the mass of the material in the cassette were recorded, according to which the humidity was determined and graphs of the change in humidity over time were constructed (Fig. 2).

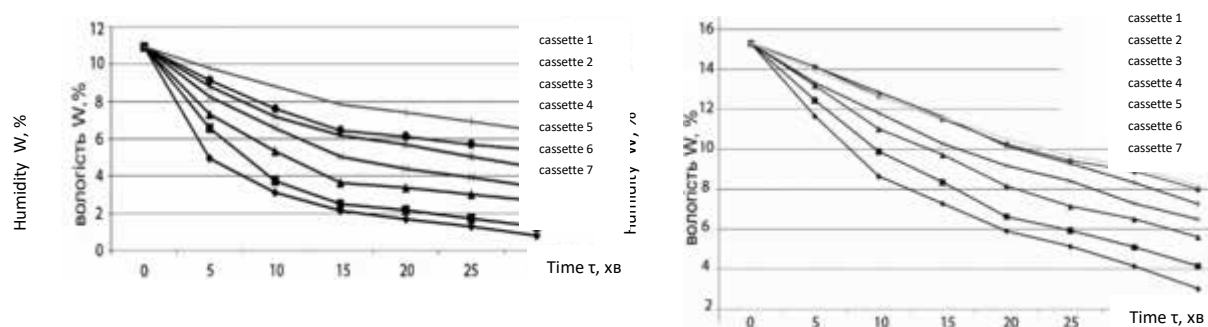


Fig. 2. Change in seed moisture during drying in a pilot plant at a drying agent temperature of 60-65°C and 45-50°C, respectively.

To increase the intensity of heat and moisture exchange, it is necessary to ensure mixing of the grain layer and to avoid the occurrence of stagnant

zones during drying. Layers of material in the dryer, having different porosity and density, have different aerodynamic resistance, and, accordingly, are ventilated with different intensity. Taking into account the results of theoretical and experimental studies of the process of drying bulk materials [5, 6], the design of a rotary dryer is proposed (Fig. 3). The dryer contains a drying chamber located on a frame, a fan, an electric heater and a loading auger. Inside the drying chamber there is a perforated surface twisted in a spiral. This allows for precise control over the time the material spends in the drying zone by selecting the rotation frequency of the spiral. This technology is especially suitable for drying rapeseed seeds themselves, due to their physical, mechanical and thermal properties.

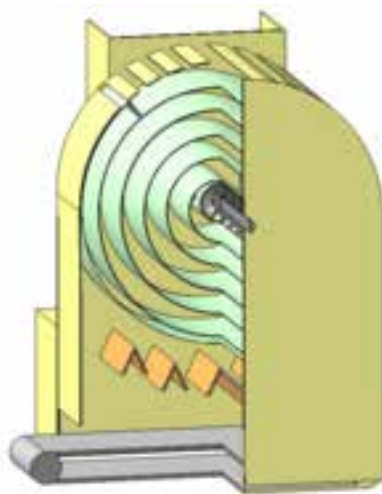


Fig. 3. Scheme of rotary dryer for rapeseeds.

Conclusion. As a result of the research, experimental dependencies of changes in the moisture content of rapeseeds from the moment of action of the drying agent for different temperatures and initial moisture content of rapeseeds were obtained.

The proposed design of the dryer eliminates the main disadvantages of rapeseed dryers - uncontrolled time of material stay in the drying zone. In addition, the presence of a spiral perforated base allows to loosen and loosen the layer of material in the drying zone. Increase the area of contact of the material with the drying agent and thereby increase the efficiency of its energy potential, intensify the drying process.

The design of the dryer allows for the development and application of energy-saving methods for drying rapeseed. This can be achieved by selecting rational dryer parameters, including the spiral pitch and drum rotation frequency.

References

1. Dudarev I., Kirchuk R. Bulk materials separation process simulation in spiral separator// INMATEH - Agricultural Engineering (2017) 53(3), Bucharest. p. 57-64.

2. Anatolii Spirin, Ihor Tverdokhlib, Ihor Kupchuk, Julia Poberezhets. Substantiation of energy efficient regimes of drying products fractional processing of alfalfa. Engineering Energy Transpo (2021), DOI: 10.37128/2520-6168-2021-2-15

3. B. Kotov, R. Kalinichenko, S. Stepanenko, Yu. Pantzyr. Mathematical modeling of grain cooling in bunker systems with radial air distribution. No. 27 (2023): Bulletin of Lviv National Environmental University. Agroengineering Research / Machines, Processes and Systems Simulation in Agro Engineering.

4. B. Kotov, R. Kalinichenko, V. Hryshchenko. Mathematical Model of Heat Pump Cooling System of Material After Drying and Heat Treatment. Published in National Interagency... (2021), Engineering, Materials Science. DOI:10.32515/2414-3820.2021.51.3-14

5. Volodymyr Didukh, Ruslan Kirchuk, Andriy Yaschuk. Modeling of motion of material on the surface of spiral activator in bulk materials dryer. TEKA. Commission of motorization and power industry in agriculture. (2013) 15(4) MOTROL - p. 140-146.

6. Dudarev I., Zabrodotska L., Kirchuk R., Taraymovich I. Reasoning of parameters of roller with spiral groove of flax pulling mechanism/INMATEH-Agricultural engineering.(2014)42(1)/,Bucharest p.49-54.

УДК 631.3

РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ ПНЕВМОМЕХАНІЧНОГО ВИСІВНОГО АПАРАТА ТОЧНОГО ВИСІВУ

Васильковська К. В.

Центральноукраїнський національний технічний університет

Ференц Р. В.

Луцький національний технічний університет

При вирощуванні будь якої сільськогосподарської культури однією з найважливіших технологічних операцій є процес її посіву. Саме посів є початком закладки наступного якісного урожаю. Під час виконання даного технологічного процесу найважливішими факторами є: формування посівного ложа, глибина закладання насіння, закривання та ущільнення посівної борозни, рівномірне розташування насіння в рядку та дотримання норми посіву щодо рівномірного розподілу площі живлення рослин. А також, не менш важливим є дотримання оптимальних термінів посіву, які для деяких культур є, нажалдь, дуже стислими, що примушує

використовувати більш широкозахватні сіваки та суттєво збільшувати швидкість посіву.

Тому в сучасному сільському господарстві для максимального забезпечення виконання усіх якісних показників при посіві використовують просапні сівалки, в тому числі для висівання ріпаку, сої та пшениці.

Використання просапних сівалок на відміну від сівалок суцільного посіву дає можливість максимально витримати усі технологічні умови при посіві. Але основною перевагою даних сівалок є можливість здійснювати точний висів насіння кожного рядка, дотримуючись заданої відстані між насінинами в рядку та шахоподібному висіву насінин між суміжними рядками для забезпечення рівномірної площі живлення рослин (до прикладу, сівалка Kverneland Monopill). Нажаль, для сівалок точного висіву обмежуючим фактором була швидкість посіву. При збільшенні швидкості посіву падала якість рівномірної розкладки насіння у рядку.

Найбільш розповсюдженими висівними апаратами у просапних сівалок на сьогоднішній день є дискові висівні апарати, вакуумного або надлишкового тиску. В основі даних апаратів лежить висівний диск, в котрого за діаметром (з відповідним кроком) розміщені отвори, як правило круглого перерізу, діаметр яких відповідає фракції посівного матеріалу. Насіння, в залежності від типу висівного апарату, притискається (при надлишковому тиску у висівній камері), або присмоктується (у випадку з вакуумним принципом роботи) до комірки диска. Після чого транспортується диском до скидання в насіннепровід.

Враховуючи той факт, що насінина в основному має не правильну геометричну форму і через це до однієї комірки на диску може потрапляти декілька насінин (при посіві може утворювати фактор двійників) у висівному апараті передбачений механізм скидання зайвого насіння (двійників). Його завдання залишати по одній насініні в кожній окремій комірці диска. Досить часто, є можливим ефект, коли до комірки у висівному диску взагалі не потрапляє жодної насініні. Такий ефект називається пропуском у висіваючому рядку, що приводить до зниження норми висіву насіння в порівнянні до заданої і, тим самим, зниження урожайності.

Взявши до уваги проблему утворення пропусків при висіванні сільськогосподарських культур сівалками точного висіву дискового типу було запропоновано конструкцію висівного диска (рис. 1), а також скидач двійників до даного висівного диска. Особливість конструкції даного диска полягає в тому, що окрім комірки для насініні, розміщений ще поздовжній отвір, котрий з високою ймовірністю буде заповнений хоча б однією насініною, що в свою чергу значно знижує відсоток пропусків при посіві. При потраплянні до поздовжнього отвору декількох насінин спрацьовує скидач двійників, котрий направляє тільки одну насініну до комірки у висівному диску, тим самим забезпечує не утворення двійників при посіві.

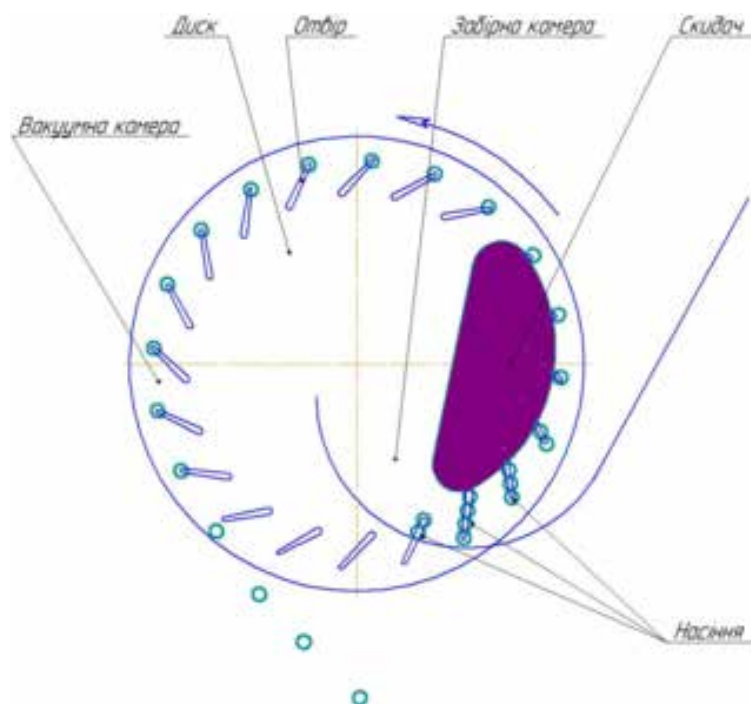


Рис. 1. Схема висівного диску та скидача двійників

Запропонована конструкція висівного апарату сівалки точного висіву надасть можливість кращого розташування насіння в рядку із дотримання норми посіву щодо рівномірного розподілу площі живлення рослин. Крім того, конструкція висівного апарату дозволить збільшити швидкість роботи посівного агрегату, що в свою чергу збільшить продуктивність операції.

Список використаних джерел

1. Сисолін П. В. Сільськогосподарські машини: Теоретичні основи, конструкція, проектування. – Кн. 1: Машини для рільництва. / [Сисолін П.В., Сало В.М., Кропівний В.М.]; за ред. Черновола М.І. – К. : Урожай, 2001. – 384 с.
2. Нові конструкції ґрунтообробних та посівних машин / [Бойко А.І., Свіренє М.О., Шмат С.І., Ножнов М.М.]. – К., 2003. – 206 с.
3. Сисолін П.В. Висівні апарати сівалок / П.В. Сисолін, М.О. Свіренє. – Кіровоград, 2004. – 160 с.
4. Сучасні тенденції розвитку конструкцій сільськогосподарської техніки / [В.В. Адамчук, Г.Л. Баранов, О.С. Барановський та ін.]; за ред. В.І. Кравчука, М.І. Грицишина, С.М. Ковалю. – К.: Аграрна наука, 2004. -396 с.
5. Vasylovskaya K.V., Leshchenko S.M., Vasylovskiy O.M., Petrenko D.I. (2016) Improvement of equipment for basic tillage and sowing as initial stage of harvest forecasting. INMATEH - Agricultural Engineering, 50(3). 13-20.
6. Mostipan M.I., Vasylovskaya K.V., Andriienko O.O., Reznichenko V.P. (2017) Modern aspects of tilled crops productivity forecasting. INMATEH - Agricultural Engineering, 53(3). 35-40.

7. Васильковська К.В., Васильковський О.М., Мороз С.М. Польові випробування секції пневмомеханічної сівалки з запропонованим висівним апаратом. Збірник наукових праць Луцького національного технічного університету: Сільськогосподарські машини, Луцьк: - ЛНТУ. – 2015. Вип. 32. С. 32-36.

УДК 631.3

НАУКОВО-ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОГО ВИКОРИСТАННЯ САПРОПЕЛІВ У РОСЛИННИЦТВІ

Цизь І. Є.

Луцький національний технічний університет

Альтернативою обмеженого ресурсу традиційних органічних добрив уже багато років науковці вважають сапропель. Результати досліджень вказують, що сапропелі загалом є екологічно чистою орґано-мінеральною сировиною, яка вдосконалює і покращує структуру ґрунту, а також слугує якісним джерелом поповнення гумусу [1, 2, 3, 4]. Завдяки вмісту у сапропелях речовин, що мають радіопротекторні, акумулятивні, транспортні, регульовальні та фізіологічні властивості, вони рекомендовані до застосування на техногенно та радіаційно-забруднених територіях [4, 5, 6]. Потенціал покладів сапропелів загалом по Україні становить понад 91 млн. т. [5, 7].

Але суттєвою перешкодою до широкого використання сапропелю є низька концентрація сухої речовини у покладах. Так вологість добутого сапропелю, залежно від застосовуваних засобів для добування, коливається для органічного його типу у межах 92-98 % [8]. А за використання гідромеханізованих технологій добування концентрація сухої речовини у пульпі не перевищує 1 % [5]. За таких умов ефективне використання сапропелю у якості добрив може бути забезпечене лише комплексним науковим підходом до обґрунтування технологічних та технічних рішень для його добування, обробки та внесення.

Тому метою дослідження є підвищення енергетичної, технологічної та екологічної ефективності добування, обробки та внесення сапропелю на основі науково обґрунтованих конструктивних та технологічних рішень.

Проведений системний аналіз принципу роботи та конструкцій засобів для добування сапропелю та підводних корисних копалин дозволив запропонувати схему ерліфтного засобу для добування озерних відкладів із пневмо-механічним забірним пристроєм [9]. Особливістю такого засобу є добування покладів природної вологості, що мінімізує витрати на подальшу

обробку сировини. Проведені теоретичні дослідження процесів вертикального руху повітряно-сапропелевої суміші дозволили встановити раціональні межі газовмісту і відносного занурення [10], а також форму корпусу конічного змішувача та теоретичну продуктивність засобу [11]. Експериментальні дослідження підтвердили результати теоретичних досліджень та ефективність від використання енергії стисненого струменя повітря для добування сапропелю сумісно із механічним розпушуючим органом [12, 13].

Класичним способом обробки добутого сапропелю є його зневоднення до вологості 60%. Дослідженнями встановлено, що у добутому сапропелі наявна значна кількість вільної (капілярної) води. Даний вид води має найменший енергетичний зв'язок та може бути виділений методом стискання [14]. Проведені дослідження стисканням зразків органічного сапропелю у компресійній установці виявили, що за зусилля 80-100 кПа протягом 22-26 с можна знизити їх вологість із 94 % до 72-74 % [8]. Тому механічне стиснення доцільно використовувати, як попередній етап до зневоднення у геотубах, що забезпечить зростання виходу твердої речовини із одиниці об'єму геотуба до 5 разів. Також сапропель вологості 72-74 % може успішно використовуватись для виготовлення органічних ферментованих та вологоутримуючих добрив.

До альтернативних способів обробки сапропелю природної вологості належить виготовлення на його основі гумінових органо-мінеральних добрив (ГОМД). Дослідженнями встановлено, що для екстрагування гумінових кислот найефективніше використовувати щойно добутий сапропель, що не зазнав процесу окислення киснем повітря та не втратив біологічної активності [15]. Якість процесу екстрагування залежить від інтенсивності перемішування реагенту (розчин лугу чи кислоти) із сапропелем. Високу інтенсивність перемішування забезпечує диспергатор-змішувач із обертовим ротором [16]. Проведені вегетаційні дослідження впливу ГОМД виготовлених у вказаному диспергаторі виявили позитивний їх вплив на ріст редьки олійної [17].

Для надання сапропелю вологістю 92-96 % властивостей, які забезпечують механізоване внесення робочими органами існуючих машин для внесення твердих органічних добрив його доцільно змішувати із доступними органічними наповнювачами. Такими органічними наповнювачами може бути січка соломи злакових культур, деревна тирса, подрібнена солома льону тощо. Результати експериментальних досліджень закономірності перерозподілу води від таких органічних добрив до шарів ґрунту вказують на можливість використання сапропелю природної вологості для формування поживного шару із додатковим запасом води. Формування шару добрив із підвищеною вологістю у ґрунті за умов вирощування сільськогосподарських культур широкорядного способу

посадки (посіву) доцільно модернізованими розкидачами органічних добрив [18].

Наведені дослідження дозволяють забезпечити ефективне використання сапропелю у рослинництві, а також вирішити проблему відновлення евтрофних озер. Завдяки цьому ведення сільськогосподарського виробництва буде переведено на бігеоценотичну основу з метою максимального наближення до законів функціонування природніх екосистем та дасть можливість зберегти родючість ґрунтів.

Список використаних джерел

1. Grantina-Ievina L., Karlsons A., Andersone-Ozola U., Ievinsh G. Effect of freshwater sapropel on plants in respect to its growth-affecting activity and cultivable microorganism content. *Zemdirbyste-Agriculture*, 2014, 101(4), pp. 355-366.

2. Edesi, T. Kangor, V. Loide, R. et al. Effects of lake sediment on soil chemical composition, dehydrogenase activity and grain yield and quality in organic oats and spring barley succession. *Agronomy Research*, 2020, 18(3), pp. 2022-2032.

3. Skrylnyk I., Hetmanenko V., Xiao Y. et al. Sorption ability of soil improvers based on sapropel and biochar to mineral fertilizer nutrients. *Earth and Environmental Science* 792, 2021, 012006. 7 p.

4. Цизь І.Є., Хомич С.М., Сацюк В.В. Агро-екологічні аспекти добування та використання сапропелю. *Сільськогосподарські машини*, 2021, 47, с. 37-45.

5. Шевчук М.Й. Сапропелі України: запаси якості та перспективи використання. Луцьк: Надстир'я, 1996, 383с.

6. Angelova V.R., Ivanov K.I., Krustev S.V. Effect of phosphorous, organic and sapropel amendments on lead, zinc and cadmium uptake by triticale from industrially polluted soils. *Proceedings of the Annual International Conference on Soils, Sediments, Water and Energy*, 2008, Vol. 13, Article 20.

7. Дем'янюк О.С., Коніщук В.В., Мусич О.Г. та ін. Аналіз запасів сапропелю в Україні як альтернативної сировини органічних добрив. *Збалансоване природокористування*, 2022, № 2, с. 73-84.

8. Tsiz I., Khomych S., Didukh V., Yukhymchuk S. Study of dehydration of organic sapropel by compression method. *22nd International Scientific Conference Engineering for Rural Development*. Jelgava, 24.-26.05.2023, pp 173-178.

9. Пат. 124535 України, МПК E02F 3/08. Забірний пристрій / Хомич С.М., Цизь І.Є., Павлік В.А., Крочук М.О. - № у 2017 11384; Заявл. 20.11.2017; Опубл. 10.04.2018, Бюл. № 7, 4 с.

10. Хомич С.М., Цизь І.Є., Артинюк С.Б. Фізична модель пневматичного пристрою (ерліфта) для добування сапропелю. *Сільськогосподарські машини*, Вип. 21, Том. II, 2011, с. 166-172.

11. Цизь І.Є., Хомич С.М. Моделювання руху повітряного потоку в середовищі сапропелю. Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті, 2014, №2, с. 138-146.

12. Tsiz' I. Homich S. Experimental research of working process of pneumatic intake device for sapropel extraction. INMATEH – Agricultural Engineering, Vol. 40, № 2, 2013, pp. 67-72.

13. Tsiz I., Khomych S., Satsiuk V., Tarasyuk V. Research of the air flow form in the intake device for sapropel extraction. INMATEH – Agricultural Engineering, 2022, Vol. 69, №1, pp. 305-314.

14. Дідух В.Ф., Цизь І.Є., Грабовець В.В. Дослідження кінетики сушіння сапропелю. Вісник львівського державного аграрного університету: агро інженерні дослідження, № 8, 2004, с. 122-128.

15. Цизь І., Величко В. Дослідження впливу способу обробки на виділення гумінових кислот із сапропелю. Вісник Львівського аграрного університету: Агрономія, 2007, №11, с. 469-474.

16. Пат. 30412 України, МПК B01F9/00. Змішувач безперервної дії / Цизь І.Є., Величко В.Л. - № у 200712181; Заявл. 05.11.2007; Опубл. 25.02.2008. Бюл. №8, 2 с.

17. Цизь І.Є., Хомич С.М., Голій О.В. Результати дослідження впливу гуматів сапропелю на ріст редьки олійної. Сільськогосподарські машини: Зб. наук. статей, 2019, Вип. 42, с. 112-121.

18. Didukh V., Tsiz I., Satsiuk V., Khlopetscyi R.. Research in processes and machines for local strip application of moisture-holding organic fertilizers. 23rd International Scientific Conference Engineering for Rural Development. Jelgava, 22.-25.05.2024, pp. 212-219.

УДК 631. 313

МОДЕЛЮВАННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ПРУЖНОГО СТОЯКА З РЕГУЛЯТОРОМ ЖОРСТКОСТІ

*Козаченко О. В., Волковський О. М.
Державний біотехнологічний університет*

Застосування у сучасних технологіях виробництва сільськогосподарських культур ґрунтообробних знарядь з дисковими робочими органами зумовлює наукове обґрунтування їх конструктивно-технологічних параметрів задля підвищення якості підготовки поверхневого шару ґрунту до посіву та оптимізації витрат енергії на виконання роботи. При цьому найбільш привабливими, з точки зору

ефективності виконання процесу обробітку ґрунту, є дискові знаряддя із індивідуальним кріпленням робочих органів на пружних стояках. Як показує практика, такий технічний підхід надає низку переваг [1]. Сучасні дослідження [2, 3] вказують на те, що головною проблемою, з якою стикаються пружні робочі органи, є їхня стійкість по глибині. Розв'язання цієї проблеми передбачає аналіз вимушених коливань нелінійної системи під впливом квазіперіодичної сили. При цьому важливо враховувати особливості взаємодії робочого органу на пружному стояку з ґрунтом, зокрема, змінну геометрію робочого органу та вплив періодичності сколювання ґрунту при використанні пружних стояків.

Мета досліджень. Провести тривимірне моделювання напружено-деформованого стану пружного стояка розробленого дискатора з регулятором жорсткості і обґрунтувати діапазони раціональних конструктивних параметрів.

Запропонований дискатор [4] включає раму, до якої кріпляться сферичні диски на окремих пружних стояках складної просторової форми, яка забезпечує встановлення диска з одним кутом атаки та кутом нахилу у вертикально-повздовжній площині. Пружні стояки в місці кріплення обладнані пружними регульовальними пластинами жорсткості аналогічної кривизни з можливістю їх сумісного кріплення до рами дискатора. Додатково встановлені клиноподібні вставки для забезпечення кута повороту стійки відносно вертикальної вісі. При постановці задачі теоретичних досліджень використано результати попередніх досліджень [5]. При вирішенні задачі прийнято, що на диск діють проєкції сили опору ґрунтового середовища F_x , F_y , F_z і вага навантаження з боку рами ґрунтообробного знаряддя – $F_p = 500$ Н. Для аналітичного рішення, застосовано чисельне моделювання в програмному пакеті SOLIDWORKS Simulation в режимі лінійної динаміки випадкового коливання [6, 7]. Для демонстрації результатів прийнято наступні геометричні параметри дискового робочого органу на пружному стояку: $R_1 = 80$ мм; $R_2 = 150$ мм; $L = 400$ мм, $\delta = 10$ мм, $b = 90$ мм. Кути атаки диска $\alpha = 15^\circ$, укоса диска $\gamma = 15^\circ$, встановлення регульовальної пластина жорсткості $\beta = 60^\circ$, клиноподібної вставки $\theta = -10^\circ$, другого згину стояку $\psi = 140^\circ$. В програмному пакеті SOLIDWORKS Simulation складено відповідний фізико-математичний апарат, який оцінює пікову реакцію системи в стаціонарному стані на гармонійні навантаження. Проведений аналіз коливання стояка дозволив обрати критерії оцінки: значення максимальної абсолютної деформації стояка в місці кріплення диска ΔL_1 і частини рами знаряддя ΔL_2 ; значення максимальних напруженостей на вигинах стояка і регулятора жорсткості σ_{R2} , σ_{R1} ; частоти власних коливань стояка в трьох напрямках ω_x , ω_y , ω_z ; запропоновано проводити чисельне моделювання за трьома етапами: перший етап із конструктивними параметрами R_1 (60–140 мм), R_2 (120–200 мм), L (300–500 мм), ψ (100–160 °); другий етап із

конструктивними параметрами b (80–130 мм), δ (8–16 мм); третій етап із конструктивними параметрами α (0–30 °), γ (0–30 °), β (10–50 °), θ (–10–10 °). За результатами чисельного моделювання в програмному пакеті SOLIDWORKS Simulation отримано візуалізацію зміни розподілу абсолютної деформації і напруженості пружного стояка з часом та його амплітудно-частотну характеристику колювання. В результаті обробки отриманих даних отримано залежності зміни значень максимальної абсолютної деформації пружного стояка в місці кріплення диска ΔL_1 і частини рами знаряддя ΔL_2 та максимальних напруженостей на вигинах стояка і регулятора жорсткості σ_{R2} , σ_{R1} від геометричних розмірів стояка R_1 , R_2 , L , ψ , b , δ , кутів атаки і укоса диска α , γ , кута встановлення регулювальної пластина жорсткості θ та кута другого згину стояка ψ та обґрунтувані раціональні параметри геометричних розмірів пружного стояка $R_1 = 107$ мм, $R_2 = 152$ мм, $L = 421$ мм, $\psi = 125^\circ$, $b = 109$ мм, $\delta = 14$ мм та конструктивні параметри його розміщення у просторі $\alpha = 9,7^\circ$, $\gamma = 15^\circ$, $\beta = 31,8^\circ$, $\theta = 5,2^\circ$.

Список використаних джерел

1. Теслюк Г. В., Волик Б. А., Сокол С. П., Кобець О. М., Семенюта А. М. (2016). Ґрунтообробні агрегати на основі дискових робочих органів: монографія. ДДАЕУ. 144 с.
2. Шевченко І. А. (2016) Керування агрофізичним станом ґрунтового середовища. К.: Видавничий дім «Вініченко». 320 с.
3. Шевченко І. А. (2003). Обґрунтування технологій та технічних засобів для обробки ґрунтів на базі їх агрофізичних показників. Дис... докт. техн. наук: 05.05.11. Таврійський державний агротехнологічний університет. 403 с.
4. Козаченко О. В., Бакум М. В., Волковський О. М., Крекот М. М. (2023). Патент України на корисну модель 153663. Дискатор. МПК (2023.01) A01B 23/00, A01B 23/06 (2006.01). Заявник: Державний біотехнологічний університет, № у 2023 00183. Заявл. 19.01.2023. Опубл. 09.08.2023, бюл. № 32.
5. Козаченко О. В., Сєдих К. В., Волковський О. М. (2020). Фізико-математична модель взаємодії диска з ґрунтом. Інженерія природокористування, 2 (16): 69–77. DOI: 10.37700/enm.2020.2(16). С. 69-77.
6. Алієв Е. Б. (2023). Чисельне моделювання процесів агропромислового виробництва: підручник. Київ: Аграрна наука, 340 с. ISBN 978-966-540-584-9. DOI: 10.31073/978-966-540-584-9.
7. Kobets A., Aliiev E., Tesliuk H., Aliieva O. (2023). Simulation of the interaction between the working bodies of tillage machines and the soil in Simcenter STAR-CCM+. Machinery & Energetics, 14 (1), 9–23. DOI: 10.31548/machinery/1.2023.09.

УДК 631. 362

РУХ НАСІННЯ У МІЖДЕКОВОМУ ПРОСТОРІ ВІБРОФРИКЦІЙНОГО СЕПАРАТОРА

Козаченко О. В., Піх Є. О.

Державний біотехнологічний університет

Багаторічний досвід післязбирального обробітку насіннєвого матеріалу (НМ) сільськогосподарських культур вказує на ефективність застосування у технологічних лініях віброфрикційних сепараторів (ВФС), які забезпечують розділення компонентів за комплексом фізико-механічних властивостей: форми, пружності і фрикційних властивостей [1]. Робочим органом таких сепараторів є фрикційні поверхні (деки), змонтовані в блоки, які встановлюються на рамі сепараторів з певним зазором між ними та відповідним кутом поперечного та повздовжнього нахилу до горизонту. При цьому задана ефективність процесу сепарації забезпечується за умови реалізації відривного режиму роботи сепараторів, що зумовлює врахування, крім конструктивно-режимних параметрів, додаткових чинників впливу на якість протікання технологічного процесу, зокрема, впливу утворюваного повітряного потоку у міждековому просторі сепараторів [2]. Це визначає доцільність подальшого вивчення технологічного процесу вібросепарації на основі математичної моделі руху частинок насіннєвої суміші в повітряному потоці у міждековому просторі ВФС.

Відомі наукові праці [1, 4] містять результати впливу параметрів повітряного потоку на ефективність роботи ВФС. Базуючись на встановлених припущеннях щодо уявлення повітря у вигляді ідеального газу, насіння – у вигляді об'ємного твердого тіла встановленої форми, робочої поверхні – як шорховатої нахиленої площини, науковцями проаналізовано вплив фізико-механічних і геометричних характеристик компонентів НС, геометричних характеристик робочих поверхонь, вертикального зазору між робочими поверхнями і амплітудою їх коливань на рівень впливу аеродинамічного фактору щодо якості розділення НМ. Математичним моделюванням робочого процесу встановлено, що тангенційна складова швидкості повітря між поверхнями блоку ВФС збільшується при зростанні амплітуди коливань та відстані між деками у пакетах. Авторами встановлено, за амплітудою зростання швидкості лінійний характер – має місце приріст при збільшенні амплітуди коливань робочого органу ВФС. Стосовно обрання зазору між деками сепараторів спостерігається нелінійне зростання. Дослідниками, зокрема в [4], створено динамічну модель вібраційного безвідривного руху компонентів НМ по робочому органу сепаратора, але, як відомо, найбільший вплив швидкість повітря має місце при відривному режимі руху насіння у міждековому

просторі ВФС.

Завданням даного дослідження було виконати теоретичний аналіз руху насіння в міждековому просторі ВФС із урахуванням впливу повітряного потоку та виявити раціональні інтервали варіювання його конструктивно-режимних параметрів.

Аналізу руху насіння у міждековому просторі ВФС передбачав розгляд окремих етапів переміщення: політ частинки, стан відносного спокою на робочій площині, ковзання частинки по площині вперед (по відношенню обраної системи координат) або назад. Такий підхід пов'язаний з тим, що діючі на частинку сили в польоті і в проміжку контакту її з робочою площиною є різними, то й диференціальні рівняння польоту та безвідривного переміщення її по робочому органу ВФС також будуть різними. Крім того, рівняння ковзання насіння по фрикційній поверхні сепаратора вперед-назад і стан відносного спокою також мають свої особливості.

Для визначення стану насіння після зіткнення з площиною використано гіпотезу Ньютона відновлення нормальної швидкості, гіпотезу в'язкого тертя, тобто, якщо нормальна складова швидкості при ударі менше певної критичної величини, то частинка приймається абсолютно не пружною і її нормальна швидкість після удару дорівнює нулю. Така критична швидкість названа «швидкістю прилипання». Для випадку, коли нормальна швидкість частинки при ударі більше швидкості прилипання, то нормальна швидкість після удару визначається відповідно до гіпотези Ньютона. Рух насіння по робочій поверхні ВФС реалізовано при наступних установочних параметрах: амплітуда коливань $A = 1 \text{ мм}$; частота коливань $\omega = 200 \text{ с}^{-1}$; похил кута нахилу $\alpha = 5^\circ$; кут спрямованості коливань $\varepsilon = 38^\circ$; зазор між деками $H = 10 \text{ мм}$. Досліджували рух частинки у міждековому просторі ВФС з урахування та без урахування опору повітряного середовища. За результатами проведених теоретичних досліджень встановлено, що для забезпечення заданої точності розділення компонентів НС дрібнонасінних культур доцільним є урахування впливу повітряного потоку, що утворюється у міждековому просторі ВФС. Встановлено що, урахування тільки стаціонарної складової дає уявлення про рух повітряного потоку між деками «в середньому», вплив пульсуючої складової швидкості повітряного потоку між ними для окремих режимів вібраційного переміщення може бути визначальним для якісного протікання технологічного процесу сепарації НМ. За результатами виконаного дослідження встановлено доцільні інтервали зміни конструктивно-режимних параметрів ВФС: збільшення частоти і амплітуди коливань робочого органу зумовлює зростання середньої швидкості руху насіння, максимальна швидкість переміщення частинки досягається в інтервалі зміни параметрів: $A = 1,0-1,7 \text{ мм}$; $\omega = 200-260 \text{ с}^{-1}$, а подальше

збільшення значень цих параметрів призводить до зменшення швидкості вібраційного переміщення компонентів, що є небажаним для якісного протікання технологічного процесу сепарації. При цьому, швидкість переміщення частинки без врахування впливу повітряного середовища має тенденцію до зростання. При швидкості руху робочого органу ($A\omega$) більше 27-30 см/с вплив повітряного середовища призводить до зниження швидкості вібраційного переміщення частинок НМ. Для забезпечення заданої продуктивності процесу швидкість руху робочого органу не повинна перевищувати вищенаведених значень.

Встановлено, що середня швидкість переміщення частинок має тенденцію до зменшення при збільшенні значення похилого кута α нахилу деки, причому при досягненні певного значення кута нахилу, частинка зупиняється, а при подальшому збільшенні α переміщається у зворотному напрямку. Частинка з меншим значенням коефіцієнта миттєвого тертя λ змінює напрямок руху при меншому значенні кута нахилу деки, а з більшим λ – при більшому значенні α . Зокрема, при значенні кута $\alpha = 7,5^\circ$ частинки з $\lambda = 0,076$ мають тенденцію до переміщення вниз деки, а часточки з $\lambda = 0,27$ будуть переміщатися вгору по робочій площині, тобто буде відбуватися процес розділення компонентів НМ. Суттєвий вплив на протікання технологічного процесу мають кут спрямованості коливань робочого органу ВФС та зазор між деками в пакеті. При цьому міра кута спрямованості коливань ε має не такий суттєвий вплив на швидкість переміщення насіння, як амплітуда і частота коливань, збільшення значення кута ε до $35-40^\circ$ забезпечує збільшення швидкості переміщення, а подальше збільшення кута ε призводить до зниження середньої швидкості руху насіння по робочому органу ВФС. Найбільшої продуктивності ВФС можна досягти при використанні значенні кута спрямованості коливань $\varepsilon = 35-40^\circ$. При збільшенні зазору між деками ВФС H від 3 до 6 мм швидкість переміщення має тенденцію до зниження, а при подальшому збільшенні зазору збільшується і після 12 мм залишається постійною. З точки зору швидкості переміщення компонентів НМ по робочій поверхні ВФС зазор між деками в межах 3,5-10 мм є менш доцільним.

Список використаних джерел

1. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин. Очистка і сортування насіння. Т. III, розділ 7. Харків: Око, 2006. 407 с.
2. Козаченко О.В. Обґрунтування ефективності використання віброфрикційного сепаратора при підготовці насіннєвого матеріалу гірчиці / О.В. Козаченко, Е.Б. Алієв, М.В. Бакум, А.Д. Михайлов, М.М. Крекот // Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН, № 31, 2021. С. 1-10.
3. Козаченко О.В. Підвищення посівних властивостей насіння сафлору красивого на вібраційній насіннєочисній машині / О. В. Козаченко, М. В. Бакум, А. Д. Михайлов, М. М. Крекот, О. С. Чала,

О.І.Завгородній // Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. 2023. Вип. 7(38), ч.ІІ. С. 83-89.

4. Anton Nykyforov, Roman Antoshchenkov, Ivan Halych, Victor Kis, Pavlo Polyansky, Vitalii Koshulko, Dmytro Tymchak, Alla Dombrovska, Inna Kilimnik. Construction of a regression model for assessing the efficiency of separation of lightweight seeds on vibratory machines involving measures to reduce the harmful influence of the aerodynamic factor. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2022. ISSN 1729-3774. P 24-34.

УДК 631.331

ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ДОВЖИНИ ТРАЄКТОРІЇ РУХУ ЗЕРНІВКИ ПО ПОВЕРХНІ РОБОЧОГО ОРГАНА ДЛЯ ПОШАРОВОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ

Ратушний В. В., Віртух П. І., Косовець Ю. В.

*Інститут механіки та автоматики агропромислового виробництва НААН
Онищенко В. Б.*

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Постановка проблеми. Проблема пошарової обробки насіння в сільськогосподарському виробництві виникає з необхідності підвищення ефективності використання засобів захисту рослин. Тому сучасні технології знезаражування насіння сільськогосподарських культур для захисту сходів рослин від комплексу шкідливих організмів реалізуються завдяки передпосівній обробці насіння композицією захисно-стимулюючих речовин, що має незаперечні переваги перед внесенням у ґрунт різних препаративних форм пестицидів. Найперспективнішою технологією передпосівної підготовки насіння, де найбільшою мірою проявляються ці переваги, є технологія пошарової обробки насіння сільськогосподарських культур протруйниками, стимуляторами росту, мікроелементами, інокулянтами та іншими захисно-стимулюючими препаратами.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Розробкою технологій і технічних засобів для пошарової обробки насіння захисними та стимулюючими препаратами зараз займаються ряд закордонних фірм, які пропонують свої рецепти щодо пошарового нанесення захисно-стимулюючих препаратів на різноманітне насіння сільськогосподарських культур. Причому, ці рецепти часто відрізняються як за кількістю нанесених шарів препаратів на насіння, так і за черговістю їх нанесення. Для задоволення сучасних вимог до процесу пошарового нанесення

різноманітних препаратів пропонується досить складне обладнання для дражування насіння [1] (фірм CIMBRIA HEID, PETKUS, NIKLAS) із застосуванням ротаційних протруювачів періодичної дії, або у вигляді обладнання для обробки насіння – система G3-1100 DS, яка розроблена фірмою Graham Seed Treating Systems (Канада) для нанесення за допомогою розпилювачів окремих розчинів рідких протруйників та інокулянтів по чергово в безперервному режимі. Оскільки технічні засоби періодичної дії досить складні та енергомісткі, а на обладнанні з неперервним режимом роботи з використанням розпилювачів для дозування робочих розчинів пестицидів робочий процес нанесення суспензій пестицидів здійснюється ненадійно, техніко-економічні показники цих машин характеризуються низькими значеннями.

Мета досліджень. Підвищення ефективності використання пестицидів завдяки обґрунтуванню раціональних режимів роботи робочих органів протруювача для пошарової обробки насіння захисними та стимулюючими препаратами.

Результати досліджень. У запропонованому нами способі та конструкційно-технологічній схемі протруювача [2] для пошарової обробки насіння сільськогосподарських культур захисними і стимулюючими препаратами передбачено використання відповідної кількості розміщених одна над одною змішувальних камер із встановленими в них робочими органами та такої ж кількості дозаторів рідких препаратів, які подають робочі рідини з баків до відповідних змішувальних камер.

Реалізація розроблюваного робочого процесу пошарового нанесення захисних і стимулюючих препаратів на насіння сільськогосподарських культур значною мірою залежить від кінематичного режиму роботи робочого органа, на поверхню якого подаються рідкий препарат та насіння. Для досягнення високої якості пошарової обробки насіння робочі органи мають забезпечити відповідні умови для раціональної взаємодії потоку робочої рідини та зернівок у процесі їхнього сумісного руху по обертових робочих поверхнях, що визначається конструкційно-кінематичними параметрами їх роботи.

Розглянемо рух зернівки, що перекочується по поверхні робочого органа, покритого плівкою робочої рідини товщиною δ (мм), і контактує з рідиною частиною своєї поверхні. У поперечному перетині ця поверхня характеризується довжиною дуги контакту l (мм), яка залежить від геометричної форми й розмірів зернівки та товщини плівки робочої рідини (рис. 1). Для зернівок правильної геометричної форми діаметром d_n (мм), довжина дуги контакту з плівкою робочої рідини заданої товщини δ визначиться за такою формулою:

$$l = d_n \arccos \frac{d_n - 2\delta}{d_n} \quad (1)$$

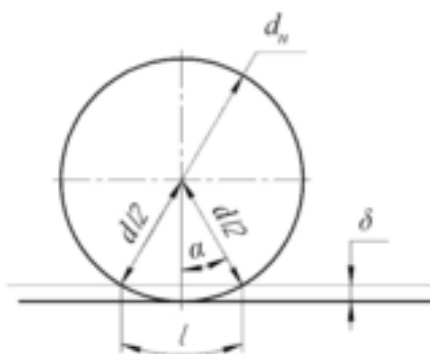


Рис. 1. Схема до визначення довжини дуги контакту зернівки з плівкою робочої рідини

Знаючи довжину дуги контакту l зернівок певного діаметра d_n з плівкою робочої рідини заданої товщини δ , можна визначати мінімально необхідну довжину L (мм) траєкторії руху зернівки по поверхні робочого органа протруювача для забезпечення покриття всієї поверхні зернівки захисними та стимулюючими препаратами в процесі пошарової обробки насіння за таким виразом:

$$L = \frac{\pi d_n^2}{l} = \frac{\pi d_n}{\arccos \frac{d_n - 2\delta}{d_n}} \quad (2)$$

За отриманою вище формулою (2) побудовані графічні залежності мінімально необхідної довжини траєкторії руху зернівки по поверхні робочого органа від товщини плівки робочої рідини та діаметра зернівок (рис. 2).

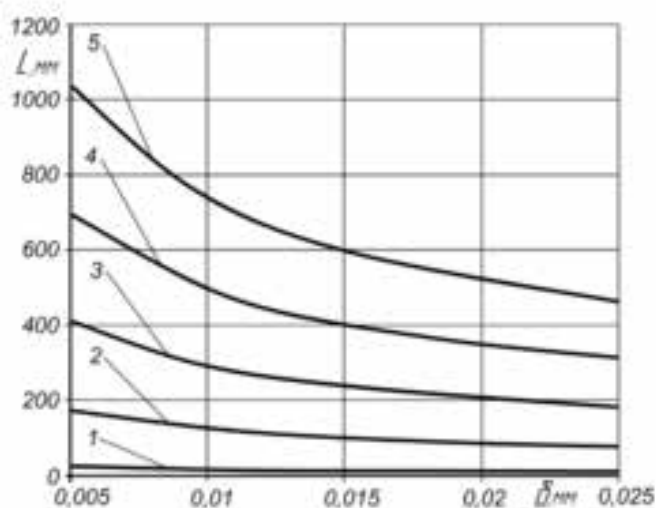


Рис. 2. Залежність мінімально необхідної довжини траєкторії руху зернівки по поверхні робочого органа від товщини плівки робочої рідини:
1 – 5 – діаметр зернівок становить 1; 4; 7; 10; 13 мм, відповідно

З аналізу побудованих залежностей випливає, що мінімально

необхідна довжина траєкторії руху зернівки по поверхні робочого органа зменшується з ростом товщини плівки робочої рідини від 0,005 мм до 0,025 мм та збільшується з ростом діаметра зернівок від 1 мм до 13 мм і знаходиться в межах 10–1035 мм.

Висновки. Отримано графічні залежності мінімально необхідної довжини траєкторії руху зернівки по поверхні робочого органа від товщини плівки робочої рідини та діаметра зернівок і встановлено, що мінімально необхідна довжина траєкторії руху зернівки по поверхні робочого органа зменшується з ростом товщини плівки робочої рідини від 0,005 мм до 0,025 мм та збільшується з ростом діаметра зернівок від 1 мм до 13 мм і знаходиться в межах 10 – 1035 мм.

Список використаних джерел

1. Ратушний В. В., Косовець Ю. В. Пошарова обробка насіння. Пропозиція. 2018. № 9. С. 70–72.

2. Установка для пошаровой обработки семян растений различными жидкими препаратами: патент 131494, Україна, МПК А01С 1/06, А01С 1/08 / В. В. Ратушний, В. К. Мойсеєнко, Ю. В. Косовець ; заявник і патентовласник Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства». № а 201613300 ; заявл. 26.12.2016 ; опубл. 25.01.2019, Бюл. № 2.

УДК 539.413:514.18

ВИЗНАЧЕННЯ ДЕФОРМАЦІЇ S-ПОДІБНОГО СТОЯКА КУЛЬТИВАТОРНОЇ ЛАПИ

Пилипака С. Ф., Хропост В. І.

Національний університет біоресурсів і продовкористування України

Постановка проблеми. На культиваторну лапу діють сили опору при обробі ґрунту. Ці сили змінної величини передаються на стояк, в результаті чого він приймає пульсуюче динамічне навантаження. Стояк це навантаження певним чином згладжує, але це призводить до періодичної зміни форми його пружної осі. В результаті такого пружинення культиваторна лапа частково змінює своє положення, що впливає на напрям входження леза у ґрунт та відхилення її ходу від заданої глибини. Визначення деформації стояка дасть можливість відслідковувати ці відхилення та зробити їх в заданих межах.

Аналіз останніх досліджень. Пружне згинання криволінійної смуги із заданою початковою кривиною її пружної осі розглянуто в праці [1]. В праці

[2] зроблено акцент на особливості розрахунку пружинного елементу регулятора кута атаки культиваторної лапи.

Мета досліджень полягає в розробці аналітичного опису згинання пружної осі S-подібного стояка культиваторної лапи від дії на неї сил опору ґрунтового середовища.

Внаслідок прикладеного моменту до стояка він деформується. Згідно теорії опору матеріалів кривина його осі k_0 визначається із виразу:

$$k_0(s) = \frac{M(s)}{EI}, \quad (1)$$

де $M(s)$ – прикладений момент M до стояка у функції довжини дуги s його пружної осі;

EI – жорсткість стояка. Вона представляє собою добуток моменту інерції I поперечного перерізу смуги на модуль Юнга E .

Оскільки стояк має початкову кривину k_0 пружної осі у вільному стані, то після прикладеного моменту кривина k буде результатом об'єднання цих кривин: $k = k_0 \pm k_0$. Знак перед k_0 залежить від напрямку дії моменту, оскільки він може збільшувати або зменшувати початкову кривину k_0 . Із врахуванням (1) можна записати:

$$k = k_0 \pm \frac{M(s)}{EI}. \quad (2)$$

Момент сили $M(s)$ є добутком сили P на довжину дуги s від точки прикладеної сили P до поточної точки пружної осі. Кривина k є похідною кута α , який утворюється між дотичними на кінцях осі внаслідок її згинання: $k = d\alpha/ds$. Після цього вираз (2) запишеться наступним чином:

$$\frac{d\alpha}{ds} = k_0 \pm \frac{Ps}{EI}. \quad (3)$$

Інтегруванням виразу (3) знаходять закономірність зміни кута α в залежності від довжини дуги s пружної осі. При відомій залежності $\alpha = \alpha(s)$ пружну вісь стояка будують за допомогою чисельного інтегрування наступних виразів:

$$x = \int \cos \alpha(s) ds; \quad y = \int \sin \alpha(s) ds. \quad (4)$$

Розглядалися два варіанти S-подібного стояка (рис. 1).

Дуги 1 мають різний радіус, а дуги 2 – однаковий. Їх довжини підібрані таким чином, що висота H обох стояків однакова. Спочатку визначалася деформація дуг 1 при умовному защемленні в точці B . Кут α визначався за формулою (3) із знаком «–», оскільки внаслідок дії сили опору ґрунту кривина пружної осі дуг зменшувалася. За рівняннями (4) було побудовано нові положення пружних осей нижніх частин стояка (рис. 2).

Аналогічно визначалася деформація верхньої частини стояка, але із знаком «+» у виразі (3) і з врахуванням додаткової дії моменту, який передавався від нижньої частини стояка (рис. 3).

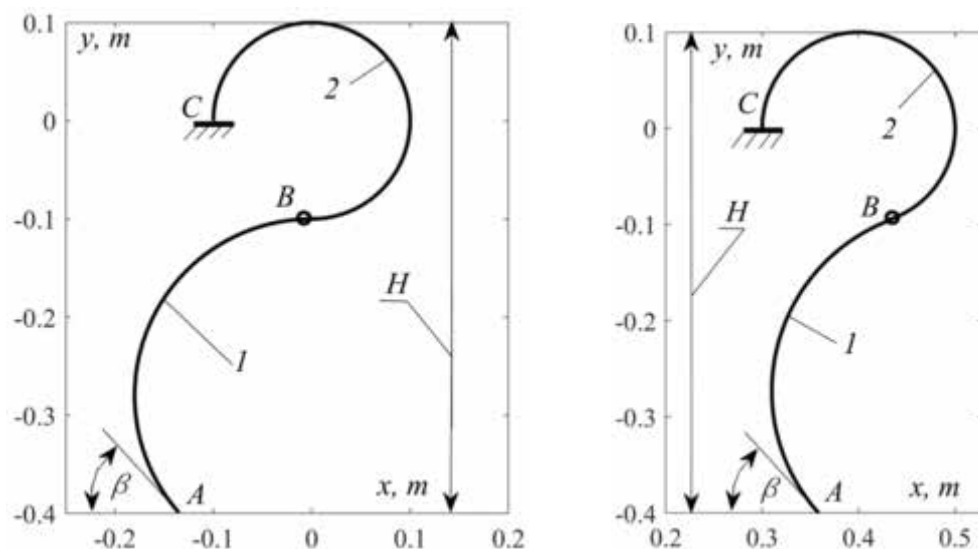


Рис. 1. Два варіанти S-подібного стояка культиваторної лапи

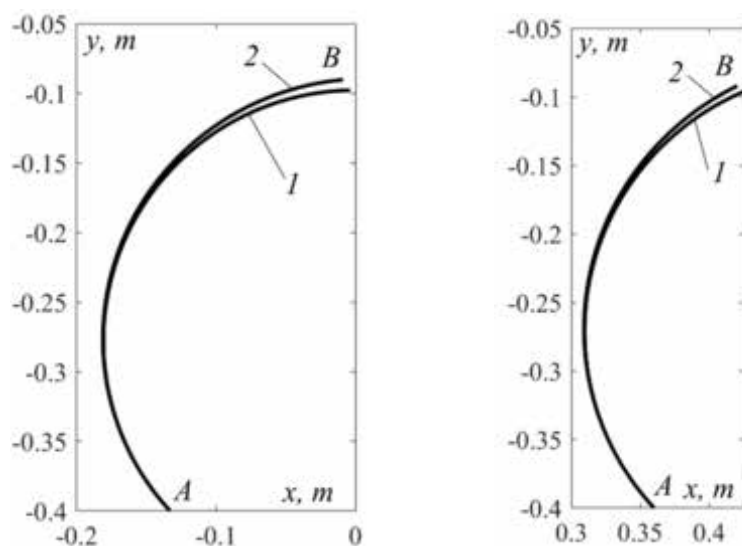


Рис. 2. Пружна вісь нижньої частини стояка (дуга AB) до деформації – 1 і після деформації – 2

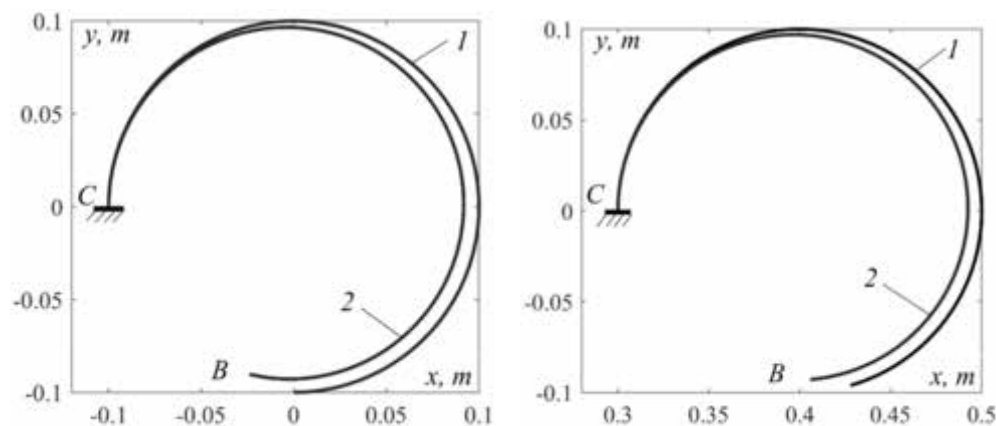


Рис. 3. Пружна вісь верхньої частини стояка (дуга BC) до деформації – 1 і після деформації – 2

Пружні осі верхньої і нижньої частини стояка після деформації з'єднувалися в єдине ціле із спільною дотичною в точці *B* (рис. 4).

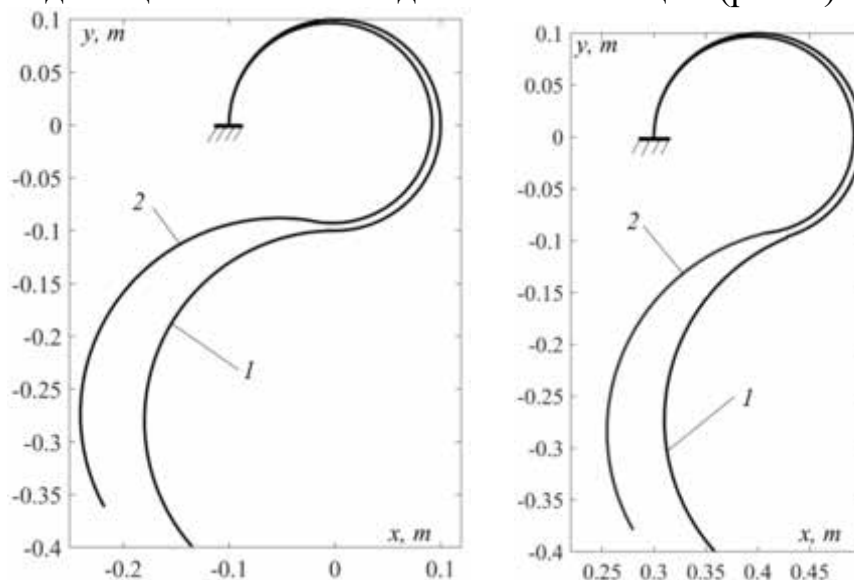


Рис. 4. Порівняння пружних осей стояків до і після деформації

Висновки. Порівняння пружної осі стояка до і після деформації при його роботі дає можливість оцінити нерівномірність ходу культиваторної лапи по висоті і враховувати це при виборі форми стояка.

Список використаних джерел

1. Хропост В. І. Пружне згинання криволінійної смуги із заданою початковою кривиною її пружної осі / В.І. Хропост, І.О. Демчук // Прикладна геометрія та інженерна графіка. Вип. 104. К: КНУБА, 2023. С. 183–189.

УДК 631.356.22

НОВІ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ПІДХОДИ ДО ЗБИРАННЯ ГИЧКИ КОРЕНЕПЛОДІВ

Барановський В. М.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Кухар О. Г.

Дрезденський технологічний університет

Постановка проблеми. На сучасному етапі енергоефективність технологічних процесів є головним мірилом, або критерієм світової тенденції виробництва різнопланової промислової продукції, в тому числі виробництва продукції аграрного сектору економіки України.

Першим етапом процесу збирання крупних коренеплодів, є енерговитратна технологічна операція зрізування основного масиву гички з їх головок, наявний вміст якої у зібраних коренеплодах значно знижує якість сировини та вихід продуктів їх переробки [1].

Загальноприйнятою технологією збирання основного масиву гички, яка реалізується гичкозбиральними модулями сучасних коренезбиральних комбайнів провідних фірм світу є зрізування основного масиву гички роторним гичкорізом з подальшим транспортуванням подрібненої гички шнековим конвеєром й вивантаження гички на поверхню зібраного поля (укладання у валок), або розкидання гички на поверхню поля роторним металником.

Одним з напрямків підвищення ефективності процесу збирання гички коренеплодів, який базується на вирішенні комплексної науково-технічної проблеми, є пошук нових конструктивних схем робочих органів і створених на їх базі удосконалених енергоощадних гичкозбиральних модулів самохідних бункерних коренезбиральних машин.

В основу рішення наукової задачі зменшення витрат енергії при збиранні основного масиву гички крупних коренеплодів покладено наукову гіпотезу, яка передбачає усунення в конструктивно-компонувальній схемі гичкозбирального модуля проміжної ланки або транспортного пристрою, виконаного у вигляді шнекового конвеєра, який встановлено в направляючому жолобі.

Аналіз останніх досліджень. Запропонована технологія збирання основного масиву гички фірмою «Crimme» (Німеччина), яка передбачає укладання зрізаної гички в міжряддя незібраних коренеплодів [1] не знайшла пріоритетного застосування у виробничих умовах збирання крупних коренеплодів.

Значна частина зрізаної гички основного масиву гички (за урожайності гички більше 50 ц/га) потрапляла в робочу зону рядка коренеплодів, що призводило до забивання робочого простору викопуючих робочих органів і значного збільшення кількості рослинних домішок у зібраному воросі.

Це спричиняло порушення технологічного процесу викопування коренеплодів робочими органами за рахунок вимушених зупинок коренезбиральної машини для очищення робочого простору копачів.

Мета досліджень. Зниження енерговитрат процесу збирання основного масиву гички крупних коренеплодів шляхом удосконалення конструкції гичкозбирального модуля коренезбиральних машин.

Результати досліджень. Зниження енергетичних витрат процесу збирання основного масиву гички під час викопування крупних коренеплодів досягається за рахунок усунення проміжної операції переміщення зрізаної гички шнековим конвеєром на зібране поле, яка забезпечується та реалізується внаслідок системного підходу до

удосконалення конструктивних особливостей робочих органів шляхом ефективного моделювання та побудови їх компоновальних схем, що утворюють гичкозбиральний модуль технологічно-транспортної системи самохідної бункерної коренезбиральної машини [1].

Порівнювальні способи збирання основного масиву гички проілюстровано розробленими блок-схемами, які наведено на рис. 1, 2.

У теперішній час переважно застосовують два основних способи збирання основного масиву гички: укладання зрізаної гички у валок на поверхню поля, рис. 1а; розкидання зрізаної гички на зібране поле, рис.1б.



Рис. 1. Існуючі способи збирання основного масиву гички коренеплодів: а – укладання гички у валок на зібране поле; б – розкидання гички на зібране поле; в – укладання гички в міжряддя незібраних коренеплодів

Реалізація удосконаленого способу збирання основного масиву гички відбувається наступним чином.

Під час руху гичкозбирального модуля, ножі 5 (рис. 2б, в) зрізують основний масив гички з коренеплодів 1 і подають її по траєкторії руху до

вхідній горловині 9 направляючого каналу 8. За рахунок створеного обертання ножів Г-подібної форми направленою повітряного потоку зрізана та подрібнена гичка 12 по траєкторії направляючого каналу переміщується до його вихідної горловини 10, а далі до фартуха 11, де подрібнена гичка 12 укладається в міжряддя невикопаних коренеплодів у зону розташування ділильних дисків 6.



Рис. 2. Блок-схема (а) удосконаленого способу та конструктивна схема (б – вигляд збоку; в – вигляд ззаду) удосконаленого модуля збирання гички: 1 – коренеплід з гичкою; 2 – рама; 3 – роторний гичкоріз; 4 – барабан; 5 – ніж; 6 – ділильний диск; 7 – кожух; 8 – направляючий канал; 9, 10 – вхідний і вихідний отвір; 11 – фартух; 12 – укладена у міжряддя подрібнена гичка; г – загальний вигляд існуючого модуля збирання гички: 1 – шнековий конвеєр; 2 – роторний гичкометальник; 3 – обрізник залишків гички

Висновок. Таким чином, за рахунок усунення проміжної операції транспортування зрізаної і подрібненої гички шнековим конвеєром та її вивантаження на зібране поле значно зменшуються енерговитрати на реалізацію технологічного процесу збирання основного масиву гички коренеплодів. При цьому робочі органи удосконаленого гичкозбирального модуля дозволяють реалізувати транспортування та укладання зрізаної гички на поверхню поля фактично одним робочим органом – роторним гичкорізом у поєднанні з направляючим каналом і фартухом.

Список використаних джерел

1. Барановський В. М., Береженко Є. Б., Паньків М. Р., Береженко Б. М., Бойко В. А. Технологічні аспекти процесів роботи гичкозбиральних модулів : монографія. Тернопіль : Ред.-вид. відділ ТНТУ ім. І. Пулюя, 2022. 294 с.

УДК 631.333

ДО ПИТАННЯ ВИЗНАЧЕННЯ КУТА І ШВИДКОСТІ ВИЛЬОТУ ЧАСТИНКИ ДОБРИВ, ЩО ВИКИДАЄТЬСЯ ШНЕКОМ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО БАРАБАНА

Деркач О. П., Попов О. С.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Добрива – органічні і неорганічні речовини, які містять в собі основні елементи живлення рослин: фосфор Р, калій К, азот N і речовини, що покращують фізичні, хімічні та біологічні властивості ґрунту.

Органічні добрива – це продукти тваринного або рослинного походження, які використовуються для покращення родючості ґрунту та постачання поживних речовин необхідних рослинам. До них відносяться: гній (твердий перепрілий, рідкий або напіврідкий), пташиний послід, торф, компости, сапропелі, зелена рослинна маса (сидерати), бактеріальні добрива, промислові та господарські відходи, біовугілля тощо.

Для поверхневого внесення твердих органічних добрив найбільш широко використовуються машини кузовного типу. Розкидними робочими органами у машин цього типу є шнекові барабани, що можуть мати горизонтальну (рис. 1) або вертикальну вісі обертання. Кількість барабанів може бути від 2 до 4 штук. Для більш рівномірного розподілення твердих органічних добрив по поверхні поля у машинах з горизонтальними барабанами встановлюють розкидні диски з лопатками.

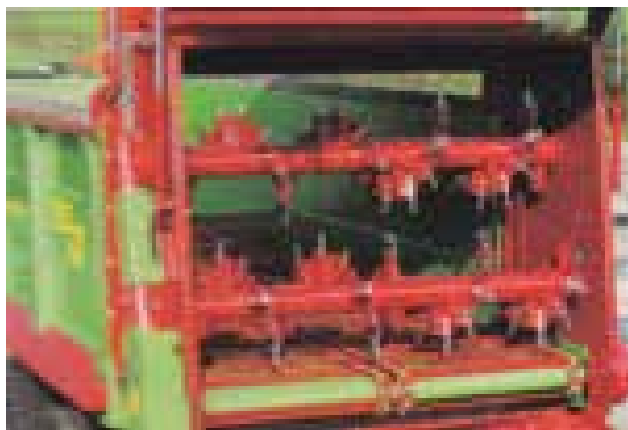


Рис. 1. Барабанний шнековий розкидний робочий орган з горизонтальною віссю обертання.

Горизонтальні барабани в розкидному пристрої, особливо у поєднанні з розкидними дисками з лопатками забезпечують рівномірний розподіл добрив по всій робочій ширині, що забезпечує однаковий приріст рослин на всьому полі.

Дальність польоту частинки добрив, що викидається горизонтальним розкидним шнековим барабаном залежить від його параметрів і кінематичних режимів роботи. Шнекову навивку таких барабанів, як правило, виконують у вигляді прямого гелікоїда, у якого твірна поверхня перпендикулярна до вісі шнека. При взаємодії добрив з витками шнека частинки викидаються в напрямку нормалі до витка шнека. На рис. 2 ці напрямки позначені нормальними N_1N_1 , N_2N_2 .

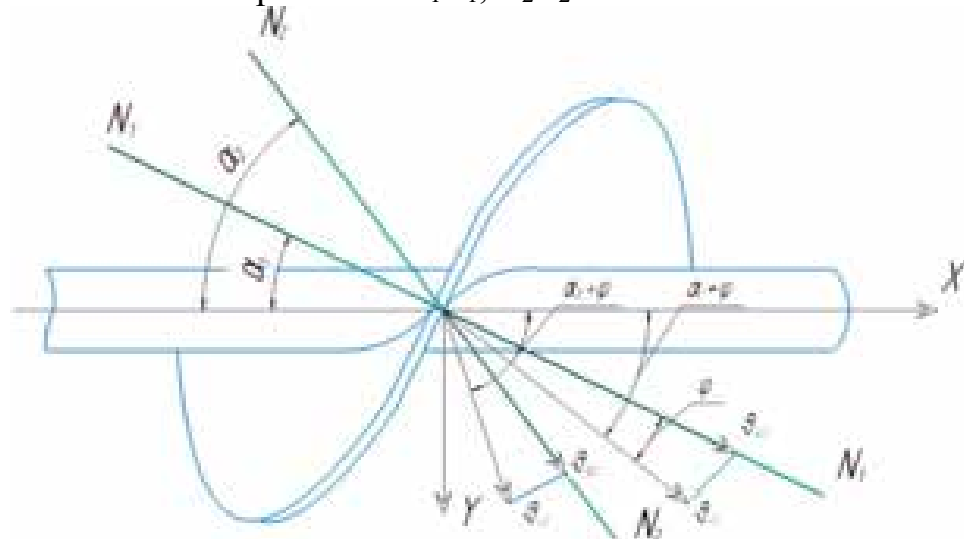


Рис. 2. Схема для визначення напрямку і швидкості вильоту частинок добрив.

Кут викидання для заданого радіуса витка постійний α_1 та α_2 (рис. 2). Кут α_u і швидкість v_u визначають із виразів:

$$\alpha_u = \arctg \frac{l_u}{\pi} D_u, \quad (1)$$

$$v_N = t_u \cdot \omega_p \cdot \cos \alpha_u, \quad (2)$$

де l_u – крок шнекової навивки, м; D_u – діаметр шнекової навивки, м; ω_p – частота обертання шнекової навивки, s^{-1} ;

У випадку тертя добрив по витку шнека кут вильоту частинок відхилятиметься від нормалі на кут тертя φ . Тоді формула набуде вигляду:

$$v_o = t_u \cdot \omega_p \frac{\cos \alpha_u}{\cos \varphi}, \quad (3)$$

Висновок. Із наведених формул випливає, що при постійному кроці шнека горизонтального барабана кут вильоту частинки добрив залежить від радіуса витка, а дальність розсіювання визначається частиною шнека, що взаємодіє з добривами.

Список використаних джерел

1. Golovchenko, P. (2022). Innovative solutions in the design of organic fertilizer spreaders to increase their productivity. Journal of Engineering Sciences, 34-44.

2. Lujanenko, M. (2019). Theoretical bases of design and selection of spreading devices for solid organic fertilizer spreaders. Modern problems of engineering and technology in agriculture, 7-20.

УДК 631.312.352

ДО ПИТАННЯ ВИЗНАЧЕННЯ ВІДСТАНІ ВІД ОСІ РОТОРА ДО ПОЛИЦІ КОМБІНОВАНОГО КОРПУСА РОТОРНОГО ПЛУГА

Деркач О. П., Глибовець В. Д.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

На нинішньому етапі розвитку землеробської механіки одним із перспективних напрямів розвитку ґрунтообробної техніки є застосування машин з активними робочими органами, що приводяться в обертання від вала відбору потужності (ВВП) трактора або іншого автономного двигуна. Ґрунтообробні машини з активними робочими органами мають низку технологічних переваг порівняно з традиційними лемішно-полицевими плугами: вони можуть використовуватися в широкому діапазоні стану ґрунту - від пересушених до перезволожених і навіть залитих водою рисових чеків. Ротаційний обробіток ґрунту забезпечує високу агрономічну ефективність обробленого шару. Активні робочі органи можуть у широкому діапазоні змінювати якість обробітку ґрунту, завдяки селективному поєднанню частоти обертання робочих органів і поступальної швидкості машини. Залежно від кінематичного режиму, (тобто співвідношення поступальної та колової швидкостей) вони можуть виконувати основний і передпосівний обробіток ґрунту. Однак ґрунтообробні машини з активними робочими органами більш складні за будовою, менш надійні в роботі і більш енергоємні.

Комбінований корпус роторного плуга складається з ротора і лемішно-полицевого корпусу з укороченою полицею.

Процес взаємодії ротора зі скибою ґрунту, що сходить з укороченої полиці, багато в чому залежить від розташування ротора відносно корпусу плуга.

Для визначення розміщення ротора відносно пасивної полиці розглянемо схему взаємодії ротора і скиби ґрунту в момент сходження останньої з укороченої полиці.

На скибу ґрунту в момент контакту з пасивною полицею діють робочі елементи ротора з коловою швидкістю v_K (рис. 1). Також скиба ґрунту,

рухаючись зі швидкістю переміщення агрегату, надходить на ротор зі швидкістю v_{Π} .

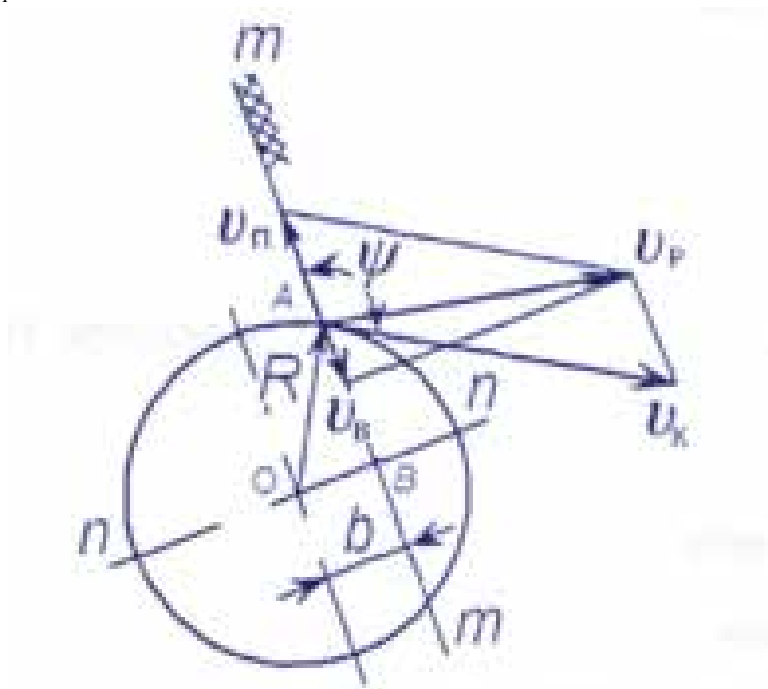


Рис. 1. Схема розміщення ротора відносно полиці комбінованого корпусу плуга

При певних значеннях поступальної швидкості агрегату v_{Π} , частоти обертання ротора n і відстані b від осі обертання ротора до полиці відбувається нагромадження ґрунту перед ротором або ж, навпаки, що призводить до зменшення тягового опору ротора.

Робочий елемент ротора, впливаючи на скибу ґрунту, відштовхує її і перешкоджає надходженню скиби на ротор зі швидкістю v_s . Приймавши швидкість відштовхування рівною нулю, тобто коли результуюча колової швидкості ротора і поступальної швидкості скиби v_P перпендикулярна до площини переміщення скиби ґрунту, отримаємо вираз для визначення відстані від осі обертання ротора до укороченої полиці.

$$b = \frac{30v_{\Pi}}{\pi \cdot n},$$

Висновок. Із наведеної формули випливає, що відстань від осі обертання ротора до полиці комбінованого корпусу роторного плуга залежить від поступальної швидкості руху агрегату і частоти обертання ротора.

Список використаних джерел

1. Ivanov, A. (2020). Justification of rotary plow parameters for minimum tillage. *Journal of Agroengineering*, 23-30.
2. Sidorov, K. (2019). Optimization of geometric parameters of the rotary plow working body. *Technical Sciences in Agriculture*, 45-52.

УДК 631.362

ВІБРОФРИКЦІЙНИЙ СЕПАРАТОР ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ПОСІВНОГО МАТЕРІАЛУ ПЕРЦЮ СОЛОДКОГО

*Козаченко О. В., Михайлов А. Д., Бакум М. В., Крекот М. М., Козій О. Б.,
Дяченко Д. Ю., Калина С. Ю.*

Державний біотехнологічний університет

Постановка проблеми. Для забезпечення отримання якісного насіння перцю солодкого необхідно визначити раціональні ознаки сепарації з метою мінімізації пропусків вихідного матеріалу через робочі органи насіннеочисних машин.

На кафедрі сільськогосподарських машин та інженерії тваринництва Державного біотехнологічного університету розроблено лінійку віброфрикційних сепараторів, які найшли у сільському господарстві широке використання при сепарації важковідокремлюваних насінневих сумішей багатьох сільськогосподарських культур [1, 2, 4].

Технологічний процес вібросепарації насіння на фрикційних неперфорованих площинах цих сепараторів ґрунтується на розділенні компонентів насінневих сумішей за комплексом фізико-механічних властивостей, які включають розділення як за станом поверхні і формою у безвідривному режимі руху, так і за коефіцієнтами відновлення швидкості та миттєвого тертя при ударі у відривному режимі їх руху.

Аналіз останніх досліджень. Сепарацію насіннєвого матеріалу перцю солодкого здійснюють на існуючих насіннеочисних машинах. Однак обробка насіннєвого матеріалу на таких машинах не завжди забезпечує одержання насіння з високими посівними показниками [3].

Основними труднощами підготовки високоякісного посівного матеріалу є відокремлення шуплого, недорозвиненого та травмованого насіння основної культури та домішок (частки подрібненого перцю солодкого з насінням основної культури).

Мета досліджень. Можливість підвищення посівних властивостей посівного матеріалу перцю солодкого за рахунок відокремлення неповноцінного насіння основної культури та домішок на віброфрикційному сепараторі.

Результати досліджень. Для визначення типу облицьовки робочих поверхонь віброфрикційного сепаратора для доочищення і сортування насіння перцю солодкого дослідили граничні кути підйому компонентів суміші по різних фрикційних поверхнях. В результаті встановлено, що найбільш ефективно сепарація перцю солодкого відбувається на робочих поверхнях облицьованих брезентом.

Пошуковими дослідженнями процесу сепарації вихідного матеріалу перцю солодкого встановлені раціональні параметри роботи віброфрикційного сепаратора: амплітуда коливань робочих поверхонь - 1,3 мм; частота коливань - 180,0 с⁻¹; кут спрямованості коливань - 30,0°; поздовжній кут нахилу робочих площин - 6,0°; поперечний кут - 3,0°. Насіннєва суміш на робочих поверхнях розділялась на п'ять фракцій.

Вихідний насіннєвий матеріал перцю солодкого для досліджень включав насіння основної культури – 94,7%, схожість – 70,0%, масу 1000 насінин – 4,12 г, неповноцінного насіння основної культури, травмованого та з'єданого з м'якоттю перцю солодкого – 5,3%.

За посівними показниками насіння перцю солодкого не відповідало вимогам ДСТУ [5].

Після обробки насіннєвої суміші на віброфрикційному сепараторі у перший приймальник (вихід 21,4% від загальної маси) потрапило повноцінне насіння перцю солодкого, яке становило 98,9%, а 1,1% складало травмоване насіння. Маса 1000 насінин була найвищою і склало 5,04 г, а схожість - 89,0%.

За усіма показниками це насіння відповідає вимогам, що ставляться до кондиційного насіння.

При виході насіння перцю солодкого другого приймальника - 39,8% (максимальна кількість) вміст насіння основної культури становив 98,7%, схожість - 81,0%, маса 1000 насінин - 4,65г.

До третього приймальника (вихід насіння 26,3%) потрапило насіння перцю солодкого із вмістом повноцінного насіння основної культури 98,1%, схожістю - 77,0%, масою 1000 насінин - 4,28г, що перевищує аналогічні показники вихідного насіння і відповідає вимогам до кондиційного посівного матеріалу.

Вміст четвертого та п'ятого приймальників складає 12,5% від вихідного матеріалу. Їх вміст включав неповноцінне насіння основної культури та насіння з залишками м'якоті перцю солодкого. Маса 1000 насінин і схожість насіння цих фракцій значно нижче показників навіть вихідного матеріалу, що підтверджує недоцільність їх використання в якості посівного матеріалу.

Висновок. Результатами експериментальних досліджень підтверджена можливість підвищення посівних якостей насіння перцю солодкого додатковим сортуванням на робочих поверхнях віброфрикційного сепаратора, облицьованих брезентом. За один пропуск отримано 87,5% від маси вихідного матеріалу насіння перцю солодкого, що відповідає вимогам ДСТУ до кондиційного посівного матеріалу.

Список використаних джерел.

1. Заїка П.М., М.В. Бакум, А.Д. Михайлов Вібраційна насіннеочисна машина для доочищення насіння сільськогосподарських культур. / П.М. Заїка, М.В. Бакум, А.Д. Михайлов. Журнал Пропозиція. № 6, 2005. - с.102.

2. Михайлов А.Д., Пастухов В.І., Бакум М.В. Машины, агрегаты та комплексы для післязбиральної обробки зерна і насіння. / А.Д. Михайлов, В.І. Пастухов, М.В. Бакум - Харків: Навчальне видання, 2012. - 95 с.

3. Патент №155168. Віброфрикційний сепаратор. Козаченко О.В., Бакум М.В., Піх Є.О., Завгородній О.І., Михайлов А.Д., Кречет М.М.; заявник Державний біотехнологічний університет, опубл. 24.01.2024. Бюл. № 4. – 4 с.

4. ДСТУ 2240-93. Насіння сільськогосподарських культур. Технічні умови - К.: Держспоживстандарт України, 1994. - 73с.

УДК 631.331.85

ДОЗАТОР НАСІННЯ СПРЯМОВАНОЇ ДІЇ

Попик П. С., Янко М. О.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Відомий висівний апарат, який використовується у сівалках точного висіву СТБТ-12/8М (типу СУПН), що складається з корпусу в який входять насіннева та вакуумна камери, бункер для насіння, висівний диск і ворушилка.

Недоліком аналогу є порушення технологічного процесу дозування насіння стосовно пропусків або одночасного захоплення декількох насінин. В серійному висівному апараті основним дозуючим елементом залишається висівний диск з отворами, в яких вектор сили присмоктування не співпадає з вектором обертання висівного диску. У результаті спостерігається не заповнення присмоктуючих отворів насіннєвим матеріалом (пропуски), що оцінюється як технологічна відмова висівного апарата.

Науково-практичною задачею є підвищення точності виконання процесу висіву шляхом заміни конструкції висівного диска. Запропонована конструкція дозатора насіння представлена на рис. 1.(а, б).

Поставлена задача вирішується за рахунок того, що дозатор 1 виконано у вигляді пластини, товщина якої не менше діаметру використовуваного посівного матеріалу. В площині А диска по діаметру D виконано не наскрізні свердлення Б.

По дотичній до кола діаметром D в площині В диска виконані свердлення Г, кінці яких співпадають з осьовими не наскрізними свердленнями Б. Свердлення мають конічні комірочки 2.

Напрямок вектора V лінійної швидкості обертання висівного диска співпадає з напрямком свердлень Γ . Вектор V лежить в одній площині з вектором присмоктувальної сили F_p , тобто є колінеарними.

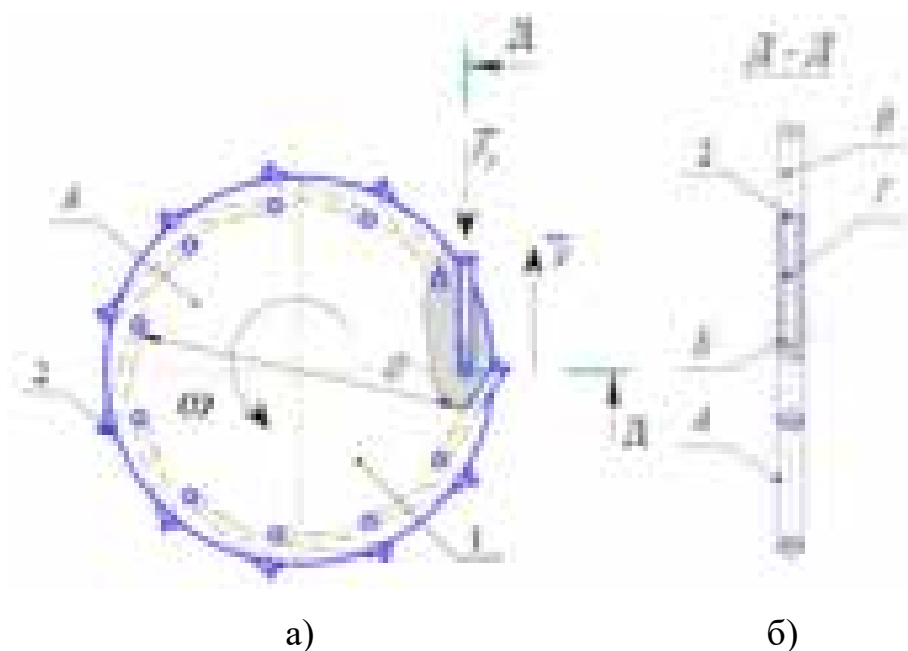


Рис. 1. Дозатор насіння спрямованої дії.

Таким чином направлена дія присмоктувальної сили F_p і напрям лінійної швидкості V обертання висівного диска, сприяють кращим умовам захвату насінин із насінневої камери, а конусоподібна форма сопла забезпечує краще утримання однієї насінини і погіршує захват зайвих.

Доопрацювання передбачають лише встановлення в конструкцію висівного апарата сівалки СТБТ-12/8М дозатора направленої дії. Для цього достатньо замінити серійний висівний диск з периферійними комірками у вигляді отворів необхідного діаметра і форми, на дозатор з комірками направленої дії. Заміна серійного висівного диска на експериментальний не потребує змін в конструкції висівного апарата.

Дослідженнями встановлено, що пневмомеханічний висівний апарат з дозатором спрямованої дії забезпечує кращі умови для захвату, утримання та виносу з маси насіння однієї насінини і транспортування її до насіннепроводу, навіть при незначному розрідженні у вакуумній камері. У результаті підвищується точність технологічного процесу висіву та зменшуються енергозатрати висівного агрегату при сівбі технічних культур.

Список літературних джерел

1. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: підручник / [Д.Г. Войтюк, В.М. Барановський, В.М. Булгаков та ін.]; за ред. Д.Г. Войтюка. – К.: Вища освіта, 2005. – 464 с.

2. Rogovskii I.L., Titova L.L., Trokhaniak V.I., Solomka O.V., Popyk P.S., Shvidia V.O., Stepanenko S.P. Experimental studies on drying conditions of grain crops with high moisture content in low-pressure environment. INMATEH: Agricultural Engineering, 2019, vol. 57, pp. 141-146, Bucharest, Romania.

3. Boiko A., Popyk P., Gerasymchuk I., Bannyi O., Gerasymchuk N. Application of the new structural solutions in the seeders for precision sowing as a resource saving direction. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2018, vol. 5, no. 1 (95). pp. 46-53.

4. Нові конструкції ґрунтообробних та посівних машин / [Бойко А.І., Свіренєв М.О., Шмат С.І., Ножнов М.М.]. – К., 2003. – 206 с.

5. Патент на корисну модель № 84210 Україна, МПК А01С 7/04, А01С 17/00, А01С 19/00. Пневмомеханічний висівний апарат / А.І. Бойко, П.С. Попик // - № у 2013 05473; Заяв. 26.04.2013; Опубл. 10.10.2013, Бюл. № 19.

UDC 631.3-192

ENSURING THE RELIABILITY OF CULTIVATORS WITH ELASTIC STANDS, TAKING INTO ACCOUNT THE NUMBER OF WORKING MEMBERS

Alforov O. I.

Sumy National Agrarian University

Problem formulation: It is not always possible to ensure that all elements in a system are loaded together. Therefore, it is advisable to use the scheme of separate independent loading of elements to guarantee the reliability of the forecast of the probability of failure of sequential systems.

Research analysis. Often, the main source of extreme loads acting simultaneously on the elements of one system is any common loading factors that, when transformed, are distributed among the elements in a non-random manner. This can be, for example, the torque on the drive shaft of a gearbox, which is distributed over its elements, or the traction force of a tractor, which is distributed over the working bodies of a tillage unit. In these cases, the condition of independence of the extreme load of the elements in one system is violated and a common or joint load scheme can be used. With this scheme, the extreme load that simultaneously acts on each element of the system is defined as the product of: $P_{hi} = \theta_i P_H$, where P_H - s the total random component of the load in the system; θ_i - the parameter that determines the distribution of load across the system elements and the degree of dependence between the elements in terms of total load. We will call the simultaneous extreme load of all elements in one system

common or joint, if we can neglect the random scattering of values θ_i and consider them constant proportionality coefficients between the total random component of the load P_H and the load P_{Hi} acting on the i -th element [1-3].

Objective To ensure the mechanical reliability of agricultural tillage units-cultivators with working bodies on elastic suspension.

Research results Today there are many different types of cultivators with elastic S-shaped tines. Depending on the type of soil cultivation, they are divided into steam cultivators and tilled cultivators. Seed drills are also very common and are designed to carry out various technological operations, including seeding, at the same time. Like the previous ones, they are equipped with S-shaped racks. The number of racks on each of these cultivators ranges from 9 to 126.

If we consider a cultivator as a sequential system, then the condition for reliability is that the failure of any one leg leads to the failure of the unit.

Mechanical failure is defined as the sudden destruction or residual deformation of an elastic strut.

To calculate the probability of failure at the first extreme load, if we use preloads to increase reliability, we use the following relationship [3-6]:

$$R(1/m_n) = \frac{(m_n+1)K^b}{(m_n+1)K^b+n} \quad m_n \neq 0 \quad (1)$$

where m_n – is the number of preliminary (control) loads; n – is the number of racks;

K – is the safety factor; b – is the degree index equal to 12,15 (corresponding to the coefficient of variation $V=0,1$).

$R_1(m_n)$ has a significant impact on the quality of the equipment, as it ensures reliability during the initial period of operation. The higher the $R_1(m_n)$ the greater the demand for the machines produced. Consequently, it will be more competitive on the market.

To ensure normal operation $R_1 \geq 0,999$. The specified level of this indicator can be achieved in the following ways:

1. By means of an extreme load safety factor

The safety factor is calculated according to the formula:

$$K = \frac{\bar{\sigma}_m - \sigma_0}{\bar{\sigma}_H - \sigma_0} \quad (2)$$

Lower yield strength limit for 65Г steel $\sigma_0 = 450$ MPa. The average yield strength $\bar{\sigma}_m$ depends on the type of heat treatment of the material and can be [7] in the range of $\bar{\sigma}_m = 690 - 1220$ MPa. The average extreme load $\bar{\sigma}_H$ is within 650 MPa [3, 4]. Therefore, according to (2)

$$1,2 \leq K \leq 3,8.$$

2. Due to preloads m_n

The number of preloads m_n is set to 1. Then the value of R_1 depending on K , m_n for the most powerful unit with 126 racks at $K = 2,2$ will reach the value of $R_1 = 0,990$, and at $K = 2,6$ the value of the probability of failure at the first extreme load will exceed $R_1 = 0,999$.

As the number of preloads increases, the failure rate also increases significantly. m_n . Using this method allows you to reject low-quality racks before putting them into operation. This method is more expensive, as it requires additional staff, equipment, etc. However, it allows the use of cheaper steel without additional heat treatment. For example, if the number of posts is 10, a sufficient level of failure rate is achieved at $K=1,8$, using a number of preloads of 10.

Conclusions The above methods of improving reliability are effective and realistic in terms of their application in production.

References

1. Jiang C, Qiu HB, Li XK, Chen ZZ, Gao L, Li PG (2020) Iterative reliable design space approach for efficient reliability-based design optimization. *Eng Comput* 36(1):151–169
2. Xiao NC, Yuan K, Zhou CN (2020) Adaptive kriging-based efficient reliability method for structural systems with multiple failure modes and mixed variables. *Comput Methods Appl Mech Eng* 359:112649
3. Grynchenko, O.; Alfyorov, O. Mechanical Reliability. In *Prediction and Management under Extreme Load Conditions*; Springer Nature: Cham, Switzerland, 2020; 125 p.
4. Алфёров А. И. Основы прогнозирования и управления надёжностью в условиях экстремальных нагрузок : монография / А. И. Алфёров, А. С. Гринченко. – Харьков: Планета-Принт, 2017. – 135 с.
5. Алфёров А. И. Прогнозирование надёжности элементов машин при случайном пуассоновском потоке экстремальных нагружений / А. И. Алфёров, А. С. Гринченко. // *Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів*. – Харків. – 2017. – № 7. – С. 141-148.
6. Алфёров О. І. Прогнозування і управління надійністю систем при пуассонівському потоці навантажень / О. І. Алфёров // *Крамаровські читання: збірник тез доп. VI Міжнар. наук.-техн. конф. 2019 р., м. Київ*. – Київ: Видавничий центр НУБіП України, 2019. – С. 329-331
7. Гуков Я.С. Технологія і техніка. Механіко-технологічне обґрунтування енергозберігаючих засобів для механізації обробки ґрунту в умовах України [Текст]: наукове видання / Я.С.Гуков. – К.: ДІА, 2007. – 276 с.

УДК 631.356.22

КІНЕМАТИКА МЕХАНІЗМУ НАВІСКИ ОЧИСНИКА ГОЛІВОК КОРЕНЕПЛОДІВ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ

Ліннік А.

ВП НУБіП України «Бережанський агротехнічний інститут»

Постановка проблеми. Природний потенціал сільськогосподарських угідь України дозволяє конкурувати з виробниками сільськогосподарської продукції Європи та світу в цілому, зокрема й по виробництві цукру. Виробництво цукрової сировини на теренах нашої держави зосереджене на вирощуванні цукрового буряка, площі виведені для його посіву, за даними Держстату України [1], постійно збільшуються. Проте, саме збільшення посівних площ є недостатнім фактором впливу на зниження собівартості виробництва цукру, тут вагоме значення має якість підготовки сировини, тобто коренеплодів цукрових буряків, а саме їх цукристість, ступінь пошкодження та якість очистки від ґрунту та залишків гички.

Очищення гички з голівки коренеплоду цукрового буряка традиційно проводиться обрізуванням верхньої частини голівки кореня разом із гичкою. Таке обрізування виконується як і активними так і пасивними робочими органами [2]. Активні робочі органи проводять здебільшого акуратний зріз голівки кореня і обрізують бокові стебла гички, але вимагають окремого приводу на окремий робочий орган, пасивні обрізуючі ножі простіші за конструкцією і тому отримали більш широке застосування. Проте, пасивні обрізуючі робочі органи проводять зріз голівки кореня з частими сколом і вибиванням коренеплоду з рядка. При зрізі частини голівки кореня втрати маси коренеплодів становлять 6-8%, при цьому неможна забувати що в голівці коренеплоду знаходиться більший вміст цукроносних речовин чим у хвостовій частині. Враховуючи сказане, є раціональним при збиранні врожаю коренеплодів використовувати машини активного зрізування та очистки голівки з копіюванням поверхні поля. Представниками таких машин можуть бути машини обладнані пристроями для одночасного зрізування гички та очищення головок коренеплодів з вертикальною віссю обертання встановленими на рамі з копіювальним механізмом.

Аналіз останніх досліджень. Фундаментальні основи дослідження процесу доочищення коренеплодів від залишків гички викладені у працях проф. Вовк П.Ф., який в 1936 році опублікував статтю в якій викладені фізико-механічні агробіологічні властивості цукрових буряків, залежності між окремими розмірами буряків та втрати цукристої маси коренеплодів при різних способах зрізування коронки. Ця робота, а також праці українських вчених Василенка А.О., Бурмістрової М.Ф., Тат'янка М.В., Денисенка І.І., Погорілого Л.В., Зуєва М.М. справили основоположний вплив на розвиток

бурякозбиральних машин. Значну увагу вивченню біологічних та фізикомеханічних властивостей цукрових буряків у зв'язку з механізацією їх збирання приділяли також за кордоном.

Математичним моделюванням процесу очищення голівок коренеплодів на очисними агрегатами, а також теоретичними дослідженням цього процесу займалися такі видатні вчені як Погорілий Л.В., Булгаков В.М., Мартиненко В.Я.. Незважаючи на досить широке дослідження питання очищення голівок коренеплодів від залишків гички, способів завдяки яким можна досягнути необхідної чистоти вороху коренеплодів пов'язані зі значними пошкодженнями самого тіла коренеплоду, вибивання його з рядка, питання аналізу роботи копіювальних механізмів поверхні поля потребують додаткової уваги.

Мета досліджень. Метою дослідження виступає підвищення якості очищення коренеплодів від гички та зниження енергомісткості процесу очистки шляхом проведення кінематичного аналізу паралелограмного механізму навіски очисника з визначенням швидкостей та прискорень які отримує паралелограмний механізм при копіюванні мікрорельєфу поля.

Результати досліджень. Копіювання висоти росту голівок коренеплоду є основою для запобігання зрізу частини тіла кореня, глибоких пошкоджень від очисних елементів, його вибивання з рядка, що прямо впливає на зниження втрат врожаю збирального комплексу та підвищує стійкість коренеплодів до гнилей під час їх зберігання перед переробкою. Розглядаючи вищезгадані пристрої для очищення головок коренеплодів з вертикальною віссю обертання за умови їх використання у збиральних машинах чи комплексах слід зауважити, що самі пристрої здатні автоматично копіювати висоту росту голівки коренеплоду, проте амплітуда копіювання є доволі незначною, і тому, доцільно розглядати встановлення даних пристроїв на механізми здатні копіювати поверхню поля.

При копіюванні поверхні поля виникає ряд проблем пов'язаних як і з рельєфом поля так і копірним механізмом машини. Найкращі якісні показники копіювання поверхні ґрунту показали копірні механізми закріплені на паралелограмній підвісці.

Кінематичний аналіз паралелограмного механізму навіски доочисника з метою визначення швидкостей та прискорень які отримує паралелограмний механізм при копіюванні мікрорельєфу поля проведено у відповідності з [3]. Для розрахунку вважатимемо що нерівності мікрорельєфу поля співпадають по величині і фазі з синусоїдальною кривою, у якої довжина хвилі і амплітуда коливання рівні середньому кроку і середній амплітуді нерівностей поверхні реального поля. Таке припущення дозволяє проводити кінематичний аналіз копіювального механізму навіски без урахування впливу випадкових факторів. При русі регульовально-опорних полозів по синусоїдальному

профілю (рис 1) точка А, центр радіуса кривизни загину кінця полоза, буде рухатись по кривій, точки якої будуть рівновіддалені від синусоїди.

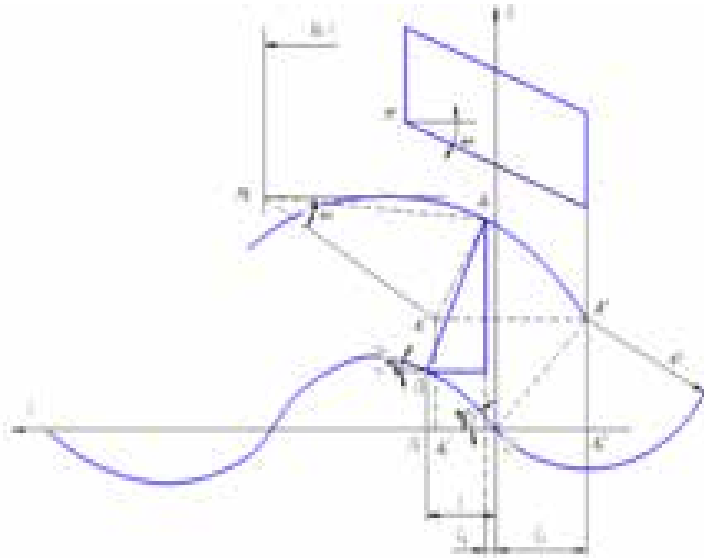


Рис. 1. Схема руху копіювального механізму

Прийнято, що координати положення точки А будуть рівні H_0 і L_0 .

$$H_0 = OA^0 \cos \beta_0 = R \cos \beta_0 \quad (1)$$

$$L_0 = -OA^0 \sin \beta_0 = -R \sin \beta_0$$

Через проміжок часу рівний $t_1 - t_0 = t$, точка А займе положення A_1 , тоді:

$$H_1 = R \cos \beta_1 + h_1 = R \cos \beta_1 + \lambda \sin \frac{2\pi}{L} l \quad (2)$$

$$L_1 = O_0 O - O_0 B_0 = l_1 - O_1 A_1 \sin \beta_1 = l_1 - R \sin \beta_1$$

Поточні координати точки А визначено за формулою:

$$H_A = \lambda \sin \frac{2\pi}{L} l + R \frac{1}{\sqrt{1 + \lambda^2 \frac{4\pi^2}{L^2} \cos^2 \frac{2\pi}{L} l}}; \quad (3)$$

$$L_A = l - R \frac{\lambda \frac{2\pi}{L} \cos \frac{2\pi}{L} l}{\sqrt{1 + \lambda^2 \frac{4\pi^2}{L^2} \cos^2 \frac{2\pi}{L} l}}$$

У випадку, якщо точка А рухалась по прямій, паралельно осі координат, та за час t вона зміститься в положення A' і пройде шлях $\overline{A^0 A'} = \overline{v_M t}$.

З іншого боку:

$$v_M t = L_A - L_0 + (H_A - H_0) \tan \left(\alpha - \frac{\arcsin \frac{h}{\rho}}{2} \right) \quad (4)$$

Підставивши сюди значення L_A, L_0, H_A і H_0 і визначивши його відносно t отримаємо:

$$t = \frac{l + \tan\left(\alpha - \frac{\arcsin \frac{h}{\rho}}{2}\right) \lambda \sin \frac{2\pi}{L} l}{v_M} + \frac{R}{v_M} \left[\frac{\tan\left(\alpha - \frac{\arcsin \frac{h}{\rho}}{2}\right) - \lambda \frac{2\pi}{L} \cos \frac{2\pi}{L} l}{\sqrt{1 + \lambda \frac{24\pi^2}{L^2} \cos^2 \frac{2\pi}{L} l}} - \frac{\tan\left(\alpha - \frac{\arcsin \frac{h}{\rho}}{2}\right) - \lambda \frac{2\pi}{L}}{\sqrt{1 + \lambda \frac{24\pi^2}{L^2}}} \right] \quad (5)$$

Таким чином, формули (1) та (5) є рівнянням шляху вертикального переміщення точок паралелограмного копінного механізму з регульовально-опорним полозом в залежності від часу.

Висновок. В результаті проведених досліджень визначено рівнянням шляху паралелограмного копінного механізму навіски очисника голівок коренеплодів з вертикальною віссю обертання, що дозволить підвищити якість очищення коренеплодів цукрових буряків від гички шляхом зниження їх пошкоджень та вибивання з рядка.

Список використаних джерел

1. Сучасні тенденції сталого розвитку цукрового ринку. URL: <http://www.ukrsugar.com/uk/post/sucasni-tendencii-stalogo-rozvitku-cukrovogo-rinku> (дата звернення: 02.10.2024);
2. Рибак Т.І., Цьонь О.П. Огляд гичковидальючих апаратів бурякозбиральних машин та шляхи їх вдосконалення. Вісник ХНТУСГ ім. Петра Василенка, технічні науки. Вип. 134. «Технічний сервіс машин для рослинництва». Харків, 2013, с.203-207.
3. А.Ю. Ліннік, В.І. Диня, І.І. Семенів Обґрунтування конструкції та кінематичного режиму роботи гичкоочисного пристрою. Наукові горизонти 2019, № 5 (78). С. 68-74.

УДК 621.82

ОСОБЛИВОСТІ КОНСТРУКЦІЙ І ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЄКТУВАННЯ ГВИНТОВИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ

Гевко І. Б., Дячун А. Є., Стібайло О. Ю.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Постановка проблеми. Сучасні умови сільськогосподарського виробництва потребують прогресивних технічних засобів, складовою яких у якості робочих органів часто є різні типи шнеків. Високі вимоги до їх конструктивно-технологічних параметрів, відповідності призначенню, якості і надійності вимагають аналізу існуючих та пошуку нових конструкцій і способів їх технологічного проектування. Незважаючи на значну кількість проведених досліджень, пов'язаних із створенням нових

конструктивних рішень та способів виготовлення шнеків, їх виготовлення потребує покращення технологічного проектування згідно вимог відповідності призначенню, матеріало- та енергоємності. Відтак розроблення нових типів конструкцій гвинтових робочих органів (ГРО) сільськогосподарської техніки, а також способів їх технологічного проектування є актуальним питанням.

Аналіз останніх досліджень. Розробленням конструкцій шнеків, їх технологічного проектування та дослідження присвячені роботи Гевка Б.М. [1, 2], Пилипця М.І. [2], Рогатинського Р.М. [3], Васильківа В.В. [2, 4], Ляшука О.Л. [1, 5] та багатьох інших науковців. Вони досліджували різні способи (навивання, прокатування, штампування, вирізання) отримання класичних і оригінальних гвинтових заготовок.

Мета досліджень. Розроблення конструкцій і технологічного проектування гвинтових робочих органів сільськогосподарської техніки.

Результати досліджень. Гвинтові механізми широко використовуються у різних галузях у якості транспортних засобів, а в сільськогосподарському виробництві часто виступають ще й у якості технологічних робочих органів, для виконання специфічних технологічних операцій. Зокрема U-подібні шнеки часто використовуються у якості транспортно-очисних засобів для переміщення і очищення від землі, вороху та непотрібних решток коренебульбоплодів. Лопатеві ГРО застосовують і конструкціях змішувачів для виконання операції змішування комбікормів, різних видів сільськогосподарських продуктів і матеріалів тощо. Гвинтові робочі органи із еластичними поверхнями використовують у сільськогосподарському виробництві при переміщенні насіннєвих матеріалів, де основною вимогою є мінімізація пошкодження (травмування) насіннєвих зернових матеріалів. Тому з метою отримання різних типів шнеків специфічного призначення нами було розроблено цілий ряд їх особливих конструкцій і проведено технологічне проектування їх виготовлення.

Таблиця 1

Параметри способів виготовлення U-подібних ГРО шляхом попереднього виготовлення вминань на заготовці з її подальшим навиванням

№	Ширина листа, мм	Крок гвинтової заготовки, мм	Внутрішній діаметр гвинтової заготовки, мм	Товщина листа заготовки, мм	Висота U- подібних вминань, мм
1	315	70...120	100	0,8...1,5	5...50
2	472	120...180	150	1,0...2,0	5...70
3	630	170...240	200	1,5...2,5	5...90

Зокрема нами були розроблені ряд способів виготовлення U-подібних ГРО [6]. Вони передбачають попереднє виготовлення вминань на гвинтовій заготовці з її подальшим навиванням на оправу при використанні різних формоутворюючих інструментів (пат. України № 152212, № 152213, № 152214) [6] (табл. 1).

Також нами були розроблені інші способи виготовлення U-подібних гвинтових заготовок (пат. України № 157048 і № 157208) [6], які передбачають їх виготовлення шляхом виконання на трубній заготовці U-подібних вминань та навивання ГРО U-подібного профілю з прямокутного прокату (табл. 2).

Таблиця 2

Параметри способів виготовлення U-подібних ГРО шляхом виконання на трубній заготовці U-подібних вминань та навивання ГРО U-подібного профілю з прямокутного прокату

№	Частота обертання, оправы, об/хв	Повздовжня подача формувального ролика, мм/об	Крок U-подібного спірального виступу, мм	Діаметр оправы, мм	Товщина заготовки, мм	Висота U-подібних вминань, мм
1	0,083...0,15	70...120	70...120	100	0,8...1,5	5...50
2	0,125...0,225	120...180	120...180	150	1,0...2,0	5...70
3	0,166...0,3	170...240	170...240	200	1,5...2,5	5...90

Також нами були розроблені конструкції лопатевих ГРО змішувачів (пат. України № 153687, № 153774, № 152214) і проведено технологічне проектування їх виготовлення [7] (табл. 3).

Таблиця 3

Параметри способів виготовлення лопатевих ГРО навиванням

№	Частота обертання оправы, об/хв	Повздовжня подача формувального ролика, мм/об	Діаметр оправы, мм	Висота спіралі, мм	Товщина заготовки, мм	Крок спіралі, мм	Площа лопатей до площі спіралі (в %)
1	0,05...0,55	21...132	20...50	5...30	0,8...1,5	21...132	0,1...0,45
2	0,058...0,1	24,5...240	25...100	5...50	0,8...2,0	24,5...240	0,12...0,5
3	0,067...0,15	28...360	30...150	5...75	0,8...3,0	28...360	0,15...0,55
4	0,067...0,2	28...480	30...200	5...100	0,8...3,0	28...480	0,15...0,65
5	0,067...0,25	28...600	30...250	5...125	0,8...3,0	28...600	0,15...0,75

Розроблені нами конструкції еластичних ГРО [5] поділяються на ГРО з еластичними щіткоподібними поверхнями (пат. України № 150968 і №

157049) та з еластичними елементами (пат. України № 150763 і № 157149), які кріпляться на поверхні жорсткого шнека. Відповідно технології отримання таких еластичних ГРО є відмінними і викладені у [5, 8].

Висновок. Розроблені конструкції U-подібних, лопатевих та еластичних гвинтових робочих органів, які широко використовуються у сільськогосподарському виробництві у якості транспортно-технологічних робочих органів для очищення, змішування і переміщенні насінневих матеріалів, та проведено технологічне проектування їх виготовлення зі встановленням основних операцій та параметрів.

Список використаних джерел

1. Гевко Б. М., Ляшук О. Л., Гевко І. Б., Драган А. П., Новосад І. Я. Технологічні основи формоутворення спеціальних профільних гвинтових деталей. Тернопіль: ТДТУ імені Івана Пулюя, 2008. 367 с.
2. Гевко Б. М., Пилипець М. І., Васильків В. В., Радик Д. Л. Технологічні основи формотворення різнопрофільних гвинтових заготовок. Тернопіль: ТДТУ ім. І. Пулюя, 2009. 457 с. ISBN966-305-014-4.
3. Рогатинський Р. М., Гевко І. Б., Ляшук О. Л., Гудь В. З., Дячун А. Є., Мельничук А. Л., Слободян Л. М. Перспективні гвинтові конвеєри: конструкції, розрахунок, дослідження : монографія. Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2019. 212 с.
4. Васильків В. В., Радик Л. Д., Гевко І. Б. Технологічні та конструктивні особливості виготовлення гвинтових заготовок з листового прокату. Міжвузівський збірник «Наукові нотатки». Луцьк, 2004. Вип. 14. С. 12–18.
5. Гевко Р.Б., Гевко І. Б., Ляшук О. Л., Дячун А. Є., Залуцький С. З., Станько А. І., Довбуш Т. А. Гвинтові конвеєри з еластичними поверхнями. Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2024. 239 с.
6. Nevko I, Pik A., Komar R., Stibaylo O., Koval' S. Peculiarities of technological design of U-shaped screw transport and technological working bodies. Scientific Journal of TNTU. Tern.: TNTU, 2024. Vol. 113. No 1. P. 5–15.
7. Гевко І. Б., Лещук Р. Я., Брикса А. О., Стібайло О. Ю., Коваль С. О. Особливості конструкцій і технологічного проектування робочих органів лопатевих гвинтових змішувачів. Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. 2023. Вип. 8(39). Ч.2. С. 24-34.
8. Гевко І. Б., Ляшук О. Л., Цьонь О. П., Станько А. І. Технологія виготовлення еластичних шнеків. Збірник наукових праць X Міжнародної науково-технічної конференції «Прогресивні технології у машинобудуванні ОТМЕ-2022» (Івано-Франківськ – Яремче, 1-5 лютого 2022 р.). Івано-Франківськ, 2022. С. 69-71.

УДК 621.577

МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ ПОХИЛИХ ГВИНТОВИХ КОНВЕЄРІВ-ЗМІШУВАЧІВ З ОБЕРТОВИМ КОЖУХОМ*Гевко І. Б., Дячун А. Є., Дмитрів О. Р., Коваль С. О.**Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя*

Перевагою прямоточних гвинтових конвеєрів-змішувачів є те, що процес змішування сипких матеріалів проходить безперервно, одночасно із його транспортуванням, що забезпечує високу продуктивність змішування та його легку автоматизацію. Проте низька інтенсивність перемішування компонентів у таких змішувачах, особливо великої продуктивності, потребує збільшення часу перебування суміші у робочій зоні та веде до збільшення довжини змішувачів і, відповідно, їх матеріаломісткості. Проведений аналіз показав, що підвищити їх ефективність можна, розв'язавши протиріччя, що полягає у забезпеченні належної кількості перелопачувань суміші в конвеєрі-змішувачі малої довжини. Таку умову можна реалізувати в конвеєрі-змішувачі із обертовим кожухом.

Метою досліджень є встановлення раціональних параметрів та режимів роботи гвинтових конвеєрів-змішувачів неперервної дії із обертовим кожухом, які забезпечують якісне змішування в них сипких матеріалів за малої їх довжини.

В результаті аналізу літературних джерел та даних попередніх експериментальних досліджень встановлено, що інтенсивність змішування та згладжувальна здатність конвеєрів максимально зростають із зростанням кількості перелопачувань суміші. У [1] показано, що згладжувальна здатність конвеєра та якість змішування у гвинтовому конвеєрі-змішувачі досягає максимального значення при коефіцієнті пересипання суміші через вал $\psi = 0,5$.

У конвеєрі-змішувачі з обертовим кожухом такий режим роботи забезпечується вибором відповідних кутової швидкості обертання кожуха ω_2 , кута нахилу конвеєра-змішувача до горизонту γ , коефіцієнтів тертя суміші до гвинта μ_1 та кожуха μ_2 та коефіцієнта кроку гвинта, $k_T = T/D$, де T та D - відповідно крок та зовнішній діаметр гвинта (в моделі D приймається рівним діаметру кожуха).

Виберемо циліндричну систему координат $O\rho\varphi z$, таким чином, що вісь Oz була спрямована по осі конвеєра в напрямку транспортування суміші, позитивний відлік кутового параметру φ відповідав напрямкам обертання гвинта ω_1 та кожуха ω_2 , а вісь $O\rho$, при $\varphi = 0$, була спрямована вниз і з вектором земного тяжіння утворювала кут γ . На першому етапі суміш

піднімається гвинтом до зони відриву від кожуха, де одні частинки, залежно від розміщення та набутої швидкості, перекидаються через вал без осевого зміщення, а інші сповзають по гвинту і транспортуються, як і в тихохідному гвинтовому конвеєрі, із осевою швидкістю потоку суміші $v_z = (\omega_1 - \omega_2)T / 2\pi$. Саме різниця кутових швидкостей $\Delta\omega = \omega_1 - \omega_2$ дозволяє регулювати осеву швидкість потоку та кількість перелопачувань при обмеженій довжині конвеєра.

Складемо рівняння руху довільної i -ої частинки суміші з кутовим параметром $\varphi = \theta_i$ та радіальним $\rho = R = const$, де R - радіус внутрішньої поверхні обертового кожуха:

$$\begin{aligned} -N_{2i} + m_i g \cos \gamma \cos \theta_i + \Sigma P_{\rho i} + m_i R \dot{\theta}_i^2 &= 0; \\ (\sin \alpha + \mu_1 \cos \alpha) \cdot N_{1i} - \mu_2 \cos \beta_{2i} \cdot N_{2i} + \Sigma P_{\phi i} - \\ - m_i g \cos \gamma \sin \theta_i - m_i R \ddot{\theta}_i &= 0; \\ (\cos \alpha - \mu_1 \sin \alpha) \cdot N_{1i} - \mu_2 \sin \beta_{2i} \cdot N_{2i} + \Sigma P_{z i} - m_i g \sin \gamma - m_i T(\dot{\omega}_1 - \\ \ddot{\theta}_i) / 2\pi &= 0. \end{aligned} \quad (1)$$

Тут m_i - маса i -ої частинки; N_{1i} та N_{2i} - відповідно, сили нормальних реакцій, що діють на частинку від поверхонь шнека та кожуха; $F_{1i} = \mu_1 N_{1i}$ та $F_2 = \mu_2 N_2$ - сили тертя від цих сил; μ_1 та μ_2 - коефіцієнти тертя ковзання частинки по поверхнях, відповідно, гвинта та кожуха; $\theta, \dot{\theta}$ та $\ddot{\theta}$ - відповідно, кутові параметр, швидкість та прискорення частинки в системі $O\rho\varphi z$; $\Sigma \bar{P}_i$ - сумарна дія зовнішніх впливів від інших частинок, для випадку дії на відокремлені частинки по напрямку руху на верхній крайці; β_{2i} - кут нахилу траєкторії i -ої частинки до площини поперечного перерізу конвеєра.

На дузі піднімання суміші, де реалізується стаціонарний її рух, приймаємо $\ddot{\theta}_i = 0$. Розглянемо рух відокремленої частинки ($\Sigma \bar{P}_i = 0$), який буде характеризувати вплив тільки зовнішніх сил, прикладених до неї. Тоді із першого та третього рівнянь системи (1) маємо, відповідно:

$$N_{2i} = m_i (R \dot{\theta}_i^2 + g \cos \gamma \cos \theta_i); N_{1i} = \frac{m_i g \sin \gamma + \mu_2 \sin \beta_{2i} \cdot N_{2i}}{\cos \alpha - \mu_1 \sin \alpha}. \quad (2)$$

Із сумісного розв'язку рівнянь 2 і 3 системи (1) отримуємо залежність для визначення кута нахилу β_{2i} траєкторії руху частинки по рухомому кожуху:

$$\beta_{2i} = \arccos \left[\frac{g [\sin \gamma \sin(\alpha + \varphi_1) - \sin \theta_i \cos \gamma \cos(\alpha + \varphi_1)]}{\mu_2 (R \dot{\theta}_i^2 + g \cos \gamma \cos \theta_i)} \right] - \alpha - \varphi_{\mu 1}. \quad (3)$$

На рис. 1-4 показано зміну кута β_2 нахилу траєкторії руху відокремленої частинки по поверхні кожуха від кутового її розміщення θ для різних значень: кутової швидкості кожуха ω_2 ; коефіцієнта тертя $\mu_1 = \mu_2$; коефіцієнта кроку k_T ; кута нахилу конвеєра змішувача γ .

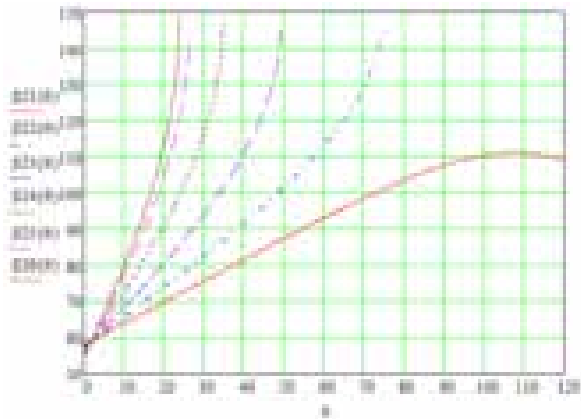


Рис. 1 Зміна кута β_2 нахилу траєкторії руху частинки по поверхні кожуха від кутового її розміщення θ при: $\mu_1=\mu_2=0,3$; $k_T=0,8$; $\gamma=30^\circ$ для різних кутових швидкостей кожуха ω_2 (с^{-1}): 1-25; 2-20; 3-15; 4-10; 5-5; 6-0.

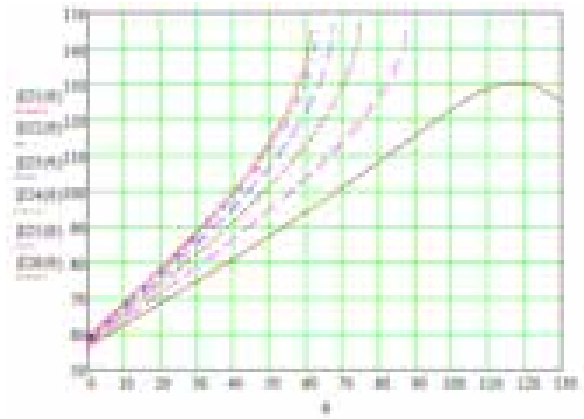


Рис. 2 Зміна кута β_2 нахилу траєкторії руху частинки по поверхні кожуха від кутового її розміщення θ при: $\mu_1=\mu_2=0,3$; $k_T=0,8$; $\omega_2 = 20 \text{ с}^{-1}$ для різних кутів нахилу конвеєра-змішувача γ (град): 1-0; 2-10; 3-20; 4-30; 5-40; 6-50.

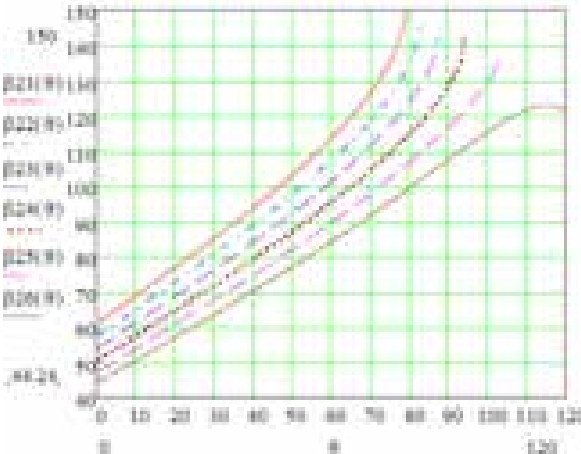


Рис. 3 Зміна кута β_2 нахилу траєкторії руху частинки по поверхні кожуха від кутового її розміщення θ при: $\mu_1=\mu_2=0,3$; $\gamma=30^\circ$; $\omega_2 = 20 \text{ с}^{-1}$ для різних коефіцієнтів кроку гвинта конвеєра-змішувача k_T : 1-0,6; 2-0,8; 3-1,0; 4-1,2; 5-1,4; 6-1,6.

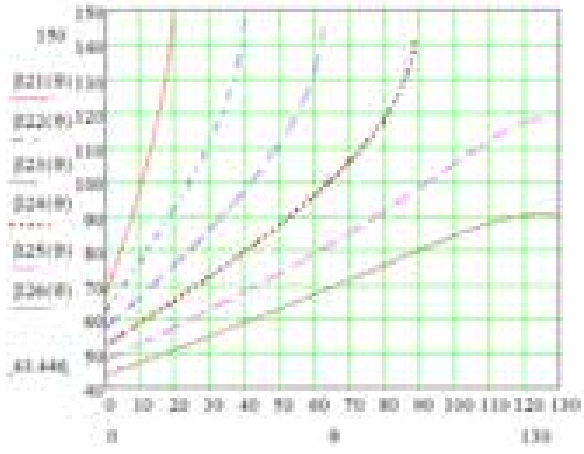


Рис. 4 Зміна кута β_2 нахилу траєкторії руху частинки по поверхні кожуха від кутового її розміщення θ при: $\gamma=30^\circ$; $k_T=0,6$; $\omega_2 = 18 \text{ с}^{-1}$ для різних коефіцієнтів тертя $\mu_1=\mu_2$: 1-0,1; 2-0,2; 3-0,3; 4-0,4; 5-0,5; 6-0,6.

Із наведених залежностей видно, що внизу конвеєра ($\theta=0$ і далі) дія сил тертя переважає вплив сил тяжіння ($\beta_{2i} < 90^\circ$), і частинка, під дією гвинта, випереджатиме рух кожуха ($\dot{\theta} > \omega_2$). При $\beta_{2i} = 90^\circ$ кутова швидкість зрівнюється із кутовою швидкістю кожуха, $\dot{\theta} = \omega_2$, а при $\beta_{2i} > 90^\circ$ сили тяжіння переважатимуть і частинка зсуватиметься вниз по гвинту і $\dot{\theta} < \omega_2$. Із рис. 1-4 випливає, що залежно від відмічених факторів, реалізується біфуркаційний перехід від тихохідного режиму, який характеризується зривом функції зміни кута $\beta_{2i}(\theta)$ до швидкохідного режиму. Перехідний режим характеризується максимальним збуренням та перемішуванням

суміші. Проведений аналіз впливу інших частинок ($\Sigma \bar{P}_i$) в рівняннях (1) показав, що можливий перехід від задачі руху частинки до руху потоку суміші, де за параметри частинки приймають параметри центра тіла волочіння суміші. За реалізованою моделлю фактори приймають такими, щоб при $\beta_{2i} = 90^\circ$, з горизонтальним стаціонарним переміщенням суміші, кутовий параметр її центра ваги, залежно від коефіцієнта наповнення конвеєра-змішувача, мав значення більше $\theta_c > 45 - 50$.

В цьому випадку відбуватиметься стаціонарний рух суміші по кожуху по осях Oz та $O\phi$, при якому верхня частина потоку відриватиметься від кожуха і перекидатиметься через вал із належним перелопачуванням суміші.

Список використаних джерел

1. Рогатинський Р.М., Гевко І.Б., Дмитрів Д.В., Гудь, В.З., Дмитрів О.Р. Моделювання змішування компонентів гвинтовими конвеєрами-змішувачами. Сільськогосподарські машини. 2020. Вип. 45. С. 84-93.

УДК 631.36

ПРУЖНО-В'ЯЗКО-ПЛАСТИЧНА МОДЕЛЬ ВЗАЄМОДІЇ ЗЕРНОВОГО СЕРЕДОВИЩА З ВІБРОДЕКОЮ

Волик Д. А., Степаненко С. П.

Інститут механіки та автоматики агропромислового виробництва НААН

Постановка проблеми. В процесі очищення та сортування зерна на вібраційних сепараторах важливим є точне визначення сил, які діють на зерно при його контакті з вібруючою поверхнею. Однак, існуючі моделі взаємодії не враховують достатньо комплексно вплив еластичних, в'язких та пластичних властивостей зернового середовища [1-3]. Це призводить до похибок у визначенні сили нормальної реакції, що впливає на ефективність роботи сепаратора та якість обробки зерна [4, 5].

Мета. Дана робота спрямована на розробку пружно-в'язко-пластичної моделі взаємодії зернового середовища з вібраційною поверхнею, яка дозволить точніше описати поведінку зернівок при їх русі по вібродеці сепаратора.

Результати. Спираючись на досягнення в теорії вібраційних процесів, для більш точного визначення сили нормальної реакції була запропонована пружно-в'язко-пластична модель вібраційного руху зернівок на етапі контактної взаємодії з вібродекою сепаратора в напрямку,

перпендикулярному до робочої поверхні [2-4]. Ця модель включає додатковий елемент зсуву R_r , що дає змогу окремо враховувати енергетичні втрати при контактній взаємодії, пов'язані з необоротними процесами, такими як утворення деформацій зернового середовища рис. 1.

На початковому етапі контакту система «модель-поверхня вібродеки» піддається пружній деформації. За певних умов, коли контактне зусилля досягає граничного значення F_σ , розпочинаються необоротні процеси. Під час розвантаження системи, коли контактне зусилля знижується з максимального значення до нуля, зникають лише пружні деформації. Потенційна енергія пружної деформації перетворюється в кінетичну енергію руху частинки на етапі польоту (відриву від безпоровальної поверхні деки за рахунок пульсувального повітряного потоку).

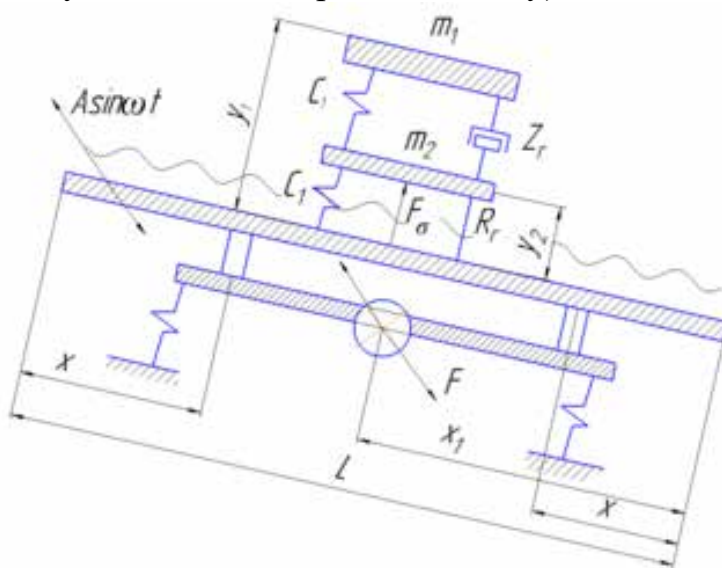


Рис. 1. Схема взаємодії пружно-в'язко-пластичної моделі зернового середовища з вібродекою.

Для вивчення процесу переміщення зернівки по вібродеці з деякою амплітудою коливань уздовж її довжини були отримані відповідні диференціальні рівняння руху моделі. У напрямку, перпендикулярному до робочої поверхні (по осі Y), на етапі контактної взаємодії вони мають наступний вигляд (рис. 1):

$$\begin{cases} m_1 \ddot{y}_1 + Z_r [\dot{y}_1 - \dot{y}_2] + C_1 [y_1 - y_2] = \\ = -G_{y1} - m_1 A(x) \omega^2 \sin[\omega t] \\ m_2 \ddot{y}_2 + Z_r [\dot{y}_2 - \dot{y}_1] + C_1 [y_2 - y_1] + C_2 y_2 + R_r y_2 = \\ = F_\sigma - G_{y2} - m_2 A(x) \omega^2 \sin[\omega t] \end{cases} \quad (1)$$

де $\ddot{y}_1, \ddot{y}_2, \dot{y}_1, \dot{y}_2, y_1, y_2$ - прискорення, швидкість і переміщення мас m_1 і m_2 відносно вібродеки в нормальному напрямку; $A(x) \omega^2 \sin[\omega t]$ - прискорення вібродеки по осі Y ; G_{y1}, G_{y2} - проекції сили тяжіння мас m_1 і m_2 на нормаль до вібродеки; $A(x)$ - закон зміни амплітуди коливань по довжині деки

вздовж осі Y ; C_1 - коефіцієнт жорсткості пружного елемента в пружно-в'язкому блоці моделі; C_2 - коефіцієнт жорсткості пружного елемента в пружно-пластичному блоці моделі; Z_r - коефіцієнт в'язкості в'язкого елемента в пружно-в'язкому блоці моделі; F_σ - зусилля, що відповідає початку необоротних процесів; R_r - коефіцієнт зсуву або податливості матеріалу.

Висновок. Розроблена математична модель (1) дозволяє враховувати вплив пружних, в'язких (дисипативних) і пластичних властивостей матеріалу на динаміку взаємодії зернівки з робочою поверхнею деки при її русі по вібруючій поверхні з амплітудою коливань уздовж деки. Завдяки цьому модель більш точно описує поведінку зернівки у напрямку, перпендикулярному вібруючій поверхні, і спрощує розрахунок у площині, паралельній робочій поверхні.

Список використаних джерел

1. Алієв Е.Б. Чисельне моделювання процесів агропромислового виробництва : підручник. Київ : Аграрна наука, 2023. 341 с. ISBN 978-966-540-584-9. <https://doi.org/10.31073/978-966-540-584-9>
2. Основи теорії та технології повітряної сепарації зернових матеріалів / монографія / Б. І. Котов, С. П. Степаненко. Київ : ЦП Компринт, 2023. 427 с.
3. Sheremeta R. Review of reological models. *Bulletin of Lviv National Agrarian University. Agroengineering Research*. 2018. No. 22. P. 22–30. <https://doi.org/10.31734/agroengineering 2018.01.022>
4. Карвацький А. Я. Механіка суцільних середовищ : навч. посіб. К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2016. 290 с.
5. Stepanenko, S.; Kotov, B.; Kuzmych, A.; Shvydia, V.; Kalinichenko, R.; Kharchenko, S.; Shchur, T.; Kocira, S.; Kwaśniewski, D.; Dzik, D. To the Theory of Grain Motion in an Uneven Air Flow in a Vertical Pneumatic Separation Channel with an Annular Cross Section. *Processes* 2022, 10, 1929. <https://doi.org/10.3390/pr10101929>

УДК 631.358:633

АЛЬТЕРНАТИВНА ТЕХНОЛОГІЯ ЗБИРАННЯ КОЛОСКОВИХ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР МЕТОДОМ ОБЧІСУВАННЯ

Диня В. І.

ВП НУБіП України «Бережанський агротехнічний інститут»

Обчисувальна технологія збирання зернових колоскових культур є однією з передових інновацій у сфері сільського господарства. Ця

технологія забезпечує ефективне збирання зернових шляхом обчісування зерна безпосередньо на корені рослини, зменшуючи втрати врожаю та підвищуючи врожайність за рахунок кращої роботи зернозбиральних комбайнів. Відмінність цієї технології від традиційних методів полягає в тому, що колоски не зрізаються повністю, а лише частково обробляються, дозволяючи залишити стебла на полі. Завдяки такому підходу обчісувальні машини спрощують подальшу обробку зерна, знижують енерговитрати та зберігають структуру ґрунту. У сучасних вимог до ефективності та сталого землеробства, обчісувальна технологія набуває популярності серед фермерів, відкриваючи нові можливості для підвищення врожайності та мінімізації впливу на довкілля.

Обчісувальна технологія ґрунтується на механічному відділенні зерна від колоска без зрізання стебла. Цей процес відбувається за допомогою обчісувальних приставок до зернозбиральних комбайнів, які оснащені роторними або барабанними механізмами із зубчастими елементами. Основне завдання такої машини – акуратно захопити колосок і відокремити від нього зерно за допомогою регульованих обертів барабана.

Переваги обчісувальної технології збирання колоскових культур:

- Зменшення втрат зерна. Обчісування дозволяє уникнути втрат, які часто виникають при традиційному зрізанні стебел. Завдяки м'якому механічному впливу обчісувальної машини, ризик осипання зерна під час збирання зводиться до мінімуму.

- Підвищення продуктивності збору. Оскільки збирання обмежується тільки зерном, процес стає швидшим. Це особливо важливо в умовах обмежених часових рамок збору врожаю, коли погодні умови можуть бути нестабільними.

- Енергозбереження та зниження витрат. Менша кількість оброблюваної маси (зрізані стебла не потрапляють у бункер комбайна) сприяє значній економії палива, що робить технологію більш економічною.

- Збереження ґрунту. Легша конструкція техніки та менший об'єм оброблюваного матеріалу знижують навантаження на ґрунт, що допомагає уникнути його ущільнення. Це важливо для підтримання його родючості в довгостроковій перспективі.

Обчісувальна технологія є універсальною і може застосовуватися для збирання різних зернових культур, включаючи пшеницю, ячмінь, овес, рис та інші колоскові культури. Особливо корисною вона є в регіонах, де погодні умови або особливості ґрунту потребують швидкого та якісного збирання врожаю з мінімальними втратами. Перспективи розвитку цієї технології безпосередньо пов'язані з автоматизацією та впровадженням систем точного землеробства. Інтеграція обчісувальних машин з GPS-навігацією, сенсорами вологості та аналітичними системами дозволяє аграріям отримувати детальні дані про врожайність, оптимізувати процес

збирання та зменшити витрати на технічне обслуговування машин. Завдяки перевагам та можливостям адаптації до різних умов, обчисувальна технологія збирання колоскових зернових культур має всі підстави стати важливим інструментом для підвищення ефективності сучасного агровиробництва. Тому, альтернативною технологією збирання врожаю зернових культур є метод обчисуючими жниварками, який має перевагу над традиційним способом і набуває все більшого поширення в сільськогосподарських підприємствах завдяки збільшенню продуктивності комбайнів майже у 2 рази (таблиця 1), полегшенню збирання вологого та забур'яненого хлібостою.

Таблиця 1

Коротка технічна характеристика обчисувальних жниварок

Показник	Значення показника
Ширина захвату, м	3,0 - 8,4
Робоча швидкість, км/год.	6,7 - 12
Маса жатки, кг на 1 м ширини захвату	280 - 400
Продуктивність при агрегуванні жниварки шириною захвату 8,4 м з комбайном " John Deere M-9500" та врожайності зерна 40 ц/га, га/год. (т/год.)	7,0 - 8,0 (24,5 - 28,0)
Продуктивність при агрегуванні жниварки шириною захвату 6 м з комбайном "Дон-1500" та врожайності зерна 40 ц/га, га/год. (т/год.)	4,0 - 4,9 (14 - 17)
Втрати зерна за жниваркою, %	
при полеглості до 20 %	0,5
при полеглості більше 20 %	1,5
Витрати пального, кг/т	1,2 - 1,8
Діапазон регулювання обертів обчисуючого ротора, об/хв.	400; 700; 800

Не зернова частина врожаю, що залишається після обчисування зернових, рівномірно розміщена по площі і нема потреби в її подрібненні і розкиданні. Стояча висока стерня зменшує втрати вологи з ґрунту, забезпечує накопичення снігу в зимовий період.

На сьогоднішній день існують наступні способи використання соломи після збирання обчисуючою жниваркою:

- Збирання соломи. Стебла зернової культури скошують за допомогою косарок (навісних, причепних або самохідних), у валки з наступним підбиранням прес-підбирачем. Для скошування найкраще зарекомендували себе роторні дискові косарки;

- Заробка рослинних решток в ґрунт. Забезпечити якісний полицевий обробіток ґрунту за наявності на поверхні поля великої кількості соломи зернових колосових, стеблової маси грубостеблевих

культур, можна за умови попереднього її подрібнення і рівномірного її розподілу по поверхні. Для цього рекомендується використовувати дискові борони, або ґрунтообробні агрегати. Після такого обробітку ґрунту можна проводити полицевий основний обробіток.

Ця технологія дозволяє зменшити кількість маси, що обробляється, оскільки стебла залишаються на полі. Це не тільки знижує навантаження на техніку, а й забезпечує менші витрати енергії на транспортування та обробку зерна після збору.

Збирання зернових культур методом обчісування є ключовим етапом у сільському господарстві. Цей метод забезпечує високу ефективність та якість збору, що є важливим для агрономів і фермерів.

Список використаних джерел

1. Сисолін П.В., Коваль С.М., Іваненко І. Машина для збирання зернових культур методом обчісування колосків. – Кіровоград, "КОД". 2010. 112 с.

2. Коваль С.М., Іваненко І.М., Івасюк В.В., Рожанський О.В. Революційні технології зернозбирання обчісуючими жниварками // Техніка АПК. 2003. №6. С. 8-10.

3. Погорілий Л., Коваль С., Макушин Г. Теоретичні і експериментальні дослідження обчісувальних жаток. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. Зб. наук, праць. Укр НДІПВТ. 2000. Вип. 3(17). С. 14-20.

4. Пахучий А.М. Аналіз та напрямки підвищення ефективності жниварок обчісуючого типу. Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. 2018. №13. С. 55-61.

УДК 631.559.2

МІСЦЕ СИСТЕМИ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА В ІНТЕНСИВНИХ ТЕХНОЛОГІЯХ ВИРОБНИЦТВА ПРОДУКЦІЇ В АГРАРНОМУ СЕКТОРІ

*Циганенко М. О., Романащенко О. А., Момот Г. С.
Державний біотехнологічний університет*

**«Точне управління сільським господарством
починається з точного управління с/г машинами»**

Система точного землеробства (СТЗ) це інноваційна технологія в сільськогосподарському виробництві, яка ґрунтується на використанні

сучасних цифрових технологій для детального аналізу стану посівів, точного внесення добрив і засобів захисту рослин, а також оптимізації процесів сівби та збирання врожаю. Ключовим принципом СТЗ є управління мінливістю сільськогосподарських угідь для досягнення максимальної продуктивності за мінімальних витрат ресурсів. Широке впровадження в практику сільськогосподарського виробництва сучасних наукових розробок у галузі інформаційних технологій та мікро - процесорної техніки з метою отримання стабільних високих врожаїв за раціонального використання ґрунтів, відтворення їхньої родючості й охорони довкілля.

Особливе місце посідають системи точного (координатного або керованого) землеробства, що використовують супутникові навігаційні системи для точного визначення географічних координат окремих ділянок поля, місце визначення МТА і дозованого внесення технологічних матеріалів: насіння, мінеральних добрив та засобів захисту.

Одним з елементів системи точного землеробства (СТЗ) є паралельне водіння агрегатів на базі GPS навігації, що є економічно вигідною технологією для сучасного рослинництва. Технологія реалізується за допомогою спеціальних GPS-систем паралельного водіння (випускаються під марками Outback, Raven, Trimble, GreenStar, TeeJet, Leica). Сьогоднішній сільськогосподарський виробник має обрати оптимальне технічне рішення для своїх завдань.

Нові технології та технічні рішення наразі з'являються так часто, що споживачі не встигають освоїти попередні, як на ринку пропонують уже нові. Наприклад в системах паралельного водіння тепер застосовуються інерційні датчики, ультразвукові локатори, системи комп'ютерного бачення, супутникові системи позиціонування і так далі. Всі ці досягнення техніки робляться з однією простою метою - забезпечити проходження машинно-тракторного агрегату по полю таким чином, щоб кожний прохід відбувався точно по краю попереднього без пропусків і перекриттів. Виходячи з цього, можна сформулювати основний постулат: бажаєте отримати економію - їдьте прямо!

У даному матеріалі зроблена спроба зробити короткий розрахунок з огляду на впровадження одного з елементів системи точного землеробства – паралельного руху сільськогосподарських агрегатів з використанням GPS навігації. Враховуючи принципи дії таких систем, зазначимо, що основний модельний ряд пропонованого устаткування різних виробників має свої переваги і недоліки. Відомо, що паралельне водіння забезпечує оптимальний рух агрегатів, економію палива, засоби захисту рослин (ЗЗР), добрива і інші матеріали, які витрачаються при польових роботах [3, 4].

Основна частина. Впроваджувати СТЗ в повному об'ємі надзвичайно важко, але використовувати деякі її елементи можна і потрібно. Вартість базового набору GPS-систем для впровадження елементів точного

землеробства складає 2500 – 4500 EUR [5], в нього входить дисплей з діагоналлю 4,5” і антена. Ця система передбачає функцію підрахунку обробленої площі або площі по контуру поля [6, 7]

При виконанні технологічних операцій, незалежно від рівня майстерності тракториста, огріхи неминучі. З метою їх виправлення приймається рішення робити наступний прохід із незначним перекриттям попереднього. Там, де перекриваються ряди, витрачається удвічі більше технологічного матеріалу, а там, де пропущено, ростимуть бур'яни із своїми наслідками. Результат такого стилю роботи можна показати на простому прикладі. Для розрахунку візьмемо поле площею 150 га прямокутної форми із сторонами 1,25 км на 1,25 км і засіватимемо його пшеницею, використовуючи сучасну широкозахватну сівалку шириною 18 м.

Таблиця 1

Результати розрахунків при різних величинах перекриття сусідніх рядів

Ширина перекриття, м	Реальна ширина захвату, м	Площа перекриття на одному гоні, га	К-ть гонів	Загальна площа перекриття на полі, га	Перевитрата на насіння і добрива, грн/га*
0,2	17,8	0,025	67	1,675	8961
0,4	17,6	0,05	68	3,4	18190
0,6	17,4	0,075	69	5,175	27686
0,8	17,2	0,1	70	7,0	37450
1,0	17,0	0,125	71	8,875	47 481

*Для розрахунків прийняті наступні дані: норма висіву пшениці – 250 кг/га, ціна насіннєвого зерна пшениці середня – 12000 грн/т, норма внесення карбаміду при сівбі – 100 кг/га, ціна добрив – 23500 грн/т (ціна на матеріали не стабільна).

Знаючи норми висіву пшениці і внесення добрив, а також їх закупівельну ціну, можна легко порахувати, скільки ми переплачуємо за огріхи. Невеликі на перший погляд цифри перевитрат на кожній загінці призводять в масштабах господарства до помітних сум, підтверджуючих рекламну фразу: "Системи паралельного водіння окупаються за один-два сезони".

Не приводячи загальні формули, результати розрахунків при різних величинах перекриття сусідніх рядів.

В результаті вийшла дуже проста залежність: кожні 20 сантиметрів перекриття сусідніх рядів це приблизно 220 грн збитків на кожен гектар оброблюваної площі тільки на одній операції – сівбі.

Якщо взяти середнє господарство, що має площу зернових культур в середньому 2000 га, і при проведенні сівби скорочують ширину перекриття сусідніх рядів з 40 см (цілком реальна цифра!) до 5 см (що дозволяють

зробити практично всі системи супутникової навігації). В результаті маємо економії цілком справедливую цифру яка дозволить прийняти рішення на користь впровадження системи точного землеробства. Доцільно відзначити розрахунки наведені тільки для одного елемента точного землеробства – паралельне водіння агрегатів.

Висновки: Передові господарства, що мають у своєму розпорядженні обладнання для використання СТЗ, вже не уявляють, як працювали без нього. Завдяки використанню СТЗ відсутні роботи по попередній розмітці поля; не потрібні додаткові витратні матеріали для маркіровки рядів; максимально використовується ширина агрегату, зводяться до мінімуму перекриття сусідніх рядів; виключаються пропуски між сусідніми проходами агрегату; збільшується коефіцієнт завантаження техніки (можливість роботи вночі); підвищується комфортність роботи, знижується стомлюваність водія. При всіх цих позитивних пунктах господарство отримує ще й додатковий прибуток коштів. Виконавши нескладні розрахунки, бачимо, що самий простий елемент - обладнання для паралельного руху агрегату – дає додатковий прибуток 29390 грн., а загальний додатковий прибуток складе 1016145,0 грн. Зрозуміло, що цифри мають орієнтовну величину. Важливо те, що вона позитивна.

Список використаних джерел

1. Экономическая эффективность элементов системы точного земледелия /[Текст] В.И.Мельник, М.А.Цыганенко, А.И. Аникеев, К.Г.Сыровицкий Motrol. Vol 17, №7 ISSN 1730-8658, 2015

2. <http://www.zerno-ua.com>

3. http://www.gps.com.ua/article_info.php

4. <http://agroconf.org/content/cini-na-realizovanu-sg-produkciyu>

5. <http://www.agriland.ua/index.php/ru/mediagallery>

УДК: 631.51:633.16

ЧИЗЕЛЬНИЙ ОБРОБІТОК ПІД ЯЧМІНЬ ЯРИЙ У ЛІСОСТЕПОВИХ УМОВАХ УКРАЇНИ: ЕФЕКТИВНІСТЬ ТА ЕКОНОМІЧНА ДОЦІЛЬНІСТЬ

Бєлих О. В.

Державний біотехнологічний університет

Постановка проблеми. Деградація чорноземів і підвищена ерозія ґрунтів у лісостепових умовах України вимагають пошуку вдосконалених методів обробітку ґрунту, які враховують кліматичні умови, кількість і

якість рослинних залишків, а також обсяги внесення добрив [1, 2]. Вивченням ефективності чизельного обробітку займалися вчені, серед яких варто відзначити роботи Ю. Сиромятникова та його колег (2021, 2022, 2023) [3, 4, 5].

Аналіз останніх досліджень. Згідно з дослідженнями Ю. Сиромятникова та співавторів, підвищення витрат на матеріально-енергетичні ресурси та вирощування ячменю після нетипових попередників (соняшник) призвели до необхідності пошуку альтернативних методів обробітку. Чизельний обробіток забезпечує краще накопичення вологи та мінімізацію витрат на виробництво, порівняно з традиційною оранкою. Дослідження також показали, що застосування чизельних агрегатів сприяє збереженню вологи у поверхневих шарах ґрунту та збільшенню продуктивності ячменю ярого на 5-7% у порівнянні з плугом [6, 7].

Мета дослідження. Встановити вплив різних методів основного обробітку ґрунту та наявності рослинних залишків на ріст і розвиток ячменю ярого, а також економічну ефективність виробництва в умовах лісостепу України.

Методика дослідження. Дослідження проводилися на навчально-дослідному полі Харківського національного аграрного університету у 2017–2018 роках під керівництвом Ю. Н. Сиромятникова. Експеримент включав порівняння різних методів основного обробітку (оранка, чизельний обробіток, дисковий обробіток) на фоні залишків рослин та внесення мінеральних добрив ($N_{30}P_{30}K_{30}$ та $N_{60}P_{30}K_{30}$).

Результати досліджень. Чизельний обробіток забезпечив найвищий рівень накопичення вологи (145 мм) у холодний період, порівняно з традиційною оранкою (122,6 мм). Встановлено, що найбільше використання вологи (118–134,7 мм) відзначалося під час чизелювання, що позитивно вплинуло на ріст і врожайність ячменю. Оранка і чизельний обробіток характеризувалися майже однаковою врожайністю зерна (2,75 т/га і 2,73 т/га відповідно). При дисковому обробітку врожайність зменшилася на 0,45–1,9 т/га через збільшення забур'яненості і менш ефективне перемішування рослинних залишків.

Висновок. Чизельний обробіток створює сприятливі умови для зволоження ґрунту і гарантує високу врожайність зерна. Економічна ефективність чизельного обробітку досягає 48,6%, що на 4% вище, ніж при використанні традиційної оранки. Застосування цього методу також сприяє зменшенню витрат на паливе на 12-13% порівняно з іншими способами обробітку.

Список використаних джерел

1. Cercioglu, M., Anderson, S. H., Udawatta, R. P., & AlageleSyromyatnikov Y. Design parameters of the rotor of a tillage loosening and separating machine. Agriculture. 2019. Т. 2. С. 7-27.

2. Pashchenko V. F., Syromyatnikov Y. U. The transporting ability of the rotor of the soil-cultivating loosening and separating vehicle / /Tractors and Agricultural Machinery. – 2019. – Т. 86. – №. 2. – С. 67-74..

3. Romashchenko M., Bohaiyenko V., Shatkovskiy A., Saidak R., Matiash T., Kovalchuk V. Optimisation of crop rotations: A case study for corn growing practices in forest-steppe of Ukraine // Journal of Water and Land Development. – 2023. – №56. – С. 194-202.

УДК: 631.33

ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ МАШИНИ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ АГРОФІЗИЧНОГО СТАНУ ҐРУНТУ

Молодцов Д. Є.

Державний біотехнологічний університет

Постановка проблеми. Оптимізація агрофізичного стану ґрунту є однією з ключових умов для забезпечення високої продуктивності агроценозів. Неправильний обробіток призводить до погіршення структури ґрунту, ущільнення верхніх горизонтів, порушення водного режиму та зниження врожайності (Syromyatnikov et al., 2023). Традиційні методи ґрунтообробки, такі як глибока оранка, часто не забезпечують необхідних показників агрофізичного стану, що зумовлює актуальність розробки нових методів та технічних рішень для підвищення ефективності роботи ґрунтообробних установок (Levene et al., 2019).

Мета дослідження. Метою дослідження є обґрунтування конструктивних параметрів машини для забезпечення оптимального агрофізичного стану ґрунту, що включає підтримання оптимальної щільності, пористості, водопроникності та аерації. Дослідження орієнтоване на розробку нового типу ґрунтообробної машини, яка здатна ефективно руйнувати ущільнені горизонти без негативного впливу на орний шар, а також підтримувати стабільні агрофізичні властивості впродовж вегетаційного періоду.

Матеріали та методи. Для досягнення поставленої мети використовувалися методи математичного моделювання, що включають аналіз динамічних характеристик робочих органів та їхнього впливу на структуру ґрунту (Syromyatnikov et al., 2023). Параметри конструкції визначалися на основі експериментальних досліджень, що включали вимірювання сил взаємодії між ґрунтом та робочими органами, а також оцінку структурного стану ґрунту після обробки. Використано варіаційний

метод для обґрунтування геометричних параметрів лап та кутів розташування робочих органів (Ishikawa et al., 2017).

Результати дослідження. Результати моделювання показали, що оптимальне розташування робочих органів на основі схеми "послойного розпушення" дозволяє знизити тяговий опір на 15% порівняно з традиційними методами обробітку (Syromyatnikov et al., 2022). Експериментальні дослідження підтвердили, що при глибині заглиблення першого ряду робочих органів 8 см, а другого — 18 см, структура верхнього шару зберігається, а коефіцієнт структурності становить 0,75. Запропонована конструкція лап із змінним кутом кришення (від 20° до 40°) забезпечує мінімальне руйнування структури ґрунту та сприяє кращій водопроникності (Pashenko et al., 2019).

Дослідження показали, що використання комбінованих робочих органів дозволяє покращити агрофізичні показники ґрунту. Зокрема, після обробки машиною щільність ґрунту знизилася з 1,35 г/см³ до 1,21 г/см³ у верхньому шарі (0–10 см) і з 1,43 г/см³ до 1,29 г/см³ у нижньому шарі (10–20 см) (Smith et al., 2016). Показник загальної пористості після обробки зріс на 15%, що забезпечує кращий повітряний режим у орному шарі. Коефіцієнт водопроникності збільшився з 0,68 до 1,12 мм/хв, що свідчить про покращення гідравлічних властивостей ґрунту (Levene et al., 2019).

Обговорення. Результати досліджень підтверджують, що запропонована конструкція машини є ефективним засобом для покращення агрофізичного стану ґрунту завдяки оптимізованій схемі розташування робочих органів та використанню комбінованих лап із змінним кутом кришення. Використання різноспрямованих елементів дозволяє знизити ущільнення нижніх горизонтів та покращити водний баланс у системі "ґрунт-рослина". Крім того, варіативність глибини обробітку сприяє рівномірному розподілу механічного впливу, що запобігає надмірному руйнуванню ґрунтових агрегатів (Hunt et al., 2018).

Практична значимість. Практична значимість розробленої машини полягає у забезпеченні стабільного агрофізичного стану ґрунту без необхідності частих обробок, що знижує витрати на енергоносії та підвищує ефективність агротехнічних заходів. Запропонована конструкція робочих органів може бути використана для оптимізації технологічних процесів обробітку на ґрунтах із підвищеним ущільненням, що дозволить забезпечити стабільний розвиток кореневої системи та підвищити врожайність на 10–15%.

Висновки. Запропонована конструкція машини для оптимізації агрофізичного стану ґрунту є ефективним засобом для покращення водопроникності, аерації та зниження щільності у різних шарах. Використання комбінованих робочих органів із змінними кутами кришення дозволяє знизити енерговитрати на 15% та забезпечити рівномірний

розподіл агрофізичних показників по всій глибині орного шару. Результати досліджень можуть бути використані для проектування нових типів ґрунтообробних машин, орієнтованих на мінімальний вплив на структуру ґрунту та підтримання його стабільного стану.

Список використаних джерел

1. Smith, J. D., Levene, B., Hunt, R. F. (2016). Soil structure and tillage energy requirements in dynamic conditions. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 114, 59–67.
2. Hunt, R. F., Wang, Y., Zhou, X. (2018). Influence of tillage on soil structure and porosity. *Biosystems Engineering*, 173, 24–32.
3. Ishikawa, H., Levene, B., Hunt, R. F. (2017). Optimization of tillage systems for structural preservation. *Journal of Terramechanics*, 74, 34–44.
4. Wang, Y., Hunt, R. F., Ishikawa, H. (2018). Structural improvements in compacted soils using multi-layer tillage. *Journal of Soil Science and Tillage Research*, 186, 12–24.
5. Levene, B., Zhou, X., Smith, J. D. (2019). Soil aeration and compaction mitigation through optimized tillage. *Journal of Mechanical Engineering Science*, 233(5), 1542–1556.
6. Syromyatnikov Yu. N. et al. The quality indicators of a stratifier growing machine with a riping-separating device in beet growing // *Engineering of nature management*. – 2022. – Т. 1 – № 23. – Р. 133-139. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6824187>
7. Syromyatnikov Yu. M. Influence of technological measures on soil moisture saturation in sugar beet growing // *Ukrainian Journal of Natural Sciences* – 2023. – № 4. – Р. 125-137. <https://doi.org/10.32782/naturaljournal.4.2023.14>
8. Syromyatnikov Y. M. Physico-chemical indicators of soil condition depending on sugar beet growing technology // *Agriculture and plant sciences: theory and practice*. – 2023. – №. 3. – Р. 59-69. <https://doi.org/10.54651/agri.2023.03.07>
9. Syromyatnikov Yu. N. Influence of agricultural practices and sowing dates under different weather conditions on soybean yield // *Agrobiology*. – 2023. – № 23. – Р. 187-195. <https://doi.org/10.33245/2310-9270-2023-179-1-187-195>
10. Сиромятников Ю. Вплив технологічних заходів на структурно-агрегатний склад ґрунту при вирощуванні буряку цукрового. *Вісник аграрної науки*. 2023. Т. 101. №. 11. С. 60-66. <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202311-08>

УДК: 631.3.004

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ ЕФЕКТИВНОГО ОРГАНІЧНОГО КОНТРОЛЮ БУР'ЯНІВ НА ОСНОВІ ГРУНТООБРОБНОГО АГРЕГАТУ

Сиром'ятников Ю. М.

Державний біотехнологічний університет

Постановка проблеми. Проблема контролю бур'янів є однією з основних у сучасному землеробстві. Хімічні методи боротьби з бур'янами часто призводять до деградації ґрунтового середовища та зниження його продуктивності (Osman, 2018). Застосування механічних методів, зокрема мінімальної обробки ґрунту, може сприяти збереженню вологи, поліпшенню структури ґрунту та підвищенню врожайності, що є важливим елементом стійкого землеробства (Håkansson et al., 2002).

Аналіз останніх досліджень. Багато дослідників підкреслюють необхідність розробки альтернативних технологій для зменшення використання гербіцидів. Зокрема, Pavlović et al. (2022) вказують на ефективність екологічно інтегрованого управління бур'янами (EIWM), що включає застосування механічних методів, таких як розпушування та диференціація ґрунту за структурою. Mechergui et al. (2021) також відзначають, що органічні методи боротьби з бур'янами можуть забезпечити тривалу продуктивність без значного впливу на екосистему.

Мета дослідження. Метою дослідження є розробка та випробування ґрунтообробного агрегату для органічного контролю бур'янів та оптимізації агрофізичних властивостей орного шару ґрунту.

Результати дослідження. Розроблений агрегат забезпечує диференціацію ґрунтового шару на кілька підшарів: наднасіenneвий, насінневий, піднасіenneвий і підповерхневий. Така диференціація дозволяє поліпшити структурний коефіцієнт ґрунту на 2,5 рази порівняно з традиційними методами обробки (Syromyatnikov et al., 2022a). Дослідження показали, що застосування агрегату дозволяє знизити забур'яненість на 63,28% у порівнянні з контролем, а маса бур'янів зменшилася на 83,9% (Syromyatnikov et al., 2022b). Також встановлено, що застосування даного агрегату дозволяє утримувати на 1–2% більше вологи у верхньому шарі ґрунту упродовж двох місяців після обробки (Osman, 2018).

Висновки. Застосування експериментального агрегату для обробки ґрунту дозволяє значно підвищити агрофізичні характеристики орного шару та забезпечити ефективний органічний контроль бур'янів без використання гербіцидів. Розробка є перспективною для впровадження у стійкі технології

землеробства, що спрямовані на збереження природних ресурсів та покращення екологічної безпеки.

Список використаних джерел

1. Håkansson, I., Myrbeck, Å., Etana, A. (2002). A review of research on seedbed preparation for small grains in Sweden. *Soil and Tillage Research*, 64(1–2), pp. 23–40.
2. Mecherghi, T., Pardos, M., Jhariya, M.K., Banerjee, A. (2021). Mulching and Weed Management towards Sustainability. In: *Ecological intensification of natural resources for sustainable agriculture*. Springer, Singapore, pp. 255–287.
3. Osman, K.T. (2018). Degraded soils. In: *Management of soil problems*. Springer, Cham (Switzerland), pp. 409–456.
4. Pavlović, D., Vrbničanin, S., Anđelković, A., Božić, D., Rajković, M., Malidža, G. (2022). Non-Chemical Weed Control for Plant Health and Environment: Ecological Integrated Weed Management (EIWM). *Agronomy*, 12(5), Article No. 1091.

УДК: 631.3.004

ВПЛИВ АГРОТЕХНІЧНИХ ПРИЙОМІВ ТА ТЕРМІНІВ ПОСІВУ НА ВРОЖАЙНІСТЬ СОЇ У РІЗНИХ ПОГОДНИХ УМОВАХ

Харченко О. М.

Державний біотехнологічний університет

Постановка проблеми. Одним із головних чинників, що впливають на врожайність сої, є рівень вологості ґрунту та агротехнічні прийоми, які застосовуються при вирощуванні. Згідно з дослідженнями Gobin (2018) та Jumrani and Bhatia (2018), нестача ґрунтової вологи на початкових етапах розвитку рослин призводить до зниження врожайності, особливо за умов дефіциту опадів у період вегетації. Важливу роль відіграють агротехнічні заходи, такі як час посіву, технологія основного обробітку ґрунту та ущільнення, які можуть суттєво впливати на накопичення і збереження продуктивної вологи в орному шарі (He et al., 2020; Yang et al., 2018). Дослідження Y. Syromyatnikov та співавторів (2022) підтверджують, що правильне планування агротехнічних прийомів дозволяє збільшити ефективність використання вологи та знизити забур'яненість посівів.

Аналіз останніх досліджень. Аналіз наукових робіт показав, що умови зволоження та технологія основного обробітку ґрунту є ключовими факторами для ефективного вирощування сої. Arají et al. (2018) довели, що оптимальні терміни посіву забезпечують вищу продуктивність завдяки кращій аерації ґрунту і збереженню вологи. Дослідження Y. Syromyatnikov,

Kuts та співавт. (2022) підтвердили, що застосування розпушувача PRSM-5 дозволяє оптимізувати агрофізичні властивості орного шару ґрунту та забезпечити ефективний контроль бур'янів без використання хімічних препаратів. Крім того, використання чизельного обробітку призводить до зниження щільності ґрунту у верхньому шарі, але супроводжується значним ущільненням на глибших рівнях, що може негативно впливати на розвиток кореневої системи сої (Blednykh et al., 2015; Y. Syromyatnikov et al., 2022).

Вплив різних технологій обробітку ґрунту на врожайність сільськогосподарських культур активно вивчався у дослідженнях Y. Syromyatnikov (2021), зокрема у контексті мінімального обробітку та інтегрованих систем контролю бур'янів. У результаті цих досліджень було встановлено, що зменшення кількості механічних операцій дозволяє знизити втрати вологи та забезпечити кращу структуру ґрунту. Дослідження Liu et al. (2022) також підтвердили, що попереднє ущільнення ґрунту покращує контакт насіння з ґрунтом, що сприяє швидшому та рівномірнішому проростанню.

Мета дослідження. Метою дослідження є вивчення впливу різних методів основного обробітку ґрунту, термінів посіву та агротехнічних прийомів на врожайність сої за умов дефіциту вологи та сприятливих погодних умовах. Дослідження спрямоване на визначення найбільш ефективних технологій обробітку ґрунту для збереження продуктивної вологи та оптимізації умов розвитку рослин.

Результати дослідження. У дослідженнях було використано різні методи основного обробітку ґрунту: чизелювання на глибину 25–27 см, обробіток за допомогою розпушувача PRSM-5 на глибину 15–17 см та додаткове передпосівне та післяпосівне ущільнення ґрунту кільчастопоровим котком KKSН-6.

Результати показали, що за сприятливих умов (ГТК 1.46) найвищу врожайність сої (1,91–1,96 т/га) отримано за першого терміну посіву при обробітці розпушувачем PRSM-5 (Syromyatnikov et al., 2022a). В умовах посухи (ГТК 0.66–0.87) обробіток розпушувачем PRSM-5 підвищував врожайність на 7–12% порівняно з чизелюванням (He et al., 2020; Liu et al., 2022). Додаткові дослідження Y. Syromyatnikov (2022) показали, що ефективне використання структурованого орного шару дозволяє підвищити коефіцієнт структури на 2,5 рази, що позитивно впливає на розвиток сої.

Крім того, обробіток за допомогою PRSM-5 сприяє збільшенню кількості агрономічно цінних агрегатів у верхньому шарі ґрунту (0–10 см) до 71,8% (Y. Syromyatnikov et al., 2021). Це призводить до покращення водоутримуючої здатності ґрунту та сприяє рівномірному проростанню насіння. Застосування чизельного плуга PCh-2.5 призводить до зменшення водопроникності через утворення ущільнених горизонтів на глибинах 20–

30 см, що підтверджується даними досліджень (Nunes et al., 2019; Y. Syromyatnikov, 2021).

Висновки. Дослідження показали, що використання різних методів обробітку ґрунту та термінів посіву дозволяє значно підвищити врожайність сої та ефективність використання продуктивної вологи в орному шарі. Оптимальні терміни посіву за температури ґрунту 8–10 °C забезпечують кращу врожайність за сприятливих умов, тоді як за умов посухи доцільніше використовувати додаткове передпосівне ущільнення (Ferreira et al., 2021; Nunes et al., 2019). Застосування розпушувача PRSM-5 дозволяє зберігати більше вологи та забезпечити краще проростання насіння, що робить цю технологію перспективною для умов із дефіцитом вологи.

Список використаних джерел

1. Araj, H. A., Wayayok, A., Bavani, A. M., Amiri, E., Abdullah, A. F., Daneshian, J., Teh, C. B. S. (2018). Impacts of climate change on soybean production under different treatments of field experiments considering the uncertainty of general circulation models. *Agricultural Water Management*, 205, 63–71.
2. Blednykh, V. V., Svechnikov, P. G., Troyanovskaya, I. P. (2015). Analytical model of soil pulverization and tillage tools. *Procedia Engineering*, 129, 69–74.
3. Etemadi, F., Hashemi, M., Barker, A. V., Zandvakili, O. R., Liu, X. (2019). Agronomy, nutritional value, and medicinal application of faba bean (*Vicia faba* L.). *Horticultural Plant Journal*, 5(4), 170–182.
4. Ferreira, C. J. B., Tormena, C. A., Severiano, E. D. C., Zotarelli, L., Betioli Júnior, E. (2021). Soil compaction influences soil physical quality and soybean yield under long-term no-tillage. *Archives of Agronomy and Soil Science*, 67(3), 383–396.
5. Gobin, A. (2018). Weather related risks in Belgian arable agriculture. *Agricultural Systems*, 159, 225–236.
6. He, L., Jin, N., Yu, Q. (2020). Impacts of climate change and crop management practices on soybean phenology changes in China. *Science of the Total Environment*, 707, 135638.
7. Jumrani, K., Bhatia, V. S. (2018). Impact of combined stress of high temperature and water deficit on growth and seed yield of soybean. *Physiology and Molecular Biology of Plants*, 24(1), 37–50.
8. Liu, H., Yan, W., Ji, Y., Zhang, W. (2022). Working performance of the low-adhesion and anti-slip bionic press roller in the rice-wheat rotation area. *Agriculture*, 12(6), 750.

УДК 631.363:636.22/28

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ МАШИН ДЛЯ ДИФЕРЕНЦІЙОВАНОГО ВНЕСЕННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРИВ

Остапенко В. А.

Вінницький національний аграрний університет

Використання твердих мінеральних добрив сприяє істотному підвищенню урожайності зернових культур і підвищенню родючості ґрунту. Існуюча система застосування твердих мінеральних добрив в Україні здійснюється по середній дозі і без урахування внутрішньогрунтової неоднорідності вмісту поживних речовин у ґрунті. Проведені дослідження показують, що збільшення урожайності і віддачі від використання добрив можна отримати при умові, якщо їх вносити диференційовано в залежності від неоднорідності поля по агрохімічному і видовому складі [1].

Сучасні посівні машини, як правило, не пристосовані для одночасного диференційованого внесення основної та стартової дози, внаслідок чого відсутність у них високо адаптованих дозаторів, відповідних систем контролю і керування. Перспективними є посівні комплекси з пневматичною системою та можливістю часткового розташування робочих органів на передній навісці трактора [2].

Тому створення машин і робочих органів, їх теоретичне обґрунтування та експериментальне дослідження направлене на удосконалення і створення ресурсозберігаючих технологій є однією з найважливіших задач в сільськогосподарському виробництві.

На рис. 1 представлено посівний комплекс з розробленою пневматичною висівною системою для припосівного внутрішньогрунтового диференційованого внесення основної та стартової дози гранульованих мінеральних добрив у системі точного землеробства [3]. Посівний комплекс агрегується на основі трактора третього класу.

Найбільш суттєвими факторами обробітку ґрунту даним посівним комплексом є глибоке рихлення ґрунту з одночасним внесенням добрив (основної та стартової дози) та якісне формування насінневого ложа. Даний посівний комплекс працює за технологією смугового обробітку ґрунту, що набуває широкого поширення останнім часом в Україні на основі аналізу закордонного досвіду.

До складу посівного комплексу входить розкидач мінеральних добрив та посівний агрегат, що працює за технологією смугового обробітку ґрунту. Механізм для внесення мінеральних добрив встановлюється на передню навіску трактора, який обладнано гідравлічною системою та з'єднується тукопроводом 7 з посівним агрегатом.

Основні компоненти механізму для внесення мінеральних добрив: металевий бункер 6, місткістю до 680 л, що кріпиться на трьохточковій навісці, блок керування Performer 530, датчик швидкості руху (кабель, індуктивні датчики, GPS антена), електродвигун 12 В, який під'єднується до блока керування Performer 530, допоміжна система для горизонтального транспортування добрив (циклон), вентилятор, повітряний сепаратор, гідравлічний привод, розподільник, розподільні шланги зі системою STOP/START.

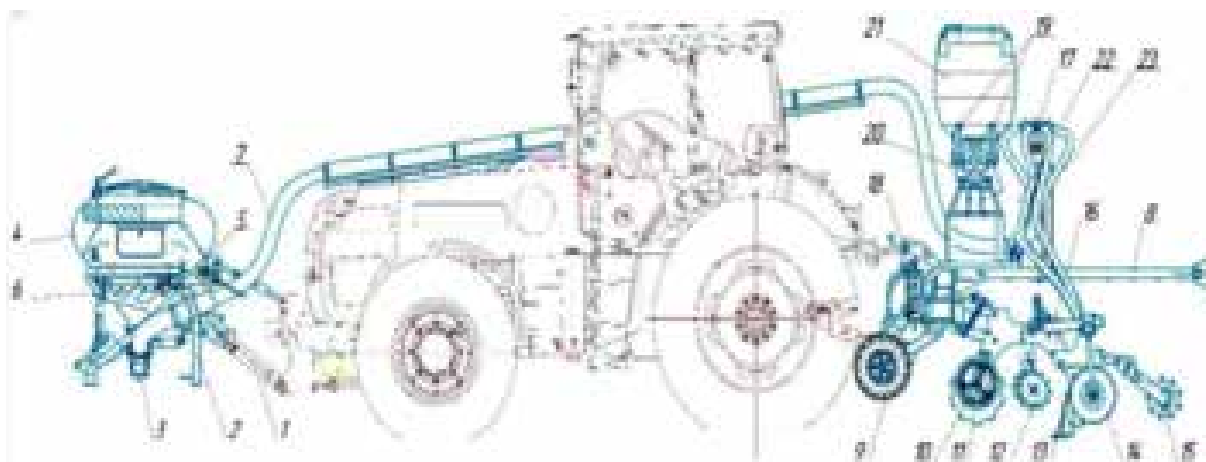


Рис. 1. Конструктивно-технологічна схема посівного комплексу для диференційованого внесення мінеральних добрив: 1 – передня навіска; 2 – стоянкові опори; 3 – вентилятор; 4 – бункер мінеральних добрив; 5 – розетки системи електронного дозування; 6 – електродвигун приводу заслінки; 7 – тукопровід; 8 – рама; 9 – опорні колеса; 10 – дисковий робочий орган; 11 – опорне колесо дискового ножа; 12 – культер; 13 – сошник для насіння і добрив; 14 – прикочувальне колесо; 15 – коток; 16 – плаваюча рама; 17 – розподільник мінеральних добрив; 18 – механізм навіски; 19 – пневмовентилятори насіннєвого бункера; 20 – система дозування насіння; 21 – насіннєвий бункер; 22 – насіннепровід; 23 – тукопровід

Блок керування Performer 530 встановлюється в кабіні трактора і потребує напруги 12 В. Блок керування Performer 530 дозволяє проводити точне і автоматичне дозування добрив та дрібного насіння, відповідно до швидкості руху і ширини механізму для внесення добрив, а також дозволяє постійно корегувати витрату і дозу добрив для рівномірного розподілу під час сівби. Механізм для внесення мінеральних добрив на основі передньої навіски трактора обладнано гідравлічним приводом. Підняття та опускання якого відбувається за допомогою поршневих гідроциліндрів, керування якими здійснюється джойстиком з кабіни трактора.

Механізм для внесення мінеральних добрив устатковується на передній частині трактора та під'єднується до сівалки точного висіву.

Використання навісного механізму у складі МТА на базі тракторів тягового класу 3 дозволяє:

- знизити витрати пального при виконанні певних сільськогосподарських робіт (внесення мінеральних добрив), за рахунок зменшення кількості проходів та витрат палива при переїздах до місця роботи;
- знизити негативний вплив ущільнення ґрунту за рахунок об'єднання 2 операцій у складі одного комбінованого МТА;
- довантажити передню вісь трактора, що дозволяє більш ефективно його використовувати та покращити щеплення передніх коліс;
- полегшити роботу тракториста.

При роботі посівного комплексу за технологією «точного землеробства», диференціація основної дози внесених добрив здійснюється відповідно до електронної карти внесення добрив. Місце положення агрегату на полі визначається при допомозі приймача сигналів глобальної системи позиціонування.

Контроль і керування технологічним процесом диференційованого внесення добрив здійснюється бортовим комп'ютером. На комп'ютері встановлено відповідне програмне забезпечення. При переході агрегату з однієї ділянки поля на інший відбувається зміна основної дози внесених добрив.

Потік добрив, що надходить з бункера в розподільну головку розділяється в ній на два потоки. Один потік добрив подається по тукопроводам до сошників і призначений для забезпечення основної дози внесення. Інший потік добрив надходить в інші тукопроводи, з'єднані з ежектором в якому вони змішуються з насінням і надходять разом з ними в якості стартової дози. Величина стартової дози, що вноситься на конкретну ділянку залежить від величини основної дози на цю ділянку [3, 4].

При цьому стартова доза змінюється в межах від 8 до 15 % від основної дози.

Використання в агропромисловому комплексі АПК України ресурсозберігаючих технології точного землеробства дозволить забезпечити керування виробничими процесами за рахунок інформаційних технологій, роботизованих та автоматизованих систем, що дозволить вивести вітчизняні сільськогосподарські підприємства на більш новий рівень.

Список використаних джерел

1. Концепція розвитку точного землеробства в Україні. Національний науковий центр "Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського". Колектив авторів. Харків, Міськдрук, 2010. 36 с.
2. Аніскевич Л.В. Система точного землеробства / Л.В. Аніскевич, М.О. Свірень, М.М. Коваленко та ін. навч. посіб. Кропивницький: Лисенко

В.Ф. 2016. – 104 с.

3. Руткевич В.С., Остапенко В.А. Розроблення висівної системи посівного комплексу для внутрішньо-грунтового диференційованого мінерального удобрення з одночасною сівбою зернових культур Вісник Хмельницького національного університету. Серія: технічні науки. 2024. № 1 (330). С. 264–270.

4. Руткевич В., Остапенко В., Кажуро М. Теоретичне дослідження умов роботи дозуючих робочих органів посівного комплексу для диференційованого внесення добрив. Вісник Хмельницького національного університету. Серія: технічні науки. 2024. № 4 (339). С. 91–96.

УДК 631.362.36

КЛАСИФІКАЦІЯ СЕПАРАТОРІВ ЗА СПОСОБОМ ДІЇ

Павлюченко В. О., Дудін В. Ю.

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Зібране зерно надходить до сортувальних підприємств з домішками – зерном не основної культури, рештками соломи і колосків, половиною, насінням бур'янів, мінеральними домішками (піском, грудочками ґрунту тощо). Для очищення від домішок та сортування зерна використовують спеціально призначені машини. Відмінності характеристик складових зернової маси використовують для правильного підбору техніки та якісної сепарації (рис. 1).

Відповідно до рис. 1, можна побачити, що технологія очищення вороху від домішок (органічних, металоманітних, мінеральних тощо) складається з послідовних трьох етапів [1]. На кожному з них використовуються відповідне обладнання для очищення та сортування зерна.

На першому етапі використовують каменевіддільні машини та ситові сепаратори, котрі видаляють дрібну гальку, шматки землі, крупний пісок, тобто відділяють крупні домішки.

На другому етапі використовують повітряні сепаратори, які відокремлюють легкі домішки або лузгу. Повітряно-ситові сепаратори використовують для попереднього очищення і часткового сортування, а додаткове очищення здійснюють циліндричні та дискові трієри, які проводять сепарацію за довжиною складових домішок. Важливою умовою є видалення металевих складових, які відділяються за допомогою магнітного сепаратора, а саме селективного впливу магнітного поля на частинки з різною магнітною сприйнятливістю [2]. Для проведення якісного

сортування та калібрування використовують машини, які проводять розподіл за товщиною та шириною компонентів зернової суміші. Спіральні сепаратори, за допомогою гравітаційних сил, відділяють кругле насіння від плоского. Вібросепаратори використовують для відокремлення легкого, дрібного та великого сміття та домішок.

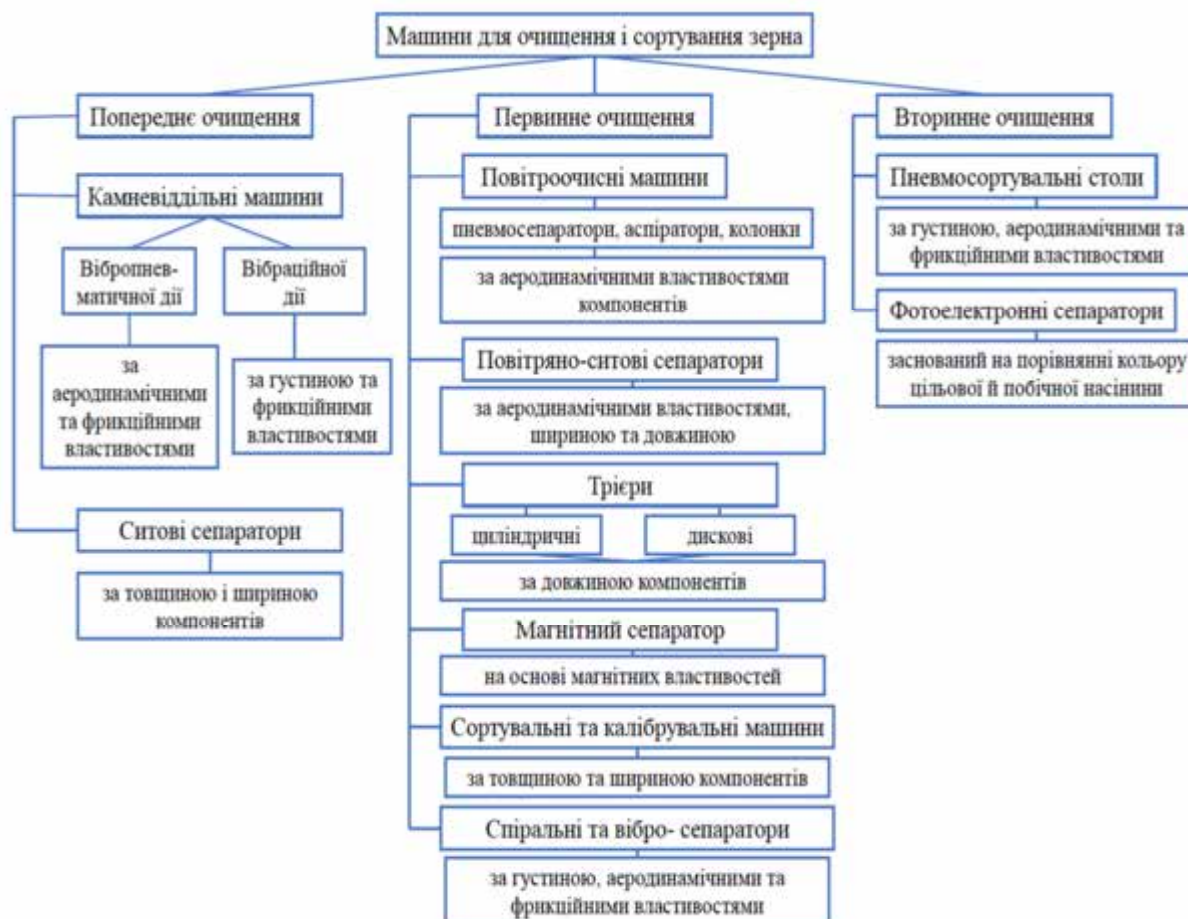


Рис. 1. Класифікація сепараторів зерна за способом дії

На третьому етапі проводять доочищення зерна, яке буде використано як посівний матеріал. Пневмосортувальні столи дозволяють видаляти з зерна важковідокремлювані домішки (сажка, ріжки та ін.), які неможливо відокремити простим просіюванням. Ще одним із шляхів підвищення ефективності процесу сортування насінневого матеріалу є його фракціонування шляхом застосування фотоелектронного сепаратора на кінцевій стадії обробки насіння. Таке сортування дозволяє відокремити не лише невиповнене зерно за кольором, а й розподілити різні сортозразки з вираженим морфологічним забарвленням [3].

Аналізуючи етапи очищення зернової маси від домішок, можна помітити певну тенденцію, а саме почергове використання декількох принципів сепарації, для забезпечення повної очистки та сортування насінневого матеріалу. Це призводить до збільшення витрат енергії та

витрат на обслуговування обладнання, створюється технологічний процес в якому сепаратори залежні один від одного.

В зв'язку з цим актуальним питанням є пошук нових рішень, які будуть спрямовані на збільшення функціональних можливостей зерноочисних та сортувальних машин. Наприклад, обладнання вібросепаратора фрикційними пластинами дозволить об'єднати декілька принципів дії на насіннєвий матеріал - поділ за густиною та фрикційними властивостями, що дозволить зменшити кількість машин у технологічному процесі.

Список використаних джерел

1. Бойко В.С., Самойчук К.О., Тарасенко В.Г., Верхованцева В.О., Паляничка Н.О., Михайлов Є.В., Червоткіна О.О. Процеси і апарати харчових виробництв. Механічні та гідромеханічні процеси: підручник, Мелітополь, 2021. 476 с.

2. Випробування сільськогосподарської техніки. Зерноочисні машини та агрегати. Зерноочисно-сушильні комплекси. Методи випробувань: СОУ 74.3-37-147:2004. Київ: Мінагрополітики України [чинний від 2006-0801], 2006. 26 с.

3. Елеваторна промисловість: традиції та інновації. Вітчизняний та світовий досвід [Електронний ресурс] : наук.-допом. бібліогр. покажч. /[упоряд. Т. П. Фесун] ; Нац. ун-т харч. технол., Наук.-техн. б-ка. Київ, 2021. 180 с.

УДК 631.3

ОСОБЛИВОСТІ РОБОТИ МАШИН ДЛЯ ВНЕСЕННЯ ТВЕРДИХ ОРГАНІЧНИХ ДОБРІВ

Скляр О. Г., Скляр Р. В.

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

Постановка проблеми. Органічні добрива є практично незамінною складовою екологічного та органічного виробництва, до яких все частіше схильються агрономи. До того ж невинне зростання вартості мінеральних добрив та дедалі гостріша їх нестача в Україні змушують виробників шукати інших шляхів забезпечення рослин поживними речовинами [1]. Вже довгий час об'єми виробництва та застосування гною невинно падають. Це пояснюється тим, що за 25 років поголів'я великої рогатої худоби скоротилося в 5 разів. Як наслідок, рівень удобрення земель на сьогодні становить лише 0,5 т гною на гектар. Через нестачу органіки почалась

дегуміфікація ґрунтів та погіршення їх агрономічних властивостей [2]. Так, за даними ННЦ «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського», частка площ, оброблених органічними добривами, сьогодні становить 1,1 %. Тому за останні 20 років вміст гумусу в ґрунтах в середньому по Україні зменшився на 0,22 % в абсолютних величинах.

Аналіз останніх досліджень. За дослідженнями вчених [3] проблема питання внесення органічних добрив на поля полягає в тому, що недостатньо якісна обробка органічних відходів може призводити до низки негативних наслідків для ґрунтів, навколишнього середовища та врожайності сільськогосподарських культур. Основні проблеми включають:

- 1) нерівномірний вміст поживних речовин;
- 2) можливе перенасичення ґрунту органічними речовинами;
- 3) забруднення патогенами та токсичними речовинами;
- 4) екологічні наслідки;
- 5) низька ефективність при відсутності комплексного підходу.

Мета досліджень. Проаналізувати особливості роботи та надати напрямки удосконалення машин для внесення твердих органічних добрив.

Результати досліджень. Внесення твердих органічних добрив (різноманітні види компостів і гній, отриманий на підстилці) здійснюють переважно двома способами:

- прямоточним методом, у якому добриво безпосередньо з ферми надходить на поля;
- перевалочним, з тваринницького комплексу гній або компост закладається в бурти, потім у штабелі біля ділянки, що удобрюється, а потім вноситься в ґрунт.

Прямоточна технологія внесення органічних добрив можлива при близькому розташуванні гною- та компостосховищ тваринницьких господарств від місця вирощування сільськогосподарських культур до 8 км [4]. При такому способі не потрібно формувати бурти, органіка перевозиться тракторами та оперативно потрапляє у ґрунт за допомогою причепів-розкидачів. Вони пристосовані для перевезення, суцільного розподілу поверхнею поля, можуть додатково комплектуватися.

При перевалочній технології органіку перевозять на тракторних причепах або інших машинах до поля, поміщають у розкидачі та розподіляють по полю. Іноді завантажують у купи, розташовуючи їх шахівницею, на відстані в ряді від 30 до 60 см, враховуючи потрібну дозу та містку здатність використовуваного транспорту. Поступово розкидати по полю гній або компост можна за допомогою роторних розкидачів, наступним етапом є закладення в ґрунт.

Аналіз роботи машин для внесення твердих органічних добрив, які розповсюджені закордоном, наведено в таблиці.

Таблиця

Аналіз роботи машин для внесення твердих органічних добрив

Марка машини	Переваги	Недоліки	Продуктив. т/год.	Тип робочих органів	Регулювання норми внесення
Joskin Ferti-Cap	місткий бункер, рівномірний розподіл добрив	велика вага, не підходить для рідких добрив	20-25	вертикальні шнеки	механічне та електронне регулювання
Strautmann Streublitz	висока продуктивність, точний розподіл	зависокі витрати на паливе	18-22	горизонтальні шнеки	автоматичне регулювання за допомогою ISOBUS
Kuhn ProTwin Slinger	підходить для будь-яких твердих добрив, міцна конструкція	висока вартість, потрібна потужна тяга	10-20	подвійні шнекові механізми	механічне регулювання та варіативні налаштування
Muck Master 1000	простота конструкції, підходить для великих часток твердих органічних добрив	низька точність на великих площах, обмежена універсальність	15-20	вертикальні шнеки	механічне регулювання
Fliegl ADS	висока маневреність, може використовуватися на різних типах ґрунтів	обмежений обсяг бункера	10-15	вертикальні аплікатори	електронне регулювання через системи GPS
Bunning Lowlander	точний розподіл ґною і компосту, міцна конструкція	високі експлуатаційні витрати, великі габарити, що обмежує маневреність	18-22	подвійні горизонтальні шнеки	автоматичне регулювання, ISOBUS-система

Аналіз досліджень вчених щодо покращення якості процесу внесення органічних добрив можна звести до наступних напрямків:

1) поліпшення рівномірності розподілу: встановлення роторів або шнеків із змінною швидкістю обертання, що дозволить змінювати подачу матеріалу залежно від його щільності та вологості. Це дозволить уникати нерівномірного розподілу на різних частинах поля. Також введення електронних систем автоматичної корекції потоку (на основі камер або лазерних датчиків) для контролю розподілу добрив по ширині обробки.

2) модернізація системи подачі матеріалу: використання двошнекових подач для забезпечення рівномірного подрібнення і розподілу компосту чи ґною на виході з машини; удосконалення систем управління шнеками для зменшення частоти їх забивання та зниження витрат на обслуговування.

Системи можуть бути оснащені додатковими датчиками для автоматичного очищення у випадку забиття.

3) покращення маневреності та зменшення пошкоджень ґрунту: встановлення ширших шин або гусеничних систем для зменшення тиску на ґрунт, що особливо важливо під час роботи на вологих або пухких ґрунтах. Впровадження активної гідравлічної підвіски для зниження вібрацій і підвищення стійкості машини при роботі на нерівних поверхнях.

4) автоматизація процесу налаштувань: оснащення машини системами автоматичного контролю норми внесення з можливістю дистанційного налаштування через мобільні додатки або з кабіни трактора. Використання диференційованого внесення (VRA), яке базується на даних аналізу ґрунтів і дозволяє змінювати норму внесення добрив залежно від типу ґрунту та його родючості.

5) зниження втрат поживних речовин: використання систем, що дозволяють вносити гній під поверхню ґрунту, а не розкидати його на поверхні, для зменшення втрат поживних речовин через випаровування або стікання.

Висновок. Проведений аналіз особливості роботи машин для внесення твердих органічних добрив дозволив сформулювати рекомендації, які дозволять значно підвищити ефективність та точність внесення органічних добрив, зменшити втрати поживних речовин і покращити загальну продуктивність машин.

Список використаних джерел.

1. Болтянський Б.В. Енерго- та ресурсозбереження в тваринництві: підручник. К.: Видавничий дім «Кондор», 2020. 410 с.

2. Скляр О. Г., Скляр Р. В. Біоконверсні технології прискореної переробки відходів тваринництва в екологічно безпечні добрива. Науковий вісник ТДАТУ. Мелітополь: ТДАТУ, 2021. Вип. 11, том 2. №3. DOI: 10.31388/2220-8674-2021-2-3.

3. Комар А. С. Огляд методів дослідження та оптимізації машинних технологій утилізації відходів тваринництва. Науковий вісник ТДАТУ. ТДАТУ, 2023. Вип. 13, том 2. №9. DOI: 10.31388/2220-8674-2023-2-9.

4. Скляр О.Г. Обґрунтування факторів, що впливають на процес компостування. Технічний прогрес у тваринництві та кормовиробництві: IX Міжнародна науково-технічна конференція. Глеваха-Київ. 2020. С. 143-145.

УДК 633.282.631.322.81:631.17

ЗБИРАННЯ БІОМАСИ МІСКАНТУСУ

Погорілий С. П., Присяжний В. Г., Шевченко А. В.

*Інститут механіки та автоматики агропромислового виробництва
Національної академії аграрних наук України*

Постановка проблеми. Виробництво і використання рослинної біомаси для отримання енергії сприятиме зменшенню залежності України від імпортованої нафти та природного газу.

У структурі відновлювальних джерел енергії у світі більше 50 % займає енергія отримана з біомаси рослинного походження. У Фінляндії частка біомаси в кінцевому енергоспоживанні становить 28 %, у Латвії – більше 27 %, у Швеції та Естонії – близько 26 %. Напрямок альтернативної енергетики перебуває в Україні на етапі розвитку й становить близько 2 % від загального споживання енергоресурсів [1].

Аналіз останніх досліджень. За результатами досліджень [1–5] перспективною культурою для отримання енергетичної сировини є міскантус, який за врожайністю сухої біомаси, ефективністю акумуляції сонячної енергії та екологічністю технології вирощування має переваги перед іншими енергетичними культурами. Він не виснажує землю, не надто вимогливий до якості ґрунту, може зростати навіть на низькоякісних, бідних ґрунтах, яких за оцінками біоенергетичної асоціації України (БАУ) в Україні є 3–4 млн. га. Урожай із міскантусу можна збирати більше 20 років. Завдяки цьому аграрії зможуть отримувати прибуток від використання таких земель і не займати площі, де вирощуються сільськогосподарські культури. Збирання біомаси (січки) міскантусу гігантського проводять із листопада до березня за найменшої вологості. У листопаді вологість біомаси в середньому становить 40–45%, а в березні знижується до 20–25%. Вихід сухої біомаси та її якість багато в чому залежить від термінів збирання врожаю. У січні-лютому листя міскантусу опадає, і врожайність біомаси знижується на 20–40% [6].

Для її збирання використовують різні машини, залежно від потреб ринку. Зібраний урожай може бути у вигляді січки або тюків. У першому випадку проводиться збирання прямим комбайнуванням з одночасним подрібненням, у другому – скошування у валки з подальшим тюкуванням (роздільне комбайнування) [6].

Мета. Збільшення виходу біомаси міскантусу з одиниці площі шляхом нової технології збирання.

Результати досліджень. Для збільшення виходу біомаси міскантусу в ІМА АПВ пропонується наступний спосіб. За нашими даними рослини міскантусу на дослідній ділянці (ділянці 8 років) ростуть висотою близько

двох метрів за 50 днів. Тому міскантус доцільно скосити у валки для підсихання з подальшим тюкуванням. Потужна коренева система забезпечить швидкий ріст біомаси, яку через наступні 50 аналогічно збирають. За сезон збирання повторюють 3 рази. За даними досліджень ІМА АПВ урожайність сухої біомаси міскантусу з 1 м² за одноразового збирання за сезон становить в середньому 3,6 кг з 1 м², а за збирання через кожні 50 днів – 1,9 кг з 1 м². Відповідно загальний вихід біомаси за сезон становить 5,7 кг з 1 м² що на 58 % більше від традиційного способу збирання.

Висновок. Запропоновано спосіб збирання біомаси міскантусу, завдяки якому загальний вихід її за сезон збільшується на 58 %.

Список використаних джерел

1. Вплив елементів механізованої технології вирощування на продуктивність біомаси міскантусу / Гументик М. Я., Квак В. М., Замойський О. І., Морозова Є. В. *Вісник ДДАЕУ*, 2015. № 4. С. 50–54.

2. Міскантус. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B8%D1%81%D0%BA%D0%B0%D0%BD%D1%82%D1%83%D1%81> (дата звернення 12.05.2023).

3. Альтернативні джерела енергії. URL: <https://soncedim.com.ua/blog/alternativni-dzherela-energiyi> (дата звернення 12.05.2023).

4. Технологія вирощування міскантуса. URL: https://atagos.com.ua/product/vozdelyvanie_miskantusa/ (дата звернення 12.05.2023).

5. Гументик М. Я. Вплив способу садіння міскантусу гігантського на продуктивність ризом в умовах Лісостепу України / М. Я. Гументик // Біоенергетика. 2017. № 1. С. 26-29. URL: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Bioen_2017_1_10 (дата звернення 12.05.2023).

6. Пиркін В. І., Гізбулліна Л. Н., Москаленко В. П. Великі перспективи міскантусу. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/9014-veliki-perspektivi-miskantusu.html> 2017 1 11.

УДК 631.372

ВИРОБНИЧА ПЕРЕВІРКА МОБІЛЬНОГО ЕНЕРГЕТИЧНОГО ЗАСОБУ ТИПУ «АВТОТРАКТОР» МЕЗ-115 З ҐРУНТООБРОБНИМ ДИСКОВИМ ЗНАРЯДДАМ

Мірний В. Ю., Погорілий С. П.

*Інститут механіки та автоматики агропромислового виробництва
Національної академії аграрних наук України*

Постановка проблеми та аналіз останніх досліджень. Застосування мобільних енергетичних засобів, сконструйованих на базі автомобільних

шасі з підвищеною прохідністю, сприяє підвищенню річного завантаження автомобіля [1]. Витрати на придбання та утримання автотрактора з таким самим тяговим класом, як і у трактора, є нижчими.

Мета досліджень. Визначити основні експлуатаційні показники ґрунтообробного агрегата на базі МЕЗ-115 «Автотрактор».

Результати досліджень. Однією з найбільш задіяних технологічних операцій під час підготовки ґрунту є дискування, тому було прийнято рішення експериментально дослідити МЕЗ-115 саме на цій операції. Для проведення експериментальних досліджень було сформовано ґрунтообробний агрегат у складі МЕЗ-115 з дисковою бороною АГ-2,4 (рис. 1).



Рис. 1. Ґрунтообробний агрегат МЕЗ-115 з дисковою бороною АГ-2,4

Для визначення експлуатаційних характеристик агрегата МЕЗ-115 його оснащували різноманітним вимірювальним обладнанням, зокрема: баком для вимірювання пального, шляховимірювальним колесом, датчиками частоти обертів колінчастого вала двигуна та коліс, блоком реєстрації даних. [2].

Дослідження проводили в наступних умовах: залишки стерні сояшника на полі, вологість повітря – 46 %, твердість і вологість ґрунту на глибині 0-10 см становили 1,5 МПа та 17,6 %, 10-20 см – 2,1 МПа і 15 %, 20-30 см – 1,9 МПа і 15 %. Довжина залікової ділянки – 100 метрів [3].

Методика випробувань полягала в наступному: агрегат МЕЗ з дисковою бороною заїжджав на поле, де відбувалося прогрівання двигуна до температури охолоджувальної рідини 70 °С. Потім, на розгінній ділянці

довжиною 40 метрів, борона опускалася в робоче положення, і агрегат набирив сталу швидкість для проходження ділянки. Під час процесу реєструвалися частота обертів двигуна, та коліс, час проходження випробувальної зони та витрата пального. Швидкість змінювали за допомогою зміни передаточного числа в коробці передач.

Умови та методика досліджень відповідали стандартам ДСТУ ГОСТ 7057 [4]. Підсумки випробувань ґрунтообробного комплексу МЕЗ-115 у парі з дисковою бороною АГ-2,4 наведені в таблиці 1.

Таблиця 1

Результатами досліджень ґрунтообробного агрегата МЕЗ-115 + дискова борона АГ-2,4

№ передачі	Швидкості руху, м/с (км/год)	Буксування, %	Витрати пального, л/га	Ширина захвату, м	Глибина обробітку, см
1н	2,1 (7,5)	12,5	8,9	2,4	10–12
2н	3,8 (13,8)	20,8	11,9		

Висновки. За результатами проведених експериментальних досліджень ґрунтообробного агрегата у складі МЕЗ-115 та дискової борони АГ-2,4 встановлено, що за ширини захвату 2,4 м і глибини обробітку 10 см за робочої швидкості руху 2,1 м/с (7,5 км/год) коефіцієнт буксування становив 12,5 %, а за швидкості 3,8 м/с (13,8 км/год) – 20,8 %. Продуктивність агрегата становило 1,9 га/год та 2,6 га/год за витрати пального відповідно 8,9 л/га та 11,9 л/га.

Список використаних джерел

1. Погорілий С., Присяжний В. Перспективи використання мобільних енергетичних засобів тягового класу 1,4-2 в агропромисловому виробництві. *Механізація та електрифікація сільського господарства* : загальнодерж. зб. / ННЦ «ІМЕСГ». Глеваха, 2022. Вип. № 15 (114). С. 108–114. doi: <https://doi.org/10.37204/0131-2189-2022-15-13>

2. Дослідження взаємозв'язків між параметрами технологічних модулів та мобільного енергетичного засобу типу «Автотрактор». / С. П. Погорілий та ін. *Механіка та автоматика агропромислового виробництва* : загальнодерж. зб. / ІМА АПВ НААН. Глеваха, 2023. Вип. 3 (117). С. 147–158. <https://doi.org/10.37204/2786-7765-2023-3-15>.

3. Burt, E.C., Bailey, A.C. Load and inflation pressure effects on tyres (1982) Trans. ASAE, 25 (4), pp. 881-884.

4. ДСТУ ГОСТ 7057:2003. Трактори сільськогосподарські. Методи випробування. [Чинний від 2003-05-13]. Вид. офіц. Київ: Держспоживстандарт України, 2003. 11 с.

УДК 631.363.2

ЕНЕРГОЄМНІСТЬ ПРОЦЕСУ РІЗАННЯ ТРАВ'ЯНОЇ МАСИ БІТЕРНО-НОЖОВИМ АПАРАТОМ

Холодюк О. В.

Вінницький національний аграрний університет

Кузьменко В. Ф.

Інститут механіки та автоматики агропромислового виробництва НААН

Постановка проблеми. Найбільш енергомісткою технологічною операцією в робочих процесах заготівлі кормів (сінажу, силосу, трав'яної різки) є подрібнення, адже ж, як відомо, на подрібнення однієї тони листостеблових кормів витрачається 1-7 кВт·год електроенергії, що складає біля 30 % від загальних витрат на заготівлю і приготування кормів [1].

В результаті подрібнення рослинна маса набуває сипучості, завдяки чому покращується її завантаження, транспортування, дозування, пресування, а також, покращуються умови для ефективного проходження процесів консервування.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Енергомісткість процесу подрібнення залежить від багатьох факторів: фізико-механічних властивостей (структури, вологості, розмірів, щільності, об'ємної маси, коефіцієнтів внутрішнього та зовнішнього тертя); способів подрібнення; стану робочих органів машин тощо.

Зниженню енерговитрат сприяє розробка різального апарату з протирізом з активною частиною [2]. Такі пристрої дозволяють виконувати різання стебла косим або дотичним зрізом, що, в свою чергу, сприяє зниженню енерговитрат на технологічний процес і підвищує якість різання шару стебел.

Мета досліджень. Метою роботи є аналітичне та експериментальне дослідження енергоємності процесу різання трав'яної маси бітерно-ножовим апаратом, що містить активний протирізальний підпір.

Результати досліджень. Енергоємність процесу різання трав'яної маси відноситься до основних техніко-економічних характеристик подрібнювачів кормозбиральних машин. Здебільшого його оцінюють показником питомої енергоємності, яку визначають за формулою

$$E_n = \frac{A_{\text{заг}}}{Q}, \quad (1)$$

де $A_{\text{заг}}$ – загальна робота, що витрачається на різання трав'яної маси, кДж;

Q – продуктивність подрібнювального апарата, кг/год.

Загальну (повну) роботу, що витрачається на різання трав'яної маси можна визначити як

$$A_{заг} = A_{см} + A_{мп} + A_{нр} + A_{різ} + A_{тер}, \quad (2)$$

де $A_{см}$ – робота, що витрачається на стискання стеблової маси, кДж;

$A_{мп}$ – робота, що витрачається на переміщення стеблової маси, кДж;

$A_{нр}$ – робота, що витрачається на прискорення стеблової маси, кДж;

$A_{різ}$ – робота, що витрачається на різання стеблової маси, кДж;

$A_{тер}$ – робота, що витрачається на тертя стеблової маси по поверхні дискового ножа, кДж.

Роботу, що витрачається у процесі різання, розраховуємо як добуток крутного моменту на валу живильного ротора на кут його повороту. Величиною зусилля тертя в підшипниках та опором повітря в різальному апараті нехтуємо. Як підсумок, складові повної роботи різання можемо представити у кінцевому варіанті як:

$$A_{см} = \frac{E \cdot V_n \cdot l_p \cdot h_n \cdot (R_{\delta} + 0,5h_n) \cdot (H - h_n - R_{\delta}(1 - \sin \alpha)) \cos^2 \alpha}{\omega_p \cdot H \cdot (R_{\delta} + h_n) \sin \alpha} \cdot (\Delta \alpha - \alpha_n), \quad (3)$$

$$A_{мп} = f_c \frac{E \cdot V_n \cdot l_p \cdot h_n \cdot (H - h_n - R_{\delta}(1 - \sin \alpha)) \cdot (R_{\delta} + 0,5h_n) \cos \alpha}{\omega_p \cdot H \cdot (R_{\delta} + h_n)} \cdot (\Delta \alpha - \alpha_n), \quad (4)$$

$$A_{нр} = \frac{\omega_p \cdot i \cdot \gamma_o \cdot a_c \cdot l_p \cdot h_n \cdot (R_{\delta} + 0,5h_n)}{2\pi} \cdot \left(\omega_p (R_{\delta} + 0,5h_n) - V_n \left(1 - \frac{H}{R_{\delta} + h_n} \right) \right) \times (\Delta \alpha - \alpha_n), \quad (5)$$

$$A_{різ} = l_p \cdot h_n \cdot (R_{\delta} + 0,5h_n) C \left(\exp a \cdot \gamma_o \left[\frac{\alpha + \lambda_{\min} + \Delta \cdot k_1 - \lambda - 0,5\pi}{0,5\pi + \lambda - \lambda_{\min} - \alpha} \right] - 1 \right) \times (\Delta + \lambda_{\min}), \quad (6)$$

$$A_{тер \max} = 0,5 f_{мп} \cdot p_{мп} \cdot r_{\delta} \cdot d_{ш} \cdot (2R_p - \sqrt{(R_{\delta} + r_{\delta})^2 + r_{\delta}^2} - 2(R_{\delta} + r_{\delta})r_{\delta} \cos \beta_1 - \sqrt{(R_{\delta} + r_{\delta})^2 + r_{\delta}^2} - 2(R_{\delta} + r_{\delta})r_{\delta} \cos \beta_2). \quad (7)$$

Отже, розроблена математична модель витрат енергії бітерно-ножовим різальним апаратом з активними дисковими ножами дозволяє враховувати конструкційно-технологічні параметри подрібнювача та фізико-механічні властивості стеблових матеріалів.

У результаті проведеного регресійного аналізу із врахуванням статистичної значимості коефіцієнтів було отримано вираз залежності питомої роботи різання від дійсних значень факторів: лінійна швидкість леза дискового ножа, кутова швидкість ротора, діаметр дискового ножа та ротора (величина достовірної апроксимації $R^2 = 0,898$)

$$A_{n\text{кон}} = 43749,1 - 17014,3V_{\delta} - 3208,9\omega_p - 2528,0D_{\delta} - 18381,3D_p + \\ + 1535,1V_{\delta}^2 - 30,8\omega_p^2 + 1041,7V_{\delta}\omega_p + 11136,6V_{\delta}D_p + 1205,5\omega_pD_{\delta} + \\ + 1980,4\omega_pD_p - 26257,4D_{\delta}D_p. \quad (8)$$

Дослідження рівняння регресії (8) здійснювали шляхом побудови поверхонь відгуку (рис. 1 і 2) і графіків у прямокутній системі координат, як функції параметра оптимізації $A_n = f(V_{\delta}, \omega_p, D_{\delta}, D_p)$.

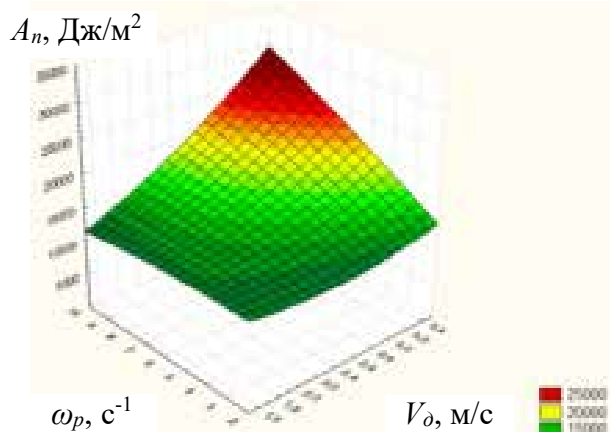


Рис. 1. Поверхня відгуку зміни питомої роботи різання A_n в залежності від лінійної швидкості леза дискового ножа V_{δ} і кутової швидкості ротора ω_p

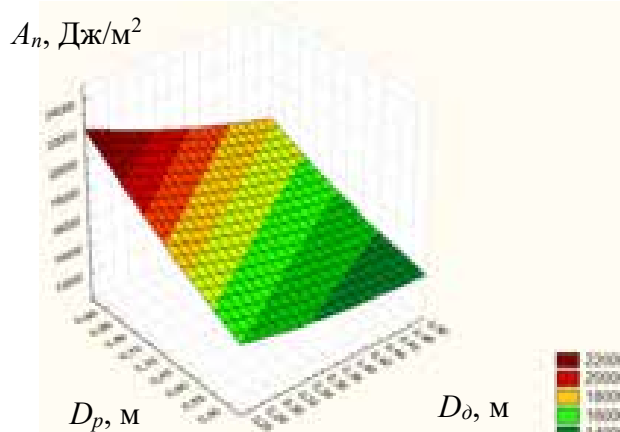


Рис. 2. Поверхня відгуку зміни питомої роботи різання A_n в залежності від діаметрів дискового ножа D_{δ} і ротора D_p

Встановлено, що зміна лінійної швидкості леза дискового ножа V_{δ} і кутової швидкості ротора ω_p у більшості випадків, суттєво впливає на зміну величини питомої роботи різання A_n . Так, наприклад, при зміні швидкості леза дискового ножа при $D_p = 0,70$ м і $D_{\delta} = 0,375$ м від 1,5 м/с до 3,5 м/с питома робота різання трав'яної маси збільшується від 12,93 кДж/м² до 14,01 кДж/м² при кутовій швидкості ротора $\omega_p = 2,0$ с⁻¹ і від 12,94 кДж/м² до 18,19 кДж/м² при $\omega_p = 4,0$ с⁻¹. У відсотковому співвідношенні для заданих умов вплив лінійної швидкості леза дискового ножа на зміну питомої роботи різання коливається у межах 8,4 – 40,5 %. Якщо, кутова швидкість ротора сягатиме 8,0 – 10,0 с⁻¹ тоді вплив лінійної швидкості леза дискового ножа більш виражений і питома робота різання зростає з 12,23 кДж/м² до 25,81 кДж/м² для $\omega_p = 8,0$ с⁻¹ і з 11,51 кДж/м² до 29,26 кДж/м² для $\omega_p = 10,0$ с⁻¹.

Висновок. Розроблено математичну модель витрат енергії бітерно-ножовим різальним апаратом з активними дисковими ножами, яка дозволяє враховувати конструкційно-технологічні параметри подрібнювача та фізико-механічні властивості стеблового матеріалу. З експериментальних досліджень одержано математичну модель у вигляді рівняння регресії другого порядку, яка адекватно описує зміну питомої роботи різання від розглянутих факторів. Встановлено, що найбільший вплив чинять: лінійна швидкість леза

дискового ножа, кутова швидкість та діаметр ротора. Вплив діаметра дискового ножа на критерій оптимізації є найменшим.

Список використаних джерел

1. Хомик Н.І. Машины та обладнання для тваринництва: курс лекцій. Ч. 1 / Хомик Н.І., Довбуш А.Д. Тернопіль: Видавництво ТНТУ, 2013. 224 с.

2. Кузьменко В.Ф., Максименко В.В., Холодюк О.В. Розвиток засобів механізації кормовиробництва. Механізація та електрифікація сільського господарства: загальнодержавний зб. 2020. № 12(111). С. 91-101.

УДК. 633.854.54: 338.43

РОЗДІЛЬНА ТЕХНОЛОГІЯ ЗБИРАННЯ ЛЬОНУ З НИЗЬКИМ ЗРІЗОМ СТЕБЛОСТОЮ ЯК СПОСІБ ЗБЕРЕЖЕННЯ ВОЛОКНА

Бодак М. В., Дідух В. Ф.

Луцький національний технічний університет

Постановка проблеми. Сировиною для натуральних волокон рослинного походження є бавовник, льон, коноплі, джут, кенаф та ін. рослини. Серед них, льон – одна з найдавніших і найпоширеніших сільськогосподарських культур в Україні. Наші предки стверджували, що «Хто посіє льон – збере золото....». В окремі роки площі під льон доходили до 250 тис. га. Тривалий час льон був єдиною целюлозною сировиною, що відновлюється щороку.

Ситуація, що склалася з військовими діями Росії, вимагає швидкого реагування на створення сировинної бази для виробництва бездимного порошу. В основі його формули лежить нітроцелюлоза. Відповідно до[1] «...її можна отримати після переробки целюлози з промислових конопель, бавовника та деревини.. ». Чому, у даному переліку, відсутній льон важко сказати. Адже відповідно до наукових досліджень, целюлоза з волокна льону олійного по якості значно переважає деревну і з конопель. У свою чергу, аграрії які у 2024р заклали експеримент з вирощування бавовнику у Південних областях визнають, що «..Бавовник – не надто пристосована рослина до українських полів». В той же час, після знищення галузі льонарства, періодично відбуваються спроби його відродження через нарощування посівів льону олійного. Загальна світова площа посівів льону олійного становить близько 6 млн. га. Його біологічний потенціал спрямований на отримання врожаю насіння з високим вмістом олії, яка є важливою сировиною для багатьох галузей. Поширення льону олійного для отримання насіння у Північно-Західному регіоні держави стримується через

наявність значної стеблової маси, яка сягає 40–45 ц/га, з вмістом в ній 20–30% короткого неорієнтованого волокна. Тому, на сьогодні Україна потребує нової технології збирання льону олійного із збереженням всього його біологічного врожаю.

Аналіз останніх досліджень. Річна потреба оборонного сектору України в целюлозі для виготовлення порошу становить 10 тис. т. Щоб забезпечити ці об'єми, потрібно посіяти бавовник на площі 30 тис. га [2]. Відсутність технологій, техніки та відповідних фахівців в Україні вказує на віддалену перспективу отримання целюлози з бавовнику.

Відродження галузі льонарства, на сьогодні, опирається на ініціативних людей. Серед таких Мішель Терещенко [3], який нагадав «у Франції льон-довгунець - найприбутковіша з усіх культур на полях, якій віддають перевагу аграрії...». Тому, на Житомирщині, Сумщині та Тернопільщині восени 2023 року вперше заклали експериментальні ділянки озимого льону французької селекції, який добре перезимував. Тривалі дослідження науковців ЛНТУ з проблеми збереження всього біологічного врожаю [4,5,6] вказують на необхідність комплексного підходу при відродженні галузі льонарства: паралельне вирощування льону олійного і льону - довгунця через непередбачуванні щорічні погодні умови у зв'язку з глобальним потеплінням. При цьому, основним технологічним процесом у вирощуванні льону, слід вважати процес збирання льону. Відповідно, лише після оцінки кількісно – якісних параметрів стеблостою[6] варто застосовувати технологію збирання та необхідне техніко – технологічне забезпечення, яке дозволить максимально зберегти вирощений урожай.

Мета досліджень. Запропонувати роздільну технологію збирання льону в умовах глобального потепління та засіб для приготування трести.

Результати досліджень.

Роздільної технологія збирання льону з низьким зрізом стеблостою передбачає збереження соломистої маси шляхом перетворення її у тресту. Дана технологія виключає технологічну операцію десикації посівів і передбачає зрізання стеблостою на висоті 30 – 50 мм роторними косарками у фазі ранньої – жовтої стиглості, при побурінні 70 % коробочок. Після завершення дозрівання коробочок протягом 8 – 10 діб у валках, необхідно відділити насіння та створити умови перетворення стебел соломи у тресту. Перевагою застосування роторних косарок з шириною захоплення від 1,35 м є утворення валків з послідовно вкладених стебел вздовж осі руху агрегату. При цьому відхилення окремих стебел від центральної осі валка не перевищує 17⁰. Для збереження всього біологічного врожаю льону, запропоновано підбирач валків і трьох варіантне його використання у складі: машини з базовим вузлом у вигляді декортикатора, обладнаного двома парами вальців для відділення насіння з коробочок з подальшим вкладанням валка на поле; зернозбирального комбайна з декількома паралельно встановленими підбирачами з врахуванням ширини захвату

жатної частини; підбирача валків у складі з розпушувачем валків (рис. 1). Доведено, що на якість формування валка роторною косаркою, впливає висота зрізання, а визначальним показником у роботі різального апарату є зусилля різання стебел. Зусилля різання стебел льону визначали на стандартній дослідній установці у лабораторних умовах. Встановлено, що у фазі ранньої - жовтої стиглості, важливим є кут різання і він має бути у межах 60° .

В процесі перетворення стебел у тресту через 8 - 10 діб валки осідають до 50%, частково проростають різні рослини. При цьому змінюється профіль валка у поперечному перерізі, відбувається зниження вологості стебел від 50-55% до 12-15%. Тому, валки необхідно відривати від поверхні поля та зменшувати їх щільність. Кількість механічних дій на валок залежить від погодних умов. А, за відсутності роси, низький зріз дозволяє акумулювати вологу з ґрунту. Результати досліджень прогину і згину валків, зусилля їх розтягу, максимальне значення якого дорівнювало 382 Н, вказують на міцне з'єднання між стеблами за наявності коробочок, що враховано при розробці фізичної моделі засобу для приготування трести у складі підбирача валків і розпушувача валків.

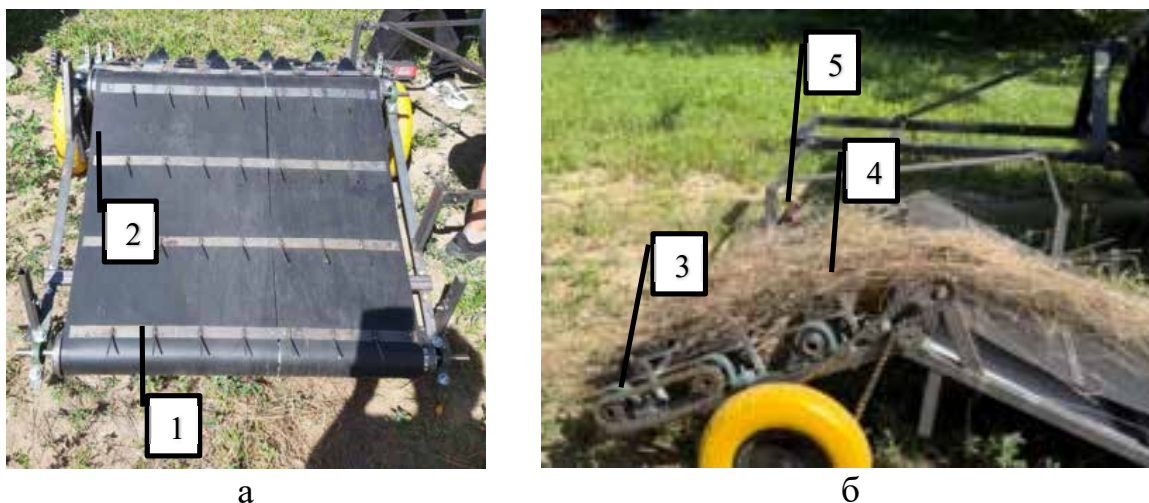


Рис. 1. Засіб приготування трести: а – підбирач валків; б – розпушувач валків; 1 – зубова планка; 2 – шестерні та ланцюгова передача приводу від опорно-ходових коліс; 3 – обертові ротори; 4 – рихлячі зуби; 5 – електропривід.

Висновок. В умовах глобального потепління, роздільна технологія збирання льону з низьким зрізом стеблостою, може стати визначальною для збереження всього біологічного врожаю льону. Така технологія дозволяє створити біологічні умови життєдіяльності пектиноруйнівним бактеріям, які призначені для перетворення стебел соломи у тресту. Для реалізації фази вилежування валків запропоновано підбирач у складі підбирального

механізму та розпушувача валка, виготовлено його фізичну модель, яку апробовано у польових умовах.

Список використаних джерел

1. Бавовна і снаряди. Як Україна робить перші кроки до виробництва пороху? Українська правда.
<https://www.epravda.com.ua/publications/2024/10/1/719989/>
2. 30 тис. га бавовнику потрібно для забезпечення річної потреби целюлози для виготовлення пороху в Україні.
<https://superagronom.com/news/18735-30-tis-ga-bavovniku-potribno-dlya-zabezpechennya-richnoyi-potrebi-tselyulozi-dlya-vigotovlennya-porohu-v-ukrayini>.
3. Перші в Україні дослідні ділянки озимого льону: як він перезимував. Агроном. від 6 жовтня 2024 р.
4. Спосіб збирання льону олійного. Дідух В.Ф., Бодак М.В., Ягелюк О.О., Ягелюк С.В. Патент на КМ № 153643, МПК A01D 91/04, A01D 45/06 (2006/01) заявл. 06.02.2023; опубл. 02.08.2023, Бюл. № 31.
5. Машина для підбирання валків льону олійного. Дідух В.Ф., Бодак М.В., Бодак В.І., Ягелюк О.О. Патент на КМ №155841, МПК A01D 45/06, A01D 82/00, (2006/01) заявл. 15.02.2021; опубл. 17.04.2024 Бюл. 16/2024.
6. Didukh, V., Yaheliuk, S., Bodak, V., Bodak, M. & Yaheliuk, O. (2024). Pulling device for harvesting of Oleaginous Flax. Bulg. J. Agric. Sci., 30(3), 539–546.

УДК 631.33

ВИРІШЕННЯ ЗАВДАНЬ СТІЙКОСТІ РУХУ ПРИЧІПНИХ ГРУНТООБРОБНИХ МАШИН

Храмов М. С.

Миколаївський національний аграрний університет

Постановка проблеми. Проблема забезпечення стійкості руху причіпних ґрунтообробних машин є однією з найбільш важливих у сучасному землеробстві, оскільки нестабільний рух механізованих агрегатів може призвести до втрати якості обробітку ґрунту, перевитрат палива та підвищення зносу обладнання. У процесі експлуатації таких машин нестабільний рух часто виникає через вплив зовнішніх факторів, зокрема нерівностей поверхні поля, змінної вологості ґрунту та наявності залишків рослин на поверхні (Levene et al., 2019). При дослідженні динаміки руху таких машин особливу увагу слід приділяти розв'язанню диференціальних

рівнянь, які описують поведінку системи в умовах реальних експлуатаційних навантажень (Smith et al., 2016).

Проблема полягає у визначенні таких параметрів руху причіпних машин, які забезпечать їхню стійкість і мінімальні відхилення від заданої траєкторії при наявності дестабілізуючих чинників (Zhou et al., 2020). Зміна векторів сил взаємодії між ґрунтом та робочими органами призводить до виникнення вертикальних і горизонтальних коливань рами машини, що знижує рівномірність обробітку ґрунту та призводить до утворення неякісного насінневого ложа (Ishikawa et al., 2017). У таких умовах особливо важливим є використання методів математичного моделювання для прогнозування динамічної поведінки причіпних агрегатів і розробки рекомендацій щодо стабілізації їх руху.

Мета дослідження. Метою дослідження є розробка методології забезпечення стійкості руху причіпних ґрунтообробних машин на основі аналізу диференційних рівнянь, які описують динамічні процеси у системі «трактор-машина». Дослідження орієнтоване на використання другого методу Ляпунова для визначення умов асимптотичної стійкості механічних систем при наявності зовнішніх збуджень. Крім того, аналізується вплив частоти коливань робочих органів на динамічну стійкість і наявність критичних параметрів, які зумовлюють втрату стабільності руху (Hunt et al., 2018).

Матеріали та методи. Для аналізу стійкості руху використовувалися математичні моделі, побудовані на основі диференційних рівнянь Лагранжа другого роду, що описують рухову динаміку системи в умовах змінних навантажень (Syromyatnikov et al., 2021). Встановлення початкових умов для системи здійснювалося на основі експериментальних даних, зібраних при роботі причіпних агрегатів на різних типах ґрунтів. Під час моделювання використовувалися параметри, які характеризують динамічні властивості трактора (маса, швидкість руху, тип колісної бази) та причіпної машини (вага, довжина, ширина, жорсткість рами). Для оцінки впливу вертикальних коливань та частоти коливань ротора на динамічні властивості системи застосовувалися чисельні методи розв'язання диференціальних рівнянь та методи інтегрування для визначення відхилень від рівноважного стану (Borrelli et al., 2018).

Результати дослідження. Результати теоретичних досліджень показали, що у випадку виникнення постійних збуджень, таких як нерівномірний розподіл сил взаємодії між ґрунтом та робочими органами, відбувається зниження стійкості руху на 30% порівняно з умовами стабільної роботи. Використання методів асимптотичної стійкості дозволило визначити критичні параметри, при яких система втрачає стійкість: частота коливань робочих органів понад 3 Гц та амплітуда вертикальних відхилень більше 5 мм (Syromyatnikov et al., 2018). Крім того,

вертикальні коливання значно впливають на втрату стійкості при підвищеній вологості ґрунту, що спричиняє зниження ефективності взаємодії між робочими органами та ґрунтом (Wang et al., 2018).

При збільшенні швидкості руху агрегату до 3,5 м/с спостерігається зростання частоти коливань до 4,5 Гц, що призводить до резонансних явищ та суттєвих відхилень від заданої траєкторії (Pashenko et al., 2019). Запропонована методика розрахунку стабілізаційних параметрів дозволяє визначати оптимальні значення частоти коливань та амплітуди для забезпечення стійкості руху навіть у складних умовах експлуатації. Впровадження активних демпферних систем знижує коливання на 12-18%, що підтверджує ефективність застосування таких систем на нерівних поверхнях (Levene et al., 2019).

Обговорення. Дослідження показали, що для забезпечення стійкості руху необхідно враховувати не лише внутрішні характеристики системи, такі як маса та розподіл сил, але й зовнішні чинники, зокрема стан ґрунту та наявність вібраційних навантажень (Ishikawa et al., 2017). Використання другого методу Ляпунова дозволяє не лише прогнозувати стійкість системи, але й розробляти стратегії управління, які сприяють стабілізації руху. Застосування активних демпферних систем дозволило знизити рівень вертикальних коливань на 12%, що забезпечило стабільний рух агрегату на швидкостях до 3,5 м/с навіть на нерівній поверхні (Wang et al., 2018).

Практична значимість. Практична значимість дослідження полягає у розробці рекомендацій для проектування причіпних ґрунтообробних машин, які враховують динамічні особливості руху при взаємодії з трактором. Результати дослідження можуть бути використані для оптимізації конструкції машин, що дозволить підвищити їх стійкість при роботі в умовах змінних навантажень, таких як обробіток схилових ділянок або робота на переущільнених ґрунтах. Застосування запропонованих рішень дає змогу знизити витрати палива на 10-15% та покращити якість обробітку ґрунту (Syromyatnikov et al., 2020).

Висновки. Застосування методів асимптотичної стійкості та другого методу Ляпунова дозволяє ефективно оцінювати умови стійкості руху причіпних ґрунтообробних машин. Результати досліджень свідчать про те, що критичними параметрами стійкості є частота коливань робочих органів та амплітуда вертикальних відхилень. Використання активних демпферних систем знижує негативний вплив зовнішніх збуджень та дозволяє забезпечити стабільну роботу агрегату навіть у складних умовах.

Список використаних джерел

1. Smith, J. D., Levene, B., Hunt, R. F. (2016). Stability analysis of agricultural machines in dynamic conditions. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 114, 59–67.
2. Hunt, R. F., Wang, Y., Zhou, X. (2018). Stability margins of trailed agricultural equipment. *Biosystems Engineering*, 173, 24–32.

3. Ishikawa, H., Levene, B., Hunt, R. F. (2017). Dynamic stability of towed implements. *Journal of Terramechanics*, 74, 34–44.

4. Wang, Y., Hunt, R. F., Ishikawa, H. (2018). Influence of soil conditions on the dynamic behavior of trailed tillage machines. *Journal of Soil Science and Tillage Research*, 186, 12–24.

5. Levene, B., Zhou, X., Smith, J. D. (2019). Implementation of active stabilization systems in agricultural machinery. *Journal of Mechanical Engineering Science*, 233(5), 1542–1556.

6. Pashchenko V.F., Syromyatnikov Y.N., Khramov N.S. Soil-cultivating setting a flexible working body to control of weeds growth // *Vegetable and Melon Growing*. – 2018. – № 64. – P. 33-43. <https://doi.org/10.32717/0131-0062-2018-64-33-43>

7. Pashchenko V.F., Syromyatnikov Y.N., Khramov N.S. Qualitative performance indicators of a ripping-and-separating machine for soil cultivation in the growth of sugar beet // *Vegetable and Melon Growing*. – 2019. – № 65. – P. 39-49. <https://doi.org/10.32717/0131-0062-2019-65-39-49>

8. Syromyatnikov Y.N. Design parameters of the rotor of a tilling and separating machine // *Agriculture*. – 2019. – № 2. – P. 7-27. <https://doi.org/10.7256/2453-8809.2019.2.31975>

9. Сиром'ятников Ю.М. Процес підйому ґрунту робочими органами ґрунтообробної розрихлювально-сепаруючої установки // *Технічний сервіс агропромислового лісового та транспортного комплексів*. – 2020. – №. 22. – P. 221-231. <https://doi.org/10.37700/ts.2020.22.221-231>

10. Syromyatnikov Y. N., Khramov N. S. The process of trimming and raising the soil by the working bodies of the soil treatment and separation installation // *Podilian Bulletin: Agriculture, Engineering, Economics*. – 2021. – Т. 1. №. 33. С. 86-96. <https://doi.org/10.37406/2706-9052-2020-2-10>

УДК 633.522

РЕШІТНО-ПОВІТРЯНА СЕПАРАЦІЯ ЯДЕР КОНОПЕЛЬ

Шейченко В. О.

Полтавський державний аграрний університет

Петраченко Д. О.

Відокремлений структурний підрозділ Глухівський агротехнічний фаховий коледж Сумського національного аграрного університету

Конопляне насіннєве ядро набирає популярності на ринку харчових продуктів. Його використовують як у чистому вигляді, так і в складі різних

холодних страв та напоїв [1]. Завдяки відсутності неперетравлюваних компонентів, ядро насіння конопель є більш поживним продуктом порівняно з насінням, покритим оболонкою.

Технологічний ланцюг одержання конопляного ядра складається з двох самостійних послідовних операцій: обрешування та сепарації [2]. Сепарація полягає у розподілі рушанки на фракції для виділення основного продукту – насіннєвих ядер. Для цього застосовуються фізико-механічні відмінності компонентів рушанки, такі як форма, лінійні розміри, маса, питома вага, аеродинамічні та інші властивості [3].

Однак розділення рушанки за однією з властивостей не гарантує достатньої ефективності сепарації і не забезпечує точного поділу суміші на фракції. Для досягнення якісної сепарації застосовують комбінацію кількох методів. У зв'язку з цим важливим є розробка таких технічних і технологічних рішень, які дозволять підвищити ефективність процесів сепарації рушанки насіння промислових конопель.

Незважаючи на різні властивості компонентів, у практичній сепарації основну увагу приділяють різниці в розмірах, масі та парусності. Саме ці характеристики є ключовими для повітряно-решітного розділення, яке є основним методом при сепарації насіннєво-зернових сумішей.

Насіння соняшнику, серед інших олійних культур, найбільш схоже на насіння конопель за будовою, хоча їхні форми мають деякі геометричні відмінності. Подібно до конопель, насіння соняшнику складається з оболонки (лушпиння), яке має волокнисту структуру, всередині якої знаходиться ядро, вкрите тонкою плівкою. Відзначимо схожість у поведінці процесів сепарації складових рушанки насіння конопель і соняшнику.

Отже найбільш ефективним методом для розділення рушанки конопель з точки зору фізико-механічних властивостей складових насіння, є спосіб решітно-повітряного розділення. Цей підхід добре зарекомендував себе під час сепарації рушанки соняшнику, який найбільш близький за морфологічними властивостями до конопель.

Метою роботи є підвищення ефективності виробництва продукції з конопель за рахунок вивчення процесів сепарації рушанки насіння конопель. Запропоновані технічні й технологічні рішення дозволять підвищити виділення цілих ядер насіння конопель під час сепарації.

Для розділення рушанки насіння конопель використовували решета з отворами круглої ($\varnothing 5,0$; $\varnothing 4,5$; $\varnothing 3,5$; $\varnothing 3,0$; $\varnothing 2,0$; $\varnothing 1,0$ мм) та довгастої ($3,0 \times 20$; $2,5 \times 20$; $2,2 \times 20$; $2,0 \times 20$; $1,5 \times 20$; $1,2 \times 20$ мм) форм. Допустимі відхилення для отворів 1,0–3,0 мм становили $\pm 0,07$ мм, а для отворів 3,0–6,0 мм – $\pm 0,09$ мм. Решета виготовлено відповідно до ТУ 23.2.2068-94 «Полотна решетні зерноочисних машин».

Для розділення за аеродинамічними характеристиками використовували аспіраційну колонку для насіння, що являла собою гравітаційний повітряний сепаратор з відкритим вертикальним повітряним

циклом. Цей пристрій призначений для відокремлення «легких» домішок під час розділення насіннєвих сумішей.

Результатами досліджень сепарації рушанки конопель за лінійними розмірами на решетах лише з круглими та лише з довгастими отворами показали наступне. Відсоток затриманої рушанки на решетах з круглими отворами складав: $\varnothing 3,5$ мм – 25,98%, $\varnothing 3,0$ мм – 23,59%, $\varnothing 2,0$ мм – 40,28%. Для решіт з отворами $\varnothing 5,0$ мм та $\varnothing 4,5$ мм цей показник був менше 1,0%. Решета з отворами $\varnothing 3,5$ мм та $\varnothing 2,0$ мм дозволили отримати фракції рушанки, що склалися з двох компонентів, які відрізнялися за співвідношенням «маса-розмір», що сприяло ефективнішій подальшій сепарації повітряним потоком;

В свою чергу використання решіт з довгастими отворами дозволило отримати фракції, що включали щонайменше три компоненти. Винятком стало решето розміром $1,5 \times 20$ мм, яке забезпечило фракцію з двох компонентів, що також відрізнялися за співвідношенням «маса-розмір». Решета з довгастими отворами $3,0 \times 20$ мм виявилися малоефективними через низьку (1,76%) здатність затримувати компоненти рушанки насіння конопель.

Комбінування решіт з круглими та довгастими отворами для розділення рушанки показало наступні результати. Модулі комбінованих решетах не забезпечили повного й якісного поділу рушанки на окремі компоненти. В результаті отримали фракції, які склалися з двох компонентів – ядра і оболонки. Такі ж фракції нами були виділені при розділенні на решетах з отвором $\varnothing 2,0$ мм. Ступінь засміченості ядер рушанки, одержаної на комбінованих модулях, складав 45,74–60,25% в залежності від варіанту комбінування. У всіх досліджених випадках основна частка забруднень складалася з оболонок насіння, які переважали в загальній кількості домішок.

Дослідження показали, що застосування аспіраційної колонки дозволило видалити до 32,1% засміченості, таких як оболонки, насіннєві плівки, дрібно подрібнені частинки насіння та масляний пил. Поєднання розділення на решітах з подальшим пропуском фракцій через аспіраційну колонку дозволило одержати ядро із значно меншим вмістом оболонок. В залежності від варіанту розділення одержали ядро із засміченістю до 19,07–32,10%.

Висновок. Проведені дослідження підтвердили ефективність розділення рушанки насіння конопель повітряно-решітним способом. Використання лише розділення за лінійними розмірами або аеродинамічними властивостями не дає достатніх результатів для ефективної сепарації. Запропоноване поєднання цих методів дозволило досягти значного підвищення ефективності процесу сепарації. Отримані результати свідчать про перспективність даного підходу і потребують

подальшого вивчення для уточнення оптимальних режимів роботи обладнання.

Список використаних джерел

1. Alonso-Esteban, J.I., Pinela, J.A., Calhelha, R.C., Sokovi, M., Ferreira, I.C. et al. (2022). Chemical composition and biological activities of whole and dehulled hemp (*Cannabis sativa* L.) seeds. *Food Chemistry*, 374, 131754. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.131754>
2. Sheichenko, V., Petrachenko, D., Koropchenko, S., Rogovskii, I., Gorbenko, O., Volianskyi, M., Sheichenko, D. (2024). Substantiating the rational parameters and operation modes for the hemp seed centrifugal dehuller. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2 (1 (128)), 34–48. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.300174>
3. Машины насіннєві. Available at: https://mehzavod.com.ua/ua/catalog/mashina-semenovechnaya/?sphrase_id=12530

УДК 631.331

**ЕКСПЕРЕМЕНТАЛЬНИЙ СТЕНД ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ
ПАРАМЕТРІВ ПОВІТРЯНОГО ПОТОКУ В ПРОТОЧНІЙ ЧАСТИНІ
ІНДИВІДУАЛЬНОГО ВІДЦЕНТРОВОГО РАДІАЛЬНОГО
ВЕНТИЛЯТОРА**

Зеленський А. П.

Державний біотехнологічний університет

Для створення пневматичної системи блочного типу потрібно спроектувати спочатку, враховуючи умови експлуатації, ІВРВ, який видає оптимальні вихідні параметри для заданих граничних умов. Геометрія ІВРВ характеризується: режимами роботи виробу; розмірами вхідного та вихідного патрубків; розмірами (діаметрами) входу та виходу, шириною, профілем лопатки, вхідними та вихідними кутами установки лопатки РК; формою та розмірами равлика ІВРВ [1]. Переслідуючи цю мету було спроектовано прототип ІВРВ та розроблено лабораторний стенд (рис. 1.01) для дослідження та вивчення повітряного потоку в проточній системі ІВРВ та проведення випробувань різних типів РК.

Було виявлено, що раціональна форма та геометричні розміри ІВРВ значною мірою визначають створюваний повний тиск p^* . Від розмірів вхідного патрубка залежить продуктивність вентилятора. Розміри та форма виконання РК впливають на створюваний вентилятором статичний тиск p_{sv} . Розміри та форма равлика також впливають перетворення повного тиску p^* в

статичне p_{sv} та динамічний p_{dv} тиск [2]. Встановлено емпіричним шляхом, що на величину повного тиску p^* в пневматичній системі сівалки, впливають такі фактори процесу: частота обертання РК, кут входу та виходу повітряного потоку в РК, кількість лопаток РК, об'ємна витрата повітря ІВРВ [3].

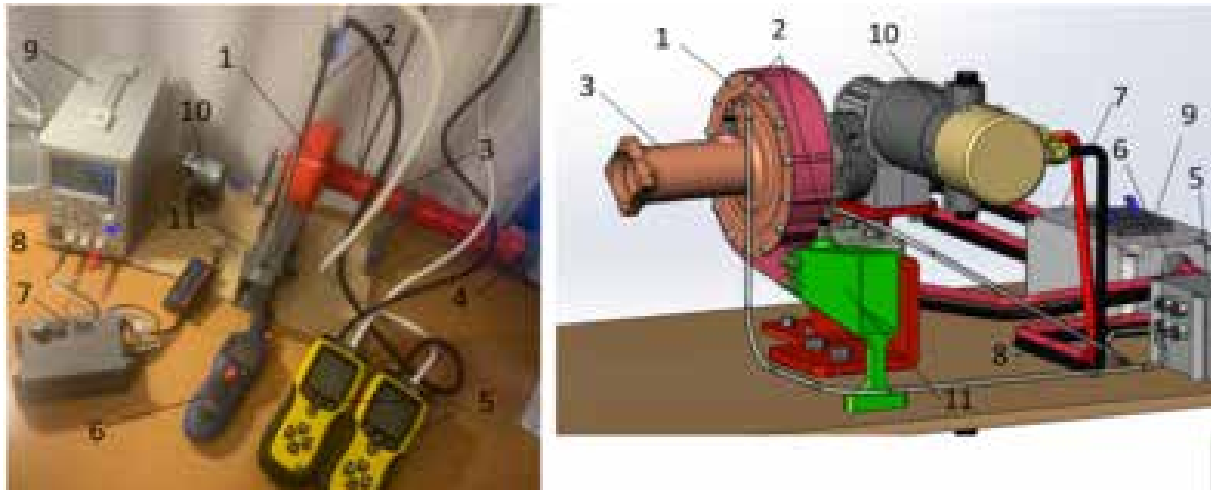


Рис. 1. Лабораторний стенд-установка для випробувань ІВРВ: 1 – ІВРВ (робоче колесо та равлик); 2 – трубка Піто; 3 – вхідний трубопровід; 4 – вхідний апарат (Вентурі); 5 – дифманометр; 6 – прилад для вимірювання кількості обертів (тахометр); 7 – регулятор обертів привідного двигуна; 8 – ватметр; 9 – лабораторне джерело живлення; 10 – привідний двигун; 11 – вихідний трубопровід.

Лабораторна стенд – установка складається зі ІВРВ (робочого колеса та равлика), трубок Піто для вимірювання тиску, вхідного трубопроводу, вхідного апарату (Вентурі), дифманометрів, тахометра – прилада для вимірювання кількості обертів, вихідного патрубку, регулятора обертів привідного двигуна, ватметра, лабораторного джерела живлення привідного двигуна, вихідного трубопроводу.

Принцип роботи лабораторної установки є наступним. Лабораторна установка, привід якої здійснюється електродвигуном через ремінну передачу, підведення повітря здійснюється через трубопровід $\varnothing 32$ мм. На вході в трубу розташована засувка, за допомогою якої регулюється масова витрата повітря, що надходить до ІВРВ. За допомогою електродвигуна через ремінну передачу, що обертає робоче колесо ІВРВ, повітряний потік, через вхідну трубу, надходить у ІВРВ, де ризими роботи та масова витрата повітря регулюється за допомогою засувки і регулятор обертів привідного двигуна. Знімання параметрів здійснюється за допомогою датчиків «TA400 Dynamic pressure anemometer» встановлених у вхідній трубі та на виході з равлика вентилятора, а також на приводному валу РК «AT – 8 Digital Tachometer».

Під час роботи лабораторного стенду – установки для випробувань ІВРВ дослідник знімає необхідні дані при певній витраті повітря, а саме повний та статичний тиск, що створюється відцентровим вентилятором, швидкість повітряного потоку, масову витрату повітря та частоту обертання РК. Використовуючи розроблену методика та правила знімання параметрів, було встановлено кількість повторностей виходячи з закономірностей процесу та потрібну кількість вимірів для забезпечення отримання найбільш об'єктивних результатів при мінімальних затратах часу. За допомогою такого стенду зручно проводити випробування різних типів робочих колес ІВРВ. На основі отриманих результатів випробувань, стає можливим розглядати та аналізувати теоретичні дослідження та натурні експерименти, виконувати доводку нових конструкцій для досягнення оптимальних характеристик пневматичної системи та підвищення якості висіву.

Список використаної літератури.

1. Войтюк Д.Г., Аніскевич Л.В., Іщенко В.В. Сільськогосподарські машини: підручник. К.: Агроосвіта, 2015. 679 с.
2. Brown, A. L. (1992). Design experiments: Theoretical and methodological challenges in creating complex interventions in classroom settings. *The Journal of The Learning Sciences*, 2(2), 141–178.
3. Babu, V. (2021). *Fundamentals of gas dynamics* (2nd ed.). Berlin: Springer.

УДК 631.331

МЕХАНІКА ПОВІТРЯНОГО ПОТОКУ У ПРОТОЧНІЙ ЧАСТИНІ ПНЕВМАТИЧНОЇ СИСТЕМИ СІВАЛКИ.

Зеленський О. П.

Державний біотехнологічний університет,

Анотація: дослідження повітряного потоку в пневматичній системі сівалки та його опис за допомогою термодинамічних та статичних параметрів.

Аналізуючи рух повітряного потоку, коли всі елементи відцентрового радіального вентилятора ВРВ працюють при незмінній частоті обертання валу відбору потужності ВВП та швидкості руху агрегату (ВРВ), приймаємо, що потік робочого тіла є стаціонарним (тобто не залежить від часу), рівномірним по перерізу, внаслідок швидкоплинності процесів, які відбуваються, теплообмін між робочим тілом і стінками лопаток не враховується.

Весь аналіз, що стосується руху повітряного потоку, який стискається, ґрунтується безпосередньо або опосередковано на чотирьох основних фізичних законах, які описують цей рух. Це закони: закон збереження маси, другий закон руху Ньютона, перший закон термодинаміки, другий закон термодинаміки [1].

Крім цих основних принципів зазвичай використовують допоміжні співвідношення. Прикладом цього можуть бути рівняння стану ідеального газу, закон пропорційності між тілами, що стикаються, напругами і швидкістю деформації зміщення, рівняння теплообміну та т.і.

Стан повітряного потоку може бути описаний змінними: тиском p , температурою T , густиною повітряного потоку ρ_v , швидкістю c (розкладену на величину та напрямок).

Стан може бути виражена у вигляді функціональної залежності, яка називається термічним рівнянням стану:

$$f(p, T, \rho_v, c) = F, \quad (1)$$

Вид функції F різний та залежить від природи і агрегатного стану тіла та є записом законів збереження маси, імпульсу або моменту кількості руху, енергія та рівняння Менделєєва — Клапейрона.

$$p \cdot V = \nu \cdot R \cdot T, \quad (2)$$

де p – Абсолютний тиск, Па; V – обсяг газу, м³; ν – кількість речовини, моль; R – універсальна газова стала, $R \approx 8,314$ Дж/(моль · К), T – термодинамічна температура газу, що розглядається, К. У разі постійної маси газу рівняння (1.02) можна записати у такому вигляді:

$$\frac{p \cdot V}{T} = \nu \cdot R = \text{const}. \quad (3)$$

При роботі вентилятора кількість вхідного та вихідного повітряного потоку величина постійна (зробивши припущення, що втрат повітряного потоку в процесі руху немає), тобто рівняння (1.03) для нашого випадку справедливе. Зв'язок між тиском, щільністю та абсолютною температурою встановлюється рівнянням стану:

$$\frac{p}{g \cdot \rho_v} = T \cdot R_n, \quad (4)$$

де g – прискорення вільного падіння, м/с²; R_n – питома газова стала ($R_n = 288$ Дж/(кг · К)). Говорячи про процеси, які відбуваються всередині ЦРВ ми вважаємо, що робоче тіло (повітряний потік) є ідеальним, тобто. у нас відсутні міжмолекулярні сили взаємодії, а сам об'єм молекул дорівнює нулю та вони взаємодіють між собою як абсолютні пружні тіла [2]. Слід зазначити, що ознакою підведення роботи до системи є наявність фізичного руху. Таким чином, у ВРВ робота здійснюється РК, нерухомі елементи роботи не здійснюють, тому до них не підводиться робота. Закон зміни основних параметрів повітряного потоку описується рівнянням процесу:

$$\frac{p}{\rho_B^n} = p \cdot v_B^n = const, \quad (5)$$

де n - показник політропи. Залежно від того яке значення набуває n такий процес ми й розглядаємо. Знаючи рівняння процесу досить легко знайти зв'язок між параметрами повітряного потоку:

$$\frac{p_2}{p_1} = \left(\frac{\rho_{B2}}{\rho_{B1}} \right)^n, \quad \frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{n-1}{n}}. \quad (6)$$

У ВРВ тепло не підводиться і не відводиться тому процес у машині виділяється адіабатним (вважається ідеальним) та описується рівнянням адіабатного процесу:

$$\frac{p}{\rho_B^k} = p \cdot v^k = const, \quad \frac{p_2}{p_1} = \left(\frac{\rho_{B2}}{\rho_{B1}} \right)^k, \quad \frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{k-1}{k}}, \quad (7)$$

де k – показник ізоентропи, $k = \frac{c_p}{c_v}$. Та відповідно до рівняння Маєра:

$$c_p = c_v + R. \quad (8)$$

Величини c_p , c_v , а відповідно і k в розрахунках ВРВ будуть використовуватися, є постійними величинами та залежать від складу речовини і температури T .

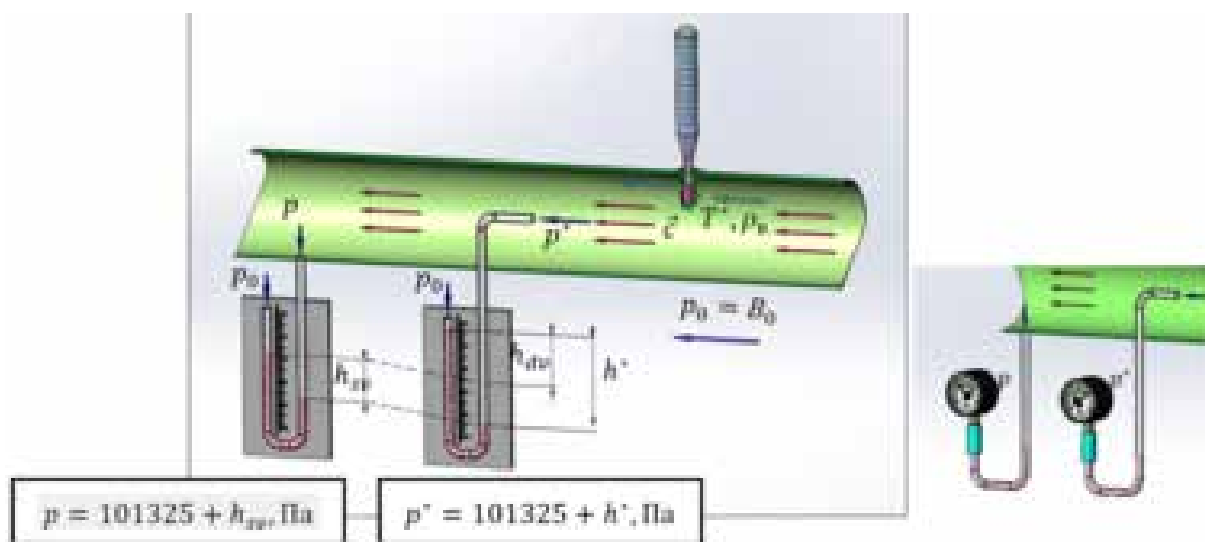


Рис. 1. Схема вимірювання параметрів тиску та температури загальмованого повітряного потоку

Параметри стану нерухомого повітряного потоку, що включають тиск p , температуру T та щільність повітряного потоку ρ_B , називаються

істинними, термодинамічні або статичними параметрами. Якщо повітряний потік рухається, то перед нерухомо встановленими приладами, наприклад, трубкою манометра або термометром він гальмується (рис. 1).

При гальмуванні відбувається стиснення повітряного потоку, у результаті місцеві значення параметрів його стану змінюються (збільшуються) проти їх значеннями в набігаючому повітряному потоці [2]. Такі параметри називають параметрами гальмування або повними параметрами. Термометр покаже у трубопроводі підвищене значення T^* :

$$T^* = T + \frac{c^2}{2 \cdot c_p}, \quad (1.09)$$

де T – статична температура, K , c – швидкість повітряного потоку, $м/с$; c_p – ізобарна теплоємність робочого тіла (повітряного потоку), $\frac{Дж \cdot кг}{К}$.

Манометр, у свою чергу, покаже підвищене значення тиску p^* :

$$p^* = p + \rho_v \cdot \frac{c^2}{2}, \quad (1.10)$$

де p – статичний тиск, $Па$; ρ_v – щільність робочого тіла (повітряного потоку), $кг/м^3$. Таке поведінка приладів (завищує показання приладів) пов'язані з законом збереження енергії, тобто потік загальмувавши на трубці Піто перерозподілив кінетичну енергію потоку, перейшовши в потенційну енергію стисненого повітряного потоку.

Ці параметри називають загальмованими p^* та T^* .

Параметри гальмування характеризують енергетику потоку, перетворення енергії потоку.

Отже, вимірювання статичних параметрів є складний процес, засоби вимірювання повинні рухатися з тією швидкістю, що й повітряний потік, тоді вони покажуть справжнє значення параметра, що вимірюється, а це не є дійсним.

Статичний тиск передається через прикордонний шар без спотворень. Тому статичний тиск заміряють за допомогою зондів з отворами, що знаходяться в стінках перпендикулярних потоку, що рухається. Статичну температуру зазвичай не вимірюють.

Список використаної літератури.

1. Ing. Dr. techn. Back O. Ventilatoren entwurf und berechnung. Halle (Saale) 1955-362 p.
2. Hirsch, C. (2007). Numerical computation of internal and external flows (2nd ed.). Oxford: Published by John Wiley & Sons, Ltd.

УДК 631.33

РЕЗУЛЬТАТИ ПОЛЬОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ РОТОРНОЇ ГРУНТООБРОБНОЇ РОЗПУШУВАЛЬНО-СЕПАРУЮЧОЇ МАШИНИ З ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИМИ РОБОЧИМИ ОРГАНАМИ

Куц О. В.

Інститут овочівництва і багданництва НААН України

Постановка проблеми. В умовах сучасного аграрного виробництва якісна підготовка ґрунту для посіву є одним із найважливіших етапів технологічного процесу. Згідно з дослідженнями Medvedev (2017), використання традиційних способів обробітку, таких як глибока оранка з оборотом пласта, призводить до ущільнення ґрунту на значних глибинах, створюючи негативні умови для росту кореневої системи культурних рослин. Застосування роторних ґрунтообробних машин із сепаруючими робочими органами дозволяє уникнути цієї проблеми завдяки збереженню структури ґрунту та рівномірному розподілу структурних часток по глибині (Syromyatnikov et al., 2018). Таким чином, актуальною є розробка та впровадження нових типів робочих органів, які забезпечують ефективне розпушення та сепарацію ґрунту без значного збільшення енерговитрат.

Аналіз останніх досліджень. Існуючі ґрунтообробні машини з активними роторними органами часто використовуються для передпосівної обробки, але більшість із них мають недоліки, такі як перевищення тягового опору та нерівномірний розподіл подрібнених часток по горизонтальних шарах (Kornienko et al., 2016). Відповідно до досліджень Y. Syromyatnikov та співавт. (2018), оптимізація конструкції робочих органів із застосуванням змінного кута атаки та активних сепаруючих решіток дозволяє знизити енерговитрати на 15–20% та забезпечити більш ефективне дроблення ґрунту у важких умовах. Вплив частоти обертання ротора на якість подрібнення та рівномірність розподілу часток залишається малодослідженим, що обґрунтовує необхідність проведення подальших експериментів.

Мета дослідження. Метою дослідження є встановлення оптимальних параметрів роторних робочих органів ґрунтообробної машини, що забезпечують рівномірне подрібнення ґрунту, зниження енерговитрат та покращення агрофізичних властивостей обробленого шару. Дослідження орієнтоване на визначення впливу частоти обертання ротора та наявності сепаруючої решітки на показники якості роботи машини.

Матеріали та методи. Для дослідження використано експериментальну ґрунтообробну розпушувально-сепаруючу машину, яка складається з рами, сепаруючої решітки, роторів з ножами та підрізуючих стрільчастих лап. Робочі органи встановлені на різній глибині для забезпечення послойного обробітку ґрунту. Польові випробування

проводилися на дослідному полі в умовах середнього вмісту вологи (22%) з вивченням чотирьох режимів роботи, які включали варіації частоти обертання ротора та різні швидкості руху машини. Для оцінки якості обробки використовувалися такі показники, як коефіцієнт структурності, розмір грудок у поверхневому та нижньому шарах, а також загальна енерговитратність процесу (Syromyatnikov et al., 2019).

Дослідження проводилося у двох контрольних групах: одна частина робочих органів була обладнана сепаруючою решіткою, а інша працювала без неї. Це дозволило порівняти ефективність обробітку та визначити внесок кожного елемента конструкції в якість обробки. Коефіцієнт структурності визначався за формулою, яка враховує відсотковий вміст агрономічно цінних часток у кожному шарі ґрунту. Для виявлення впливу зміни частоти обертання на якість подрібнення, проведено чотири повторних експерименти при частотах 158, 207, 253 та 300 с⁻¹ (Syromyatnikov et al., 2021).

Результати дослідження. Результати експериментальних випробувань показали, що наявність сепаруючої решітки значно впливає на коефіцієнт структурності ґрунту та рівномірність розподілу часток по шарах. При частоті обертання ротора 158 с⁻¹ коефіцієнт структурності у верхньому шарі становив 0,43 для робочих органів без решітки та 0,67 для органів з решіткою, а у нижньому шарі — 0,66 та 1,08 відповідно (Syromyatnikov et al., 2018). При збільшенні частоти обертання до 253 с⁻¹ розрив у показниках збільшується: коефіцієнт структурності у верхньому шарі зріс до 0,73, а в нижньому — до 1,15 при використанні решітки. Це свідчить про те, що сепаруюча решітка сприяє рівномірному подрібненню грудок та покращує розподіл ґрунтових часток по глибині.

Також було встановлено, що оптимальна частота обертання ротора для отримання високих показників структурності становить 207–253 с⁻¹. При збільшенні частоти до 300 с⁻¹ якість подрібнення знижується, а енерговитрати на процес різко зростають. Це свідчить про необхідність дотримання оптимального режиму роботи роторної машини для зниження тягового опору та підвищення продуктивності. Дослідження Pashenko та співавт. (2019) показують, що при швидкості обертання 253 с⁻¹ спостерігається мінімальний рівень пошкодження ґрунту та максимальна ефективність розпушення.

Крім того, застосування сепаруючих решіток дозволяє знизити утворення великих грудок у нижніх шарах, що забезпечує краще проникнення вологи та оптимальні умови для розвитку кореневої системи. Це особливо важливо в умовах важких ґрунтів, де якість обробітку є критичним фактором для забезпечення високих показників врожайності (Medvedev, 2017).

Обговорення. Дослідження підтверджують, що наявність сепаруючої решітки є критичним елементом для підвищення якості обробітку, особливо у нижніх шарах ґрунту. При використанні решітки кількість агрономічно цінних грудок у поверхневому шарі зростає на 15–20% порівняно з традиційними робочими органами. Застосування ножів ротора з оптимізованим кутом атаки дозволяє зменшити тяговий опір на 12–18%, що знижує загальні енерговитрати процесу (Syromyatnikov, 2018).

Висновки. Результати досліджень показують, що використання роторної розпушувально-сепаруючої машини з сепаруючою решіткою дозволяє досягти значного покращення агрофізичних властивостей обробленого шару. Коефіцієнт структурності ґрунту підвищується на 30–40% у порівнянні з машинами без сепаруючих решіток, а загальні енерговитрати знижуються на 18%. Оптимальна частота обертання ротора для забезпечення високої якості обробітку становить 207–253 с⁻¹. Подальші дослідження мають бути спрямовані на вдосконалення геометрії ножів та оптимізацію швидкісних режимів роботи для різних типів ґрунтів.

Список використаних джерел

1. Syromyatnikov Y.N. Improvement of the effectiveness of the technical process of movement of soil in a cultivating separating ripper // Agriculture. – 2017. – № 1. – P. 48-55. <https://doi.org/10.7256/2453-8809.2017.1.22037>
2. Syromyatnikov Y.N. Ways to Reduce the Specific Pressure of Wheeled Thrusters on the Soil // Agriculture. – 2017. – № 4. – P. 95-103. <https://doi.org/10.7256/2453-8809.2017.4.26797>
3. Pashchenko V.F., Syromyatnikov Y.N., Khramov N.S. Physics of the Process of a Work Tool with a Flexible Element Getting into Contact with the Soil // Agriculture. – 2017. – № 3. – P. 33-42.
4. Syromyatnikov Y.N. Justification of the shape of a plowshare with steering disks of a cultivating separating ripper // Agriculture. – 2017. – № 2. – P. 18-29. <https://doi.org/10.7256/2453-8809.2017.2.23150>

УДК: 631.33

ПІДВИЩЕННЯ СТІЙКОСТІ РУХУ СЕКЦІЇ КОМБІНОВАНОЇ МАШИНИ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ҐРУНТУ ТА ВИСІВУ

*Сиром'ятніков П. С., Синельніков А. О.
Державний біотехнологічний університет*

Постановка проблеми. Проблема забезпечення стійкості руху секцій комбінованих ґрунтообробних машин є важливою для забезпечення рівномірності висіву та стабільної роботи агрегату в умовах змінних

навантажень. Під час посіву та передпосівної обробки ґрунту нерівномірний рух секцій може призвести до зниження якості утворення насіннєвого ложа, що впливає на проростання та врожайність культур (Syromyatnikov et al., 2023). Додаткові зусилля, викликані нерівномірністю ґрунтового рельєфу та змінною глибиною загортання, призводять до зростання тягового опору, зносу робочих органів та збільшення енерговитрат на обробку (Levene et al., 2019). Тому актуальним є розробка методик і рекомендацій для підвищення стабільності руху секцій комбінованих машин, що дозволить забезпечити оптимальні умови для якісного посіву.

Мета дослідження. Метою дослідження є розробка та обґрунтування конструктивних параметрів секцій комбінованої машини для забезпечення рівномірності глибини утворення борозенок та стабільного руху. Особливу увагу приділено впливу довжини важелів паралелограмного механізму, жорсткості пружини та початкового кута нахилу важелів на амплітуду коливань секцій під час руху (Ishikawa et al., 2017).

Матеріали та методи. Дослідження проводились із застосуванням теоретичних методів моделювання та аналізу стійкості руху. Використано методи Ляпунова для визначення асимптотичної стійкості системи у випадках зовнішніх збурень. Для розв'язання диференціальних рівнянь руху секції застосовувалися чисельні методи інтегрування, що враховували коливання системи та її поведінку на нерівній поверхні (Borrelli et al., 2018). Визначалися значення довжини важелів паралелограмного механізму, початковий кут їхнього нахилу, а також жорсткість пружини для досягнення мінімальної амплітуди коливань.

Результати дослідження. Результати досліджень показали, що зі збільшенням довжини важелів паралелограмного механізму максимальні відхилення секції зростають у 3 рази, коли довжина важелів збільшується від 0,2 до 0,4 м, і у 5 разів при збільшенні довжини важелів до 0,6 м (Syromyatnikov et al., 2018). При збільшенні початкового кута нахилу важелів з 0° до 20° максимальні відхилення збільшуються на 185%. Це свідчить про те, що оптимальними параметрами для забезпечення стійкості руху є мінімальна довжина важелів та зменшення кута нахилу. Крім того, збільшення жорсткості пружини з 1000 Н/м до 3000 Н/м знижує максимальні коливання на 50%, а при жорсткості пружини 8000 Н/м відхилення практично зникають (Pashenko et al., 2019).

Запропонована методика розрахунку стійкості руху підтвердила, що наявність пружинного механізму з великою жорсткістю є критичним фактором для стабільної роботи секцій на нерівній поверхні. Використання активних демпферних систем дозволило знизити частоту коливань на 18–25%, що підвищує точність дотримання заданої глибини загортання насіння та покращує рівномірність утворення насіннєвого ложа навіть за підвищеної вологості ґрунту (Wang et al., 2018).

Обговорення. Проведені дослідження показали, що при роботі секцій комбінованих машин на нерівних поверхнях ефективність утворення борозенок та стабільність глибини загортання залежать від конструктивних параметрів паралелограмного механізму. Довші важелі сприяють збільшенню амплітуди коливань, що може призвести до розкидання насіння та нерівномірного розподілу в ґрунті (Smith et al., 2016). Оптимальне поєднання довжини важелів та жорсткості пружини дозволяє досягти стабільної роботи навіть на швидкостях понад 2,5 м/с, що є важливим показником для сучасних високопродуктивних агрегатів.

Практична значимість. Практична значимість дослідження полягає у розробці рекомендацій для оптимізації конструкції секцій комбінованих машин, що забезпечить зниження енерговитрат на 10–15% та підвищення рівномірності висіву. Застосування активних демпферних систем дозволяє зменшити амплітуду коливань на 20%, що забезпечує стабільну роботу в складних умовах, таких як нерівні поля та підвищена вологість (Syromyatnikov et al., 2022).

Висновки. Для забезпечення стійкості руху секцій комбінованих машин оптимальними є мінімальні значення довжини важелів паралелограмного механізму та високі показники жорсткості пружини. Використання активних демпферів та систем стабілізації дозволяє досягти рівномірного загортання насіння навіть за підвищених швидкостей руху. Запропоновані методики можуть бути використані для проектування нових типів комбінованих машин, що дозволить підвищити їх ефективність та надійність у роботі.

Список використаних джерел

1. Hunt, R. F., Wang, Y., Zhou, X. (2018). Stability margins of trailed agricultural equipment. *Biosystems Engineering*, 173, 24–32.
2. Ishikawa, H., Levene, B., Hunt, R. F. (2017). Dynamic stability of towed implements. *Journal of Terramechanics*, 74, 34–44.
3. Wang, Y., Hunt, R. F., Ishikawa, H. (2018). Influence of soil conditions on the dynamic behavior of trailed tillage machines. *Journal of Soil Science and Tillage Research*, 186, 12–24.
4. Levene, B., Zhou, X., Smith, J. D. (2019). Implementation of active stabilization systems in agricultural machinery. *Journal of Mechanical Engineering Science*, 233(5), 1542–1556.
5. Syromyatnikov Yu. N. The influence of direct sowing methods on the growth and productivity of spring barley in the conditions of the north-eastern part of Ukraine // *Grain Crops*. – 2020. – Т. 4. – №. 2. – Р. 296-304. <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0138>
6. Kuts O. et al. Influence of the fertilizer system on the soil nutrient regime and onion productivity // *Plant and Soil Science*. – 2022. – Т. 13. – №. 4. – Р. 17-26. [https://doi.org/10.31548/agr.13\(4\).2022.17-26](https://doi.org/10.31548/agr.13(4).2022.17-26)

7. Syromyatnikov Yu. N. et al. Influence of constant traditional soil treatment in vegetable-fodder crop rotation on density of black soil // Vegetable and Melon Growing. – 2022. – № 70. – P. 66-79. <https://doi.org/10.32717/0131-0062-2021-70-66-79>

8. Syromyatnikov Yu. N. et al. The quality indicators of a stratifier growing machine with a riping-separating device in beet growing // Engineering of nature management. – 2022. – Т. 1 – № 23. – P. 133-139. <https://doi.org/10.5281/zenodo.6824187>

9. Syromyatnikov Yu.M. Influence of technological measures on soil moisture saturation in sugar beet growing // Ukrainian Journal of Natural Sciences – 2023. – № 4. – P. 125-137. <https://doi.org/10.32782/naturaljournal.4.2023.14>.

10. Syromyatnikov Y., Orekhovskaya A., Klyosov D., Syromyatnikov P., Sementsov V. (2022). Field tests of the experimental installation for soil processing. Journal of Terramechanics. Journal of Terramechanics T. 100 C. 81-86.

11. Syromyatnikov, Y. N., Syromyatnikov, P. S., Orekhovskaya, A. A., Ayugin, N. P., Kalimullin, M. N., Tikhonov, E. A., & Pushkov, Y. L. (2024). Improvement of the working bodies of the rotor of the tillage-separating machine. American Institute of Physics (AIP) Proceedings. T. 3021. №1. C. 030004.

12. Syromyatnikov, Y. N., Syromyatnikov, P. S., Dzjasheev, A., Karnaukhov, A. I., Tikhonov, E. A., Andronov, A. V., & Orekhovskaya, A. A. (2023, June). Study of the operation process of the experimental cultivator for continuous soil treatment. American Institute of Physics (AIP) Proceedings. T. 2817. №1. C. 020007. 2023.

УДК: 631.316.6

ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ПЛОСКОРІЗАЛЬНОЇ ЛАПИ ДЛЯ РОЗУЩІЛЬНЕННЯ ҐРУНТУ

*Сиром'ятников Ю. М., Молодцов Д. Є.
Державний біотехнологічний університет*

Постановка проблеми. Проблема ущільнення ґрунту під впливом рухомих систем тракторів є однією з основних у сучасному землеробстві, оскільки під час руху коліс важких машин структура ґрунту змінюється, що негативно впливає на умови для розвитку рослин (Medvedev, 2016). Ущільнення призводить до втрати міжагрегатних пор, що знижує водо- та повітропроникність ґрунту, а також погіршує здатність кореневої системи проникати в глибші горизонти. Це, в свою чергу, зменшує доступність

поживних речовин, погіршує механічну стійкість ґрунту та збільшує ерозійні процеси (Beckett et al., 2017). За даними досліджень У. Syromyatnikov (2017), наслідки ущільнення призводять до зниження врожайності сільськогосподарських культур на 10–15%, особливо у випадках, коли ущільнений шар досягає 20–30 см глибини, що є критичним для основної частини кореневої системи багатьох культурних рослин.

Для подолання негативних наслідків переущільнення широко застосовують різноманітні технології механічного розпушування, серед яких традиційні чизельні плуги та стрільчасті лапи культиваторів. Однак ці робочі органи часто характеризуються високими енерговитратами, що пов'язано з великими зусиллями на робочих органах і значним руйнуванням ґрунтової структури (Syromyatnikov, 2018a). Використання плоскорізальних лап з перемінним кутом кришення може знизити тяговий опір і підвищити якість розпушення ґрунту, але необхідно точно визначити оптимальні параметри такої лапи для досягнення мінімального енергоспоживання та максимального ефекту розпушення (Kornienko et al., 2016).

Аналіз останніх досліджень. Розрахункові дослідження показали, що для забезпечення якісного розпушення ґрунту необхідно застосовувати лапи з перемінним кутом кришення, який варіюється від 15° до 30° залежно від глибини занурення робочого органу (Syromyatnikov et al., 2018). Використання варіаційного методу для оптимізації форми леза дозволяє мінімізувати енерговитрати на розпушення, зменшити силу тертя між ґрунтом та робочим органом і знизити ступінь руйнування ґрунтових агрегатів (Syromyatnikov, 2019). Проте конструктивні особливості плоскорізальних лап вимагають додаткового обґрунтування, оскільки при невідповідності профілю лапи до фізико-механічних властивостей ґрунту збільшується ризик утворення великих грудок, які негативно впливають на подальшу обробку (Syromyatnikov et al., 2021).

Послойне розпушення з використанням плоскорізальних лап забезпечує ефективне зниження переущільнення у різних горизонтах ґрунту, проте воно супроводжується додатковими енергозатратами, які можуть становити до 15–20% від загальної енергії на обробіток (Syromyatnikov et al., 2018). Тому обґрунтування параметрів геометрії лапи є ключовим завданням для зниження енерговитрат та підвищення ефективності обробки.

Мета дослідження. Метою дослідження є розробка та обґрунтування параметрів плоскорізальної лапи для зниження енерговитрат на розпушення ґрунту з одночасним збереженням його агрофізичних властивостей. Дослідження спрямоване на оптимізацію форми леза для забезпечення мінімального тягового опору та підвищення структурної якості ґрунту.

Результати дослідження. Запропонована плоскорізальна лапа має змінний кут кришення: у зоні стійки лапи кут збільшено до 30° , а на крилах лапи він становить лише $15\text{--}20^\circ$. Це забезпечує плавний рух ґрунту по лезу

та зменшує тяговий опір на 12–18% порівняно з традиційними плоскорізами (Syromyatnikov et al., 2018). Під час польових випробувань грядиль з 4 лапами, встановленими на різні глибини (7 см для першого ряду та 15 см для другого), продемонстрував, що застосування такої конструкції дозволяє зменшити розмір грудок ґрунту на 24% та підвищити коефіцієнт структурності з 0,07 до 0,34 (Syromyatnikov, 2018b).

Додатково було вивчено вплив різних варіантів плоскорізів на збереження вологи у ґрунті. Встановлено, що при послійному розпушенні під час першого проходу зберігається до 5% більше вологи у верхньому шарі, ніж при використанні традиційних чизельних лап. Це пояснюється меншою глибиною проникнення та більш м'яким рухом ґрунтових мас, що сприяє збереженню агрономічно цінних фракцій у верхніх шарах (Syromyatnikov et al., 2021). У разі високої щільності ґрунту конструкція лапи дозволяє знижувати тяговий опір на 10–15%, що є важливим для зменшення зносу енергетичних систем тракторів (Pashenko et al., 2019).

Висновки. Використання плоскорізалісних лап з перемінним кутом кришення дозволяє знизити енерговитрати на 18% та зменшити тяговий опір при послійному розпушенні. Це робить їх перспективним рішенням для обробки ущільнених ґрунтів у зонах з високою інтенсивністю використання сільськогосподарської техніки. Застосування таких лап сприяє покращенню структурного складу ґрунту, зменшенню утворення грудок та підвищенню його водоутримуючих властивостей. Результати польових досліджень показали, що застосування плоскорізалісної лапи із змінним кутом кришення є ефективним методом розпушення ущільнених ґрунтів, що сприяє підвищенню агрофізичних показників та покращенню загальної якості обробленого шару.

Список використаних джерел

1. Medvedev, V. V. (2016). Agrozem as a new 4-dimensional polygenetic formation. *Gruntoznavstvo*, 17(1–2), 5–21.
2. Kornienko, S., Pashenko, V., Melnik, V., Kharchenko, S., Khramov, N. (2016). Developing the method of constructing mathematical models of soil condition under the action of a wedge. *Eastern European Journal of Enterprise Technologies*, 5(7–83), 34–43. DOI: 10.15587/1729-4061.2016.79912
3. Syromyatnikov, Y. (2017). Ways to reduce specific pressure of wheeled movers on the soil. *Agricultural Engineering*, 4, 95–103. DOI: 10.7256/2453-8809.2017.4.26797
4. Syromyatnikov, Y., Orekhovskaya, A., Klyosov, D., Vodolazskaya, N., Syromyatnikov, P., Sementsov, V. (2018a). Justification of a profile of a cultivator's loosening foot by the method of variational calculus. *Agrotechnology and Energy Supply*, 3(20), 76–84.

5. Pashenko, V. F., Syromyatnikov, Y. N., Khramov, N. S. (2019). Influence of local loosening of soil on soybean yield. *Tractors and Agricultural Machinery*, 5, 79–86. DOI: 10.31992/0321-4443-2019-5-79-86
6. Syromyatnikov, Y., Kuts, A., Troyanovskaya, I., Orekhovskaya, A., Tikhonov, E., Sokolova, V. (2021). Field tests of the experimental installation for soil processing. *Journal of Terramechanics*, 98, 1–6.
7. Syromyatnikov, Y., Orekhovskaya, A., Klyosov, D., Syromyatnikov, P., Sementsov, V. (2022). Field tests of the experimental installation for soil processing. *Journal of Terramechanics*. *Journal of Terramechanics* T. 100 C. 81-86.
8. Syromyatnikov, Y. N., Syromyatnikov, P. S., Orekhovskaya, A. A., Ayugin, N. P., Kalimullin, M. N., Tikhonov, E. A., & Pushkov, Y. L. (2024). Improvement of the working bodies of the rotor of the tillage-separating machine. *American Institute of Physics (AIP) Proceedings*. T. 3021. №1. C. 030004.
9. Syromyatnikov, Y. N., Syromyatnikov, P. S., Dzjasheev, A., Karnaukhov, A. I., Tikhonov, E. A., Andronov, A. V., & Orekhovskaya, A. A. (2023, June). Study of the operation process of the experimental cultivator for continuous soil treatment. *American Institute of Physics (AIP) Proceedings*. T. 2817. №1. C. 020007. 2023.

УДК: 631.316.6

УДОСКОНАЛЕННЯ РОБОЧИХ ОРГАНІВ РОТОРА ГРУНТООБРОБНОЇ РОЗПУШУВАЛЬНО-СЕПАРУЮЧОЇ МАШИНИ

*Сиром'ятніков П. С., Гавриленко О. В., Маїталь В. В.
Державний біотехнологічний університет*

Постановка проблеми. Проблема ущільнення ґрунту та нерівномірного розподілу часток у різних шарах оброблюваного ґрунту є актуальною для сучасного сільського господарства. Під час передпосівної обробки ґрунту звичайними плоскорізальними та чизельними органами відбувається накопичення великих грудок на поверхні, тоді як дрібні частки просипаються вниз, що призводить до порушення структури орного шару (Syromyatnikov, 2017). Особливо ця проблема загострюється при інтенсивних технологіях обробітки, що призводить до значних енерговитрат та погіршення фізико-механічних властивостей ґрунту (Syromyatnikov, 2018).

Мета дослідження. Метою дослідження є обґрунтування параметрів робочих органів роторної ґрунтообробної розпушувально-сепаруючої машини для забезпечення ефективного розпушення та рівномірного

розподілу структурних часток по глибині орного шару з мінімальними енерговитратами.

Методи дослідження. Проведено теоретичні та експериментальні дослідження для визначення впливу геометрії ножів ротора на показники крутного моменту, силу тертя, а також на ефективність розподілу часток у ґрунті. З використанням методу механіко-математичного моделювання встановлено залежність енергоспоживання від кута нахилу та профілю ножа (Kornienko et al., 2016). Польові випробування проводилися на експериментальній установці з 6 секціями, обладнаними ножами різної геометрії, встановленими на глибину до 8 см для першого ряду та до 15 см для другого (Syromyatnikov, 2019).

Результати дослідження. Запропоновано конструкцію ножа ротора з перемінним профілем, що забезпечує зниження тягового опору на 18–22% порівняно з традиційними стрільчастими робочими органами (Syromyatnikov et al., 2018). Результати показали, що використання ножа із змінним профілем у поєднанні з активною сепарувальною решіткою забезпечує більш рівномірний розподіл часток у верхньому шарі, знижуючи енерговитрати на обробіток ґрунту до 30% (Syromyatnikov, 2021).

Крутний момент приводу ротора при використанні ножів зі змінним профілем знизився з 841 Нм до 620 Нм при частоті обертання 20 c^{-1} , що підтверджує ефективність розробленої конструкції (Pashenko et al., 2019). Середнє тягове зусилля машини з 6 секціями при швидкості 2,1 м/с та вологості ґрунту 22,5% становило 800 Н, що на 15% нижче порівняно з аналогічними установками без застосування змінного профілю ножів.

Обговорення. Отримані результати підтверджують, що застосування ножів зі змінним профілем дозволяє досягти значного зниження енерговитрат і забезпечує якісне розпушення ґрунту в умовах різної щільності та вологості (Syromyatnikov et al., 2018). Крім того, використання активних робочих органів із пасивними елементами для контролю глибини забезпечує зменшення крутного моменту на 20–40% у порівнянні з традиційними чизельними плугами (Pashenko et al., 2019).

Висновки. Використання робочих органів із змінним профілем у ґрунтообробних машинах дозволяє забезпечити зниження енергоспоживання на 18–22% та підвищити рівномірність розподілу ґрунтових часток у посівному шарі. Розроблена конструкція ножа ротора забезпечує зменшення тягового опору та покращує агрофізичні властивості обробленого ґрунту. Це робить його перспективним у передпосівній обробці на переущільнених ґрунтах з високим вмістом вологи.

Список використаних джерел

1. Syromyatnikov, Y. N. (2017). Justification of the shape of a plowshare with steering disks of a cultivating separating ripper. *Agriculture* (2), 18-29.

2. Kornienko, S., Pashenko, V., Melnik, V., Kharchenko, S., Khramov, N. (2016). Developing the method of constructing mathematical models of soil condition under the action of a wedge. *Eastern European Journal of Enterprise Technologies*, 5(7–83), 34–43. DOI: 10.15587/1729-4061.2016.79912

3. Сиромятников, Ю. М., & Балабасов, Є. А. (2021). Підвищення ефективності функціонування ґрунтообробної машини стратифікатора при зниженні питомих енергетичних витрат..

4. Syromyatnikov, Y., Voinash, S., Troyanovskaya, I., Tikhonov, E., Partko, S., & Sokolova, V. (2023). Selection of parameters of the disc working bodies of the ripping-separating machine for soil treatment. *Journal of Terramechanics*, 108, 1-5.

5. Syromyatnikov, Y. N., Ayugin, N. P., Kalimullin, M. N., Tikhonov, E. A., Ivanov, A. A., Orekhovskaya, A. A., & Parfenopulo, G. K. (2024, March). Qualitative indicators of the work of the tillage plant during beet cultivation. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 3021, No. 1). AIP Publishing.

6. Syromyatnikov, Y., Orekhovskaya, A., Klyosov, D., Syromyatnikov, P., Sementsov, V. (2022). Field tests of the experimental installation for soil processing. *Journal of Terramechanics*. *Journal of Terramechanics* T. 100 C. 81-86.

7. Syromyatnikov, Y. N., Syromyatnikov, P. S., Orekhovskaya, A. A., Ayugin, N. P., Kalimullin, M. N., Tikhonov, E. A., & Pushkov, Y. L. (2024). Improvement of the working bodies of the rotor of the tillage-separating machine. *American Institute of Physics (AIP) Proceedings*. T. 3021. №1. C. 030004.

8. Syromyatnikov, Y. N., Syromyatnikov, P. S., Dzjasheev, A., Karnaukhov, A. I., Tikhonov, E. A., Andronov, A. V., & Orekhovskaya, A. A. (2023, June). Study of the operation process of the experimental cultivator for continuous soil treatment. *American Institute of Physics (AIP) Proceedings*. T. 2817. №1. C. 020007. 2023.

УДК 631.313.6

ДОСЛІДЖЕННЯ МІЦНОСТІ ЗЕРНА КУКУРУДЗИ З ВИКОРИСТАННЯМ ЧИСЕЛЬНОГО МОДЕЛЮВАННЯ МЕТОДОМ ДИСКРЕТНИХ ЕЛЕМЕНТІВ (DEM)

Дудін В. Ю., Білоус І. М.

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Ефективність процесу подрібнення концентрованих кормів можна оцінити за двома основними показниками – якісним та кількісним, перший – це однорідність подрібнення, другий – питома енергоємність процесу. Ці

показники залежать від особливостей конструкції та режимів роботи подрібнювачів зерна, при цьому удосконалення або розроблення нових конструкційних рішень ускладнюється необхідністю проведення великої кількості експериментальних випробувань.

На сьогодні у світовій практиці все більшого поширення набуває MBSE (системний інжиніринг на основі моделей – Model Based Systems Engineering) [1], який дозволяє використовувати віртуальне середовище для моделювання виробу, починаючи з ранніх стадій розробки.

Одним з програмних середовищ для дослідження віртуальних моделей є Star-CCM+ (Сіменс, Німеччина), який, зокрема, дозволяє здійснювати чисельне моделювання методом дискретних елементів (DEM) [2]. Проведення чисельного моделювання взаємодії зернин між собою та з елементами обладнання можна визначити оптимальні параметри процесу подрібнення. Це включає швидкість обертання робочих органів, відстань між ними, геометричні параметри та матеріал робочих поверхонь.

Точність моделювання дискретних елементів залежить від вхідних параметрів моделі і її форми [3]. Модель зернини кукурудзи створено шляхом об'єднання сферичних частинок. Це називається агрегацією сфер [4]. Цей метод успішно застосовується до моделювання зерен таких культур, як горох, кукурудза, рис, соя і пшениця [5, 6]. Адже проста частинка сфери може знизити точність і достовірність результатів дослідження.

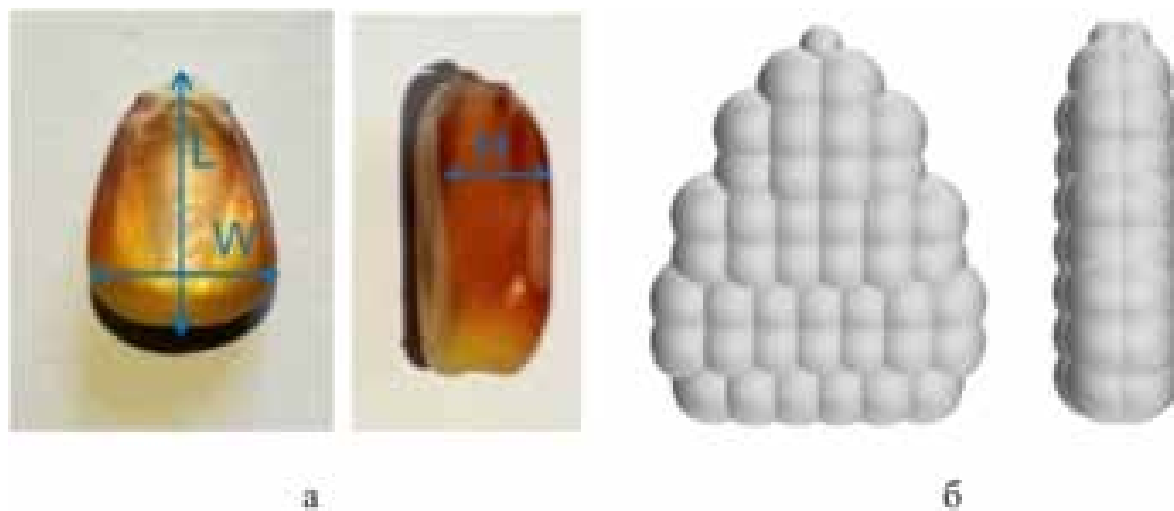


Рис. 1. Геометричні параметри (а) та віртуальна модель зерна кукурудзи: L – довжина; W – ширина; H – висота

Зокрема, для нашого дослідження сили руйнування зерна кукурудзи, на основі форм та заміряних розмірів зерен кукурудзи було створено модель зернини. Для цього було визначено середні розміри зернини і було створено в середовищі Star-CCM+ модель з відповідними пропорціями (рис. 1). Модель зернини кукурудзи складається з 86 сфер. Таким чином ми збільшуємо точність отриманих даних в процесі моделювання.

Чисельне моделювання методом DEM у Star-CCM+ відкриває нові можливості для дослідження механічних властивостей матеріалів. DEM дозволяє моделювати такі фізичні процеси, як деформація, руйнування та зсув, що сприяє більш точному визначенню міцності зернин, їх пружності та в'язкості.

Отже, використання чисельного моделювання методом дискретних елементів у програмі Star-CCM+ для дослідження міцності зернин є ефективним та точним підходом, який дозволяє значно знизити витрати на експериментальні дослідження і оптимізувати процеси подрібнення. Цей метод відкриває нові можливості для детального аналізу механічних властивостей матеріалів і вдосконалення технологічних процесів.

Список використаних джерел

1. A. L. Ramos, J. V. Ferreira and J. Barceló, "Model-Based Systems Engineering: An Emerging Approach for Modern Systems," in IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part C (Applications and Reviews), vol. 42, no. 1, pp. 101-111, Jan. 2012, doi: 10.1109/TSMCC.2011.2106495.

2. Aliiev, E. (2023). *Numerical simulation of agricultural production processes: textbook*. <https://doi.org/10.31073/978-966-540-584-9>

3. Zhong, J., Tao, L., Li, S., Zhang, B., Wang, J., & He, Y. (2022). Determination and interpretation of parameters of double-bud sugarcane model based on discrete element. *Computers and Electronics in Agriculture*, 203, 107428. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2022.107428>

4. Liu, Z., Ma, H., & Zhao, Y. (2021). Comparative study of discrete element modeling of tablets using multi-spheres, multi-super-ellipsoids, and polyhedrons. *Powder Technology*, 390, 34–49. <https://doi.org/10.1016/j.powtec.2021.05.065>

5. Wiącek, J., Molenda, M., Horabik, J., & Ooi, J. Y. (2012). Influence of grain shape and intergranular friction on material behavior in uniaxial compression: Experimental and DEM modeling. *Powder Technology*, 217, 435–442.

УДК: 631.816.3

СТАН МЕХАНІЗАЦІЇ ВНЕСЕННЯ КАС В УКРАЇНІ

Кобець О. М., Пономаренко Н. О., Ленеть Є. І.

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Одним з ключових способів підвищення врожайності є поліпшення живлення рослин за допомогою добрив. Стаття аналізує технічне забезпечення та ринок техніки для внесення карбамідо-аміачної суміші

(КАС), яка є ефективним добривом у сільському господарстві. Обговорюються переваги та недоліки різних методів внесення КАС, включаючи використання культиваторів та обприскувачів. Зазначається, що необхідно ретельно враховувати усі фактори та контролювати процес внесення добрив для досягнення максимального результату.

Постановка проблеми. З високим приростом населення Землі, основною проблемою для суспільства стане забезпечення продовольством. Щоб забезпечити потреби людства протягом наступних двох десятиліть, необхідно подвоїти кількість вироблених продуктів харчування. Однак обмеженість площ для сільськогосподарського виробництва вимагає пріоритету досліджень у напрямку підвищення продуктивності сільськогосподарських культур. Одним з найефективніших засобів збільшення врожаїв є покращення живлення рослин. Останніми роками продуктивність сільськогосподарських культур зросла завдяки використанню азотних добрив у 6,9 разів, фосфорних у 3,5 рази і збільшенню посівних площ лише в 1,1 рази. Прогнози показують, що використання добрив до 2030 року зросте до 200 млн тон, порівняно з 183 млн тон у 1993 році [1]. Однак надмірне використання добрив може негативно вплинути на навколишнє середовище.

Тому питання практичного використання добрив у контексті оптимізації живлення рослин та охорони навколишнього середовища стають все більш актуальними. Швидке зростання цін на енергоносії вимагає активного впровадження перспективних, енергоефективних технологій, без яких жорстка конкуренція на світовому ринку може призвести до непередбачуваних наслідків.

Виклад основного матеріалу. Карбамідо-аміачна суміш (КАС) часто використовується в сільському господарстві як добриво.

Будь які добрива в тому числі і КАС мають свої переваги та недоліки. До переваг при внесенні КАС можна віднести:

- можливість використання в будь-яких кліматичних зонах;
- висока рівномірність та точність внесення;
- можливість використання на різних стадіях вегетації;
- швидке проникнення в ґрунт, що дає можливість застосовувати при технології mini-till та no-till;
- має пролонговану дію;
- рідка форма має нижчу вартість порівняно з гранульованими формами.

Хоч КАС має велику кількість переваг, але також має і свої недоліки:

- ризик опіків рослин, обумовлений нормою внесення, фазою, особливістю вегетації культури та погодними умовами;
- особливі умови транспортування та зберігання;
- залежність від спеціальної техніки для внесення.

Враховуючи ці переваги та недоліки, вважаємо, що КАС є ефективним добривом для сільськогосподарських господарств, якщо його застосування відбувається з урахуванням усіх факторів та ретельним контролем.

Карбамідо-аміачна суміш може вноситись різними способами [2]:

- 1) позакореневе підживлення (листове);
- 2) підкореневе підживлення;
- 3) внесення разом з оранкою та передпосівною культивацією.

Дослідимо технічне забезпечення та ринок техніки в Україні для кожного із способів внесення.

ПрАТ «Богуславська сільгосптехніка» виробляє серійний культиватор КУ-3А (рис. 1), який забезпечує внесення КАС разом з обробітком ґрунту. Окрім ґрунтообробної складової даного культиватора на нього встановлюють ємність та спеціальні труби-живильники, через які добриво потрапляє на глибину обробітку [3].



Рис. 1. Культиватор КУ-3А з обладнання для внесення КАС (Богуславська сільгосптехніка).

Під час оранки може бути різна норма внесення від 30 до 70 і більше кг на 1 га по азоту. Це залежить від культури, ґрунту, тощо.

Окрім внесення КАС під час основного обробітку ґрунту не виключено його внесення і під час міжрядного. Виробник сільськогосподарської техніки ТМ «DEMETRA» виробляє культиватор КРН-5,6-0,5 з системою для внесення рідких мінеральних добрив (рис. 2). При внесенні КАС культиватором-підживлювачем досягається високий ефект – аерація ґрунту, знищення бур'янів, підживлення рослини в кореневій зоні [4].



Рис. 2. Культиватор просапний КПН-5,6-0,5 з системою для внесення рідких мінеральних добрив ТМ «DEMETRA».

За такого способу внесення застосовується нерозбавлений КАС-32 у дозуванні 30-60 кг азоту на 1 га, або 70-150 л КАС-32 на 1 га.

Проте на сьогодні найчастіше вносять КАС за допомогою обприскувачів. Їх можна використовувати для листового та підкореневого підживлення рослин.

При листовому внесенні використовують так звані струминні розбризкувачі (рис. 3).

ТОВ «АГРОПЛАСТ ЮА» є одними з найбільших виробників допоміжного обладнання до обприскувачів для внесення КАС в Україні [5]. До нього можна віднести розбризкувачі, шланги одинарні та подвійні, фільтри, насоси, тощо (рис. 4).



Рис. 3. Струминні розбризкувачі КАС.



Рис. 4. Допоміжне обладнання до обрискувачів для внесення КАС ТОВ «АГРОПЛАСТ ЮА»: а – розбризкувач КАС довгий на 7 отворів; б – розбризкувач КАС короткий на 7 отворів; в – шланг КАС подвійний; г – шланг КАС одинарний.

ТОВ «АгроМОДУЛЬ» виробляє розбризкувачі добрив для внесення КАС. Лінійка даних розбризкувачів має великий вибір по витраті [6]. На рис. 5 зображено розбризкувач RD.05.SD5-b, який має 5 отворів у корпусі, дросель 1,5 мм та забезпечує наступну витрату: 150-260 л/га при тиску 1-3 атм.

Проте головним недоліком розбризкувачів є те, що після потрапляння на рослину краплини КАС, ударяючись об її поверхню, відскакують від неї, після чого попадають на ґрунт. Це насамперед спричинює негативний вплив на рослину, що проявляється небажаними опіками її надземної частини.



Рис. 4. Розбризкувач RD.05.SD5-b ТОВ «АгроМОДУЛЬ»

Часткове вирішує цю проблему система Dropleg, яка забезпечує підлисткове обприскування польових та овочевих культур (рис. 5). Система розроблена і представлена на ринку в 2010 році спільно компаніями Amazone, Lechler і Syngenta.



Рис. 5. Система Dropleg від Amazone, Lechler і Syngenta

Система Dropleg складається із пластикових трубок, на які знизу, залежно від виду обробки, встановлюють різні розбризкувачі або розпилювачі: для підлисткового обприскування чи внесення рідких мінеральних добрив. Трубки Dropleg вільно переміщуються під час руху обприскувача міжряддя. Систему Dropleg можна дуже легко налаштувати на будь-яке міжряддя.

В цілому будь-який обприскувач може бути переобладнаний під внесення КАС. Але при цьому щоб КАС не зруйнував передчасно робочі деталі обприскувача необхідно:

1) замінити деталі з кольорових металів на нержавіючі або з хімістійкого пластику;

2) для першої позакореневої обробки застосовувати не щільні розпилювачі, а дефлекторні (400 мікронів). Дефлекторні розбризкувачі дають крупнокраплинний розчин, і великі краплі скочуються вниз змочивши лист;

3) у друге та третє підживлення уже необхідно використовувати щільні

розпилювачі з розміром краплі 200 мікронів, щоб повністю обробити кущ;

3) для роботи вітряну погоду слід використовувати подовжувачі шланги з додатковими вантажами або Dropleg.

Висновки. Внесення КАС є перспективним напрямком в сільському господарстві України. Ринок представлений різноманітною технікою, яка

забезпечує внесення добрива різними способами: підґрунтове за допомогою ґрунтообробних агрегатів (культиватори, плуги); поверхнєве за допомогою обприскувачів з різними розпилювачами. При цьому, враховуючи особливості дії КАС, перспективним є розробка пристроїв для одночасного внесення цих добрив на листову поверхню і в ґрунт

Список використаних джерел

1. Машина і обладнання для приготування та внесення добрив: посібник / [Колектив авторів]; за ред. В.І. Кравчука; М-во аграр. політики та прод-ва України; УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого. – Дослідницьке: УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого, 2011. – 152 с.

2. Методи та способи застосування КАС на практиці / А. Сухина // Спецвипуск ж. Пропозиція. Сучасна техніка для захисту с.-г. культур/ – 2017. – С. 22-25

3. <https://boguslav.ua/>

4. <https://demetra-site.com.ua/>

5. <https://agroplast.ua/>

6. <http://www.agromodul.com.ua/>

УДК 631.147

АНАЛІЗ МЕТОДІВ І ТЕХНОЛОГІЙ В ОРГАНІЧНОМУ ЗЕМЛЕРОБСТВІ

Хлопецький Р. А., Дідух В. Ф.

Луцький національний технічний університет

Постановка проблеми. Органічне землеробство є одним із ключових напрямів розвитку сучасного сільського господарства, що орієнтоване на сталий розвиток, збереження екологічного балансу та підвищення якості продукції. Традиційні агротехнології, орієнтовані на використання хімічних добрив та пестицидів, сприяють швидкому зниженню родючості ґрунтів і деградації агроєкосистем, що робить їх неефективними у довгостроковій перспективі. Перехід до органічного землеробства вимагає впровадження нових методів, таких як використання сидератів, біологічних засобів захисту та прецизійних технологій.

Ще однією важливою проблемою є розвиток і адаптація засобів механізації в органічному землеробстві. Таким чином, виникає необхідність розробки комплексного підходу до впровадження органічних практик у землеробстві, що включає наукові дослідження з адаптації нових технологій, розробку ефективних засобів механізації, освітніх програм для аграріїв і студентів та розвиток інфраструктури для підтримки органічних

виробників. Це дозволить забезпечити стабільність агроєкосистем, збереження біорізноманіття та виробництво високоякісної продукції.

У галузі органічного землеробства значна увага приділяється адаптації засобів механізації, що дозволяє оптимізувати агротехнології та забезпечити екологічну сталість виробництва. Дослідження зосереджуються на розробці нових підходів до висадки культур, локального внесення органічних добрив та використання автоматизованих і роботизованих систем для поліпшення продуктивності органічних ферм.

Метою дослідження є аналіз методів і технологій в органічному землеробстві, дослідження інноваційних методів використання сапропелю як органічного добрива.

Результати досліджень. Останні дослідження показали, що застосування стрічкових методів висадки культур сприяє підвищенню ефективності використання ґрунтових ресурсів та зменшенню конкуренції між рослинами. Дослідження, проведені Мігелем Альтеррі, підтвердили, що стрічкова посадка дозволяє рівномірно розподіляти рослини, оптимізуючи доступ до вологи та поживних речовин [1].

Rodale Institute провів серію експериментів з використанням стрічкових сівалок для органічних господарств, де досліджувалися їх переваги у порівнянні з традиційними методами висадки [2]. Результати показали, що стрічкова сімба забезпечує краще проникнення кореневої системи в ґрунт та зменшує ерозію.

Дослідження показали, що локальне внесення компосту та біогумусу під час висадки культур підвищує врожайність на 20-30% у порівнянні з поверхневим внесенням [3]. Дослідження використання озерного сапропелю спрямоване на оптимізацію виробничих процесів, підвищення врожайності та зменшення негативного впливу на агроєкосистеми.

Серед великого переліку завдань, першочерговим слід вважати:

- розробку методів оцінки ефективності локального внесення сапропелю у порівнянні з традиційними методами органічного удобрення, з урахуванням екологічних та економічних показників.
- розробку рекомендацій щодо впровадження новітніх засобів механізації для використання сапропелю, зокрема автоматизованих аплікаторів і роботизованих систем для локального внесення.
- створення інтегрованих систем моніторингу стану ґрунтів та впливу сапропелю на родючість і структуру ґрунту, що дозволить забезпечити ефективне використання ресурсу та підвищити якість продукції.

Вирішення поставлених завдань сприятиме розвитку органічного землеробства через впровадження екологічно чистих технологій та добрив, забезпечують стійкий розвиток сільськогосподарського виробництва. Тривалі дослідження використання сапропелю як органічного добрива показують, що локальне внесення сапропелю за допомогою спеціально

розроблених аплікаторів дозволяє підвищити вміст гумусу в ґрунті на 15-20% у порівнянні з традиційними органічними добривами. Висока ефективність сапропелю підтверджена в польових умовах, де його застосування сприяло підвищенню врожайності зернових культур на 25% та покращенню якості продукції.

Аналіз структури ґрунту після внесення сапропелю показав значне зменшення ерозійних процесів, що особливо важливо для органічних ферм, розташованих на схилах. Дослідження стрічкових методів висадки культур з попереднім внесенням сапропелів показали на зменшення до 30% завдяки точному розташуванню насіння із збереженням водного балансу у підзерновому шарі ґрунту. У свою чергу, локальне внесення сапропелю знижує витрати добрив до 40% у порівнянні з традиційними методами, оскільки забезпечується точність подачі матеріалу безпосередньо у зону кореневої системи рослини.

Висновок. Результати досліджень підтверджують ефективність інтеграції нових технологій з використанням місцевих сировинних ресурсів, зокрема сапропелю. Також необхідні нові засоби механізації. Застосування локального внесення органічних добрив та автоматизованих систем контролю за розміщенням насіння у ґрунті, моніторинг процесів сприятиме зниженню витрат та підвищенню якості продукції.

Список використаних джерел

1. Miguel Altieri, 'Ecological Impacts of Industrial Agriculture and the Possibilities for Truly Sustainable Farming'^a, Hungry for Profit, Monthly Review Press, 1999.
2. Інтернет ресурс <https://www.agronom.com.ua/organichne-zemlerobstvo-daye-vyshhi-vrozhayi-v-periody-ekstremalnoyi-pogody>.

УДК 631.333

АНАЛІЗ РОБОТИ ФРИКЦІЙНОГО КОМБІНОВАНОГО ОЧИСНИКА ВОРОХУ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ МАШИН ДЛЯ ЗБИРАННЯ КОРЕНЕПЛОДІВ

Барановський В. М.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Онищенко Б. В.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

При роботі фрикційного комбінованого очисника для розділення вороху на складові компоненти – вільної землі та гички, рослинних залишків, коренеплодів тощо, використовується різниця коефіцієнтів тертя коренеплодів і домішок. Фрикційні очисники в основному представляють собою різні комбінації гірок, виконаних у вигляді стрічкових транспортерів.

Відомі гірки діляться на дві групи – поздовжні та поперечні [1]. У першого типу гірок відокремлені фракції рухаються вздовж вороху, що надходить, а у других – одна із фракцій рухається поперек вороху. Поздовжні гірки відомі двох типів – прямопотокові (рух стрічки і вороху односторонній) і зворотнопотокові (стрічка рухається назустріч руху вороху).

Конструктивна схема розташування поздовжньої гірки в технологічному процесі роботи наведена на рис. 1. Вказане розташування гірки є типовим. Воно використовується у технологічних схемах більшості коренезбиральних машин. Проте гірки можуть виділяти з вороху, що надходить, переважно плоскі й багатогранні домішки, при цьому їх сепаруюча можливість не перевищує 40 %. Це пояснюється тим, що дрібний ґрунт, який постійно знаходиться в зоні сепарації, зменшує різницю коефіцієнтів тертя коренеплодів і домішок [1].

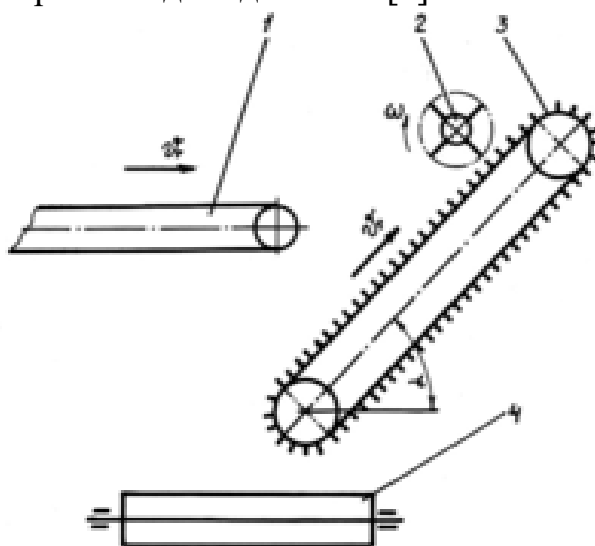


Рис. 1. Конструктивна схема розташування гірки в технологічному процесі коренезбиральної машини: 1 – повздовжній транспортер; 2 – відбійний бітер; 3 – полотно гірки; 4 – приймальний транспортер

Таким чином, при роботі транспортерних очисників можливо практично повне відділення сипучого ґрунту. Недоліки цих пристроїв наступні: незадовільна сепарація вологого, важкого ґрунту, великих за розмірами рослинних домішок і грудок ґрунту. За даними досліджень [2] при вологості ґрунту 25...27,5 % сепарації ґрунту на транспортерних очисниках практично не відбувається.

Список використаних джерел

1. Аналіз тенденцій розвитку робочих органів для сепарації вороху коренеплодів / В.Ю. Рамш, В.М. Барановський, М.Р. Паньків [та ін.] // Наукові нотатки. Луцьк : ЛНТУ, 2011. Вип. 31. С. 298–305.
2. Барановський В. Основні етапи та загальні принципи сучасних тенденцій розвитку коренезбиральних машин / Віктор Барановський // Вісник ТДТУ. Тернопіль, 2006. Т. 11, № 2. С. 67–75.

УДК 631.358.44/45

УДОСКОНАЛЕННЯ СЕПАРУЮЧОГО ПРИСТРОЮ КАРТОПЛЕЗБИРАЛЬНИХ МАШИН

Герук С. М., Міненко С. В.

Житомирський агротехнічний коледж

Онищенко Б. В., Мельник Т. О.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Одним з основних завдань при обробці потоку картопляного вороху є рівномірне його розподілення по ширині захвату елеватора. Це відкриває можливість використання повної його площі, а значить отримання максимальної продуктивності і якості сепарації.

Технологічний процес роботи сепаратора картопляного вороху полягає в наступному. При русі машини леміш 2 (рис. 1), що встановлений на відповідну глибину викопування, підрізає рядок і спрямовує скибу на сепаруючий прутковий елеватор 3. При одночасній обробці двох рядків лемеші встановлені один від одного на відстані ширини міжрядь рядків картоплі і картопляний ворох потрапляє на сепаруючий елеватор у вигляді двох скиб, розміщених одна від одної на цій відстані. Таким чином, центральна і бокові площі поверхні елеватора фактично залишаються незадіяними в процесі сепарації.

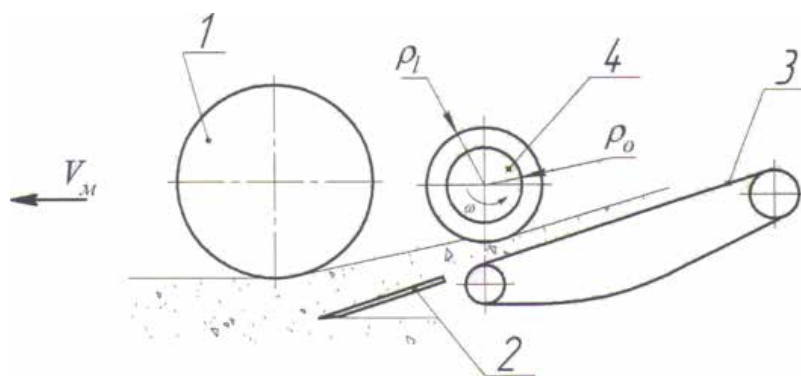


Рис. 1. Схема встановлення розрихлювача-вирівнювача: 1 – опорне колесо, 2 – підкопуючий леміш, 3 – транспортер-сепаратор, 4 – розрихлювач-вирівнювач

Для усунення вказаного недоліку, доцільно ввести додатковий активний робочий орган у вигляді розрихлювача-вирівнювача (поз. 4, рис.1), який, згідно виконуемого технологічного процесу, повинен знаходитись на початку сепаруючого елеватора 3.

Крім цього, розрихлювач-вирівнювач здійснює руйнування ґрунтових утворень, а запропоноване його розміщення забезпечить ефект «ґрунтової подушки».

Ідея вирівнювання скиби ґрунту полягає у його рівномірному розподіленні по всій ширині сепаруючого елеватора.

Список використаних джерел

1. Герук С.М., Міненко С.В. Активізація процесу сепарації картопляного вороху при використанні пруткових елеваторів // Вісник сумського національного аграрного університету (Серія «Механізація та автоматизація виробничих процесів»): 36. наук, праць. Суми, 2008. Випуск 1(17). с. 145-150.

2. Герук С.М., Міненко С.В. Методика планування експерименту з визначення оптимальних параметрів розрихлювача-вирівнювача картоплезбиральної машини. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин: 36. наук, праць., випуск 38. Кіровоград, 2008. с. 234-237.

УДК 631.333

АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЇ РОЗПОДІЛЬЧИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ БАГАТОКАНАЛЬНИХ ВИСІВНИХ СИСТЕМ МАШИН ДЛЯ ВНУТРІШНЬОГРУНТОВОГО ЛОКАЛЬНОГО ВНЕСЕННЯ ТВЕРДИХ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ

Ратушний В. В., Адамчук О. В.

Інститут механіки та автоматики агропромислового виробництва

Національної академії аграрних наук України

Онищенко Б. В., Двораківський Р. О.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Удосконалена машина з багатоканальною пневматичною системою для внесення добрив (рис. 1.) внутрішньо-ґрунтовим способом агрегується з тракторами класу 1.4 на базі культиватора рослинорозпушувача КРН-5.6. Даний агрегат це навісна машина, яка складається із рами, на яку встановлений бункер із дозуючим пристроєм, багатоканальна система внесення добрив, яка включає в себе розподільний пристрій і транспортуючі робочі органи з вентилятором, два ходових колеса, дев'ять секцій із робочими органами.

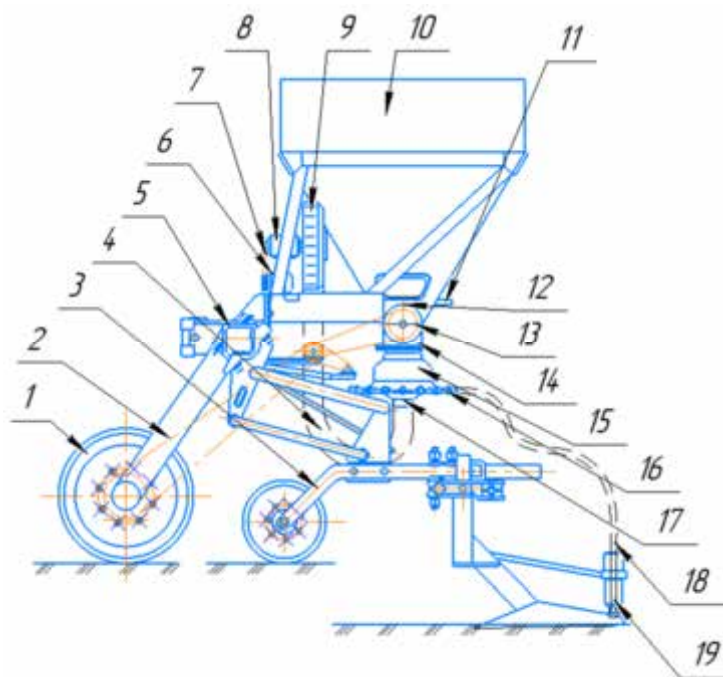


Рис. 1. Схема машини з багатоканальною пневматичною системою для внутрішньогрунтового внесення добрив: 1 – ходове колесо; 2 – ланцюгова передача; 3 – секція робочих органів; 4 – напірний рукав; 5 – рама; 6 – опора вентилятора; 7 – клинопасова передача; 8 – привод вентилятора; 9 – вентилятор; 10 – бункер; 11 – заслінка; 12 – зірочка; 13 – дозуючий пристрій; 14 – туконаправляювач; 15 – розподільний робочий орган; 16 – відвідний патрубков; 17 – дільник повітря; 18 – канал; 19 – робочий орган.

Розподільний робочий орган розташований під дозуючим пристроєм і представляє собою корпус із вмонтованим в ньому обертовим розподільником. По колу, в основі корпусу, розташовані вісімнадцять приймальних горловин відвідних патрубків, які з'єднані через канал транспортуючого робочого органу із робочими органами. Приймальні горловини відвідних патрубків одночасно є завантажувальними горловинами ежекторів. Канали транспортуючого робочого органу являють собою різноманітної довжини (від 1,0 до 3,0 м) поліхлорвінілові труби із внутрішнім діаметром 32 мм.

У якості джерела стиснутого повітря використаний високо напірний відцентровий вентилятор ВВД-5, вивідні отвори якого через напірний рукав діаметром 100 мм поєднані з дільником повітря. Привод вентилятора здійснюється від гідромотора ГМШ-32У через клино – пасову передачу.

Працює машина наступним чином. При русі агрегату, добрива із бункера подаються дозуючим пристроєм в розподільний робочий орган, де під впливом відцентрових сил, вони розподіляються по відвідним патрубкам. Одночасно з цим повітряний потік, який створює вентилятор, потрапляє до дільника повітря, а далі рухається до ежекторів. Захоплені

повітряним потоком частинки туків рухаються у вигляді повітряної суміші по каналах транспортуючого робочого органу і осідають в глибинних ґрунтових рядках, які утворює робочий орган. Бункер установки являє собою ємкість, у боковій стінці якої розташований випускний отвір, оснащений дозуючим пристроєм котушкового типу. Для безступінчатої зміни робочої довжини котушки вмонтована заслінка, яка регулює ширину випускного отвору. Привод дозуючого пристрою складається із мотора – редуктора і ланцюгової передачі, у якій можлива зміна зірочок.

Відцентровий розподільний робочий орган обладнаний обертовим розподільником, який знаходиться в корпусі. Сам розподільник виконаний у вигляді стакану із випускними отворами, які розміщені по колу. Механізм приводу розподільного робочого органу оснащений електродвигуном з електромагнітною муфтою ковзання і конічним редуктором, зовнішній вертикальний вал якого через муфту, поєднаний із проміжним валом, на якому встановлений розподільник. Для регулювання швидкості руху обертання, електропривод обладнаний тахогенератором типу ТМГ – ЗОП зі шківом, блоком ПМО – безконтактного регулювання швидкості обертання із перемиканням швидкості.

Список використаних джерел

1. Адамчук В.В. Підсумки створення технологічних комплексів для застосування твердих мінеральних добрив і хіммеліорантів. Техніка АПК. 2000. №3. С.10-12.

2. Адамчук В.В. Обґрунтування моделі внесення мінеральних добрив // В зб.: Механізація та електрифікація сільського господарства. Глевах. ННЦ „ІМЕСГ”. 2002. Вип. 86. с. 90-99.

УДК 631.36.001.66

АНАЛІЗ МЕХАНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЗЕРЕН КУКУРУЗИ ДЛЯ РОБОТИ СТАЦІОНАРНОГО ВАЛЬЦЕВОГО ПОДРІБНЮВАЧА КАЧАНІВ КУКУРУДЗИ

Кузьменко В. Ф.

*Інститут механіки та автоматики агропромислового виробництва НААН
Онищенко В. Б.*

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Вальцьовий подрібнювач качанів кукурузи встановлюють в спеціалізованих лініях приготування кондиційованого силосу для подрібнення маси кукурудзи при збиранні її у фазі воскової стиглості.

При проведенні досліджень використовувалися качани кукурузи комбайнового збирання масою 50...250г. Зростання довжини качанна в 2 рази (з 100 до 200 мм) приводить до збільшення його маси в 3 рази (з 70 до

210 г.). Діаметр качана при цьому збільшується лише в 1,26 рази (з 33 до 41,5 мм). Не менш цікавим є зміна вмісту долі зерна в качані кукурудзи при зміні його вологості (рис.1). Бачимо, що в процесі дозрівання доля зерні в качані кукурудзи збільшується.

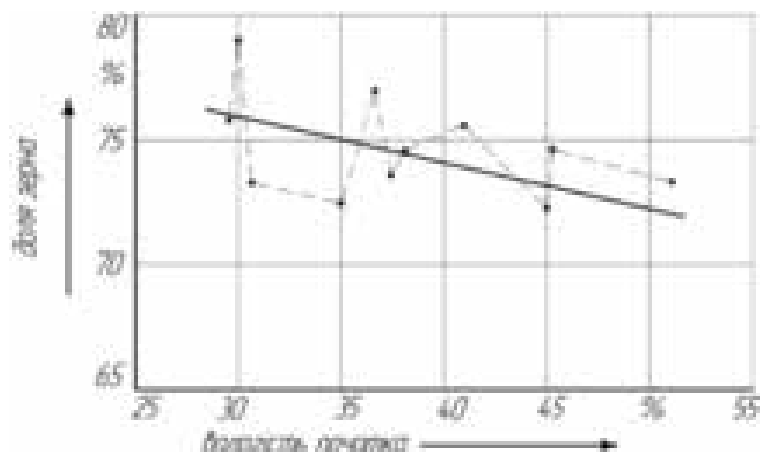


Рис. 1. Зміна вмісту зерна кукурудзи в качані при зміні його вологості

В процесі дозрівання качанів кукурудзи змінюється також і співвідношення між вологістю качана та його складовими (рис.2). При технічній стиглості вологість компонентів різниться мало, при чому найменш вологим – стержень. маса качанів в залежності від фази стиглості змінюється з 670 до 755 кг/м³.

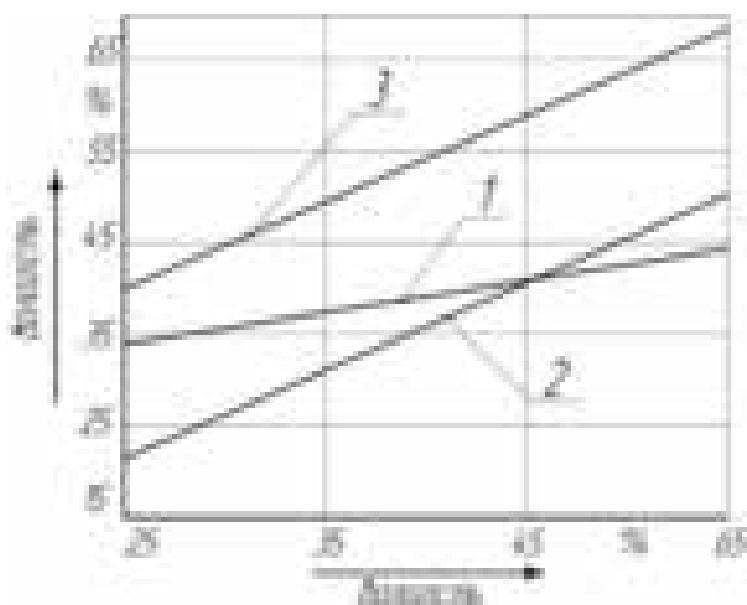


Рис. 2. Співвідношення між вологістю всього качана та його компонентами: 1 – обгортка, 2 – зерно, 3 – стержень

На рис.3 приведено результати ситового аналізу зерна з 15 качанів кукурудзи.

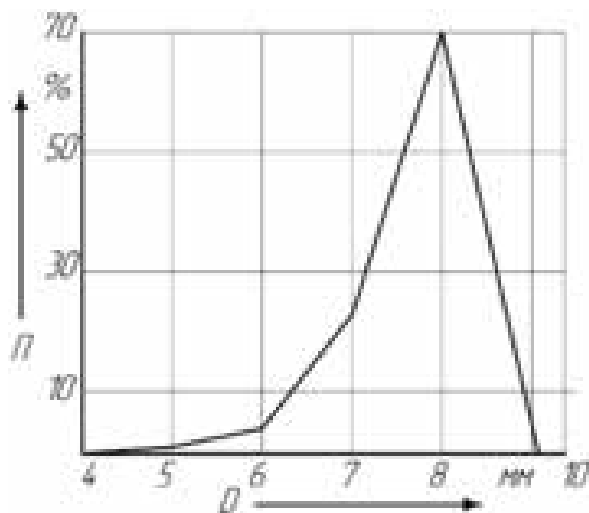


Рис. 3. Розподіл по розмірам зерна кукурудзи

Слід відзначити, що недорозвинене, дрібне зерно знаходиться у верхній частині, найбільш велике, правильної форми – на відстані 15...20 мм від нижньої частини качана.

Список використаних джерел

1. Практикум по машинах і обладнанню для тваринництва / І.Г. Бойко, В.І. Грідасов, А.І. Дзюба та ін.; За ред. О.П. Скорик, О.І. Фісячекнко. – Х.: НМЦ ХНТУСГ, 2004. – 275 с.

2. Теорія та розрахунок машин для тваринництва / І.Г. Бойко, В.І. Грідасов, А.І.Дзюба та ін.; За ред. І.Г. Бойко. – Х.: НМЦ ХНТУСГ, 2002. – 216

УДК 621.868.232

КОМП'ЮТЕРНІ ГЕОМЕТРИЧНІ МОДЕЛІ ПОЛИЦЬ ПЛУГІВ

*Яблонський П. М., Вірченко Г. А., Волоха М. П.,
Лазарчук-Воробйова Ю. В.
НТУУ «КПІ імені Ігоря Сікорського»*

За нинішніх систем автоматизованого проєктування основою комп'ютерного геометричного моделювання є математичний апарат NURBS (Non uniform rational B-splines) [1, 2]. Зазначені засоби характеризуються достатньою гнучкістю, передбачуваністю та керованістю формоутворення, завдяки чому широко використовуються в багатьох галузях промисловості, зокрема автомобільній, суднобудівній, загального машинобудування та інших.

Стосовно ґрунтообробних знарядь літературні джерела засвідчують особливу важливість геометрії робочих поверхонь для досягнення належної якості обробітку різних за станом, структурою та фізико-механічними властивостями ґрунтів [3, 4, 5]. При цьому питання адаптування комп'ютерних геометричних моделей до різноманітних вимог таких суміжних дисциплін, як міцність, технологія виготовлення, експлуатація тощо розглядаються недостатньо.

Для продуктивного та прогнозованого автоматизованого варіантного формоутворення авторами запропонована методика, що полягає у створенні універсальних комп'ютерних гнучких геометричних моделей відвалів плугів з циліндроїдальними та іншими полицевими робочими поверхнями.

Приклади відповідних розробок поверхонь показано на рис. 1. Наведені зразки побудовані застосуванням однієї базової моделі шляхом варіювання належних геометричних параметрів керування.

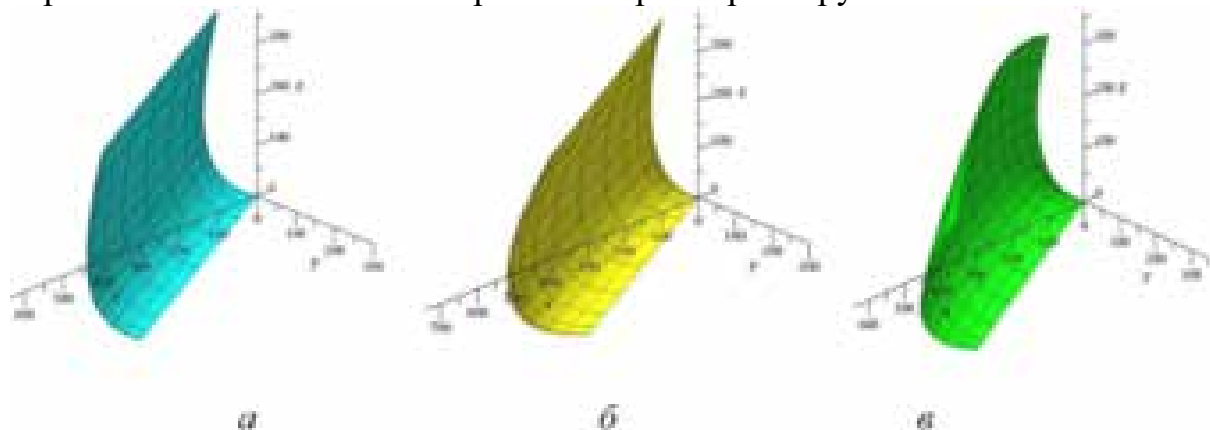


Рис. 1. Варіанти опрацьовуваних поверхонь: *а* – циліндрична; *б* – циліндроїдальна; *в* – складної форми

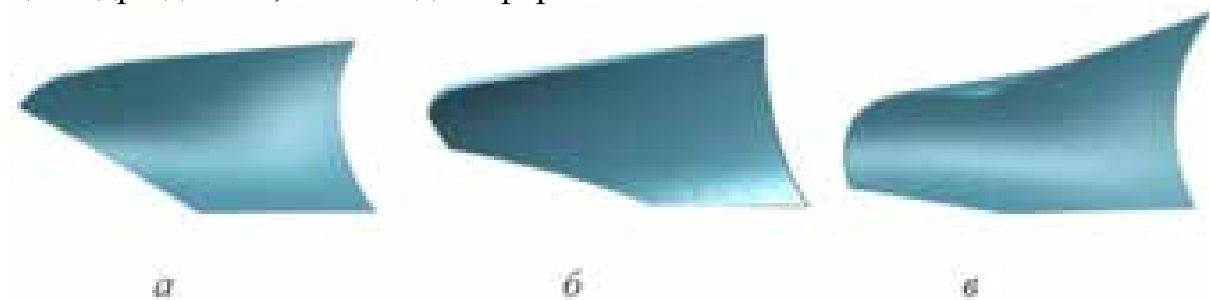


Рис. 2. Різновиди відвалів плуга на основі поверхні: *а* – циліндричної; *б* – циліндроїдальної; *в* – більш складної форми

Подальшим етапом автоматизованого проектування є створення необхідних комп'ютерних твердотільних моделей. Деякі отримані при цьому різновиди проілюстровано на рис. 2. На даній стадії створення ґрунтообробних знарядь досліджуються різноманітні питання, пов'язані з конструкційними, виробничими, експлуатаційними та іншими властивостями плугів. Зокрема, це стосується виконання розрахунків на міцність методом скінченних елементів, дефініції технологічних напружень

при виготовленні відвалів тиском, визначення діючих на них зусиль під час експлуатації і т. д. В означений спосіб варіюванням належних параметрів форми та розмірів, конструкційних матеріалів тощо здійснюється комплексна оптимізація проєктованих ґрунтообробних знарядь.

Напрацьована та перевірена на конкретних тестових прикладах методика створення універсальних комп'ютерних варіантних геометричних моделей відвалів плугів з циліндроїдальними та іншими полицевими робочими поверхнями наразі публікується.

Список використаних джерел

1. Videla, J., Shaaban, A.M., Atroshchenko, E. (2024). Adaptive shape optimization with NURBS designs and PHT-splines for solution approximation in time-harmonic acoustics. *Computers & Structures*, Vol. 290, 107192

2. Tuluchenko, G., Virchenko, G., Getun, G., Martynov, V., Tymofieiev, M. (2018). Generalization of one algorithm for constructing recurrent splines. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, Vol. 2, Issue 4, pp. 53-62

3. Gheorghe, G., Lates, D., Oprea, C., Baltatu, C. (2023). Structural and modal analysis in Solidworks of agricultural plow to choose vibration system at moldboard. *Engineering for Rural Development*, Volume 22, pp. 872-878, <https://doi.org/10.22616/ERDev.2023.22.TF168>

4. Hamid, A.A., Alsabbagh, A.R. (2023). Effect of moldboard types, two depths of tillage and two speeds of tractor in some physical properties and pulverization of soil. *Kufa Journal For Agricultural Sciences*, Volume 15, Issue 1, pp. 105-116, <https://doi.org/10.36077/kjas/2023/v15i1.10334>.

5. Yablonskyi P., Rogovskii I., Sobczuk H., Virchenko G., Volokha M., Vorobiov O. (2024). Computational approach to geometric modeling of plow bodies. *Journal of Engineering Sciences (Ukraine)*, Vol. 11(1), 2024, pp. E9–E18. [https://doi.org/10.21272/jes.2024.11\(1\).e2](https://doi.org/10.21272/jes.2024.11(1).e2)

УДК 339.564

АНАЛІЗ ЕКСПОРТУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ

Бащук Л. В.

ВСП «Конотопський індустріально-педагогічний фаховий коледж» СДУ

Українська Асоціація Аграрного Експорту відзначає, що абсолютна більшість товарних груп та окремих продуктів з доданою вартістю у січні-березні 2024 року мають зростаючі показники експорту. Збільшилися кількісні і вартісні обсяги продажів на зовнішніх ринках м'яса і субпродуктів, продукції садівництва, цукрових, шоколадних та

хлібобулочних солодоців, різних продуктів плодоовочевої переробки, свіжої цибулі й часнику, макаронних виробів, морозива. З іншого боку, зараз менший експорт молокопродуктів і пшеничного борошна, а ціни яєць і меду на зовнішніх ринках продовжують знижуватись. Ринок Євросоюзу зберігає статус основного для збуту української агропродовольчої продукції. Однак з червня нинішнього року чергове продовження лібералізації зовнішньої торгівлі для наших експортерів супроводжуватиметься додатковими потенційними обмеженнями на поставки м'яса птиці, яєць, цукру, вівса, круп, кукурудзи й меду при їх перевищенні обсягів, які фіксувались на протязі 2022-2023 років, тобто під час найбільшого зростання. Враховуючи нові заходи впливу на українські продовольчі продукти з боку ЄС, УААЕ вважає за доцільне, з метою мінімізації очікуваних втрат профільних експортерів у короткостроковій перспективі, вже зараз проводити активну роботу з диверсифікації географії збуту, зокрема використовуючи ринки країн африканського континенту, Близького Сходу та Південно-Східної Азії.

За перші три місяці 2024 року, як свідчать дані Державної митної служби, експорт Україною агропродовольчої продукції склав близько 6,5 млрд. дол., що на 4 % менше, ніж у першому кварталі минулого року.

Доходи від реалізації м'яса і субпродуктів на зовнішніх ринках становили 243 млн. дол. (+ 20 %). Визначальним продуктом тут залишається м'ясо птиці, якого експортовано більше в натуральному і вартісному виразі – 112 тис. т на суму 222 млн. дол. Окремо звертають на себе увагу доходи від експорту готових та консервованих м'ясних продуктів – приблизно 13 млн. дол., тобто вищі у 2,5 рази.

Сумарний експорт молокопродуктів скоротився фактично до 43 млн. дол. (-16 %), а основними товарами даної групи цього року виступають сухе та згущене молоко (16 млн. дол.), сири (11 млн. дол.), масло і молочні пасти (6 млн. дол.), незгущене молоко та вершки (5 млн. дол.). Продовжує демонструвати позитивну динаміку морозиво українського виробництва, валютна виручка від якого зросла на чверть і сягнула 7 млн. дол.

В поточному році експортовано також понад 15 тис. т яєць на суму приблизно 17 млн. дол. В результаті, поряд з кількісним збільшенням відбулось зниження вартості продажів, тому що ціни експорту для України продовжують падати – 1078 дол./т або 28028 дол./контейнер 26 т.

Покращилась ситуація з продажами за кордон українського меду – майже 23 тис. т (+ 93 %) на суму 44 млн. дол. (+ 39 %). При цьому експортна ціна солодкого продукту характеризується спадною динамікою, зараз вона знизилась до 1909 дол./т.

Виручка від експорту плодів, ягід і горіхів збільшилась на 47 % – до 87 млн. дол. На початку 2024 року найбільші доходи профільним експортерам приносять волоські горіхи (38 млн. дол.), заморожені ягоди і фрукти (29 млн. дол.), яблука та груші (11 млн. дол.).

Україна стоїть перед викликами та новими тенденціями у сфері аграрної політики у 2024 році. Виробництво зернових культур в країні значно зменшилося у 2023 році, зазнавши спаду не менше, ніж на половину, порівняно з 2022 роком. Це є наслідком кількох факторів, серед яких: тимчасова окупація деяких територій, дефіцит коштів для вирощування та обробки землі, зміна клімату та загальне зменшення інвестицій на гектар.

Зокрема, ціни на зернові виправдовують себе із врахуванням викликів, які постали перед аграріями цього року. Не один млрд. грн. збитків спричинені значним руйнування інфраструктури, а також ускладненням процесу експорту продуктів.

Серед найперспективніших агрокультур у 2024 році слід виділити: олійні, сою, цукровий буряк.

Така структура сформована, враховуючи рівень прибутковості тієї чи іншої культури.

Національний агропромисловий комплекс України збирається переглянути свою стратегію вирощування різних видів культур у зв'язку зі змінами на світовому ринку та внутрішніми умовами.

Зміни у кліматичних умовах також вимагають перегляду стратегії вирощування культур. Високі температури, засухи або, навпаки, паводки можуть призвести до скорочення врожаїв певних типів культур, тоді як інші можуть бути краще пристосовані до таких умов.

Список використаних джерел

1.<https://torgsoft.ua/articles/stati/agrarnij-rinok-ukrayini-trendi-ta-vikliki-2024-roku/>

2.<https://uaexport.org/2024/04/18/agroprodovolchij-eksport-ukrayini-u-sichni-berezni-2024-roku/>

УДК 631.3 (075.8)

АНАЛІЗ СИСТЕМ КОРЕКЦІЇ РУХУ КУЛЬТИВАТОРА ДЛЯ МІЖРЯДНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ

Волянський М. С., Грищук В.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Сучасне сільське господарство переживає період значних трансформацій, коли технології відіграють все більш вирішальну роль. З метою підвищення продуктивності, збереження природних ресурсів та оптимізації витрат, аграрії активно впроваджують інноваційні рішення. Одним із таких рішень є системи точного водіння, які стають дедалі популярнішими у рослинництві. Ефективне застосування систем точного

водіння має місце при водінні культиваторів міжрядного обробітку. Ця операція відіграє ключову роль у боротьбі з бур'янами, розпушуванні ґрунту та забезпеченні оптимальних умов для росту культур. На сьогодні найбільш поширеними є дві системи точного водіння культиватора: системи автопілоту, встановлені на тракторі, та системи типу CultiCam, які забезпечують зміщення культиватора під час обробітку ґрунту.

Сучасні системи автопілоту досить широко використовуються в Україні, особливо у великих агрохолдингах і фермерських господарствах. Деякі версії таких систем можуть забезпечувати високу точність до 2 сантиметрів за ідеальних умов.

Однак, на точність впливає багато факторів, і на практиці цей показник може варіюватися в межах 3 - 5 см, що перевищує норми під час міжрядного обробітку. Крім того, системи автопілота не враховують можливого зміщення сівалки під час сівби на схилах, мають певну затримку реакції на зміну траєкторії. При повороті передніх коліс, культиватор може зміщуватися у протилежний бік, що іноді призводить до пошкодження рослин.

Проте цей спосіб є значно ефективнішим, ніж ручне керування, дозволяє працювати на більшій швидкості та в темний час доби. Однак на схилах, полях із поганою якістю посіву або при відсутності GPS-сигналу та РТК, що часто зникають під час повітряної тривоги, цей метод мало ефективний. Його можна використовувати за умови, що сівба був здійснена за допомогою автопілота, і лінії посіву збереглися. В цілому, система автопілота оптимальна для більшості великих господарств, адже забезпечує кращий результат, ніж ручне керування, не потребує додаткового обладнання та дозволяє працювати в темний час доби.

Системи типу CultiCam, які забезпечують перпендикулярне зміщення культиватора відносно трактора під час обробітку ґрунту, стають дедалі популярнішими. Вони складаються з камери, монітора, блока керування, датчика положення та гідравлічної системи. Камера передає зображення у блок керування, який обробляє дані, визначає траєкторію посівних рядків і керує гідравлічною системою, що зміщує культиватор, зберігаючи його по лінії посіву.

Ця система забезпечує високу точність у межах 2 - 4 см при швидкості 12 - 14 км/год, не має затримок в реагуванні, переміщує тільки культиватор, не залежить від якості сигналів, працює вночі, компенсує зміщення на схилах і може працювати на тракторах без автопілота та ISOBUS. Система CultiCam значно точніша, ніж ручне керування чи автопілот але вимагає інвестицій у придбання "розумних" культиваторів.

Найкращим варіантом є поєднання автопілота та системи CultiCam чи її аналогів. Такий симбіоз практично не має недоліків і значно посилює переваги обох систем.

Висновки. Вибір системи залежить від умов і цілей господарства. Якщо господарство займається вирощуванням просапних зернових культур, таких як кукурудза, соняшник, і використовує сучасні системи автопілота та сівалки точного висіву, то перший варіант буде оптимальним. Для господарств, що вирощують овочі або насіннєвий матеріал, не мають сучасних автопілотів і потребують якісної обробітки, варто обрати другий варіант або їх поєднання.

Список використаних джерел

1. Сільськогосподарські машини: підручник / Д.Г. Войтюк, Л.В. Аніскевич, В.В. Іщенко та ін.; за ред. Д.Г. Войтюка. Київ, «Агроосвіта», 2015. 679 с.
2. Бахур О., Думич В. Аналіз конструкцій машини для міжрядного обробітку просапних та овочевих культур. Науково-виробничий журнал «Техніка і технології АПК»; №11, 2015; 8-12 с.
3. Rogovskii I.L., Titova L.L., Trokhaniak V.I., Rosamaha Yu.O., Blesnyuk O.V., Ohienko A.V. (2019). Engineering management of two-phase coulter systems of seeding machines for implementing precision farming technologies. INMATEH. Agricultural Engineering. Bucharest. Vol. 58. No 2. P. 137–146. <https://doi.org/10.35633/INMATEH-58-15>.
4. Rogovskii I.L. Consistency ensure the recovery of agricultural machinery according to degree of resource's costs. Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. Kyiv. Ukraine. Vol. 10(4). P. 145–150. <https://doi.org/10.31548/machenergy.2019.04.145-150>.
5. Сава А., Хрунь М. Культиватори майбутнього; Всеукраїнський аграрний журнал «АгроЕліта». 2020 р.
6. Боровик О.Ю., Біловод І.В., Ветохін В.І., Амосов В.В. Розвиток засобів для підвищення надійності орієнтації просапних знарядь вздовж рядків при вирощуванні цукрових буряків. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції "Підвищення надійності машин і обладнання. Increase of Machine and Equipment Reliability", 15-17 квітня 2020 р. – Кропивницький : ЦНТУ, 2020. – 273 с. С. 103-1072.
7. Посібник з експлуатації “Машина для догляду за культурними рослинами FLEXCARE V 9200”
8. Посібник з експлуатації “Система камер” 9912.60.100.0
9. ЛендЕкоТех <https://let.in.ua/tehnika>.
10. BEDNAR <https://www.bednar.com/uk>
11. Steketee <http://lemken.com.ua/ua/111>
12. HORSCH <https://www.horsch.com/ua/home>
13. LEMKEN <http://lemken.com.ua>
14. PÖTTINGER https://www.poettinger.at/uk_ua
15. BEDNAR <https://www.bednar.com/uk/>

УДК 631.331.922

МОДИФІКАЦІЯ ІНЕРЦІЙНО-ФРИКЦІЙНОГО ПРОТРУЮВАЧА НАСІННЯ

Вечера О. М.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Куянов В. В.

*Інститут післядипломної освіти Національного університету харчових
технологій*

Проведені останніми десятиліттями дослідження показали, що метод хімічного знезараження не завжди забезпечує необхідну ефективність дезінфекції зерна. Деякі типи мікроорганізмів, присутніх у насінні, спостерігають збільшення стійкості до дії отрутохімікатів, що використовуються в процесі його знезараження. Таким чином для досягнення необхідної ефективності знезараження необхідно застосовувати підвищені дози протруйників, або використовувати нові більш ефективні та дорогі хімічні препарати, які мають високу токсичність. Крім того, існує межа використання отрутохімікатів, після якої їх подальше використання стає небезпечним. При цьому недосконалість технологій і технічних засобів хімічного захисту рослин від шкідників і хвороб, а також недотримання інших агротехнічних і технологічних вимог, призводять до надлишкового вмісту пестицидів у ґрунті, забруднення водоймищ і ґрунтових вод, пригнічення життєдіяльності ґрунтових мікроорганізмів, знищенню корисної мікрофлори. Одним з шляхів поліпшення даної ситуації є покращення передпосівної обробки насіння зернових.

До найбільш ефективних методів обробки насіння – дезінфекції на сьогоднішній день можна віднести різні електрофізичні методи знезараження, такі як: знезараження зерна прискореними електронами, потужним рентгенівським або гама-випромінюванням, струмами високої та надвисокої частоти, ультрафіолетовим опроміненням та іншими, а також озонування. Всі ці методи характеризуються високою ефективністю знезараження, але мають особливості. Так, за допомогою електрофізичних методів можна організувати безперервне знезараження зерна в потоці.

Сучасний світовий ринок машин для протруювання - це переважно камерні, шнекові і ротаційні машини, виготовлені у модифікаціях періодичної чи неперервної дії, стаціонарні і пересувні.

Розроблений раніше інерційно-фрикційний протруювач неперервної дії на сьогодні є найбільш досконалим – він не травмує насіння, навіть гороху, сої, соняшника, ріпаку та ін., самоочищається від залишків препаратів, забезпечує високу продуктивність і якість обробки насіння.

Протруювач інерційно-фрикційної дії здійснює неперервну обробку насіння за такою схемою: насіння з бункера протруювача надходить самопливом через дозуючу горловину по встановленому під нею розподільнику на дно обертового конічного робочого органа, куди під конус подається робоча рідина, яка під дією відцентрових сил розтягується в плівку на дні і зустрічається з насінням, яке обертаючись навколо своєї осі, відбирає своєю поверхнею препарат. Оброблене таким чином насіння самопливом вивантажується через випускную горловину але нанесений препарат не встигає утворити стійку тверду плівку за браком часу для цього і високої вологості повітря всередині камери протруювання.

Як показав аналіз конструктивно-технологічних параметрів цих протруювачів, вони потребують вдосконалення, особливо в напрямку забезпечення можливостей безпосереднього використання їх у фермерських господарствах, які до сьогодні змушені користуватися шнековим протруювачем ПНШ-3, що є модифікацією знятого з виробництва ще у 70-х роках XX століття протруювача ПСШ-3 [2].

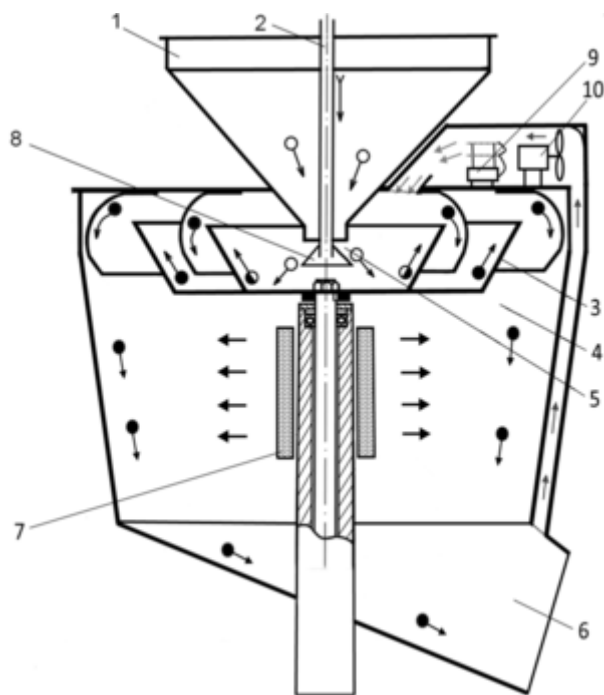


Рис. 1. Робочий процес модифікованого протруювача інерційно-фрикційного типу: 1 - бункер; 2 - трубка подачі робочої рідини; 3 - чашоподібний змішувач; 4 - камера протруювання; 5 - дозатор насіння; 6 - вивантажувальна горловина; 7 - ультрафіолетовий електро випромінювач; 8 - конічний розподільник; 9 - генератор озону; 10 - повітряний нагнітач.

В результаті була розроблена нова вдосконалена конструкція протруювача інерційно-фрикційного типу (рис. 1), яка має значно збільшену камеру протруювання з встановленим всередині потужним інфрачервоним джерелом опромінення, яке забезпечує швидкий нагрів

поверхні протруєного насіння і підсушування його в процесі руху. Одночасно відбувається ультрафіолетове опромінення (фото стимуляція) насіння. Зверху додатково встановлений генератор озону з повітряним нагнітачем, який засмоктує повітря з вивантажувальної горловини, збагачує його озоном та подає в камеру протруювання. Внаслідок комплексного впливу на насіння – знезараження озоном та дії опромінення швидко утворюється тверда плівка робочого препарату на поверхні, вона більш стійка до стирання та утримує більшу кількість пестицидів на насінні, таким чином підвищується загальна ефективність обробки і підвищується врожайність культури завдяки додаткового знезараження озоном. Також значна ефективність по збільшенню схожості була досягнута в дослідях по використанню фото стимуляції насіння найбільш поширених на території України сільськогосподарських культур - буряка, ячменю, сої, озимої пшениці, кукурудзи [3].

Крім того, в залежності від стану та виду насіння, стає можливо виконати екологічне знезараження без застосування пестицидів, використовуючи тільки дію ультрафіолету та озону.

Список використаних джерел

1. Сергій Кнечунас Авіцена – вдалий старт на шляху до якісного та високого врожаю. Агроном. 2016. №3. С. 82-84.

2. Тримбач С. П., Вечера О. М. Сучасний стан та перспективи розвитку машин для протруювання насіння с.-г. культур. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин, 2011. Вип. 41. С. 406-413.

3. Rogovskii I.L. (2021). Resource of removal expenses for strong agricultural period of volume of operations. Machinery and Energetics. Vol. 12. Issue 2. P. 123–131. <https://doi.org/10.31548/machenergy2021.02.123>.

УДК 631.331.922

ПОКРАЩЕННЯ ПОДАЧІ НАСІННЯ ПРОТРУЮВАЧА МОДИФІКОВАНИМ ВІБРАЦІЙНИМ ДОЗАТОРОМ БУНКЕРА

Вечера О. М.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Куянов В. В.

Інститут післядипломної освіти Національного університету харчових технологій

В сільськогосподарських машинах, таких, як протруювачі насіння та в інших, потрібне дозування зернистих матеріалів з рівномірним

неперервним дозуванням насіння сільськогосподарських культур і робочої рідини, оскільки вони є необхідною передумовою рівномірної обробки насіння препаратом, а отже і досягнення високої ефективності протруювання. Ця операція часто поєднується із одночасним формуванням потоку насіння певної форми та щільності за допомогою проточних дозаторів об'ємного типу, обладнаних пасивними чи активними розподільниками насіння. Продуктивність та рівномірність потоку насіння, що подається такими дозаторами на робочий орган, визначається умовами його витікання з бункера, пропускною здатністю дозуючого отвору, гальмівною дією розподільників та ін. Продуктивність дозаторів з активними розподільниками залежить від частоти обертання розподільника та його конструкції (диск або конус), а дозаторів протруювачів інерційно-фрикційного типу [1], у яких робочий орган одночасно є активним розподільником насіння - ще й від параметрів бокової поверхні робочого органа та вібраційними процесами протруювача. Згідно з результатами досліджень [2] вплив умов витікання насіння з бункера на рівномірність потоку визначається параметрами випускного отвору, місткості і висотою заповнення її насінням, а також його фізико-механічними властивостями, включаючи тертя.

До чинників, сприяючих зниженню сил сухого тертя, відноситься коливальний рух бункера і зернистого матеріалу, що знаходиться в ньому. Для мобільних машин це можуть випадкові коливання бункера, обумовлені хитавицею машин або вібраційними коливаннями від працюючих електродвигунів та механічних передач, які передають обертовий момент тощо. Але з метою усунення можливості утворення зведень і здобуття стійкішого і рівносірнішого виділення матеріалу від бункера, спеціальний коливальний рух можна надати бункеру або сипкому матеріалу.

Два основні завдання динаміки зернистих матеріалів (закони виділення і закони розподілу тиску на дно і стінки силосів і бункерів) розглядаються в припущенні існування досить великих коефіцієнтів внутрішнього і зовнішнього тертя зерен. -Между тим, кути тертя в різних сипких матеріалів змінюються в широких межах і можуть бути малими. Можна уявити собі і такий зернистий матеріал, між зернами якого є рідина, наприклад, масляна або інша плівка. У статиці такий матеріал поводитиметься так, як ніби сили зовнішнього і внутрішнього тертя практично відсутні.

Ефект дії вібрацій на зернисте середовище зводиться як би до зниження коефіцієнтів тертя. В процесі коливань сили нормального тиску зерен одне до одного, на стінку труби і сили тертя між ними змінюються. В результаті цього сили, недостатні для взаємного відносного зсуву зерен при їх спокої, можуть виявитися достатніми для здійснення переміщень в окремі моменти часу при вібраціях, що негативно впливає на рівномірність процесу

протруювання насіння. Загальний ефект від дії вібрацій зводиться, таким чином, до зменшення сил, необхідних для здійснення переміщень, тобто до зменшення коефіцієнта тертя. Таке явище добре відоме в техніці і знаходить практичне вживання, наприклад, при вібраційному зануренні паль.

Метою досліджень є здобуття якісної оцінки впливу вібрацій дозатора бункера на динаміку зернистого матеріалу, тобто вивчення впливу вібрацій на закони виділення і розподілу тиску в бункері. У основу цієї оцінки покладений ефект зниження кутів тертя при вібраціях. Кількісне дослідження повинне враховувати всі характеристики коливального руху, що здійснюється дозатором (поступальні коливання в горизонтальному, вертикальному або похилому напрямках; поступальні коливання по кругових або еліптичних траєкторіях і т.п.).

Відповідно до викладеного, вважатимемо, що із зростанням інтенсивності (частоти і максимального прискорення) вібрацій ефективні кути тертя знижуються, і в граничному випадку можна уявити собі їх повне зникнення. Це приведе до відповідної зміни коефіцієнтів опору та нормального тиску, що впливає на рівномірність подачі насіння.

У випадку використання активних розподільників (як правило, обертових дисків, конусів тощо) гальмівний опір висипанню насіння з випускної горловини бункера, ці розподільники створюють внаслідок накопичення в зоні під випускною горловиною шару насіння, що не евакуується з цієї зони активними розподільниками. В цьому випадку причиною зменшення потенційної продуктивності дозатора є неузгодженість конструктивних параметрів дозатора та режимів роботи активного розподільника і випускної горловини. З метою прискорення евакуації насіння із зони сходу його з розподільника в деяких протруювачах (наприклад ПНУ-4) пробували застосовувати додаткові конструктивні елементи – активатори.

В протруювачах інерційно-фрикційного типу, які поєднують дозування, розподілення і обробку насіння рідкими пестицидами одним робочим органом, продуктивність дозатора визначають ті ж фактори, що й в інших проточних дозаторів з активними розподільниками, та ще й параметри бокової конічної поверхні робочого органу [1]. Узгодження дії усіх цих факторів з обов'язковим врахуванням характеристик насіння, що дозується і обробляється, забезпечує надійну роботу протруювача в цілому, яка, очевидно, можлива у випадку, коли насіння з достатньою швидкістю буде рухатися вгору по твірній конічного робочого органу. Ця ж умова є і умовою не гальмування насінням, що знаходиться на робочому органі, насіння, яке надходить від дозатора.

В подальшому для більш якісного проектування та розрахунку продуктивності була поставлена задача розахувати максимальну швидкість висипання, а отже й продуктивність конічного бункера з модифікованим конічним розподільником (вібраційним дозатором) всередині бункера, який

використовується в модифікованих конструкціях протруювачів типу ПНУ-4, ПНУ-10 та розрахувати оптимальні параметри бункера відповідно продуктивності робочого органу – камери протруювання для отримання максимальної продуктивності та мінімальної нерівномірності протруювання насіння з врахуванням вібраційних коливань протруювача.

Список використаних джерел

1. Тимошенко С.П., Вечера О.М., Тимошенко С.І. Спосіб обробки насіння рідкими препаратами. П. № 96498 А01С 1/08, 2006/01, п.10/11/2011, бюл.№21.

2. Тимошенко С.П., Михайленко М.А. и др. “Разработать рабочие органы протравливателей семян и обосновать их оптимальные параметры”. Раздел №2 Отчета по теме №4 НИР УНИИМЭСХ, Глеваха, 1978, 77с.

УДК 631

СУПУТНИКОВІ ТЕХНОЛОГІЇ У СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ

Груць О. А., Сіренко Ю. В., Горовий М. В., Калнагуз О. М.

Сумський національний аграрний університет

Останнім часом інновації у сільському господарстві дозволили модернізувати методи вирощування культур і багато інших процесів. Тепер навіть недосвідчені фермери можуть використовувати новітні технології, щоб побачити, як вони покращують виробничу діяльність, роблячи її більш прибутковою, ефективною, безпечною і зручною.

Метою дослідження є аналіз використання супутникових технологій та прийняття оптимального рішення щодо використання їх у сільському господарстві.

На сьогодні близько 37% земної поверхні використовується для сільського господарства, причому лише 11% придатні для вирощування культур. З огляду на те, що площі, доступні для фермерських господарств, поступово скорочуються, подальше розширення орних земель у майбутньому виглядає малоймовірним.

Зростання світового населення безсумнівно вимагає розвитку та забезпечення аграрного сектору ресурсами, що пояснює активне впровадження автоматизації в цій галузі. Все більше аграрних компаній інтегрують технічні інновації та розробляють розумні програми, які допомагають фермерам відповідати на зростаючі вимоги до автоматизації виробничих процесів [1].

Супутникова технологія швидко трансформує сільськогосподарський сектор, представляючи новий рубіж у сільськогосподарській практиці. Ця інновація є ключем до трансформованого сільськогосподарського досвіду фермера. Супутникова технологія – це не просто прогрес, а революція у фермерстві, що надає детальну практичну інформацію зручно до використання.

Застосування супутникових технологій у сільському господарстві виходить за рамки простого спостереження, представляючи передові системи для збору та аналізу критичних даних. Це забезпечує точний моніторинг і більш розумне прийняття рішень. Дана технологія оптимізує сільськогосподарські операції, підвищуючи продуктивність і врожайність.

У табл. 1 розглянемо найпоширеніші способи використання супутникових технологій у сільському господарстві.

Таблиця 1

Супутникові технології у сільському господарстві

Технологія	Застосування у сільському господарстві
Дистанційне зондування	Технології, які використовуються для збору інформації про об'єкти чи території на відстані, зазвичай із супутників, дронів або літаків. Супутникові зображення є важливим джерелом даних, що використовується в технології дистанційного зондування. Це зображення поверхні Землі, зроблені датчиками на орбітальних супутниках. Нещодавній звіт показує, що глобальний ринок супутників дистанційного зондування зростає з 14,11 мільярда доларів США у 2023 році до 29,19 мільярда доларів США до 2030 року при середньорічному темпі зростання 10,9% протягом прогнозованого періоду. Збільшення потреб у сільськогосподарському моніторингу є одним із ключових факторів такого стрімкого зростання.
Супутникові датчики	Забезпечують вимірювання відбиття культури та структуру для виявлення різних біофізичних властивостей, включаючи індекс вегетації (NDVI), висоту культури, стадію розвитку, індекс площі листя (LAI), вміст сухої речовини та інші. Однак супутникові знімки не забезпечують прямих вимірювань цих властивостей. Дані із супутників необхідно обробляти за допомогою наукового підходу,

	щоб перетворити вимірювання земної кулі в параметри динаміки врожаю.
GIS і GPS технології	Допомагає використовувати геоінформаційні дані для відстеження та прогнозування змін у погодних умовах, таких як опади, температура, а також аналізувати продуктивність, стан рослин та інші важливі фактори. Завдяки програмам, що базуються на GPS, фермер може обробляти лише ті ділянки поля, де це справді потрібно, що дозволяє зекономити час, ресурси та кошти.
Цифрова платформа EOSDA	Має функції: збір даних, створення бази; порівняння продуктивності одного поля із середньою продуктивністю інших полів в регіоні; аналіз погодних умов та загроз (морози, сніг, дощ, посуха). Інновація здатна відстежувати стан культур, зокрема рівень хлорофілу та динаміку росту. Фермер може доручити програмі виконати детальний аналіз конкретної ділянки поля. Завдяки тому, що EOSDA використовує супутникові зображення, польові умови та стан різних зон аналізуються швидко і з високою точністю. Отримана інформація допомагає приймати рішення щодо вибору культури для посіву, оптимальних термінів збору врожаю, а також щодо застосування добрив.

Джерело: сформовано автором на основі [2,3]

Отож, супутникові технології все більше інтегруються у сільське господарство, дозволяючи фермерам отримувати точні та вичерпні дані для оптимізації своєї діяльності.

Список використаних джерел

1. Крюков Д. Супутникові технології у сільському господарстві. Пропозиція. 2024. Режим доступу до ресурсу: <https://propozitsiya.com/ua/suputnykovi-tehnologiyi-u-silskomu-gospodarstvi>.
2. Сергєєва К. Сучасні Технології В Сільському Господарстві [Електронний ресурс] / К. Сергєєва // EOS Data Analytics, Inc.. – 2023. – Режим доступу до ресурсу: <https://eos.com/uk/blog/suchasni-tekhnologii-v-silskomu-hospodarstvi/>.
3. Using satellite technology to transform agriculture in developing countries [Електронний ресурс] // сайт UNCTAD - Palais des Nations. – 2023.

– Режим доступу до ресурсу: <https://unctad.org/isar/news/using-satellite-technology-transform-agriculture-developing-countries> .(дата звернення: 29.10.2024)

4. Khlystov N. Satellite-enabled apps can improve agriculture from space. Here's how [Електронний ресурс] / N. Khlystov, Ryan McCullough, Ryan Degan // World Economic Forum. Emerging Technologies. – 2023. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.weforum.org/agenda/2023/05/space-tech-can-improve-agriculture/> .(дата звернення: 29.10.2024)

5. Технології в сільському господарстві [Електронний ресурс] // Журнал Landlord Source. – 2022. – Режим доступу до ресурсу: <https://landlord.ua/news/tekhnolohii-v-silskomu-hospodarstvi/>.

УДК 631

АВТОМАТИЗАЦІЯ ЕНЕРГОЗАСОБІВ В СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ

*Петренко І. В., Харченко Ф. М., Калнагуз О. М.
Сумський національний аграрний університет*

Автоматизація техніки що використовується в сільському господарстві активно використовується фермерами та потужними агрохолдингами. Використання даного обладнання дозволяє вести енергозасіб (трактор, комбайн чи обприскувач) по лінії рядка, тим самим оператор даного засобу може просто спостерігати що знижує його втомлюваність.



Рис. 1. Система автоматичного водіння EZ-PILOT PRO™ [1]

Система паралельного водіння є елементом (частиною) технології точного землеробства. Встановлення даної системи на енергетичний агрегат (трактор чи машину) відбувається швидко при допомозі висококваліфікованих фахівців в цій галузі. Найбільше актуальна вона на

техніці що має велику ширину захвату, широкозахватна жатка, посівний комплекс, обприскувач та інше. GPS-приймач (з антеною) та дисплей з програмним забезпеченням – ось основні складові. Для виконання операцій з великою точністю, а саме: посів насіння, обробка засобами захисту, збирання врожаю та інші операції, використовують так званий автопілот.

Використання в роботі обладнання системи автоматичного водіння EZ-Pilot Pro (виробник Trimble) від Тайтен Машинері Україна приносить господарствам великі переваги. Дане обладнання кріпиться до керма, а має на колонку і працює при допомозі електромотора та дозволяє економити пальне, посівний матеріал, добрива та засоби захисту рослин. Також однією із переваг є виключення фактору помилки оператора машини під час усталості чи інше. Можливе встановлення підрулюючих пристроїв додаткових монтажних комплектів на трактори та комбайни та розумних навігаційних контролерів NAV 900 які є абсолютно мобільними та адаптивними для роботи на будь-якій самохідній одиниці техніки. Згідно Інтернет джерела [2] в середньому господарства, які використовують систему автоматичного водіння EZ-Pilot Pro, досягають таких показників: до 15% економія пального та до 10% підвищення продуктивності комбайну; робота без перекриттів; зменшення втоми оператора та корекція помилок; можливість продуктивної роботи за умов поганої видимості і вночі [2].

Компанія Claas представлена на ринку системою паралельного водіння Claas GPS Copilot S3 (рис. 2) яка має можливість автоматично керувати рульовим управлінням при допомозі GPS Pilot. Має програмне забезпечення Agrosom Net та Agrosom Map власного виробництва фірми Claas [5].



Рис. 2. Монітор Claas GPS Copilot S3 [5]

Дане програмне забезпечення дає можливість записувати дані під час нарізання смуг для обробітку, посіву та інших завдань, які в подальшому можуть використовуватись в господарстві. Дана система має можливість водіння агрегату як прямолінійно так і криво, відображає на екрані монітору (рис. 2) пропуски та перекриття; в кінці зміни можливий підрахунок оброблюваної площі [5].

Отже, використання системи паралельного водіння поліпшує якість виконання сільськогосподарських робіт. Дана система запобігає уникнути

таких моментів під час обробітку поля як: необроблені перекриття (так звані недообробки) спричиненні помилками оператора. Використання даних технологій дозволяє планувати та встановлювати маршрути руху МТА по полю. Ефективне використання даних технологій дозволяє зменшити витрати паливо-мастильних матеріалів та посівного матеріалу, що в свою чергу призведе до підвищення врожайності. Навантаження на оператора при використанні такого обладнання – мінімальне, його задача: контроль руху, роботи, машинно-тракторного агрегату.

Список використаних джерел

1. Система автоматичного водіння EZ-PILOT PRO™ [Електронний ресурс]. – 2024. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.titanmachinery.ua/tochne-zemlerobstvo/rishennya-dlya-traktoriv/sistema-avtomatichnogo-rulovogo-keruvannya-ez-pilot.html>.
2. Басанець О. Автопілот комбайна дозволяє економити до 15% пального [Електронний ресурс] / О. Басанець // Головний сайт агронома. SuperAgronom.com. – 2024. – Режим доступу до ресурсу: <https://superagronom.com/news/19055-avtopilot-kombayna-dozvolyaeye-ekonomiti-do-15-palnogo>.
3. Кондратьєв Є. Мониторинг урожайности. [Електронний ресурс] / Є. Кондратьєв // журналу АстраLand № 2/2019 (стор. 38-39). – 2019. – Режим доступу до ресурсу: https://astra-group.ua/uploadfiles/admin/AstraLand_2_2019.pdf.
4. Несмачна М. Огляд систем паралельного водіння сільгосптехніки [Електронний ресурс] / М. Несмачна // сайт Traktorist.ua. – 2021. – Режим доступу до ресурсу: <https://traktorist.ua/articles/oglyad-sistem-paralelnogo-vodinnya-silgosp tehniki>.
5. Система паралельного водіння Claas GPS Copilot S3 [Електронний ресурс] // Traktorist.ua. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <https://traktorist.ua/technologies/sistema-paralelnogo-vodinnya-claas-gps-copilot-s3>.

УДК 631

СУХЕ ЗЕРНО, ЗАПОРУКА ЗБЕРІГАННЯ

*Кобзар О. Ю., Харченко Ф. М., Калнагуз О. М.
Сумський національний аграрний університет*

Найпоширенішими видами зберігання зерна в Україні є зберігання у складах, силосах елеваторів або ж зернових рукавах (рис. 1). Вартість сушіння зерна — базова складова собівартості, яка впливає на

рентабельність вирощування. Більшість дрібних та середніх фермерів сушать кукурудзу на сторонніх елеваторах. Цей варіант не потребує вкладень в обладнання, але кожен т/% вологості — це мінус від прибутку. На досушування можуть витрачатися значні кошти — до 30-50% від загальної суми затрат на вирощування [1].



Рис. 1. Способи зберігання зерна

В роботі 2 описані способи сушіння зерна: сонячне природне сушіння (яке проводиться після збирання врожаю або під час дозрівання); контактний (конвективний — даний спосіб ефективний, якщо теплота до зерна надходить із поєднанням комбінованого та конвективного методу); сорбційний; рециркуляційний (де зерно сушать не лише нагріванням, а й перемішуванням із уже сухим матеріалом); радіаційний (яке передає тепло інфрачервоними променями від генераторів); електричному полі струму (зерно нагрівається рівномірно та швидко); акустичний (за допомогою ультразвукових генераторів де із зерна випаровується волога і виводиться у вигляді рідини); із застосуванням вакууму. Вакуумне сушіння ідентичне конвективному способу. Швидкість сушіння може зрости, якщо підняти температуру або збільшити вакуум.

Таким чином, при виборі сушарки варто звернути увагу на наступні критерії: продуктивність повинна відповідати масштабам господарства, оскільки недостатньо завантажена сушарка значно підвищить собівартість сушки; слід орієнтуватися на оптимальне співвідношення «ціна-продуктивність-собівартість робіт»; технологічні процеси сушки повинні бути автоматизовані і контрольовані з мінімальною можливістю впливу людського фактора; паливо, що використовується, має бути доступним і недорогим, тепло — мінімально втрачатися та рекуперуватися; обслуговування повинно бути зручним, що не тільки підвищує продуктивність сушарки, а й значно підвищує термін її використання [3].

Сушка зернових культур є основним і дуже важливим технологічним процесом для виведення надмірної вологи зерна. Цей процес дозволяє

довести його до сухого стану. У тому випадку, якщо сушка пройде якісно та успішно, можна розраховувати на надійне і тривале збереження всієї продукції. Саме тому в цьому процесі дуже важливою є робота якісного відповідного обладнання – зерносушарки. Наш завод з радістю може запропонувати Вам надійні шахтні зерносушарки, які призначені для сушіння зерна пшениці, кукурудзи та соняшнику. Ми займаємося виготовленням високоякісного обладнання тільки з міцних матеріалів, тому повністю впевнені в їх абсолютній ефективності і надійності. Сушарки шахтного типу використовуються для сушіння великих об'ємів зерна. Вони забезпечують рівномірний розподіл тепла по всій масі зерна, що дозволяє уникнути перегріву та підгоряння. Переваги: висока продуктивність; рівномірний розподіл тепла; можливість сушіння різних видів зерна. Барабанні сушарки відрізняються своєю простотою конструкції та високою ефективністю. Вони складаються з обертового барабана, через який проходить зерно, піддаючись впливу гарячого повітря. Переваги: висока ефективність сушіння; простота обслуговування; мобільність обладнання [4]. Для тривалого зберігання зерна необхідно висушувати зерно (виділити зайву вологу). Отже при виборі сушарки необхідно враховувати: вид культури що вирощуються в господарстві; продуктивність сушарок та інші показники.

Список використаних джерел

1. Маковей Ю. Сушка та зберігання кукурудзи в сезоні 2023 — як не втратити урожай [Електронний ресурс] / Ю. Маковей // Kurkul.com. Онлайн-асистент фермера. – 2023. – Режим доступу до ресурсу: <https://kurkul.com/spetsproekty/1506-sushka-ta-zberigannya-kukurudzi-v-sezoni-2023--yak-ne-vtratiti-urojay>.
2. Єлізаров Д. Особливе значення сушіння зерна при зберіганні [Електронний ресурс] / Д. Єлізаров, С. В. Кюрчев // Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного. – 2023. – Режим доступу до ресурсу: http://www.tsatu.edu.ua/tsst/wp-content/uploads/sites/6/yelizarov_2_23.pdf.
3. Макаренко М. Сушіння й зберігання зерна без втрат [Електронний ресурс] / М. Макаренко // Агробізнес Сьогодні. Механізація АПК.. – 2017. – Режим доступу до ресурсу: <https://agro-business.com.ua/agro/mekhanizatsiia-apk/item/1275-sushinnia-i-zberihannia-zerna-bez-vtrat.html>.
4. Обладнання для сушіння зерна [Електронний ресурс] // Сайт "Лубнимаш" «Lubnymash». – 2024. – Режим доступу до ресурсу: <https://lubnymash.com/zernosusharki-uk>.
5. Способи та обладнання для сушіння зерна [Електронний ресурс] / [М. Гузь, В. Опалко, Р. Шатров та ін.] // AGROEXPERT. Щомісячне науково-практичне видання. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <https://agroexpert.ua/sposoby-ta-obladnannia-dlia-sushinnia-zerna/>.

6. Способи та технологія сушіння зерна різних культур [Електронний ресурс] / [М. Гузь, В. Опалко, Р. Шатров та ін.] // AGROEXPERT. Щомісячне науково-практичне видання. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <https://agroexpert.ua/sposoby-ta-tekhnologiiia-sushinnia-zerna-riznykh-kultur/>.

УДК 631

КОРОТКИЙ ОГЛЯД ОБПРИСКУВАЧІВ

*Усик Д. С., Харченко Ф. М., Горовий М. В., Калнагуз О. М.
Сумський національний аграрний університет*

Під час вирощування сільськогосподарських культур є необхідність використання обприскувачів. На ринку України присутні обприскувачі як вітчизняних фірм так і закордонних фірм. Без оприскувача неможливе ведення сільського господарства для отримання якісних та високих врожаїв. Їх використовують в сільському господарстві як для захисту рослин так і для внесення мінеральних добрив.

Закордонні виробники обприскувачів представлені такими фірмами; Berthoud; Fendt; Amazone; Bargam; John Deere; Challenger; Case IH; AGRIFAC; Hardi; Horsch; Kuhn; Kverneland; New Holland та Valtra (самохідні оприскувачі). Причіпні оприскувачі представлені такими виробниками як: Amazone, CHD, Unia, Kverneland, Kubota, Kuhn, John Deere, Bargam, Berthoud, Beyne, Delvano, Dubex, Fendt, Gaspardo, Hardi, Holder, Lemken, Maschio, Schmotzer, Vogel & Noot.

Обприскувачі є вентиляторного та штангового типу (рис. 1). Також вентиляторний обприскувач буває шахтового типу, тобто колона на якій розташовані розпилювальні пристрої.



Рис. 1. Обприскувачі навісні.

Робота обприскувачів вентиляторного типу (ВЕЗУВІЙ-2000М; Sprayer OVP-2000; Herpa TOR 2012 PET Jar-Met; ОВП-2000; та інші) або штангового (ОПШ-3524/3521; ОПШ-2,4-18; Agrio NAPA 3324; Kuhn METRIS 4102 AUTOSPRAY; Polmark та інші) допускається при швидкості вітру до 3 м/с (дрібнокрапельне) і 4 м/с (крупнокрапельне).

За характеристиками обприскувачі вентиляторного типу повинні забезпечувати наступні показники якості роботи: витрата робочої рідини – в межах 100–500 л/га; відхилення від встановленої витрати рідини на робочому режимі $\pm 10\%$; 80% верхньої та 60% нижньої листкової поверхні має бути оброблено з густотою покриття краплинами не менше 30–40 шт/см²; допустиме відхилення витрат робочої рідини від розрахункової через один розпилювач обприскувача у робочому положенні – не більше 5% [1]. Нами було проаналізовано самохідні обприскувачі фірми John Deere серії М4 (М4040 та М4030) мають кліренс у 1,7 м. Заводське рішення збільшення кліренсу до 1,93 м дозволяє працювати на будь-якій фазі розвитку рослини. У базовій комплектації самохідні обприскувачі М4040 та М4030 отримали повний пакет автопілотування AutoTrac, автоматичне відключення секцій Section Control та комплект BoomTrac на 5 датчиків, що забезпечить постійне підтримання висоти штанги при будь-якій швидкості роботи. Відстань між форсунками у 38 см дозволяє тримати штангу над рослинами нижче, що допомагає ефективно боротися зі зносом [2]. Дані оприскувачі мають систему ExactApply автоматично підтримує задану норму внесення незалежно від швидкості обприскування, при цьому система може управляти або кожною форсункою окремо, або попарно. Унікальність системи ExactApply (рис. 2) полягає в тому, що тиск в системі не змінюється, і це забезпечує бажаний розмір краплі при швидкості в діапазоні від 10 до 30 км/год [3].



Рис. 2. Розпилювач оприскувача з технологією ExactApply [3].

Отже новітні технології дозволяють управляти кожною форсункою окремо, незалежно від швидкості всього оприскувача та тиску рідини в загальній системі.

Список використаних джерел

1. Вентиляторні та штангові обприскувачі [Електронний ресурс] // ВІКО \"Дельта-Агро\" Журнал \"Овочі та фрукти\". Техніка. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.pro-of.com.ua/ventilyatorni-ta-shtangovi-obpriskuvachi/>.
2. На ринку України з'являться самохідні обприскувачі John Deere серії М [Електронний ресурс] // Головний сайт агронома. SuperAgronom.com. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <https://superagronom.com/news/7778-na-rinku-ukrayini-zyavlyatsya-samohidni-obpriskuvachi-john-deere-seriyi-m>.
3. Reduce crop damage and input costs even more—give your sprayer an upgrade [Електронний ресурс] // Сайт John Deere. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.deere.ca/en/technology-products/precision-ag-technology/precision-upgrades/sprayer-upgrades/exactapply-precision-upgrades>.

УДК 631.171

СИСТЕМИ АВТОРОЗВОРОТУ

*Пилипенко І. І., Сіренко Ю. В., Горовий М. В., Калнагуз О. М.
Сумський національний аграрний університет*

Постановка проблеми. Огляд систем автоматичного розвороту польових агрегатів.

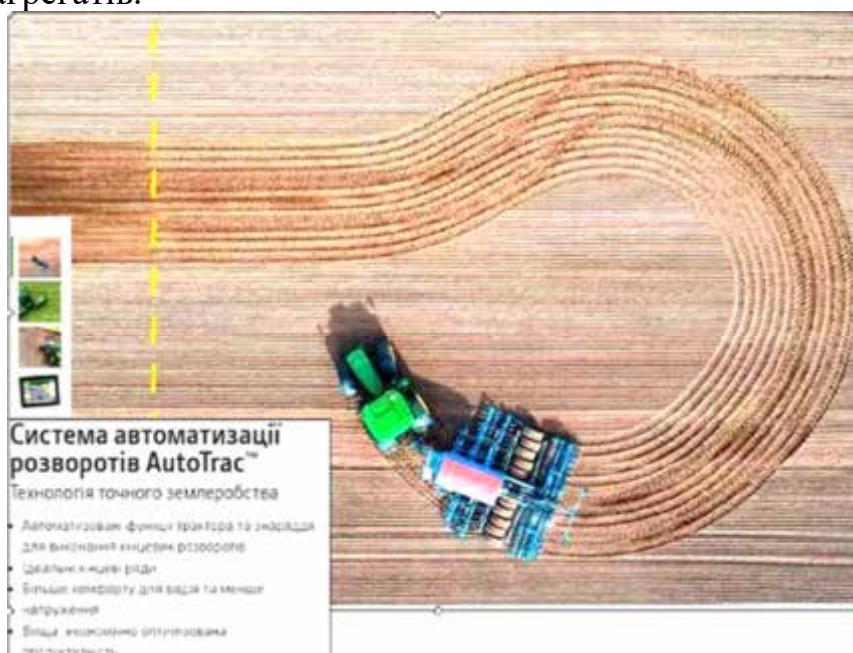


Рис. 1. Виконання розвороту агрегату з системою AutoTrac [1]

Аналіз останніх досліджень. Інтегрована система автоматичного водіння AutoTrac (рис. 1). Інтегрована система AutoTrac призначена для підвищення продуктивності за рахунок зниження виробничих витрат і підвищення ефективності. Система AutoTrac доступна для всіх тракторів John Deere серій 6M/7030/8R/9R, самохідних обприскувачів, зернозбиральних і кормозбиральних комбайнів. З легкістю справляється з прямолінійними, криволінійними і круговими маршрутами і дозволяє з комфортом працювати при поганій видимості.

Система AutoTrac може працювати з усіма типами сигналів в залежності від необхідної точності виконання робіт. Переваги використання системи AutoTrac: менше навантаження на оператора, зниження виробничих витрат до 8% - в залежності від використання, зниження перекриттів і пропусків, підвищення продуктивності до 14 %, збільшення тривалості зміни за рахунок роботи навіть в умовах поганої видимості, активація AutoTrac (рис. 2) [2].

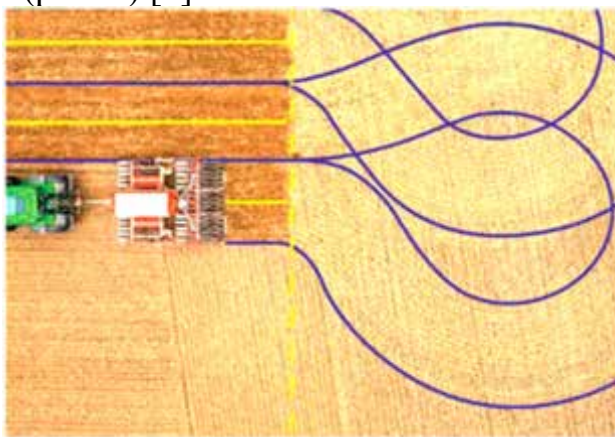


Рис. 2. Траєкторія розвороту агрегату за допомогою AutoTrac [1].

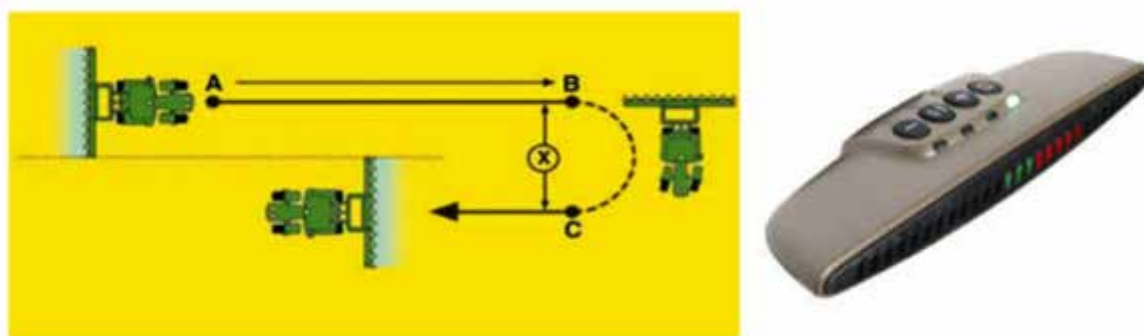


Рис. 3. Схема руху та розвороту агрегату з світлодіодною панеллю Lightbar [2].

Система GreenStar Lightbar. Система навігації John Deere проста в експлуатації. Пакет GreenStar Lightbar дозволяє отримати просту, рентабельну систему допоміжного керування, яка дозволяє підвищити продуктивність. 27 світлодіодних індикаторів підказують, чи дотримується

машина заданого курсу. Залежно від того, які індикатори спалахують, оператор підкермовує вправо або вліво.

Система GreenStar Lightbar дозволяє економити час і скорочувати експлуатаційні витрати. Вона забезпечує чудове управління навіть в умовах поганої видимості (наприклад, при тумані, вночі або в запилених умовах). Дана система може використовуватися окремо або в комбінації з дисплеями GreenStar 1800 или GreenStar 2630.

Мета досліджень. Огляд систем автоматичного розвороту.

Результати досліджень. Переваги системи Автопілот AutoTrac Universal 300 від John Deere: підвищена ефективність роботи. Система електричного автоматичного водіння зменшує пропуски, перекриття та оптимізує використання робочого часу; підтримка різних сценаріїв роботи: підрульовуючий пристрій здійснює рух по прямій та кривій лінії, по круглим та іншій неправильній формам полів; зниження витрат: підключення автопілоту ATU 300 дає змогу раціонально використовувати паливо, насіння та добрива; покращення якості робіт: комплект автоматичного водіння гарантує високу точність робіт, рівномірний висів та обробку; зниження втомлюваності оператора: автоматизація керування трактором та інтуїтивно зрозумілий інтерфейс зменшують навантаження на водія; гнучкість і універсальність: AutoTrac Universal 300 сумісний з технікою від різних виробників, система адаптується під різні умови роботи, такі як складний рельєф та змінні погодні умови; покращене управління та планування: електроруль ATU 300 сумісний з дисплеями GreenStar, що дозволяє проводити інтеграцію з іншими технологіями точного землеробства. Є доступ до даних в реальному часі; збільшення прибутковості: підвищення врожайності та зниження витрат на ресурси; перенесення з машини на машину займає менше 30 хвилин; мінімальна швидкість 0,5 км/год; ATU 300 сумісний з моніторами GS 2 1800, 2600; GS 3 2630, 4240, 4640; та антеннами StarFire 3000 та SF 6000; як приємний бонус, має захист від вологи та пилу [3].

ATU 300 John Deere — це ефективне рішення для автоматизації рульового керування, яке допомагає оптимізувати процеси в сільському господарстві та підвищити прибутковість вашого господарства [3].

Список використаних джерел

1. Система автоматизації розворотів AutoTrac [Електронний ресурс]. — 2024. — Режим доступу до ресурсу: <https://www.deere.ua/uk/%D0%A2%D0%BE%D1%87%D0%BD%D0%B5-%D0%B7%D0%B5%D0%BC%D0%BB%D0%B5%D1%80%D0%BE%D0%B1%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE/%D1%81%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC%D0%B8-%D0%B0%D0%B2%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%B7%D0%B0%D1%86%D1%96i/%D0%B0%D0%B2%D1%82%D0%B>

E%D0%BC%D0%B0%D1%82%D0%B8%D0%B7%D0%B0%D1%86%D1%96i-%D1%80%D0%BE%D0%B7%D0%B2%D0%BE%D1%80%D0%BE%D1%82%D1%96%D0%B2-autotrac/.

2. Методичні вказівки для виконання практичних робіт з дисципліни "Система точного землеробства" частина 2 (для підготовки фахівців освітнього ступеня "бакалавр" студентів інженерно-технологічного факультету денної та заочної форм навчання, галузі знань 20 – Аграрні науки та продовольство за спеціальністю 208 – Агроінженерія / Укладачі: Холодюк ОВ., Григоришен В.М. – Вінниця, Видавництво ВНАУ, 2019. 90 с.

3. Автопілот Autotrac Universal 300 (ATU 300) John Deere [Електронний ресурс]. – 2022. – Режим доступу до ресурсу: <https://rom-agro.in.ua/atu300-john-deere>.

УДК631.171

АНАЛІЗ СИСТЕМ РОЗУМНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА

*Харченко Ф. М., Калнагуз О. М., Пилипенко І. І.
Сумський національний аграрний університет*

Постановка проблеми. Порівняльна характеристика сучасних систем розумного землеустрою.

У той час як сільське господарство загалом і тваринницький сектор зокрема перебувають під тиском, щоб прийняти більш стійкі та дружні до тварин способи виробництва їжі, з'являються нові технології, які можуть допомогти сільськогосподарському сектору здійснити стійкий перехід [1].

Щоб зрозуміти переваги точного землеробства у сільському господарстві, спершу необхідно визначити, що таке точне землеробство та у чому його переваги для аграріїв. Це концепція, яка передбачає спостереження, вимірювання та реагування на зовнішньо- та внутрішньопольову мінливість сільськогосподарських культур із застосуванням інформаційних технологій (ІТ) [2].

Точне землеробство – це вершина теперішнього етапу сільськогосподарської революції, яка розпочалася на початку ХХ століття із розповсюдженням автоматизації.

Основна мета точного землеробства визначає його переваги. Цей підхід визначає вимоги до сільськогосподарських культур та ґрунту задля оптимальної продуктивності з одного боку, та збереження ресурсів, забезпечення екологічної стійкості та захисту з іншого. Точне землеробство як метод регулярного ведення сільського господарства допомагає вирішити

найважливіші проблеми землеробства: надлишкове використання ресурсів, великі витрати та руйнівний вплив на довкілля [2].

Аналіз останніх досліджень. У наш час новітні науково-технічні відкриття полегшують життя фермерів та дозволяють їм справлятися з різноманітними викликами швидше.

Зважаючи на безліч доступних методів, аграрії, природно, хочуть мати найкращий та найефективніший продукт за свою ціну. Отже, з якого методу найкраще почати? Якщо оцінити плюси та мінуси кожної конкретної технології, моніторинг за допомогою супутників, що є в основі технології точного землеробства, можна розглядати як найбільш економічний та доступний варіант [2].

Просторові зображення та інструменти для їх тлумачення, що використовуються у точному землеробстві, дозволяють фермерам розпізнати проблемні проміжки, вирішити, який метод необхідно застосовувати в цільовій зоні та розрахувати найкращий час.

Мета досліджень. Значення систем точного землеробства для сільського господарства.

Результати досліджень. Точне землеробство дозволяє здійснювати віддалений контроль й управління полями з використанням датчиків на самих полях, а також дронів і супутників для спостереження з неба. Усі вони підходять для своїх конкретних цілей, тому вибрати їх непросто.

Супутникові зображення з самого початку здаються найбільш прибутковим варіантом дистанційного зондування. І ось чому: як і передбачає це словосполучення, онлайн-програмне забезпечення (і, зокрема, EOSDA Crop Monitoring) дозволяє збирати, обробляти і аналізувати дані онлайн.

Використання таких ІТ-продуктів для точного землеробства дозволяє вам зберігати повну інформацію в одному місці, отримувати історичні дані та їх порівняльний аналіз, складати звіти й ділитися будь-якої необхідної інформацією з усіма учасниками процесу управління полями (фермерами, агрономами, аграріями, що працюють на полях, страховими компаніями, трейдерами і т. д.) [2].

Серед інших переваг, наш продукт також розв'язує такі питання:

Висока вартість. Ціни на всі пристрої (дрони, датчики, метеостанції) захмарні, а користуватися ними постійно нераціонально. У точному землеробстві вони потрібні тільки в певному місці і в певний час. Супутникового моніторингу досить, щоб виявити проблемну зону, а після цього за допомогою дронів або розвідувальних додатків можна буде роздивитися проблему в деталях. Після цього ви вирішуєте, як розв'язати питання вручну.

Цілеспрямовані людські ресурси. Дорога вартість таких гаджетів – не єдиний пункт у списку складнощів. Вам потрібно найняти фахівців чи

навчити свою команду роботі зі складним пристроєм. Також необхідно мати ліцензію.

Обмежена робота. Використання дронів заборонено поблизу стратегічних об'єктів, таких як військові бази чи аеропорти. Вони також чутливі до сильних вітрів, що обмежує їх використання [2].

Висновок. В Україні системи точного землеробства набувають все більшого застосування. Вони базуються на новому погляді на сільське господарство, в якому сільськогосподарське поле, неоднорідне за рельєфом, агрохімічному вмісту поживних речовин, потребує застосування на кожній ділянці найбільш ефективних агротехнологій. Сьогодні вже достатньо широко використовують у сучасних технологіях бортові комп'ютерні системи, GPS-приймачі, засоби дистанційного зондування, геоінформаційні системи [3].

Переваги точного землеробства полягають у наступному: точна документація по витратах ресурсів, облік внутрішніх і зовнішніх витрат; збір, аналіз та зберігання критичних даних із внесення добрив, посіву та збиранню урожаю; оптимізація виробничого циклу; інші переваги для агробізнесу можуть полягати в електронному записі і зберіганні історії польових робіт і урожаїв, що може допомогти як при подальшому ухваленні рішень, так і при складанні спеціальної звітності про виробничий цикл, яка все частіше потрібна законодавством розвинених країн [3].

Комплексне «точне землеробство» має 5 основних завдань: збільшення ефективності виробництва; поліпшення якості продукції, більш ефективне використання хімікатів; економія енергоресурсів; захист ґрунту і ґрунтових вод. Воно базується на трьох основних елементах: інформація, технологія та менеджмент. Комплексний підхід до точного землеробства повинен охоплювати всі етапи виробництва, починаючи від планування і закінчуючи післязбиральною підготовкою [3].

Список використаних джерел

1. F. W. Geels, Socio-technical transitions to sustainability: a review of criticisms and elaborations of the Multi-Level Perspective, *Current Opinion in Environmental Sustainability*, Volume 39, 2019, Pages 187-201, doi:/10.1016/j.cosust.2019.06.009.
2. Когут П. Точне Землеробство: Що Це Та У Чому Його Переваги? [Електронний ресурс] / Петро Когут. – 2023. – Режим доступу до ресурсу: <https://eos.com/uk/blog/tochne-zemlerobstvo/>.
3. Цицюра Я. Г. Світові системи землеробства. Конспект лекцій для студентів спеціальності 201 “Агрономія” освітнього ступеня “Магістр” денної та заочної форми навчання. – Вінниця, 2016 – 200 с.

УДК 631

ПОСІВ СОЇ ТА ВИМОГИ ДО ОПЕРАЦІЇ

Демченко І. О., Горовий М. В., Калнагуз О. М., Сіренко Ю. В.

Сумський національний аграрний університет

Посів сої це дуже важливий процес на будь-якому господарстві, де задіяні абсолютно всі, а найбільша відповідальність лежить на агроному, а після нього на трактористу, який безпосередньо сіє на полі.

На сьогоднішній день, соя – це найрентабельніша культура за останні 5 років, і як показує практика, все більше фермерів переходять на цю культуру, але і ризики з цією культурою дуже великі, бо на сьогоднішній день ціни на добрива та гербіциди не малі, і кожен неправильний крок буде коштувати дорого фермеру.

Тому посів сої – один з найважливіших процесів, який буде безпосередньо впливати на врожайність цієї культури. А чим більша врожайність, тим більший прибуток господарству, а чим більше прибуток господарству тим швидше розвивається господарство, більша можливість купити новішої та потужнішої техніки, а це вже за собою тягне людський ресурс, тому це нові робочі місця, премії робітникам. Тому в цьому має бути зацікавлений не лише фермер, а й держава (бо це великий вплив на економіку), та робітники на господарстві (бо це їхня заробітна плата, та премії), але нажаль мало хто це розуміє.

При посіву сої важливо звертати увагу на всі нюанси, бо кожен крок важливий, а саме:

- передпосівний обробіток ґрунту;
- строки сівби;
- попередники;
- глибина посіву;
- норми висіву.

Звичайно є ще купа нюансів, але вище вказані, це основні.

Передпосівний обробіток ґрунту.

Цей етап безпосередньо впливає на врожайність цієї культури, і для кожного поля передпосівний обробіток індивідуальний, все залежить від попередника, який вирощувався на полі, розположення, місцевість, вологість поля, але слід пам'ятати найголовніше – кожна культура любить пухкий та добре зволожений ґрунт, від цього залежить всхожість культури.

Тому наша головна ціль в передпосівному обробітку – зберегти вологу, та максимально підпушити, на це і робимо упор. Враховуючи те, що соя є ярою культурою, в господарства на щастя є час для підготовки ґрунту, та створення умов під посів.

Коренева частина сої на ранніх етапах розвивається інтенсивніше ніж наземна частина, і вона впливає на подальший ріст рослини, тому для неї важливо зробити комфортні умови.

Першим етапом, треба зробити осінню оранку (або літню, якщо попередником була озимна культура). Оранку слід робити на глибині 30 – 40 см, щоб забезпечити гарну аерацію, і залишити в переораному вигляді землю на зиму. За зиму вона набирається вологи. Оранка виконується плугом.

Другим етапом треба по весні треба якомога швидше закрити вологу, бо з кожним весняним днем волога з поля випаровується, а це дуже важливо для перших всходів і подальшого росту культури. Це називається боронуванням, і виконується зубчастими боронами, або дисковою бороною.

Головна мета боронування:

- Зберігання вологи
- Вирівнювання поля
- Подрібнення всходів бур'яну
- Підпушування ґрунту

Коли весною стає тепліше, ґрунт вже інтенсивніше прогрівається, зазвичай це квітень - початок травня, слід зробити культивуацію, але якщо строки сівби піджимають то можна, але не бажано цей етап пропустити на полях де достатньо вологи і грудки розбилися після боронування, або на полях, де в ґрунті є домішки піску.

Культивуація теж підпушує ґрунт, розбиває грудки після боронування, руйнує ґрунтову кірку, а найважливіше вирівнює ґрунт, та надає сприятливі умови для проростання сої. Культивуація виконується відповідно культиватором. Коли ґрунт повністю підготовлений, та готовий до сівби, вже маємо завершувати підготовку до сівби сівалку, та мати підготовлений та протравлений посівний матеріал. Строки сівби дуже сильно різняться в залежності від регіону, та погодних умов.

Тому за звичай, це початок травня, але слід визначати строки сівби по температурним умовам. Адже соя, дуже вибаглива культура і дуже боїться морозу. При посіву сої, температура повітря має бути не менш ніж 10 градусів вночі (це народне правило) на протязі неділі. Але все ж по правилу потрібно міряти температуру ґрунту, вона має становити від 10 градусів

Міжряддя під сою зазвичай 12 см, але ці параметри різняться, хтось залишає 3 см, хтось 60, глибина має бути 3-4 см, але це залежить від сухості поля. По народному, можна лопаткою вирити невеличку ямку, і по цьому визначити на якій глибині волога, і відповідно на ту глибину регулювати сівалку, це від 3 до 6 см.

Густота має бути 100 – 130 кг, або 600 – 700 насінин на га посівного матеріалу. Найкращі попередники для сої – це озимі та ярі зернові культури, які швидше за інші звільняють поля, що дає змогу виконати всі операції у системі основного обробітку ґрунту. Тому, як правило для отримання

найкращого ефекту для сої, варто сіяти її після пшениці, ячменю, гречки і тд. Не рекомендується сіяти після кукурудзи, соняшника та ріпаку.

Аналізуючи вище сказане, можна сказати, що соя – є однією з найкращих попередників, яка залишає після себе в ґрунті багато азоту. Саме це є важливим, наприклад для пшениці, адже вона потребує азоту на всіх етапах свого росту. Тому, при правильній підготовці ґрунту та посіву, можна отримати максимальну врожайність до 45 центнерів з гектару, якщо правильно і ретельно ставитись до посіву та інших етапів росту культури.

Список використаних джерел

1. Вирощування сої. Технологія посіву та догляду [Електронний ресурс] // AgroPortal.AgroCheck.Рослинництво. – 2024. – Режим доступу до ресурсу: <https://agroportal.ua/agrocheck/special-projects/viroshchuvannya-soji-tehnologiya-posivu-ta-doglyadu>.

2. Гусарова А. Ширина міжряддя і густота висіву для сої — критерії вибору [Електронний ресурс] / А. Гусарова // Головний сайт агронома. SuperAgronom.com. – 2022. – Режим доступу до ресурсу: <https://superagronom.com/articles/605-shirina-mijryaddya-i-gustota-visivu-dlya-soyi--kriteriyi-viboru>.

3. Орлов О. Коли краще сіяти сою? [Електронний ресурс] / О. Орлов // «Агроном» - журнал про сучасне вирощування сільськогосподарських культур.. – 2024. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.agronom.com.ua/koly-krashhe-siyaty-soyu/>.

4. Мірненко В. Що потрібно зробити до сівби сої: поради від Володимира Мірненка [Електронний ресурс] / В. Мірненко // Головний сайт агронома. SuperAgronom.com. – 2022. – Режим доступу до ресурсу: <https://superagronom.com/blog/900-scho-potribno-zrobiti-do-sivbi-soyi-poradi-vid-volodimira-mirnenka>.

Секція
Смарт-технології машиновикористання,
інженерний менеджмент, технічний сервіс

УДК 631.004.02

**ТЕХНІЧНИЙ КОНТРОЛЬ ПОДРІБНЮВАЛЬНОГО АПАРАТУ
КОРМОЗБИРАЛЬНОГО КОМБАЙНА**

Гненюк М. В.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

В основу моделі поставлена задача розробити спосіб технічного контролю подрібнювального апарату кормозбирального комбайна шляхом підвищення продуктивності подрібнювальних апаратів за рахунок своєчасного визначення моменту затуплення ножів [1].

Поставлена задача досягається завдяки тому, що спосіб технічного контролю подрібнювального апарату кормозбирального комбайна [2] включає вимір зазорів між ножами ножового барабана [3] і протирізу в крайніх точках по ширині різання [4] і визначення середньої частоти обертання валу ножового барабана [5], згідно пропонованого рішення з метою підвищення продуктивності подрібнювальних апаратів за рахунок своєчасного визначення моменту затуплення ножів [6], додатково вимірюють подачу рослинної маси, проводять вимірювання миттєвих частот обертання ножового барабана на початку і кінці циклу різання для кожного ножа, а по співвідношенню між відношенням різниці виміряних миттєвих частот обертання до середньої частоти обертання валу ножового барабана і величиною подачі рослинної маси судять про ступінь затуплення ножів або кромки протирізу.

У технологічному процесі заготівлі кормів кормозбирального комбайна, що включає подачу, подрібнення і транспортування рослинної маси, найбільш енергоємною операцією є подрібнення, тобто процес різання маси обертаються ножами. Середня частота обертання ножового барабана може бути визначена по інтервалу часу проходження ножа від 1 до 2-го датчиків зазору або за часом проходження двома сусідніми ножами одного датчика зазору. У той же час миттєва частота обертання ножового барабана змінюється протягом кожного циклу різання рослинної маси ножовим барабаном. Динаміка процесу описується наступним диференціальним рівнянням:

$$I \frac{d\omega}{dt} = M_n - M_p \quad (1)$$

де I - момент інерції ножового барабана; ω - миттєва кутова частота обертання барабана; M_n - момент, що передається двигуном; $M_o = M_p + M_T + M_{ш} + M_x$ - момент сил опору; M_p , M_T , $M_{ш}$, M_x - моменти, що витрачаються на різання, транспортування, надання прискорення і холостий хід.

При налаштуванні кормозбиральної машини на певну довжину різання рослинного матеріалу і при установці z ножів на подрібнювальному барабані можна вважати $M_x = const$. Момент сил різання M_p залежить від подачі рослинної маси, її вологості, зазору в ріжучій парі, гостроти лез ножів і протиріжуючої кромки бруса. Момент на транспортування, який залежить від подачі рослинної маси, її вологості, відстані переміщення маси по кожусі подрібнювального апарата і коефіцієнта опору переміщенню, при стабілізації подачі і частоти обертання валу барабана можна вважати постійним. Момент на прискорення рослинної маси, який пропорційний її подачі, спільно з моментом різання обумовлює коливальний характер навантаження на валу подрібнювального барабана. Період цих коливань збігається з періодом циклу різання T , який дорівнює $2\pi/2\omega$. Амплітуда коливань в кожній конкретній виробничій ситуації (коли постійні вологість рослинної маси і її фізико-механічні властивості) залежить від подачі рослинної маси, зазору в ріжучій парі і гостроти лез ножів. При цьому моменту проходження ножа щодо першого датчика зазору відповідає максимум моменту опору, а при виході ножа з шару рослинного матеріалу спостерігається зменшення навантаження, яке відбувається в момент проходження ножа близько другого датчика зазору. Реєстрація миттєвих частот обертання валу подрібнювального барабана при проходженні ножа близько обох датчиків дозволяє оцінити обумовлені коливанням моменту опору M_o , коливання миттєвої частоти обертання ω , щодо середньої частоти обертання ω_{cp} валу подрібнювального барабана. яке відбувається в момент проходження ножа близько другого датчика зазору. Виходячи з цих передумов можна отримати наступну наближену залежність:

$$(\omega_1 - \omega_2)/\omega_{cp} \approx a_1 \cdot a_2 \cdot q \quad (2)$$

де ω_1 і ω_2 - миттєві частоти обертання валу барабана відповідно на початку і кінці циклу різання; a_1 і a_2 - емпіричні коефіцієнти, які визначаються для кожної конкретної виробничої ситуації і залежать відповідно від величини зазору в ріжучій парі і гостроти їх кромки; q - подача рослинної маси.

З (2) отримаємо, що коефіцієнт, що характеризує затуплення, ріжучої пари,

$$a_\eta \approx (\omega_1 - \omega_2)/\omega_{cp} \cdot a_1 \cdot q \quad (3)$$

Таким чином, вимірявши величини, що входять в (3) при гострих ножах, можна обчислити початкове значення коефіцієнта $a_{\eta n}$, а потім,

порівнюючи поточні значення коефіцієнта a_2 з його початковим значенням, судити про ступінь затуплення ріжучої пари.

Величини миттєвих частот обертання барабана ω_1 і ω_2 необхідно вимірювати синхронно з початком і закінченням різання. Оцінку цих величин виробляють за часом τ_1 і τ_2 взаємодії ножа з кожним із датчиків зазору, розташованих в крайніх точках різання. Тривалість взаємодії ножа з датчиком зазору, наприклад індуктивним, залежить від геометричних розмірів ножа і датчика швидкості руху ножа. При постійних геометричних розмірах можна вважати

$$\tau_1 = a_3/\omega_1 \text{ і } \tau_2 = a_3/\omega_2 \quad (4)$$

де a_3 - емпіричний коефіцієнт.

З (4) можна отримати вираз для миттєвих частот обертання на початку і кінці циклу різання:

$$\omega_1 = a_3/\tau_1 \text{ і } \omega_2 = a_3/\tau_2 \quad (5)$$

Про величину подачі рослинної маси можна судити по товщині шару маси в зоні пресуючих вальців:

$$q = a_4 h \quad (6)$$

де a_4 - емпіричний коефіцієнт; h - товщина шару маси, м.

Таким чином, вимір миттєвих частот обертання барабана на початку і кінці циклу різання, оцінка подачі рослинної маси при відомій величині зазору дозволяють визначити ступінь затуплення ріжучої пари і своєчасно сигналізувати оператору про необхідність заточки ножів або заміні протирізу.

Список використаних джерел

1. Rogovskii I. L. Algorithmically determine the frequency of recovery of agricultural machinery according to degree of resource's costs. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine. 2020. Vol. 11 (1). P. 155–162. <https://doi.org/10.31548/machenergy.2020.01.155-162>.
2. Zagurskiy O., Pokusa Z., Pokusa F., Titova L., Rogovskii I. Study of efficiency of transport processes of supply chains management under uncertainty. Monograph. Opole: The Academy of Management and Administration in Opole, 2020; ISBN 978-83-66567-13-9; pp. 162.
3. Rogovskii I. L. Consistency ensure the recovery of agricultural machinery according to degree of resource's costs. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine 2019. Vol. 10 (4). P. 145–150. <https://doi.org/10.31548/machenergy.2019.04.145-150>.
4. Myhailovych Y., Rogovskii I., Korobko M., Berezova L. Experimental studies of vibration load of synchronous threaded connections of grain harvester combines. *Engineering for Rural Development*. 2023. Vol. 22. P. 908–914. <https://doi.org/10.22616/ERDev.2023.22.TF179>.
5. Rogovskii I., Titova L., Trokhaniak V., Trokhaniak O., Stepanenko S. Experimental study on the process of grain cleaning in a pneumatic

microbioculture separator with apparatus camera. Bulletin of the Transilvania University of Brasov, Series II: Forestry, Wood Industry, Agricultural Food Engineering. 2019. Vol. 12 (61). No 1. P. 117–128. <https://doi.org/10.31926/but.fwiafe.2019.12.61.1.10>.

6. Rogovskii I. L., Hneniuk M. V. Research on losses of technical preparedness of forage harvesters combines by level of seasonal service accumulation. Journal of Physics: Conference Series. 2020. Vol. 1679. P. 042035.

УДК 631.004.02

FEATURES OF TECHNICAL APPROACHES TO TESTING THE CAB OF GRAIN HARVESTER

Syman I. V.

National University of Life and Environmental Science of Ukraine

The combine harvester is a key piece of equipment in agricultural production, as it has a significant impact on farm productivity. This machine allows you to automate the harvesting process, thereby reducing the need for manual labor and increasing the speed of processing the field [1].

Modern grain harvesters are equipped with various technological innovations that allow optimizing the harvesting process, ensuring high grain quality and minimizing losses. Automation, as indicated in agroplatform studies, can increase the productivity of harvesters by 20% compared to non-optimized machines [2].

Optimizing the operation of the grain harvester includes adjusting the threshing machine [3], cleaning system and adjusting the movement speed, which allows you to achieve the maximum throughput while maintaining the quality of the grain [4]. An important aspect is also the choice of a harvester that meets the specific needs of agriculture, taking into account the area of fields, types of crops and other operating conditions. An analytical approach to the selection of grain harvesters allows you to compare different models according to a number of criteria: engine power, separation area, hopper capacity, fuel consumption, etc.

Considering the growing tendency to sell imported harvesters, it is important to pay attention to their technical characteristics and compliance with local conditions. Combines that work effectively in one region may not show the same results in another due to differences in climate, soil types, and crops. Increasing the productivity of grain harvesters also depends on their proper maintenance and timely repair. Regular maintenance helps prevent unexpected downtime and ensures stable operation of equipment throughout the harvest season.

The economic aspect of the use of the harvester The analysis of the cost of the harvester is an important aspect of agricultural business management, as it can significantly affect the economic indicators of the farm. The price of the harvester includes not only its purchase, but also further costs for maintenance, repair, as well as costs for PMM. These factors, together with the productivity of the harvester, determine its impact on the overall profitability of the farm.

Effective use of the harvester can increase production volumes and reduce unit costs, which, in turn, increases profitability. On the other hand, mismanagement of resources or excessive maintenance costs reduce economic efficiency and even lead to losses. A careful analysis helps to identify the optimal ways to achieve the company's goals: increasing the turnover of assets, ensuring liquidity and financial stability, increasing the profitability of agro business.

In the context of strategic planning, the analysis of the cost of the harvester and its impact on economic indicators allows the enterprise to adapt to changes in market conditions, optimize production processes and ensure the competitiveness of products. Such an analysis may include an assessment of the efficiency of the use of labor resources, an analysis of the cost of production and the determination of the break-even point, which are key to the successful management of an agrarian business.

Choosing and buying a combine harvester: an overview of the market for new and used combines through the marketplace. Today, the agricultural market offers a wide selection of both new and used combines. When choosing equipment, you should pay attention to throughput, reliability, fuel consumption, as well as the availability of modern control and navigation systems. It is also important to consider the designs of threshing and separating devices, which are divided into classic, rotary and combined types, each of which has its own advantages depending on the operating conditions. On sale in the Ukrainian market are domestically produced combines "Skif" and KZS-9-1 "Slavutich", as well as a wide selection of imported models from well-known brands: Case, New Holland, John Deere, CLAAS.

Many Ukrainian farmers seek to buy a combine harvester through a marketplace that allows you to compare different models, read user reviews, and study market prices. It also provides an opportunity to find the optimal price-quality ratio, as well as to choose a machine that best meets the needs of a particular farm. When choosing, it is important to take into account: the size of the field, the types of grain crops that are planned to be harvested, the peculiarities of the local climate. Choosing the right combine harvester is key to successful farming and can significantly affect farm profitability.

References

1. Rogovskii I. L. Algorithmically determine the frequency of recovery of agricultural machinery according to degree of resource's costs. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine. 2020. Vol. 11 (1). P. 155–162. <https://doi.org/10.31548/machenergy.2020.01.155-162>.

2. Rogovskii I. L. Consistency ensure the recovery of agricultural machinery according to degree of resource's costs. Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. Kyiv. Ukraine 2019. Vol. 10 (4). P. 145–150. <https://doi.org/10.31548/machenergy.2019.04.145-150>.

3. Myhailovych Y., Rogovskii I., Korobko M., Berezova L. Experimental studies of vibration load of synchronous threaded connections of grain harvester combines. Engineering for Rural Development. 2023. Vol. 22. P. 908–914. <https://doi.org/10.22616/ERDev.2023.22.TF179>.

4. Rogovskii I., Titova L., Trokhaniak V., Trokhaniak O., Stepanenko S. Experimental study on the process of grain cleaning in a pneumatic microbiocature separator with apparatus camera. Bulletin of the Transilvania University of Brasov, Series II: Forestry, Wood Industry, Agricultural Food Engineering. 2019. Vol. 12 (61). No 1. P. 117–128. <https://doi.org/10.31926/but.fwiafe.2019.12.61.1.10>.

УДК 631.004.02

MACHINE VISION AND SENSOR TECHNOLOGIES OF MACHINES FOR HORTICULTURE

Derkach I. O.

National University of Life and Environmental Science of Ukraine

Machine vision systems are at the heart of many innovations in precision farming, especially when picking fruit. These systems are used to automate fruit detection, quality assessment, and robot control during harvesting [1]. In orchards, accurate detection of ripe fruit and orchard canopy management are essential to optimize yields and resource utilization [2].

Machine vision technology uses cameras and sensors to capture images of the environment, which are then analyzed using computer algorithms [3]. These systems can provide valuable data for orchard management, such as tree health identification, canopy growth monitoring, and pest detection [4]. The most notable application of machine vision in agriculture is fruit detection, where the technology helps identify ripe fruit for harvesting [5].

In recent years, machine vision systems have increasingly used advanced algorithms such as deep learning and artificial intelligence (AI) to improve their accuracy and efficiency. For example, the use of Convolutional Neural Networks (CNN) [6] is gaining popularity in fruit detection even in challenging environments, where occlusion by leaves or changing light conditions can make it difficult for traditional fruit detection systems to work effectively.

An important example of this is the use of machine vision to estimate canopy density, which plays a critical role in irrigation and fertilization decisions [7]. Estimating canopy density using ground-based stereo vision systems [8] provides accurate tree health data that helps farmers optimize the allocation of resources, such as nitrogen fertilizers, according to each tree's needs [9]. This not only improves yields, but also minimizes the environmental impact of excessive fertilizer use.

Fruit detection is one of the most important tasks in automated picking systems. Identification of fruit for further harvesting, assessment of its ripeness and avoidance of crop damage require a combination of high-precision vision systems and advanced AI models. In fruit picking, machine vision systems are often combined with robotic arms [10] or picking mechanisms that rely on these systems to detect the exact location and size of the fruit on the tree.

However, fruit detection in orchards is greatly complicated by factors such as occlusion by leaves, fruit crowding, and changing light conditions, making it difficult for traditional 2D vision systems to accurately detect all fruits. These challenges have led to the development of 3D vision techniques that provide additional spatial information, making it easier for systems to distinguish between fruits and other objects in the environment [7]. To detect apples in clusters, new deep learning models such as Occluder-Occludee Relational Network (O2RNet) have been developed [6]. This model solves the occlusion problem: when fruit is partially hidden by leaves or other fruit. O2RNet improves the accuracy of fruit detection by learning the relationships between closed and uncovered parts of the fruit, achieving a detection accuracy of 94% and an F1-score of 0.88 [11].

For complex environments, studies of the use of monocular and stereovision schemes for fruit detection are actively being conducted [12]. Although cost-effective, monocular vision systems that rely on a single camera often struggle in variable light conditions. Stereo vision systems, on the other hand, use two cameras to capture depth information, making them more effective in complex environments, although they are more resource intensive.

In addition to fruit detection, machine vision systems play a significant role in orchard canopy management. Canopy management is critical to maximizing sunlight exposure, optimizing irrigation and improving fruit quality. Advanced machine vision systems use 3D imaging techniques such as laser scanning (LiDAR) and structured light systems to create detailed maps of the garden canopy [11]. LiDAR systems are particularly useful when creating a 3D model of a garden, as they measure the distance between the sensor and objects by analyzing the return time of the laser light after reflecting off the object. These 3D models help farmers understand the spatial structure of the canopy, allowing them to make informed decisions about pruning, irrigation and fertilization [13]. These systems allow the detection of individual fruits in dense canopies, increasing the accuracy of robotic picking systems and reducing the number of missed fruits

during picking [2]. The ability to accurately map canopies also helps optimize garden planning and improve overall garden management [9].

Artificial intelligence has revolutionized fruit detection, allowing machines to "learn" to detect fruit with greater accuracy than traditional image processing methods. AI models, such as deep learning algorithms, can be trained on large image sets to recognize patterns associated with ripe fruit, detect occlusions, and adapt to changing lighting conditions [4].

AI-based machine vision systems are particularly effective in situations where traditional detection methods fail [5]. For example, AI models can be trained to detect subtle changes in fruit color, size, and texture, which are often indicators of ripeness. These models are able to process data from multiple sensors, including RGB cameras, multispectral sensors and thermal imaging cameras, to make a comprehensive analysis of fruit quality and their readiness for harvesting [6]. The use of AI to analyze canopy density has shown high correlation with traditional measures of canopy volume, providing a more efficient and less time-consuming method of orchard management [9]. Likewise, the integration of AI with big data systems enables continuous monitoring of orchard health, providing farmers with real-time feedback to adjust harvesting and resource management strategies.

Multispectral and hyperspectral imaging [7] are valuable tools in precision agriculture, especially in fruit detection and quality assessment. These imaging techniques capture data in different wavelengths of light, providing information that is not visible to the human eye or traditional RGB cameras [6]. This data can be used to assess internal fruit quality, detect disease and monitor stress levels in plants. Hyperspectral [5] imaging is used to detect early signs of diseases or nutrient deficiencies in fruit crops by analyzing the spectral characteristics of leaves and fruits. This technology can be integrated with drones or UAVs to capture aerial images of orchards, allowing farmers to survey large areas of farmland quickly and efficiently [8]. For example, a spectrometer that captures data in the near-infrared range can provide accurate measurements of total soluble solids (TSS) and pH levels, which are key indicators of fruit ripeness. This technology allows farmers to assess fruit quality without damage, reducing the need for time-consuming manual inspections [6].

References

1. Rogovskii I. L. Algorithmically determine the frequency of recovery of agricultural machinery according to degree of resource's costs. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine. 2020. Vol. 11 (1). P. 155–162. <https://doi.org/10.31548/machenergy.2020.01.155-162>.
2. Zagurskiy O., Pokusa Z., Pokusa F., Titova L., Rogovskii I. Study of efficiency of transport processes of supply chains management under uncertainty. *Monograph*. Opole: The Academy of Management and Administration in Opole, 2020; ISBN 978-83-66567-13-9; pp. 162.

3. Rogovskii I. L. Consistency ensure the recovery of agricultural machinery according to degree of resource's costs. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine 2019. Vol. 10 (4). P. 145–150. <https://doi.org/10.31548/machenergy.2019.04.145-150>.
4. Myhailovych Y., Rogovskii I., Korobko M., Berezova L. Experimental studies of vibration load of synchronous threaded connections of grain harvester combines. *Engineering for Rural Development*. 2023. Vol. 22. P. 908–914. <https://doi.org/10.22616/ERDev.2023.22.TF179>.
5. Rogovskii I., Titova L., Trokhaniak V., Trokhaniak O., Stepanenko S. Experimental study on the process of grain cleaning in a pneumatic microbiocature separator with apparatus camera. *Bulletin of the Transilvania University of Brasov, Series II: Forestry, Wood Industry, Agricultural Food Engineering*. 2019. Vol. 12 (61). No 1. P. 117–128.
6. Rogovskii I. L., Hneniuk M. V. Research on losses of technical preparedness of forage harvesters combines by level of seasonal service accumulation. *Journal of Physics: Conference Series*. 2020. Vol. 1679. P. 042035.
7. Rogovskii I., Titova L., Shatrov R., Bannyi O., Nadtochiy O. Technological effectiveness of machine for digging seedlings in nursery grown on vegetative rootstocks. *Engineering for Rural Development*. 2022. Vol. 21. P. 924–929. <https://doi.org/10.22616/ERDev.2022.21.TF290>.
8. Sheichenko, V., Petrachenko, D., Rogovskii, I., Dudnikov, I., Shevchuk, V., Sheichenko, D., Derkach, O., Shatrov, R. (2024). Determining patterns in the separation of hemp seed hulls. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (1 (130)), 54–68. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.309869>.
9. Aulin, V., Rogovskii, I., Lyashuk, O., Tykhyi, A., Kuzyk, A., Dvornyk, A., Derkach, O., Lysenko, S., Bannyi, O., Hrynkiv, A. (2024). Revealing patterns of change in the tribological efficiency of composite materials for machine parts based on phenylone and polyamide reinforced with arimide-T and fullerene. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (12 (129)), 6–19. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.304719>.
10. Rogovskii Ivan, Sivak Igor, Shatrov Ruslan, Nadtochiy Oleksandr. Agroengineering studies of tillage and harvesting parameters in soybean cultivation. *Engineering of Rural Development*. 2024. Vol. 23. P. 965-970. DOI: 10.22616/ERDev.2024.23.TF195.
11. Yablonskyi P., Rogovskii I., Sobczuk H., Virchenko G., Volokha M., Vorobiov O. (2024). Computational approach to geometric modeling of plow bodies. *Journal of Engineering Sciences (Ukraine)*, Vol. 11(1), 2024, pp. E9–E18. [https://doi.org/10.21272/jes.2024.11\(1\).e2](https://doi.org/10.21272/jes.2024.11(1).e2)
12. Sheichenko, V., Petrachenko, D., Koropchenko, S., Rogovskii, I., Gorbenko, O., Volianskyi, M., Sheichenko, D. (2024). Substantiating the rational parameters and operation modes for the hemp seed centrifugal dehuller. *Eastern-*

European Journal of Enterprise Technologies, 2 (1 (128)), 34–48. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.300174>.

13. Aulin, V., Rogovskii, I., Lyashuk, O., Titova, L., Hryniv, A., Mironov, D., Volianskyi, M., Rogatynskyi, R., Solomka, O., Lysenko, S. (2024). Comprehensive assessment of technical condition of vehicles during operation based on Harrington's desirability function. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 1 (3 (127)), 37–46. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.298567>.

УДК 631.31/.5.003.13

СУЧАСНІ КОМПЛЕКСИ МАШИН ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА СОЇ

Шатров Р. В.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Однією з важливих задач рослинництва є підвищення ефективності виробництва сої, яка за вмістом білку (до 55%) і олії (до 27%) в насінні переважає інші зернобобові культури.

За даними [1], щоб вийти на світовий рівень у вирішенні проблеми рослинного білку та олії, посіви сої в Україні слід розширити до 1 млн. га, а у віддаленій перспективі – до 2...3 млн. га (6...9% орних земель).

У США соя займає 18 відсотків орних земель. Американські фермери згодні тваринам соєво-кукурудзяний шрот, а українські – дерть в основному із зернових колосових культур. Як результат, витрата корму з шроту на виробництво кілограма м'яса порівняно з дертю у 3...4 рази менша. Посівна площа під соєю в Україні за останні п'ять років коливалась в межах від 620 тис. до 1,35 млн. га, тоді як 1990 році вона складала 92,6 тис.га, а у 1995 році – лише 24,7 тис. га.

Виробництво сталих врожаїв сої базується на високій культурі землеробства і використанні сучасних комплексів машин по відповідних технологічних лініях: приготування і внесення добрив, основного, передпосівного обробітку ґрунту та сівби, комплексної боротьби з бур'янами, шкідниками і хворобами, збирання та післязбиральної обробки врожаю. Метою досліджень було визначити потребу у комплексах машин для виробництва сої в господарствах зони Лісостепу України.

Матеріали та методика досліджень. Агрегативання і рекомендації щодо використання машин вивчалися за даними заводів-виробників. Розрахунки показників роботи машинних агрегатів виконувались на ПК за

програмою і методикою кафедри технічного сервісу та інженерного менеджменту імені М. П. Момотенка НУБіП України [1-5].

Результати досліджень подано в таблицях 1 і 2. Інтенсивною технологією передбачено внесення 0,8 т/га мінеральних і 40 т/га (на 25%) площі органічних добрив. Основний обробіток ґрунту – дискування з наступною оранкою на глибину 25 см. Одна з головних умов одержання високих врожаїв сої полягає в ретельному передпосівному обробітку ґрунту.

Таблиця 1

Проектований склад комплексів машин для вирощування та збирання сої у зоні Лістостепу України на площі 1000 га. Урожайність зерна 2,5 т/га

Техніка		Кількість машин у комплексі, обґрунтованому за критерієм	
Вид	Марка	затрат робочого часу	приведе-них витрат
Трактори	JOHN DEERE 8430	3	-
	JOHN DEERE 7530	3	-
	ХТЗ-17022	-	6
	JOHN DEERE 6830	3	-
	MF 5435	1	-
	MTЗ-80.1	-	8
Причепи	СЗАП-8551	2	2
	ПСТ-6	1 ¹	-
Навантажувачі	MANITOU мод. MLT 371T	2	-
	ПС-0,5/0,8	-	2
	ЗШ-3	1 ¹	1 ¹
	Spinnekor	1	-
	НЗ-20	-	1
Плуги	Wari Diamant 7+1	3	-
	ПО-5	-	6
Борони дискові	JOHN DEERE 630	2	-
	БДТ-7,0А	-	2
Комбіновані агрегати	К 600 PS	4	-
	АП-6	-	4
Машини для внесення добрив	RCW 10000 мод. TVTAN 18	1	-
	МВУ-6	-	2
	Protwin 8124	2 ²	-
	МТО-6	-	3 ²
	ЗЖВ-Ф-3,2	1 ³	-
	РЖТ-4	-	1 ³
Машини для захисту рослин	SPRA-COUPÉ 7660	1	-
	ОПШ-3524	-	2
	МОБИТОКС	1	-
	ПК-20	-	1

Сівалки	MF 555	3	-
	СУПН-8А-02	-	5
Культиватори	SFOGGIA Thema-12	4	-
	KPHB-5,6-04	-	5
Зернозбиральні комбайни	JOHN DEERE 9880	4	-
	ACROS 530	-	6
Зерноочисні агрегати	ЗАВ-50	1	-
	ЗАВ-40	-	1

Для цього передбачено обробіток ґрунту комбінованим агрегатом типу “Європак”, який забезпечить дрібногрудочкувату структуру ґрунту та сприятливі умови для сівби і росту сої.

Таблиця 2

Економічні показники використання комплексів машин для вирощування та збирання сої

Критерій ефективності	Значення показників з розрахунку на гектар				
	Капітальні вкладення, грн.	Приведені витрати, грн.	Прямі експлуатаційні витрати, грн.	Затрати робочого часу, год.	Витрата палива, кг
Приведені витрати	6230,941	2872,803	1938,171	4,11	65,13
Затрати робочого часу	14116,56	5137,252	3019,767	2,65	59,88

За 4...5 тижнів до сівби насіння потруюють вітаваксом (3 л/т), а у день сівби обробляють препаратом бульбочкових бактерій – соєвим ризоторфіном.

Кращий спосіб сівби сої – широкорядний з міжряддями 45 см сівалками типу ССТ-12В. Для високорослих і пізньостиглих сортів рекомендовано міжряддя 70 см кукурудзяними сівалками типу СУПН-8А або універсальними сівалками УПС-12, міжряддя яких встановлюється в межах 450-600-700-900 мм.

Глибина загортання насіння має становити 2,5...3 см, а за умови недостатньої зволоженості верхнього шару ґрунту – 3...4 см.

Для умов Лісостепу норма висіву насіння повинна становити : для ранньостиглих сортів – 700...750 тис/га схожих насінин, середньоранньостиглих – 600...650, середньостиглих – 500...550 (орієнтовно 80...100 кг/га). Для появи дружніх сходів сівбу на одному полі необхідно закінчити за один-два дні.

Механізований догляд за посівами сої містить комплекс заходів по боротьбі з бур'янами, шкідниками і хворобами. Для боротьби з бур'янами доцільно поєднати механічні (досходове боронування, рихлення міжрядь) і хімічні способи (обприскування посівів).

Сою збирають однофазним способом при повному дозріванні насіння (вологість 14...16%) зернозбиральними комбайнами. Жатку комбайна переобладнують на низький зріз (5...6 см), а молотильно-сепаруючі органи – на відповідні оптимальні режими роботи, які забезпечують мінімальні втрати зерна.

Післязбиральну обробку насіння сої доцільно виконувати на зерноочисних сушильних комплексах типу КЗС. Якщо в господарствах вони відсутні, можна використати лінії, зкомплектовані з окремих зерноочисних машин і сушарок. Оптимальна вологість зерна для зберігання має становити 12...13%.

Нами визначено структурний і кількісний склад комплексів машин для вирощування та збирання сої на площі 1000 га.

Розрахунки виконано для таких умов: урожайність зерна – 2,5 т/га, соломи – 3 т/га (подрібнюється і розкидається по полю); довжина гону поля – 900 м; віддаль перевезень: внутрішньогосподарських – 4 км, позагосподарських – 15 км.

Як видно з даних таблиці 1, до складу комплексу машин, обґрунтованому за критерієм затрат робочого часу (праці), входить високопродуктивна, у тому числі іноземна, але дорога техніка, а приведених витрат – менш продуктивна вітчизняна, але дешевша. Економічні показники використання комплексів машин наведено в таблиці 1. Як видно з наведених в табл. 2 даних, використання комплексу машин на базі вітчизняної техніки порівняно з технікою країн дальнього зарубіжжя дає можливість зменшити в 2,3 рази капітальні вкладення, в 1,8 рази – приведені витрати і в 1,6 рази – прямі експлуатаційні витрати, проте потребують більше близько 36% затрат робочого часу(праці) і 8% - витрати палива.

Висновки. Наявні у більшості сільськогосподарських підприємств України комплекси машин для виробництва сої значною мірою застаріли і не відповідають вимогам інтенсивної технології. В результаті дослідження технологічного процесу вирощування та збирання сої обґрунтовано перспективні склади комплексів машин за критеріями мінімуму приведених витрат і затрат робочого часу. До складу комплексу машин, обґрунтованого за критерієм мінімуму приведених витрат, входить техніка вітчизняна. Порівняно з технікою країн дальнього зарубіжжя вона має менші капіталовкладення у 2,3 рази і в 1,8 рази – приведені витрати. Склад комплексів машин, обґрунтований за критерієм мінімуму затрат праці, включає в основному техніку виробників країн дальнього зарубіжжя, рекомендовану до використання у великих фінансово спроможних сільськогосподарських підприємствах.

Список використаних джерел

1. Rogovskii I. L. Algorithmically determine the frequency of recovery of agricultural machinery according to degree of resource's costs. Machinery &

Energetics. Journal of Rural Production Research. Kyiv. Ukraine. 2020. Vol. 11 (1). P. 155–162. <https://doi.org/10.31548/machenergy.2020.01.155-162>.

2. Zagurskiy O., Pokusa Z., Pokusa F., Titova L., Rogovskii I. Study of efficiency of transport processes of supply chains management under uncertainty. Monograph. Opole: The Academy of Management and Administration in Opole, 2020; ISBN 978-83-66567-13-9; pp. 162.

3. Rogovskii I. L. Consistency ensure the recovery of agricultural machinery according to degree of resource's costs. Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. Kyiv. Ukraine 2019. Vol. 10 (4). P. 145–150. <https://doi.org/10.31548/machenergy.2019.04.145-150>.

4. Myhailovych Y., Rogovskii I., Korobko M., Berezova L. Experimental studies of vibration load of synchronous threaded connections of grain harvester combines. Engineering for Rural Development. 2023. Vol. 22. P. 908–914. <https://doi.org/10.22616/ERDev.2023.22.TF179>.

5. Nazarenko I., Mishchuk Y., Mishchuk D., Ruchynskyi M., Rogovskii I., Mikhaïlova L., Titova L., Berezovyi M., Shatrov R. Determination of energy characteristics of material destruction in the crushing chamber of the vibration crusher. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2021. Vol. 4(7(112)). P. 41–49. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.239292>.

УДК 631.004.02

ЯКІСНІ ПОКАЗНИКИ ДЛЯ ОЦІНКИ ЕКСПЛУАТАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ БЕЗВІДМОВНОСТІ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ

Ничай І. М.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

До виконання кожної технологічної операції сільськогосподарського виробництва існують обґрунтовані агротехнічні вимоги, які представлені у виді технологічних показників і є обов'язковими нормативними характеристиками якості виробничих робіт [1].

Одним із основних критеріїв при обґрунтуванні нормативів агротехнічних вимог є отримання максимального виходу продукції, в нашому випадку – максимальне агробіологічне збіжжя зернових колосових сільськогосподарських культур. Якщо функціональна залежність зміни виходу продукції U від величини якісного показника x : $U = f(x)$, має екстремальний характер з чітко або умовно вираженим максимумом, агротехнічний норматив встановлюється по ординаті екстремуму. В тому

випадку коли функція $U = f(x)$ не має екстремального характеру, тобто з нечітким вираженням максимумом і описується у виді плавної кривої певного порядку, то агротехнічний норматив встановлюється математично умовно або узгоджується з вимогами до наступної операції, або ж в кінцевому випадку обмежується з технічними можливостями застосовуваної системи машин.

Показники якості сільськогосподарських робіт в рослинництві [2] можна класифікувати на три групи:

- перша група – показники, які характеризують тривалість і терміни виконання робіт;
- друга група – показники, які характеризують безпосередньо технологічних процес (висота зрізання, ширина захвата, робоча швидкість виконання преса);
- третя група – показники, які характеризують витрати матеріалу, а також якісні і кількісні втрати врожаю сільськогосподарських культур (дроблення зерна, втрати зерна за комбайном).

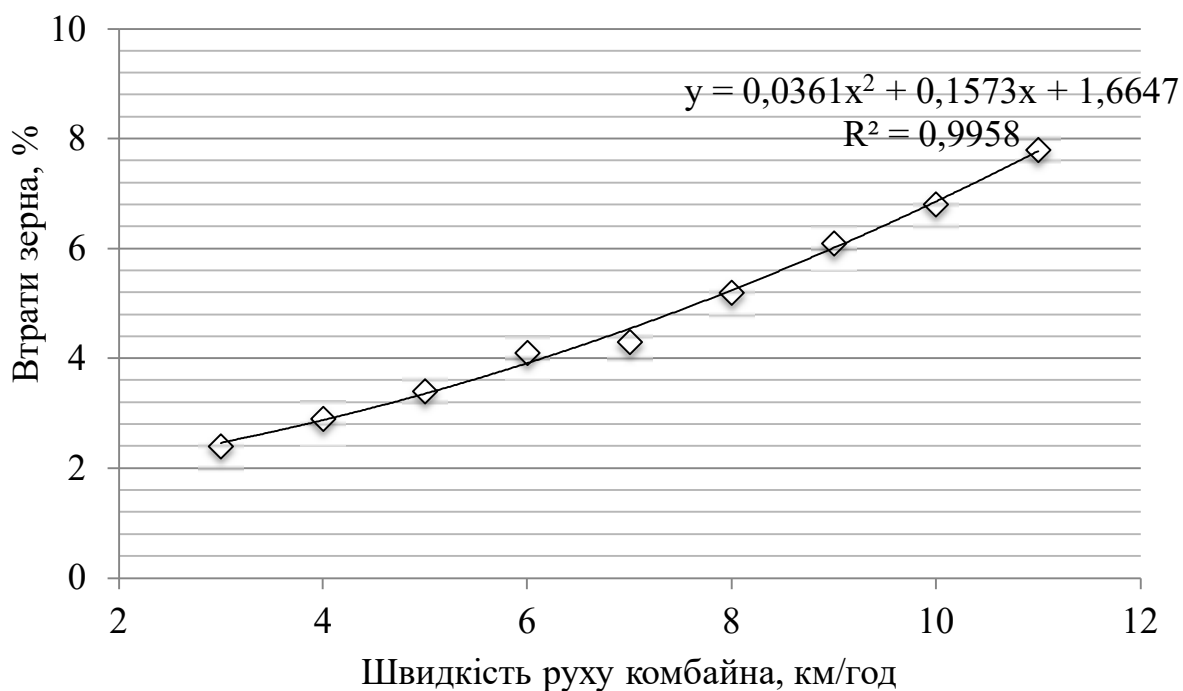


Рис. 1. Залежність втрат зерна від швидкості руху комбайну.

В період жнив одним із важливих показників якості є термін їх виконання. Оптимальний термін проведення збиральних робіт відповідає найбільшому збору продукції за існуючих агробіологічних показників сільськогосподарських культур.

На якість сільськогосподарських польових робіт, і особливо на збирання врожаю зернових культур, здійснюють вплив багаточисельні фактори, які [3] можна об'єднати в три групи:

- перша група – фактори, які характеризують зовнішні умови роботи;
- друга група – показники, які характеризують технічний стан роботи;
- третя група – показники, які характеризують технологічний стан роботи.

Особлива увага при роботі зернозбиральних комбайнів надається на комплектування і регулювання робочих органів машини, які мають визначальне значення для отримання нормативної якості виконання виробничих операцій. Необхідно зазначити, що комплектування і регулювання комбайна не може бути постійним процесом, а тому повинні змінюватись у відповідності до варіації фізико-механічних властивостей оброблюваного матеріалу і умов виконання технологічного процесу.

Значний вплив на якісні показники технологічного процесу збирання врожаю зернових культур має швидкість руху комбайна, яка є надзвичайно важливим фактором забезпечення якості і її необхідно розглядати не тільки за абсолютним значенням, але й за рівномірністю переміщення рис. 1.

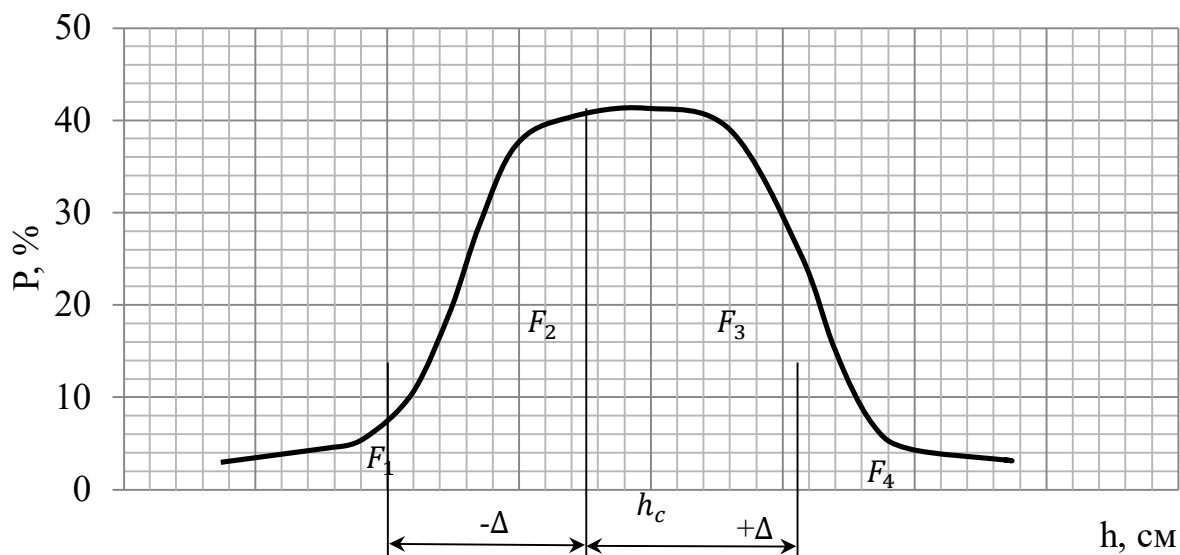


Рис. 2. Крива розподілу частот для визначення коефіцієнту ефективності (h – висота зрізу стерні).

Для оцінки якості безвідмовності окремих технологічних операцій і роботи зернозбирального комбайна пропонується коефіцієнт ефективності $K_{\text{еф}}$, який характеризує ймовірність якісної (в межах допуску) роботи [4]. Визначається коефіцієнт ефективності із відношення:

$$K_{\text{еф}} = \frac{F_{\text{в}}}{F},$$

де $F_{\text{в}}$ – площа всередині допусків;

F – площа всього графіку розподілу частот,

$$F_{\text{в}} = F_2 + F_3, \quad F = F_1 + F_2 + F_3 + F_4, \quad (\text{рис. 2})$$

Під час експлуатації зернозбирального комбайна в рядових умовах має місце значне відхилення технологічних якісних показників від агротехнічних нормативних показників.

Основними агротехнічними вимогами при збиранні зернових культур є мінімальні втрати за молотильним апаратом хох за нормативом втрат не більше 1,5%, за жнивваркою – 1% [4]. Між тим, під час збирання колосових культур втрати складають від 2 до 3,5% від біологічного врожаю зернових сільськогосподарських культур [5].

При неодноразовому вимірюванні значень якісний показників сільськогосподарських виробничих процесів, частоти повторів окремих груп має криву розподілу, яка характеризує відхилення нормативних показників від деякої визначеної середньої величини. Величини відхилень показників залежить від виду і умов виконання робіт, а також від конструктивних особливостей, контрольно-регулювальних параметрів і технічного стану зернозбиральних комбайнів.

Зазвичай криві розподілу випадкових величин, які характеризують якісні показники технологічних процесів в сільськогосподарському виробництві, підлягають закону нормального розподілу або, описуються іншою формою, що пов'язана з цим законом. Можуть бути отримані також криві асиметричної форми або наближені до розподілу за законом рівної ймовірності та інші, однак при сумісній дії більшої кількості причин, які визначають якість роботи сільськогосподарських машин, нормальний закон розподілу є граничним.

Вплив випадкових (в ймовірнісно-статистичному змісті) факторів має на якісні показники безвідмовності технологічного процесу зернозбиральних комбайнів. Відхилення номінальних значень показників якості технологічного процесу за межі встановлених нормативів агротехнічних допусків необхідно розглядати як порушення стабільності проходження технологічного процесу, тобто як технологічна відмова.

Список використаних джерел

1. Rogovskii I. L. Algorithmically determine the frequency of recovery of agricultural machinery according to degree of resource's costs. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine. 2020. Vol. 11 (1). P. 155–162. <https://doi.org/10.31548/machenergy.2020.01.155-162>.
2. Zagurskiy O., Pokusa Z., Pokusa F., Titova L., Rogovskii I. Study of efficiency of transport processes of supply chains management under uncertainty. Monograph. Opole: The Academy of Management and Administration in Opole, 2020; ISBN 978-83-66567-13-9; pp. 162.
3. Rogovskii I. L. Consistency ensure the recovery of agricultural machinery according to degree of resource's costs. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine 2019. Vol. 10 (4). P. 145–150. <https://doi.org/10.31548/machenergy.2019.04.145-150>.

4. Myhailovych Y., Rogovskii I., Korobko M., Berezova L. Experimental studies of vibration load of synchronous threaded connections of grain harvester combines. Engineering for Rural Development. 2023. Vol. 22. P. 908–914.

5. Rogovskii I., Titova L., Trokhaniak V., Trokhaniak O., Stepanenko S. Experimental study on the process of grain cleaning in a pneumatic microbioculture separator with apparatus camera. Bulletin of the Transilvania University of Brasov, Series II: Forestry, Wood Industry, Agricultural Food Engineering. 2019. Vol. 12 (61). No 1. P. 117–128.

УДК 631.004.02

ENGINEERING MANAGEMENT OF ECOLOGICAL FEATURES OF APPLICATION OF MINERAL FERTILIZERS

Ishchenko V. V.

National University of Life and Environmental Science of Ukraine

The use of mineral fertilizers has certain ecological caveats due to the presence of ballast in almost every type of fertilizer, which may contain environmentally hazardous substances [1]. There may be fluorine, zinc, and even radionuclides [2]. Different types of mineral fertilizers contain different amounts of heavy metals: the most dangerous are nitrogenous; phosphorus, potash and even organic fertilizers contain much more of them [3]. Particularly dangerous among them are phosphorite flour and low-concentration potassium fertilizers, which even contain the radioactive isotope K40 [4].

The production of plant products on radio-contaminated soils of Ukraine (which is almost 2 million hectares) has certain features, which mainly consist in maintaining a sufficient amount of elements that compete with radioactive isotopes – potassium and calcium [5]. That is, the presence of a sufficient amount of the latter blocks the consumption of radioactive elements by plants. Also, in this sense, maintaining optimal soil acidity by liming is of great importance [6].

In conditions of drought, which, unfortunately, is becoming the norm for most regions of Ukraine, first of all, it should be borne in mind that mineral fertilizers in contact with the soil can absorb moisture, that is, dry out nearby plants. To evaluate this effect, the term "salt index" is used: the lower it is, the safer it is. The lowest salt index is found in phosphate fertilizers (superphosphate, ammonium monophosphate), anhydrous ammonia and KAS. Potassium fertilizers have the highest index, so they should be applied in the fall [7]. Complex fertilizers that contain potassium also have a high salinity effect and should not be applied at the same time as sowing. Due to the lack of moisture, the application of phosphorus fertilizers in the spring does not give an effect, therefore, they should be applied only in the fall.

As for the influence of plant nutrition on the quality of products produced from them, it is as follows. For grain crops (gluten content), this is primarily an improvement in nitrogen nutrition; the increase in the oil content of sunflower seeds is achieved by providing adequate phosphorus and potassium. In sugar beets, the sugar content increases by 1.1% with proper (K150) potassium supply, while an increase in nitrogen nutrition above N180 reduces sugar content by 2.3%.

Separately, we should dwell on the agrochemistry of growing agricultural crops. Today, the ratio of applied nutrients (NPK) in Ukraine is 0.7 : 0.16 : 0.14, which is far from optimal (1.0 : 0.8 : 0.7). Taking into account the fact that Ukraine harvests consistently high crops (in 2021 they were even record-breaking), it is not difficult to come to the conclusion that against the background of a lack of organic matter, this is achieved by the depletion of arable land.

Taking into account the rapid increase in the cost of mineral fertilizers, the only way to eliminate this problem is a scientifically based system of mineral nutrition of plants. After wintering, it is impractical to carry out spring fertilizing on crops thinned by more than 50%, it is better to reseed. Crops damaged by frost should be fertilized with an increased (60–70 kg/ha) dose of nitrogen, and frost fertilization should be done in fields with leveled terrain due to the risk of food being washed into water bodies and their contamination. Fertilization of winter crops must be carried out in 3–4 measures: 60–70 kg/ha – at the beginning of the growing season (with ammonium nitrate); 35–40 – at the beginning of entering the tube (with ammonium nitrate) and 40–50 – in the event of the appearance of a flag leaf (urea solution or KAS) by sprayers with or without drawing hoses. In the last case, to prevent burns of plants and especially the flag leaf, the concentration of urea in the working solution should be 10–13%. This should be done at daytime air temperatures of up to +25 °C. In the case of feeding KAS-32, the dose of nitrogen should not exceed N10 with a consumption rate of the working solution of 250–300 l/ha.

The use of KAS has a certain limitation: for KAS-32, the air temperature must not be lower than 0 °C due to the risk of its crystallization. In the period of negative temperatures, it is necessary to use KAS-30 or KAS-28 with a crystallization temperature of –9 and –17 °C, respectively, it is even more useful to use KAS+S instead of KAS-32 with the addition of sulfur, which can give an increase in yield, how to compare with with the use of ammonium nitrate, up to 10%, and KAS-32 - 4%, and the content of protein in grain by 1%, and gluten – by 2%. The optimal period for foliar feeding is the period after the flowering phase until the end of the milky grain ripeness phase. The effectiveness of fertilizing in later periods (dough-like, waxy maturity) is ineffective due to the fact that in this period the supply of reserve substances to the grain and absorbed l

References

1. Rogovskii I. L. Algorithmically determine the frequency of recovery of agricultural machinery according to degree of resource's costs. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine. 2020. Vol. 11 (1). P. 155–162. <https://doi.org/10.31548/machenergy.2020.01.155-162>.

2. Zagurskiy O., Pokusa Z., Pokusa F., Titova L., Rogovskii I. Study of efficiency of transport processes of supply chains management under uncertainty. Monograph. Opole: The Academy of Management and Administration in Opole, 2020; ISBN 978-83-66567-13-9; pp. 162.

3. Rogovskii I. L. Consistency ensure the recovery of agricultural machinery according to degree of resource's costs. Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. Kyiv. Ukraine 2019. Vol. 10 (4). P. 145–150. <https://doi.org/10.31548/machenergy.2019.04.145-150>.

4. Myhailovych Y., Rogovskii I., Korobko M., Berezova L. Experimental studies of vibration load of synchronous threaded connections of grain harvester combines. Engineering for Rural Development. 2023. Vol. 22. P. 908–914. <https://doi.org/10.22616/ERDev.2023.22.TF179>.

5. Rogovskii I., Titova L., Trokhaniak V., Trokhaniak O., Stepanenko S. Experimental study on the process of grain cleaning in a pneumatic microbiocature separator with apparatus camera. Bulletin of the Transilvania University of Brasov, Series II: Forestry, Wood Industry, Agricultural Food Engineering. 2019. Vol. 12 (61). No 1. P. 117–128. <https://doi.org/10.31926/but.fwiafe.2019.12.61.1.10>.

6. Rogovskii I. L., Hneniuk M. V. Research on losses of technical preparedness of forage harvesters combines by level of seasonal service accumulation. Journal of Physics: Conference Series. 2020. Vol. 1679. P. 042035.

7. Rogovskii I., Titova L., Shatrov R., Bannyi O., Nadtochiy O. Technological effectiveness of machine for digging seedlings in nursery grown on vegetative rootstocks. Engineering for Rural Development. 2022. Vol. 21. P. 924–929. <https://doi.org/10.22616/ERDev.2022.21.TF290>.

УДК 621.311

IMPORTANT TECHNICAL SPECIFICATIONS SELF-PROPELLED SPRAYERS

Liubchenko I. S.

National University of Life and Environmental Science of Ukraine

Important technical specifications (Fig. 1):

- Engine power and driving speed [1].
- Frame strength [2].
- Weight of equipment [3].
- Load distribution [4].
- Clearance [5].

- The design of the rod and its range of travel [6].
- Pump [7].
- Control of the flow rate [8].
- Options [9].
- Selecting a manufacturer and reviewing popular models [3].



Fig. 1.

The choice of a self-propelled sprayer is influenced by individual working conditions. When searching for a suitable model, it is necessary to rely on the specific technical characteristics presented below. Taking these points into account, it is possible to select equipment that will work effectively and will not increase the cost of crops (Fig. 2).

How to choose a good self-propelled sprayer? When choosing, it is worth relying on individual work needs and field conditions in which the equipment will have to work. Each technical characteristic affects the productivity and efficiency of the sprayer. In industrial conditions, self-propelled machines are primarily required to have an optimal balance between power and efficiency.

Below are the most important criteria that are taken into account when choosing equipment.

The more powerful the engine, the more fuel it consumes. In the case of this characteristic, it is desirable to achieve the golden mean - the equipment copes with the task and pays for its cost (excessive fuel consumption increases the cost of agricultural products).

Taking into account the industrial scale, the optimal power range is considered to be 200-220 hp with a speed of 20 km/h.



Fig. 2.

It should be remembered that the higher the sprayer speed, the less evenly it distributes the composition over the field. In weather and climate conditions that provide for strong wind, this becomes especially noticeable – eddies rise.

Most global agricultural machinery manufacturers are attentive to the choice of materials. They regularly test finished designs and release sprayers into the field. It is better to give preference to well-known brands, even if we are talking about buying used equipment.

The durability of the frame determines how long the sprayer will work and whether additional costs will be required for its repair. To find out which model of a certain brand is suitable in a particular case, you can check with sellers of used equipment. If no welding work was carried out on the frame, then it is quite capable of withstanding long-term use.

The heavier the sprayer, the stronger the structure and, on the other hand, more fuel is required to reach a speed of 20 km/h or more. Lighter equipment works better on damp and wet soil, since the pressure on it is reduced. To choose a machine with the right characteristics, you can compare two models with approximately the same capabilities. Preference should be given to the one that is lighter.

It is important that the machine has a 50/50 load distribution, taking into account the filled tank. This indicator determines how well the sprayer will move on wet soil and hilly terrain. A strong imbalance in a certain direction makes it unstable.

American equipment is not known for its best weight distribution, so it is used mainly on flat fields.

The optimum indicator is 1.6-1.8 m. Most farmers agree that it is better to have universal equipment in case you have to spray different crops. For example, when corn or rapeseed appears in the crop rotation when growing grain.

Requirements for the ideal barbell:

- material – iron;
- located at the rear, has a hinge in the center of mass;
- is a lightweight triangular structure without additional skis, wheels and air sleeves;
- injectors and cylinders are protected.



Fig. 3.

The entire bar has a protective powder coating. The boom stroke range should vary from 50 to 300 cm. This indicator determines how well tall plants will be sprayed. This makes the machine universal, as it can be freely used for both soil herbicide and desiccation.

This is the most important component of the sprayer that is worth paying attention to. For self-propelled equipment, there are two options:

- membrane-piston – lower cost, causes fluid pulsation, requires frequent replacement of membranes;
- centrifugal – more expensive, liquid does not pulsate, design is simplified.

A centrifugal pump is more efficient in operation, but can fail if it runs empty - without liquid.

Pump performance affects the speed of the sprayer. Farmers usually prefer equipment with a better pumping mechanism at a slight loss of kilometers per hour (Fig. 3).

It is better to choose equipment with a pressure sensor, not a flow meter. The latter is adjusted by specialists of the manufacturing company, and subsequently requires frequent adjustments, especially if the machine has been used for a long time. Flow meters are an impeller, which, moving, allows the pulse sensor to read the rotation period. The data is transmitted to the computer, which calculates the liquid flow.

The latest models of agricultural machinery reflect the trend towards automation along with increased efficiency of equipment operation. In the case of a self-propelled sprayer, the following important functions can be noted:

- automatic shutdown of the boom section;
- hydraulic mechanism for changing the track width.



Fig. 4.

Service should be mentioned separately. The owner of the equipment should be able to carry out regular inspections, if necessary, and send the sprayer for repairs to replace components.

When choosing a manufacturer, it is best to pay attention to the world leaders in their segment. Such equipment will cost an order of magnitude more than machines of unknown and not widely distributed brands, but is guaranteed to withstand the entire operational period.

Below are the different ones Sprayers from well-known manufacturing companies:



Fig. 5.



Fig. 6.

Case IHPatriot – the tank is located in the center for uniform loading, which increases the stability of movement. An active suspension is used, automatically responding to any changes in indicators. The rod is also equipped with a suspension. Speed – 48 km/h. The tank holds up to 4542 l (Fig. 4).

Horsch Leeb PT is equipped with a boom control system, allowing crops to be sprayed even at low altitudes. Horsch Leeb PT 330 with a Mercedes-Benz engine is widely used 5 cubic meter tank (Fig. 5). AmazonPantera 4502-H has

hydraulic ground clearance control, which allows the machine to be raised up to 1.7 m. Engine – 218 hp. Working width – up to 40 m (Fig. 6).



Fig. 7.



Fig. 8.

Buhler VersatileSX280 – has additional aluminum booms, is equipped with a Raven Viper 4 field computer, Autosteer autopilot. It is powered by a Cummins

QSB6.7L engine that meets the US Tier 4 emissions standards. There is a choice between a stainless steel (4.5 cubic meters) or polyurethane (3.8 cubic meters) tank Fig. 7.

Berthoud Bruin 4200. The boom is always parallel to the ground, which allows for good stability on uneven ground and maintains stability on hilly terrain. Engine – 275 hp, tank capacity – 4200 l (Fig. 8).

Which self-propelled sprayer to choose? All the machines listed operate in different conditions. Among them, you can find one suitable for any weather and climate situations, and the region of use is also taken into account.

References

1. Rogovskii I. L. Algorithmically determine the frequency of recovery of agricultural machinery according to degree of resource's costs. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine. 2020. Vol. 11 (1). P. 155–162. <https://doi.org/10.31548/machenergy.2020.01.155-162>.
2. Zagurskiy O., Pokusa Z., Pokusa F., Titova L., Rogovskii I. Study of efficiency of transport processes of supply chains management under uncertainty. Monograph. Opole: The Academy of Management and Administration in Opole, 2020; ISBN 978-83-66567-13-9; pp. 162.
3. Rogovskii I. L. Consistency ensure the recovery of agricultural machinery according to degree of resource's costs. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine 2019. Vol. 10 (4). P. 145–150. <https://doi.org/10.31548/machenergy.2019.04.145-150>.
4. Myhailovych Y., Rogovskii I., Korobko M., Berezova L. Experimental studies of vibration load of synchronous threaded connections of grain harvester combines. *Engineering for Rural Development*. 2023. Vol. 22. P. 908–914. <https://doi.org/10.22616/ERDev.2023.22.TF179>.
5. Rogovskii I., Titova L., Trokhaniak V., Trokhaniak O., Stepanenko S. Experimental study on the process of grain cleaning in a pneumatic microbiocature separator with apparatus camera. *Bulletin of the Transilvania University of Brasov, Series II: Forestry, Wood Industry, Agricultural Food Engineering*. 2019. Vol. 12 (61). No 1. P. 117–128. <https://doi.org/10.31926/but.fwiafe.2019.12.61.1.10>.
6. Liubchenko I. S., Rogovskii I. L. System engineering of self-propelled sprayers of Ukraine. Actual problems of practice and science and methods of their solution. IV International Scientific and Practical Conference, Milan, Italy, January 28, February 2, 2022: conference abstracts. Milan. 2022. P. 588–594.
7. Rogovskii I., Titova L., Shatrov R., Bannyi O., Nadtochiy O. Technological effectiveness of machine for digging seedlings in nursery grown on vegetative rootstocks. *Engineering for Rural Development*. 2022. Vol. 21. P. 924–929. <https://doi.org/10.22616/ERDev.2022.21.TF290>.
8. Rogovskii Ivan, Sivak Igor, Shatrov Ruslan, Nadtochiy Oleksandr. Agroengineering studies of tillage and harvesting parameters in soybean

cultivation. Engineering of Rural Development. 2024. Vol. 23. P. 965-970. DOI: 10.22616/ERDev.2024.23.TF195.

9. Yablonskyi P., Rogovskii I., Sobczuk H., Virchenko G., Volokha M., Vorobiov O. (2024). Computational approach to geometric modeling of plow bodies. Journal of Engineering Sciences (Ukraine), Vol. 11(1), 2024, pp. E9–E18. [https://doi.org/10.21272/jes.2024.11\(1\).e2](https://doi.org/10.21272/jes.2024.11(1).e2)

УДК 631.004.02

FEATURES OF ENGINEERING MANAGEMENT INDICATORS OF FAILURE OF FUNCTIONAL UNITS OF GRAIN HARVESTING COMBINERS

Shatrov R. R.

National University of Life and Environmental Science of Ukraine

Each complex object changes its state over time, passes from one to another. Such a transition is accompanied by changes in qualities. The quality of any product is a set of its properties, which determines the suitability of meeting certain needs in accordance with the purpose of this product.

The quality of functioning of technical systems is determined by various indicators. And one of these indicators is reliability – the property of the object to keep over time within the established limits the values of all parameters characterizing the ability to perform the necessary functions in the given modes and conditions of use. This is a complex property, which generally consists of such components as reliability, durability, maintainability and storage of the product.

The condition of the object, in which it meets all the requirements of regulatory and technical and design documentation, is a working condition. A workable state is a state in which the value of all technical parameters and qualities characterizing the ability to perform the specified functions meets the requirements of regulatory and technical and design documentation. If the value of at least one of these parameters of the object meets the specified requirements, then the object is in an inoperable state. The transition of the object to a faulty but operable state is called damage, and an inoperable state is called a failure. Both damage and failure occur as a result of the influence of many factors on the system, such as the system's operating time, the load imposed on it, its operating conditions, and others [1].

A workable object, in contrast to a serviceable one, must satisfy only the documentation requirements, the fulfillment of which ensures the normal use of

the object for its intended purpose. The concept of failure is associated with the most important component of reliability, such as fail-safeness - the property of an object to continuously maintain a workable state for some time [2]. The duration or amount of work performed by the object is called the working life. Performance can be measured in units of time or volume of work performed. The object's working time from the start of its operation to the first failure is called the working time to failure.

The transition of an object from an inoperable state to an operable state occurs as a result of restoration or repair operations. The object, for which the restoration of the working condition in the situation under consideration, is provided for by the technical documentation, is called recoverable. Otherwise, the object is called non-recoverable.

Repairability is a property of the object, which consists in adaptability to the prevention and detection of the causes of failures, maintenance and restoration of a working condition by carrying out technical maintenance and repair. Durability is the ability of an object to maintain a workable state until the onset of a limit state - a state of the object in which its further use as intended is unacceptable.

One of the most important means of ensuring a given level of object reliability is redundancy. Redundancy is the application of additional measures to preserve the working condition of the object in case of failure of one or more elements. The use of redundancy is one of the most common measures to increase equipment reliability [3].

When using the concept of reliability in engineering practice, there is a need to introduce its quantitative assessment, convenient for calculations, comparison of the reliability of various options of technical solutions. For this, single and complex indicators of reliability are used - quantitative characteristics of one or more properties.

Events such as the failure or restoration of an object's operational state are random events. Progress to the object, recovery time – random values. Sequences of failures and restorations that occur during the operation of the object form streams of random events, and many of those quantitative characteristics of random events, quantities and processes used in the theory of probabilities are used as reliability indicators. However, the theory of reliability ceased to be a subdivision of the theory of probabilities. Its engineering character consists primarily in increasing reliability. Theoretically, the methods of probability theory are used for reliability, but they are modified to provide both an estimate and an increase in the probability of failure-free operation.

In the general case, this consists in the maximization and back-calculation of reliability estimation formulas based on system properties.

The working life of a completely non-renewable object is a random variable, for which its distribution function $P(t)$ is an exhaustive quantitative characteristic.

This function has the following properties:

$P(1) = 0$ for $1 = 0$, since device learning starts when it is working, and failure in a very short time is unlikely.

$P(1) \rightarrow 1$ at $1 \rightarrow \infty$, because any technical means fails sooner or later, and therefore, with an unlimited increase in time, the probability of failure tends to unity.

$P(1)$ as any distribution function is a nondestructive function [4].

It is also possible to introduce the concept of "probability of failure", defining it as the probability that the object will fail within a given time, being operational at the initial moment of time.

For the failure probability $0, (1)$ in the interval from 0 to 1, the expression is valid:

$$Q(t) = F(t) \quad (1)$$

The probability of failure-free operation is determined by the expression:

$$P(t) = 1 - F(t) \quad (2)$$

An indicator of the reliability of non-renewable objects is also the intensity of failures – the conditional density of the probability of the failure of a recoverable object, which is determined for the moment of time under consideration, provided that no failure has occurred until that moment. The intensity of failures $\lambda(t)$ is defined by the ratio of the distribution density $P(1)$ to the probability of failure-free operation.

The density of the distribution is defined as the derivative of $P(1)$ over time. The dependence of the intensity of failures on time shows the nature of the operation of technical systems over time.

The period of operation of the device is divided into three sections. On the first, the intensity of failures is high, this area is called the processing area, it reveals manufacturing defects. On the second, the intensity of failures is constant, this section is called the section of normal operation. In the third stage, the intensity of failures increases due to increased aging and wear processes.

To determine the reliability of the object in the area of normal operation, it is enough to specify one number A , and in this connection, the intensity of failures is used as the main indicator of the reliability of the elements.

To assess the reliability of objects being restored, both single indicators characterizing only fault-free or only maintainability, and complex indicators, which are a generalized assessment of both these properties, are used.

The recovery time $1c$ is usually a random value. Therefore, the probability characteristics of $1c$ are the recovery time distribution function $F(1c)$ and the recovery time distribution density $f(1c)$.

As indicators of serviceability, the probability of restoration of operational state is used - the probability that the time of restoration of operational state of the object will not exceed the specified one, and the average time of restoration of operational state - mathematical expectation of the restoration time.

By analogy with the intensity of failures for objects that are being restored, it is possible to introduce the concept of "intensity of restorations" – the conditional density of the distribution of the restoration time up to moment 1, provided that the restoration of the object has not taken place up to that moment. When $A(1) = \text{const}$, we get an exponential distribution of recovery time [5].

The following are used as indicators of failure-free operation: the average failure rate is the ratio of the operating time of the recoverable object to the mathematical expectation of the number of its failures during this operating time, and the failure flow parameter is the ratio of the average number of failures of the recoverable object for an arbitrarily small operating time to the value of this development [4]. Efficiency is considered to be the most universal characteristic of a complex technical system (TSS), meaning the degree of adaptability of the system to the performance of its assigned functions [6]. The effectiveness of the STS depends on a number of indicators or parameters. The main ones are: the cost of development, manufacture and operation of the product, the quality of operation, the power of consumed energy, weight, dimensions, conditions of normal operation, etc.

In addition, the effectiveness of the product depends on its structure, the nature of the connections between the elements, the type of control algorithms and other patterns of functioning that cannot be described using the specified parameters. Thus, the efficiency of an industrial robot is characterized by the load capacity, drive power, speed and acceleration, positioning accuracy, the amount of memory of the control device, the number of degrees of freedom, the number of technological redistributions that this robot can carry out, and the cost. The efficiency of the automated production system is characterized by the cost of all types of equipment, the reliability of technical means, the speed of operation of technical means, the number of service personnel, the number of controlling programs, productivity, the load factor of technological equipment, flexibility, profitability, survivability, and the duration of the production cycle. The effectiveness of computer equipment is characterized by: the amount of memory – operational and storage devices, the quality of visual display, the number of communication channels, cost.

References

1. Rogovskii I. L. Algorithmically determine the frequency of recovery of agricultural machinery according to degree of resource's costs. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine. 2020. Vol. 11 (1). P. 155–162. <https://doi.org/10.31548/machenergy.2020.01.155-162>.
2. Zagurskiy O., Pokusa Z., Pokusa F., Titova L., Rogovskii I. Study of efficiency of transport processes of supply chains management under uncertainty. Monograph. Opole: The Academy of Management and Administration in Opole, 2020; ISBN 978-83-66567-13-9; pp. 162.
3. Rogovskii I. L. Consistency ensure the recovery of agricultural machinery according to degree of resource's costs. *Machinery & Energetics*.

Journal of Rural Production Research. Kyiv. Ukraine 2019. Vol. 10 (4). P. 145–150. <https://doi.org/10.31548/machenergy.2019.04.145-150>.

4. Rogovskii I.L. (2021). Models of formation of engineering management alternatives in methods of increasing grain production in agricultural enterprises. Machinery and Energetics. Vol. 12(1). P. 137–146.

5. Rogovskii I.L. (2021). Resource of removal expenses for strong agricultural period of volume of operations. Machinery and Energetics. Vol. 12. Issue 2. P. 123–131. <https://doi.org/10.31548/machenergy2021.02.123>.

6. Rogovskii I.L. (2021). Influence of operating failure of agricultural machines on efficiency of their machine use. Machinery and Energetics. Vol. 12(3). P. 157–166.

УДК 631.004.02

SMART TECHNOLOGIES IN AGRICULTURE

Nadtochiy O. V.

National University of Life and Environmental Science of Ukraine

The world population is growing. According to UN forecasts, the world population will reach 9.8 billion people by 2050; to feed it, food production must be increased by 70%. To do this, it is necessary to seriously modernize agriculture [1]. The argument in favor of the mass introduction of smart technologies in agriculture is often formulated as follows: it is impossible to radically increase the cultivated areas; it is necessary to increase the intensity of their use [2].

The global market for agricultural technologies will grow by approximately 12.1% per year and reach \$41.17 billion by 2027 (ResearchAndMarkets forecast). Household spending on technical solutions with artificial intelligence alone will grow from \$1 billion in 2020 to \$4 billion in 2026 (data from Markets & Markets).

Global spending on smart technologies in agriculture and artificial intelligence-based systems by 2025 is projected to triple compared to 2020, reaching \$15.3 billion.

Agriculture ranks last in terms of innovation implementation. This is understandable: until recently, the traditional industry managed without large-scale implementation of technology [3]. It is much easier to achieve growth by increasing the area of crops and the number of poultry and livestock. However, in the last 5-6 years the situation has changed a lot. The growth of population and prosperity has led to an increase in the consumption of protein foods, which, in turn, requires an expansion of crops (7 kg of feed grain is needed to produce 1 kg of meat). But in most countries of the world there is almost no free agricultural land left. Moreover, according to the UN Food and Agriculture Commission, the

amount of arable land per capita in the world will decrease from 0.6 hectares per person in 2000 to 0.2 hectares by 2050, and the demand for food will increase by 70% [4].

The introduction of smart solutions in poultry breeding is a profitable business [5]. The best option is to raise chickens, since they are easier to care for and receive tasty eggs and healthy meat in return. Several laying hens will provide eggs for a small family, and if you increase the number to a couple of dozen, you can begin to profitably sell homemade products. However, poultry requires some attention and, first of all, it is necessary to provide the chickens with decent living conditions. This is why choosing a chicken coop is an important task.

Considering that agriculture is one of the energy-intensive sectors consuming energy (fuel, electricity) and natural resources (water), the introduction of smart technologies in poultry keeping is a promising and economically profitable direction.

The greatest difficulties are presented by the winter period, when the necessary microclimate in the chicken coop has to be maintained artificially. The task becomes more difficult if the constant presence of maintenance personnel is limited by time and distance. The simplest mechanization of some vital functions for poultry, due to failures and breakdowns of equipment, does not provide adequate safety: if the owner is away from home for a long time, he will not be able to intervene in time and correct the situation. The only solution is a smart chicken coop that combines modern automation and autonomy, allowing you to leave the bird unattended for a long time - up to two weeks.

First, heating the chicken coop. Low temperatures negatively affect egg production; in cold weather, chickens will consume more feed. If the temperature tends to sub-zero, chickens quickly stop laying eggs even with good nutrition.

Secondly, in order for the bird not to lose egg production, there should be light in the chicken coop for up to 12 hours a day, regardless of the time of year.

Thirdly, to create comfortable conditions, the chicken coop must be equipped with a ventilation system, which, in addition to providing the room with fresh air, controls humidity, prevents the formation of mold and the spread of infection. Fourthly, an automated supply of food and water for birds should be established. As part of the implementation of the "Agro-Innovation" project of the Small Grants Program of the Global Environment Facility of the United Nations Development Program, the first demonstration site for the implementation of low-budget autonomous SMART mini-poultry farms (solar-powered) will be created. This form of raising birds will reduce the cost of keeping animals. When keeping a population of 10 chickens, water consumption per year is 2200 liters, and with the introduction of automated water supply, water consumption is reduced by 2 times.

References

1. Rogovskii I. L. Algorithmically determine the frequency of recovery of agricultural machinery according to degree of resource's costs. Machinery &

Energetics. Journal of Rural Production Research. Kyiv. Ukraine. 2020. Vol. 11 (1). P. 155–162. <https://doi.org/10.31548/machenergy.2020.01.155-162>.

2. Zagurskiy O., Pokusa Z., Pokusa F., Titova L., Rogovskii I. Study of efficiency of transport processes of supply chains management under uncertainty. Monograph. Opole: The Academy of Management and Administration in Opole, 2020; ISBN 978-83-66567-13-9; pp. 162.

3. Rogovskii I. L. Consistency ensure the recovery of agricultural machinery according to degree of resource's costs. Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. Kyiv. Ukraine 2019. Vol. 10 (4). P. 145–150. <https://doi.org/10.31548/machenergy.2019.04.145-150>.

4. Romaniuk W., Polishchuk V., Marczuk A., Titova L., Rogovskii I., Borek K. Impact of sediment formed in biogas production on productivity of crops and ecologic character of production of onion for chives. Agricultural Engineering (wir.ptir.org). Krakow. Poland. 2018. Vol. 22. №1. P. 105–125. <https://doi.org/10.1515/agriceng-2018-0010>.

5. Rogovskii I. L., Titova L. L., Trokhaniak V. I., Haponenko O. I., Ohienko M. M., Kulik V. P. Engineering management of tillage equipment with concave disk spring shanks. INMATEH. Agricultural Engineering. 2020. Bucharest. Vol. 60. No 1. P. 45–52. <https://doi.org/10.35633/INMATEH-60-05>.

УДК 631.004.02

MAIN TECHNICAL REQUIREMENTS OF SMART TECHNOLOGY FOR DIAGNOSTIC GRAIN HARVESTING COMBINERS

Velgas O. V.

National University of Life and Environmental Science of Ukraine

The dawn of the 21st century brought a technological revolution, the fruits of which we are still reaping today [1]. As we move from the fourth industrial revolution to the fifth, we are so used to the rapid pace of innovation that we continue to expect ever more efficient and effective technological solutions [2].

Quickly, after the breakthroughs brought about by the advent of the Internet and touchscreen smartphones, it is now the turn of artificial intelligence (AI) and smart technologies to lead the next phase of global innovation [3].

Well, because it changes the way we live, communicate and work. We can make sure of this by looking in detail at one of the main trends in technology - what is smart technology [4]. Defining something as diverse as smart technology can be quite a challenge, given that the smart technology industry is evolving at a relentless pace, making innovations obsolete almost as quickly as they appear [5].

The word SMART refers to "self-monitoring, analysis, and reporting technology." What is smart technology? are technologies that use artificial intelligence, machine learning, and big data analysis to provide cognitive awareness of objects that were previously considered inanimate. Examples of smart technologies. Intelligent technologies for diagnosing grain harvesters can be divided into three types [6].

The first kind. Internet of Things (IoT) devices for diagnosing grain harvesters. A network of devices that use sensors, chips, software, online connectivity, analytics, and apps to bring static physical objects to life. These devices create significant value and are futuristic, scalable and automated.

Some prominent examples of smart technologies in this field include smart cities, smart homes, and smart factories [7].

The second kind. Smart connected devices. Controlled by remote control and connected via the Internet or Bluetooth, connected devices can offer a personalized experience, but they need to be controlled because they are not adaptable like IoT devices.

Smart security cameras, smart light bulbs and smartphones are some examples of what smart technology is in the field of smart connected devices.

The third type. Smart devices for diagnosing grain harvesters. With limited automation, no Internet connection, and programmability, smart devices such as smart coffee makers provide certain personalized services at certain times.

Five advantages of smart technology for diagnosing grain harvesters.

Here are some of the key benefits of using smart technology:

1) Convenience. Never before has it been possible to perform so many tasks at the same time with minimal effort, such as simply using your voice, as it is today. This has become possible thanks to smart technologies. Whether it is adjusting the lighting in a room, guarding your home or ordering your favorite food online, smart technologies are available at your request. This takes convenience to a whole new level. What's even better is the latest smart technology. Well trained to understand your preferences, the ability to analyze them to provide you with an automated personalized service. Sufficient ability to take into account external factors such as traffic and the condition of, for example, your vehicle or surroundings to notify you in advance and guide you safely to your destination.

2) Smart technologies for diagnosing grain harvesters ensure stability and sustainable development. What are smart technologies in terms of ecology? Due to the urgent need to "green" and save the planet Earth, as well as to avoid high energy costs, industrial and household sectors are trying hard to deploy smart technologies. Given that most of the time we don't optimize our energy use, but instead waste it by forgetting to turn off household appliances, smart technologies can play a crucial role in saving energy. Smart technology can regulate and automate energy use, for example by turning off or adjusting lighting, heating and cooling devices when they are not in use or when the required conditions have

been reached. This saves money and at the same time helps save energy, which is really a win-win.

3) Safety of diagnostics of grain harvesters. Smart technologies provide more reliable protection than traditional security systems with manual control. Smart security gadgets like door sensors, alarm systems, security cameras, and video doorbells help alert building owners of various threats to their property. In addition to notifying owners, smart technologies also inform law enforcement and take protective measures, such as blocking certain paths or premises. In addition to this, smoke, gas, water and sewage leaks can not only be detected, but the technology can prevent their negative consequences in real time, potentially saving you from discomfort and even bodily harm.

4) What is smart technology in terms of efficiency? Smart technologies use data to understand how and what can be improved. They monitor and analyze what is happening to ensure better results in the future. This means that processes and systems become more efficient, and you as a person become more productive. Imagine waking up in time after a good night's sleep to make sure everything is ready for your needs, to start the day well, eliminate distractions, and get to work on time.

5) Smart technologies save money and time. And what is smart technology in terms of our budget? Energy bills can be reduced with smart technology devices such as smart thermostats, smart lighting, remote power controls, water heaters, washing machines and refrigerators, as they can optimize energy use and in turn use less to do more. Intelligent technology for diagnosing grain harvesters automates repetitive work and prevents time loss.

Conclusion. Offering a wide range of advantages in many industries, the trend of spreading smart technologies for diagnosing grain harvesters has already become ubiquitous and shows no signs of abating. After all, we all want to save time and money and in process become more productive, comfortable and safe.

References

1. Voinalovych O., Hnatiuk O., Rogovskii I., Pokutnii O. Probability of traumatic situations in mechanized processes in agriculture using mathematical apparatus of Markov chain method. *Engineering for Rural Development*. 2019. Vol. 18. P. 563-269. doi:10.22616/ERDev2019.18. N245.
2. Rogovskii I. L. Algorithmically determine the frequency of recovery of agricultural machinery according to degree of resource's costs. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine. 2020. Vol. 11 (1). P. 155–162. <https://doi.org/10.31548/machenergy.2020.01.155-162>.
3. Zagurskiy O., Pokusa Z., Pokusa F., Titova L., Rogovskii I. Study of efficiency of transport processes of supply chains management under uncertainty. Monograph. Opole: The Academy of Management and Administration in Opole, 2020; ISBN 978-83-66567-13-9; pp. 162.
4. Rogovskii I. L. Consistency ensure the recovery of agricultural machinery according to degree of resource's costs. *Machinery & Energetics*.

Journal of Rural Production Research. Kyiv. Ukraine 2019. Vol. 10 (4). P. 145–150. <https://doi.org/10.31548/machenergy.2019.04.145-150>.

5. Myhailovych Y., Rogovskii I., Korobko M., Berezova L. Experimental studies of vibration load of synchronous threaded connections of grain harvester combines. *Engineering for Rural Development*. 2023. Vol. 22. P. 908–914. <https://doi.org/10.22616/ERDev.2023.22.TF179>.

6. Rogovskii I., Titova L., Trokhaniak V., Trokhaniak O., Stepanenko S. Experimental study on the process of grain cleaning in a pneumatic microbiocature separator with apparatus camera. *Bulletin of the Transilvania University of Brasov, Series II: Forestry, Wood Industry, Agricultural Food Engineering*. 2019. Vol. 12 (61). No 1. P. 117–128. <https://doi.org/10.31926/but.fwiafe.2019.12.61.1.10>.

7. Liubchenko I. S., Rogovskii I. L. System engineering of self-propelled sprayers of Ukraine. Actual problems of practice and science and methods of their solution. IV International Scientific and Practical Conference, Milan, Italy, January 28, February 2, 2022: conference abstracts. Milan. 2022. P. 588–594.

УДК 631.004.02

SUITABILITY OF NAVIGATION SYSTEMS OF GRAIN HARVESTING COMBINERS FOR MAINTENANCE

Korkh M. V.

National University of Life and Environmental Science of Ukraine

Combine harvesters have remained a model in the combine harvester market, both rotary and drum-key, for many decades. Today, it has combined its unrivaled two-rotor separation technology with a highly efficient threshing drum of large diameter, which is equipped with its combine harvesters with a drum-key thresher, creating a completely new concept of harvesting. This machine is designed for large crop farms and contracting companies that appreciate high productivity and other advantages of the equipment in which they invest their money, in particular, simple maintenance.

The combine forms a new segment between mid-range drum-key combines and flagship rotary models, similar to its predecessors, the series combine harvesters produced in the 80s of the last century. Hybrid threshing and grain separation system. the best of both technologies.

Technological excellence. The hybrid combine harvester confidently performs its work thanks to the unsurpassed technologies that it has in its equipment. The two-drum threshing system with the time-tested adjustment system of the under-drumming of the threshing drum is combined on it with a

separation system with two rotors with a diameter of 530 mm. This decision made it possible to improve the already excellent quality of grain and straw and increase the operational convenience of the combine, making it as easy as possible to use. In addition, this harvester perfectly copes with harvesting all crops under any working conditions, demonstrating high operational flexibility and reliability.

Analytical analysis of data coming from the telematics system takes place 24/7. When a problem is detected, the system sends warnings to dealers in advance with recommendations for its elimination. Once a potential fault is detected, the dealer can immediately check the availability of the appropriate spare parts and prepare to carry out the necessary maintenance directly in the field at a time convenient for the customer.

The fuel tank with a capacity of 670 liters easily allows you to work a whole working day without refueling the combine. When the need arises, you can easily fill the fuel tank from the convenient level platform for maintenance.

The combine was created with the idea of convenient and simple maintenance in mind. Its basic equipment includes an automatic variator lubrication system and a thresher cleaning system, which are controlled using a monitor. The cleaning system allows you to quickly clean the sieve, drums and under-drums, simplifying the operator's work and saving him time when switching to harvesting another crop. The presence of only four lubrication points speeds up the process of daily maintenance, and a large technological hatch in the upper part of the inclined chamber provides free access to its interior.

To optimize fuel consumption during road crossings, the "Road" cruise control mode is provided, the activation of which automatically reduces the engine speed, which helps to save fuel and reduce the noise level.

The geography of the world's agricultural enterprises is very wide. Accordingly, their territories vary greatly in topography and soil type: some fields have to be accessed via narrow driveways, some have to be worked on steep slopes, and others are prone to compaction. But now you can choose the tire combination that will optimally match your working conditions. Their assortment includes the following main width sizes:

- 680 mm, with which the overall width of the combine will not exceed 3.3 m – the best option for those for whom the dimensions of the machine are critically important.

- 710 mm, which provide a sufficiently large area of contact with the soil and, at the same time, allow you to leave the overall width at an acceptable size – 3.5 m.

- 900 mm for those whose priority is to minimize soil compaction.

References

1. Rogovskii I. L. Algorithmically determine the frequency of recovery of agricultural machinery according to degree of resource's costs. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine. 2020. Vol. 11 (1). P. 155–162. <https://doi.org/10.31548/machenergy.2020.01.155-162>.

2. Zagurskiy O., Pokusa Z., Pokusa F., Titova L., Rogovskii I. Study of efficiency of transport processes of supply chains management under uncertainty. Monograph. Opole: The Academy of Management and Administration in Opole, 2020; ISBN 978-83-66567-13-9; pp. 162.

3. Rogovskii I. L. Consistency ensure the recovery of agricultural machinery according to degree of resource's costs. Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. Kyiv. Ukraine 2019. Vol. 10 (4). P. 145–150. <https://doi.org/10.31548/machenergy.2019.04.145-150>.

4. Myhailovych Y., Rogovskii I., Korobko M., Berezova L. Experimental studies of vibration load of synchronous threaded connections of grain harvester combines. Engineering for Rural Development. 2023. Vol. 22. P. 908–914. <https://doi.org/10.22616/ERDev.2023.22.TF179>.

5. Rogovskii I. L., Hneniuk M. V. Research on losses of technical preparedness of forage harvesters combines by level of seasonal service accumulation. Journal of Physics: Conference Series. 2020. Vol. 1679. P. 042035.

УДК 631.004.02

ELEMENTS OF AUTOMATION OF WORK PROCESSES OF GRAIN LOSS OF GRAIN HARVESTING COMBINES

Myronchuk D. P.

National University of Life and Environmental Science of Ukraine

Element automation production these processes have found wide application in modern agricultural engineering [1]. They are most obviously represented in the design of grain harvesters, which are among the most complex mobile technical means of the agro-industrial complex [2].

The automatic system for monitoring the condition of the main units and the technological process of the combine includes visual and sound signaling units [3]. Their purpose is to convert electrical signals from sensors and system units into visible symbols (pictograms) on the information panel and simultaneously give an intermittent sound signal [4]. These symbols correspond to the assembly unit or unit of the combine where a malfunction has been detected [5].

The combine uses sensors for measuring the rotation speed of the shafts of the working elements, piezoelectric sensors for indicating grain losses (Fig. 1), contactless sensors for turning on the lenixes and the position of the unloading auger (Fig. 2), pressure sensors, temperature sensors, etc. The speed indicator sensors for the working parts allow the speed of the beater drum, cleaning fan, engine crankshaft and other combine units to be determined and displayed on the panel with an accuracy of up to 5% (Table 1).

Table 1

Rotational speeds of the shafts of the combine's working bodies

Controlled working element	Nominal speed, 1/min	Emergency frequency, 1/min	Number of teeth on sprocket
Engine crankshaft speed	1900	more than 2200 me-her 1900	6
Cleaning fan speed	up to 1000	no	6
Speed of rotation of grain auger	382	305	6
Speed of rotation of the auger	352	265	6
Cleaning shaft rotation frequency	265	200	6
Rotation frequency of the IRS drum	3400	2900	1
Rotation frequency of straw walker shaft	199	150	6

Loss indication sensors are installed at the rear of the straw walker keys and under the transport board of the cleaning system (Fig. 1). Figure 2 shows the grain unloading lenix sensors.

The signals from all sensors are converted and fed to the information panel mounted on the right front pillar of the cabin.

The combine harvester circuit includes a lock for engaging the bunker unloading device drive. It prevents power transmission until the unloading auger is in the working position and prohibits the unloading auger from turning until the drive is completely switched off.

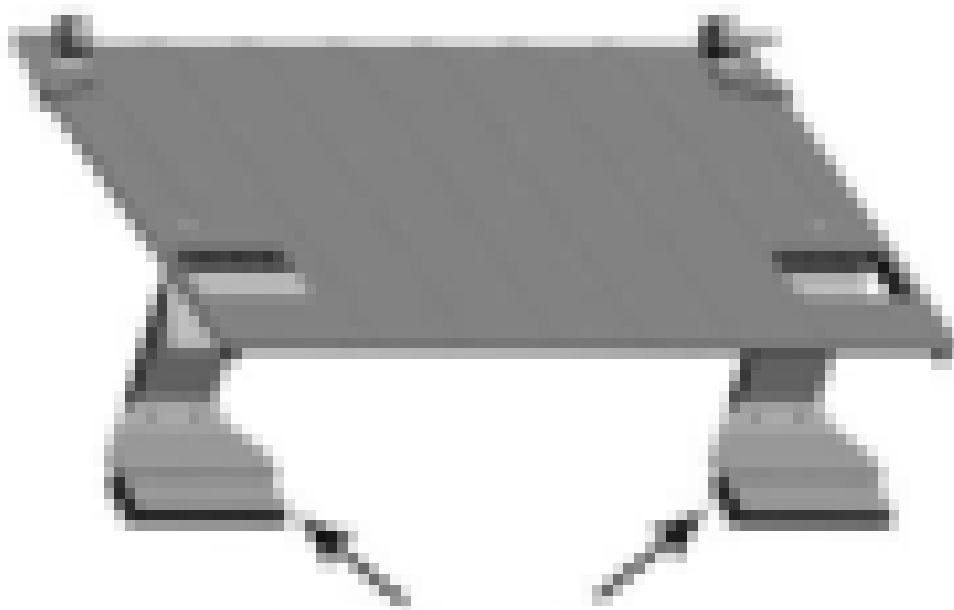


Fig. 1. Grain loss sensors in cleaning

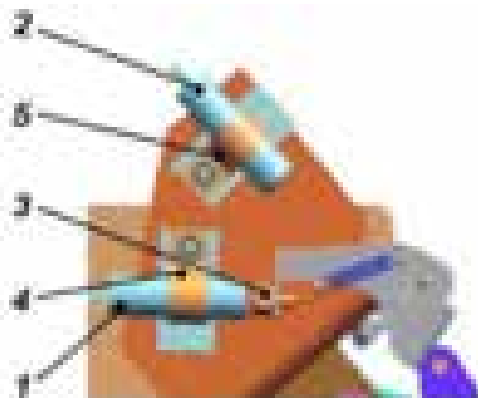


Fig. 2. Unloading auger lenix sensors: 1, 2 – sensors; 3 – magnet holder; 4, 5 – clamps



Fig. 3. Information panel PI-142: a – location of the panel; b – appearance of the panel

For ease of use of the control system, a general failure indicator light is attached to the steering column. When any channel is triggered, it starts to flash.

The sensors also signal when the bunker is full, when the bunker roof is open, when the handbrake is on, when the main hydraulic system oil filter needs to be replaced, etc.

Information panel (hereinafter PI) (Fig. 3) is intended for:

- collecting and processing information about the state of the combine's systems, units and components and displaying these parameters on the screen;
- generation of messages about emergency situations and failures in the form of graphic, text, audio and speech information;
- bycalculation, storage and display of qualitative indicators of combine harvester operation (operating time, distance traveled, harvested area, number of

unloaded bunkers);

- automatic notification of the operator about the need for repairs or routine maintenance of the combine;
- output, at the operator's discretion, of text and graphic information about recommended operating modes and adjustment parameters – adjusting the combine to specific operating conditions;
- recording and long-term storage of information about failures and deviations in the operation of systems with the ability to display this information on a display and transmit it to a peripheral device connected via a USB port;
- displaying on demand a list and details of service centers;
- continuous monitoring of sensor circuits for open circuits and short circuits to the housing and notification when such a failure occurs.

In the “MOVEMENT” mode, the screen constantly displays the signal parameters and pictograms in the form of linear scales: driving speed (km/h); oil pressure in the engine lubrication system (kg/cm²); engine coolant temperature (°C); oil temperature in the hydrostatic transmission (°C); fuel level in the tank.

The screen displays the signal parameters and icons as digital values: engine crankshaft speed (min⁻¹); position of the fuel supply rail when the analysis of this channel is enabled.

When the parameter values go beyond the permissible limits, the icons that conventionally represent this circuit are displayed by flashing, an audio and voice notification is generated, and the icons on the front of the PI are illuminated.

References

1. Rogovskii I. L. Algorithmically determine the frequency of recovery of agricultural machinery according to degree of resource's costs. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine. 2020. Vol. 11 (1). P. 155–162. <https://doi.org/10.31548/machenergy.2020.01.155-162>.
2. Zagurskiy O., Pokusa Z., Pokusa F., Titova L., Rogovskii I. Study of efficiency of transport processes of supply chains management under uncertainty. Monograph. Opole: The Academy of Management and Administration in Opole, 2020; ISBN 978-83-66567-13-9; pp. 162.
3. Rogovskii I. L. Consistency ensure the recovery of agricultural machinery according to degree of resource's costs. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine 2019. Vol. 10 (4). P. 145–150. <https://doi.org/10.31548/machenergy.2019.04.145-150>.
4. Kuzmich I.M., Rogovskii I.L., Titova L.L., Nadtochiy O.V. (2021). Research of passage capacity of combine harvesters depending on agrobiological state of bread mass. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. Vol. 677. P. 052002. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/677/5/052002>.
5. Rogovskii I.L. (2021). Models of formation of engineering management alternatives in methods of increasing grain production in agricultural enterprises. *Machinery and Energetics*. Vol. 12(1). P. 137–146.

6. Rogovskii I.L. (2021). Resource of removal expenses for strong agricultural period of volume of operations. Machinery and Energetics. Vol. 12. Issue 2. P. 123–131. <https://doi.org/10.31548/machenergy2021.02.123>.

7. Rogovskii I.L. (2021). Influence of operating failure of agricultural machines on efficiency of their machine use. Machinery and Energetics. Vol. 12(3). P. 157–166.

УДК 631.004.02

FEATURES OF ADAPTATION TO MACHINE USE OF MODERN SELF-PROPELLED SPRAYERS

Savrak M. B.

National University of Life and Environmental Science of Ukraine

The vast majority of sprayer models of domestic and foreign manufacturers known on the market are characterized by good basic performance characteristics, which make it possible to ensure the proper quality and productivity of spraying [1]. This applies to both self-propelled and towed vehicles [2]. The main thing is to choose a model according to criteria that will ensure really high work efficiency.

We will remind you about the main points of choosing a sprayer. Let's start with the fact that the length of the bar should be calculated so that it is a multiple of the working width of the sowing unit [3]. This will make it possible to conveniently separate machine aisles, avoiding overlaps and loss of time [4]. If this factor is neglected, it will lead to a lot of organizational and agronomic problems (Fig. 1).

A bar that is 36 meters or more is great in terms of performance. However, only if the field is as smooth as a table [5]. If we are talking about work in an area with difficult terrain, then a large width of the boom will cause a lot of inconvenience, including damage to the boom itself. It should also be taken into account that in this case it will be much more difficult for the pump to maintain the given high pressure in the system [6]. Much depends on the effectiveness of the bar stabilization system. No matter how it is done constructively, the main thing is how the bar holds in real working conditions [7]. Therefore, in no case should you rely on the assurances of the seller, and you should definitely look at the car in the field, too on an uneven surface (Fig. 2).

Accordingly, for a small farm with an area of up to 1000-1500 hectares, it will be more appropriate to take a good domestic or inexpensive imported trailer model [8]. After all, the main success factor in plant protection is a systematic, thought-out technology. If it is properly developed and the drugs are chosen

correctly and applied on time, then you can get by with a simple reliable machine without special "bells and whistles". The main thing is that it does not suddenly break and steadily applies the application rate, ensuring a high-quality coating of plants with a working solution [9].



Fig. 1.



Fig. 2.

At the same time, it is extremely important to prepare an effective working solution, not limited to the banal pouring (pouring) of the drug into the tank of the sprayer. The mixers installed in the tank of the machine are far from always able to quickly and efficiently mix the drug with water under conditions of lack of time (Fig. 3).



Fig. 3.

In order for the working solution to affect the plants exactly as indicated on the pesticide canister label, we must adhere to the recommended parameters of hardness, purity and acidity of the water, as well as ensure complete mixing of the drug with water. The first task is solved by adding special drugs to the solution, and as a last resort, ammonium sulfate and citric acid. But the second one is a bit more complicated. Therefore, it is absolutely necessary to check the real capabilities of the mixer in the sprayer tank. How much time does he need to mix the drug with water, obtaining a solution of uniform concentration? If this indicator is unsatisfactory, it is urgently necessary to purchase an additional field tank-mixer with a volume similar to the capacity of the sprayer tank available on the farm. In this case, one portion of the finished solution will be applied on the crops, while the next one will be carefully prepared at the edge of the field.

A number of different factors directly influence the increase in the productivity of the sprayer. So, for example, this is a reduction in the rate of water discharge to the minimum possible. Research in recent years shows that for most drugs, these rates can be reduced by at least 25-50% or more. Where, relatively

speaking, 200 l/ha was applied, 125 and even 100 l/ha will be enough, which leads to a longer duration of machine operation at one gas station.

In any case, we focus on the fact that virtually every modern sprayer model, including Ukrainian machines, provides plus or minus equally high-quality work, provided it is used correctly. This applies both to purely technical aspects and to the training of mechanics to work with it. There is no need to invent anything: it is enough to agree with the seller about high-quality pre-sale service. If for some reason this is not possible, you can find a specialist who, for a reasonable fee, will teach you how to work with this machine most efficiently.

References

1. Rogovskii I. L. Algorithmically determine the frequency of recovery of agricultural machinery according to degree of resource's costs. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine. 2020. Vol. 11 (1). P. 155–162. <https://doi.org/10.31548/machenergy.2020.01.155-162>.
2. Zagurskiy O., Pokusa Z., Pokusa F., Titova L., Rogovskii I. Study of efficiency of transport processes of supply chains management under uncertainty. Monograph. Opole: The Academy of Management and Administration in Opole, 2020; ISBN 978-83-66567-13-9; pp. 162.
3. Rogovskii I. L. Consistency ensure the recovery of agricultural machinery according to degree of resource's costs. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine 2019. Vol. 10 (4). P. 145–150. <https://doi.org/10.31548/machenergy.2019.04.145-150>.
4. Myhailovych Y., Rogovskii I., Korobko M., Berezova L. Experimental studies of vibration load of synchronous threaded connections of grain harvester combines. *Engineering for Rural Development*. 2023. Vol. 22. P. 908–914. <https://doi.org/10.22616/ERDev.2023.22.TF179>.
5. Rogovskii I., Titova L., Trokhaniak V., Trokhaniak O., Stepanenko S. Experimental study on the process of grain cleaning in a pneumatic microbioculture separator with apparatus camera. *Bulletin of the Transilvania University of Brasov, Series II: Forestry, Wood Industry, Agricultural Food Engineering*. 2019. Vol. 12 (61). No 1. P. 117–128. <https://doi.org/10.31926/but.fwiafe.2019.12.61.1.10>.
6. Liubchenko I. S., Rogovskii I. L. System engineering of self-propelled sprayers of Ukraine. Actual problems of practice and science and methods of their solution. IV International Scientific and Practical Conference, Milan, Italy, January 28, February 2, 2022: conference abstracts. Milan. 2022. P. 588–594.
7. Rogovskii I., Titova L., Shatrov R., Bannyi O., Nadtochiy O. Technological effectiveness of machine for digging seedlings in nursery grown on vegetative rootstocks. *Engineering for Rural Development*. 2022. Vol. 21. P. 924–929. <https://doi.org/10.22616/ERDev.2022.21.TF290>.
8. Rogovskii Ivan, Sivak Igor, Shatrov Ruslan, Nadtochiy Oleksandr. Agroengineering studies of tillage and harvesting parameters in soybean

cultivation. Engineering of Rural Development. 2024. Vol. 23. P. 965-970. DOI: 10.22616/ERDev.2024.23.TF195.

9. Yablonskyi P., Rogovskii I., Sobczuk H., Virchenko G., Volokha M., Vorobiov O. (2024). Computational approach to geometric modeling of plow bodies. Journal of Engineering Sciences (Ukraine), Vol. 11(1), 2024, pp. E9–E18. [https://doi.org/10.21272/jes.2024.11\(1\).e2](https://doi.org/10.21272/jes.2024.11(1).e2).

УДК 631.31

ENGINEERING MANAGEMENT OF DIAGNOSTICS OF COMPLEX TECHNICAL SYSTEMS OF VEHICLE

Yevtushenko V. D.

National University of Life and Environmental Science of Ukraine

Currently, diagnostics of the technical condition of the equipment of electric and pumping stations is one of the urgent tasks of improving the reliability of their operation, as well as optimal planning for the repair of the main and auxiliary equipment [1]. One of the components of improving the reliability of the operation of power plants is a system for diagnosing the technical condition of powerful units and their auxiliary equipment [2].

The current state of long-term operated plants requires the use of such diagnostic systems that would make it possible to detect malfunctions in the normal operation of the equipment. This will not only prevent an emergency failure of the equipment, but also ensure optimal planning for the withdrawal of the main and auxiliary equipment of the power plant for repair [3].

The developed program for diagnosing auxiliary equipment of power plants on the example of condition diagnostics is intended for early detection and localization of certain defects and providing recommendations for their elimination in smoke exhausters. The program must provide the issuance of the appropriate protocols. Upon request, protocols of the current state of smoke exhausters, assessment of the quality of repairs and special tests, as well as graphs of retrospective parameter values for a period of time selected by the user [4] should be obtained.

Diagnostics of the technical condition of both the main and auxiliary power equipment of power plants, which include vertical pumps, smoke pumps, blow fans, cooling systems, etc., assumes both the availability of modern technical means of measuring and monitoring the current state of the unit and computer equipment (SVT), and the development of operational diagnostic algorithms and their software implementation [5]. Currently, the software and hardware complex (PTK) of the automated process control system (Automated process control

System) of unit No. 1 of the Talimarjan TPP has been developed and is functioning. During the design, the PTC also included a subsystem for diagnostics of elements of the main (steam boiler, turbine and generator) and auxiliary equipment of the station (generator cooling and ventilation systems, traction mechanisms and vertical pumps, smoke pumps).



Fig. 1. Fragment of the diagnostic algorithm.

Diagnostics of auxiliary equipment in the proposed concept involves the identification of malfunctions as a result of processing operational sensor readings of the standard monitoring system, as well as readings entered manually once a day and processing data based on the results of special tests. The conclusion about the presence of a malfunction is made according to decision-making algorithms with recommendations on further actions of the operational personnel of the station in case of identified defects.

The diagnostic algorithms are constructed in the form of a stepwise logical structure, at the first stage of which the parameters deviated from the normative or reference values, which are commonly called diagnostic signs, are revealed.

Based on the analysis of several (or one) diagnostic signs and, if necessary, some additional conditions, logical decision-making chains such as rules (products) "if ... then ..." are formed. The issuance of messages to operational personnel about suspected malfunctions is accompanied by a list of measures that can ensure their search and elimination. A fragment of the diagnostic algorithm is shown in Fig. 1.

The result of the task of diagnosing any equipment, and, in particular, vertical pumps, at a thermal power plant is the issuance of not only diagnostic messages on the screen and printing for the operating personnel of the station, but also the corresponding regulated documents. Such documents are:

1. Status assessment protocol.
2. Report of special tests.
3. Protocol for assessing the quality of repairs.
4. Graph of parameter values.
5. Protocol of retrospective values of parameters.

The program should ensure the issuance of appropriate protocols. Upon request, protocols of the current state of the smoke pumps, quality assessments of repairs and special tests, as well as graphs of retrospective parameter values for the time period selected by the user should be obtained.

References

1. Rogovskii I. L. Consistency ensure the recovery of agricultural machinery according to degree of resource's costs. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine 2019. Vol. 10 (4). P. 145–150. <https://doi.org/10.31548/machenergy.2019.04.145-150>.
2. Voinalovych O., Hnatiuk O., Rogovskii I., Pokutnii O. Probability of traumatic situations in mechanized processes in agriculture using mathematical apparatus of Markov chain method. *Engineering for Rural Development*. 2019. Vol. 18. P. 563-269. doi:10.22616/ERDev2019.18. N245.
3. Rogovskii I. L. Algorithmically determine the frequency of recovery of agricultural machinery according to degree of resource's costs. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine. 2020. Vol. 11 (1). P. 155–162. <https://doi.org/10.31548/machenergy.2020.01.155-162>.
4. Zagurskiy O., Pokusa Z., Pokusa F., Titova L., Rogovskii I. Study of efficiency of transport processes of supply chains management under uncertainty. Monograph. Opole: The Academy of Management and Administration in Opole, 2020; ISBN 978-83-66567-13-9; pp. 162.
5. Myhailovych Y., Rogovskii I., Korobko M., Berezova L. Experimental studies of vibration load of synchronous threaded connections of grain harvester combines. *Engineering for Rural Development*. 2023. Vol. 22. P. 908–914. <https://doi.org/10.22616/ERDev.2023.22.TF179>.

УДК 631.171

АНАЛІЗ НАЯВНИХ СПОСОБІВ РУХУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ АГРЕГАТІВ ПІД ЧАС ВИРОБНИЦТВА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР

*Дерев'янка Д. А., Борисюк М. А., Заріцький Є. С.
Поліський національний університет*

Обґрунтований вибір способу руху сільськогосподарського агрегату забезпечує меншу довжину холостого шляху, зменшує втрату часу під час руху, заощаджує витрату палива під час виконання технологічної операції.

Провівши аналіз літературних джерел, було з'ясовано, що на виконання основної роботи припадає 40...74 % усієї тривалості робочої зміни (на оранку 66...74 %, висівання 55...64 %, садіння 46...51 %, міжрядний обробіток 50...72 %, збирання зернових 40...70 %, збирання картоплі 39...69 %, внесення мінеральних добрив 39...59 %) [1].

Значна частина часу витрачається на повороти, холості переїзди, переїзди із загінки на загінку та інші переїзди залежно від виконання технологічного процесу.

Спосіб руху обирають виходячи з особливостей технологічного процесу та конструкції машин. Із можливих способів руху обирають той, який забезпечує високу якість роботи, максимальну продуктивність, зручність обслуговування, безпеку роботи [2].

У спеціальній літературі проаналізовано й описано наявні способи руху технологічних агрегатів (рис. 1).

Під час вибору напрямку руху агрегату рекомендується враховувати вимоги до якості обробітку ґрунтового шару, підготовки поверхні поля, загортання насіння. Щоб забезпечити високопродуктивну роботу машин, необхідно передбачити можливість руху агрегату вздовж довгих боків ділянки на підвищеній швидкості, вільного під'їзду до агрегату для розвантаження (завантаження) технологічних ємностей, роботи на схилах без перекидання машин, добирання полеглих хлібів. Крім того, обов'язково беруть до уваги характер попередніх обробітків, рельєф місцевості та напрям панівних вітрів, особливо в районах, де ґрунти схильні до ерозії.

Для коригування способу руху технологічної машини рекомендують враховувати схему освоєння робочої ділянки.

Для виконання технологічної операції відповідно до прийнятого способу руху ділянку поля розбивають на загінки. Іноді для більш раціональної організації роботи сільськогосподарського агрегату всередині загінки виділяють ділянки. На кінцях робочих ділянок для поворотів агрегатів тимчасово виділяють поворотні смуги. Вони відокремлюються

контрольними лініями від решти загінки і слугують орієнтиром для вмикання та вимикання робочих органів машин.

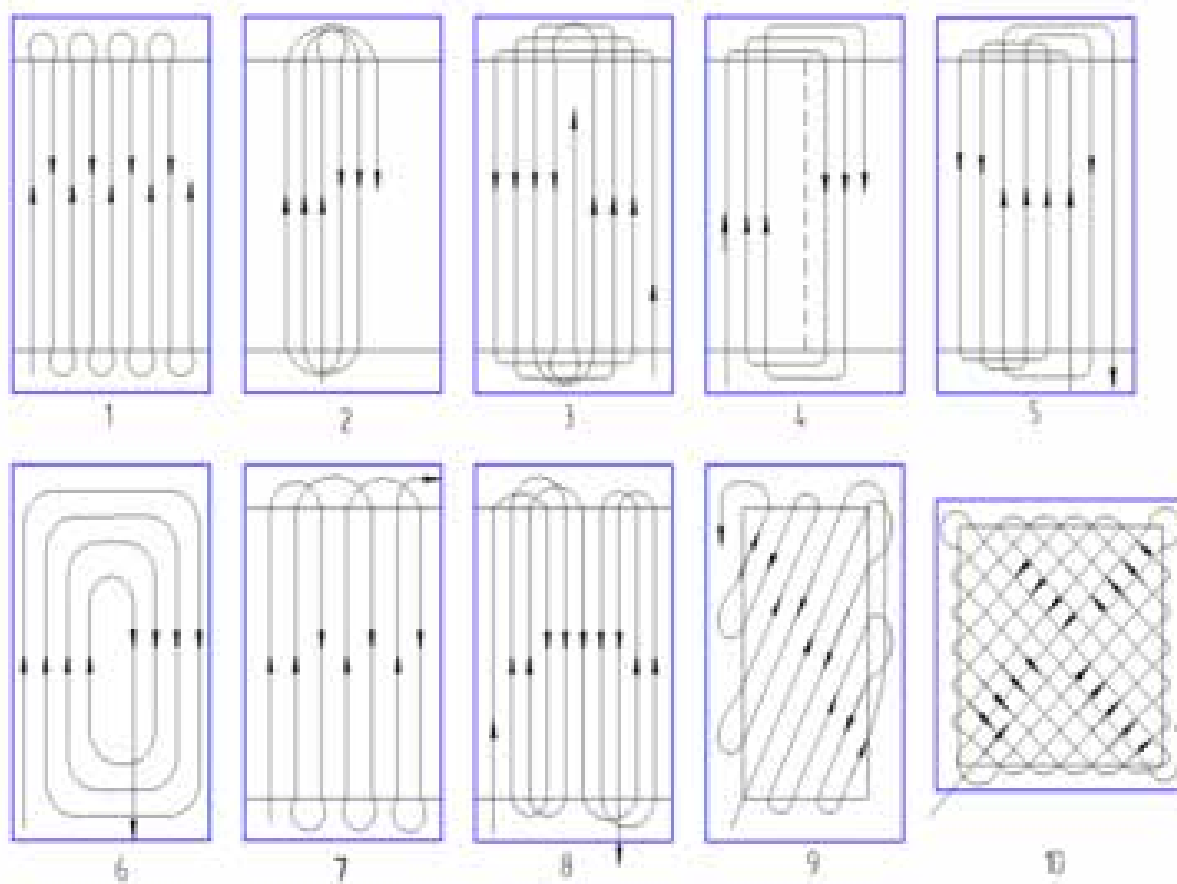


Рис. 1. Основні способи руху агрегатів: 1 – човниковий; 2 – всклад; 3 – врозвал; 4 – перекриття; 5 – комбінований; 6 – круговий; 7 – човниковий однобічний; 8 – просапування; 9 – діагонально-човниковий; 10 – діагонально-перехресний.

Поворотні смуги виділяють тоді, коли не можна виконати повороти агрегату поза оброблюваним полем.

У разі обробітки ділянки у двох перпендикулярних напрямках поворотні смуги виділяють із чотирьох боків, з подальшим їхнім обробіткою круговим способом.

Ширина поворотної смуги для сільськогосподарських агрегатів має бути кратна робочій ширині захвату агрегату.

Гоновий човниковий спосіб руху техніки не потребує розбивки поля на загони. Залежно від виду холостого повороту гоновий спосіб поділяється на петльовий і безпетльовий.

Спосіб руху вважається гоновим петльовим, якщо в процесі обробки загороди відбувається хоча б один петльовий поворот. Назви гонівих петльових способів руху «всклад» і «врозвал» пов'язані з більш частим їх

застосуванням на оранці. Однак ці способи руху можливі й на деяких інших операціях, включно з лушенням стерні та дискуванням, боронуванням, посівом зернових (непросапних) культур. Чергуючи способи руху всклад і врозвал під час оранки, майже вдвічі зменшується кількість звальних гребенів і розвальних борозен. При цьому непарні загони обробляють у напрямку зліва направо всклад, а парні – у зворотному напрямку способом врозвал. Довжина шляху холостих переїздів агрегату з однієї загороди на іншу зменшиться.

Однак вищевказані рекомендації актуальні для обробітку полів правильної (прямокутної) конфігурації, питання обробітку відомими способами руху полів складної геометричної форми залишається відкритим. Для вирішення питання так само необхідно розглянути наявні способи поворотів сільськогосподарських агрегатів.

Список використаних джерел

1. Борак К. В. Комплексний підхід підвищення довговічності та зносостійкості робочих органів ґрунтообробних машин : дис. ... д-ра. техн. наук : 05.05.11. Поліський національний університет, Житомир. 2021. 380.

2. Rogovskii I. L., Borak K. V., Maksimovich E. Yu., Smelik V. A., Voinash S. A., Maksimovich K. Yu., Sokolova V. A. Wear resistance of blade and disc working bodies of tillage tilling machines hardened by electrodes T-series. Journal of Physics. 2020. Vol. 1679. 042084.

3. Rogovskii I.L. (2021). Resource of removal expenses for strong agricultural period of volume of operations. Machinery and Energetics. Vol. 12. Issue 2. P. 123–131. <https://doi.org/10.31548/machenergy2021.02.123>.

УДК 621.45.04

РОЗРОБКА ЕЛЕКТРОННОЇ СИСТЕМИ ВПОРСКУВАННЯ ПАЛИВНОГО АКТИВАТОРА В ПЕРШІЙ ФАЗІ СУМІШОУТВОРЕННЯ

Дерев'янка Д. А., Колеснієв В. О.

Поліський національний університет

Герасимчук Д. В.

Житомирський агротехнічний фаховий коледж

Конструктивно система живлення дизеля з двофазним сумішоутворенням (рис. 1) складається зі штатної паливної системи дизеля та електронної системи впорскування паливного активатора. Своєю чергою, електронна система впорскування паливного активатора (рис. 2) містить

форсунки 1 впорскування активатора, встановлені у впускних каналах 2 дизеля, насос подачі активатора (електробензонасос) 3, мікроконтролерний блок керування (МБУ) 4, джерело живлення 5, датчик 6 витрати пального, датчик 7 моменту впорскування активатора і швидкісного режиму, паливну рампу 11, регулятор тиску 12, бак для активатора 13 і фільтр.

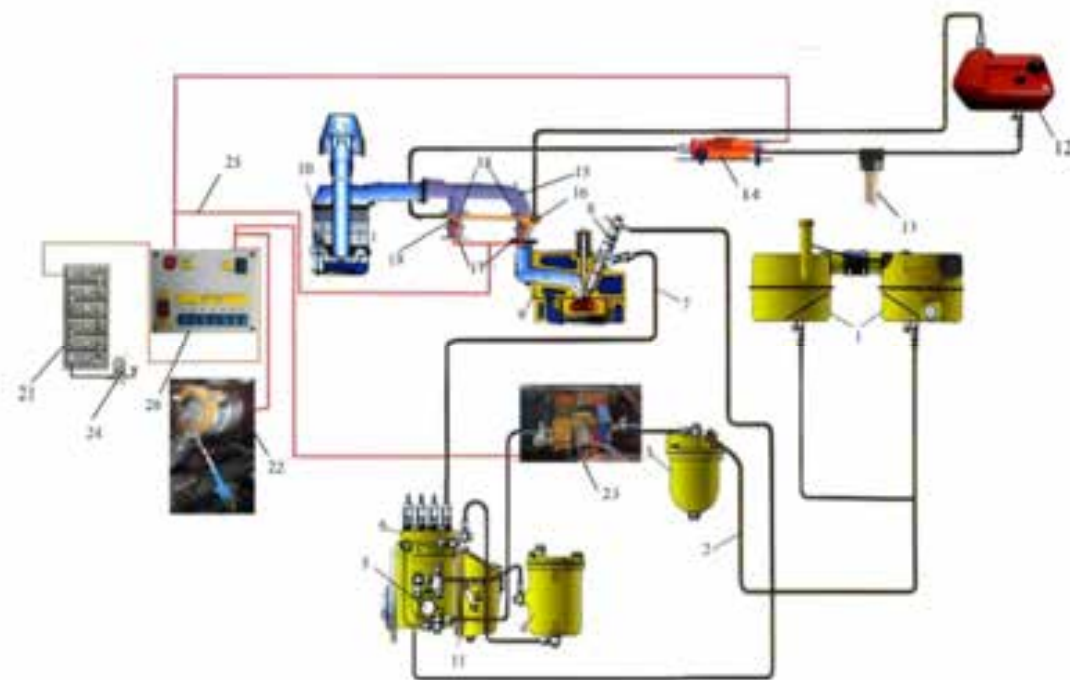


Рис. 1. Схема системи живлення дизеля з двофазним сумішоутворенням у дизелі: 1 – паливний бак основного палива; 2 – всмоктувальний паливопровід; 3 – фільтр-відстійник; 4 – фільтр основного моторного палива; 5 – насос низького тиску; 6 – ПНВТ; 7 – нагнітальний паливопровід; 8 – форсунка впорскування дизельного палива; 9 – головка блока циліндрів; 10 – повітроочисник; 11 – важіль регулятора частоти обертання; 12 – бак для активатора; 13 – фільтр очищення активатора; 14 – насос електричний; 15 – впускний трубопровід; 16 – регулятор тиску; 17 – вставка-подовжувач впускного каналу; 18 – електромагнітна форсунка; 19 – рампа; 20 – мікроконтролерний блок керування; 21 – джерело живлення; 22 – датчик моменту впорскування активатора та швидкісного режиму; 23 – датчик витрати дизельного палива; 24 – вимикач маси; 25 – електричний кабель.

Блок 4, виконаний на базі програмованого мікроконтролера 8, містить двопозиційний перемикач 9, виконаний із можливістю задавати режим роботи мікроконтролеру на забезпечення двох рівнів годинного подавання активатора (10% або 20%) електромагнітною форсункою 1, а також клавіші 10 для введення в програму мікроконтролера коефіцієнта корекції годинного подавання активатора, який обирають із діапазону від 0,7 до 1,3

із кроком 0,1 залежно від в'язкості та густини подаваного активатора. Для візуального контролю заданих коефіцієнтів дози активатора і корекції годинного подавання передбачено індикаційні світлодіоди.

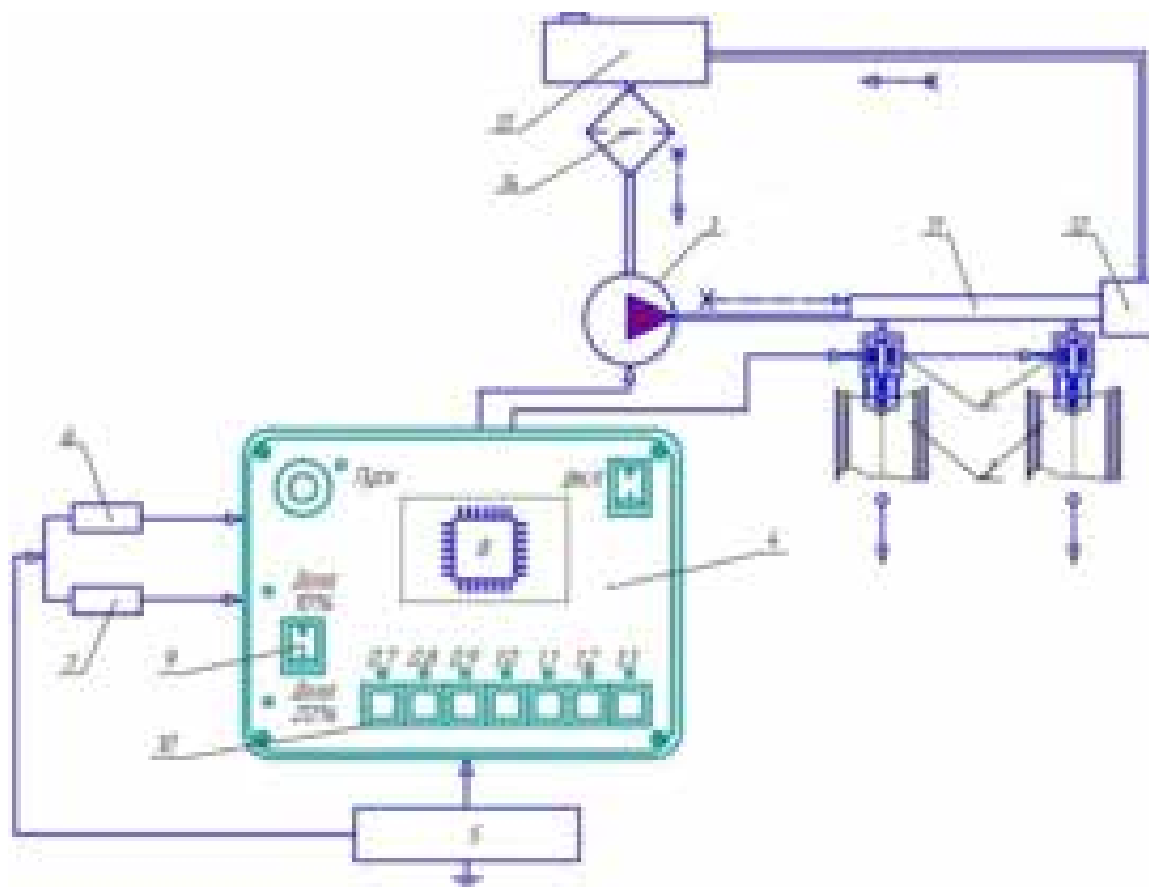


Рис. 2. Функціональна схема електронної системи впорскування паливного активатора (найменування позицій у тексті).

Електромагнітні форсунки встановлюють у вставках-подовжувачах, з'єднаних із гілками штатного впускного трубопроводу дизеля (рис. 3, а).

Датчик витрати палива (перетворювач витрати тахометричного типу від мотор-тестера КИ-5524) використовують як датчик навантажувального режиму дизеля, він слугує для узгодження заданої дози паливного активатора, який подають у 1-й фазі сумішоутворення, та основної дози моторного дизельного палива, яке подають у 2-й фазі.

Датчик встановлюють у лінії низького тиску штатної паливної системи дизеля в розриві паливопроводу між фільтром грубого очищення і паливopідкачувальним насосом. Основними елементами датчика є вертушка, фотовипромінювач і фотоприймач. Вертушка, обертаючись під час протікання паливопроводом палива, перериває потік світла, що падає від фотовипромінювача на фотоприймач, тим частіше, чим вища годинна витрата палива. Таким чином, частота обертання пропелера, пропорційна

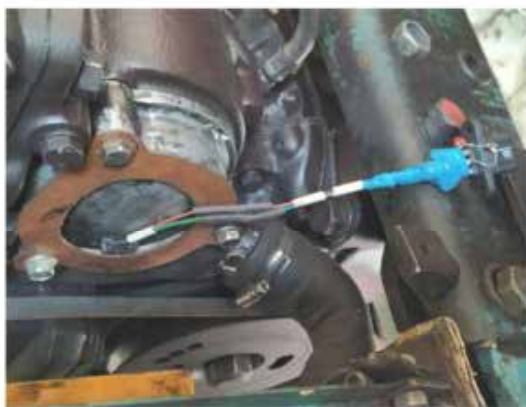
швидкості протікання палива, перетворюється на частоту електричних імпульсів у ланцюзі фотоприймача і надсилається в МБУ.



а)



б)



в)



г)

Рис. 3. Елементи електронної системи розподіленого впорскування активатора: а) модернізований впускний трубопровід дизеля з рампою, електромагнітними форсунками та регулятором тиску; б) датчик масової витрати моторного пального; в) датчик моменту впорскування активатора та швидкісного режиму; г) мікроконтролерний блок керування.

На рис. 4. показано будову МБУ електронної системи впорскування паливного активатора. Основними елементами МБУ є панель керування 1, монтажні плати 3 і 4 цифрової та аналогової частин електричної схеми, програмований мікроконтролер MSP430, CAN-шини 6 і 7, електричний роз'єм 8.

CAN-шина 6 містить налагоджувальний роз'єм, що слугує для під'єднання програматора під час прошивки мікроконтролера 5.

Роз'єм 8 слугує для під'єднання датчиків системи та виконавчих пристроїв (електричного насоса подачі активатора і форсунок впорскування активатора).



Рис. 4. Пристрій мікроконтролерного блока керування: 1 – панель керування; 2 – корпус; 3 – монтажна плата аналогової частини схеми; 4 – монтажна плата цифрової частини схеми; 5 – мікроконтролер MSP430; 6 – CAN-шина роз'єму для налагодження; 7 – CAN-шина панелі керування; 8 – роз'єм для датчиків і виконавчих пристроїв.

Датчик моменту впорскування активатора і швидкісного режиму служить для визначення тактів впуску в циліндрах двигуна для здійснення фазованого впорскування паливного активатора, а також використовується як датчик частоти обертання к.в. дизеля. Основними елементами датчика є неодимовий магніт 3, встановлений радіально на приводній шестерні ПНВТ, що обертається разом із нею, і магнітокерована мікросхема 2 від датчика Холла, нерухомо закріплена на передній кришці 1 ПНВТ.

УДК 629.3.083.4

ТЕОРЕТИЧНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ВІДПОВІДНОСТІ ВІРТУАЛЬНОЇ ТА РЕАЛЬНОЇ ДІЙСНОСТІ ДЛЯ ОЦІНКИ ПРОДУКТИВНОСТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІЧНОЇ ОДИНИЦІ

*Дерев'янка Д. А., Потапчук Т. Ю., Янченко О. О.
Поліський національний університет*

Розроблення системи інформаційного забезпечення технічного обслуговування технічних одиниць комплексної інформаційної системи належить до розряду досить складних і методично мало відпрацьованих завдань інженерної науки. Методичні положення в цьому напрямі здебільшого мають науково-дослідний характер, а для розроблення

пропонованої системи необхідно перейти від них до виробничо-технічних знань.

Ефективність застосування систем інформаційного забезпечення технічного обслуговування технічних засобів визначається не тільки якістю проведених робіт, а й їхньою інтенсивністю.

Вивчення проблеми інтенсивності було розпочато в середині ХХ ст. як складової ефективності обладнання. Тоді було отримано формулу загальної ефективності обладнання:

$$З.Е.Е. = APQ \cdot 100 \%, \quad (1)$$

де З.Е.Е. – загальна ефективність обладнання;

А – доступність до деталей технічної одиниці;

Р – ефективність виконання операцій технічного сервісу;

Q – якість виконаної роботи з ТО технічної одиниці.

При отриманні теоретичної оцінки загальної ефективності обладнання технічного сервісу МЕЗ використовували вираз інтенсивності виконання операцій, тому формулу (1) було перетворено до вигляду:

$$З.Е.Е. = APpQ \cdot 100 \%, \quad (2)$$

де Рр – продуктивність технічної одиниці.

Під інтенсивністю розумітимемо виконання обсягу робіт або кількість операцій технічного сервісу МЕЗ за час обслуговування.

У зв'язку зі специфічними особливостями сільськогосподарського виробництва організація обслуговування сільськогосподарської техніки пов'язана з певними складнощами, пов'язаними з конструкторськими особливостями техніки, її великою різномарочністю, типорозмірністю, особливостями експлуатації та сезонністю роботи. Усе це необхідно враховувати під час дослідження факторів, що дають змогу підвищити ефективність використання техніки та її продуктивність.

Існуючий технічний сервіс потребує постійного вдосконалення, одним із напрямів якого є впровадження інформаційно-цифрового середовища (ІТ). Інформаційне забезпечення та відповідні системи дають змогу вирішити багато важливих завдань для агропромислового та господарського комплексів країни. Зокрема, це стосується досягнення мети підвищення ефективності обладнання технічного сервісу для сільськогосподарської техніки шляхом використання технологій доповненої реальності (AR). AR-технології можуть бути застосовані під час організації технічного обслуговування сільськогосподарської техніки для підвищення її терміну служби, а також під час розроблення тренажерів для навчання. Із впровадженням ІТ-технологій виникає необхідність створення програмного забезпечення для мобільних платформ, адаптованих під AR, що дає змогу підвищити ефективність і скоротити час технічного сервісу МЕЗ в АПК.

У цій системі особливої значущості набуває об'єктивна оцінка якості виконаних робіт. Висока продуктивність кожної технічної одиниці

сільськогосподарської техніки є однією з найважливіших характеристик, тому її збільшення є пріоритетним завданням при підвищенні експлуатаційних показників машини. На цій основі актуальність проведення досліджень, що дають змогу визначити параметри техніки, що експлуатується, та рівень підготовленості професійних кадрів, є важливим етапом розвитку сільськогосподарського виробництва. Необхідність оцінювання продуктивності та інших параметрів у даному випадку пов'язана з упровадженням нових технологій і методів (зокрема, тих, що використовують ІТ і доповнену реальність) у робочий процес проведення технічного обслуговування сільськогосподарських машин. Для сільськогосподарської техніки це становить особливу актуальність у зв'язку з особливими умовами її експлуатації.

Дослідження в цій галузі дадуть змогу знайти оптимальне рішення під час вибору того чи іншого підходу до експлуатації та методу технічної підтримки сільськогосподарської машини, що дасть змогу знизити вплив таких недоліків в організації та проведенні запланованих робіт:

1. Недостатня кваліфікаційна підготовка кадрів, які здійснюють експлуатацію та ремонтно-обслуговувальну дію для конкретної машини, що призводить до вибору неправильного рішення.

2. Низька продуктивність виконання операцій під час роботи машинно-тракторних агрегатів і високі витрати часу на технічне обслуговування.

3. Втрати часу під час вибору правильного рішення.

Серед експлуатаційних показників слід виокремити фактор надійності, який безпосередньо залежить від конструкторських рішень, якості виготовлення на етапі розроблення та виробництва машин, від умов роботи під час експлуатації, якості ремонтно-обслуговувального впливу під час використання та зберігання.

Таким чином, важливим напрямком є підвищення надійності машин завдяки своєчасному та якісному технічному обслуговуванню, ремонту та діагностуванню.

Система технічного обслуговування машин має планово-попереджувальний характер із можливістю заздалегідь визначати оптимальні строки ремонтно-обслуговувальних впливів і необхідні для цього засоби, матеріали та виконавців.

З метою визначення ефективності застосування технологій доповненої реальності під час технічного обслуговування та діагностики несправностей сільськогосподарських машин було побудовано математичну модель цього процесу.

Під час побудови математичної моделі, використовуваної для порівняльного аналізу, враховували такі умови:

1. Прості техніки у зв'язку з несприятливими погодними умовами.

2. Роботи з технічного обслуговування і планового ремонту, що мають планово-попереджувальний характер.

3. Позапланові простої техніки через відмови.

Погодні умови є некерованими факторами, отже, їх необхідно враховувати і пристосовуватися до них.

Планово-попереджувальний характер системи технічного обслуговування дає змогу визначити строки та час проведення робіт, зарезервувати необхідні матеріали та інші виробничі потужності.

У разі виникнення позапланових простоїв важливу роль відіграють ефективність проведення робіт, пов'язаних з діагностикою несправностей, і наявність можливості їх усунення.

Однією з головних проблем під час використання технічної одиниці є підвищення її продуктивності та якості робіт, що, своєю чергою, дасть змогу збільшити З.Е.Е. У даному напрямі досліджено можливість підвищення продуктивності за рахунок зменшення часу технічного обслуговування. Зокрема, за істотного скорочення часу простою машини під час проведення технічного обслуговування зменшується часовий відрізок неробочого стану сільськогосподарської техніки і, як наслідок, збільшується час продуктивного функціонування машини. Розв'язання задачі побудови математичної моделі для порівняльного аналізу спрямоване на визначення ефективності застосування інформаційних технологій.

УДК 621.822.1

АНАЛІЗ ПРИЧИН ВІДМОВ ПІДШИПНИКОВИХ ВУЗЛІВ АВТОТРАНСПОРТНОЇ ТЕХНІКИ

*Грабар І. Г., Середюк В. В.
Поліський національний університет*

Досвід використання автомобільної техніки, численні дослідження проведені в галузі вивчення довговічності та різних експлуатаційних властивостей підшипникових вузлів, свідчать, що зношування або невідповідність лінійних розмірів і геометричної форми посадкових місць нормативним вимогам призводять до порушення скоординованого розташування всіх деталей механізмів. У результаті цього збільшуються статичні та динамічні навантаження на деталі механізмів, підвищується інтенсивність зносу посадочних місць та елементів підшипників кочення великого значення на точність розташування деталей механізмів під час їхньої експлуатації має односторонній характер навантажень, що сприймаються

підшипниками кочення, що призводить до відносної деформації стінок корпусних деталей унаслідок зміни залишкових лінійних напружень.

Водночас зазначається, що зношування посадкового місця підшипникового вузла має в основному правобічну асиметрію, підпорядковується закону розподілу Вейбулла з хорошим узгодженням за критерієм Пірсона.

Згідно з відомими дослідженнями основними причинами зношування посадкових місць підшипників кочення є проворот кілець і фреттинг-корозія.

Фреттинг-корозія є особливим видом зношування номінально нерухомих, сполучених між собою металевих поверхонь, що проявляється в результаті зворотно-поступальних переміщень з певною амплітудою. Причинами переміщення є: вібрація, динамічні навантаження, вигин або скручування деталей, що контактують.

Інтенсивність руйнування сполучених металевих поверхонь під час фреттинг-корозії залежить від фізичних (відносна твердість поверхонь, температура тощо), параметрів зовнішнього механічного впливу (амплітуда відносного зсуву, питоме контактне навантаження, частота коливань, кількість циклів навантаження), а також навколишнього середовища.

Слід зазначити, що результат фреттинг-корозії призводить до значного зниження втомної міцності і, як наслідок, до збільшення зносу сполучених поверхонь за параболічною залежністю.

Згідно з проведеними дослідженнями відомо, «що обсяг матеріалу, що видаляється, можна вважати пропорційним числу циклів навантаження, водночас максимальне спрацьовування контактувальних поверхонь спостерігається за частоти 10...25 Гц, а зі збільшенням понад 25 Гц величина спрацьовування знижується й перебуває на певному рівні».

Зі збільшенням кількості циклів навантаження знос зростає за лінійною залежністю. Знос посадкових місць підшипників кочення значною мірою зумовлює появу зазору між кільцями підшипників і сполученими поверхнями корпусних деталей і валів, що призводить до зниження ресурсу підшипникового вузла.

Згідно з результатами багатьох робіт, виявлено, що «у разі зносу посадкового отвору на 0,05 мм питоме навантаження на зуб шестерні коробки перемикання передач збільшується на 25%, а ресурс знижується в рази. Ці факти підтвердили спостереження за роботою коробок передач, зібраних із нових деталей у невідремонтованому корпусі. Ресурс таких агрегатів становив 30...40% від доремонтного ресурсу нових коробок передач».

Підвищений знос посадкових місць підшипникових вузлів є причиною зменшення плями контакту в зачепленні зубчастих коліс і причиною самовимикання передач. За результатами досліджень показано, «що зношення посадкових місць під підшипники в корпусах коробок передач

становить 0,08...0,18 мм, а овальність і конусність – 0,01...0,03 мм, унаслідок чого до 90% корпусів коробок передач потребують відновлення».

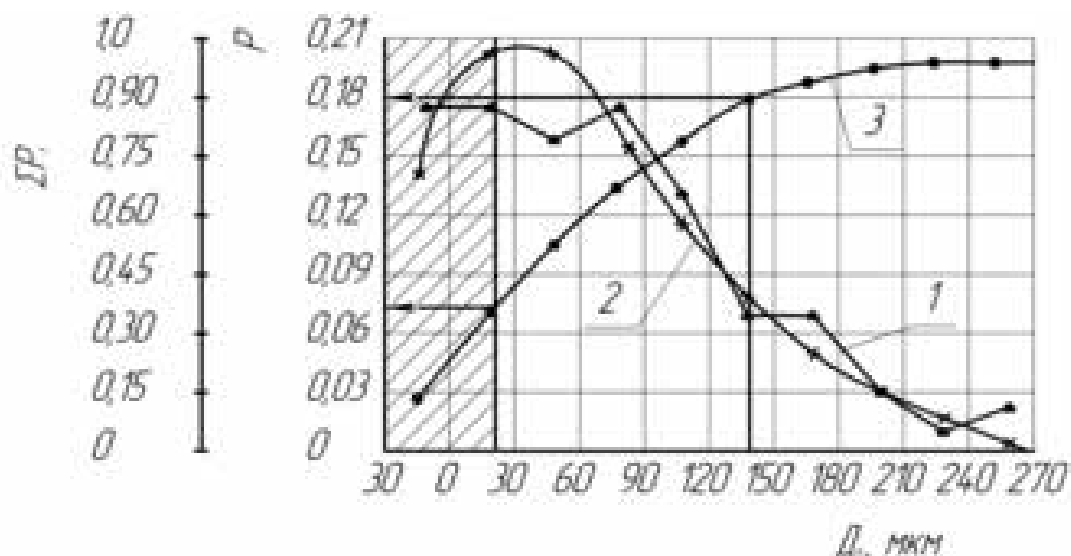


Рис. 1. Криві розподілу зносу посадкових місць підшипників кришок генераторів автомобілів: 1 – полігон розподілу статистичних даних; 2 – диференціальні криві ймовірнісного розподілу; 3 – інтегральна крива ймовірнісного розподілу.

Слід зазначити, що дані, наведені в літературних джерелах, відносяться, в основному, до деталей вузлів трансмісій автомобільної техніки. У літературі відсутні дані про причини ушкоджень, величину і характер зносу посадкових місць підшипникових вузлів агрегатів електрообладнання автомобілів.

У зв'язку з чим проведено аналіз ремонтного фонду і характеру зносу посадкових місць під підшипники кришок генераторів на транспортних підприємствах Житомирської області. Аналіз результатів вимірювань (рис. 1) показав, що найбільша схожість розподілу зносу забезпечується законом розподілу Вейбулла, у якого для всіх партій вимірюваних деталей $P(x^2) > P(0,1)$. Це стало основою для прийняття закону розподілу Вейбулла як теоретичного закону розподілу.

З гістограми розподілу видно, що придатними до подальшої експлуатації є 36% кришок генераторів автомобілів через зношення посадкових місць під підшипники.

Таким чином, підлягають відновленню 64% кришок генераторів автомобілів, відправлених на ремонт (з них 54% мають знос менше 0,12 мм). Максимальний знос становить $\Delta U_{\text{max}} = 0,24$ мм.

УДК 631.17

КРИТЕРІЇ ОЦІНКИ ОБЕРТАЛЬНОСТІ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО АГРЕГАТУ

*Дерев'янка Д. А., Кириєнко О. В.
Поліський національний університет*

Підвищення робочих швидкостей агрегату, зростання енергонасиченості тракторів призводить до зростання знакозмінних зусиль, підвищення динамічної навантаженості МТА і ґрунту, що істотно погіршує його експлуатаційні характеристики, зокрема під час криволінійного руху. Тому необхідною є оцінка обертальності трактора, оскільки без цього неможливо підвищити не тільки якість виконуваної технологічної операції, а й забезпечити безпеку роботи.

Нині запропоновано достатню кількість оціночних критеріїв стійкості та керованості колісних машин, але лише деякі з них можливо використовувати для дослідження зазначених властивостей криволінійного руху МТА.

Загальноприйнятими критеріями для оцінки обертальності трактора є такі:

1. Мінімальний радіус повороту трактора під час криволінійного руху.
2. Граничне значення швидкості зміни кривизни траєкторії.
3. Кількість енергії, витрачена на керування трактором під час його руху по заданій траєкторії.
4. Питома сила тяги, необхідна для виконання повороту.
5. Коефіцієнт використання зчіпної сили рушії.

Параметри, що впливають на критерії обертальності, бувають керованими, на які можливий вплив оператора, і некерованими. До керованих параметрів відносять кут і кутову швидкість повороту керованих коліс, кутову швидкість повороту і швидкість поступального руху трактора, час повороту і шлях, пройдений трактором. Решта параметрів (переважно конструктивні) – некеровані.

На більшість перерахованих вище параметрів можливий вплив оператора, як керівної ланки, тому, щоб його виключити, необхідно вибрати такі критерії обертальності, які відображають тільки конструктивні параметри агрегату.

Запропоновано критерій оцінки статичної обертальності, що є відношенням фактичного і теоретичного радіусів повороту:

$$\frac{1}{U} = \frac{R_{\phi}}{R_m} \quad (1)$$

де R_{ϕ} – фактичний радіус повороту, м; R_m – теоретичний радіус повороту, м.

Однак під час здійснення повороту найважливішими факторами є час, що витрачається на розворот, і зміна при цьому швидкості руху МТА відносно прямолінійної ділянки, оскільки момент опору повороту залежить від кута повороту керованих коліс і швидкості руху трактора. Довжина шляху тих ділянок, які трактор проходить зі змінним радіусом кривизни траєкторії (вхід у поворот, вихід із повороту), і ділянок із постійною кривизною також має бути необхідною складовою показників, що характеризують обертальність трактора.

На основі вищесказаного запропоновано наступний показник поворотності трактора:

$$K_n = \frac{L \times v}{\omega} \quad (2)$$

де L – база трактора, м;

v – швидкість поступального руху трактора, м/с;

ω – кутова швидкість повороту керованих коліс трактора, с^{-1} .

Одним із показників обертальності, що заслуговують також на увагу, у зв'язку з цим є критерій Струхалія, який показує залежність кута повороту агрегату за час проїзду шляху, що дорівнює довжині колісної бази:

$$p = \frac{L \times \Omega}{v} \quad (3)$$

де Ω – кутова швидкість повороту трактора, с^{-1} .

У деяких роботах рекомендується для використання як оцінку обертальності на перехідних ділянках повороту наступний комплексний критерій керованості, що є сукупністю показників (1), (2) і (3):

$$U = \frac{L}{\omega \times R_\phi \times T_\phi} \quad (4)$$

де R_ϕ – миттєвий фактичний радіус повороту, м; T_ϕ – час, необхідний для досягнення даного радіуса повороту, с.

Під час криволінійного руху рекомендується використовувати тягову силу як критерій для оцінки тягової здатності трактора.

Що менша її величина за інших ідентичних умов, то нижчі витрати потужності двигуна трактора, що реалізується на криволінійний рух.

Під час повороту коефіцієнт використання зчіпної сили колеса оцінюється відношенням різниці можливої сили зі зчеплення і сумарної сили, що діє в контакт рушія з опорною поверхнею, до можливої сили тяги зі зчеплення. Що більше значення коефіцієнта використання зчіпної сили, то вищими є можливості трактора до виконання криволінійного руху та меншою є ймовірність втрати керованості й обертальності. Однак, обчислення складових формули для визначення цього коефіцієнта є досить трудомістким процесом, тому, зокрема, для повнішого аналізу енергетичного балансу, у багатьох роботах пропонують наступний метод оцінювання енергетичних властивостей трактора на повороті за величиною питомих енергетичних витрат:

$$E_{\text{пит}} = \frac{M\varphi}{S} \quad (5)$$

де M – провідний момент рушія, $\text{Н}\times\text{м}$;

φ – кут повороту рушія в окружному напрямку на пройденому шляху S (м), рад.

Характер зміни траєкторії кінематичного центру під час криволінійного руху трактора дає досить повне уявлення про стійкість під час повороту трактора. Для оцінки траєкторії повороту рекомендується застосовувати величини ширини (абсциси x) і висоти (ординати y) поворотної смуги, які показують поперечні та поздовжні відхилення МТА, оскільки під час виконання сільськогосподарських операцій поворот необхідно прагнути проводити з мінімально можливим радіусом, що призводить до скорочення площі поворотних смуг, значного зменшення кількості ушкоджених рослин на них та зниження ущільнення й розпилення ґрунту.

УДК 620.92

ЗАПРАВОЧНА БІОГАЗОВА СТАНЦІЯ ДЛЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ

Міненко С. В., Заграбчук І. В.

Поліський національний університет

Герасимчук Д. В.

Житомирський агротехнічний фаховий коледж

Застосування біогазу у вигляді газомоторного палива – це один із перспективних напрямів у питанні забезпечення екологічної безпеки. У КНР, ФРН, Нідерландах, Швеції нині функціонують станції, що здійснюють заправку біогазом (рис. 1).

Основною особливістю відповідних станцій є подача біометану напряму в мережу природного газу зі зберіганням у резервуарах.

Біогазові заправні станції функціонують за таким алгоритмом (рис. 2):

- 1) Надходження біомаси на установку виробництва біогазу.
- 2) Нагрівання біомаси до $158\text{ }^{\circ}\text{C}$ за допомогою водяної пари.
- 3) Розкладання біомаси за температури $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ у метантенку, що є анаеробним і герметичним, протягом 20-40 діб.
- 4) Видалення домішок із біогазу, збагачення його до рівня якості, притаманного природному трубному газу, із вмістом метану до 97 %.
- 5) подача біометану через трубопроводи на установки скраплення для трансформації його в моторне паливо і заправки МЕЗ.

6) Переробка субстрату в добрива.



Рис. 1. Держави, в яких застосовується біогаз для ДВЗ.

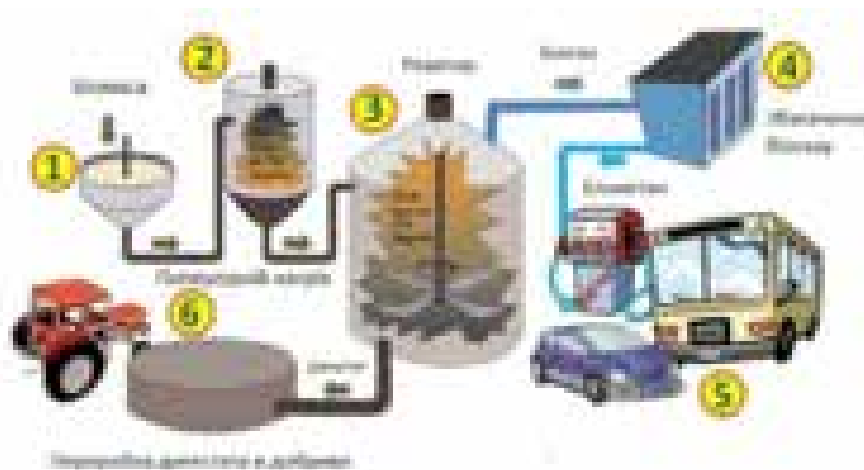


Рис. 2. Алгоритм вироблення біометану.

У кожній із раніше згаданих держав (рис. 1) під час заправки біогазу відбувається збагачення природним газом у рівних частках. Цей процес сприяє зростанню властивих паливу фізико-хімічних характеристик.

Під час збагачення характеристики біогазу доводяться до рівня характеристик, притаманних природному газу, з переважанням у складі метану (понад 80 %). Для того, щоб відокремити вуглекислий газ, біогаз обробляється з використанням моноетаноламіну. Далі проводиться підмішування метану. При зазначеному процесі видаляється сірководень.

Є установки, в яких біогаз очищається за допомогою промивання з використанням води. Цей спосіб дає змогу видалити вуглекислий газ і частково відокремити H_2S з найменшими витратами і без надлишкових зусиль. Вода поглинає вуглекислий газ за наявності тиску близько 1 МПа. Щоб біогаз, що виробляється, забезпечував і підтримував оптимальний тиск у силовій установці, його необхідно ретельно осушити шляхом зниження тиску при точці роси, яка є досить низькою. Регенерація води, насиченої вуглекислим газом, відбувається на відкритому повітрі.

Слід зазначити, що застосування біогазу як додаткового джерела палива дає змогу підвищувати обсяг запасів природного газу (рис. 3).



Рис. 3. Станція заправки біометаном в Індії. Подача біометану здійснюється в колонці № 1, чистого метану – в колонці № 2.



Рис. 4. Біогазова заправна станція: 1 – метантенк; 2 – газгольдер; 3 – водяний затвор; 4 – фільтри; 5 – компресор низького тиску; 6 – ресивер; 7 – компресор високого тиску МСН-10; 8 – балон високого тиску

Поряд із позитивними сторонами, є й такі недоліки:

- біогазові станції заправки мають складну конструкцію;
- ефективність є невисокою – балони заправляються лише до 60% від вихідного об'єму, що зумовлено недостатнім тиском газу в ємностях споживачів
- близько 40% об'єму балонів залишають під мінімальний об'єм. Таким чином, вони дозаправляються до тиску, що є найбільшим, що співвідноситься з найбільшим об'ємом газу;
- для поліпшення якості біогазу додають метан, що тягне за собою додаткові витрати праці та енергії;

- масове спорудження біогазових станцій, доступних для заправлення балонів енергетичних засобів населення моторним паливом, унеможлиблюється з огляду на відсутність біогазових газомагістралей.

З метою дослідження та пошуку шляхів розв'язання вищеназваних проблем створено біогазову заправну станцію (рис. 4).

Технологічну схему заправки газових балонів альтернативним паливом на спорудженій біогазовій заправній станції показано на рис. 4.

Безпідстилковий гній ВРХ завантажується в метантенк. Після того, як з'являється біогаз, що підтримує горіння, він починає накопичуватися в газгольдері з об'ємом 2 м³. Компресор всмоктує біогаз за допомогою очищувального фільтра під час заправки газгольдера. Далі видаляються шкідливі складові - сірководень тощо. Також відбувається видалення парів води.

Забезпечується рівень якості, що відповідає моторному паливу. Далі проводиться завантаження в балони за допомогою компресора високого тиску марки МСН-10. Стиснення здійснюється до 20 МПа.

Фільтр очистки (4) складається з двох ідентичних за конструкцією пристроїв, що відрізняються наповнювачами. Фільтр характеризується порівняно низькою вартістю, доступністю матеріалів і простотою виготовлення (рис. 5).

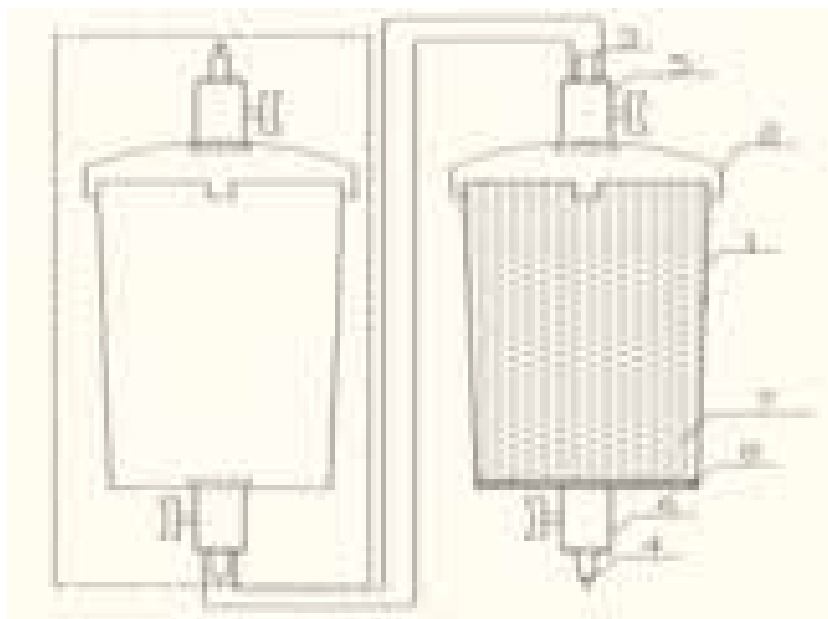


Рис. 5. Фільтри для очищення біогазу: 1 – корпус; 2 – кришка знімна; 3 – штуцер для виходу газу; 4 – штуцер для входу газу; 5 – вентиль вихідного штуцера; 6 – вентиль вхідного штуцера; 7 – цеоліт; 8 – колосникова решітка; 9 – газова магістраль.

Підбір наповнювача для фільтра здійснювати необхідно за допомогою проведення експериментів для кожного окремого випадку.

УДК 539.422.5

ЗНОС ОБЛАДНАННЯ ТА ВИБІР КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ЙОГО УСУНЕННЯ

*Грабар І. Г., Кузнєцов С. А.
Поліський національний університет*

Розвиток виробничого сервісу в різних галузях промисловості ґрунтується на використанні нових матеріалів і обробці прогресивних технологій, зокрема тих, що включають операцію нанесення покриттів.

Захисні покриття дають змогу не тільки отримувати нові властивості виробів завдяки утворенню композицій, що поєднують високу довговічність (зносостійкість, спеціальні властивості) з достатньою надійністю, а й підвищувати експлуатаційну стійкість деталей машин та інструментів, відновлювати зношені поверхні, а отже, знижувати потреби в запасних частинах. За допомогою покриття досягаються особливі властивості робочих поверхонь завдяки оптимізації характеристик експлуатованого виробу. Модифікування поверхні як метод забезпечує значну економію дефіцитних і дорогих легувальних металів, що використовуються для об'ємного легування в традиційних технологіях отримання сплавів зі спеціальними властивостями. Особливо слід підкреслити роль покриттів з метою створення поверхневих композицій для збільшення конструктивної міцності в разі різкої різниці між властивостями основного металу і покриття.

Для оптимізації технологічних процесів нанесення захисних корозійно- і зносостійких покриттів необхідно вдосконалювати наявні та розробляти нові методики оцінки конструктивної міцності матеріалів із покриттями.

Структурний аналіз покриття повинен доповнюватися і підтверджуватися даними вивчення механічних, фізичних та інших властивостей. Своєю чергою це дасть змогу оновити технологію і вивести її на нові пошукові рубежі.

Методи нанесення покриттів широкі та різноманітні. Однак нині, з урахуванням тенденцій технологічного розвитку і потреб ремонтних служб, найперспективнішими слід вважати:

- нанесення покриттів із композиційних матеріалів;
- плазмовий метод нанесення покриттів;
- газодинамічний метод нанесення покриттів.

Раніше було відзначено недоліки другого і третього методів, тоді як нанесення покриттів композиційними матеріалами під час відновлення

устаткування є найпростішим у застосуванні та економічно вигідним методом. Дослідження цього методу і є предметом цього дослідження.

Унаслідок різних видів зносу – абразивного, корозійного, кавітаційного змінюються характеристики обладнання, яке експлуатується, що негативно позначається на його продуктивності та часто призводить до виходу з ладу. Для усунення результатів зносу доцільно детально розглянути його види і вибрати відповідні композиційні матеріали та технології, що забезпечують відновлення обладнання.

Стосовно поставленої задачі слід зазначити, що існує кілька видів абразивного зношування, і всі вони відносяться до механічного, тобто до руйнування і відділення матеріалу від поверхні в результаті механічних впливів. Власне абразивне зношування – це механічне зношування матеріалів, здебільшого під час ріжучої або царапайочої дії твердих частинок, які перебувають у вільному або закріпленому стані. Гідроабразивне зношування – результат дії твердих частинок, зважених у рідині, які переміщаються відносно тіла, що зношується. Ударно-абразивне зношування спостерігається під час динамічного контакту взаємодіючих поверхонь, якщо між ними є частинки, що перевершують за твердістю поверхні індентора і покриття.

Руйнування поверхні відбувається під впливом абразивних матеріалів. Абразивним матеріалом називають мінерал природного або штучного походження, частинки якого (зерна) мають достатню твердість і мають здатність різання (дряпання). До таких частинок належать:

а) нерухомо закріплені тверді зерна, що входять у контакт по дотичній або під невеликим кутом атаки до поверхні деталі (наприклад, шаржування сторонніми твердими частинками, м'яких антифрикційних матеріалів);

б) вільні абразивні частинки, що залучаються в потік газом або рідиною.

в) незакріплені частинки, що входять у контакт із ремонтованою поверхнею деталі (наприклад, абразивні частинки в ґрунті під час експлуатації ґрунтообробних машин, насипні вантажі під час їхнього транспортування спеціалізованими пристроями тощо);

г) вільні частинки в зазорі спряжених деталей.

Абразивному зносу піддаються деталі та вузли гірничих, сільськогосподарських, транспортних, дорожньо-будівельних машин, а також металургійного устаткування, шасі літаків, транспортувальних пристроїв, металорізальних верстатів, труби водяних економайзерів і парових котлів, лопатки газових турбін, робочі колеса і напрямні апарати гідравлічних турбін, труби і насоси земснарядів, бурильне устаткування нафтової та газової промисловості, лопаті димососів, а також, перераховане раніше обладнання та пристрої, що функціонують у системах водо- і теплопостачання.

На процес абразивного зношування впливають агресивність середовища, природа абразивних частинок, ударна взаємодія, властивості поверхонь, що зношуються, нагрівання та інші чинники. Загальним для абразивного зношування є механічний характер руйнування поверхні.

Абразивне зношування спричиняє ґрунт, ґрунт, окисні плівки, закріплені поверхні, продукти зношування, особливо частинки твердих структурних складових, які викришилися, швидкість потоку рідини тощо.

Абразивні частинки можуть мати різну форму і бути по-різному орієнтовані відносно сполученої поверхні. Здатність абразивного зерна вдавлюватися в поверхню залежить не тільки від співвідношення їхніх твердостей, а й від геометричної форми зерна. Так, зерно опуклою поверхнею або гострим ребром може бути вдавлене, навіть без ушкоджень, у плоску поверхню більш твердого тіла. Цим пояснюється зношування металу абразивними частинками з твердістю, меншою за його твердість.

Зношування від абразивних частинок у потоці рідини або газу. За припущення, що середовище неагресивне до поверхні деталі, слід розрізняти два випадки взаємодії абразивних частинок із матеріалом

1. Удар прямий, кут атаки $\alpha = 90^\circ$. Залежно від маси частинок, швидкості їхнього падіння, властивостей абразиву і фізико-механічних властивостей матеріалу деталі виникають пружна деформація, пластична деформація, крихке руйнування, перенаклеп з відділенням матеріалу у вигляді лусочок.

2. Косий удар, $0 < \alpha < 90^\circ$. За кутів атаки, не більших за кут тертя, на характер пошкодження поверхні сильно впливає дотична складова імпульсу та опір матеріалу впливу дотичних сил на поверхню.

Механізм абразивного зношування полімерних матеріалів визначається ступенем їхньої еластичності. У високоеластичний матеріал – гуму, вулкалан, поліуретановий вулканізат тощо – абразивні частинки легко вдавлюються, не спричиняючи пластичної деформації навіть під час глибокого вдавлення. Під час переміщення абразивних частинок поверхнею виникають сили тертя, при цьому частинки, що йдуть попереду, спричиняють стиснення, а позаду неї – розтягнення. При багаторазовому впливі відбудуться мікророзриви поверхні і винесення частинок. Полімерні композиційні матеріали певного складу як покриття здатні протистояти абразивному руйнуванню, бо завдяки підбору наповнювачів можна отримати механічні характеристики, вищі за характеристики абразивного середовища. Тому їх застосування для протидії абразивному зносу становить певний інтерес.

УДК 631.171

РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ЗАЛЕЖНОСТІ ТИСКУ НАДДУВУ У ВПУСКНІЙ МАГІСТРАЛІ ДВИГУНА ВІД НАВАНТАЖЕННЯ НА ТРАКТОР ПІД ЧАС ВИКОНАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ОПЕРАЦІЇ

*Куликівський В. Л., Маринін М. О.
Поліський національний університет*

Для оцінки можливості отримання інформації про енергетичні параметри роботи МТА при виконанні технологічного процесу, проведені виміри тиску наддувочного повітря у впускному колекторі двигуна трактора Versatile 2375. Заміри проводилися під час виконання лущення стерні озимої пшениці (перший прохід) дисковою бороною Challenger Sunflower 1435-29 в агрегаті з трактором Versatile 2375. За еталонний показник брали значення тягового опору, який чинить знаряддя. Значення тиску наддуву і тягового опору реєструвалися синхронно з частотою 20 Гц. Як пристрій реєстрації застосовувалася вимірювальна інформаційна система ІІ-264.

На рис. 1 представлено ділянку діаграм значень вимірюваних показників, гістограми розподілу (рис. 1, 2) і графіки спектральних густин (рис. 3) на режимі заглиблення робочих органів дискової борони та початку сталого виконання технологічного процесу.

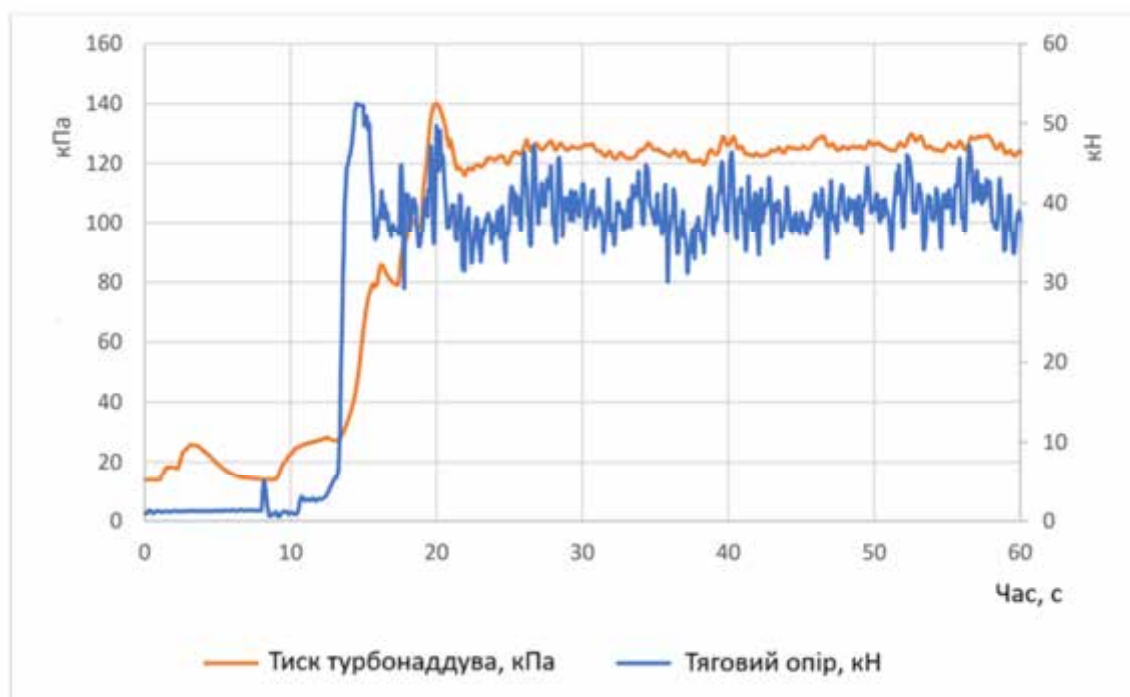


Рис. 1. Діаграми значень тягового опору борони Challenger Sunflower 1435-29 і тиску турбонаддуву двигуна трактора Versatile 2375 на лущенні стерні озимої пшениці.

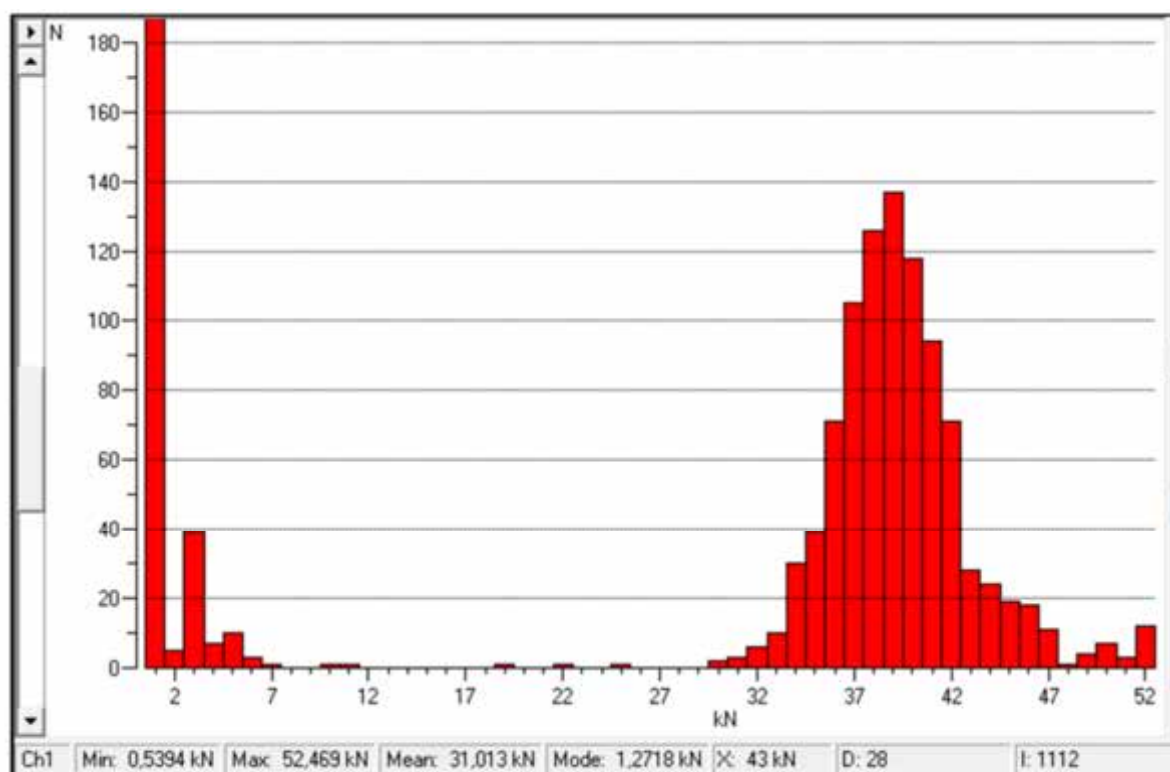


Рис. 2. Гістограма розподілу значень тягового опору борони Challenger Sunflower 1435-29 на луценні стерні озимої пшениці.

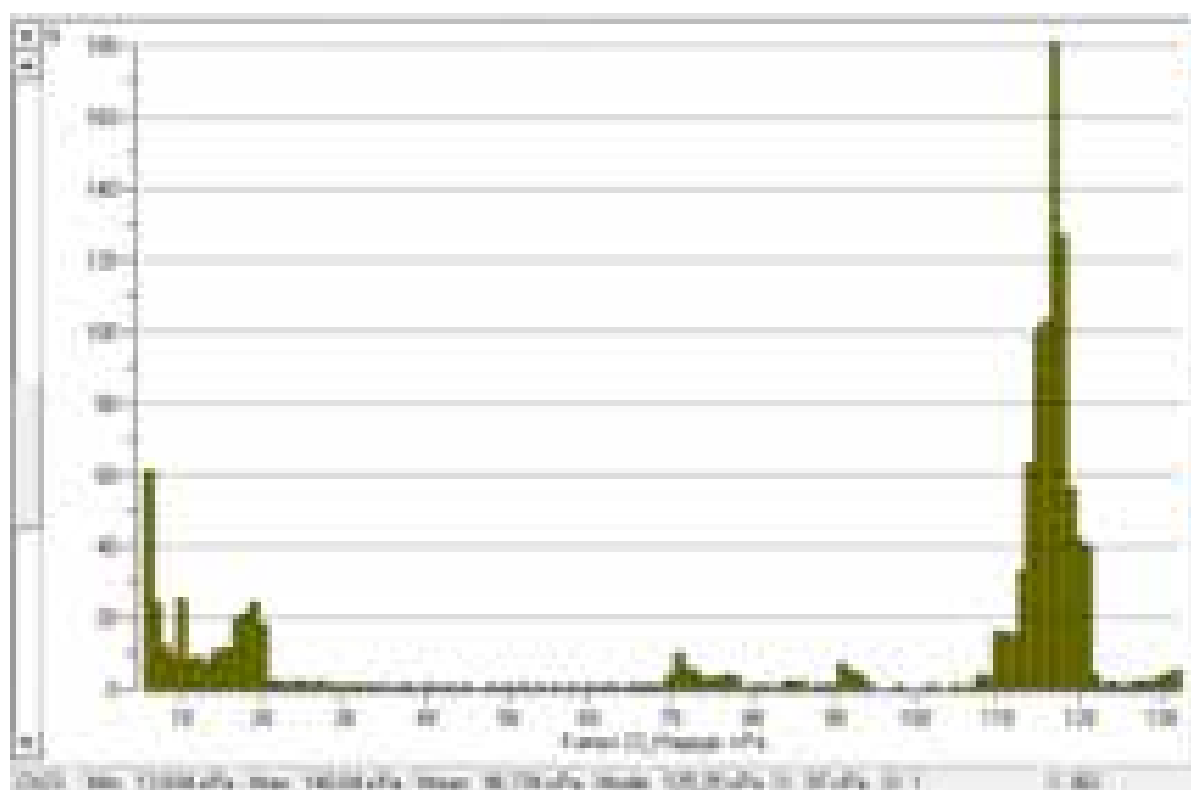


Рис. 3. Гістограма розподілу значень тиску наддуву двигуна трактора Versatile 2375 на луценні стерні озимої пшениці.

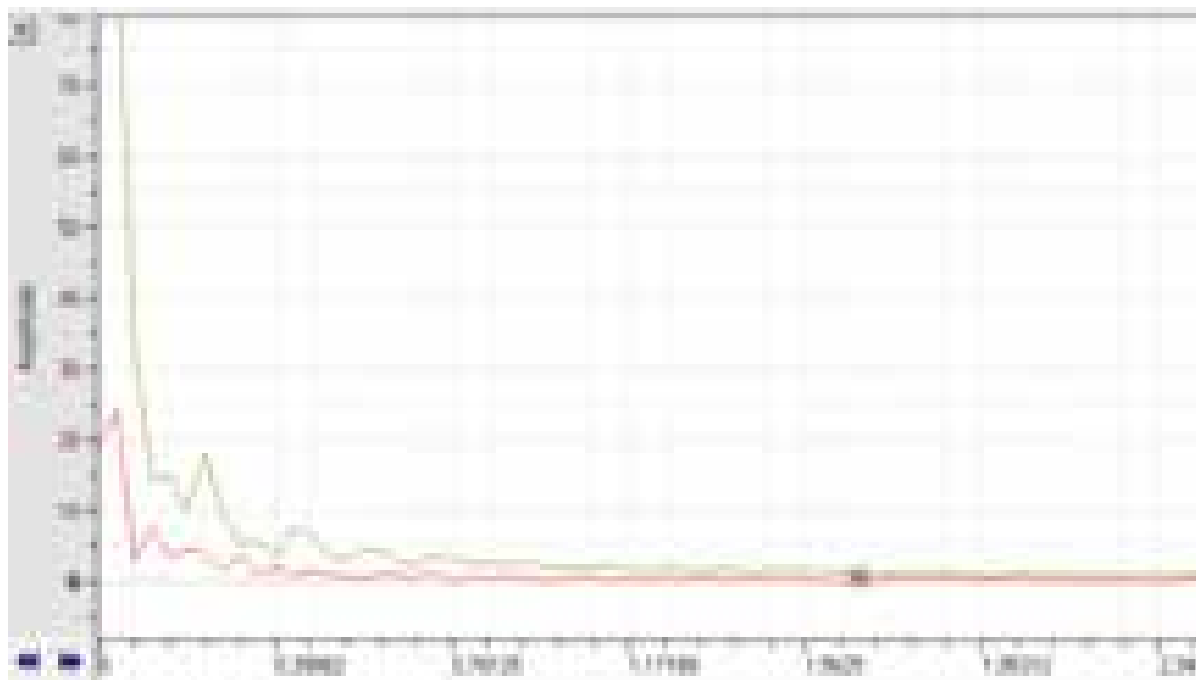


Рис. 4. Спектральні щільності зміни тиску наддуву двигуна трактора Versatile 2375 і тягового опору борони Challenger Sunflower 1435-29 на лущенні стерні озимої пшениці.

У результаті аналізу отриманих даних випливає, що характер зміни значень тиску наддуву досить точно повторює коливання тягового опору, який чинить борона, хоча на режимі заглиблення робочих органів зростання тиску наддуву дещо запізнюється від зростання тягового опору. На сталому режимі роботи, значення тягового опору знаряддя і тиску наддуву трактора підкоряються нормальному закону розподілу.

Спектральний аналіз амплітудно-частотних характеристик тягового опору і тиску наддуву показав, що частота значущих впливів не перевищує 2 Гц. Розрахунок даних, отриманих у результаті дослідження, показав, що коефіцієнт кореляції значень тиску у впускному колекторі та тягового опору знаряддя, на режимі динамічного накидання навантаження під час заглиблення робочих органів, склав 0,895.

Отримані результати свідчать про високий ступінь залежності значення тиску наддуву від тягового опору знаряддя і відповідно навантаження на двигун трактора.

УДК 621.65

МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ПОВЕРХНЕВОГО ШАРУ ЗАХИСНИХ ВТУЛОК ПІСЛЯ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНОГО ПОВЕРХНЕВОГО ЗАГАРТУВАННЯ

*Куликівський В. Л., Орел М. О.
Поліський національний університет*

Після ЕМПЗ проведено вимірювання твердості поверхневого шару зразків переносним твердоміром МЕТ-У1 (рис. 1).

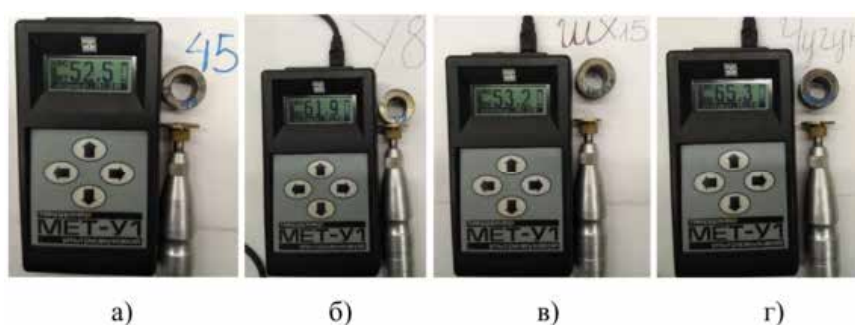


Рис. 1. Твердість поверхневого шару зразків після ЕМПЗ: а – 45; б – У8; в – ШХ15; г – СЧ35

Результати вимірювань показують, що твердість поверхні зразків після ЕМПЗ значно збільшується порівняно з вихідними значеннями: для сталі 45 було 25,7 до ЕМПЗ, стало 52,5 HRC; для сталі У8 було 37,1 до ЕМПЗ, стало 61,9 HRC; для ШХ15 було 25,4 до ЕМПЗ, стало 53,2 HRC; для СЧ35 було 25,9 до ЕМПЗ, стало 65,3 HRC. Це доводить ефективність способу ЕМПЗ. Після ЕМПЗ твердість поверхні збільшилася в 1,7...2,5 рази залежно від марки матеріалу.

Вимірювання мікротвердості по глибині зони зміцнення після ЕМПЗ проводили на мікротвердомірі DuraScan EMCOTEST за методом HV0,1 (табл. 1).

Після ЕМПЗ мікротвердість поверхневого шару сталей збільшилася в 2,6...3,6 рази порівняно з початковими значеннями (рис. 2). Така твердість значно вища за вихідну і становить 700...940 HV залежно від марки матеріалу. Мікротвердість чавуну СЧ35 після ЕМПЗ висока (943 HV), але глибина зміцнення не велика (0,2...0,3 мм). Наприклад, для сталі У8, збільшення мікротвердості на глибині 0,05 мм від поверхні становило в 3,6 рази. Градієнтні шари з підвищеними значеннями мікротвердості спостерігаються на глибині до 1 мм за цих режимів.

З віддаленням від поверхні мікротвердості зменшуються до вихідних значень. Перехідна зона має мікротвердість нижчу, ніж у зоні білого шару.

Це пояснюється наявністю вельми високих температур локального нагріву за великої швидкості охолодження, але недостатньої для загартування цих об'ємів. На рис. 3 представлено відмітки замірів мікротвердості сталі 40Г у різних зонах.

Таблиця 1

Результати вимірювання мікротвердості в поперечному перерізі

Відстань від поверхні, мм	Мікротвердість, HV					
	40Г	40Х	45	У8	ШХ15	СЧ35
0,05	716	735	754	893	777	944
0,2	705	754	766	862	751	738
0,35	694	754	747	847	738	524
0,50	705	792	679	847	662	381
0,65	694	701	701	847	483	386
0,8	255	310	279	554	237	326
0,95	246	287	275	248	243	306

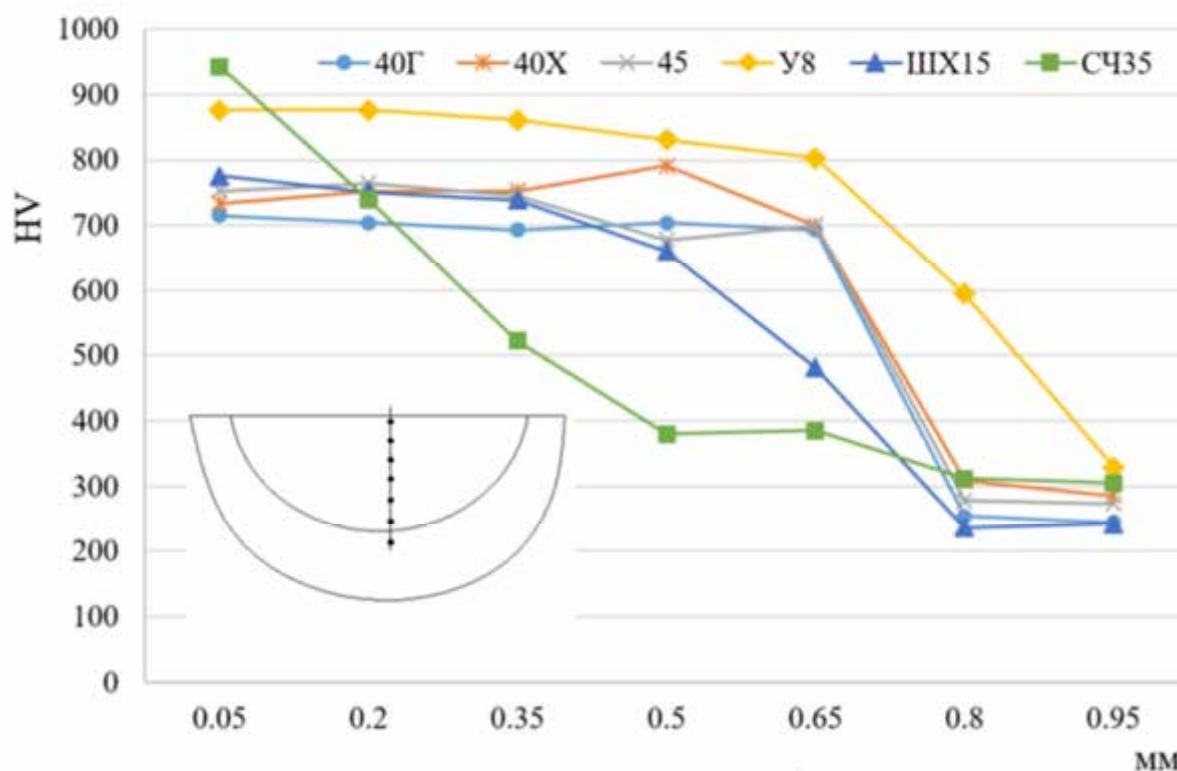


Рис. 2. Мікротвердості зміцнених зон досліджуваних матеріалів за глибиною від поверхні.

Результати мікротвердості уздовж поверхні на глибину 0,15 мм сталі 40Г під час перекриття наведені в табл. 2.

Таблиця 2

Результати замірів мікротвердості вздовж поверхні на глибині 0,15 мм сталі 40Г за перекриття

№ п/п	Відстань, мм	Мікротвердість, HV
1	0,3	632
2	0,5	632
3	0,7	694
4	0,8	694
5	0,9	632
6	1	453
7	1,25	554
8	1,55	632
9	1,85	672
10	2,05	752
11	2,15	694
12	2,25	694
13	2,35	436
14	2,65	562
15	2,95	632
16	3,25	683
17	3,45	765
18	3,55	777
19	3,65	554
20	3,75	405
21	4,05	546
22	4,35	652
23	4,55	652
24	4,65	716
25	4,75	728
26	4,85	410

У разі їхнього перекриття спостерігається чергування повної загартованої зони, часткової загартованої зони і зони самовідпуску (рис. 4).

Хвилеподібна зміна значень мікротвердості пов'язана з особливостями проведення електромеханічної обробки. За необхідності, підібравши відповідні параметри обробки, можна мінімізувати цей ефект.

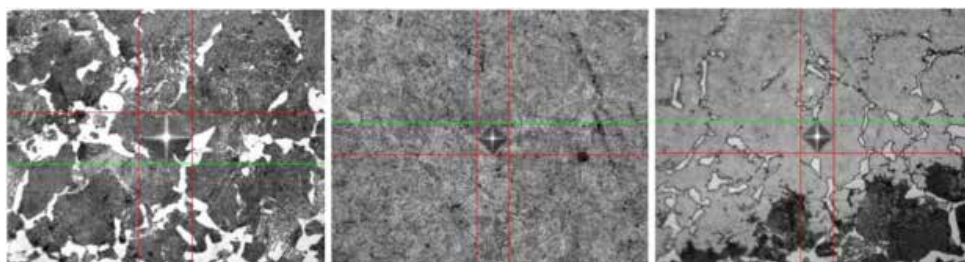


Рис. 3. Відбитки замірів мікротвердості сталі 40Г: а – вихідна, б – зміцнена, в – перехідна.

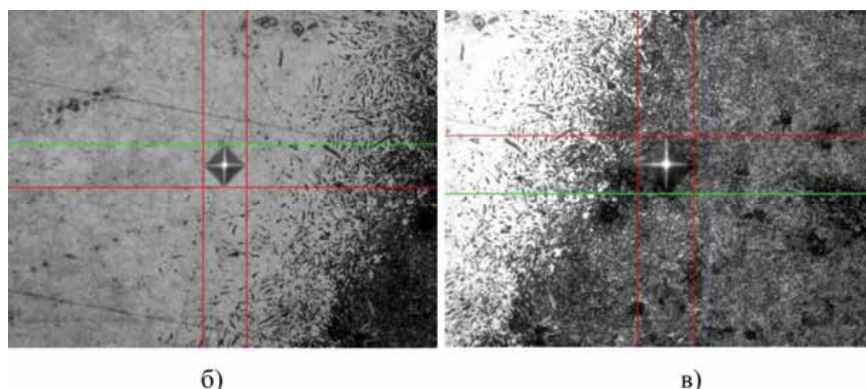


Рис. 4. Відмітки вимірів мікротвердості сталі 40Г під час перекриття: а – зона повного загартування, б – зона загартування із самовідпуском.

Повторне нагрівання попереднього треку під час накладення наступного призводить до відпуску сформованого раніше мартенситу. Ділянка повторного загартування з нагріванням, близьким до максимальної температури нагріву під загартування, під час охолодження на цій ділянці повторно формує мартенсит, який має високу мікротвердість.

УДК 621.436

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДІАГНОСТИКИ ДВЗ

*Грабар І. Г., Мулярчук В. О.
Поліський національний університет*

Оцінка стану ЦПГ за витратою картерних газів також добре досліджений спосіб, який за результатами виміряної витрати газів, що виходять із картера двигуна, дає змогу оцінити ступінь працездатності ЦПГ. Відмінність між пропонованими способами відносяться, в основному, до методів вимірювання витрати.

Методика визначення витрати картерних газів докладно описана в багатьох джерелах і полягає (рис. 1) в під'єднанні до картерного простору б

(наприклад, через маслозаливну горловину 9) газового витратоміра 8. Для забезпечення стабільності вимірювань кількості газів, що пройшли з циліндра 1, їх відкачують із картера 6 за допомогою вакуумного насоса 7 або ежектора 4, встановленого у випускному колекторі 3 після випускного клапана 2, а тиск перед витратоміром 12 підтримують постійним за допомогою регульованого дроселя 7, що контролюють за допомогою п'єзометра 10.

До недоліків викладеного методу слід віднести залежність від теплового стану двигуна, частоти обертання і навантаження, кількості моторного мастила в зоні компресійних кілець, складність локалізації причини несправності, потрібен монтаж системи вимірювання витрати картерних газів, що ускладнює його використання під час роботи двигуна в процесі експлуатації.

На відміну від викладеного способу вимірювання за допомогою витратоміра, запропоновано за швидкістю зміни тиску в картері ДВЗ. Спосіб дає змогу після проводити оцінку витрати картерних газів у процесі експлуатації машини.

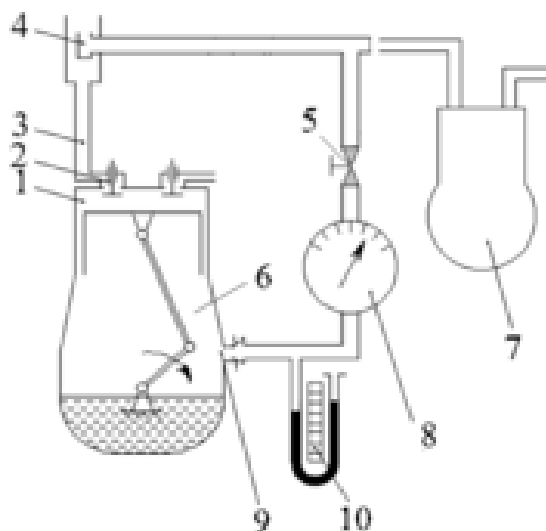


Рис. 1. Схема вимірювання витрати в картер газів.

Для підвищення достовірності способу необхідно враховувати конструктивні особливості ДВЗ і вплив режиму його роботи.

Оцінювання технічного стану ЦПГ за коливаннями тиску в картері ДВЗ ґрунтується на реєстрації датчиком характеру зміни тиску при працюючому двигуні за допомогою діагностичного сканера (Мотортестер MotoDoc III, USB Autoscope IV та ін.). Пропонується застосовувати датчик тиску з діапазоном ± 100 кПа.

Приклад осцилограм пульсацій тиску в картері двигуна, що працює на холостому ходу, показано на рисунку 10. Для справного ДВЗ піки тиску від усіх циліндрів розташовані приблизно на одному рівні (рис. 2, а). Для ДВЗ

з одним несправним циліндром відзначаються піки з підвищеним тиском, що виділяються серед інших (рис. 2, б).

Даний спосіб може використовуватися в процесі експлуатації машини і не вимагає її розбирання для встановлення вимірювальної системи, якщо датчик буде встановлений заздалегідь і задіяний у вимірювальній системі машини. Спосіб дає змогу визначити несправний циліндр у разі синхронізації коливань тиску з кутом повороту колінчастого вала. До недоліків методу можна віднести малу достовірність щодо технічного стану несправного циліндра та наявність високого рівня перешкод під час реєстрації сигналу.

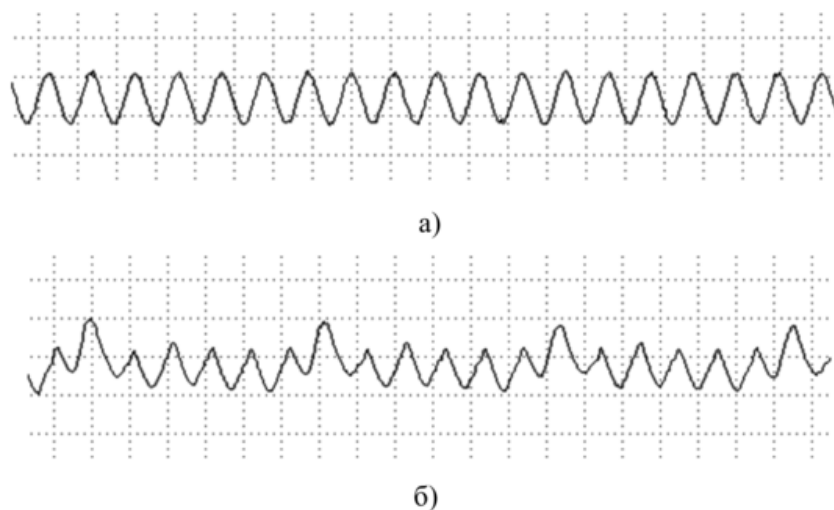


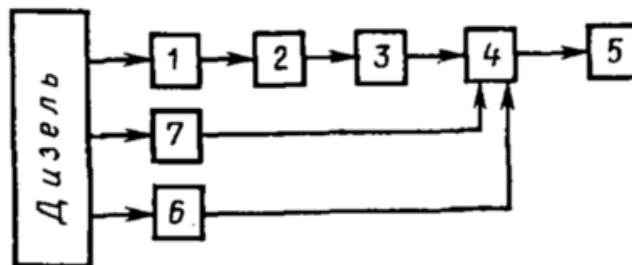
Рис. 2. Приклад коливань тиску в картері ДВЗ а – справний двигун; б – двигун з одним несправним циліндром.

Діагностування рухомих деталей машин може бути реалізовано використанням аналізу віброакустичних процесів і цьому способу присвячено багато робіт, деякі з них знайшли застосування для оцінки технічного стану ЦПГ дизеля. Спосіб потребує спеціалізованого обладнання з реєстрацією процесу вібрації та подальшої розшифровки цього сигналу (рис. 3, а).

Приклад такого сигналу для ДВЗ зі справною і зношеною ЦПГ показано на рис. 3, б, в. Стан ЦПГ оцінюється за амплітудою A_r і тривалістю T_n реєстрованого вібропроцесу.

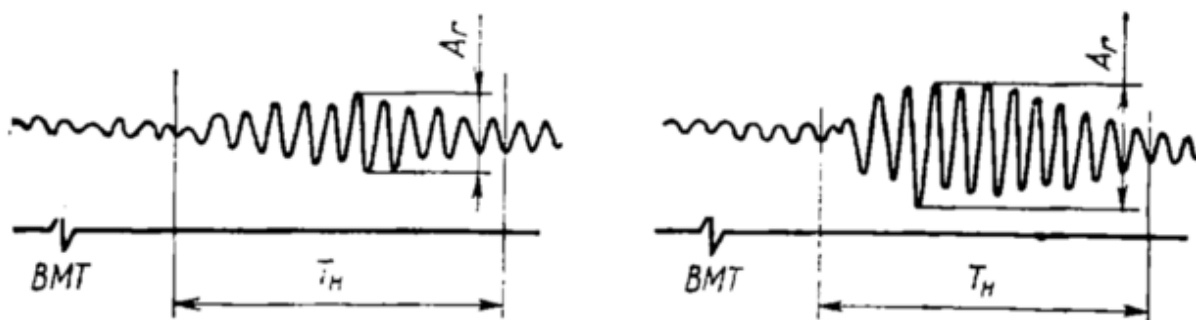
Акселірометр рекомендується закріплювати якомога ближче до циліндра ДВЗ (не далі 50 мм від циліндра) для отримання достатньої якості корисного сигналу. Зазначається, що максимальна інтенсивність корисного сигналу спостерігається в частотному діапазоні 2...4 кГц під час перекидання поршня у ВМТ і вібросигнал має найбільшу інформативність. Однак спосіб не дає змоги з високим ступенем достовірності отримувати інформацію про технічний стан ЦПГ через вплив перешкод, пов'язаних із процесом згоряння.

Перевага способу полягає у відсутності необхідності зупинки машини в процесі перевірки і може використовуватися під час її експлуатації. Однак низька достовірність потребує пошуку рішень щодо алгоритму обробки сигналу з метою підвищення якості оцінки.



1 – акселерометр; 2 – передпідсилювач; 3 – смуговий фільтр; 4 – осцилограф; 5 – реєстратор; 6 – датчик ВМТ; 7 – датчик початку реєстрації.

а)



б)

Рис. 3. Діагностування віброакустичним способом. а – схема використання спеціалізованого обладнання; б – справна ЦПГ; в – зношена ЦПГ.

У багатьох роботах наводиться теоретичне обґрунтування нового методу діагностики циліндропоршньової групи двигунів внутрішнього згоряння за характером зміни тиску картерних газів. Особливість полягає в проведенні вимірювань під час роботи двигуна в динамічному режимі за тимчасового роз'єднання картера з атмосферою.

Сутність ідеї полягає в пропозиції вимірювати не безпосередньо витрату картерних газів, а їхній тиск. При цьому процес вимірювання витрати картерних газів передбачається проводити в період динамічного самонавантаження двигуна з постійно відкритою дросельною заслінкою. Тобто двигун також переводиться в режим динамічного розгону-вибігу методом вимкнення-ввімкнення подачі палива. Крім цього в період розгону двигуна його картер має бути загерметизований від навколишнього середовища. Тиск у картері є діагностичним параметром, пропорційним

кількості газів, що прориваються через ЦПГ і відображатиме величину нещільності циліндропоршнєвої групи.

До недоліку цього методу можна віднести складність забезпечення рівності прискорень обертання вала під час розгону, що є некерованим процесом і знижує достовірність отриманих результатів.

УДК 621.45.04

ВПЛИВ БІОДОБАВОК ІЗ РІПАКОВОЇ ОЛІЇ В ДИЗЕЛЬНЕ ПАЛИВО НА ПРАЦЕЗДАТНІСТЬ ФІЛЬТРІВ

*Грабар І. Г., Дев'ятко Д. А.
Поліський національний університет*

На всій лінії подачі палива основним елементом, що забезпечує працездатність паливної системи, є фільтр тонкої очистки (далі ФТО) палива. Фільтрувальний елемент тонкої очистки палива зобов'язаний забезпечити необхідну точність фільтрації і зберігати тактико-технічні характеристики перепаду тиску до і після фільтра. На підвищене засмічення фільтрів тонкого очищення палива під час роботи на біопаливі вказують багато дослідників.

Тиск до і після фільтрів є одним з основних діагностичних параметрів їхнього стану. Цей параметр вимірювали пристроєм КИ-28140 на номінальній частоті обертання колінчастого вала дизельного двигуна за холостої роботи дизельного двигуна. Залежність перепаду тиску до і після фільтра від вмісту біодобавок ріпакової олії в різних паливних композиціях наведено на рис. 1.

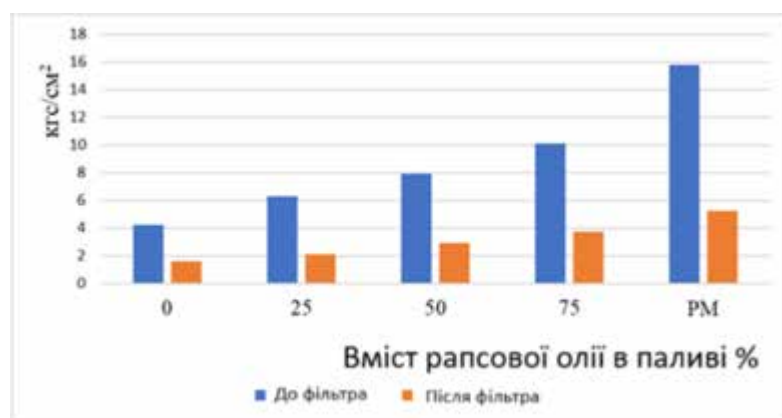


Рис. 1. Результати дослідження залежності тиску до і після фільтра тонкої очистки палива від вмісту ріпакової олії в дизельному паливі.

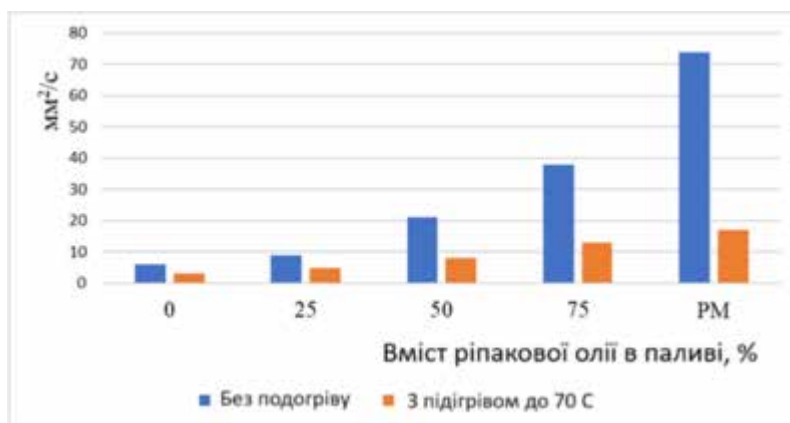


Рис. 2. Залежність в'язкості пального від вмісту ріпакової олії в дизельному паливі.

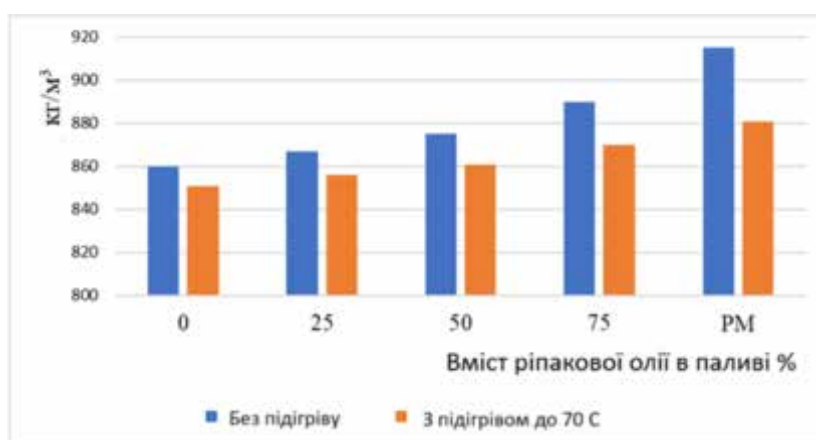


Рис. 3. Залежність густини палива від вмісту ріпакової олії в дизельному паливі.

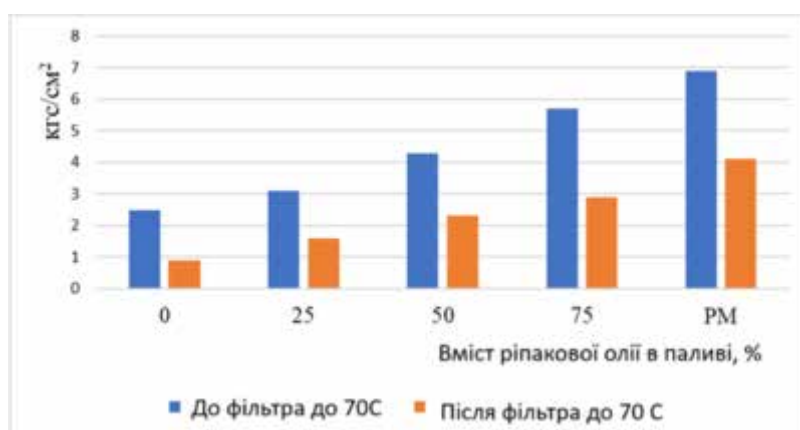


Рис. 4. Залежність тиску до та після фільтра від вмісту біодобавок ріпакової олії в підігрітих паливних композиціях температура підігріву палива до 70°C.

Дослідженням встановлено, що додавання ріпакової олії в дизельному паливі створює додатковий гідравлічний опір. І пов'язано це з підвищенням в'язкості сумішевого палива (рис. 2).

Результати вимірювань густини пального від вмісту ріпакової олії в дизельному паливі представлено на рис. 3.

Залежність перепаду тиску до та після фільтра від вмісту біодобавок ріпакової олії в підігрітих паливних композиціях до 70 °С подано на рис. 4.

Таким чином, у результаті досліджень встановлено, що використання біодобавок (ріпакової олії) в дизельному паливі створює додатковий гідравлічний опір. Підігрівом сумішевого палива можна знизити гідравлічний опір. Перепад тиску збільшується пропорційно збільшенню динамічної в'язкості. Наші дослідження підтвердили це положення.

УДК 631.3:519.6

НАУКОВО-МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ЧИСЕЛЬНОГО МОДЕЛЮВАННЯ МЕХАНІЗОВАНИХ ПРОЦЕСІВ АГРОПРОМИСЛОВОГО ВИРОБНИЦТВА

Алієв Е. Б.

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Сільське господарство, як одна з рушійних сил людського розвитку, є основою для підтримки соціальної стабільності і продовольчої безпеки держави. Необхідність зменшення трудових витрат призвела до механізації і автоматизації технологічних процесів агропромислового виробництва [1]. Так, аграрне машинобудування завжди було важливою галуззю досліджень, і різні технології постійно просувалися та застосовувалися в ній. Системний інжиніринг аграрного машинобудування не можливий без етапу конструкторської підготовки до виробництва, що включає проєктування нових машин і технічних засобів та модернізацію раніше вироблених [2]. У процесі проєктування визначаються теоретичні закономірності технологічних процесів механізованого сільськогосподарського виробництва, їх характер, розробляються конструкції технічних засобів, теорії та методи їх розрахунку, створюються фізико-математичні моделі взаємодії робочих органів із різноманітними багатofазними робочими середовищами тощо.

На сьогодні інжиніринг технічних систем неможливий без використання сучасних методів і програмних засобів чисельного моделювання (CAD/CAE-системи). Не винятком є проєктування машин і засобів механізації сільськогосподарського машинобудування (Agricultural Engineering).

Аналіз світових досліджень і власний науковий досвід чисельного моделювання технологічних процесів агропромислового виробництва дає

змогу стверджувати про можливість застосування різноманітних програмних пакетів (SOLIDWORKS Simulation, Ansys, Rocky DEM, Simcenter STAR-CCM+, Altair EDEM) для симуляції процесів взаємодії робочих органів сільськогосподарських машин із багатофазними робочими середовищами (наприклад, молоко, олія зерно, насіння, зелена маса рослин тощо). Для чисельного моделювання великої різноманітності таких механічних взаємодій (транспортування та дозування, подрібнення та пресування, змішування та сепарація) можливе застосування CAE-системи Simcenter STAR-CCM+ (виробництва Siemens), що ґрунтується на моделях Ейлерової та Лагранжевої багатофазності і відповідних переходів. Особливу увагу мають реалізовані в Simcenter STAR-CCM+ методи об'ємної рідини (Volume of Fluid – VOF) для симуляції руху молока, олії, рідких добрив і метод дискретних елементів (Discrete Element Method – DEM) для симуляції руху комбікорму, зерна, насіння, агрегатів ґрунту тощо. Також при моделюванні процесу руйнування суцільного середовища на менші частинки можна застосовувати модель переходу від Ейлера до Лагранжа (Resolved Eulerian-Lagrangian Transition), яка дозволяє фіксувати розпад рідини з утворенням крапельок, що відокремлюються з вільної поверхні. Ця модель може бути використана при моделюванні процесу обробки ґрунтового середовища різними знаряддями, особливо з активними робочими органами [3, 4].

Тому впровадження в процес проектування сільськогосподарських машин сучасних засобів чисельного моделювання із розробленими відповідними науково-методичними принципами є актуальним завданням, що сприятиме розвитку науки, суспільного прогресу і формування високого рівня продовольчої безпеки України.

Мета досліджень. Підвищення ефективності виконання механізованих процесів агропромислового виробництва шляхом їх попереднього чисельного моделювання у CAE-системах на основі розробленої методики.

Розроблена узагальнена методика проведення чисельного моделювання приведена на рис. 1. Вона включає в себе наступні етапи: концепцію (конструктивно-технологічну схему) технічного засобу (робочого органу); визначення основних геометричних розмірів технічного засобу (робочого органу); створення 3D-моделі технічного засобу (робочого органу) в CAD-системі; визначення фізико-механічних властивостей середовища, з яким взаємодіє технічний засіб (робочий орган); аналіз технологічного процесу; створення моделі в CAE-системі; визначення факторів чисельного моделювання; визначення критеріїв чисельного моделювання; планування чисельного експерименту; проведення моделювання; кореляційний, дисперсійний, регресійний аналізи результатів моделювання; статистичний аналіз адекватності отриманих результатів моделювання.



Рис. 1. Узагальнена методика проведення чисельного моделювання

Висновок. У результаті вже проведених досліджень вирішено ряд задач агропромислового виробництва на основі чисельного моделювання в програмному пакеті Simcenter STAR-CCM+ [1, 4, 5]:

- сепарація насіннєвого матеріалу на аеродинамічному, віброрешітному, вібропневматичному сепараторах;
- переміщення насіння під дією робочого органу блока подачі фотоелектронного сепаратора;
- переміщення насіння у сповільнювачі пневматичної сівалки точного висіву;
- формування псевдозріженого шару в забірній камері гідропневматичного висівного апарата;
- потокове змішування та видача кормосуміші одновальним лопатевим змішувачем;
- сепарація насіннєвого матеріалу дрібнонасінневих культур на циліндричному чарунковому трієрі;
- аеродинамічні процеси в жниварці обчісувального типу;
- змішування компонентів гноє-компостної суміші барабанно-лопатевим робочим органом;
- висів насіння дрібнонасінневих культур селекційною сівалкою;
- переміщення молокоповітряної суміші в доїльному апараті;
- рух двофазного миючого розчину горизонтальною молокопровідною лінією з повітряним інжектором;

- робочий процес ротаційного пластинчастого вакуумного насоса доїльної установки; процес формування експандатів кормів;
- дослідження процесу роботи кавітаційного диспергатора-гомогенізатора;
- взаємодія робочих органів ґрунтообробних машин із ґрунтом.

Список використаних джерел

1. Алієв Е. Б. (2023). Чисельне моделювання процесів агропромислового виробництва: підручник. Київ: Аграрна наука, 340 с. ISBN 978-966-540-584-9. DOI: 10.31073/978-966-540-584-9
2. Aliev E. B., Bandura V. M., Pryshliak V. M., Yaropud V. M., Trukhanska O. O. (2018). Modeling of mechanical and technological processes of the agricultural industry. INMATEH – Agricultural Engineering, 54 (1): 95-104.
3. Simcenter STAR-CCM+ 2021.3. Verification Suite. (2021). 333 p.
4. Simcenter STAR-CCM+. Help. User guide, tutorials, knowledge base, and tech support. (2022).
5. Алієв, Е. Б. (2019). Фізико-математичні моделі процесів прецизійної сепарації насіннєвого матеріалу соняшнику: монографія. Запоріжжя: СТАТУС. 196 с. ISBN 978-617-7759-32-3.

УДК 631.365

MECHANICAL SYSTEMS OF INTENSIFYING GRAIN AND LEGUMES DRYING PROCESSES

Kirchuk R. V.

Lutsk National Technical University

New technologies of agricultural production, the use of high-performance agricultural machinery and changes in the timing of harvesting grain crops requires energy-efficient drying complexes. This is the most energy-consuming and responsible part of grain and leguminous crops post-harvest processing accounting for 50% of all energy consumption.

The search for ways to reduce the cost of the agricultural grain production process always remains a task for researchers and manufacturers of agricultural machinery and equipment.

The analysis of trends in the development of grain dryers of well-known global manufacturers indicates the main directions of their improvement. They are the maximum use of the potential of the drying agent, the use of renewable energy sources for its preparation, the use of high-quality construction materials

in the production of dryers, the unification and application of drying equipment for all agricultural crops [1-3]. In the theoretical analysis and in the mathematical description of drying processes, the research object (drying grain) is formalized as a capillary-porous colloidal body. This body has fixed thermophysical characteristics [4-7]. As a rule, physical and mechanical properties of agricultural materials are not taken into account. This significantly affects the change in the process of their dehydration during post-harvest processing.

To form an effective energy-saving drying technology, mechanical systems for intensification of the drying process should be used. It is necessary to equip drying complexes with such mechanical systems. Since agricultural raw materials have different properties, this mechanical system performs additional operations in the dryer. Namely loosen and mix the grain layer, increase the area of contact of the drying agent with the wet material, direct the flow of the drying agent, etc. The study of such energy-saving technologies is an important task in the production of plant products.

Research results. One of the ways to reduce energy consumption for post-harvest processing is to increase the contact area of the surface of the grain material and the drying agent [8, 9]. For corn, this is done by cutting the cob into pieces (Fig. 1). For legumes, such as soybeans, this effect is achieved by incising the surface of the grain (Fig. 2) before loading it into the dryer.

Research results show that this method of intensification of drying of agricultural materials can reduce drying exposure by 25-30%. It is advisable to use it for drying non-seed, food products.



Fig. 1 Corn cob grinding mechanism



Fig. 2. The mechanism of incising the shell of soybeans

For unstable grain material, the method of intensifying the removal of moisture from the seed material by mixing (Fig. 3 and Fig. 4) and loosening (Fig. 5) its layer during the drying process is expedient [10, 11].



Fig. 3. Grain dryer with a perforated spiral surface in the drying chamber

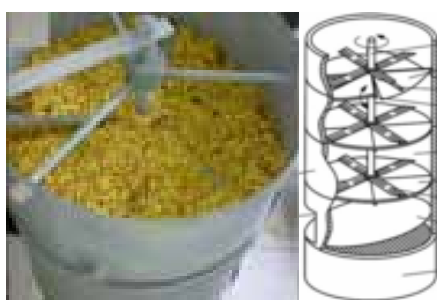


Fig. 4. Dryer with mixing of the material layer

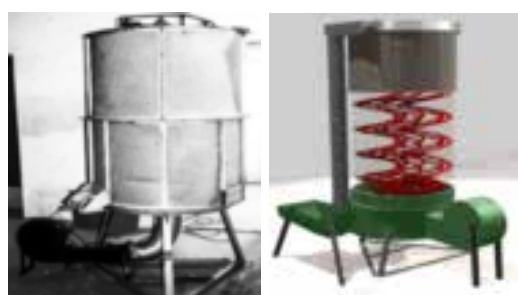


Fig. 5. Grain dryer with spiral activators of the grain layer

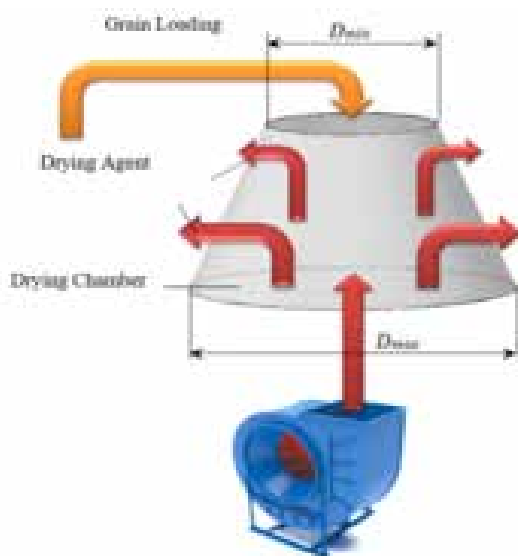


Fig. 6. Functional diagram of a dryer with a conical drying chamber

There is a decrease in the flow rate of the drying agent when moving through a layer of grain material in the drying chamber. This is due to aerodynamic resistance. This leads to a decrease in the volume of the drying agent according to the height of the dryer. To avoid this, the drying chamber should be made in the form of a truncated cone (Fig. 6). As a result, the air flow along the

height of the chamber is equalized due to the change in the radius of the drying chamber.

Conclusion. A significant amount of work on the formation of energy-saving drying technology was carried out by the department of agricultural engineering named after Prof. H. Khailis of Lutsk National Technical University. The result is that for the formation of energy-efficient post-harvest processing of grain and other agricultural plant materials, it is advisable to use mechanical systems for intensification of the drying process.

Reference

1. Kabiru Ayobami Jimoh, Norhashila Hashim, Rosnah Shamsudin, Hasfalina Che Man, Mahirah Jahari, Daniel I. Onwude. Recent Advances in the Drying Process of Grains/ Food Engineering Reviews (2023) 15:548–576. <https://doi.org/10.1007/s12393-023-09333-7>
2. Mina Homayoonfal, Narjes Malekjani. Drying of cereal grains and beans/ Drying Technology in Food Processing. (2023), 459–489. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819895-7.00009-2>
3. Learn About Sukup Manufacturing Co. – Sukup. веб-сайт. URL: <https://www.sukup.com/> (дата звернення: 30.09.2024).
4. STELA - drying technology. веб-сайт. URL: <https://www.stela.de/en/> (дата звернення: 30.09.2024).
5. B. I. Kotov. Modeling and Calculation Power Saving Modes Grain Drying Materials Under Energy Fields. Machinery & Energetics, 11(1), 127–132.
6. V. Didukh, R. Kirchuk, K. Tsiz. Modeling of energy saving methods of soybean drying for oil production / Commission of motorization and energetics in agriculture. – Lublinie, (2015) 15(4), 9–14.
7. Гайвась Б. Математичне моделювання конвективного сушіння матеріалів з урахуванням механотермодифузійних процесів / Фізико-математичне моделювання та інформаційні технології. (2010), №12, 9–37.
8. Панасюк С.Г. Обґрунтування параметрів технологічного процесу сушіння качанів кукурудзи: автореф. дис... канд. техн. наук: 05.05.11 «Машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва» -Вінниця, 2008.- 20 с.
9. Копець К.Є. Розробка та обґрунтування параметрів пристрою підготовки зерен сої до сушіння: автореф. дис. ... канд.техн.наук:05.05.11 «Машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва» - Львів, 2016. -20с.
10. Забродоцька Л.Ю. Обґрунтування технологічного процесу та параметрів сушарки вороху насіння трав: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.05.11 «Машини і засоби механіз. сільськогосподарського виробництва»- Кіровоград, 2012.-22 с.
11. Yashuk A., Kirchuk R. Research of the process of aeration of a layer of bulk material. INMATEH – Agricultural engineering. (2013) 40(2), 73–79.

УДК 614.82:620.191

ВИКОРИСТАННЯ ЗАСОБІВ ДЕФЕКТОСКОПІЧНОГО КОНТРОЛЮ ДЛЯ ОЦІНЕННЯ РИЗИКУ ТРИВАЛОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТРАКТОРІВ

*Войналович О. В., Мотрич М. М., Єременко О. І., Зубок Т. О.
Національний університет біоресурсів і природокористування України*

Задачі діагностування технічного стану машин та прогнозування безаварійності їх подальшої експлуатації тісно пов'язані між собою. Щоб обґрунтувати ресурс безпечної експлуатації машин, потрібно опиратися не лише на міцнісні, надійнісні та економічні показники, а й враховувати базові положення концепції ризику. Разом з термінами «міцність», «ресурс», «надійність» розробники техніки, науковці та експлуатаційники мають оцінювати «безпеку», «ризик» та «захист» працівників. І це має стосуватися не лише важливих і критично важливих виробничих об'єктів економіки, а й машин тривалої експлуатації, зокрема й сільськогосподарського призначення. У цій роботі для оцінення показників ризику і безпеки експлуатації мобільної сільськогосподарської техніки запропоновано застосовувати результати дослідження ступеню накопичення експлуатаційної дефектності в деталях та елементах конструкцій, адже зі збільшенням тривалості експлуатації машини ризик настання аварійних ситуацій через накопичення експлуатаційних дефектів зростає [1].

Згідно з Технічним регламентом безпеки машин у деталях машин потрібно відстежувати відсутність механічних пошкоджень та дефектів, що впливають на безпеку виконання робіт, зокрема й безпеку дорожнього руху [2]. Багато у чому справність мобільної сільськогосподарської техніки визначають експлуатаційні тріщини (дефекти), які зароджуються і поширюються у відповідальних деталях і елементах конструкцій внаслідок корозійно-силового навантажування [3].

У роботі було проаналізовано кінетику накопичення експлуатаційних дефектів у масиві деталей окремих вузлів (систем) тракторів після тривалих термінів експлуатації з року їх виготовлення. Як об'єкт дослідження було вибрано трактори МТЗ-80(82), як однієї з поширених марок в Україні.

Для виявлення тріщин використовували розроблений вихорострумовий дефектоскоп [4], чутливість якого дозволяла виявляти поверхневі тріщини довжиною кілька міліметрів та довші без очищення і підготовки поверхні контрольованих деталей. Це дало змогу дослідити наявність дефектів у великому масиві деталей тракторів різних років виготовлення. Дефектоскопічний контроль проводили під час ремонтів тракторів із розбиранням окремих вузлів.

Щоб конкретизувати об'єкти дефектоскопічного контролю та звужити поле виявлення тріщин, наявні деталі окремих вузлів трактора було виокремлено на кілька категорій: 1) високонапружені деталі з високою ймовірністю зруйнування; 2) деталі, технічний стан яких зумовлено сукупною дією силових чинників з агресивними умовами довкілля; 3) деталі, що зазнають малої пошкоджуваної дії під час експлуатації; 4) деталі, в яких пошкодження можна виявити здебільшого лише візуально (дрібні та неметалеві деталі тощо). У рамках запропонованого методичного підходу не було враховано потенційну тріщинонебезпечність та пошкоджуваність третьої і четвертої категорії деталей: (кріпильних, гумових, неметалевих тощо). На використаному дефектоскопі улаштовано ступеневий перемикач чутливості, що дозволяє під час дефектоскопічного контролю змінювати мінімальний розмір виявлених тріщин у діапазонах відповідно від 3, 5 і 7 мм довжиною (умовно названих малого, середнього і великого розміру залежно від перерізу деталі у місці контролю). Внаслідок такого підходу було побудовано кінетичні залежності накопичення експлуатаційних дефектів у деталях вузлів із зростанням тривалості експлуатації тракторів, а також кінетичні залежності інтенсивності зародження малих тріщин у масиві контрольованих деталей.

Отримані кінетичні залежності виявилися монотонно збільшуваними, для їх описання запропоновано скористатися експоненціальними функціями з огляду щодо максимальної достовірності апроксимування R^2 лініями тренду. Потрібно зазначити, що експоненціальна залежність характерна для закономірностей монотонного накопичення розсіяного втомного пошкодження у зразках конструкційних матеріалів, представленого параметром Херста (H). Це дозволяє використати підходи щодо критеріїв граничного стану лабораторних зразків внаслідок силового навантажування для встановлення граничних термінів експлуатації мобільної сільськогосподарської техніки.

Разом з тим кінетика інтенсивності зародження експлуатаційних тріщин (умовно названих у роботі малими) у масиві деталей тракторів не є монотонною і характеризується максимумом у діапазоні близько 11-13 років експлуатації. Даний термін експлуатації може бути використаний як критерій для припинення експлуатації трактора, проведення дефектоскопічного контролю деталей та замінення дефектних деталей. За такої тривалості експлуатації трактора існує найбільша ймовірність раптового зруйнування вузлів трактора та створення аварійних ситуацій.

Статистичні дані дефектоскопічного контролю можна використати у моделях створення небезпечних ситуацій у вигляді структурних схем (дерев), що передбачають виявлення поєднань зв'язків між базовими та проміжними подіями (помилковими діями працівників; накопиченими протягом експлуатації дефектами, що призводить до відмов техніки; несприятливими зовнішніми впливами виробничого довкілля), що

формують головну подію з певним ризиком травмування працівників чи настання аварійних ситуацій [5].

Як приклад використання логіко-імітаційних моделей у даній роботі було розраховано ймовірності настання травмонебезпечної ситуації внаслідок виникнення та накопичення у деталях ходової системи і системи рульового керування трактора масиву експлуатаційних тріщин.

Для аналізу логіко-імітаційної моделі настання травмонебезпечної ситуації та визначення ризику травмування працівників використано комп'ютерну програму *SAPHIRE*. Для вказаної травмонебезпечної ситуації до переліку ймовірностей базових подій, що відповідають усередненим статистичним показникам виробничого травматизму на механізованих процесах сільського господарства України, було уведено відносну кількість тріщин у загальному масиві досліджених деталей трактора для двох термінів експлуатації тракторів [6].

Зміни показників виробничого ризику для певного елемента логіко-імітаційної моделі небезпечної ситуації показують, що ризик травмування працівників внаслідок накопичення експлуатаційного пошкодження у відповідальних деталях і вузлах трактора збільшується у кілька разів після досягнення критичної щільності експлуатаційних тріщин у деталях ходової системи і системи рульового керування трактора.

Висновок. На відміну від методу експертних оцінок та інших якісних методів оцінення професійного ризику в розробленому кількісному методі оцінення застосовують об'єктивні коефіцієнти, що корелюють зі статистичними показниками виробничого травматизму в аграрній галузі та даними щодо накопичення експлуатаційного пошкодження у загальній сукупності деталей трактора.

Список використаних джерел

1. Аулін В.В., Каліч В.М., Гриньків А.В., Голуб Д.В. Прогнозування залишкового ресурсу агрегатів та систем транспортних засобів сільськогосподарського виробництва за їх технічним станом. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Кропивницький: КНТУ, 2015. Вип. 45. Ч. II. 28-36.
2. Najafi P., Asoodar M. A., Marzban A., Hormozi M. A. Reliability analysis of agricultural machinery: A case study of sugarcane chopper harvester. *AgricEngInt: CIGR Journal*. March, 2015. Vol. 17, No. 1. 158-165.
3. Pisarenko G., Voinalovych O., Rogovskii I., Motrich M. Probability of boundary exhaustion of resources as factor of operational safety for agricultural aggregates. *Proceedings of 18th International Scientific Conference "Engineering for rural development"*. Jelgava, Latvia, 22-24.05.2019. 199-205.
4. Voinalovych A.V., Motrich M.N. Control of the technical state of agricultural aggregates by facilities of fault detection. *Mechanization in agriculture*, Year LXI, Issue 12/2015. Bulgaria. 2015. 29-31.

5. Oleksandr Voinalovych, Leonid Aniskevych, Muhaylo Motruch, Liudmyla Titova. Rationale of acceptable risk of using tractors with operational damage of the responsible parts. 19th International Scientific Conference “Engineering for rural development”, Jelgava, Latvia, 20-22.05.2020. – P. 784-792.

6. Войналович О.В., Мотрич М.М., Тімочко В.О. Обґрунтування прийнятності ризику використання мобільної сільськогосподарської техніки з експлуатаційними пошкодженнями деталей та елементів конструкцій. Machinery & Energetics. Journal of Production Research. Kyiv. Ukraine. 2019. Vol. 10. No 3. 101-108.

УДК 614.82

ОЦІНЕННЯ ІНТЕНСИВНОСТІ НАКОПИЧЕННЯ ДЕФОРМАЦІЙНОГО ПОШКОДЖЕННЯ ПОВЕРХНІ МЕТАЛОКОНСТРУКЦІЇ ЗА ЦИКЛІЧНОГО НАВАНТАЖУВАННЯ НА ВЕЛИКИХ БАЗАХ

Войналович О. В.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Писаренко Г. Г., Майло А. М., Бялонович А. В.

Інститут проблем міцності імені Г.С. Писаренка НАН України

Дослідження інтенсивності накопичування втомного пошкодження в металоконструкції є важливими для оцінювання довговічності та експлуатаційного ресурсу конструкційних елементів. Тривалість докритичного поширення втомної тріщини становить більше половини відносної довговічності металоконструкції, то ж у випадках прогнозування довговічності машин і устаткування тривалого використання врахування стану пошкодженості може суттєво впливати (до 30 %) на результати прогнозування за великих баз навантажування конструкційних сталей та сплавів. Тож актуальним є розроблення методичних підходів для кількісного оцінювання ступеню втомного пошкодження металоконструкцій, зокрема параметрів дискретного деформаційного рельєфу поверхні в інженерній практиці діагностування поверхні елементів конструкції за багатоциклової втоми.

Мікропластичне деформування у формі піків і впадин рельєфу поверхні металоконструкції проявляється в обмеженій кількості локальних об'ємів матеріалу, кількість яких зростає внаслідок тривалості циклічного навантажування, формуючи рельєф незворотних деформацій [1]. Поточний

стан сформованої структури рельєфу поверхні відображає процеси пошкодження матеріалу,

Аналіз еволюції рельєфу поверхні полікристалу на стадіях втоми показує, що макроруйнування є переходом розсіяного руйнування матеріалу від накопичення мікропластичних дефектів до порушення цілісності конструкційного елемента, як це зазначено на діаграмі Такахаші-Кітагави [2]. Накопичення пластичних деформацій на стадії зародження макротріщини досягає критичного стану, який характерний для рельєфу поверхні на стадії переходу від розсіяного пошкодження до зародження макротріщини на поверхні у разі локалізації втоми гетерогенного матеріалу.

За циклічного навантажування мікропластичне деформування конструкційних сталей і сплавів є локально вибіркоким. Особливістю мікрооб'ємів структурних змін поверхні є підвищена чутливість до зовнішнього навантаження, обумовлена концентрацією напруження внаслідок близькості до вільної поверхні металу. Зміни форми рельєфу деформованої поверхні характеризують еволюцію фізико-механічних властивостей матеріалу за втоми [3].

Накопичення непружних деформацій на поверхні конструкційного матеріалу дозволяє застосувати оптико-комп'ютерні засоби для прямого оцінення кінетики характеристик локального деформування поверхневого шару металоконструкції [4].

Мета досліджень. Визначення взаємозв'язку статистичних параметрів спеклограм рельєфу zdeформованої поверхні та еволюції дискретних деформацій поверхні конструкційних металевих матеріалів на стадіях багаточислової втоми.

У даній роботі згідно з методом подвійного віддзеркалення когерентного проміння мікрорельєф смуг ковзання, сформований на поверхні зразків, у проміжках припинення їх циклічного навантажування освітлювали когерентним промінням, а у напрямку відбитого від поверхні проміння на світлодіодній матриці реєстрували спеклограми (поля віртуальних спеклів) з дискретним розподілом яскравості (рис. 1). Аналіз структури спеклограм дозволяє кількісно оцінити ступінь накопичення дефектів поверхні зразка [5].

Для аналізу кореляційних характеристик спеклструктури було застосовано методичні підходи згідно з вимогами ISO 25178, а для аналізу цифрових спеклінтерферометричних зображень поверхні зразків було використано програми цифрового оброблення просторових зображень «WSxM». Отримані результати дозволили проаналізувати закономірності еволюції накопичення площ та об'ємів локальних максимумів та мінімумів у досліджуваних діапазонах циклів навантаження та амплітуд циклічних напружень.

Контурні топографи спеклограм, що відображають відносне змінення площі піків та впадин рельєфу поверхні зразка на різних стадіях циклічного навантажування представлено на рис. 1.

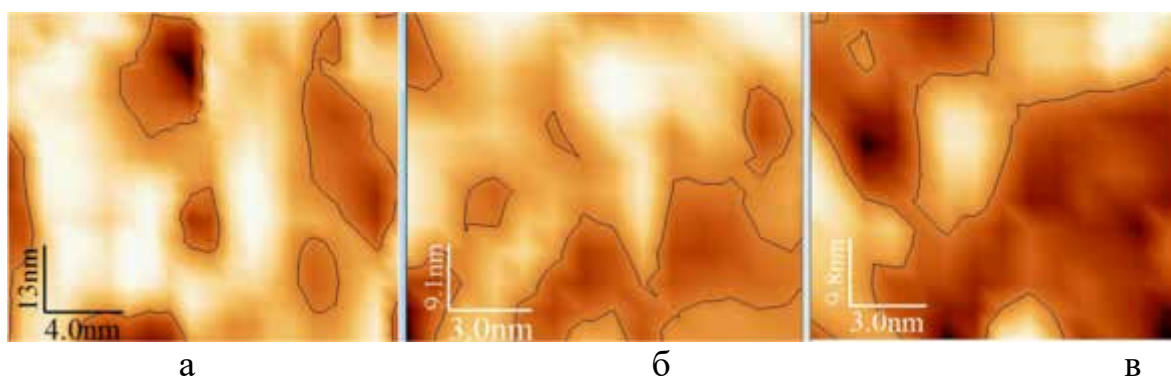


Рис. 1. Спеклові зображення поверхні зразка за різної кількості циклів навантажування з позначенням ліній контуру рельєфу однакових амплітуд (світла зона відповідає зоні піків рельєфу, а темна зона – зоні впадин рельєфу; площу світлої зони S оцінено у відсотках щодо загальної вибірки спеклів): а – 10^3 цикл, $S = 72,9 \%$; б – 10^5 цикл, $S = 70,7 \%$; в – 10^6 цикл, $S = 39,31 \%$

Виконаний аналіз показав, що відношення загальної площі зображення окремих елементів на спеклограмі до площі одиничного елемента спеклограми можна розглядати, як топографічну характеристику структури деформаційних дефектів поверхневого шару матеріал за втоми, з чого випливає, що відношення площі рельєфу деформованої поверхні елементів зображення до площі спеклів генеральної вибірки визначає поточний стан накопиченої деформації, що є визначальним для оцінення втомного пошкодження на стадії локального руйнування полікристала [6].

Було отримано експериментальні ознаки того, що локальному руйнуванню металу за циклічного навантаження передують накопичення мікропластичних деформацій поверхневого шару на стадії розсіяного руйнування за пружно-пластичного деформування. Це узгоджується з тим, що загальною ознакою розвитку руйнування за механічного навантаження, незалежно від його виду, є вичерпання пластичних властивостей металу в локальній зоні зародження макротріщини на поверхні металоконструкції за динамічного і статичного навантаження.

Висновки. Розроблено метод безконтактного оцінювання деформаційних характеристик у поточному режимі експлуатації металоконструкції, що корелюють з параметрами втомного пошкодження металу. Аналіз послідовності кореляційних характеристик деформаційних дефектів поверхні виявив кореляційну залежність параметрів розподілу дискретних параметрів рельєфу деформованої поверхні від амплітуд деформації в діапазоні реалізованого коефіцієнта навантаженості.

Встановлено, що швидкість збільшення площі zdeформованої поверхні монотонно зростає в діапазоні досліджених кількості циклів і амплітуди циклічного навантажування,

Список використаних джерел

1. Natālija Bulaha, Jānis Rudzītis, Jānis Lungevičs, Oskars Liniņš, Juris Krizbergs. Research of Surface Roughness Anisotropy. Latvian Journal of Physics and Technical Sciences. 2017. Vol. 54. Is. 2. 46-54.
2. Suhartono H.A., Kirman K., Prawoto Y. On the influence of the initial shear damage to the cyclic deformation and damage mechanism. Metals. 2022. 12(7). 1-24.
3. Pogrebniak A., Kasperska V. Fatigue resistance of metal construction materials and its relationship with changes in the state of thin surface layers. Mechanics and Advanced Technologies. 2022. 6(2). 143-150.
4. Georgy Pysarenko, Oleksandr Voynalovych, Andriy Mailo, Stepan Pysarenko. A methodical approach to determining the damage characteristics of cyclically loaded samples of metal structures. Machinery & Energetics, 2022. Vol. 13. No. 4. 28-37.
5. G. Pysarenko, O. Voynalovich, A. Maylo, S. Pysarenko. Deformation defects of the structural material as a factor of life aging. Procedia Structural Integrity. 1st Virtual International Conference «In service Damage of Materials: Diagnostics and Prediction». 2022. Vol. 36. 30-35.
6. Писаренко Г.Г., Бялонович А.В., Матохнюк Л.Є., Войналович О.В., Лиманський І.В., Гопкало О.Є., Майло А.М. Кореляційні характеристики деформаційного рельєфу алюмінієвого сплаву за багатоциклової втоми. Проблеми міцності. 2024. № 1. 1-10.

УДК 531.43: 621.879.3

ОСОБЛИВОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТРИБОСИСТЕМИ «ЗУБ КОВША ЕКСКАВАТОРА – ҐРУНТ»

Борак К. В.

Житомирський агротехнічний фаховий коледж

Умінський О. В., Сидорчук-Шмідт С. Д.

Поліський національний університет

Всі сучасні технічні системи мають в своєму складі рухомі спряження деталей, які утворюють вузли тертя різного типу. В науці трибологія прийнято називати вузли тертя – трибосистемами. Взаємодія деталей при відносному переміщенні в трибосистемі, під час роботи машини,

супроводжується складними механічними, фізичними, хімічними, магнітними, біологічними та електричними процесами. Всі ці процеси призводять до зміни характеристик матеріалу елементів трибосистеми та суттєво впливають на її надійність і відповідно машини загалом. Для пошуку шляхів підвищення надійності трибосистеми необхідно всебічно розглянути процеси, які протікають в процесі її функціонування. Експериментально дослідити процеси та явища, які протікають в трибосистемах доволі складно, тому для зручності та ефективності слід застосовувати системний підхід (системний аналіз) до вивчення трибосистем із застосуванням фізико-математичних методів моделювання. Застосування системного аналізу дозволяє визначити внутрішні зв'язки, вхідні та вихідні параметри при реалізації мети функціонування трибосистеми.

В загальному випадку трибосистему «зуб ковша екскаватора – ґрунт» можна представлено на рис. 1.

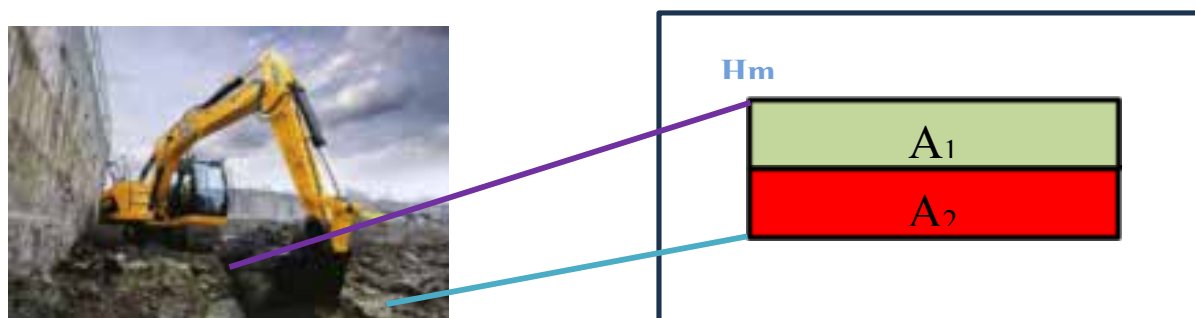


Рис. 1. Трибологічна система та трибологічна модель: A_1 – зуб ковша екскаватора, A_2 – абразивне середовище (ґрунт, гравій, щебінь, гірська порода і т.д.), H_m – оточуюче середовище.

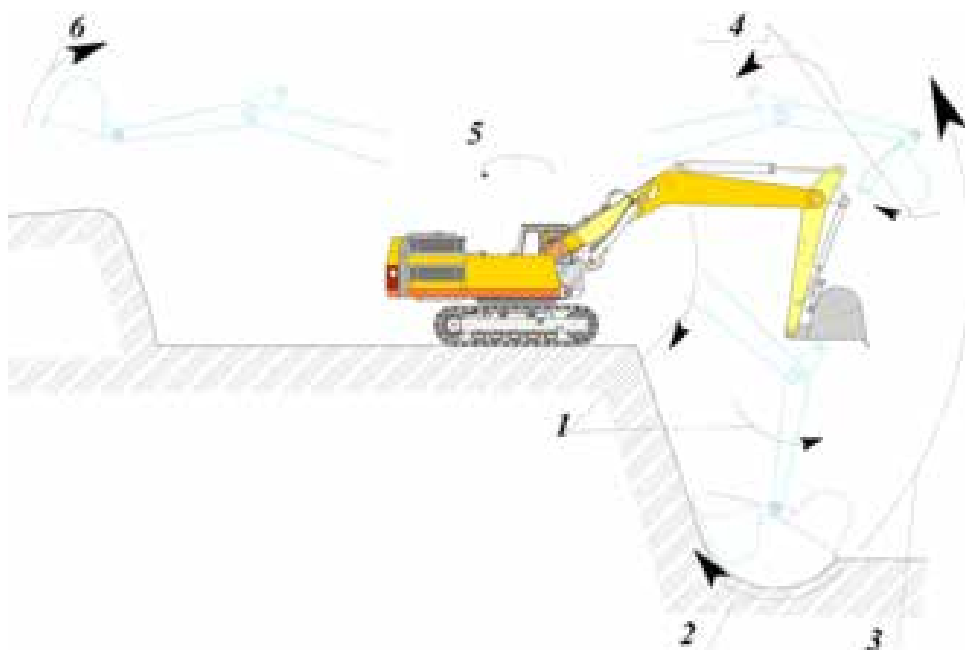


Рис. 2. Послідовність виконання робочих операцій одноківшевого екскаватора з робочим обладнанням зворотна лопата [1].

В різний період часу, функціонування трибосистеми, інтенсивність процесів, які відбуваються в зоні взаємодії різна. На рис. 2 показано циклічний робочий процес одноківшевого екскаватор з робочим обладнанням зворотна лопата. В робочий процес послідовно входять такі процеси: 1 – заглиблення стріли та позиціонування рукояті; 2 – завантаження ковша; 3 – виглиблення стріли; 4 – поворот рукояті та ковша; 5 – поворот платформи; 6 – розвантаження ковша [1].

Розглянувши технологічний процес роботи одноківшевого екскаватора, процес функціонування трибосистеми «зуб ковша екскаватора – ґрунт» умовно можна розділити на 4 етапи (табл. 1).

До особливостей трибосистеми «зуб ковша екскаватора – ґрунт» слід віднести:

- система є відкрита, тобто відбувається обмін енергією і речовиною (масою);
- в різний період часу відбуваються кардинально різні процеси зношування (табл. 1);
- зношуванню піддається один елемент трибосистеми A_1 (зуб ковша);
- елемент A_2 неоднорідний і має різні трибологічні характеристики в процесі функціонування трибосистеми;
- в період відсутності функціонування трибосистеми, елемент A_1 (зуб ковша) контактує з оточуючим середовищем (H_m) і піддається корозійним процесам (рис. 3), що в подальшому інтенсифікує процес абразивного зношування елемента A_1 .



Рис. 3. Корозійні процеси на поверхні елемента A_1 .

Згідно з загально відомими поняттями структура системи представляє собою множину

$$S = \{A, P, R\}. \quad (1)$$

де A – елементи трибосистеми, P – відповідні властивості елементів, R – зв'язки елементів.

Таблиця 1

Етапи функціонування трибосистеми «зуб ковша екскаватора – ґрунт»

Фото етапів функціонування трибосистеми	Етапи функціонування трибосистеми	Особливості процесу зношування
	Динамічний контакт елемента A_1 з елементом A_2 під час силової взаємодії.	Інтенсивне абразивне зношування всієї поверхні зуба.
	Стаціонарний контакт елемента A_1 з елементом A_2 . Контакт зовнішньої поверхні зуба з оточуючим середовищем.	Відсутність абразивного зношування.
	Динамічний контакт елемента A_1 з елементом A_2 .	Абразивне зношування внутрішньої поверхні зуба
	Відсутність контакту елемента A_1 з елементом A_2 . Контакт елемента A_1 з оточуючим середовищем.	Відсутність абразивного зношування.

Список використаних джерел

1. Проскурін О. Аналіз динаміки навісного обладнання одноківшевого екскаватора при роботі зі змінним робочим обладнанням. Mining, constructional, road and melioration machines. 99, 2022. С. 40-48.

УДК 631.33.024.2

USE OF HIGH-STRENGTH CAST IRON TO STRENGTHEN THE PLOUGHSHARES BY FORMING A WEAR-RESISTANT LAYER ON CUTTING SURFACE

*Dobranskiy S., Buchko I.
Zhytomyr Agricultural Vocational College*

The use of cast iron in the production of a ploughshare can significantly reduce the technological process to a liquid metal - finished product [1-4].

The main problem with producing a ploughshare using casting technology is that the ploughshare is considered a non-technological part due to its thin cross-section.

In addition, it should be noted that the ploughshare is a testable and interchangeable part, so there are certain restrictions on the possible change in its geometric parameters.

Thanks to the introduction of foundry technologies in the manufacture of ploughshares, the following geometric changes can be made

- achieving a wedge shape with a 1.5 mm slope along the length;
- creation of stiffeners in the section subjected to maximum loads to ensure the strength of the part.

An analysis of the use of cast iron for ploughshares suggests that there are two main problems when using this material: improving the mechanical properties of high-strength cast iron and improving the casting process.

There are cases of ceramic ploughshares made of ceramic, whose wear resistance is more than 12 times higher than that of steel. However, during operation, their main disadvantages, increased fragility, were identified, which did not serve to make them widely used.

Iron-carbon alloys, such as steel and cast iron, are used as the main material for the manufacture of ploughshares. One of the most promising technologies is the foundry technology for producing finished products with specified mechanical properties, but this manufacturing method is not widely used at the moment and requires more detailed study.

In actual operating conditions, ploughshares of dump ploughs experience high bending moments, impact loads and abrasive wear of the cutting surface, which means that the following requirements are imposed on the material of their manufacture: high wear resistance, hardness and ductility of the surfaces in contact with the soil, and their impact strength.

To obtain this alternative set of properties in one product, surface alloying of steel is often used, which is a local change in the chemical composition of the wearing layer. Surface alloying of steel can be carried out in various ways: by

diffusion saturation with carbon, nitrogen, boron, carbide-forming metals, as well as by induction and laser arc surfacing of wear-resistant carbide-class alloys.

To improve the performance characteristics of the ploughshare, casting technology is the most promising. It is proposed to manufacture a ploughshare by pouring steel 45 into a mould made in accordance with the shape of the cutting surfaces and the attachment zone of the working body; a powder of a high-alloy metal alloy with a melting point lower than the liquidus of steel is applied to the cutting part of the ploughshare. This technology makes it possible to produce a hardening cladding on the surface of the working bodies with less labour compared to the electric arc or induction method.

To obtain the hardened layer, it is proposed to consider compositions of high-alloy powders.

The combination of alloying elements, as well as their fractional composition, was selected to obtain a high-quality deposited layer using a laser, induction or arc heat source, as well as for gas-flame spraying.

The use of casting technology with simultaneous alloying in the manufacture of ploughshares should ensure a highly efficient result of their use.

In contrast to the currently widely used methods of manufacturing and hardening, this technology combines these two technological operations into one, thereby eliminating the expensive and labour-intensive operation of electric arc or induction surfacing, which ensures high efficiency and productivity of their manufacture. In addition, compliance with the technology and the use of high-quality materials in the manufacture of these ploughshares should ensure an increased service life compared to most types of ploughshares that are widely used, whose manufacturers, according to research, do not always ensure proper quality of workmanship. However, the most complete answer to the question of the effectiveness and feasibility of the application and development of this technology will only be possible through a whole range of studies.

References

1. Пат. 142715 Україна, МПК G01N3/56 Установка для дослідження зносостійкості матеріалів / І.О. Бучко, В.І. Дворук, К.В. Борак, С.С. Добранський – заявник І.О. Бучко. – u 2019 11856; заяв. 12.12.2019; опублік. 25.06.2020, Бюл. №12 2020 р.

2. Dvoruk V., Borak K., Buchko I., Dobranskiy S. Destruction of Strain Hardened Steel Upon Abrasive Wear. *Journal of Friction and Wear*, 2021, 42(3), pp. 178–184.

3. Дворук В.І., Борак К.В., Добранський С.С. Підвищення зносостійкості конструкційної сталі при терті ковзання в масі незакріпленого абразиву методом електроерозійної обробки. *Журнал Проблеми трибології (Problems of Tribology)* 2014, № 4. С. 91-95.

4. Rogovskii I.L. (2021). Resource of removal expenses for strong agricultural period of volume of operations. *Machinery and Energetics*. Vol. 12. Issue 2. P. 123–131. <https://doi.org/10.31548/machenergy2021.02.123>.

УДК 614.8:631.3

ДОСЛІДЖЕННЯ УМОВ ПРАЦІ МЕХАНІЗАТОРІВ НА МЕХАНІЗОВАНИХ ПРОЦЕСАХ У РОСЛИННИЦТВІ

Марчишина Є. І.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Постановка проблеми. Працівники сільського господарства під час вирощування злакових, технічних, овочевих та інших культур виконують низку різноманітних технологічних процесів: передпосівний обробіток ґрунту, сівбу або посадку рослин, догляд за рослинами, внесення добрив, збирання урожаю тощо. Для кожної групи осіб, зайнятих у рослинництві або на ремонтно-механічних роботах, є характерними умови праці та професійні шкідливості. Аграрії більшість робіт виконують у польових умовах, на відкритому повітрі, з ранньої весни до пізньої осені та частково взимку, тому їх праця дуже залежить від природно-кліматичних чинників. Сезонність і терміновість робіт у землеробстві обумовлюють нерівномірність навантажень на працівників протягом року, створюючи велике напруження в окремі сезони. Особливістю праці у рільництві є також часта зміна технологічних операцій, що виконуються однією і тією ж особою; виконання робіт на великих просторах; розосередженість місць роботи та їх віддаленість. Все це супроводжується значною витратою сил працівника на подолання відстані від місця проживання до місця роботи. Використання мінеральних добрив та хімічних засобів захисту рослин, в т. ч. високотоксичних пестицидів, негативно впливає на здоров'я працівників, що неминуче призводить до несприятливих наслідків для здоров'я [1].

Аналіз останніх досліджень. Умови праці у сучасному землеробстві залежить від його організації, технології обробітку рослин, рівня механізації, виду використовуваних машин. Основною категорією працівників у рослинництві є механізатори сільського господарства. Сучасне аграрне виробництво характеризується високим ступенем механізації. Значно впливають на організм механізатора чинники довкілля, а саме, мікроклімат на робочому місці, який залежить від конструкції машин, стану та обладнання кабіни, атмосферних умов, забруднення повітря пилом та викидними газами, шуму, вібрації, статичного напруження окремих груп м'язів.

Рослинництво характеризується значною різноманітністю методів і способів проведення технологічних операцій, багато з яких виконуються вручну. Збирання урожаю пов'язано з важкістю та напруженістю праці. Часто сільськогосподарські машини мають конструктивні недоліки, що зумовлюють незручну робочу позу, надмірні нахили тулуба, значні зусилля

при натисканні на важелі, підвищені рівні вібрації та шуму. Провідними формами захворювань з тимчасовою втратою працездатності у механізаторів сільського господарства є респіраторні захворювання, травми, хвороби периферійної нервової системи. Тривала дія на механізаторів комплексу несприятливих чинників може призвести до розвитку попереково-крижові радикулопатії, люмбаго, невриту слухового нерву, вібраційної хвороби, хронічного (пилового) бронхіту.

Мета досліджень. Провести оцінку умов праці механізаторів сільського господарства та проаналізувати вплив шкідливих умов на організм працівників.

Результати досліджень. Гігієнічною оцінкою умов праці механізаторів встановлено, що температура повітря у кабінах тракторів може значно перевищувати допустимі рівні. Через високу температуру роботи часто проводяться з відкритими вікнами, що збільшує запиленість повітря у робочій зоні тракториста. Ґрунтовий пил залежно від виду ґрунту містить до 60% і більше двоокису кремнію.

Рівень шуму на робочому місці механізатора залежить від характеру польових робіт, вологості та щільності ґрунту. Найбільші рівні шуму реєструються під час оранки – понад 90 дБА (ГДР - 80 дБА), менші – при транспортних роботах, садінні картоплі, косовиці. Вміст оксиду вуглецю у кабіні може досягати 30 мг/м³ (ГДК - 20 мг/м³), а вуглеводнів до 165 мг/м³ (ГДК у перерахунку на вуглець - 300 мг/м³). Рівень шуму і вібрації, концентрації пилу та газів у повітрі робочої зони збільшуються пропорційно терміну експлуатації машин.

У теплицях овочівники і механізатори працюють при високій температурі і вологості та за мінімальної швидкості руху повітря. Використання для обігріву теплиць систем з відкритим спалюванням газу може призводити до забруднення повітря оксидом вуглецю (до 250 мг/м³). У теплицях створюється підвищена небезпека впливу пестицидів на працівників. Більше 85% робіт у теплицях працівники виконують вручну, з них близько 50% робіт відноситься до категорії середнього і високого ступеня важкості. У рослинників серед захворювань з тимчасовою втратою працездатності переважають респіраторні захворювання, хвороби периферійної нервової системи та жіночих статевих органів. У структурі захворюваності овочівників та механізаторів, які працюють в теплицях, основна питома вага припадає на хвороби органів дихання, нервової системи та органів чуття, шкіри та підшкірної клітковини, сечостатевих органів і системи кровообігу. Рівень захворювань печінки і жовчних шляхів у операторів теплиць у 3 рази перевищує відповідний показник у робітників овочівництва на відкритому ґрунті [2].

Рівень шуму можна знизити до допустимого рівня через використання засобів індивідуального захисту органів слуху (навушники, беруші). Підресорювання сидінь знижує рівень вібрації на робочому місці

механізатора. Герметизація кабін, вентиляція та систематичне вологе прибирання робочого місця значно знизить вміст пилу у зоні дихання працівника. З метою виключення надходження ззовні запиленого повітря, у кондиціонерах, що знаходяться у кабінах, встановлюють спеціальні фільтри. Ступінь очищення повітря в них може досягати 95%. Кондиціонери, що застосовують на тракторах, в багатьох випадках дозволяють наблизити параметри мікроклімату кабін до вимог гігієнічних норм. Герметизація кабін дозволяє зменшити запиленість повітря робочої зони до десяти разів та практично виключити потрапляння шкідливих газів у зону дихання працівників.

Висновок. Умови праці механізаторів сільського господарства відносяться до 3 класу 1 ступеню шкідливих умов праці. Використання засобів індивідуального та колективного захисту від несприятливої дії метеорологічних чинників, пилу, шуму, вібрації, впровадження організаційних, технічних та лікувально-профілактичних заходів сприятиме покращенню умов праці аграріїв.

Список використаних джерел

1. Войналович О. В., Марчишина Є. І., Білько Т.О. Охорона праці у сільському господарстві. - К: Центр навчальної літератури. 2017. 691 с.
2. Войналович О. В., Марчишина Є. І., Кофто Д. Г. Безпека виробничих процесів у сільськогосподарському виробництві. К: Видавничий центр НУБіП України. 2015. 418 с.

УДК 66.045.1

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛООБМІННИХ ПРОЦЕСІВ У ПОВІТРЯНОМУ ТЕПЛООБМІННИКУ ПОБІЧНО-ВИПАРНОГО ТИПУ

Яропуд В. М.

Вінницький національний аграрний університет

Постановка проблеми. За останні два десятиліття для цілей обігріву впроваджено багато нових пристроїв на основі відновлюваної енергії: нові установки рекуперації тепла, теплові насоси, сонячні системи та багато інших [1].

Аналіз останніх досліджень. Створення працездатних і економічно ефективних конструкцій повітряних теплообмінників (теплоутилізаторів) для тваринницьких приміщень, здатних агрегатуватись з комплектом вентиляційного обладнання, являє собою складну наукову та інженерну задачу [1, 2].

Мета досліджень. На основі експериментальних досліджень теплообмінника побічно-випарного типу встановити емпіричні закономірності зміни температури вихідного первинного повітряного потоку, коефіцієнта теплової ефективності та ефективної холодопродуктивної потужності від температури первинного повітряного потоку на впуску, його абсолютної вологості і його витрат потоку.

Результати досліджень. Для проведення експериментальних досліджень виготовлений лабораторно-експериментальний зразок теплообмінника побічно-випарного типу. 3D-модель теплообмінника побічно-випарного типу із прийнятими геометричними розмірами представлена на рис. 1.

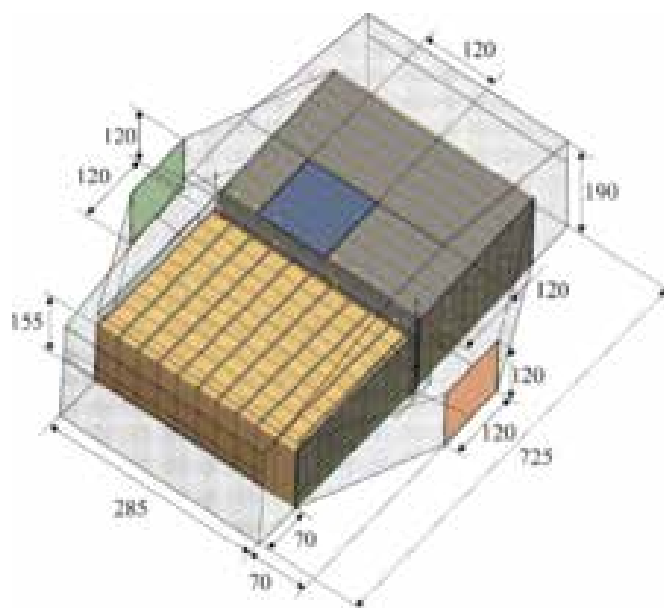


Рис. 1. 3D-модель теплообмінника побічно-випарного типу із прийнятими геометричними розмірами (мм).

Запропонований теплообмінник побічно-випарного типу виконаний у вигляді тепломасообмінника, який знаходиться в середині термоізованого корпусу. Тепломасообмінник є основною частиною всього теплообмінника побічно-випарного типу, оскільки він є компонентом, що відповідає за фактичне охолодження.

Корпус теплообмінника побічно-випарного типу (рис. 2) виготовлений з пінопласту і обклеєний фольгою товщиною 0,1 мм. Корпус є розбірним для вільного доступу до тепломасообмінника. Корпус теплообмінника містить один вхідний і два вихідних прямокутні отвори розміром 120 мм × 120 мм, які можна з'єднувати із системою вентиляції або безпосередньо встановлювати вентилятори. В нижній частині теплообмінника міститься забірна ємність для води, до якої приєднана помпа для перекачування води у верхню частину тепломасообмінника і розподілу її з використанням крапельної трубки.

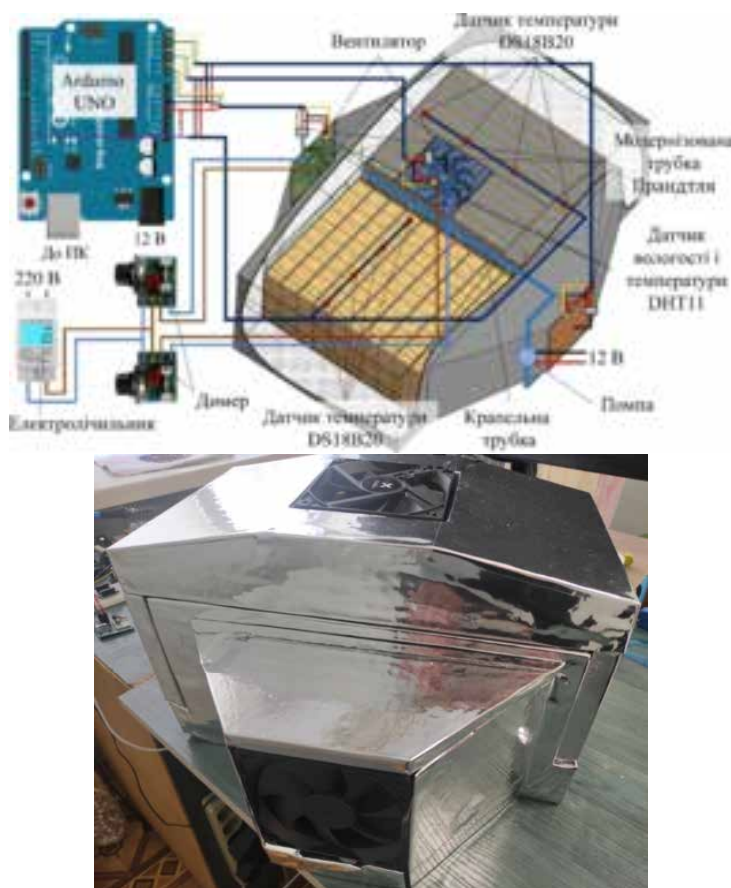


Рис. 2. Схема (а) і загальний вигляд (б) лабораторного стенду для дослідження теплообмінника побічно-випарного типу.

Лабораторний стенд для проведення досліджень складався з лабораторно-експериментального зразка теплообмінника побічно-випарного типу, в якому встановлено два вентилятора, як показано на рис. 3. Продуктивність вентиляторів регулювалась з використанням димера, що підключено до мережі 220 В через електролічильник, функцією якого є визначення споживаної потужності вентиляторів.

Дослідження проводились за такими факторами:

- площа отворів між каналами тепломасообмінника (з однаковою площею; з різною площею);
- витрати повітря у вихідних каналах Q_{in} (100 м³/год, 300 м³/год, 500 м³/год);
- температура T_{in} (20 °С, 26 °С, 32 °С) і абсолютна вологість x_{in} (5 г/кг, 15 г/кг, 25 г/кг) вхідного повітря.

За результатами обробки даних отримані рівняння регресії другого порядку для температури вихідного первинного повітряного потоку t_{out} від факторів досліджень. Табличний критерій Стюдента складає $t_{0,05}(30) = 2,04$.

Оптимальні значення факторів за умови мінімізації температури вихідного первинного повітряного потоку $t_{out} = 14,5$ °С (різні площі отворів)

$\overline{t_{out}} = 16,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ (однакові площі отворів) складають $t_{in} = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$, $x_{in} = 5\text{ г/кг}$, $Q_{in} = 100\text{ м}^3/\text{год}$. Графічна інтерпретація експериментальних (1), (2) і теоретичної залежностей представлені на рис. 3.

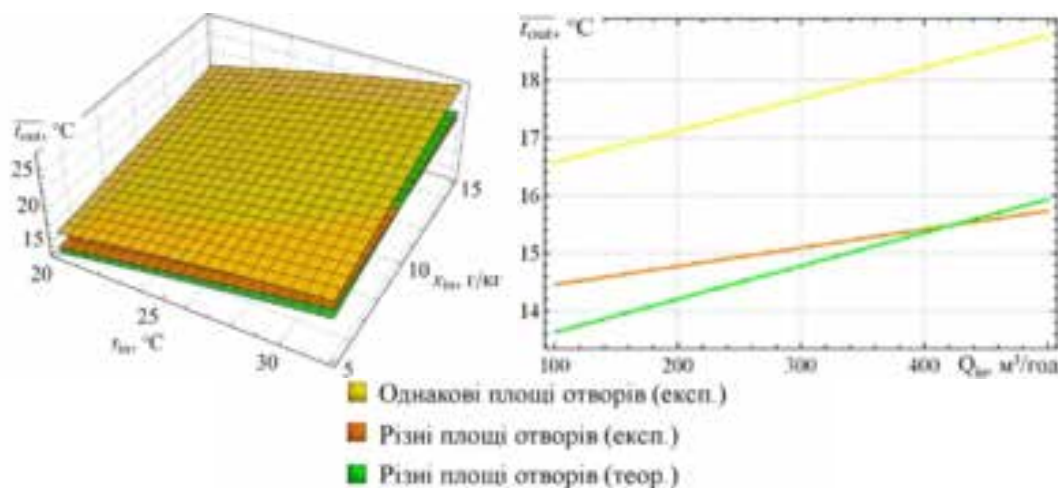


Рис. 3. Залежність температури вихідного повітряного потоку $\overline{t_{out}}$ від температури t_{in} , абсолютної вологості x_{in} і витрат Q_{in} вхідного первинного повітряного потоку на впуску в теплообмінник

Наочний аналіз рис. 3 дозволяє зробити висновок щодо дотичності результатів чисельного моделювання та експериментальних досліджень. Підтвердження цьому є розрахований критерій кореляції Пірсона, який складає 0,93.

Висновок. За результатами експериментальних досліджень лабораторного теплообмінника побічно-випарного типу отримано залежності температури вихідного первинного повітряного потоку, коефіцієнта теплової ефективності η_t та ефективної холодопродуктивної потужності N_E від температури первинного повітряного потоку на впуску t_{in} , його абсолютної вологості x_{in} і його витрат потоку Q_{in} . Аналізуючи отримані залежності можна зробити висновок щодо відповідності результатів чисельного моделювання та експериментальних досліджень, що підтверджується високим значенням коефіцієнта кореляції Пірсона, який складає 0,92–0,94. Оптимальні значення факторів за умови максимізації ефективної холодопродуктивної потужності $N_E = 426\text{ Вт}$ (різні площі отворів), $N_E = 380\text{ Вт}$ (однакові площі отворів) складають $t_{in} = 32\text{ }^{\circ}\text{C}$, $x_{in} = 5\text{ г/кг}$, $Q_{in} = 169\text{ м}^3/\text{год}$.

Список використаних джерел

1. Калетнік Г. М., Яропуд В. М. Теоретичні дослідження пневмовтрат повітряного теплообмінника побічно-випарного типу тваринницьких приміщень. Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. Київ. 2021. Вип. 12. № 4. С. 35–41.

2. Калетнік Г.М., Яропуд В.М. Симуляція процесу тепломасообміну теплообмінника побічно-випарного типу. Техніка, енергетика, транспорт АПК. 2022. № 1 (116). С. 4–15.

УДК 378.4:502.2

МІЖДИСЦИПЛІНАРНИЙ ПІДХІД ДО ФОРМУВАННЯ КОМПЕТЕНЦІЙ ФАХІВЦІВ ІНЖЕНЕРНОГО СПРЯМУВАННЯ

Постол Ю. О., Гулевський В. Б.

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

Питання застосування міждисциплінарного підходу в науці, освіті, практиці набуло особливої популярності протягом останнього десятиліття, що характеризується інтенсивним потоком технологічних інновацій. Тенденція до міждисциплінарності посилюватиметься й надалі з наростанням обсягу нових складних завдань та інтеграції знань [1].

Завдяки міждисциплінарності з'являється можливість генерувати знання, без яких завдання з неясною структурою в умовах безперервних змін, вирішувати фактично неможливо. Це твердження набуває особливої актуальності при націленості на технологічний прорив, коли потрібно створювати і швидко впроваджувати унікальні інновації одночасно в різних галузях і процесах.

Фахівець, чи то інженер, чи експерт в інформаційних технологіях, має швидко орієнтуватися навіть у тих галузях знань, які традиційно не були «обов'язковими» для його сфери діяльності. Масштаб, глибина, різнобічність експертизи професіонала нового покоління сьогодні різко збільшуються, що потребує відображення в освітніх програмах різних напрямів підготовки.

Зростання складності завдань та середовища управлінської діяльності веде до того, що замість застарілих компетенцій з'являється потреба в модернізованих або абсолютно нових, які характеризуються більш міждисциплінарним змістом і, відповідно, трудомістким процесом їх формування [2].

У компетенціях особливо виділяються дослідницькі, що визначаються як здатність бачити необхідність додаткового вивчення тих чи інших питань та умов організаційно-управлінської діяльності.

Теоретична підготовка є необхідною умовою формування методологічних компетенцій, які розширюють діапазон

міждисциплінарності, які потрібні на вирішення нових складних завдань та забезпечують інтегровані рішення на стику інженерії, менеджменту, економіки, ІТ-технологій, екології, психології, соціології та інших наукових галузей. Також встановлюють та використовують взаємозв'язки між наявним досвідом та новими областями діяльності, а також новими професіями, які стають необхідними для вирішення інноваційних завдань.

Аналіз світової практики показує, що дані компетенції формуються у зв'язці з спеціальних програмах з інженерного менеджменту (Engineering Management), які, як правило, реалізуються в магістратурі [3].

Стандартна вимога до вступників до магістратури – наявність базової освіти за моделлю STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics). Усі елементи концепції тісно взаємопов'язані та органічно доповнюють один одного. По мірі ускладнення об'єкта вивчення та зростання кваліфікації здобувачів, пропорції STEM зміщуються у бік збільшення елементів Engineering та Technology. Іншими словами, чим складніше поставлені задачі та кваліфікованіші здобувачі, тим менше годин у навчальному плані приділяється фундаментальним законам та методам і більше – прикладним [4].

Як що проаналізувати навчальних планів магістерських програм провідних університетів світу у галузі Engineering Management, можна виділити три різновиди [5].

Перші, це програми, які орієнтовані на підготовку керівників. Вони включають в себе до п'ятнадцяти курсів у галузі виробничого, операційного, ІТ-менеджменту, іноді з фокусом на передові технології. Ці курси, як традиційного напрямку (фінанси та економіка, управління якістю, управління персоналом, операційний менеджмент) так і міждисциплінарні, направлені на технологічний аспект бізнесу (системна інженерія, розробка інновацій в інженерії та менеджменті, інформаційно-аналітичні системи, бізнес-моделювання).

Друга група програм, це підготовка керівників для конкретних галузей з технологіями підвищеної складності, що відіграють значну роль у функціонуванні та розвитку бізнесу.

Третя група програм, це програми, орієнтовані на навчання інноваційних менеджерів, підготовлених до безперервного освоєння, тестування та впровадження технологій майбутнього в інженерії, ІТ та інше.

Дуже важливо, щоб розуміння суті та значення міждисциплінарних питань для успішної діяльності менеджера формувалося вже на перших етапах освіти. Адже в міру службового зростання складність міждисциплінарного змісту в роботі фахівця збільшуються і оволодіти ним на кожному вищому рівні все складніше.

Тому в програмах підготовки фахівців, необхідно не лише формувати міждисциплінарні компетенції, а й навчати практикам їх аналізу, оцінки та саморозвитку.

Список використаних джерел

1. Jacobs H.H. The Growing Need for Interdisciplinary Curriculum Content / Heidi Hayes Jacobs // Interdisciplinary curriculum: Design and implementation / Jacobs H.H. – Ed. – Alexandria, VA: ASDC, 1989. – 97 p. – P. 5–19
2. Микитенко Н.О. Технологія формування іншомовної професійної компетентності майбутніх фахівців природничого профілю. Монографія. – Тернопіль: ТНПУ, 2011. – 411 с.
3. Mesquita D., Lima R.M., Flores M.A., Marinho-Araujo C., Rabelo M. (2015). Industrial engineering and management curriculum profile: Developing a framework of competences. International Journal of Industrial Engineering and Management, 6(3): 121–131.
4. MS/MBA: Engineering sciences. Hbs.edu. <https://www.hbs.edu/mba/academic-experience/joint-degree-programs/Pages/ms-mba-engineering-sciences.aspx>.
5. Application trends survey report 2019. (2019). Graduate Management Admission Council (GMAC). <https://www.gmac.com/-/media/files/gmac/research/admissions-and-application-trends/application-trends-survey-report-2019.pdf>.

УДК 629.331:629.017

**ОПТИМІЗАЦІЯ НАДІЙНОСТІ ПОВІТРЯНИХ ФІЛЬТРІВ ДВЗ
ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ МАШИН**

Новицький Ю. А.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

В останні роки значно зросли обсяги вітчизняних та імпортованих машин та обладнання сільськогосподарського виробництва, які широко використовуються в аграрних підприємствах України. Попередніми дослідженнями встановлено, що в аграрній сфері широко використовуються транспортно-технологічні машини (ТТМ), до складу яких можна віднести мобільні енергетичні засоби (МЕЗ), мобільні технологічні машини, транспортно-технологічні комплекси сільськогосподарського та транспортно-технологічного призначення [1].

Випробуваннями встановлено, що довговічність двигуна внутрішнього згорання (ДВЗ) залежить від чистоти повітря на вході [2]. Вибір повітряного фільтра двигуна ґрунтується на вимогах до продуктивності фільтрувального елемента, умовах експлуатації та

середовища транспортного засобу, наявного простору, властивостей фільтруючого матеріалу та технології виробництва.

Двигуни внутрішнього згорання вбирають з повітрям велику кількість частинок. Це домішки з розмірами зерен, що не перевищують 80-100 мкм [2, 3]. Характерною ознакою забрудненого повітря є концентрація пилу в повітрі (г/м^3). Величина концентрації має різні значення в залежності від умов і ґрунту, в яких використовується ТТМ або ж МЕЗ. Найменша концентрація пилу в повітрі в межах $2\text{--}20 \text{ мг/м}^3$ спостерігається на вулицях і дорогах з твердим покриттям, а найбільша, до 10 г/м^3 , при русі гусеничних транспортних засобів на полігонах або ж полях з сухим ґрунтом [3].

Знос елементів ДВЗ пояснюється частинками пилу розміром 1-40 мкм, проте найбільшої шкоди завдають частинки розміром 5-20 мкм [3]. Попадання до систем ДВЗ частинок пилу може бути основною причиною інтенсивного зносу деталей механізмів і систем, включаючи поршневі кільця, гільзи циліндрів, корінні та шатунні шийки та вкладиші колінчастого валу, корінних та шатунні підшипники, клапани та направляючі клапанів. Мінімальний термін служби представлених деталей та їх робочих поверхонь визначає термін служби ДВЗ. Граничний знос поршневих кілець і гільз циліндрів призводить до зниження потужності ДВЗ. Деякі домішки (близько 30%), що надходять з повітрям до циліндрів ДВЗ, видаляються з відпрацьованими газами, збільшуючи викиди твердих частинок [4].

Розглянемо системи фільтрації впускного повітря в сучасних ДВЗ МЕЗ та ТТМ. Мобільні енергетичні засоби, включаючи великі вантажні автомобілі, що експлуатуються в умовах високої концентрації пилу, зазвичай оснащуються двоступеневими системами фільтрації [4]. Взамін одноступеневого фільтра, ТТМ аграрного виробництва використовується двоступеневий фільтр, який спочатку застосовує ступінь попереднього очищення, щоб відокремити частинки пилу від всмоктуваного повітря за допомогою відцентрової сили, а потім направляє очищене повітря на первинний фільтр. Таким чином, в первинному фільтруючому елементі другого ступеня видаляється лише мінімальна кількість пилу.

Системи фільтрації впускного повітря в сучасних двигунах легкових автомобілів використовують одноступінчасті фільтри з панельними фільтрами з гофрованого фільтрувального паперу. Традиційні поверхневі целюлозні та поверхневі синтетичні фільтрувальні матеріали, які переважають на ринку фільтрації повітря для ДВЗ, можуть забезпечити високу пилловловлювальну здатність і високу ефективність. Початкова і фракційна ефективність для дрібних частинок пилу традиційних фільтрувальних матеріалів є занадто низькою в багатьох випадках.

Існує значна кількість наукових робіт, в яких представлені результати оптимізації повітряних фільтрів в напрямку мінімізації опору потоку при одночасному збереженні високої ефективності фільтрації [1-3]. Такий напрям досліджень зумовлений безперервним технологічним розвитком

автомобільних ДВЗ, які оснащуються все новішими системами та пристроями, в результаті чого зменшується простір, доступний для повітряного фільтра. Як наслідок зменшується поверхня фільтрації і збільшується швидкість фільтрації. Для фільтрувального паперу, що використовується в автомобільних повітряних фільтрах, максимальна швидкість фільтрації не повинна перевищувати допустимого значення (0,08–0,12 м/с) [2]. Перевищення цього значення може призвести до зниження ефективності фільтрації через явище відбиття та повторного всмоктування частинок. Основним методом забезпечення необхідної поверхні фільтрувального матеріалу є його гофрування. Кількість, висота та ширина складок є основними параметрами фільтрувального патрона, які описують геометрію гофрування і визначають площу поверхні фільтрувального паперу [3, 6]. Ефективність сепарації гофрованого волокнистого матеріалу та перепад тиску всмоктуваного повітря фільтрів у ДВЗ ТТМ досліджувалися багатьма дослідниками, як чисельними методами, так і експериментально [3, 5, 6]. Було доведено, що кожен чистий гофрований фільтр, який виготовлений з плісированого матеріалу характеризується оптимальною кількістю складок, для якої характерний мінімальний перепад тиску [4]. Проблема підвищення ефективності фільтрації повітря, яке надходить до систем ДВЗ потребує детального вивчення та подальших досліджень [7]. Вибір повітряного фільтра ДВЗ базується на умовах експлуатації та середовища транспортного засобу, враховує характеристики фільтрувального елемента та технології виробництва, конструкції корпусу та наявного простору для встановлення.

Список використаних джерел

1. Novitskyi, Yu. (2024). Ensuring the reliability of filtration systems for transport and processing machines by redundancy. *Scientific Reports of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*, 20(4), 85-95. <https://doi.org/10.31548/dopovidi/3.2024.85>.
2. Jaroszczyk, T.; Petrik, S.; Donahue, K. (2009). Recent development in heavy duty engine air filtration and the role of nanofiber filter media. *J. KONES Powertrain Transp.* 16, 207–216.
3. Dziubak, T.; Dziubak, S.D. (2020). Experimental Study of Filtration Materials Used in the Car Air Intake. *Materials*, 13, 3498.
4. Durst, M.; Klein, G.; Moser, N. (2005). *Filtration in Fahrzeugen*; Mann+Hummel GMBH: Ludwigsburg, Germany,.
5. Allam, S.; Elsaid, A.M. (2020). Parametric study on vehicle fuel economy and optimization criteria of the pleated air filter designs to improve the performance of an I.C diesel engine: Experimental and CFD approaches. *Sep. Purif. Technol.* 241, 116680.
6. Thomas, D.; Pacault, S.; Charvet, A.; Bardin-Monnier, N.; Appert-Collin, J.C. (2019). Composite fibrous filters for nano-aerosol filtration: Pressure

drop and efficiency model. Sep. Purif. Technol. 215, pp. 557–564. DOI:10.1016/j.seppur.2019.01.043.

7. Продеус О. В., Новицький А. В., Ружи́ло З. В. (2017). «Лідерство в сфері фільтрації» – ефективний напрям забезпечення надійності техніки. Матеріали XI Міжнародної науково-практичної конференції. Проблеми конструювання, виробництва та експлуатації сільськогосподарської техніки. Кропивницький: ЦНТУ. С. 255–256.

УДК 664.2.032.1

RESEARCH SPONTANEOUS COMBUSTION OF BIOMASS IN PROCESS OF THERMAL DECOMPOSITION

Zolotovska O., Tesliuk H.

Dnipro State Agrarian and Economics University

The development of biofuel production at the intersection of agriculture and energy is the most important trend of applied developments in recent years. The structure of Ukraine's fuel balance is close to the world's: solid fuel (coal) makes up one third of all fuel, the hydrocarbon part (oil, gas) – two thirds. Ukraine can cover only 20% of its needs in natural gas and 10% in oil at the expense of its explored own resources. Every year, the production of certain types of fuel decreases, while the demand for them increases.

One of the main directions of energy policy implementation in the country is the formation of a fuel and energy balance (FEB), which would correspond to Ukraine's own reserves of fuel and energy resources (FER) and world trends in the use of energy carriers. The second problem of FER is outdated technologies and equipment on which Ukrainian industry is based. In Ukraine, 89 kg of conventional fuel is used for one dollar of production. This is 3–5 times more than in developed countries. At the same time, dependence on fuel supplies from other countries has been 60% in recent years. Reducing the level of energy dependence is primarily influenced by measures to reduce the share of total imports of renewable energy sources, as well as improving their use. Therefore, it is necessary to carefully consider and take into account the state of the world energy market, world energy as a whole, the prospects for their development and the role of Ukraine in the global world market.

During last decades sunflower has occupied significant sown areas among industrial crops in Ukraine, which are mainly located in agricultural enterprises of the Steppe and Forest-Steppe [1]. It is known that raw sunflower husk has several disadvantages such as low heating value and bulk density, high moisture, and volatile matter contents [2]. Several case studies have shown that for effective

use of biomass as energy, feedstock in thermochemical conversion processes requires pretreatment [3].

Crop residues biomass can also be processed in torrefaction, gasification and liquefaction processes [4].

It is known that the high volatility of the biomass material provides numerous advantages associated with a low ignition temperature and retention of ignition over a longer period of time [5]. An increase in volatile substances led to increase the heating value of the feedstock. The sunflower husk calorific value is 3500-4000 Cal/kg being supplied through burning. The thermal reactivity of the sunflower seed husk is extremely higher than that for the other samples (hazelnut shell, rice husk, and olive refuse) under investigated conditions. The volatilization stage is characterized by the release of volatiles caused by the decomposition of hemicellulose and cellulose and partial decomposition of lignin [6].

This work aims to study the role and composition of volatile components in the process of thermal destruction and ignition of the sunflower seed husk biomass.

Thermal destruction of sunflower husks begins at a temperature of 29-30°C. The main decomposition of volatile components and evaporation of water occurs in the range of 40-150°C. The process speed is low, on average 5.5%/min. The maximum rate (8.7-8.84%/min) was observed at a temperature of 79-91°C. The weight loss at this stage is small and amounts to 8.3%. The process of volatile components decomposition is accompanied mainly by endothermic reactions with the most pronounced effects in the temperature range of 61-79°C. The process of decomposition of the main components of sunflower husk takes place in the tempera The growth of gas emission is directly caused by the rise in the pyrolysis temperature in the range of 200-500°C. This is due to an increase in the concentration of hydrogen and methane and to a lesser extent it depends on heavy hydrocarbons. The roots of this effect are associated with a more complete decomposition of biomass particles. The volume of pyrolysis gas increases by 1.04; 1.21; 1.3 and 1.61 times at temperatures of 260, 320, 380 and 420, respectively, compared with the volume of the gas mixture at a temperature of 220°C [7]. Meanwhile, a noticeable decrease in the yield of carbon dioxide and nitrogen (undesirable impurities in the fuel gas) occurs in the temperature range of 280-500°C. The amount of hydrocarbons in the resulting gas mixture also increases with increasing temperature and reaches a maximum at a temperature of 420°C, exceeding this value corresponding to a temperature of 200°C by 2.1 times. The chemical content of the test gas is shown in Table 1.

Table 1

Components	H ₂	CH ₄	CO	CO ₂	N ₂	C _n H _m	H ₂ S	A
	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
Concentration	22.70	16.20	20.80	19.12	2.29	15.54	2.65	0.70

Chemical content of pyrolysis gas. Some crop residues, olive cake and sunflower husk are predicted to have a high risk of low temperature ignition. The determination of the critical condition for self-ignition was carried out at a constant temperature of 490°C and various initial pressures of the mixture (100-300 kPa). The analysis of thermo-barograms showed that the heating of the gas mixture occurs mainly in the process of puffing. Insufficient heating of the gas to the level of the reactor temperature at the moment of closing the valve was 1-2% and depended both on the pressure and the diameter of the reactor. The completion time of gas heating after closing the valve did not exceed the ignition delay in the entire studied temperature range of 200-600°C.

The transition from a smooth increase in pressure of 90 kPa to an explosive one (in the range of 300-400 kPa) occurred when the initial pressure of the mixture after the injection into the reactor changed by 1-10%. This transition depends on the chemical content and temperature of the gas mixture. The composition of the gas can be controlled by adjusting the pressure pulsations and the ignition temperature of the gas mixture. The flash point changes with increasing pressure.

References

1. Cherednichenko, O., (2020). Current state and development of specialized enterprises – producers of sunflower. Modern management review. Vol. XXV, 27 (2), pp.7-13, doi: 10.7862/rz.2020.mmr.11, Rzeszów / Poland.
2. Bala-Litwiniak, A. & Zajemska, M., (2020). Computational and experimental study of pine and sunflower husk pellet combustion and co-combustion with oats in domestic boiler. Renew Energ, Vol. 162, pp. 151-159. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2020.07.139>, Netherlands.
3. Zajemska, M., Urbanczyk, P., Poskart, A., Urbaniak, D., Radomiak, H., Musial, D., Golanski, G., Wylecial, T., (2017). The impact of co-firing sunflower husk pellets with coal in a boiler on the chemical composition of flue gas. E3S Web of Conferences, Vol. 14, pp.1-7, Krakow, Poland.
4. Zolotovs'ka, O., Kharytonov, M., Onyshchenko, O., (2016). Agricultural residues gasification, dependency of main operational parameters of the process on feedstock characteristics. INMATEH Agricultural Engineering, Vol.50 (3), pp. 119-126. Bucharest / Romania
5. Sivabalan, K., Hassan, S., Ya, H., Pasupuleti, J., (2021). A review on the characteristic of biomass and classification of bioenergy through direct combustion and gasification as an alternative power supply. Journal of Physics: Conference Series, Vol.1831, pp.1-23, doi:10.1088/1742-6596/1831/1/012033. United Kingdom.
6. Tibola, F.L., de Oliveira, T.J. P., Ataide, C.H., Cerqueira, D.A., Sousa, N.G., Cardoso, C.R., (2022), Temperature - programmed pyrolysis of sunflower seed husks: application of reaction models for the kinetic and thermodynamic calculation. Biomass Conversion and Biorefinery. pp. 1-18, <https://doi.org/10.1007/s13399-021-02297-w>. Germany.

7. Zolotovska, O., Kharytonov, M., Rula, I., Martynova, N., Roubík, H. (2022), The role of volatile components in the process of thermal destruction and ignition of the sunflower husk biomass. INMATEH Agricultural Engineering, Vol.66 (1), pp. 331-339. Bucharest / Romania.

УДК 621.436

ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ СИСТЕМИ ЖИВЛЕННЯ ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ

*Куликівський В. Л., Боровський В. М.
Поліський національний університет*

Постановка проблеми. На сьогоднішній день відсутні єдині методики та діагностичні засоби, що дозволяють виконати вимоги щодо контролю фактичного стану елементів паливної апаратури високого тиску автотракторних двигунів. Якщо під час перевірки технічного стану паливного насоса високого тиску, на стаціонарних стендах за вихідними параметрами, буде з'ясовано, що він працездатний, то обслуговування пристрою на цьому етапі закінчується і триває подальша його експлуатація до чергового технічного обслуговування (ТО). За такої умови не робиться жодних прогнозів щодо залишкового ресурсу пристрою. Для підвищення ефективності обслуговування необхідно використовувати діагностичну інформацію щоб визначити обсяг та ґрунтовність операцій, спрямованих на попередження відмов.

Аналіз останніх досліджень. Найбільш ефективним способом технічного обслуговування є той, у якому існує безпосередній зв'язок між технічним станом елементів та системою ТО. На даному етапі роль зв'язку може відігравати діагностика [1, 2]. Для використання даного способу необхідно, щоб діагностика вирішувала такі основні завдання: визначала працездатність системи живлення; оцінювала параметри роботи паливної апаратури; прогнозувала відмови, що наближаються; виявляла причини порушення роботи паливної системи.

Під час виходу параметрів за межі, які встановлені та регламентуються нормативно-технічною документацією, паливна система вважається несправною [3, 4]. Якщо за допомогою регулювань не вдається повернути параметри в задані межі, проводять діагностування елементів.

Мета досліджень. Проаналізувати особливості використання та ефективність відомих методів визначення технічного стану елементів системи живлення дизельних двигунів.

Результати досліджень. Для діагностування прецизійних елементів системи живлення широко використовуються прилади, які класифікуються за різними ознаками, що дозволяють визначити їх переваги та недоліки. Класифікація методів діагностування прецизійних елементів системи живлення представлена на рис. 1. Способи діагностування, які передбачають розбирання, мають недоліки, що значно знижують моторесурс складальної одиниці. До того ж вони мають високу трудомісткість у порівнянні з безрозбірними методами. Динамічні методи дозволяють оцінювати стан системи живлення під час роботи двигуна. Способи статичного контролю, зі свого боку, дозволяють витримати умови, у яких послідовні зміни, що відбуваються в елементі під час діагностування, істотно відрізняються від процесів, які протікають на протязі функціонування пристрою. До таких прийомів належать: метод оцінки технічного стану плунжерної пари за часом витікання певного об'єму суміші через зазори при постійному тиску палива у просторі над плунжером; спосіб опресування нагнітального клапана, пов'язаний з вимірюванням тривалості падіння тиску в певному об'ємі.



Рис. 1. Класифікація методів діагностування прецизійних елементів паливної системи дизельних двигунів/

Найбільш суттєвим недоліком методів, що не моделюють процес паливоподачі, є їх низька достовірність, як наслідок неможливість

застосування способів в умовах реальної експлуатації. Статичні способи контролю дозволяють лише проводити порівняння зазорів нових елементів з тими, що експлуатувалися і мають, крім загального зазору в спряженні: профіль зносу за перерізом та висотою плунжера, нерівності зношеної поверхні (мікронерівності).

Із зазначеного випливає, що найбільшу достовірність будуть мати методи, які враховують весь комплекс параметрів, котрі впливають на процес паливоподачі.

Аналіз та оцінювання процесу витікання палива через зазори плунжерної пари під час подачі суміші залежить не лише від її технічного стану, а й гідравлічного опору паливної секції. Дослідженнями встановлено, що стан форсунки, знос якої лежить у допустимих межах, може значно змінити циклову подачу палива в режимі холостого ходу для плунжерної пари, ще придатної до експлуатації. З огляду на це неможливо однозначно судити про технічний стан плунжерної пари, не враховуючи стан форсунки та нагнітального клапана.

Виявлено, що за час роботи прецизійного елементу, до настання граничного стану (вичерпання ресурсу), можуть багаторазово (3...5 разів) наступати неприпустимі зміни параметрів процесу паливоподачі. Отже, в експлуатації доводиться стикатися з відмовами системи живлення через порушення роботи прецизійних елементів, а не через їх граничний знос.

У наш час практично відсутні методики діагностування елементів паливних насосів високого тиску та форсунок, які оцінюють їх стан за параметрами функціонування. З огляду на це під час зміни показників процесу подачі палива неможливо визначити причину даних трансформацій. Якщо цей показник не вдається забезпечити шляхом регулюванням паливної апаратури, то її працездатність відновлюють заміною прецизійних елементів новими.

Висновки. Аналіз ефективності визначення технічного стану прецизійних елементів із заданою точністю під час експлуатації дозволяє сформулювати вимоги до методів діагностування:

- визначення технічного стану повинно проводитися безрозбірними методами або зі збереженням цілісності елементів, що діагностуються;
- спосіб має надавати достовірну інформацію про стан основних елементів паливної системи;
- метод повинен оцінювати функціонування елементів системи живлення з урахуванням усіх характеристик, які впливають на вихідні параметри;
- для діагностування технічного стану паливної системи повинні застосовуватися прийоми, що дозволяють оцінювати стан всіх її прецизійних елементів;

- застосовуваний метод має забезпечувати високу продуктивність процесу, оскільки для достовірного визначення технічного стану системи живлення потрібний великий обсяг діагностичної інформації.

Список використаних джерел

1. Практичні основи діагностування автомобільних двигунів : навч. посіб. / Мигаль В. Д., Корогодський В. А., Воронков О. І., Нікітченко І. М. Харків : ХНАДУ, 2021. 412 с.

2. Розум Р. І., Буряк М. В., Попович П. В., Прогній П. Б., Захарчук О. П. Методологія діагностування автомобільних дизельних двигунів. Сучасні технології в машинобудуванні та транспорті. 2022. № 1. С. 138–142.

3. Колобов К.С. Дослідження впливу несправностей систем та механізмів дизеля на його екологічні, енергетичні показники та температуру відпрацьованих газів. Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського. Сер. Технічні науки. 2018. Вип. 1, т. 29 (68), ч. 3. С. 103–108.

4. Кищун В. А., Боровицький І. О. Сучасні методи діагностування паливних насосів високого тиску системи живлення Common Rail. Вісник Житомирського державного технологічного університету. Сер. Технічні науки. 2016. № 2. С. 94–101.

УДК 662.767.2

METHODS OF INCREASING THE ENERGY EFFICIENCY OF BIOGAS PLANTS

Skliar R., Akulov V.

Dmytro Motornyi Tavria State Agrotechnological University

The use of biogas plants has a positive agrotechnical result. Thanks to the use of biofertilizers, as a result of the processing of these plants, soil fertility is restored, which in the future will have a positive effect on productivity. However, despite the positive effects of anaerobic treatment of manure in biogas reactors, a serious obstacle to their use in agriculture is their relatively low energy efficiency during biogas production (up to 60% of the released biogas is used by the plant for its own needs) [1]. At the same time, the heat contained in the effluent is an additional energy reserve, which should be used whenever possible to heat the loaded substrate and compensate for heat losses in the reactor [2].

If substrate moisture content of 90-95% is processed, then anaerobic fermentation in this case is an energy-intensive process. At the same time, a significant amount of biogas energy is consumed. Analyzes of energy

consumption to support the process show that the main part of it is spent on heating the substrate to the fermentation temperature [2].

Increasing the energy efficiency of energy generation systems based on the anaerobic treatment of livestock waste is an important aspect that can make these systems more productive and economically viable. The main methods of increasing energy efficiency are optimization of the anaerobic process, modernization of technological systems and integration with other energy sources.

Methods of increasing the energy efficiency of energy generation systems based on anaerobic treatment of livestock waste [3]:

- additive to processed waste of high-energy substrates (grain, silage, clover mixture, etc.);
- direct heat energy recovery (substrate/effluent);
- thermal energy recovery using thermotransformers;
- additive to processed waste of high-energy substrates;
- preliminary aerobic heating of the substrate

Direct heat energy recovery. Spiral heat exchangers of the «influent-effluent» type are usually used as heat exchange devices. However, schemes in which the influent passes through the effluent accumulator have a simpler design solution, but in these cases a relatively small part of the energy is used again due to losses in the sludge accumulator.

The disadvantages of this technology are that livestock (poultry) organic waste, as a rule, has significant stickiness, viscosity and is very diverse in its dispersed composition. Therefore, the speed of movement of the substrate should be at least 3-5 m/s, due to which the heat of the effluent does not have time to be transferred to the substrate loaded into the methane tank.

Recovery of thermal energy using thermotransformers. It helps reduce energy consumption and CO₂ emissions, which helps to improve the environmental sustainability of processes and reduce heating and production costs. The main drawback of this technical solution is the formation of deposits on the heat exchange surfaces from the manure, which leads to significant losses of thermal power or the need for a significant increase in expensive heat exchange surfaces. Another disadvantage is the low intensity of the main processes that determine the productivity of the technological line «receiving tank - bioreactor - settling tank».

Preliminary aerobic heating of the substrate. During the aerobic decomposition of organic substances, a significant amount of heat is generated, which, under certain conditions, can raise the temperature of the substrate to 70°C. Since this heat energy comes from the same substances that remove biogas, the two-stage fermentation process, which consists of an aerobic phase to produce heat and an anaerobic phase to produce gas, is always associated with less gas. In addition, aerobic fermentation (or composting) [2] is possible without additional

energy costs (except for preparation) only in the presence of solid and moist organic material with a porous structure that promotes gas exchange [3]. On the contrary, liquid substrates require large amounts of energy to provide air with simultaneous intensive mixing, and this, in turn, negatively affects the overall energy balance. Additional costs, both for energy and funds, also increase significantly in this case [4].

Considering the optimization of biogas production processes, one can focus on several key aspects [2,3]:

1) development of new technologies and methods for optimization of the entire process of biogas production - improvement of the design of bioreactors, optimization of fermentation processes, improvement of control and automation systems, as well as implementation of intelligent monitoring and control systems.

2) effective management of heat and mass flows inside the bioreactor to ensure optimal fermentation conditions – introduction of sophisticated heat exchange systems, temperature and humidity control, as well as optimization of substrate and air supply modes.

3) research and development of methods of using various substrates for biogas production - the use of agricultural waste, sewage, organic waste, as well as specially grown energy crops.

4) the use of energy-efficient equipment and technologies to reduce energy consumption in the process of biogas production - the use of highly efficient compressors, pumps and heat exchangers, as well as the introduction of energy-saving systems and the use of renewable energy sources.

5) the use of mathematical modeling and optimization methods for the analysis and improvement of biogas production processes will allow predicting the effectiveness of various management strategies and determining the optimal parameters of the system.

Possible ways to increase the efficiency of energy generation and the overall operation of the system:

1) automation of grinding and mixing. Installation of high-performance shredders and homogenizers for uniform preparation of waste.

2) dosed supply of raw materials with density and viscosity sensors for uniform supply of the substrate to the fermenter.

3) heat treatment will help reduce pathogens and promote a quick start of fermentation.

4) automatic temperature control systems. Installation of sensitive temperature sensors with automatic control of heating or cooling to maintain a stable temperature (optimally 35-38°C for mesophilic mode).

5) use of insulating materials for fermenters to minimize heat loss.

6) the use of heat exchangers, which will use heat from waste streams, can significantly improve energy efficiency.

7) complex biogas purification systems. Membrane filters, adsorption units based on activated carbon or zeolites can significantly improve the quality of biogas.

8) use of moisture traps and cooling columns to reduce humidity in biogas.

9) automated gas monitoring systems that monitor the concentration of impurities in real time and allow for prompt correction of the cleaning process.

10) use of residual heat utilization systems for heating fermenters or other parts of the technological process.

11) integration of heat pumps allows efficient use of low-potential heat from spent streams for substrate heating or heating.

12) using solar collectors to heat water or substrate can reduce energy costs, especially in warm regions.

13) use of anti-corrosion materials (stainless steel or special coatings) in the most corrosion-prone system elements.

14) optimizing the design of filters to remove hydrogen sulfide and moisture traps will help minimize the impact of aggressive substances.

The use of means of increasing the energy efficiency of biogas plants will allow to significantly expand the scope of their application in the agricultural industry in the treatment of organic waste of various composition, however, the decision to use one or another method should be made based on the specific conditions of the agricultural enterprise.

References

1. Болтянський Б.В. Енерго- та ресурсозбереження в тваринництві: підручник / Б.В. Болтянський та ін. К.: Видавничий дім «Кондор», 2020. 410 с.

2. Акулов В. Д. Шляхи підвищення енергетичної ефективності біогазової установки. Праці ТДАТУ; гол. ред. д.т.н., проф. В. М. Кюрчев. Запоріжжя: ТДАТУ, 2024. Вип. 24, т. 2. С.27-36. DOI: 10.32782/2078-0877-2024-24-2-3

3. Скляр О. Г., Скляр Р. В. Біоконверсні технології прискореної переробки відходів тваринництва в екологічно безпечні добрива. Науковий вісник ТДАТУ. Мелітополь: ТДАТУ, 2021. Вип. 11, том 2. №3. DOI: 10.31388/2220-8674-2021-2-3.

4. Skliar A., Skliar R. Justification of conditions for research on a laboratory biogas plant. MOTROL: Motoryzacja I Energetyka Rolnictwa. Lublin, 2014. Vol.16. No2, b. Pp. 183–188.

УДК 631

МОДЕЛЮВАННЯ ТЕРМІНІВ І ЗАТРАТ ТО СУЧАСНИХ ТРАКТОРІВ

*Хворост Т. В., Омельченко Є. М., Тесленко О. В.
Сумський національний аграрний університет*

Постановка проблеми. Планування технічного обслуговування (ТО) аграрної техніки є важливим аспектом для забезпечення ефективної експлуатації і тривалого терміну служби техніки. Ось лише кілька ключових аспектів, які впливають на якість організації ТО на підприємствах:

- необхідність регулярного обслуговування (визначення оптимальних інтервалів обслуговування для різних типів техніки);
- відсутність централізованої системи обліку (виявлення проблем, пов'язаних з відсутністю єдиної системи технічного обслуговування);
- оцінка потреб у запасних частинах та матеріалах для обслуговування; розробка програмного забезпечення для моніторингу стану техніки та планування обслуговування тощо.

Таким чином, планування технічного обслуговування аграрної техніки вимагає комплексного підходу з урахуванням багатьох аспектів, а розробка математичної моделі та програми проектування періодичного технічного обслуговування сучасної аграрної техніки стає актуальною для сучасних аграрних підприємств.

Аналіз останніх досліджень. Проблемами технічної експлуатації засобів механізації аграрного виробництва займалися багато українських науковців, таких як: В. Войтюк, В. Ситник, М. Молодик, О. Науменко, П. Музика, О. Сідашенко, О. Лудченко, М. Кропивка, В. Більський, Я. Білоуська, Г. Підлісецький та інші. Проте, питання створення ефективної системи технічного обслуговування та ремонту аграрної техніки потребують подальшого вивчення.

Мета досліджень. Розробити математичну модель та програму проектування періодичного технічного обслуговування сучасної аграрної техніки, що дозволить організувати ефективний процес проведення ТО на підприємствах.

Результати. Розроблена математична модель та програма проектування періодичного технічного обслуговування сучасної аграрної техніки з обґрунтуванням трудомісткості і вартості робіт на прикладі трактора. Основою для розрахунків є модель трактора, його технічні характеристики і мануал проведення технічного обслуговування. Запис у розроблену програмну оболонку наведено на рис. 1. На рис. 1 бачимо, яка технічна характеристика на кожен одиницю техніки необхідна для проведення подальшого аналізу і отримання результатів.

На основі зазначених вище даних на базі MS Excel розроблено програму проектування ТО. До складу програми входить перелік операцій, періодичність проведення ТО, вартість і кількість технологічних матеріалів, показники їх виконання і виконавці (рис. 2).

А	В	С	Д	Е	Ж	З	И	Й	К	Л	М	Н	О	П	Р	С	Т	У	Ф	Х																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
США 2020 2021 год		Валюта при расчете стоимости экспорта (1 - доллар (американский), 2 - фунт стерлингов, 3 - доллар (азиатский), 4 - доллар (евро))																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
Наименование	№	1 доллар					1 фунт		Половая партия (полная стоимость)										1 фунт стер.		1 фунт стер.		1 фунт стер.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	128	129	130	131	132	133	134	135	136	137	138	139	140	141	142	143	144	145	146	147	148	149	150	151	152	153	154	155	156	157	158	159	160	161	162	163	164	165	166	167	168	169	170	171	172	173	174	175	176	177	178	179	180	181	182	183	184	185	186	187	188	189	190	191	192	193	194	195	196	197	198	199	200	201	202	203	204	205	206	207	208	209	210	211	212	213	214	215	216	217	218	219	220	221	222	223	224	225	226	227	228	229	230	231	232	233	234	235	236	237	238	239	240	241	242	243	244	245	246	247	248	249	250	251	252	253	254	255	256	257	258	259	260	261	262	263	264	265	266	267	268	269	270	271	272	273	274	275	276	277	278	279	280	281	282	283	284	285	286	287	288	289	290	291	292	293	294	295	296	297	298	299	300	301	302	303	304	305	306	307	308	309	310	311	312	313	314	315	316	317	318	319	320	321	322	323	324	325	326	327	328	329	330	331	332	333	334	335	336	337	338	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354	355	356	357	358	359	360	361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375	376	377	378	379	380	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390	391	392	393	394	395	396	397	398	399	400	401	402	403	404	405	406	407	408	409	410	411	412	413	414	415	416	417	418	419	420	421	422	423	424	425	426	427	428	429	430	431	432	433	434	435	436	437	438	439	440	441	442	443	444	445	446	447	448	449	450	451	452	453	454	455	456	457	458	459	460	461	462	463	464	465	466	467	468	469	470	471	472	473	474	475	476	477	478	479	480	481	482	483	484	485	486	487	488	489	490	491	492	493	494	495	496	497	498	499	500	501	502	503	504	505	506	507	508	509	510	511	512	513	514	515	516	517	518	519	520	521	522	523	524	525	526	527	528	529	530	531	532	533	534	535	536	537	538	539	540	541	542	543	544	545	546	547	548	549	550	551	552	553	554	555	556	557	558	559	560	561	562	563	564	565	566	567	568	569	570	571	572	573	574	575	576	577	578	579	580	581	582	583	584	585	586	587	588	589	590	591	592	593	594	595	596	597	598	599	600	601	602	603	604	605	606	607	608	609	610	611	612	613	614	615	616	617	618	619	620	621	622	623	624	625	626	627	628	629	630	631	632	633	634	635	636	637	638	639	640	641	642	643	644	645	646	647	648	649	650	651	652	653	654	655	656	657	658	659	660	661	662	663	664	665	666	667	668	669	670	671	672	673	674	675	676	677	678	679	680	681	682	683	684	685	686	687	688	689	690	691	692	693	694	695	696	697	698	699	700	701	702	703	704	705	706	707	708	709	710	711	712	713	714	715	716	717	718	719	720	721	722	723	724	725	726	727	728	729	730	731	732	733	734	735	736	737	738	739	740	741	742	743	744	745	746	747	748	749	750	751	752	753	754	755	756	757	758	759	760	761	762	763	764	765	766	767	768	769	770	771	772	773	774	775	776	777	778	779	780	781	782	783	784	785	786	787	788	789	790	791	792	793	794	795	796	797	798	799	800	801	802	803	804	805	806	807	808	809	810	811	812	813	814	815	816	817	818	819	820	821	822	823	824	825	826	827	828	829	830	831	832	833	834	835	836	837	838	839	840	841	842	843	844	845	846	847	848	849	850	851	852	853	854	855	856	857	858	859	860	861	862	863	864	865	866	867	868	869	870	871	872	873	874	875	876	877	878	879	880	881	882	883	884	885	886	887	888	889	890	891	892	893	894	895	896	897	898	899	900	901	902	903	904	905	906	907	908	909	910	911	912	913	914	915	916	917	918	919	920	921	922	923	924	925	926	927	928	929	930	931	932	933	934	935	936	937	938	939	940	941	942	943	944	945	946	947	948	949	950	951	952	953	954	955	956	957	958	959	960	961	962	963	964	965	966	967	968	969	970	971	972	973	974	975	976	977	978	979	980	981	982	983	984	985	986	987	988	989	990	991	992	993	994	995	996	997	998	999
Половая партия (полная стоимость)	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		

[illegible]

У відповідності до отриманих вхідних даних маємо можливість провест розрахунки і отримати результат для ефективного планування робіт з технічного обслуговування як окремої машини, так і парку в цілому.

Висновок. Розроблена математична модель дозволяє проводити проектування проведення технічного обслуговування сучасної аграрної техніки. Використання даної програми направлено на підвищення ефективності використання аграрної техніки при виконанні робіт.

Список використаних джерел

1. .N. Mafla-Y´opez, C.F. Morales-Bayetero, E.P. Hern´andez-Rueda, I.B. Benavides Cevallos, Vehicle Maintenance Management Based on Machine Learning in Agricultural Tractor Engines, 90, DYNA, 2023, pp. 22–28, <https://doi.org/10.15446/dyna.v90n225.103612>

2. Войтюк, В. Д., Бондар, С. М., & Шимко, Л. С. (2019). Technical service in agricultural production. Pt. 2.

3. Меховський, А. В. (2021). Стан системи технічного сервісу аграрних підприємств. https://repo.btu.kharkov.ua/bitstream/123456789/13671/1/tezy_molod_i_sg-2021-299.pdf

УДК 631

**ДОСЛІДЖЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ
МАШИННИХ АГРЕГАТІВ ПРИ ЗАБЕЗПЕЧЕННІ
МЕХАНІЗОВАНИХ АГРОТЕХНОЛОГІЙ**

*Хворост Т. В., Тесленко О. В., Шутко В. В., Гузь О. І.
Сумський національний аграрний університет*

Постановка проблеми. Перед сучасним аграрним виробництвом постає все більше викликів, які у реаліях сьогодення вимагають від господарств приймати оптимальні та ефективні рішення у короткі терміни. Одним з таких завдань є забезпечення ефективного використання машинних агрегатів (МА) під час виконання механізованих агротехнологічних операцій. Ця задача включає в себе максимально ефективне завантаження техніки, забезпечення показників якості, ефективного планування механізованих робіт, мінімізації витрат палива, затрат часу на виконання робіт та зменшення механічного впливу на ґрунт, водночас, досягаючи високої продуктивності (W). Задача оптимізації руху МА полягає у виборі оптимальних траєкторій та режимів роботи для забезпечення економічності та екологічної стійкості агротехнологічних процесів.

Аналіз останніх досліджень. Склад комплексів машин та структура машинного парку загалом визначаються механізованими технологічними процесами (ТП) вирощування та збирання агропродукції. Ці процеси базуються на технологічних операціях (ТО), які передбачають виконання

необхідних та достатніх обсягів робіт від підготовки ґрунту до збирання та первинної обробки врожаю (Zubko V. M., 2008).

Як зазначають автори (Kutkovetska T.O. & Berezovskyi A.P., 2020), одним із ключових показників ефективності роботи машинних агрегатів є якість виконання механізованих ТО, що для окремих процесів залежить від якості технологічних матеріалів. Показники якості дозволяють оцінити роботу МА з точки зору створення оптимальних умов для росту і розвитку рослин (Antoshchenkov V.M. & Antoshchenkov R.V., 2011).

Конструктивні параметри МА розраховані на певну якість виконання механізованих робіт, але у реальних виробничих умовах вони не завжди досягаються повною мірою. Це зумовлено низкою факторів, таких як склад ґрунтів, технічний стан МА, якість робочого матеріалу, погодні умови, а також рівень кваліфікації механізатора (Melnyk I.I., та ін., 2007).

Наукова спільнота (Pratt, Alejandro & Yu, Bingxin, 2008, Headey D., та ін., 2010, Aweke C.S., та ін., 2021, Alene A.D., 2010) вважає технологічні зміни ключовим фактором підвищення W аграрного виробництва. Проте важливо враховувати, що впровадження інновацій має відбуватися в конкретному контексті, щоб відслідковувати технічну еволюцію. Крім того, для розробки цих інновацій необхідна стабільна та добре організована система досліджень у сфері агропромислового комплексу (Yannick Fosso Djoumessi, 2021).

Метою дослідження є аналіз ефективності організації та виконання механізованих технологічних операцій у рослинництві, а також вивчення складових робочого часу зміни та якості проведених операцій.

Результати досліджень. Дослідження показників ефективності роботи машинних агрегатів в механізованих агротехнологіях зазвичай мають на меті оцінити W , економічність та надійність роботи техніки в умовах агровиробництва. Результати таких досліджень дозволяють визначити оптимальні параметри роботи, забезпечуючи раціональне використання ресурсів та підвищення W праці.

Одним зі складових формули продуктивності МА є коефіцієнт використання часу зміни (τ). Збільшення τ сприятиме підвищенню W , знизить виробничі витрати, покращить якість робіт, а саме ефективне використання часу роботи агрегату може вплинути на якість виконання завдань, зокрема агротехнічних операцій. Це може позитивно позначитися на врожаї та його якості.

Оптимізація τ допомагає мінімізувати простій машин, що підвищує ефективність роботи та дозволяє краще розподілити навантаження на обладнання. Окрім того, дослідження сприяє розробці умов роботи, що підвищує безпеку та комфорт працівників.

В роботі з дослідження оптимізації режимів руху МА були використанні спостереження за механізованими ТО, а саме дослідження методом хронометражу.

Розгляд W проводився з метою детального аналізу та уточнення трансформації τ у відповідності до сучасної техніки та технології.

Дослідження W та τ проводились в Сумському районі, на наступних ТО: класична оранка, збирання кукурудзи, подрібнення рослинних решток. Хронометражні спостереження проводились у господарствах, які відносяться до третьої та четвертої групи, а саме малого та великого агровиробника (агрохолдинга). ТО виконувались на сучасних моделях МА та з використанням технології «precision farming».

Основними задачами хронометражного дослідження було:

- аналіз умов виконання механізованої операції;
- визначення витрат палива та кінематичних параметрів агрегатів;
- облік елементів робочого часу та його тривалості;
- визначення тривалості роботи та W агрегатів (змінної та фактичної);
- аналіз продуктивних і непродуктивних витрат часу для розрахунку τ .

Висновок. З отриманих розрахункових даних видно, що τ низький, що призвело до зменшення W . Аналіз фактичних даних використання робочого часу показав, що збільшення непродуктивних витрат часу суттєво знизило ці показники.

Основними факторами, що вплинули на це, були:

– «подрібнення рослинних решток»: неправильна форма ділянки з різною довжиною гону та нахилом 3° змусила МА рухатися під кутом 15° до рядів посіву під час подрібнення рослинних решток. Це спричинило непродуктивні втрати часу через збільшення кількості поворотів, переїздів і доїздів, а також зросли питомі витрати пального;

– «збирання кукурудзи»: виїзд комбайна у поле з високою вологістю ґрунту на полі спричинила непродуктивні втрати часу, зокрема простої МА через загрузання комбайну, буксування, переїзди до іншої загінки, очікування на буксир та від'їзд іншого комбайну. Це також призводило до зупинок для усунення неполадок через підвищене навантаження на робочі органи комбайну;

– «класична оранка»: через значні опади на попередніх ТО оранка виконувалась із запізненням і з порушенням порядку виконання технологічного процесу. Після збору врожаю мало відбутися мульчування ґрунту. Простої на технологічні зупинки тривали значний час і були викликані очищенням робочих органів від промерзлого чорнозему.

Список використаних джерел

1. Zubko V. M. (2008). Analiz khronometrazhnykh sposterezhen za robotoiu mashynnykh ahrehativ pry vyroshchuvanni ta zbyranni ozymoho ripaku [Analysis of time-lapse observations of the operation of machine units during the

cultivation and harvesting of winter rapeseed]. V. M. Zubko // Visnyk SNAU. – Sumy, – Vyp. 1(17). – S. 60-63. (in Ukrainian);

2. Kutkovetska T.O., Berezovskyi A.P. (2020). Teoretychne obgruntuvannia pokaznykiv efektyvnosti vykorystannia mashyno-traktornykh ahrehativ pry vykonanni operatsii z obrobitku gruntu [Theoretical substantiation of the indicators of the efficiency of the use of machine-tractor units when performing soil cultivation operations]. Vcheni zapysky TNU imeni V.I. Vernadskoho. Serii: tekhnichni nauky. Tom 31 (70) ch. 2. S.164–167 (in Ukrainian);

3. Antoshchenkov V.M., Antoshchenkov R.V. (2011). Matematychna model vyznachennia potuzhnosti, neobkhidnoi dlia funktsionuvannia silskohospodarskoho ahrehatu [Mathematical model for determining the power required for the functioning of the agricultural unit]. Systemy obrobitku informatsii. Vyp. 8. S. 160–162. (in Ukrainian);

4. Melnyk I.I., Tyvonenko I.H., Fryshev S.H. ta inshi. (2007). Inzhenernyi menedzhment [Engineering management]: navchalnyi posibnyk. Vinnytsia : Nova knyha,. S. 137. (in Ukrainian);

5. Pratt, Alejandro & Yu, Bingxin. (2008). An Updated Look at the Recovery of Agricultural Productivity in Sub-Saharan Africa. International Food Policy Research Institute (IFPRI), IFPRI discussion papers.;

6. Headey D., & Alauddin M., Rao D.P. (2010). Explaining agricultural productivity growth: an international perspective Agric. Econ., 41, pp. 1-14;

7. Aweke C.S., Hassen J.Y., Wordofa M.G., Moges D.K., Endris G.S., Rorisa D.T., (2021), Impact assessment of agricultural technologies on household food consumption and dietary diversity in eastern Ethiopia J. Agric. Food Res., 4;

8. A.D. Alene, (2010). Productivity growth and the effects of R&D in African agriculture Agric. Econ., 41, pp. 223–238.

УДК 631

МОТОГОДИНА: ПРОБЛЕМИ ТРАКТУВАННЯ ТА ВИЗНАЧЕННЯ

Зубко В. М., Хворост Т. В.

Сумський національний аграрний університет

Постановка проблеми: забезпечення роботоздатності функціонування аграрної техніки при виконанні механізованих технологічних операцій – одна з основних задач інженерної служби. Своєчасне і якісне обслуговування техніки – запорука її безвідмовної роботи з використанням її повного потенціалу потужності.

Аналіз останніх досліджень. В літературі сьогодні звучить два варіанти обчислення мото-години.

Наприклад в мануалі по експлуатації Case IH вказано, що годинник роботи двигуна реєструється контролером двигуна. Для отримання кількості мото-годин використовується електронним діагностичним пристроєм (EST).

Для лічильника мото-годин не потрібна процедура випробування.

Щоб переконатися в точності реєстрації часу лічильником, виконайте такі дії: запишіть показання лічильника мото-годин та час початку роботи трактора; запишіть показання лічильника мото-годин і час закінчення роботи двигуна та порівняйте зі зміною показань лічильника.

Інше джерело говорить, що мото-година – це особлива одиниця виміру навантаження, яку відчуває працюючі двигун. Він відповідає одному астрономічній годині роботи колінчатого валу при холостих або помірних оборотах (60 хвилин близько 1500-1600 об / хв).

Є різні способи, як розрахувати мото-години:

1. По оборотам колінвала і мото-година – це 96000 оборотів.
2. За часом – це приблизно однієї години холостий роботи мотора.
3. За паливом.

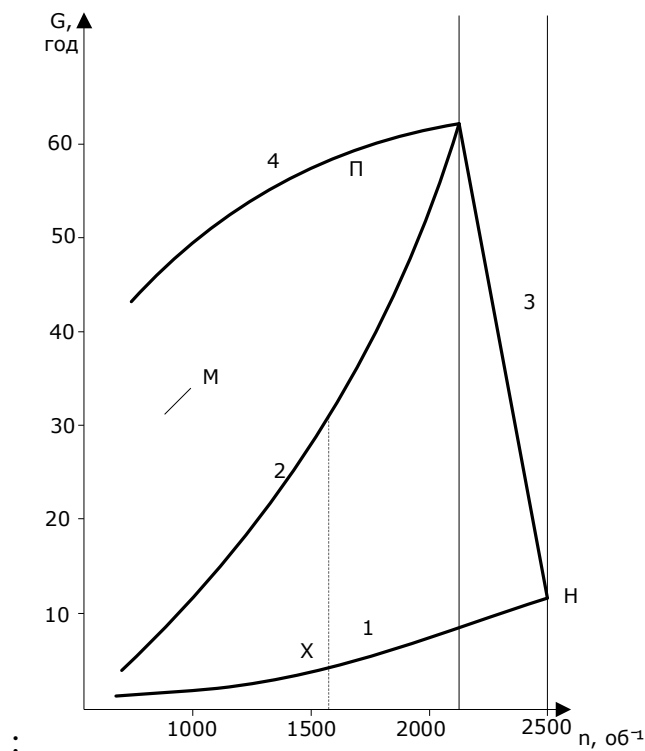


Рис. 1. Витрата палива на різних режимах роботи двигуна.

Мета досліджень: забезпечення роботоздатності аграрної техніки під час виконання механізованих технологічних операцій. Критерій – мото-година. Обґрунтування періодичності заміни оливи.

Результати досліджень: при роботі двигуна слід виділяти 4 режими потужності і витрати палива: витрата палива холостого ходу (без навантаження двигуна); з частковою подачею та відповідним навантаженням; режим регулятора витрати палива та витрата палива в зоні перевантаження двигуна (зовнішня вітка). Лінія М: витрата нижче – мото-година менша за астрономічну; вище – мото-година вище за астрономічну. На рис. 1 наведена графічна характеристика витрати палива на різних режимах роботи двигуна

За Діденком існує періодичність технічного обслуговування тракторів по кількості витраченого палива. Аналіз показує, що всі розрахунки проведено на максимальне завантаження двигуна (таблиця 1). Що є характерною особливістю старої системи планування ТО.

А як працює нова система? В чому її особливість? Як відбувається розрахунок мото-години для сучасної техніки? Ці питання є актуальними і потребують глибокого дослідження.

Основним критерієм стосовно основної операції заміни оливи – дуже важлива є мото-година. В зв'язку з цим побудовано графік вигорання оливи (рис. 2).

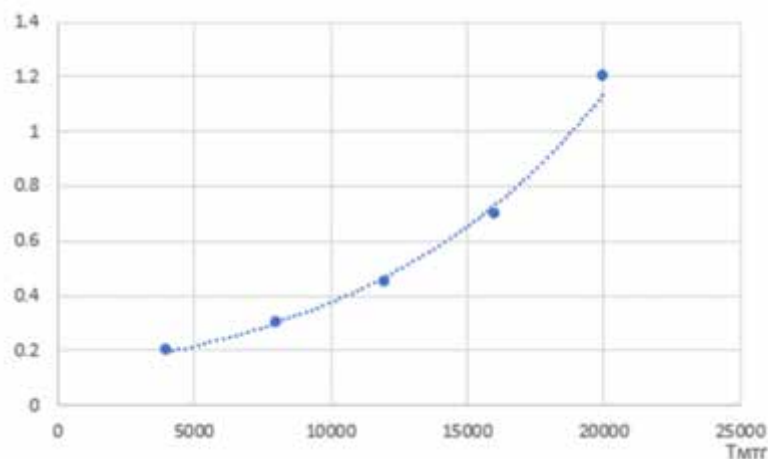


Рис. 2. Вигорання оливи (%) дизельного двигуна в залежності від наробітку ($T_{\text{мтг}}$) від виробленого палива (G).

На основі проведених досліджень на прикладі двигуна Cursor 9 розроблено вигорання оливи від витрати палива. Вхідними даними є потужність, питома витрата палива, нормативна витрата палива при номінальній частоті обертання колінчатого валу (рис. 3).

Дослідженнями було встановлено, що зі збільшенням наробітку на техніці вона потребує більшої уваги щодо її експлуатації. Зношення робочих деталей, термо і гідро удари та багато інших експлуатаційних факторів суттєво впливають на роботоздатність та витривалість. Все це зумовлює підвищену витрату оливи. Тому при плануванні ТО необхідно планувати час проведення робіт з урахуванням його навантаження та терміну експлуатації.

Трактор	Потужність, кВт	Норм витрата палива, кг	Смисть бака, л	Смисть оливи, л								
CLAAS AXION 900	298.00	59.00	700.00	27.75								
	кВт/год	Коеф зав дня										
	198.00	0.7										
Наробіток після загального наробітку, мтг	Витрата палива, кг	Вигорання оливи в залежності від загального наробітку, кг	Кількість об'ємів вигорання оливи	Вигорання оливи в залежності від загального наробітку, кг	Кількість об'ємів вигорання оливи	Вигорання оливи в залежності від загального наробітку, кг	Кількість об'ємів вигорання оливи	Вигорання оливи в залежності від загального наробітку, кг	Кількість об'ємів вигорання оливи	Вигорання оливи в залежності від загального наробітку, кг	Кількість об'ємів вигорання оливи	Кількість баки палива
		1000		5000		10000		15000		20000		
100	4130.28	13.83	0.54	16.04	0.63	21.44	0.84	32.70	1.29	56.21	2.21	6.86
200	8260.56	27.72	1.09	32.14	1.26	42.94	1.69	65.48	2.57	112.50	4.42	13.72
300	12390.84	41.69	1.64	48.32	1.90	64.52	2.54	98.33	3.86	168.85	6.64	20.58
400	16521.12	55.74	2.19	64.58	2.54	86.18	3.39	131.25	5.16	225.29	8.85	27.44
500	20651.40	69.66	2.75	80.91	3.18	107.91	4.24	164.25	6.45	281.80	11.07	34.30
600	24781.68	84.06	3.30	97.32	3.82	129.72	5.10	197.33	7.75	338.38	13.30	41.17
1000	600.00	600.99										
5000	450.00	448.21										
10000	300.00	300.54										
15000	200.00	200.99										
20000	150.00	149.56										

Рис. 3. Вигорання оливи в залежності від загального наробітку

Висновок. 1. Проведеними дослідженнями встановлено, що мото-година зв'язана з витратою палива.

2. Встановлено, що важливою задачею є вивчити інші операції, які стосуються залежності від загального наробітку трактора через мото-годину.

Список використаних джерел

1. <https://s-tehnika.com.ua/motogodinnik-shho-ce-take/>
2. Експлуатація машинно-тракторного парку. Діденко М.К. Київ, видавниче об'днання «Вища школа», 1977, 392 с.

УДК 631

ОСОБЛИВОСТІ КЛАСИФІКАЦІЇ ХОДОВИХ СИСТЕМ СУЧАСНОЇ АГРАРНОЇ ТЕХНІКИ

Чепіжний А. В., Коваленко В. Є., Шутко В. В.
Сумський національний аграрний університет

Постановка проблеми. Сучасний розвиток різноманітної аграрної техніки призводить до вдосконалення існуючих та появи нових ходових систем різноманітних енергетичних засобів. Виходячи з цього отримуємо ситуацію де існуюча система, що описує ходові системи різноманітної техніки, не дає повного опису та характеристики ходових систем новітніх тракторів та самохідних машин. Це не дає змоги розуміти всі аспекти застосування та повної реалізації зчіпних властивостей новітньої техніки. Іншою проблемою є те, що існуючі системи характеризують окремо

вітчизняні та окремо іноземні зразки техніки. Такий підхід не є універсальним та зрозумілим для застосування.

Мета досліджень. Створення системи класифікації сучасної аграрної техніки.

Результати досліджень. Така проблема може доволі легко вирішуватись запропонованою класифікацією, що в значній мірі описує сучасні ходові системи різноманітної аграрної техніки, і в повній мірі показати їх особливості. Запропонована класифікація наведена на рис. 1.

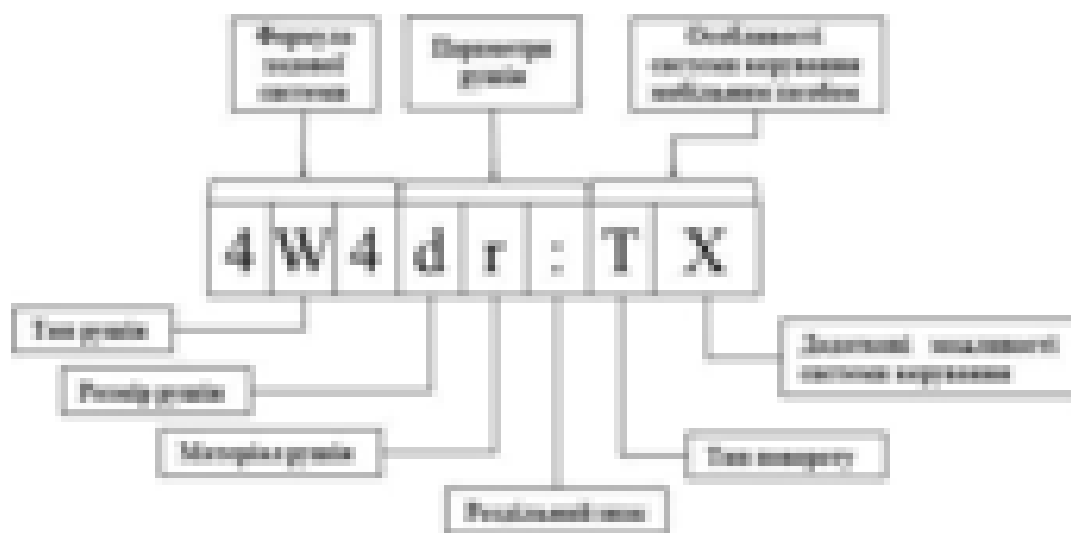


Рис. 1. Особливості класифікації ходових систем сучасних енергетичних засобів

Необхідно зазначити, що в першій частині вказується майже класична схема позначення формули ходової системи. Відмінністю є літерне позначення, що характеризує конкретний тип рушія, де: W – колісна схема; C – гусенична схема; R – комбінована схема з колесами на передній осі та гусеницями на задній; D – комбінована схема з гусеницями на передній осі та колесами на задній; S – лижна схема. В результаті застосування даного літерного позначення з класичною системою отримуємо наступні формули ходових систем: 4W4 – чотири-колісна схема з повним приводом; 6W6 – шести-колісна схема з повним приводом; 2W4 – чотири-колісна схема з двома передніми ведучими колесами; 4W2 – чотири-колісна схема з двома задніми ведучими колесами; 3W2 – триколісна схема з двома задніми ведучими колесами; 4C4 – чотири-гусенична схема з повним приводом «типу quadtrac»; 2C2 – двох-гусенична «класична» схема; 4R4 – повнопривідна схема з колесами передньої осі та гусеницями задньої; 4D4 – повнопривідна схема з гусеницями передньої осі та колесами задньої; 4S2 – комбінована схема з двома задніми привідними колесами та двома передніми лижами.

Для аналізу впливу даних реалізації зчіпних властивостей з ґрунтом на різних агрофонах та для проведення аналізу взаємодії їх з ґрунтом (визначення коефіцієнтів опору перекочування f та зчеплення μ) вводиться в систему позначення розміри рушіїв та його матеріал.

Так, в позначенні розміру рушія застосовується наступне позначення: d – різний розмір коліс чи гусениць; e – однаковий розмір коліс чи гусениць. В позначенні матеріалу пропонується застосування: r – гумове колесо чи гусениця; m – металеве колесо чи гусениця; s – гумовометалева гусениця.

Необхідною умовою у класифікації ходових систем виникає і питання особливостей керування агромашиною. Для кращого розуміння та відокремлення формули ходової системи від позначення особливостей системи керування агромашиною вводиться розділення знаком « : ».

Для опису системи керування за типом повороту, нами пропонується запровадити наступні літерні позначення: T – поворот керованих коліс однієї з осей; F – поворот за рахунок зміни кута зчленування напіврам; K – комбінований поворот за рахунок зміни кута зчленування напіврам та керованих коліс передньої осі; B – поворот загальмовуванням однієї гусениці або передачею обертового моменту тільки на один борт; H – поворот керованих коліс передньої осі з загальмовуванням одного з коліс задньої осі.

При цьому другою літерою в описі системи керування є характеристика додаткових можливостей системи керування. Тут пропонується застосовувати наступні літерні позначення: X – крабове керування; Q – повнокероване шасі.

Необхідно зазначити, що друга літера, що характеризує додаткові можливості системи керування може не вказуватись. Обов'язковою умовою є вказання першої літери, що характеризує тип повороту.

Результатом застосування даної класифікації є повноцінна характеристика ходової системи конкретної агромашини. Так, наприклад, для трактора $T-150K$ загальна схема позначення буде виглядати наступним чином – $4W4er:F$. Для трактора Claas XERION 4500, що має можливість реалізації «крабового ходу» в системі керування, а отже і позначення даного трактора відповідно до даної схеми матиме наступний вигляд – $4W4er:TF$. Дана схема дає можливість вирішити питання опису і гусеничних тракторів. Так, для трактора $T-150$ отримаємо позначення $2C2em:B$, а для трактора Case Quadtrac 715 – $4C4er:F$.

Основною особливістю є застосування даного позначення для характеристики ходових систем комбайнів. Так, наприклад, для комбайна з колісними рушіями Case Axia-Follow 150 матимемо позначення $2W4dr:T$, а для комбайна з гусеницями на передній осі Claas Lexion 780 TT – $2D4dr:T$.

Висновок: З вищенаведеного можна зробити висновок, що запропонована система дає можливість у повній мірі охарактеризувати

особливості всіх ходових систем та надати можливість для подальшого їх аналізу. Іншим напрямком є надання розуміння в підборі техніки для аграріїв України та світу в цілому.

Список використаних джерел

1. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів: Підручник / О.М. Царенко, Д.Г. Войтюк, В.М. Швайко та ін.; за ред. С.С. Яцуна. – К.: Мета, 2003. – 448 с.
2. Діденко М.К. Експлуатація машинно-тракторного парку. – К.: Вища школа, 1983. – 456 с.
3. Вибір параметрів шин сільськогосподарських тракторів: монографія / О.Ю. Ребров. – Харків. Видавець: О.А. Мірошніченко, 2021. – 304 с.
4. Адамчук В.В. Теоретичне обґрунтування типажу колісних сільськогосподарських тракторів для України / В.В. Адамчук, В.М. Булгаков, В.Т. Надикто, В.М. Крючев // Вісник аграрної науки. – 2017. - №1. С. 43-47

УДК 621.43

ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ПАЛИВНОГО НАСОСУ ВИСОКОГО ТИСКУ ДИЗЕЛЯ ЯМЗ-236 ТРАКТОРА Т-150К

Аулін В. В.

Центральноукраїнський національний технічний університет

Пугач А. М., Деркач О. Д., Мельниченко В. І.

Дніпровський державний аграрно-економічний університет

Пушка О. С.

Уманський національний університет садівництва

Бялий О. М.

ТОВ «АБІЛІТІ ПРОФІТ»

При проведенні досліджень [1, 2] встановлено, що штатному дизелю СМД-62 трактора Т-150К притаманні деякі недоліки, обумовлені особливостями протікання швидкісних характеристик серійного паливного насосу високого тиску (ПНВТ) НД-22/6Б4. Серед основних недоліків насосів назвемо невихід проміжних швидкісних характеристик на зовнішню характеристику, особливо на понижених швидкісних режимах; різні закономірності протікання характеристик «нових» і «старих» насосів в умовах рядової експлуатації; відмінності характеристик «нових» і «старих» насосів; суттєве відхилення регульовальних параметрів насосів від рекомендацій заводу-виготівника на всіх режимах роботи.

Одним із способів поліпшення показників трактора [3] є застосування в якості силової установки різних дизелів. В даній роботі приведемо аналіз особливостей протікання швидкісних характеристик ПНВТ ЯМЗ-236 дизеля ЯМЗ-236 трактора Т-150 К.

Встановлено, що на дизелі тракторів встановлюються насоси з серійним всережимним регулятором і додатнім коректором подачі палива (характеристика 2) (рис. 1) та насоси з серійним всережимним регулятором, додатнім і від'ємним коректорами подачі палива (характеристика 1).

Зовнішні швидкісні характеристики ПНВТ з експлуатаційними регулюваннями (рис. 2) і з додатнім коректором (№№ 0523759, 389049, 021367) та додатнім і від'ємним коректорами (№№ 001, 941283, 0369919, 0669704, 0440644) мають невідповідні показники за номінальними обертами і обертами початку зменшення подачі палива від'ємним коректором, номінальній подачі палива із-за халатності регулювальників, а на режимі мінімальної кількості обертів під навантаженням – зменшення подачі палива із-за надмірного спрацьовування складових частин ПНВТ.

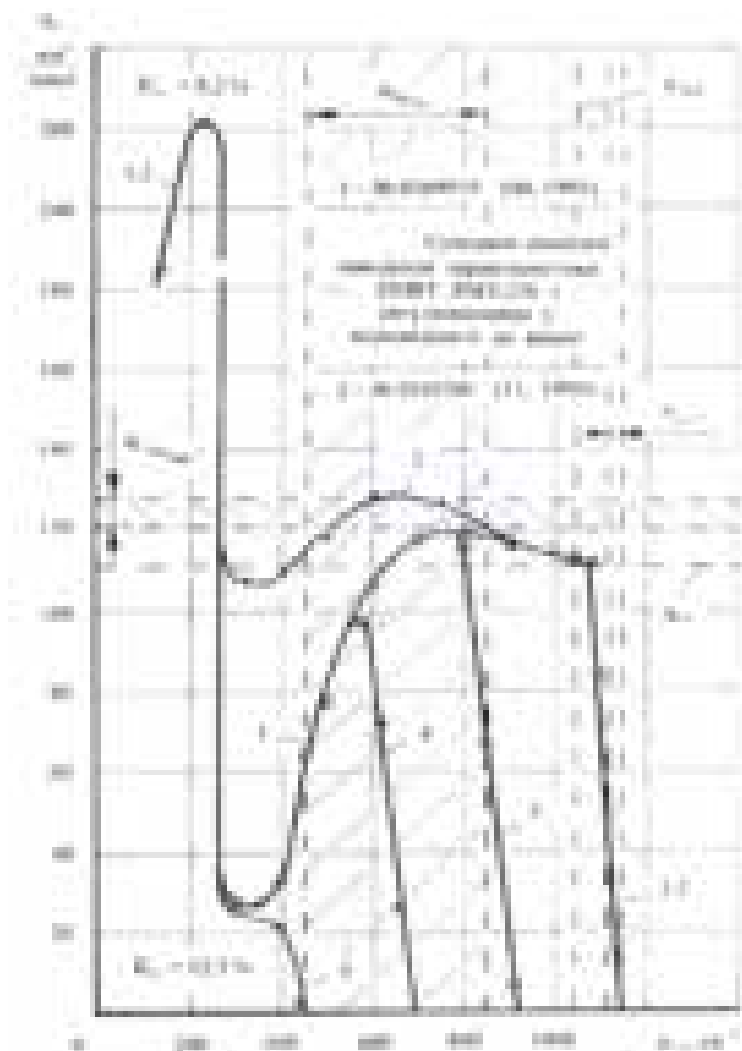


Рис. 1. Характеристики автомобільного ПНВТ ЯМЗ-236

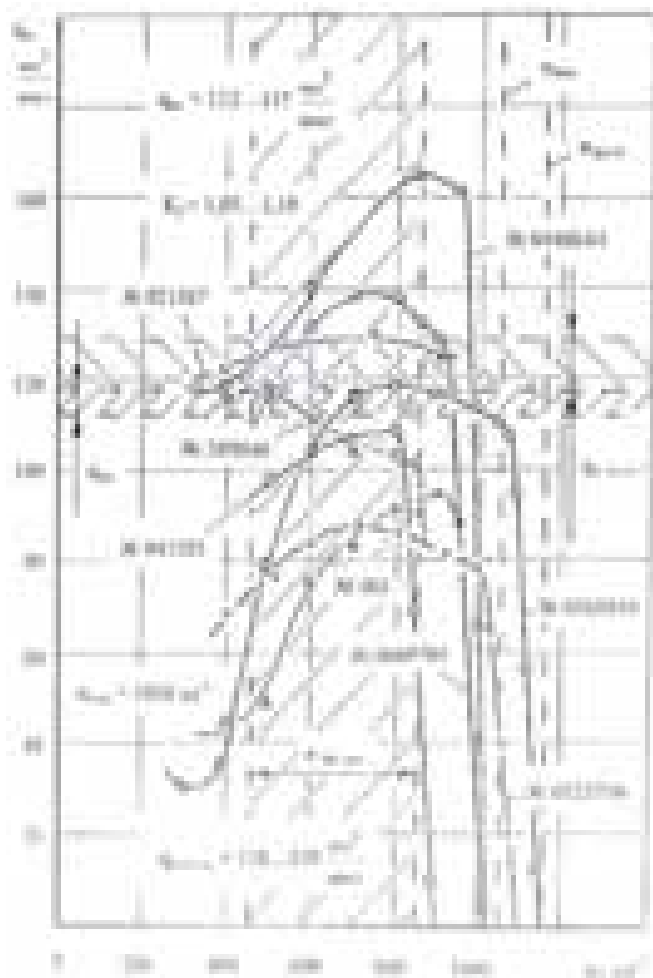


Рис. 2. Зовнішні швидкісні характеристики ПНВТ ЯМЗ-236 дизеля ЯМЗ-236 трактора Т-150К з експлуатаційними регулюваннями.

Збільшена подача палива на номінальному і інших режимах може пояснюватись намірами форсувати двигун для компенсації інших несправностей дизеля. Регулювальники виконують таку роботу за проханням або вимогою власників ПНВТ.

Із дослідної партії ПНВТ для подальших досліджень відібрано три насоси з додатнім і від'ємним коректорами (рис. 3): експлуатаційні регулювання насосів № 1, 3 залишилися без змін; регулювання від'ємного коректора насоса № 2 виконано згідно рекомендацій робіт [1, 2] – зменшення подачі палива забезпечує максимальний крутний момент дизеля.

Коефіцієнт корекції подачі палива насоса № 2 становить 15,5 %, насоса № 3 – 3,1 %, а насоса № 1 – 2,5 %. Зменшення номінальної кількості обертів кулачкового валу насосів № 1 і 3 становить 10,5 % і 20,0 %. Номінальна подача палива насоса № 1 більша на 45,05 %, а насоса № 3 – менша на 25,22 %. Зменшення подачі палива на режимі мінімально-стійкої кількості обертів під навантаженням по відношенню до режиму максимального значення крутного моменту насоса № 2 становить 14,96 %, насоса № 1 – 28,66 %, а насоса № 3 – 47,06 %.

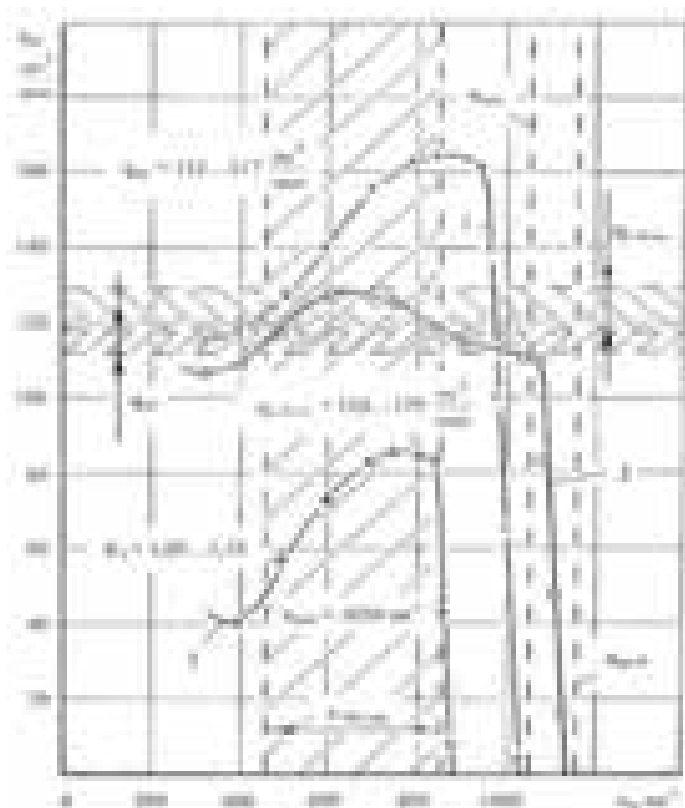


Рис. 3. Суміщені зовнішні швидкісні характеристики дослідних ПНВТ ЯМЗ-236 дизелів ЯМЗ-236 тракторів Т-150К з експлуатаційними регулюваннями і подачею палива: 1 – більшою від вимог; 2 – у відповідності до вимог; 3 – меншою від вимог

Для визначення впливу технічного стану і регулювань насоса на показники дизеля і трактора необхідно провести додаткові дослідження.

Дана тема може мати подальший розвиток, так як в сучасних умовах такі трактори почали знову активно використовуватись деякими фермерами. Як приклад, Євгеній Власенко, фермер, який працює в системі No-Till, модернізує трактор Т-150К-09 до умов точного землеробства, який агрегатується із зарубіжними сівалками прямого повіу.

Список використаних джерел

1. Головчук А. Ф. Улучшение топливной экономичности и снижение дымности тракторных дизелей путем совершенствования системы автоматического регулирования: монография. Харьков: ХНАДУ, 2011. 472 с.

2. Мельниченко В. І. Поліпшення потужнісних, паливних і екологічних показників сільськогосподарського трактора тягового класу 30 кН: монографія. Дніпро: ТОВ «ЕНЕМ», 2023. 464 с.

3. Пугач А.М., Аулін В.В., Мельниченко В.І., Деркач О.Д., Тесля В.О. Способи підвищення показників дизелів тракторів і автомобілів в умовах рядової експлуатації / Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки. 2023. Вип. 8 (39), ч. II. С. 125-133.

УДК 535.2

РОЗРОБКА СИСТЕМИ АГРОВОЛЬТАЇКИ НА БАЗІ СОНЯЧНИХ ФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ МОДУЛІВ

Голуб Г. А., Цивенкова Н. М.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Розробка системи агровольтаїки передбачає інтеграцію інноваційних технологій вироблення сонячної енергії і фермерство на одній і тій самій ділянці [1]. Проте, щоб використання сонячних панелей фотоелектричних модулів (ФЕМ) було ефективним, потрібно визначати раціональні варіанти їх трекінгу. Також, окрім генерації електроенергії з енергії Сонця, ФЕМ повинні виконувати захисні функції для агрокультур та ґрунтів [2]. Зокрема: контролювати рівень сонячної радіації, яка надходить рослинам; сприяти зменшенню випаровування ґрунтових вод; створювати затінення рослин для підвищення їх врожайності [3].

Метою дослідження було визначити варіанти трекінгу ФЕМ, що забезпечить максимальну ефективність їх установки та дозволить підвищити середньорічну ефективність виробництва електроенергії ФЕМ. Це також забезпечить належне виконання захисних функцій для агрокультур та ґрунтів

Річна ефективність установки ФЕМ визначалася як річне середньозважене значення косинуса кута падіння променів Сонця $\cos\theta_Z^{an}$ на площину фотопанелі:

$$\cos\theta_Z^{an} = \frac{\sum_{i=1}^{365} a_i \cos\theta_{Zi}^d}{\sum_{i=1}^{365} a_i}, \quad (1)$$

де a_i – кутова довжина i -го дня, град.; $\cos\theta_{Zi}^d$ – денна ефективність установки ФЕМ.

Денна ефективність встановлення ФЕМ визначалася як середньозважене денне значення косинуса кута падіння променів Сонця на площину фотопанелі:

$$\cos\theta_{Zi}^d = \frac{\sum_{j=0}^{a_j} a_j \cos\theta_j}{\sum_{j=0}^{a_j} a_j}, \quad (2)$$

де a_j – поточне значення кутової довжини j -го дня від сходу до заходу Сонця, град.; $\cos\theta_j$ – відповідне кутовій довжині j -го дня значення косинуса кута падіння сонячних променів.

Денне значення ККД встановлення ФЕМ визначалося як денне середньозважене значення косинуса кута падіння сонячних променів на площину сонячної панелі. Значення денної ефективності встановлення ФЕМ 21 червня на екваторі та на широті $\varphi=50^\circ$ наведені у табл. 1.

Таблиця 1

Денна ефективність установки фотомодулів 21 червня

Спосіб установки панелі на широті $\varphi=50^\circ$				
Горизонтальна а нерухома	Нерухома а під кутом широти	Трекінг у вертикальній площині	Трекінг у горизонтальній площині під кутом широти	Повний трекінг
44,73	45,87	50	95,87	100
Спосіб установки панелі на екваторі				
Горизонтальна нерухома		Трекінг у вертикальній площині	Трекінг у горизонтальній площині	Повний трекінг
45,87		50	95,87	100

Визначивши денну ефективність установки ФЕМ для кожного дня року та для кожного виду їх установки, як на широті $\varphi=50^\circ$, так і на екваторі, отримано значення річної ефективності їх встановлення. Результати приведені на рис. 1, 2.

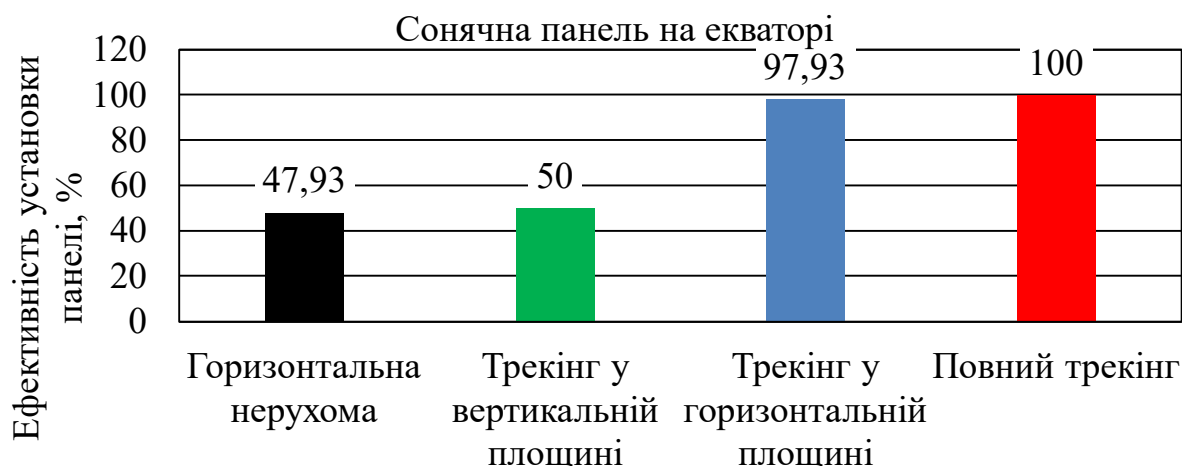


Рис. 1. Річна ефективність установки ФЕМ на екваторі

Результати досліджень щодо розрахунку ефективності установки ФЕМ показали, що трекінг у вертикальній площині для ФЕМ, встановлених на довільній широті, матиме ефективність установки 50 %. Це лише на 2,07 % більше, ніж для нерухомих ФЕМ. Зазначене свідчить про недоцільність використання ФЕМ із трекінгом у вертикальній площині.

У той же час, аналіз результатів досліджень свідчить, що ефективність установки ФЕМ із трекінгом у горизонтальній площині (поворот ФЕМ у горизонтальній площині для відслідковування Сонця по горизонту) для ФЕМ встановлених на довільній широті, матиме ефективність установки 97,93 %. Це на 2,07 % менше, ніж для ФЕМ, встановлених із можливістю

здійснення повного трекінгу (поворот ФЕМ у вертикальній та горизонтальній площинах для відслідковування Сонця по горизонту та висоті). Це свідчить про недоцільність використання ФЕМ із повним трекінгом та його заміною трекінгом у горизонтальній площині, що спрощує систему керування поворотом ФЕМ.

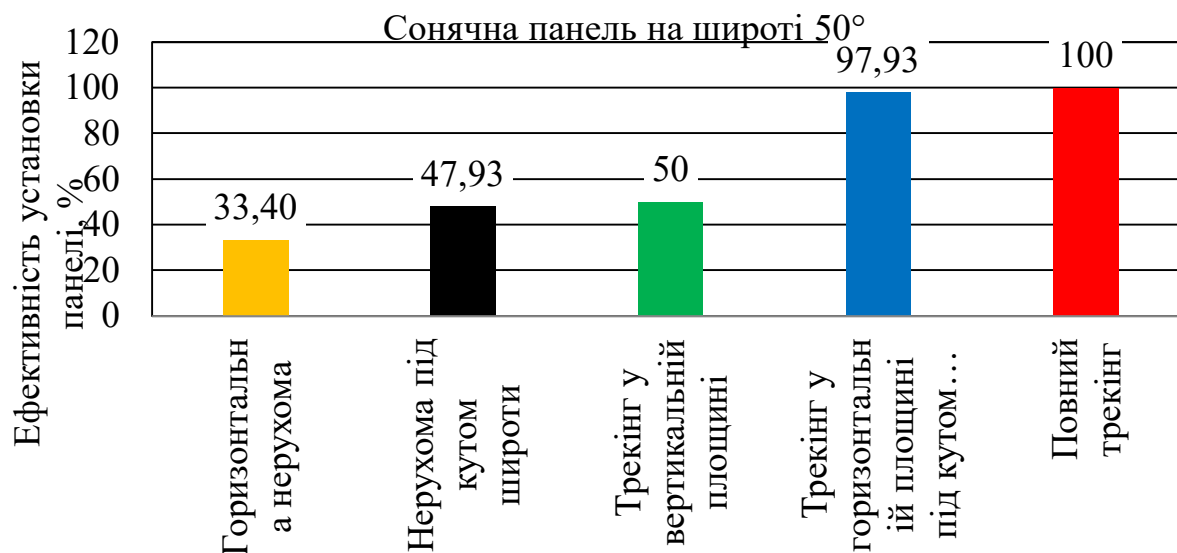


Рис. 2. Річна ефективність установки ФЕМ на широті $\varphi=50^\circ$

Слід зазначити, що дані результати мають багаточисельне експериментальне підтвердження в науковій літературі [14–20].

Обмеження дослідження: результати щодо ефективності установки ФЕМ дозволяють встановити взаємозв'язок між річною ефективністю установки ФЕМ та варіантом їх встановлення на земній поверхні від екватора до значення широти $66,55^\circ$.

Основним недоліком даного дослідження є те, воно не пояснює незначне відхилення оптимальних кутів встановлення ФЕМ, встановлених експериментально, від кутів установки, визначених за даною методикою, і які мають значення, що відповідають значенням широти місця установки ФЕМ.

Висновки. Ефективність установки ФЕМ на кожній широті може дорівнювати ефективності установки ФЕМ на екваторі, а саме 47,93 % у випадку встановлення ФЕМ під кутом нахилу до горизонту, який дорівнює широті. Трекінг ФЕМ у вертикальній площині дозволяє підвищити ефективність установки ФЕМ до 50 %. Порівняно із повним трекінгом, трекінг у горизонтальній площині під кутом широти дозволяє отримати ефективність установки ФЕМ на рівні 97,93 %. Також при зазначених кутах встановлення ФЕМ спостерігалось зростання врожайності сої на 12%. Дослідження проводилися в фермерському господарстві, розташованому в Київській області, на широті $\varphi=50^\circ$.

Подальший розвиток даного дослідження має полягати у визначенні оптимальних значень кутів встановлення ФЕМ, які б повністю співпадали із експериментальними даними. Також виконані дослідження можуть бути основою для подальшого проведення техніко-економічного обґрунтування способів установки ФЕМ на різних широтах.

Список використаних джерел

1. Satpathy, R. K., Pamuru, V. Solar PV Power: Design, Manufacturing and Applications from Sand to Systems, 1st Edition. Academic Press, 2020. 520. ISBN-13:978-0128176269

2. Golub, G., Tsyvenkova, N., Nadykto, V., Marus, O., Yaremenko, O., Omarov, I., Holubenko, A., Sukmaniuk, O., & Medvedskyi, O. (2024). Determining the influence of mounting angle on the average annual efficiency of fixed solar photovoltaic modules. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 2(8 (128), 26–37. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.300485>

3. Wang, G., Zhang, Zh., Lin J. (2024). Multi-energy complementary power systems based on solar energy: A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 199, 114464. doi: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2024.114464>

УДК 62.822

ГІДРОІМПУЛЬСНИЙ ПРИВОД ВІБРОУДАРНОГО ПРИСТРОЮ ЗАВАНТАЖУВАЛЬНОГО-РОВАНТАЖУВАЛЬНОГО КУЗОВА ОДНОКАСКАДНОГО КЛАПАНА-ПУЛЬСАТОРА

Гнатюк О. Ф.

Житомирський агротехнічний фаховий коледж

Для ровантаження кузова тракторного причепа-самоскида для його очищення від примерзлих вантажів використана ідея застосування додаткових корисних віброударних збуджень. Для її реалізації до кузова 2 (рис. 1, а) приєднується спеціальний гідравлічний віброударний пристрій 1, який живиться від гідросистеми підйому кузова, який при цьому суттєво не змінюється (рис. 1, б) [2].

Конструктивна схема пристрою гідроімпульсного приводу цього віброударного пристрою наведена на рис.1. Основний корпус 1 пристрою, враховуючи його конструкцію та тип вантажу, об'єднаний зовнішніми частинами основного корпусу. Бойок 5 пристрій притиснутої пружиною 4 до буртика ствола корпусу 1 і одночасно виконує функцію робочого гідроциліндра [2].

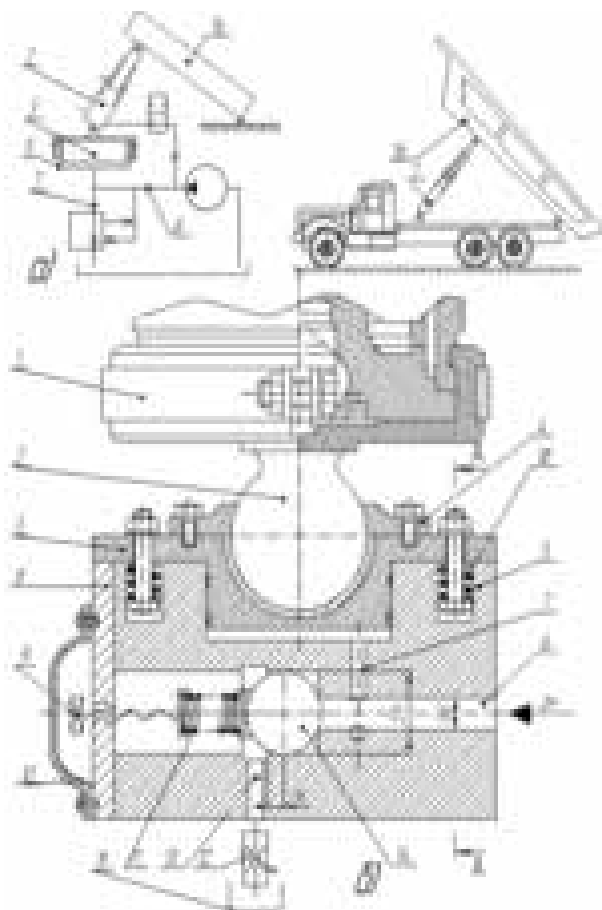


Рис. 1. Гідроімпульсний привод віброударного пристрою автомобіля-самоскида: а) – схематичне розташування вузлів привода; б) – конструктивна схема вбудованого клапана-пульсатора

Принцип роботи пристрою відбувається в наступному. По напірному гідропроводу 7 робоча рідина під тиском надходить у підпоршневу камеру а золотника поршня 12, в якому у свій час з перекриттям h розташоване саморегулююче сидло 8. Під дією тиску рідини на робочій площі S_1 золотника 12 поршня створює силу pS_1 , яка змушує золотник 12 поршня рухатися вгору, стискає контактну пружину 6 з жорсткістю до змикання її витків і саморегулююче сидіння 8 залишається на місці.

При цьому жорсткість контактної пружини 6 визначається з умови $k < \frac{pS_1}{h}$, де p – заданий тиск спрацювання клапана. Далі поршень-золотник 12 переміщується разом з ударним бойком 5 відносно самовстановлювального сидла 8 до моменту перекриття h_1 і сполучення порожнини a і b із зливними гідролініями 11.

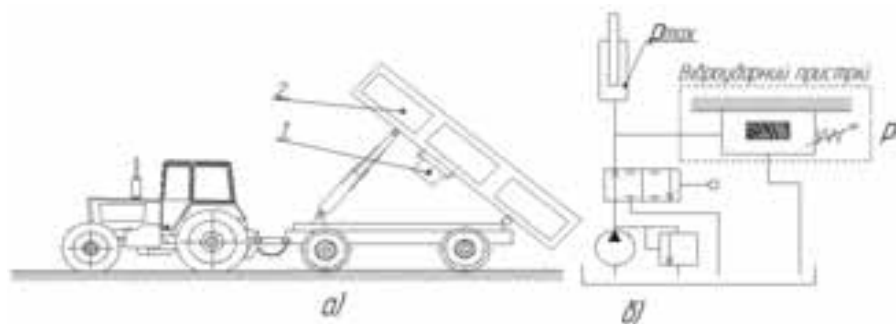


Рис. 2. Гідроімпульсний привод віброударного пристрою: а) – кріплення його до кузова причепа-самоскида 2; б) – схема його підключення до гідросистеми трактора

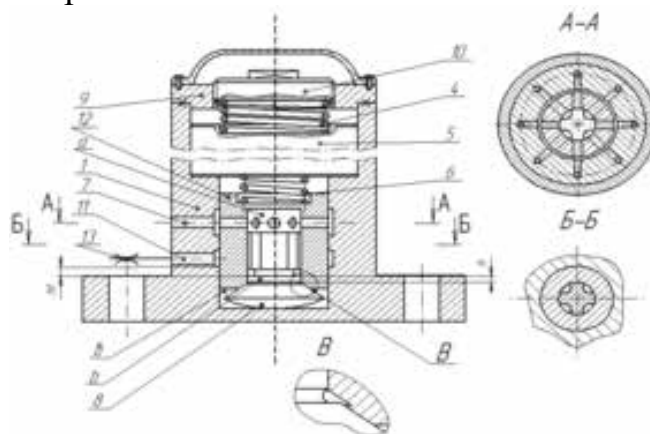


Рис. 3. Схема конструкції гідроімпульсного привода віброударного пристрою розвантажувача причепа-самоскида.

Після з'єднання порожнини а і в імпульс тиску в останній збільшується і підтримується за рахунок перепаду тиску на дросельній заслінці 13. Під дією імпульсу тиску бойок 5 і поршень-золотник 12 стискаються разом з підйомною пружиною 4, при цій камері в сполучається з масловідвідним трубопроводом 11, і робоча рідина витікає з камери в і камери а гідроциліндра 1, в результаті чого при падінні тиску за рахунок накопиченої енергії активується силова пружина 4.

Одночасно ударник 5 вдаряється об плече гідроциліндра 1, і гідроциліндр 1 знову виконує кувалди, тобто отримує удар. Крім того, поршневий золотник 12 повертається у вихідне положення і запобігає надходженню рідини в камеру в з камери а, що від'єднує гідролінію 11 від напірної гідролінії 7, і залишок рідини в підпоршневій камері в зменшується за рахунок до амортизації, залишок рідини у підпоршневій порожнині в зменшує удар поршня-золотника 12 в місті контакту фасок за рахунок демпфування. Далі йде повернення системи у вихідне положення для наступного повторення робочого циклу [2].

Список використаних джерел

1. Веселовська Н. Р., Зелінська О. В., Іванчук Я. В., Гнатюк О. Ф. Моделювання робочих режимів вібраційних та віброударних машин.

Техніка, енергетика, транспорт АПК. 2019. №1 (104). С. 56-63 URL: <http://tetapk.vsau.org/storage/articles/February2020tv42BJNVkOcSGww4jd0d.pdf>

2. Веселовська Н. Р., Іскович-Лотоцький Р. Д., Гнатюк О. Ф. Перспективний віброударний пристрій для розвантаження транспортних засобів. Вібрації в техніці та технологіях. 2021. № 3 (102). С. 43-51. URL: <http://vibrojournal.vsau.org/storage/articles/October2021fGsLQpa1bZ5Y9SLFQzDb.pdf>

3. Веселовська Н. Р., Іскович-Лотоцький Р. Д., Гнатюк О. Ф. Перспективний віброударний пристрій для розвантаження транспортних засобів. Вібрації в техніці та технологіях. 2021. № 3 (102). С. 43-51. URL: <http://vibrojournal.vsau.org/storage/articles/October2021GsLQpa1bZ5Y9SLFQzDb.pdf>

4. Веселовська Н. Р., Іскович-Лотоцький Р. Д., Іванчук Я. В., Гнатюк О. Ф. Сучасні технології у вантажно-розвантажувальних роботах на мобільному автомобільному транспорті. Вібрації в техніці та технологіях. 2020. № 4 (99). С.59-66.

5. Rogovskii I.L. (2021). Resource of removal expenses for strong agricultural period of volume of operations. Machinery and Energetics. Vol. 12. Issue 2. P. 123–131. <https://doi.org/10.31548/machenergy2021.02.123>.

УДК 621.7.08; 621.4.004.67

МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ ЦИЛІНДРІВ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ

Макаренко П. М., Бондарєв С. І.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Останнім часом існує незначна кількість технічних засобів, що дозволяють оцінити стан поверхні циліндропоршневої групи без розбирання двигуна та наявність продуктів згоряння на її стінках.

Ми переконані, що перспективним є застосування радіохвильового методу, який дозволяє оцінити не тільки спрацювання поверхні циліндрів при різних положеннях поршня, а й стан внутрішніх поверхонь циліндрів та дно поршня. На оцінці параметрів електромагнітних коливань, які взаємодіють з об'єктом базується радіохвильовий метод. Особливістю радіохвильового методу є використання електромагнітних хвиль в діапазоні надзвичайно високих частот (НВЧ). На параметри електромагнітної хвилі впливають розмір і форма дослідного об'єкта, діелектрична і магнітна проникність середовища, діелектричні втрати тощо. При цьому в якості

вихідних параметрів можна використовувати зміни амплітуди, частоти, фази або поляризації електромагнітної хвилі.

В циліндричних резонаторах співіснують два види коливань з складовими типів Е і Н. В такій електромагнітній системі можливе використання щонайменше двох інформативних параметрів: основної резонансної частоти та добротності резонансної системи. Реальна камера згоряння це об'ємна камера, зі особливим станом внутрішньої поверхні (конструкція, об'ємний вигляд, заповнення нагаром). Отже, важливе не значення резонансної частоти, а її відхилення від нормованого показника. Тому доцільно розглянути два випадки.

В першому - стінки циліндра двигуна мають ідеальну форму, але на поверхні поршня та тарілок клапанів є відкладення нагару. Цей випадок відповідає тому, що у резонатор довільної об'ємної форми обмежений ідеально провідною поверхнею і заповнений середовищем зі своїми параметрами, вноситься інше середовище зі своєрідними параметрами і об'ємом.

В другому випадку – нагар у камері згоряння відсутній, але поверхня циліндра має деякий знос. В даному випадку резонатор обмежений ідеальною провідною поверхнею і заповнений середовищем та має деформацію ідеально провідної поверхні порожнини, що приводить до зміни об'єму резонатора.

Таким чином, в реальних умовах експлуатації двигунів на зміну власної частоти можуть впливати як наявність нагару, так і зміна геометрії циліндру. Тому для отримання інформаційної надлишковості доцільно використовувати і інший інформативний параметр – зміну добротності резонансної системи.

Добротність об'ємного резонатора визначається відношенням запасеної енергії до енергії втрат за період і характеризує смугу пропущення резонатора в режимі змусених коливань, а також його здатність зберегти накопичену енергію в режимі власних коливань. Також добротність характеризує затухання електромагнітних коливань у резонаторах, що визначається втратами енергії в стінках резонатора і у середовищі, що заповнює резонатор. Крім того, добротність залежить від характеру розподілу магнітного поля по об'єму, її значення тим більше, чим більше відношення об'єму резонатора до площі його поверхні.

Стосовно випадку, що розглядається можна прогнозувати, що основний вклад у зміну добротності резонансної системи буде вносити наявність нагару і викликані цим втрати енергії електромагнітного поля. При цьому втрати енергії через знос поверхні циліндру будуть відносно малими. При зміні положення поршня в циліндрі відповідно будуть змінюватись резонансна частота і добротність системи. Тому доцільно проводити виміри не при одному положенні поршня (наприклад, у нижній

мертвій точці), а при повному робочому ході. Результатом вимірювань при цьому будуть дві залежності, які показують зміни резонансної частоти та добротності від положення поршня. По відношенню значень максимальної та мінімальної резонансних частот можна також посередньо оцінювати ступінь стиску в кожному циліндрі.

Список використаних джерел

1. Шевченко, К. Л. Визначення величини спрацювання робочої поверхні циліндрів двигунів внутрішнього згоряння : Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Техніка та енергетика АПК, (275). 2017. № 12(4), - С. 228-235.
2. Бондарев, С. І. Шляхи підвищення надійності електрообладнання автотранспортних засобів : Технологический аудит и резервы производства. 2013. № 2/2(10). - С. 5–7.
3. Шевченко, К. Надвисокочастотний метод оцінки спрацювання циліндрів автомобільних і тракторних двигунів : Техніка і технології АПК. 2012 (11), 22-23.
4. Автотранспортні засоби категорій «В» і «С» : навч. посіб. для ВНЗ / Я.Ю. Білоконь, В.М. Горкун, А.І. Окоча. – К: Арій, 2009. – 352 с.
5. Головка, Д.Б. Частотно-дисперсійні аналізатори складу та властивостей матеріалів та речовин. К. МП "Леся", 2002. 182 с.

УДК 631.402.2

ПЕРЕДУМОВИ ЄВРОІНТЕГРАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ В ЕНЕРГЕТИЧНІЙ СФЕРІ В УКРАЇНІ

Тітова Л. Л.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Пріоритетним напрямком розвитку енергетики в Україні виступає процес євроінтеграції. Його початок припадає на 01.12.2005 р., коли був підписаний Меморандум між Україною та ЄС «Про порозуміння щодо співробітництва в енергетичній галузі» [26]. У ньому сторони погодилися прикласти максимум зусиль для об'єднання української та європейської енергосистем. Зауважимо, що наразі даний Меморандум втратив чинність з підстав підписання у 2016 році Меморандуму про взаєморозуміння щодо Стратегічного Енергетичного Партнерства між Україною та Європейським Союзом спільно з Європейським Співтовариством з атомної енергії.

Підписання 21 лютого 2005 року Плану дій «Україна – Європейський Союз» (далі - ПД) стало початком нового етапу взаємовідносин між ЄС і Україною. Цей документ було прийнято в межах реалізації Європейської

Політики Сусідства (далі - ЄПС) щодо країн, які поділяють географічне, економічне і політичне оточення з ЄС. ПД мав на меті посилення інтеграції України в Європейський Союз (далі - ЄС), в т.ч. участь у внутрішньому ринку ЄС та участь у політиках і програмах ЄС. Крім того, ПД передбачав можливість укладення нової посиленої угоди між ЄС і Україною замість наявної, але вже застарілої Угоди про партнерство і співробітництво від 1998 р. (далі - УПС).

В 2006 році було ініційовано процес щодо розширення синхронної зони UCTE (тепер ENTSO-E) за рахунок приєднання Об'єднаної енергетичної системи України (далі – ОЕС України). Синхронний зв'язок об'єднань енергосистем дасть можливість:

- поєднання графіків електричного навантаження, що реалізовується за рахунок збігу за часом максимальних навантажень в об'єднаннях енергосистем країн Східної і Західної Європи, що дасть змогу в період власного максимуму одержувати потужність з іншого об'єднання і, відповідно, знизити максимально включену потужність власних джерел;

- поєднати резерви потужності, що досягається за рахунок зниження в кожному з об'єднань величини резерву, що обертається, виходячи із зниження відносної величини розрахункового резерву при зростанні потужності паралельно працюючих енергооб'єднань;

- досягти ефект під час раціонального використання наявних енергоресурсів і структури генеруючих потужностей, що реалізовується за рахунок взаємного сезонного (а у ряді випадків і добового) обміну електроенергією;

- укласти угоди про аварійну допомогу або забезпечення гарантованого резерву на узгоджений період часу;

- забезпечити гарантований резерв на узгоджений період часу; завдяки наявності електричних зв'язків між державними енергосистемами значно підвищити надійність електропостачання споживачів;

- утворення особливо надійних схем електропостачання важливих споживачів;

- найбільш повно використовувати водні ресурси при виробництві електроенергії на гідроелектростанціях тощо.

У березні 2009 року термін дії ПД закінчився. Після того, як було прийнято політичне рішення про укладення нової угоди у формі угоди про асоціацію відповідно до статті 217 Договору про ЄС, ПД був замінений на Порядок денний асоціації Україна – ЄС для підготовки та сприяння імплементації Угоди про асоціацію (далі - ПДА). Межі нової угоди були визначені як угода про асоціацію, яка включатиме посилене політичне та економічне співробітництво між сторонами, створення зони вільної торгівлі без виключень і винятків між ЄС і Україною. Впродовж останніх років відбувались події, які спонукали Європейську Комісію активізувати зусилля

з координування енергетичної політики держав-членів ЄС. З одного боку, це спроби Росії досягти політичних цілей шляхом енергетичного тиску, що є неприйнятним у міжнародній практиці і мало знайти адекватну відповідь у формі вироблення спільної позиції ЄС щодо відносин з країнами постачальниками енергоресурсів. З іншого боку, зміни в правовому регулюванні енергетичних відносин в ЄС зумовлені зростаючою глобальною потребою в енергетичних ресурсах, нестабільністю цін на первинні енергоресурси, перш за все, на нафту та газ.

Російсько-українська газова криза, що відбулася на початку 2009 р., ще більше підкреслила ступінь залежності ЄС від зовнішніх джерел енергії та надала чіткий сигнал про те, що Європа потребує нової узгодженої та належним чином скоординованої зовнішньої енергетичної політики. За таких умов ЄС спрямував свою роботу на усунення розбіжностей у національних законодавствах країн, що входять до Енергетичного співтовариства чи є спостерігачами в цій організації. Метою цього заходу є: формування єдиних правил у сфері енергетичної політики; усунення відмінностей серед держав-членів в обсягах споживання різних видів енергоносіїв, в частці відновлюваної енергетики, структурі та відкритості енергетичних ринків; забезпечення рівного доступу усіх учасників до ринку електроенергії; створення єдиної європейської енергетичної системи та поліпшення внутрішнього взаємозв'язку європейських енергетичних мереж; збільшення обсягу використання альтернативних джерел енергії і зменшення обсягу споживання газу; створення стратегічних запасів енергоносіїв; започаткування єдиного європейського планування в енергетиці; посилення енергетичних відносин з третіми країнами.

Для досягнення зазначених цілей у липні 2009 року в ЄС було прийнято Третій енергетичний пакет, що складається з п'яти документів, які зокрема стосуються реформування ринку електроенергії: Регламент ЄС № 713/2009 Європейського Парламенту та Європейської Ради від 13 липня 2009 р., що засновує Агентство з питань співробітництва регуляторів у сфері енергетики; Регламент ЄС № 714/2009 Європейського Парламенту та Європейської Ради від 13 липня 2009 р. про умови доступу до мережі транскордонних обмінів електроенергією, що скасовує Регламент ЄС № 1228/2003; Директива 2009/72/ЄС Європейського Парламенту та Європейської Ради від 13 липня 2009 р. щодо спільних правил для внутрішнього ринку електроенергії, що скасовує Директиву 2003/54/ЄС.

При цьому, основним елементом Третього Енергопакету є, насамперед, вимога відокремлення видобувних, збутових підрозділів від транспортних магістралей, а також створення Національного Регулятора для кожної із країн-членів ЄС разом із Агентством взаємодії Енергетичних Регуляторів, що надаватиме форум для взаємодії даних регуляторів. В його основі лежить принцип розділення, за яким кожній країні ЄС надається право вибору одного із трьох варіантів реформування розподільних мереж.

Слід зазначити, що третій енергетичний пакет забезпечує можливості всіх європейських громадян скористатися перевагами, що надає прозорий та конкурентний ринок: вільний вибір споживачами постачальників, ресурсів. З метою досягнення цих цілей нові правила передбачають: відокремити функції підприємств з видобування та продажу енергоресурсів від функції транспортування, що дасть змогу лібералізувати ринки електроенергії та газу; посилити транскордонну торгівлю у сфері енергетики; створити ефективніші національні регуляторні органи; сприяти транскордонному співробітництву та інвестуванню; сприяти більшій прозорості діяльності енергетичних компаній; підвищити солідарність між державами-членами ЄС у сфері енергетики.

Створення Енергетичного Співтовариства та підписання угод про асоціацію з ЄС України, Грузії, Молдови зумовили ситуацію, коли простір, на який поширюється європейське законодавство, став набагато більшим за територію самого ЄС. Україна, успішно впроваджуючи європейські енергетичні правила, також стає частиною європейського ринку. І має повне право вимагати врахування її інтересів у процесі планування і реалізації інфраструктурних проектів, які можуть мати міжнародний вплив. Взаємні юридично зобов'язуючі вимоги щодо цього містить Угода про асоціацію Україна-ЄС, зокрема, ст. 274 «Співробітництво у сфері використання інфраструктури».

Необхідною передумовою завершення переговорів між ЄС і Україною про нову угоду було приєднання України до Енергетичного співтовариства (далі - ЕнС). Протокол про приєднання України до ЕнС було підписано 24 вересня 2010 р. і згодом ратифіковано Верховною Радою України 15 грудня 2010 р. Наслідком приєднання України до ЕнС були зобов'язання імплементувати значний обсяг «секторального Acquis» ЄС в сфері енергетики, що було своєрідним підготовчим етапом встановлення асоціації між ЄС і Україною.

У 2011 році Україна приєдналася до Договору про заснування Енергетичного співтовариства (далі – ДЕС), у рамках якого також імплементується європейське енергетичне законодавство. Хоча наразі в ДЕС імплементуються директиви і регламенти щодо газу та електроенергії, які відрізняються від тих, що впроваджуються у країнах-членах ЄС.

З метою адаптації законодавства України до нормативно-правового поля ЄС у 2013 році було прийнято Закон України «Про засади функціонування ринку електроенергії України» (нині втратив чинність). Метою прийняття даного Закону виступало лібералізування гуртового (в деяких джерелах зустрічається «русизм» – оптового) ринку електричної енергії України, створення високоефективного конкурентного середовища на даному ринку. В ньому були враховані вимоги законодавства ЄС, зокрема Директива ЄС № 2003/54/ЄС про загальні правила функціонування

внутрішнього ринку електроенергії, Регламент № 1228/2003 (стосовно умов доступу до мережі трансграничної передачі електроенергії).

Складні переговори між ЄС і Україною тривали з 2009 р. та закінчилися парафуванням Угоди про асоціацію між Україною, з однієї сторони, та Європейським Союзом, Європейським співтовариством з атомної енергії і їхніми державами-членами, з іншої сторони (далі - Угода про асоціацію, УА) 30 березня 2012 р. в м. Брюссель. Відмова Уряду підписувати Угоду про асоціацію між ЄС і Україною на саміті Східного Партнерства у м. Вільнюс у грудні 2013 р. викликала масові протести та «Революцію Гідності» в Україні на початку 2014 р. У подальшому УА таки було підписано Президентом України Петром Порошенком 27 червня 2014 р. в м. Брюссель та ратифіковано Верховною Радою України одночасно з Європейським Парламентом 16 вересня 2014 р. З цього часу Угода про асоціацію між ЄС і Україною набула юридичної сили та стала частиною правової системи України.

Важливим кроком на шляху до створення передумов для подальшої інтеграції енергетичної системи України в загальноєвропейський ринок електроенергії слід також визнати підписання «Угоди про умови майбутнього об'єднання енергосистем України та Молдови з енергосистемою континентальної Європи» та набуття нею чинності 07 липня 2017 року.

Отже, євроінтеграційним процесам в енергетичній сфері в Україні передують низка політичних, економічних та правових передумов. З одного боку, енергетичний тиск Росії задля досягнення політичних цілей, а з іншого - зумовлені зростаючою глобальною потребою в енергетичних ресурсах, нестабільністю цін на первинні енергоресурси, перш за все, на нафту та газ, зміни в правовому регулюванні енергетичних відносин в ЄС.

УДК 631.004.1

ІНЖЕНЕРНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ ВИЗНАЧЕННЯ ВТРАТ ЗЕРНОВОГО МАТЕРІАЛУ ПІД ЧАС КОМБАЙНОВОГО ЗБИРАННЯ ЗБІЖЖЯ

Стецюк С. В.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Кожен аграрій намагається оптимізувати процес вирощування, щоб забезпечити максимальну прибутковість свого господарства [1]. Важливою частиною цього процесу є контроль втрат під час збирання врожаю [2].

Перш за все, необхідно визначити допустимий розмір втрати врожаю під час збирання [3], який буде у кожного свій залежно від погодних умов і

техніки [4]. Після цього можна приступати до визначення кількості втрат врожаю [5]. Отримані дані дають підстави для налаштування/переналаштування комбайна, щоб мінімізувати втрати [6].

Таблиця допустимих втрат на збиранні

Процент від загальних втрат	Допустимі втрати зерна	Якщо втрати перевищують допустимі, необхідно провести регулювання комбайна
Перед збиранням	0	
За жаткою	50%	
Позаду комбайна	50%	
Всього:		

Методика проводиться:

- вранці, перед початком збирання;
- кожні 2 години після початку збирання.

1. Визначення втрат врожаю перед проходом комбайна

Проводити вимірювання втрат необхідно на ділянці, що відображає середній стан поля [7]. Вибирати ділянки по краю поля і на стикових міжряддях не можна, оскільки в такому випадку результат буде непоказовий.

На обраній ділянці потрібно розподілити на ширину жатки 4 кільця (діаметром 56 см), як зазначено на схемі №1:

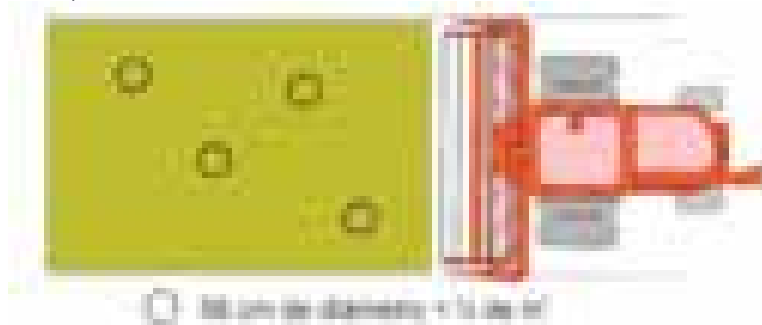


Схема №1. Розташування вимірювальних кілець

4 кільця (діаметром 56 см) = 1м².

У кожному кільці потрібно підрахувати кількість зерен, які комбайн не збере:

- кількість опалих зерен;
- кількість колосків, які не збере комбайн, і підрахувати кількість зерен в цих колосках.

Вимірювання провести в кожному кільці й визначити загальну кількість зерен, які комбайн не збере, що буде відповідати 1м².

Отримані дані записати в таблицю визначення втрат врожаю під час збирання.

2. Визначення втрат врожаю після проходу комбайна

Для визначення втрат врожаю після комбайна необхідно по ходу комбайна розкласти закриті 4 кільця (діаметром 56 см) = 1м².

Розкласти кільця за комбайном потрібно наступним чином (як зазначено на схемі №2):

- 1-е кільце покласти між краєм жатки і краєм колеса передньої осі комбайна;
- 2-е кільце покласти за колесом передньої осі комбайна;
- 3-е кільце покласти по центру комбайна між осями;
- 4-е кільце покласти між краєм жатки і краєм колеса передньої осі комбайна з протилежного боку від 1-го кільця.



Схема №2. Розташування вимірювальних кілець

Таблиця визначення втрат врожаю під час збирання

№ поля: № комбайна: Дата і час проведення виміру: ПІБ механізатора: ПІБ контролера:						
№ кільця	Розташування кільця	Втрата перед проходом комбайна	Втрата після проходу комбайна			Чиста втрата після проходу комбайна, (жатка + комбайн) Сума: (4+6) - 1
			Під кільцем	Втрата після жатки Сума: 4+5	На кільці (втрата на комбайні) Сума: 5+6	
1	2	3	4	5	6	7
1	За жаткою					
2	За колесом					
3	По центру комбайна					
4	За жаткою					
Всього, ц/га:						

Після проходу комбайна необхідно:

- підрахувати кількість зерен на кожному кільці, що відповідає втратам після комбайна;
- підрахувати кількість зерен під кожним кільцем, що відповідає втратам до збирання і втратам на жатці.

Отримані дані записати в таблицю визначення втрат врожаю під час збирання.

Якщо отримані результати перевищують допустимі втрати зерна, визначені вами з урахуванням відповідних погодних умов і техніки, тоді необхідно провести регулювання комбайна. Щоб визначити, де є необхідність регулювання, пропонуємо наступну таблицю.

Приклад заповнення таблиці втрат врожаю під час збирання

№ поля: № комбайна: Дата і час проведення аналізу: ПІБ спеціаліста: ПІБ контролера:						
№ віноку	Розмір віноку	Врожай зерна (тонна/га)	Втрачає після проведення комбайна			Повна втрата після проведення комбайна, (тонна і комбайна) Середня (4+5) : 3
			Під віноком	Врожай після жатки	На віноку (втрата на комбайна)	
1	2	3	4	5	6	7
1	10 віноків	2	20	18	100	118
2	10 віноків	3	30	25	70	95
3	10 віноків	5	10	5	200	205
4	10 віноків	3	25	23	100	123
Всього, га/га		13	85	71	400	530

Список використаних джерел

1. Ivan Rogovskii, Liudmyla Titova, Igor Sivak, Liudmyla Berezova, Andrii Vyhovskyi. Technological effectiveness of tillage unit with working bodies of parquet type in technologies of cultivation of grain crops. Engineering for Rural Development. 2022. Vol. 21. P. 884-890. <https://doi.org/10.22616/ERDev.2022.21.TF279>.
2. I L Rogovskii, L L Titova, Yu O Gumenyuk, O V Nadtochiy. Technological effectiveness of formation of planting furrow by working body of passive type of orchard planting machine IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 2021 839. 052055. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/839/5/052055>

3. Igor Palamarchuk, Ivan Rogogvskii, Liudmyla Titova, Oleg Omelyanov. Experimental evaluation of energy parameters of volumetric vibroseparation of bulk feed from grain. *Engineering for Rural Development*. 2021. Vol. 20. P. 1761–1767. <https://doi.org/10.22616/ERDev.2021.20.TF386>.

4. Kuzmich I.M., Rogovskii I.L., Titova L.L., Nadtochiy O.V. (2021). Research of passage capacity of combine harvesters depending on agrobiological state of bread mass. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. Vol. 677. P. 052002. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/677/5/052002>.

5. Rogovskii I.L. (2021). Models of formation of engineering management alternatives in methods of increasing grain production in agricultural enterprises. *Machinery and Energetics*. Vol. 12(1). P. 137–146.

6. Rogovskii I.L. (2021). Resource of removal expenses for strong agricultural period of volume of operations. *Machinery and Energetics*. Vol. 12. Issue 2. P. 123–131. <https://doi.org/10.31548/machenergy2021.02.123>.

7. Rogovskii I.L. (2021). Influence of operating failure of agricultural machines on efficiency of their machine use. *Machinery and Energetics*. Vol. 12(3). P. 157–166.

УДК 631.256.1

MAIN PROVISIONS OF ENGINEERING MANAGEMENT OF SUGAR BEET HARVESTING MACHINERY WITH REDUCTION OF ROOT DAMAGE

Kobernyk M. O.

National University of Life and Environmental Science of Ukraine

When harvesting sugar beets, high quality can be achieved by maintaining the optimal level of cutting of the stem, minimizing damage to the surface of the root crops, reducing the percentage of soil on the root crops, reducing root crop losses and soil structure destruction [1].

The greatest losses are observed as a result of unfavorable soil and weather conditions [2]. Thus, during the late harvest of beets, there is a risk of increased soil moisture [3]. And with extremely dry soil conditions and poor soil structure, the danger of tails breaking increases [4]. In both cases, it is necessary to reduce the speed of movement of the unit by reducing the depth of travel of the working bodies in wet conditions (6–8 cm), and on the contrary, in dry conditions, by increasing it to 10 cm [5]. In the latter case, it is especially important that the cutting edge of the high-precision working bodies is correctly installed bodies Two-phase simultaneous collection gives positive results. It is also important to carry out precise settings and adjustments of harvesting equipment according to

the instructions of the manufacturing companies for operating modes under different conditions. In order to determine possible losses during harvesting, it is possible to pre-calculate the biological yield. To do this, root crops are collected by hand on separate sections of the field with a length of 22.5 m (with rows of 45 cm) or 20 m (with rows of 50 cm). Then they are weighed and the resulting number is multiplied by 1000.

Table 1

Comparative characteristics of losses when harvesting different crops

Culture	Yield, t/ha	Crop losses			
		norm		unfavorable conditions	
		%	t/ha	%	t/ha
Crops	6	1	0.06	2	0.1
Corn for grain	7	4	0.28	5	0.35
Potato	35	2	0.7	4	1.4
Sugar beets	50	5	2.5	18	9

Losses and the quality of the equipment are monitored during assembly. For this, 10 m² is measured, that is, with a six-row harvesting technique, 6 rows 3.70 m long. On this area, all root crops or their parts that remained in the soil after harvesting are collected, weighed and the result is divided by 100. This is how losses in quintals are obtained per hectare. In order to accurately determine losses per hectare, it is necessary to carry out such control for each unit at least 5 times per shift.

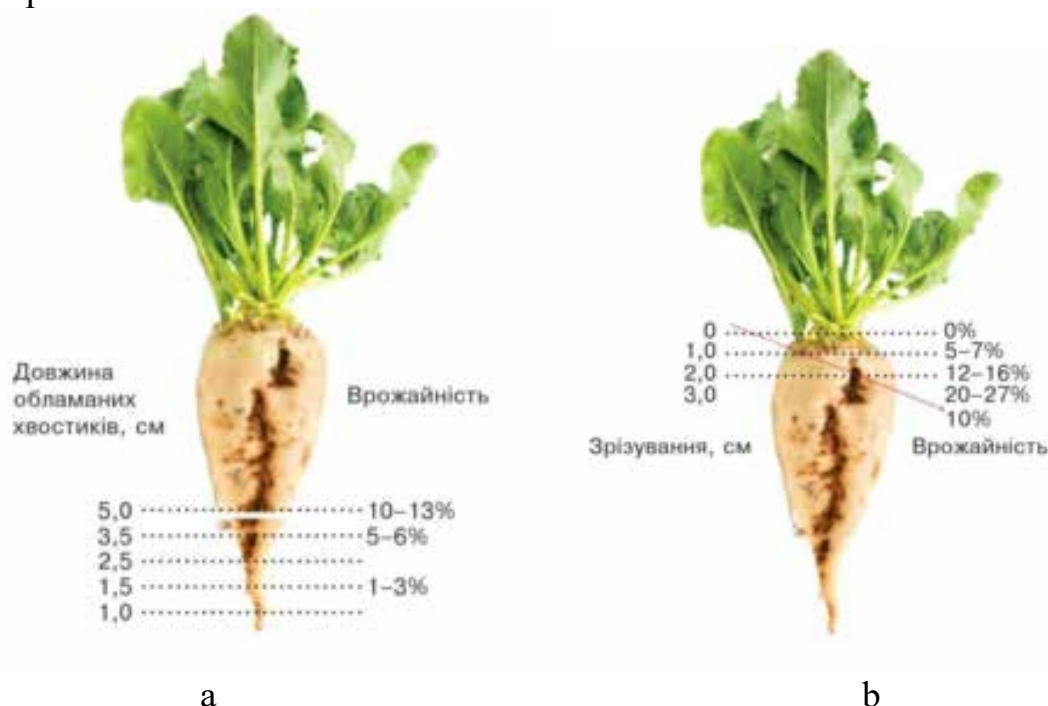


Fig. 1. (a) Losses in sugar beet yield due to root tails breaking off, (b) Sugar beet yield losses due to improper cutting of tops.

Losses can occur due to poor-quality harvesting of root crops (surface losses), poor-quality digging and breaking off their tails (underground losses). It causes a lack of harvest and too low cutting of the tops. Losses of beets from root tails breaking off and from improper cutting of tops are shown in Fig. 1. Not only the yield depends on the cutting point, but also the quality of the root crop and, as a result, the refined sugar yield. It is considered optimal to cut the tops 1 cm below the lowest green leaf petioles. At the same time, the quality of the cutting edge of the top cutter knife is of decisive importance.



Fig. 2. The quality of cutting the tops of sugar beets

The field similarity of plants affects the quality of cutting sugar beet, because in thinned crops the height of the sugar beet heads turns out to be different, as a result of which the tops are cut either too high, then too low or crooked. High-quality tillage – uniformity in depth and an even surface of the field – is another important factor that ensures the same height of the heads of root crops. The distance between plants in a row also affects the quality. At a very small distance, the cutter knife may "jump" and not cut the tops properly. Finally, the varietal properties of hybrids also affect cutting quality indicators.

The quality of the root crops also depends on the correct cutting of the beets, since the beet heads, compared to the rest of the root crop, have a much higher content of harmful substances for processing. Often, significant surface damage to root crops is observed during harvesting. They can be from 100 to 2000 cm² under favorable harvesting conditions, and even up to 5000 cm²/100 root crops under worse conditions, and individual work processes have different effects on damage (Fig. 3).

Root crops are very sensitive to falling and, depending on the material, even at a slight height, they receive quite extensive surface damage. Injured root crops lose sugar much faster due to more intensive respiration and leaching with washing water during processing (Fig. 3).

Thanks to the frugal harvesting technology, root crops avoid damage, which makes it possible to reduce sugar losses.

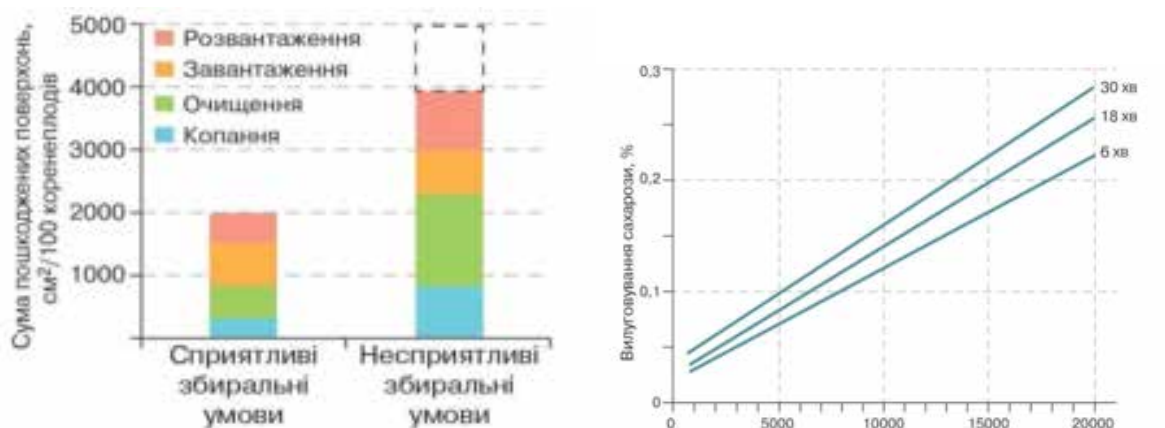


Fig. 3. Surface damage of sugar beet roots under favorable and unfavorable harvesting conditions. Sucrose leaching with washing water from freshly harvested sugar beet root crops that have surface damage

The width of the track, the width of the wheels and the distance of the beet-harvesting mechanisms of the harvester must be coordinated with the width of the rows at the time of sowing to prevent excessive damage to the root crops.

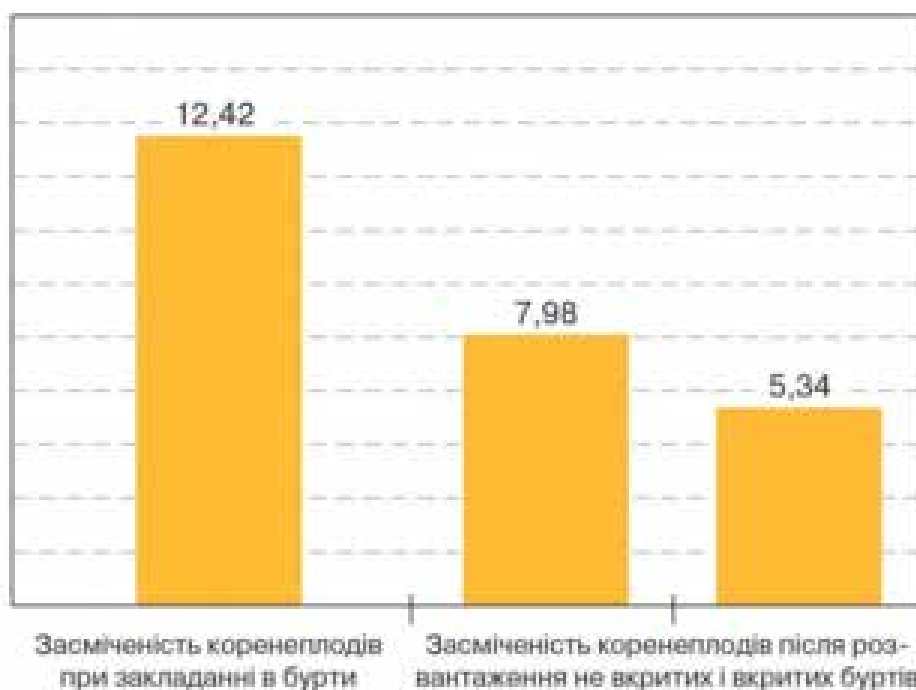


Fig. 4. Clogging of sugar beet root crops with soil (%) during intermediate storage with and without a cover.

The cost of their transportation to the plant depends on the mass of the soil on the root crops. Additional costs are generated due to the need to take it back to the field. In addition, as a result of removal of soil from the field, its fertility is destroyed, which affects the cultivation of subsequent crops. When harvesting sugar beets on an area of 100 hectares, together with root crops, up to 700 tons of

soil can be removed. Therefore, for economic and ecological reasons, it is necessary to reduce the percentage of soil on root crops. This is facilitated by:

- selection of optimal hybrids;
- liming;
- harvesting under optimal weather and soil conditions;
- correct division of the field into paddocks;
- choosing the optimal digging leg of the beet picker and its correct setting;
- choosing the right speed of movement of harvesting equipment;
- correct setting of the grate separator of soil impurities and the fork digger;
- an additional device for cleaning sprockets, cleaning drums and gear stages;
- adjustment of the drum beet cleaner to the average diameter of root crops.

It works better at optimal stand density because the mass and size of root crops are more even than with thinned or thickened crops.

With the intermediate storage of root crops on the edges of fields and the use of a cleaner-loader, the degree of cleaning is achieved from 45 to 80%. The degree of cleaning is higher, the drier the soil near the root crops. Therefore, it is advisable to cover the sides with films, chopped straw or stem mass of other crops. The latter are separated during the reception of root crops by unloading and cleaning equipment. Deterioration of weather conditions during harvesting has a negative effect on the structure of the soil, compacting it, which leads to crop losses of the next crop. Therefore, the first priority should be the sufficient power and productivity of harvesting equipment, the ability to harvest a higher crop under favorable conditions. The correct organization of harvesting results in the reduction of idle crossings of harvesting and transport equipment, and by choosing equipment and appropriate additional equipment, its pressure on the soil can be reduced, for example, by equipping wheels with high-tread tires and reducing their air pressure. Modern harvesting technology makes it possible to adapt quite simply and quickly to various factors, such as, for example, the density of standing, soil and weather conditions. The qualified work of mechanized operators makes it possible to skilfully carry out harvesting with the least possible loss of root crops and minimal negative consequences for soil fertility. Losses during assembly depend less on the type of machines than on its correct setting and management.

References

1. Nazarenko I., Dedov O., Bernyk I., Rogovskii I., Bondarenko A., Zapryvoda A., Titova L. Study of stability of modes and parameters of motion of vibrating machines for technological purpose. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2020. Vol. 6(7–108). P. 71-79.
2. Nazarenko I., Mishchuk Y., Mishchuk D., Ruchynskyi M., Rogovskii I., Mikhailova L., Titova L., Berezovyi M., Shatrov R. Determination of energy characteristics of material destruction in the crushing chamber of the vibration

crusher. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2021. Vol. 4(7(112)). P. 41-49.

3. Rogovskii I., Titova L., Sivak I., Berezova L. Technological effectiveness of tillage unit with working bodies of parquet type in technologies of cultivation of grain crops. Engineering for Rural Development. 2022. Vol. 21. P. 884-890.

4. Rogovskii I., Titova L., Novitskii A., Rebenko V. Research of vibroacoustic diagnostics of fuel system of engines of combine harvesters. Engineering for Rural Development. 2019. Vol. 18. P. 291-298.

5. Rogovskii I. L., Titova L. L. Modeling the weight of criteria for determining the technical level of agricultural machines. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021. Vol. 677. P. 022100. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/677/2/022100>.

УДК 631.004.1

INTERNAL STRESS IN POLYMER COATINGS OF PARTS OF GRAIN HARVESTING COMBINERS

Shvydun O. V.

National University of Life and Environmental Science of Ukraine

The studied paint and varnish systems are complex mixtures of mutually soluble high molecular weight and low molecular weight substances, which are applied to a metal surface and form paint coatings when the solvent evaporates. Evaporation of solvents increases the interaction between the non-volatile components of the coating. This leads, on the one hand, to shrinkage, and on the other hand, to an increase in stiffness and a slowing down of the rate of relaxation processes [1].

However, the formation of coatings, unlike free films, is not exhausted by this. Adhesion occurs between the coating and the surface of the product (substrate) to be coated. A polymer coating applied to a rigid substrate and having a sufficient amount of adhesion to it is not able to contract freely during the evaporation of the solvent and therefore appears to be stretched against the equilibrium state. Internal stresses arise in the coating [2].

Thus, the process of internal stresses in polymer coatings is one of the important factors determining the mechanism of their formation. Interest in the study of internal stresses in polymer coatings is determined by two reasons.

The simultaneous development of shrinkage, growth of stiffness and slowing of relaxation processes causes the emergence of internal stresses in

coatings formed on rigid substrates. Therefore, internal stresses in paint coatings are an important factor determining both the coating formation mechanism and their further behavior during operation [3].

It is known from the practice of using SHT paint coatings that their service life is often determined by a violation of integrity or simply by cracking or flaking [4]. Internal stress often causes mechanical failure of coatings used to protect products operating over a wide temperature range.

Internal tension, depending on their magnitude and duration of action, can significantly reduce the adhesive and cohesive properties of coatings and thereby cause their premature destruction. However, insufficient attention has been paid to the study of internal stresses during the operation of coatings, although some works indicated their certain influence on the durability of coatings.

The work [5] should be considered the main work on the study of internal stresses in polymer coatings. The voltage estimation method proposed in it is as follows. The polymer coating was applied to a metal surface polished to a mirror shine. Using the birefringence value of the reflected polarized beam, the degree of tension in the coating was estimated. This approach was not further applied for the purpose of researching polymer coatings and studying the processes of their internal stresses. It was later applied to study stress distribution in loaded machine parts using hard polymer coatings [6].

Koenig St. performed several works devoted to the study of the formation of varnish coatings and the occurrence of internal stresses in them. He used the optical method of studying stresses in the coating. Light was transmitted through the coating, so this method could be used to study only transparent coatings [7].

Koenig V. came to the conclusion that when the coating hardens, it experiences shrinkage, which is a source of internal stresses.

Of greatest interest from this series of works is work [152], which investigated the behavior of free and adhered varnish films during atmospheric aging. The results of the research are shown in Table 1.

Table 1

Effect of atmospheric aging on loose and adhered varnish films

Item No	The name of the varnish	Optical effect after 3 months of aging	
		Free films	films on a glass substrate
1	Nitrocellulose lacquer without plasticizer	weak	complete destruction in a month
2	Oil varnish with phenol-formaldehyde resin (1:1)	weak	complete destruction after 3 months

It follows from the table that free, unstressed nitro films after 3 months of atmospheric aging had only a weak birefringence effect, preserving their integrity,

while the same films adhered to the substrate were completely destroyed after only one month of aging. Films and oil varnish coatings behaved similarly.

These data show how significant an impact internal stresses have on the protective properties of polymer coatings.

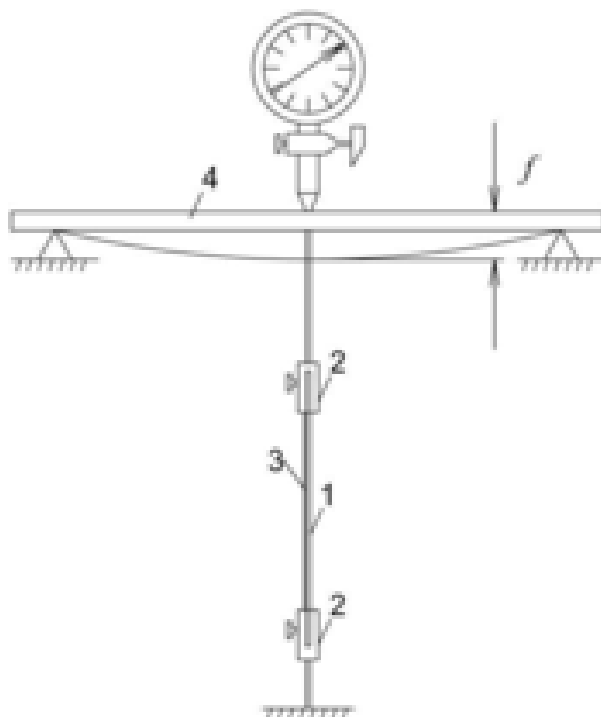


Fig. 1. Scheme of the method of studying internal stresses in polymer coatings

Rogovskii I.L. investigated the internal stress in lacquer coatings. For this, they used the Polanyi device. Strips of solvent-resistant paper with dimensions of 3 x 30 x 140 mm were taken. The ends of the paper strips were previously covered with varnish and dried. Then the strips of paper 1 were fixed in the clamps 2 of the device (Fig. 1) and varnish 3 with a thickness of 0.015-0.05 mm was applied to one side of the strip. In the process of forming the coating, sensor 4 recorded the force P with which the lacquer film tended to shrink. Knowing the cross-section of the lacquer film S and the internal force P with which the film tends to shrink, was produced calculation of the internal stress that arose in the film $\sigma = P/S$.

The internal stress in nitrocellulose, urea-formaldehyde, phenol-formaldehyde, and cresol-formaldehyde lacquer coatings was investigated by this method. The influence of the curing temperature, the nature of the solvent and the molecular weight on the internal stresses, as well as the relaxation of the internal stresses during the storage of the coatings, was investigated.

References

1. Rogovskii I. L. Analyticality of complex criteria for estimating grain production in agricultural enterprises by intensification of engineering management. Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research.

Kyiv. Ukraine. 2021. Vol. 12. No 4. P. 129-138.
<http://dx.doi.org/10.31548/machenergy2021.04.129>.

2. Nazarenko I., Mishchuk Y., Mishchuk D., Ruchynskyi M., Rogovskii I., Mikhailova L., Titova L., Berezovyi M., Shatrov R. Determination of energy characteristics of material destruction in the crushing chamber of the vibration crusher. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2021. Vol. 4(7(112)). P. 41-49. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.239292>.

3. Rogovskii I., Titova L., Sivak I., Berezova L., Vyhovskyi A. Technological effectiveness of tillage unit with working bodies of parquet type in technologies of cultivation of grain crops. Engineering for Rural Development. 2022. Vol. 21. P. 884-890. <https://doi.org/10.22616/ERDev.2022.21.TF279>.

4. Rogovskii I., Titova L., Novitskii A., Rebenko V. Research of vibroacoustic diagnostics of fuel system of engines of combine harvesters. Engineering for Rural Development. 2019. Vol. 18. P. 291-298. <https://doi.org/10.22616/ERDev2019.18.N451>.

5. Rogovskii I. L. Models of formation of engineering management alternatives in methods of increasing grain production in agricultural enterprises. Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. Kyiv. Ukraine. 2021. Vol. 12. No 1. P. 137-146. <http://dx.doi.org/10.31548/machenergy2021.01.137>.

6. Myhailovych, Y., Rogovskii, I., Korobko, M., Berezova, L. Experimental studies of vibration load of synchronous threaded connections of grain harvester combines. Engineering for Rural Development, 2023, 22, pp. 908–914. DOI: 10.22616/ERDev.2023.22.TF179.

7. Rogovskii I.L. (2021). Influence of operating failure of agricultural machines on efficiency of their machine use. Machinery and Energetics. Vol. 12(3). P. 157–166.

УДК 631.075.3

АНАЛІЗ ПЕРСПЕКТИВНОЇ АГРОТЕХНІКИ ВИРОБНИЦТВА ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР СИСТЕМОТЕХНІКИ РОСЛИННИЦТВА ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНИХ АГРЕГАТІВ

Сівак І. М.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Перспективні розробки за новими технологіями збирання зернових колосових культур проводяться багатьма вченими. Цікаві результати збирання пшениці з одночасним лушенням стерні МФА отримано д.т.н. В. В. Абаєвим. Хоча цією технологією займалися ще в 80-ті роки минулого

століття академік Адамчук В. В., але вона не набула широкого поширення через низький технічний рівень прибиральних машин того часу. І тільки зараз, коли з'явилися потужні повнопривідні комбайни, можна на практиці реалізувати суміщення операцій збирання зерна в одному агрегаті з іншими супутніми роботами (пресування соломи, сівба проміжних культур, обробка ґрунтів з внесенням мінеральних добрив).

Дослідженнями д.т.н. А. Н. Леженкіна доведено можливість збирання колосових очесом зерна на корені на невеликих фермерських ділянках.

Економічне обґрунтування за пропонованою технологією збирання колосових культур з поділом вороху на стаціонарі підтвердило її високу ефективність порівняно з комбайною. У такий спосіб вже почався період наукових досліджень з комплексного збирання колосових МФА з поєднанням операцій збирання зерна та інших робіт післязбирального періоду. Одним із них є запропонований нами МФА для виконання операції збирання зерна з одночасним пресуванням соломи.

За критерієм – мінімум сукупних витрат – на роботу збирально-транспортної ланки (ЗТЛ) автором [1] встановлено ефективну потужність двигуна для МФА (492,5 кВт), ширину захвату жнивarki – 8 м, робочу швидкість руху 8 км/год, ємність бункера для зерна 10,5 м³, маса комбайна 19,8 т, маса причіпної зброї 2 т. Агрегат може забезпечити продуктивність зерна 39,9 т/год змінного часу [2]. Одночасно визначено оптимальні параметри накопичувача-перевантажувача, що входить до складу ЗТЛ: ємність бункера 12 м³, маса 5,6 т, агрегується з трактором потужністю двигуна 68,6 кВт, масою 3,9 т. Такі агрегати з розрахунку автора повинні застосовуватись на 65% площі зернових колосових.

Для розрахунку сукупних витрат енергії використано сукупні витрати енергії на роботу ЗТЛ, віднесеної до одиниці площі, що забирається:

$$E_z = E_{рпр} + E_t + E_{ж} + E_M + E_{пр}, \quad (1)$$

де E_z – сучасні витрати енергії на роботу ЗТЛ, грн/га; $E_{рпр}$ – енерговитрати на робочий процес машини, грн/га; E_t – енерговитрати на використання палива, грн/га; $E_{ж}$ – енерговитрати живої праці, грн/га; E_M – енергія, витрачена на виробництво та обслуговування машин ЗТЛ, грн/га; $E_{пр}$ – енерговитрати на використання виробничих та підсобних приміщень, грн/га.

Кожна зі складових формули (1) розраховується за відомою методикою та широко застосовується в інженерних розрахунках [3]. Нам видається, що в даний час деякі нормативні коефіцієнти, які використовуються в розрахунках складових енерговитрат, вже застаріли та вимагають нових досліджень для їхнього доопрацювання [4]. Наприклад, при розрахунку енерговитрат на виробництво та обслуговування машин, що входять до складу ЗТЛ, використовують формулу:

$$Q = \frac{G_m E a_p}{T_r W_r}$$

де Q - енерговитрати на виробництво та обслуговування машин, МДж/га; G_m – маса машини, кг; E – енергетичний еквівалент, МДж/кг; a_p – частка відрахувань на амортизацію, ремонт та технічне обслуговування машин; T_r – річне завантаження машини, год; W_r – годинна продуктивність машини на заданій роботі, га/год.

На жаль, коефіцієнти E і T_r вже вимагають уточнення, оскільки їх було прийнято методиками [5]. Сучасна техніка та сільгоспмашинобудування повністю змінилися, тому емпіричний коефіцієнт E та річне завантаження машини потребує детального обґрунтування [6].

Також потребує заміни енергетичний еквівалент витрат праці 1,26 МДж/чол.-год. В даний час при приватній власності на техніку та землі ці коефіцієнти мають бути ринкові.

У зв'язку з цим необхідна інша математична модель оптимізації параметрів МФА та режимів його роботи та інший критерій оптимізації.

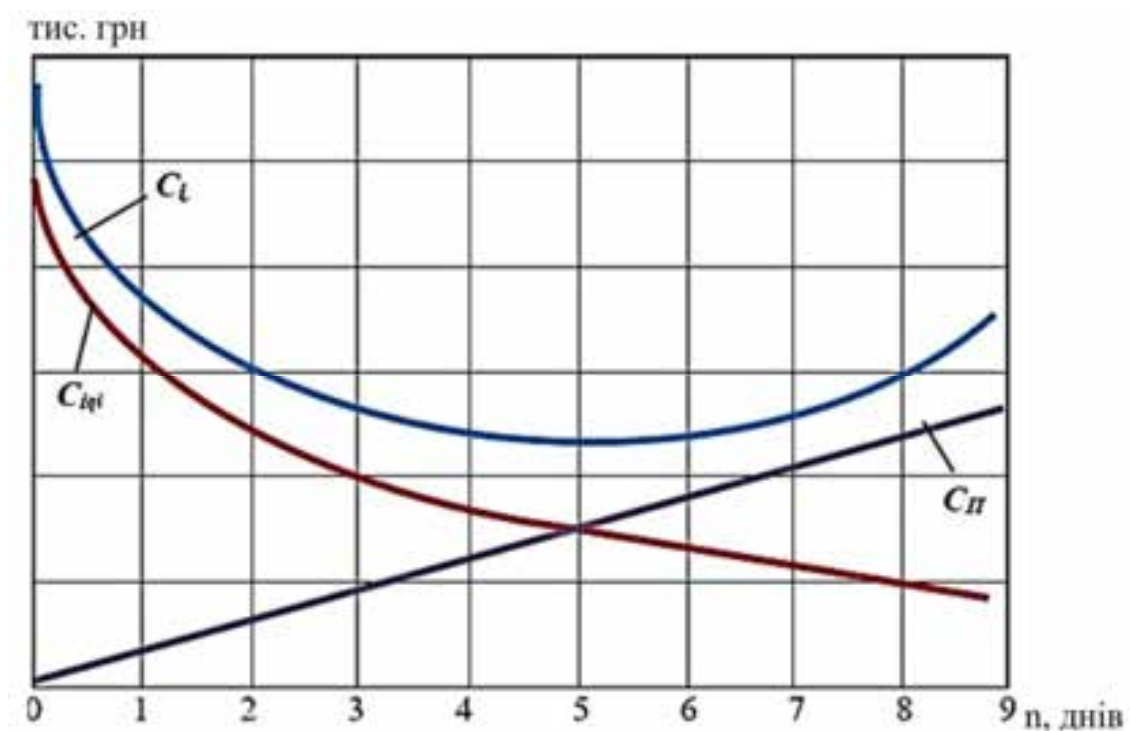


Рис. 1. Графік залежності C_z , C_p , C_{zp} від n : C_z , C_p , C_{zp} – вартість відповідно витрат, втрат; n – тривалість збирання врожаю, днів.

Для оптимізації параметрів та режимів його роботи машинних агрегатів краще використовувати планування експерименту або якості критерію оптимізації – функцію витрат та втрат [1].

При використанні цієї функції для обґрунтування параметрів МФА на базі самохідного комбайна можна обґрунтувати оптимальну тривалість

збирання, потужність двигуна комбайна з різною пропускною здатністю молотілки, ємність бункера, балансову вартість агрегату, собівартість робіт при прямому комбайнуванні з виконанням додаткової операції, визначити вартість втрат урожаю та мінімальне значення функції витрат та втрат (цільова функція математичної моделі), яка і визначає всі необхідні параметри агрегату.

На рис. 1 показано характер зміни складових функції залежно від тривалості збирання зерна.

Після комп'ютерних розрахунків цільова функція, а також СП, СЗ та пр будуються їхньою залежністю від пр за спеціальною програмою.

У роботі [1] як цільову функцію використано коефіцієнт біоенергетичної ефективності К_б, що є відношенням отриманої енергії від прибраного врожаю Е_п до витрат енергії на його отримання Е_з:

$$K_b = \frac{E_p}{E_z} > 1$$

При значенні критерію оптимізації менше одиниці технологія вважається неефективною.

Моделювання параметрів і режимів роботи машинних агрегатів проводиться з давніх-давен і завжди було ефективним методичним прийомом. Інтерес представляють також наукові розробки з організації ЗТЛ з ієрархічним технологічним контролем, методи вдосконалення систем збирання врожаю, розрахунок параметрів жнивних-луцильних агрегатів тов, техніко-економічний супровід машинних агрегатів виробництва зерна, комплексний метод оцінки технічного стану тракторів та сільськогосподарських машин, оптимізація часу роботи агрегатів, теорія систем, теорія масового обслуговування та інші підходи.

Розроблено також [1, 3] математичні моделі та алгоритми для обґрунтування оптимальних параметрів та режимів роботи багатофункціонального збирально-грунтообробного агрегату (ЗГА), що поєднує за один прохід технологічні операції збирання зерна та луцення стерні. При цьому маса комбайна склала 19781 кг, ємність бункера 10,5 м³, тягове зусилля повнопривідного комбайна при агрегуванні грунтообробної зброї – 22 кН, маса останнього 1084 кг.

Пропонований багатофункціональний агрегат забезпечує комплексне проведення жнив – збирання врожаю з одночасним післязбиральним розпушуванням ґрунту з продуктивністю 4,4 га/год при врожайності зерна 5 т/га. Ця технологія має застосовуватись на 65 % площі.

Новий спосіб збирання відповідає екологічним вимогам шляхом зниження ущільнення ґрунту за рахунок виконання кількох операцій за один прохід агрегату, а також використання накопичувача-перевантажувача зерна при відвезенні його від комбайнів. Оптимальна ємність кузова накопичувача-перевантажувача 12 м³, маса 5609 кг, потужність двигуна

трактора, що агрегатує причіп, 68,3 кВт, маса 3902 кг, час циклу роботи транспортного агрегату 0,31 год [1]. Залежності техніко-економічних та експлуатаційних показників багатофункціонального ЗГА (Не, Vб, Кб, Vнп, Гпес, Гб, GT, GM, E, Сб та ін.) від умов та режимів роботи адекватні, підтверджені критерієм Кохрена та підтверджують ефективність запропонованого способу збирання врожаю з одночасною обробкою ґрунту.

Одночасно з оптимізацією типажу та структури комбайнового парку визначаються раціональні терміни збирання зернових колосових культур (4-9 робочих днів), а на підставі методу експертної оцінки – поєднання варіантів технологій та їх графова модель. Так, для збирання 1120 тис. га озимої пшениці в краї 36 % площі повинно забиратися прямим комбайнуванням з подрібненням та розкиданням соломи та одночасною її закладенням у ґрунт пропонованим ЗГА (таких агрегатів необхідно 2893 до комбайнів 8 кг/с, 12 та 15); 28,4 % з очесом на корені та одночасним посівом сидеральних культур; 14,3 % - роздільне збирання зернових з подальшим підбиранням валків соломи, подрібненням та розкиданням причіпним подрібнювачем; 7,1 % – роздільне комбайнове прибирання з наступним підбором валків соломи та транспортуванням тюків на ферму; 6,9 % – очес на корені без одночасного розпушування ґрунту; 6,7 % – роздільне прибирання з подальшим пресуванням соломи з валків, їх підбором, транспортуванням та складуванням. Пропонована нами технологія збирання зернових колосових культур із застосуванням УПА має велику перевагу порівняно з базовою, зокрема. Витрати енергії знижуються на 17,8%, а витрати – у 2,8 разу. Оптимальний типаж та структура комбайнового парку, обґрунтовані з використанням мінімального значення функції витрат та втрат, забезпечать зниження експлуатаційних витрат на збирання зерна пшениці озимої на 7,1 %. Комбайновий парк за сучасного розподілу врожайності зерна по збиральних площах повинен мати 6 класів комбайнів [1]. Наразі ця концепція переглядається. Головне в експлуатації комбайна раціональне завантаження молотарки для ефективного використання потужності двигуна, зниження втрат урожаю, витрат на збирання, ущільнення ґрунту та необґрунтованої багатомарності комбайнів.

Враховуючи викладене, нами сформульовано робочу гіпотезу: зниження втрат урожаю, підвищення продуктивності праці та якості зерна багатофункціональними агрегатами буде забезпечено застосуванням аксіально-роторних МСП, суміщенням технологічних операцій збирання зерна (пшениці в нашому випадку) з одночасним пресуванням; основний спосіб збирання – «невійка» з поділом вороху на стаціонарі сепараторами МН-230 (Канада) та додатковим сортуванням зерна для високої якості після збирання дозрівання.

Список використаних джерел

1. Rogovskii I. L. Models of formation of engineering management alternatives in methods of increasing grain production in agricultural enterprises.

Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. Kyiv. Ukraine. 2021. Vol. 12. No 1. P. 137-146. <http://dx.doi.org/10.31548/machenergy2021.01.137>.

2. Rogovskii I. L. Analyticality of complex criteria for estimating grain production in agricultural enterprises by intensification of engineering management. Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. Kyiv. Ukraine. 2021. Vol. 12. No 4. P. 129-138. <http://dx.doi.org/10.31548/machenergy2021.04.129>.

3. Zagurskiy O. M., Pokusa Z. S., Pokusa F., Titova L., Rogovskii I. Study of efficiency of transport processes of supply chains management under uncertainty. Monograph. Opole: The Academy of Management and Administration in Opole, 2020; ISBN 978-83-66567-13-9; pp. 162.

4. Rogovskii I., Titova L., Trokhaniak V., Trokhaniak O., Stepanenko S. Experimental study of the process of grain cleaning in a vibro-pneumatic resistant separator with passive weeders. Bulletin of the Transilvania University of Brasov, Series II: Forestry, Wood Industry, Agricultural Food Engineering. 2020. Vol. 13 (62). No 1. <https://doi.org/10.31926/but.fwiafe.2020.13.62.1.11>. pp. 117–128.

5. Rogovskii I. L., Titova L. L., Trokhaniak V. I., Haponenko O. I., Ohienko M. M., Kulik V. P. Engineering management of tillage equipment with concave disk spring shanks. INMATEH. Agricultural Engineering. 2020. Bucharest. Vol. 60. No 1. P. 45–52. DOI: 10.35633/INMATEH-60-05.

6. Rogovskii I., Titova L., Trokhaniak V., Trokhaniak O., Stepanenko S. Experimental study on the process of grain cleaning in a pneumatic microbiocature separator with apparatus camera. Bulletin of the Transilvania University of Brasov, Series II: Forestry, Wood Industry, Agricultural Food Engineering. 2019. Vol. 12 (61). No 1. <https://doi.org/10.31926/but.fwiafe.2019.12.61.1.10>. pp. 117–128.

УДК 631.075.3

ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ РИНКУ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ ОБЛАДНАНИХ ЕЛЕКТРОННИМИ СИСТЕМАМИ УПРАВЛІННЯ ДВИГУНОМ

Тицький О. Ю.

Національний транспортний університет

Світове автомобілебудування використовує електронні системи управління режимами двигуна. Використання ЕСУД дозволяє домогтися

високих техніко-економічних показників роботи ДВЗ при одночасному виконанні жорстких екологічних вимог. Це досягається шляхом приготування оптимальної за своїм складом паливно-повітряної суміші на всіх режимах роботи двигуна, дозування її подачі в циліндри і своєчасного займання. Для підвищення коефіцієнта корисної дії (ККД) двигуна внутрішнього згоряння застосовують безпосереднє уприскування палива в циліндри, турбонаддув, системи регулювання фаз газорозподільного механізму (ГРМ) і зміни висоти підйому клапанів, системи зниження токсичності і рециркуляції відпрацьованих газів і ін.

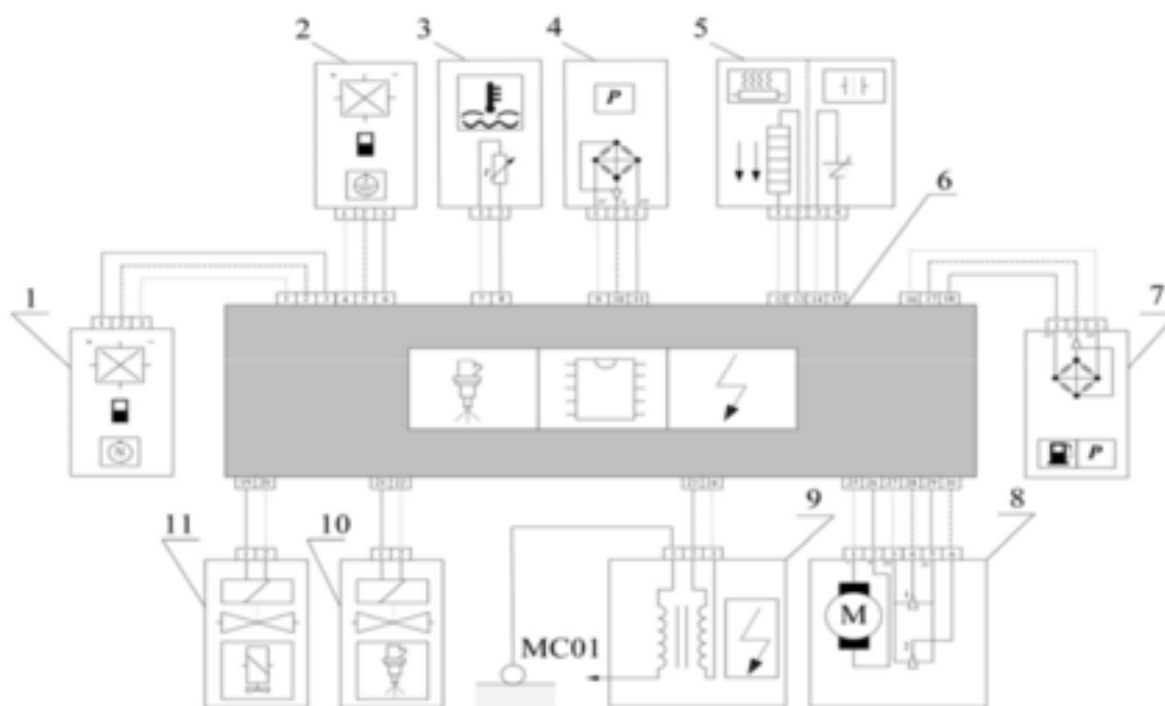


Рис. 1. Схема електронної системи управління двигуном: 1 - датчик положення розподільного вала; 2 - датчик положення колінчастого вала; 3 - датчик температури охолоджуючої рідини; 4 - датчик тиску повітря; 5 - датчик повітря; 6 - ЕБУД; 7 - датчик тиску палива; 8 - електромагнітний клапан регулювання фаз ГРМ; 9 - електромагнітна форсунка.

ЕСУД являє собою досить складну технічну систему автомобіля, в яку постійно вносяться різного роду зміни: з'являються нові конструктивні елементи, удосконалюються алгоритми роботи блоку управління, оновлюється програмне забезпечення і т.д. Система включає в себе датчики, виконавчі елементи, електронний блок керування двигуном (ЕБУД) і з'єднувальні дроти. Датчики інформують блок управління двигуном про параметри функціонування його систем і механізмів. Блок управління постійно приймає і обробляє електричні сигнали від датчиків і на основі зібраної інформації управляє виконавчими елементами. На рис. 1 представлена схема сучасної ЕСУД легкового автомобіля.

В ЕСУД, як і в інших системах автомобіля, в процесі експлуатації неминуче виникають різного роду ушкодження, які призводять до зміни початкових властивостей і стану матеріалів, з яких вони виготовлені, в результаті чого система втрачає свою працездатність.

Результати раніше виконаних досліджень експлуатаційної надійності автомобілів показують, що на відмови ЕСУД доводиться до 23% відмов (рис. 2).

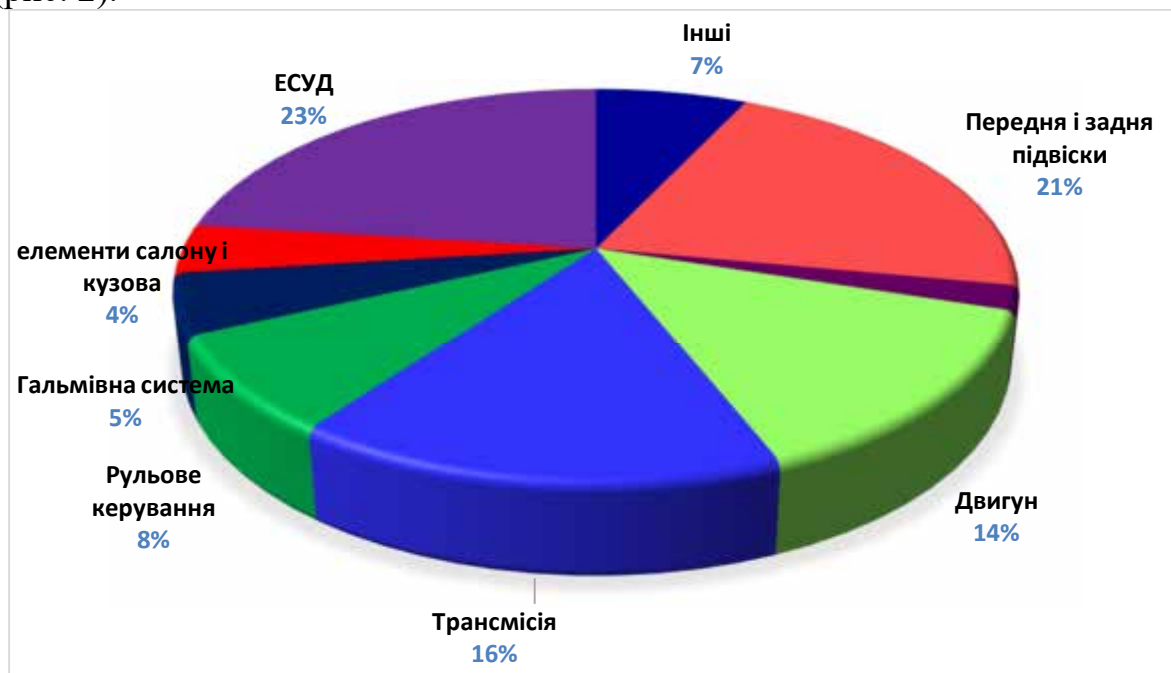


Рис. 2. Діаграма розподілу відмов по системам автомобілів

Істотно підвищити експлуатаційну надійність і знизити витрати на проведення робіт з відновлення працездатності конструктивних елементів ЕСУД покликана планово-попереджувальна система технічного обслуговування (ТО) і ремонту автомобілів, яка передбачає виконання конконтрольно-діагностичних робіт та своєчасне усунення з'явилися несправностей. Однак, як показує виконаний огляд регламентів ТО автомобілів, операції контролю технічного стану елементів ЕСУД при проведенні ТО автомобілів відсутні. При технічному обслуговуванні автотранспортного засобу (АТЗ) виконується лише перевірка кодів несправностей, що зберігаються в пам'яті електронного блоку управління, і тільки при їх наявності здійснюються контрольно-діагностичні операції відповідно до рекомендацій заводу-виробника. При відсутності кодів несправностей в пам'яті ЕСУД система визнається технічно справною і додаткові перевірки не проводяться. Але, як показує практика, тільки по відсутності кодів помилок некоректно робити висновок про те, що система справна, так як в ній можуть бути приховані несправності, які проявляться при подальшій експлуатації автомобіля. Бортова (вбудована) система самодіагностики автомобіля не може виявити такі дефекти, так як блок

управління заносить в свою пам'ять код несправності тільки при виході будь-якого діагностичного параметра із заданого в програмі нормативного інтервалу, при цьому на панелі приладів загоряється відповідна контрольна лампа. Відсутність у прийнятому регламенті ТО автомобілів операцій контролю технічного стану елементів ЕСУД призводить до зниження її експлуатаційної надійності і збільшення витрат на підтримання системи в технічно справному стані.

УДК 631.075.3

РЕАЛІЗАЦІЯ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ОПТИМІЗАЦІЇ СКЛАДУ ТА СТРУКТУРИ АГРОТЕХНІКИ В СИСТЕМІ „BIOTEC V3”

Роговський І. Л.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Реалізація моделі в системі „BIOTEC v3”. Кількісний склад комплексів машин та структура машинно-тракторного парку залежить в основному від механізованих процесів вирощування та збирання конкретних сільськогосподарських культур. Основою будь яких технологій є операції, що передбачають виконання певних обсягів робіт для забезпечення посіву догляду і збирання урожаю. Всі поля даної таблиці уже містять початкову інформацію, яка і використовується в подальшому для конкретного варіанту розрахунку (рис. 1). Таблиця операцій агрегування (таблиці нормативні). Форма (пункт меню) «Таблиці нормативні\Операції агрегування» пов'язує між собою технологію (її операції) з енергетичними і сільськогосподарськими машинами. База даних можливих операцій агрегування містить більше 200 операцій, які можуть використовуватися в різних технологіях. Кожна з операцій може містити набір конкуруючих між собою агрегатів (рис. 2) Кількість агрегатів прив'язаних до конкретної операції не обмежена. Вона застосовується конкуренції в розрахунках і з якої і буде вибрано оптимальний агрегат на кожній операції технології.

Вибравши одним із описаних способів необхідну операцію можна здійснювати правку як назви так і можливих конкуруючих агрегатів. Модель передбачає для кожного варіанту енергетичного засобу використання трьох марок сільськогосподарських машин. Для прикладу агрегат складається: Т-150К+СГ-21+3СЗ-3.6+ 3КВГ-1,4. Посівний агрегат містить три сівалки які з'єднуються за допомогою зчіпки з прикочуванням. Таблиця технологій. База даних технологій містить операції, які доступні для редагування (рис. 3).

Рис. 1. Форма для корегування даних с.г. культур.

Рис. 2. Форма для корегування операцій агрегатування.

енергетичний засіб. Така побудова алгоритму передбачає використання наявного парку господарства.

Енергозасоби. Для вибору і корегування сільськогосподарських культур в нормативній базі слід вибрати необхідний для цього пункт меню: «Таблиці нормативні\Енергозасоби». Дані енергозасобів, теж формуються з нормативної бази та складаються із 2 вкладок рис. 4.

Рис. 5. Форма для корегування даних с.г машин.

В нормативній базі енергетичних засобів знаходиться більше 500 марок енергетичних машин вітчизняного та закордонного виробництва. До бази даних ми додавали свої марки машин, які були там відсутні. Загалом кількість таких енергозасобів необмежена.

Сільськогосподарські машини. Вибір для корекції сільськогосподарських машин в нормативній базі слід вибрати необхідний для цього пункт меню: «Таблиці нормативні\Машини сільськогосподарські». Після відбору формується набір даних в робочій БД (рис. 5). В нормативній базі машин міститься близько 1000 марок сільськогосподарських машин вітчизняного та закордонного виробництва до яких належать, як прості так і складні с.г. машини що не містять енергетичну установку (двигун).

До бази даних можна додавати інші марки машин, які там відсутні. Загальна кількість таких машин необмежена. Машини теж додавалися до робочої бази даних.

УДК 631.01.002

ДВОРОТОРНА СТРУКТУРА АГРОДРОНА З АВТОМАТОМ ПЕРЕКОСУ

Уманський М. О.

Національний університет біоресурсів і природокористування України



Рис. 1. Двороторна структура агродрона з автоматом перекосу

Двороторна структура агродрона з автоматом перекосу (рис. 1):

- ✓ Більш концентрований та стабільний низхідний потік (рис. 2).
- ✓ Підвищений процент проникнення розчину в рослину.
- ✓ Підвищена енергоефективність.
- ✓ Краща маневреність.



Рис. 2. XAG V40. Сільськогосподарський дрон-обприскувач.

Габарити у складеному вигляді зменшені в 3 рази (рис. 3):

- ✓ Плечі та пропелери складаються навпіл.
- ✓ Ще більша економія простору під час транспортування.



Рис. 3. Габарити у складеному вигляді

УДК 631.56.01

ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ

Гнатюк О. Ф.

Житомирський агротехнічний фаховий коледж

Численні наукові дослідження [1-5] в галузі збирання зернових культур показують складність вирішення проблеми технологічного завантаження зернозбиральних комбайнів, оскільки сільськогосподарські культури як об'єкт механізованого збирання різноманітні за фізико-механічними властивостями.

Виробниче завантаження зернозбиральних комбайнів при збиранні зернових культур вирішується за двома напрямками – це застосування технологічних та організаційних способів (рис. 1). Технологічне завантаження комбайнів здійснюється шляхом застосування біологічних методів, що забезпечують підвищення врожайності зернових, за рахунок введення нових сортів у виробництво (селекція) та суворого дотримання всіх агротехнічних прийомів обробітку зернових до збирання. Біологічні методи, зазвичай, мають довгостроковий характер дії чи прояви [1, 2]. Під час збирання зернових культур технологічне завантаження комбайнів вирішується шляхом використання засобів механізації, таких як хедерів, валкових жниварок різної ширини захвату, підбором пропускної спроможності молотарки комбайнів до певних умов збирання зернових культур за врожайністю [1]. При визначенні ширини захвату жниварки або хедера, як правило, враховуються агротехнічні та технологічні вимоги, експлуатаційні умови та узгодженість роботи взаємопов'язаних зернозбиральних машин. Зі збільшенням ширини захоплення продуктивність зернозбиральної машини зростає лише до певної межі, після вона знижується через збільшення часу на повороти [2].

У той же час, багато вчених [3, 4, 5] вважають, що зменшення ширини захоплення зернозбирального комбайна майже не впливає на продуктивність, так як апарат, що обмолочує, зберігає свої розміри, а зернозбиральні комбайни з меншою шириною захоплення працюють на підвищених швидкостях. Вузькозахоплювальні зернозбиральні комбайни працюють зі швидкістю в 1,5 - 2 рази більшою, ніж зернозбиральні комбайни із жниваркою шириною захвату 5 м і більше. При збиранні пшениці вузькозахоплювальними зернозбиральними комбайнами на швидкості до 8 км/год втрати зерна становлять 1,7%, у широкозахватних в тих же умовах, але на швидкості 4 км/год втрати зерна досягають 3%. Причому вартість останніх приблизно в 4,5 разів більша, ніж перших.

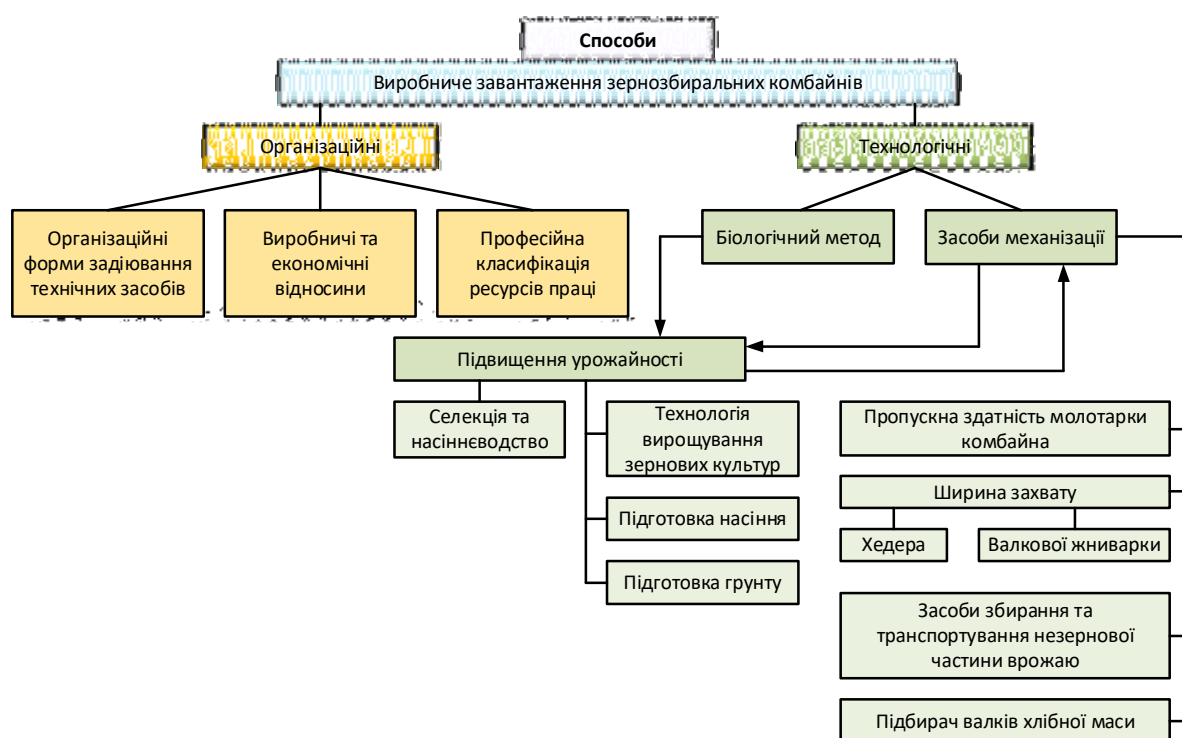


Рис. 1. Способи виробничого завантаження зернозбиральних комбайнів.

Ефективність дії даних напрямів у галузі технологічного завантаження комбайнів багато в чому залежить і від ступеня складності взаємодії показників, що визначають способи реалізації. Класифікація показників характеру прояви (рис. 2) показує складність забезпечення як виробничої, і технологічної завантаження зернозбиральних комбайнів під час збирання зернових культур [1, 2, 6, 7].

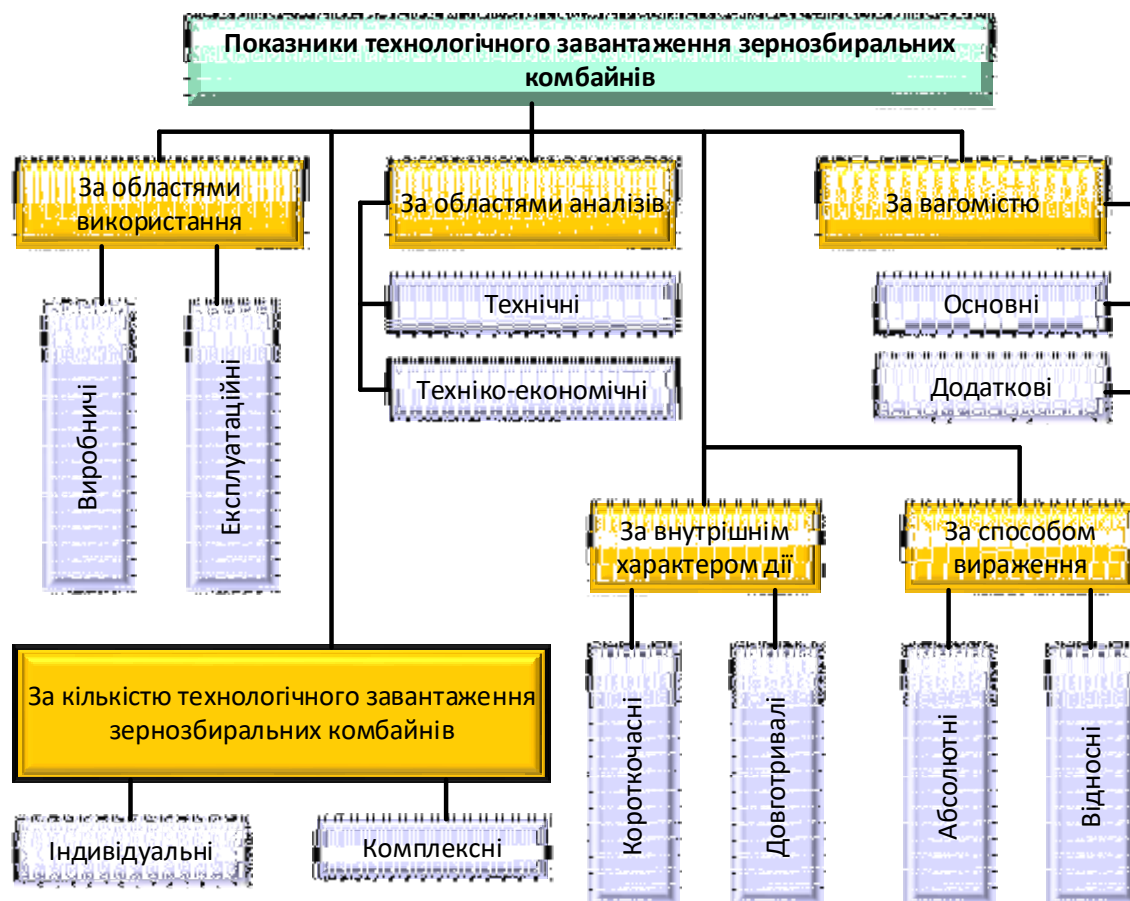


Рис. 2. Класифікація показників технологічного завантаження зернозбиральних комбайнів

В Україні, як і в багатьох розвинених країнах світу, застосовують два основних способи збирання зернових культур: пряме комбінування та роздільний спосіб збирання [2, 7].

В даний час на територіях бувшого СНД частка площ, що забираються роздільним способом становить 50-60%. У Канаді приблизно 20-25% площ забирається за допомогою валкових жниварок, у США та Австралії - 5% [1, 8]. Пряме комбінування зернових культур сприяє скороченню потреби у збиральній техніці, механізаторам та зменшенню витрати палива. Проте воно ефективне лише за повної стиглості зерна.

Роздільне збирання зернових культур вимагає проведення додаткової операції - валкоутворення, що призводить до збільшення грошових витрат та коштів на одиницю прибраної площі, а з іншого боку, є можливість на 5-10 днів розпочати раніше, тим самим зменшити втрати зерна від обсіпання на корені на 25-30%. При роздільному способі збирання зернових отримують до 80% кондиційного зерна, що не вимагає підсушування та доочищення, що істотно скорочує витрати на післязбиральну обробку зерна. Крім того, даний спосіб збирання зернових забезпечує підвищення склоподібності на 45%, абсолютної ваги на 6% та

натури зерна на 1%. У цьому знижується загальна напруженість робіт, збільшується продуктивність комбайнів підбирання валків на 20–25% [9].

Українськими інститутами спільно з конструкторськими організаціями були проведені аналізи основ валків, жниваркам і способам агрегування їх енергозасобами. З яких випливає, що потужність валка формується в залежності від врожайності культури, що забирається, густоти стеблестою. При цьому валки хлібної маси вирізняються своєю масою на кожному погонному метрі. Експериментально було встановлено [10], що з підвищенням швидкості руху валкоутворювального агрегату збільшується варійована маса валка. Варіація маси погонного метра валка коливається під час роботи різних жниварок у межах 18-5%. Коефіцієнт варіації маси стебел по ширині, товщині та довжині валка не повинен перевищувати 20-25% відповідно до агротехнічних вимог до валкових жниварок. Нерівномірність хлібної маси валка, як відомо, призводить до зниження якості зерна.

Таким чином, одним із способів підвищення продуктивності зернозбиральних комбайнів є застосування роздільного способу збирання, в якому використовуються різні валкові жниварки по ширині захоплення та способу їх агрегування, а для підбору рослинної маси валків застосовуються платформи-підбирачі зернозбиральних комбайнів.

Список використаних джерел

1. Rogovskii I.L. (2021). Analyticity of complex criteria for evaluation of grain production in agricultural enterprises intensification of engineering management. *Machinery and Energetics*. Vol. 12(4). P. 129–138.
2. Rogovskii I. L. Algorithmically determine the frequency of recovery of agricultural machinery according to degree of resource's costs. *Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research*. Kyiv. Ukraine. 2020. Vol. 11 (1). P. 155-162. <https://doi.org/10.31548/machenergy.2020.01.155-162>
3. Ivan Rogovskii, Liudmyla Titova, Igor Sivak, Liudmyla Berezova, Andrii Vyhovskyi. Technological effectiveness of tillage unit with working bodies of parquet type in technologies of cultivation of grain crops. *Engineering for Rural Development*. 2022. Vol. 21. P. 884-890. <https://doi.org/10.22616/ERDev.2022.21.TF279>.
4. I L Rogovskii, L L Titova, Yu O Gumenyuk, O V Nadtochiy Technological effectiveness of formation of planting furrow by working body of passive type of orchard planting machine IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 2021 839. 052055. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/839/5/052055>
5. Igor Palamarchuk, Ivan Rogogvskii, Liudmyla Titova, Oleg Omelyanov. Experimental evaluation of energy parameters of volumetric vibroseparation of bulk feed from grain. *Engineering for Rural Development*. 2021. Vol. 20. P. 1761-1767. <https://doi.org/10.22616/ERDev.2021.20.TF386>.

6. Kuzmich I.M., Rogovskii I.L., Titova L.L., Nadtochiy O.V. (2021). Research of passage capacity of combine harvesters depending on agrobiological state of bread mass. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Vol. 677. P. 052002. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/677/5/052002>.
7. Rogovskii I.L. (2021). Models of formation of engineering management alternatives in methods of increasing grain production in agricultural enterprises. Machinery and Energetics. Vol. 12(1). P. 137–146.
8. Rogovskii I.L. (2021). Resource of removal expenses for strong agricultural period of volume of operations. Machinery and Energetics. Vol. 12. Issue 2. P. 123–131. <https://doi.org/10.31548/machenergy2021.02.123>.
9. Rogovskii I.L. (2021). Influence of operating failure of agricultural machines on efficiency of their machine use. Machinery and Energetics. Vol. 12(3). P. 157–166.
10. Myhailovych, Y., Rogovskii, I., Korobko, M., Berezova, L. Experimental studies of vibration load of synchronous threaded connections of grain harvester combines. Engineering for Rural Development, 2023, 22, pp. 908–914. DOI: 10.22616/ERDev.2023.22.TF179.

Секція

Механіко-технологічні процеси, робочі органи та машини для тваринництва

УДК 664.788

КЛАСИФІКАЦІЯ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ЗЕРНА ДО ЗГОДОВУВАННЯ ТВАРИНАМ

*Савченко В. М. Кравченко Д. С., Литвинчук Д. А.
Поліський національний університет*

До теперішнього часу промисловістю нашої країни і за кордоном освоєно серійний випуск машин для подрібнення зерна шляхом його дроблення. Відома і класифікація дробильних машин, в основу якої покладено конструктивні особливості молотків машин, їх розташування, розташування вала ротора, наявність пневмосистеми та інші ознаки.

У технології виробництва тваринницької продукції в господарських утвореннях велика роль відводиться годівлі тварин. У раціонах і типах годівлі їх переважають корми власного виробництва: різноманітні зернові, трава, сіно і солома, деякі коренеплоди та інші кормові компоненти. Додають до них різні мікро- і макродобавки. Подрібнене зерно займає провідну роль.

Під час підготовки зерна до згодовування застосовують як окремі машини, так і різні агрегати, а також технологічні комплекси, зібрані з них. Прийнята технологія підготовки зернових до згодовування та обладнання до неї визначає насамперед обсяг і якість продукції, одержуваної від тварин і птиці, а по-друге - їхнє здоров'я в умовах господарства.

При цьому враховано, що зернові матеріали до того ж становлять основу гранульованих комбікормів. Обмежена кількість робітників у господарствах з підготовки та роздачі кормів, значні витрати часу при цьому певною мірою знизили вимогливість до дотримання рекомендацій і стандартів.

Скорочення витрат часу на дроблення зерна стало в сучасних умовах одним із важливих критеріїв у рішеннях щодо придбання більшістю господарств, здебільшого, обладнання подрібнювального типу на шкоду якості дроблення, через що в кормовій крупі вміст пилоподібних часток та лушпиння сягає понад 20%, цілого зерна – понад 5%, а залишок на ситі, яке має отвори діаметром 3 мм, становить щонайменше 5,5%. Водночас застосування серійного обладнання, що використовується в харчовій

промисловості, у тваринницьких господарствах для операцій лущення зерна укладене через високу вартість і витрати енергії ними.

Ці причини відсунули фізіологічні особливості тварин на другорядний план за врахуванням технічних і технологічних чинників. Потреби підвищення продуктивності серійних дробарок (без операцій лущення зерна) позначилися на зниженні якості одержуваної кормової крупи та подальшому приготуванні гранульованих кормів, що призвело до неповного засвоювання таких кормів тваринами і небезпеки пошкодження травних органів.

До теперішнього часу було винайдено низку нових способів і технологічних схем машин для дроблення зерна. Відкрито ознаки додаткових відмінностей. Це зумовлює необхідність розроблення нової класифікації відомого обладнання та способів подрібнення зерна в кормову крупу. У складі відмінних ознак машин для подрібнення зерна в такій класифікації передбачена можливість отримання крупи без відділення лушпиння і з його відділенням. За цією ознакою виділено подрібнювальні машини з різним типом робочих органів і машини для попереднього лущення зерна перед його подрібненням.

За типом робочих органів подрібнювачі поділені на дробильні машини, вальцові подрібнювачі, жорнові млини та пристрої для різання зернівок. Найбільшу групу складають молоткові дробарки, які своєю чергою можуть бути відкритими, напіввідкритими та закритими.

За розташуванням вала в таких дробарках вони поділяються на машини з горизонтальним і вертикальним розташуванням вала ротора, за наявністю решета – на решітчасті та безрешітчасті з організацією потоку зерна самопливом або примусово. Причому в перших це відбувається без відділення лушпиння, а по-друге – з частковим відділенням за рахунок різниці швидкості витання частинок крупи і лушпиння.

Лущильні машини знайшли найбільше застосування в галузях харчової та борошномельної промисловості. Насамперед вони поділяються за типом робочих органів, що забезпечують відділення лушпиння. Найбільшою мірою поширені такі способи лущення зерна під дією робочих органів, як стиснення і зрушення, одноразовий і багаторазовий удари, шляхом інтенсивного стирання оболонок у контакті з гострошорсткою поверхнею машини для лущення.

У відомих поставах для лущення, верстатах вальцедекового типу, лущильних машинах на основі гумових вальців використано спосіб, що забезпечує стискання і зрушення у відділенні оболонки зерен таких культур, як рис, овес, гречка і просо. Розколювання в них оболонок зерна здійснюється шляхом відносного руху робочих поверхонь (рис. 1).

Процес лущення зерна робочими органами оббивальних машин і центробіжних лущильників відбувається за рахунок удару зернівок об поверхню з високою твердістю. Зазвичай за рахунок одноразового удару

оболонка відокремлюється у зернівок, у яких вона не зрослася із самим ядром зерна. Відцентровий луцильник одноразовим ударом порівняно ефективно лущить овес. Гірше з вмістом дрібних фракцій в цій машині луцять горох, сою, ячмінь і кукурудзу.

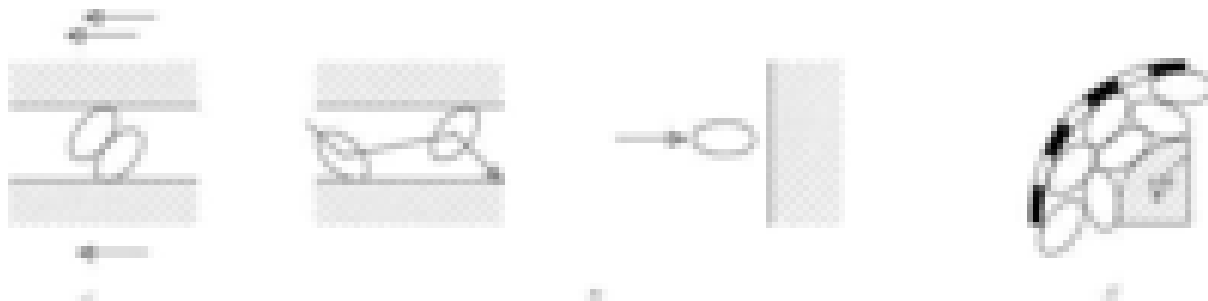


Рис. 1. Схеми способів організації лущення зерна: а) за рахунок стиснення і зсуву; б) багаторазовим і одноразовим ударами; в) шляхом інтенсивного стирання.

Спосіб стирання оболонки об шорстку поверхню реалізовано в широко поширеній зернолуцильній наждачній машині (ЗШН).

Така машина використовується на лущенні зерна з міцно зрощеною оболонкою, притаманних ячменю, пшениці, кукурудзі та гороху, але переважно в харчових цілях.

Для всіх способів лущення зерна основна вимога зводиться до забезпечення максимального відокремлення оболонок у межах одного проходу з мінімальним утворенням при цьому дрібних і пилоподібних частинок.

Усі луцильні машини вимагають сталості й рівномірності подачі зерна в робочі органи. Недовантаження луцильної камери веде до зростання битих зерен, а перевантаження знижує показники якості їхнього лущення.

Основний недолік робочих органів, що забезпечують інтенсивне лущення тертям оболонок об їхню поверхню та сито, їхнє значне спрацьовування та порушення цілісності обичайки-сита, що постійно контролюється відсутністю цілих зерен у процесі перевірки віднесень з-під решета на виході машини.

Лущення об абразивне каміння супроводжується також значним їхнім зношуванням, нерівномірним зменшенням діаметра каміння, що спричиняє появу вібрації луцильної машини, зниження її продуктивності та підвищення часу перебування зерна в робочій камері.

Необхідність лущення кормового зерна зумовлена шкідливим впливом частинок лущиння на організм тварини, особливо молодняка.

За схемою класифікації для усунення цього недоліку лущене зерно подається в машини для подальшого додаткового його подрібнення в

дробарках, а одержувану кормову масу використовують і при виробництві комбікормів, призначених великій рогатій худобі.

Таким чином, в існуючій технології підготовки до згодовування тваринам зерна з міцною оболонкою в кожному господарстві має бути щонайменше дві машини: одна для попереднього лушення його, а інша – для подрібнення з отриманням кормової крупи. У зв'язку з цим виникає необхідність подальшого вдосконалення досліджуваної технології, пошуку й обґрунтування таких пристроїв і робочих органів, за допомогою яких операції лушення зерна і подальшого його дроблення здійснювалися б в одній, єдиній машині.

УДК 631.363-049.32

ОЦІНКА РЕМОНТОПРИДАТНОСТІ ЗМІШУВАЧІВ- КОРМОРОЗДАВАЧІВ В ПРОЦЕСІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Новицький А. В.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Нові наукові та практичні підходи в тваринництві використовують досягнення промисловості 4.0 та IoT технологій, охоплюють економічні, технічні, технологічні, логістичні та соціальні аспекти [1]. Сучасні тенденції розвитку тваринницької галузі передбачають використання засобів для приготування, транспортування, роздавання та дозування кормів [2, 4]. Вказаним вимогам в повній мірі відповідають змішувачі-кормороздавачі, які виготовляються світовими лідерами в галузі сільськогосподарського машинобудування. Значну частину ринку засобів для приготування, транспортування, роздавання та дозування кормів в Україні займають змішувачі-кормороздавачі PROFILE фірми KUNH [3].

Ефективність та надійність експлуатації змішувачів-кормороздавачів визначається рівнем їх працездатності. При цьому, в процесі використання змішувачів-кормороздавачів необхідне забезпечення високого рівня безвідмовності функціонування та підтримання ремонтпридатності [4, 5]. Відмова будь-якої з підсистеми об'єкту досліджень призводить до порушення всього комплексу технологічних операцій. Це може стати причиною втрати справності, зниження рівня працездатності змішувачів-кормороздавачів як у гарантійний період, так і протягом усього терміну служби [5, 7].

Метою представленого дослідження є виявлення конструктивних, виробничих та експлуатаційних відмов, причин виникнення та часу на їх

усунення для агрегатів змішувачів-кормороздавачів різних виробників у період гарантійного використання.

Матеріали та методи досліджень передбачають виявлення наслідків несправностей та відмов, забезпечення безвідмовної роботи змішувачів-кормороздавачів базується на вдосконаленій класифікації відмов. В процесі досліджень запропоновано шляхи вирішення проблеми простою змішувачів-кормороздавачів на основі аналізу часу на усунення несправностей та відмов.

Особливо важливо в процесі експлуатації змішувачів-кормороздавачів забезпечити і зберігати закладені на етапах конструювання і виробництва параметри надійності [4, 9]. Найбільш відповідальним, але недостатньо дослідженим є початковий період використання засобів. Порушення правил експлуатації та технічного обслуговування змішувачів-кормороздавачів у гарантійний період може призвести до виникнення передчасних відмов [5].

Для ефективного використання нової техніки, в тому числі засобів для приготування, транспортування, роздавання та дозування кормів PROFILE 12.2 DS та PROFILE 14.2 DS необхідний аналіз виробничого рівня параметрів безвідмовності та ремонтпридатності. Зазначені експериментальні дослідження дають змогу встановити загальні залежності зміни показників надійності в різні періоди терміну служби машин. Особливо це важливо під час дії гарантійного обслуговування для виявлення конструктивних і технологічних недоробок та створення рекомендацій щодо їх усунення.

Під час обчислення показників ремонтпридатності змішувачів-кормороздавачів (середнього часу відновлення працездатності), згідно з рекомендаціями керівних матеріалів, пропонуються наступні етапи: визначення плану спостережень; збір даних про параметри надійності; статистичне опрацювання даних [8]. Для виробів серійного виробництва довірча ймовірність становить 0,9, а відносна помилка $\varepsilon = 0,1$. Для представлених складових об'єктів досліджень, які можуть бути як відновлюваними, так і невідновлюваними системи, під час визначення середнього часу відновлення, рекомендується план випробувань на ремонтпридатність [NMT] або [NMr].

Проведений аналіз балансу використання часу зміни під час експлуатації змішувачів-кормороздавачів показав, що основними шляхами зменшення є скорочення часу на відновлення працездатності. Середній час усунення наслідків відмов, з урахуванням їх складності для змішувачів-кормороздавачів, визначено сумою складових часу на їх виявлення, розбирання агрегатів, відновлення деталей, обґрунтування технології та засобів технічного обслуговування машин, доставки запасних частин, складання агрегатів тощо.

За результатами досліджень отримані значення показників ремонтпридатності, запропоновані заходи з підвищення експлуатаційної надійності змішувачів-кормороздавачів.

Список використаних джерел

1. Morrone, S., Dimauro, C., Gambella, F., & Cappai, M.G. (2022). Industry 4.0 and precision livestock farming (PLF): An up to date overview across animal productions. *Sensors*, 22(12), article number 4319. doi: 10.3390/s22124319.
2. Astanakulov, K.D., Gapparov, Sh., Karshiev, F., Makhsumkhonova, A., & Khudaynazarov, D. (2020). Study on preparation and distribution of forage by chopping coarse fodder. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 614, article number 012158. doi: 10.1088/1755-1315/614/1/012158.
3. Operator's manual. Mixer feeder wagon. PROFILE 12.2 - 13.2 DS. (2019). Retrieved from. https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u132/an112bgba_profiie_12.2-13.2.pdf.
4. Najafi, P., Asoodar, M.A., Marzban, A., & Hormozi, M.A. (2015). Reliability analysis of agricultural machinery: A case study of sugarcane chopper harvester. *AgricEngInt: CIGR Journal*, 17(1), 158-165. doi: 10.22616/ERDev2019.18.N387.
5. Novitskiy, A., Banniy, O., Novitskiy, Yu., & Antal, M. (2023). A study of mixer-feeder equipment operational reliability. *Machinery & Energetics*, 14(4), 101-110. doi: 10.31548/machinery/4.2023.101.
6. Khmelovskiy, V., Otchenashko, V., Voloshyn, S., & Pinchevska, O. (2020). Providing processes of preparation and distribution of feed for cattle on animal husbandry farms. In *Engineering for rural development*. (pp. 778-783). Jelgava, Latvia.
7. Ruzhylo, Z., Novitskii, A., Milko, D., Bulgakov, V., Beloev, I., & Rucins, A. (2022). Mathematical model for reliability assessment of device for preparation and distribution of animal feed as "Man-Machine". In *Engineering for rural development* (pp. 911-917). Jelgava, Latvia.
8. DSTU 3004-95. (1995). *Reliability of equipment. Methods of estimating reliability indicators based on experimental data*. Retrieved from https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=51308.
9. Tian, F., Chen, Y., Song, Zh., Yan, Y., Fade, L., Wang, Zh., & Xiong, B. (2020). Finite element simulation and performance test of loading and mixing characteristics of self-propelled total mixed ration mixer. *Journal of Engineering*, 12, (pp. 1-15). doi: 10.1155/2020/6875816.

УДК 631.3:636.2

КЛАСИФІКАЦІЯ ВАКУУМНИХ НАСОСІВ ДОІЛЬНИХ УСТАНОВОК

Савенко О. В., Потапова С. Є.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Сучасні вакуумні насоси за способом створення вакууму поділяються на чотири великі групи:

1. Механічні вакуумні насоси, в яких процес відкачування заснований на механічному всмоктуванні газу внаслідок періодичного збільшення і зменшення обсягу робочої камери.

2. Молекулярні насоси, в яких процес відкачування здійснюється шляхом збільшення обсягу молекул газу безперервно рухаються твердими поверхнями.

3. Струменеві насоси, в яких процес відкачування здійснюється безперервно що минає струменем рідини, пари або газу.

4. «Електричні» (іонні) насоси, дію яких, засновано на русі іонізованого газу.

У сільськогосподарському виробництві, зокрема в доїнні корів використовуються переважно механічні вакуумні насоси. Дану категорію представляють як ротаційні так і насоси поршневого типу. Поршневі насоси в залежності від конструкції робочого органу поділяються на мембранні, плунжерні і дискові. У більшості країн більш широке використання отримали вакуумні насоси ротаційного типу.

Залежно від конструкції, ці насоси можна розділити на пластинчасті, з перекичувальним поршнем, водокільцеві, двохроторні і перистальтичні.

Виходячи з вищесказаного, класифікаційна схема вакуумних насосів представлена на рисунку 1. Вакуумні насоси, виконуючи одну і ту ж функцію, мають різні конструкції, принцип дії і умови для їх роботи.

Поршневі насоси за типом робочого органу діляться на мембранні, плунжерні і дискові.

Їх відрізняють великі геометричні розміри, металоємність і вельми низька частота обертання вихідного валу. При установці таких насосів необхідно створювати потужні фундаменти, а при їх експлуатації потрібно пильний догляд і багато мастила.

У зв'язку з цим вони часто виходять з ладу і на їх ремонт і відновлення необхідні значні витрати. Неврівноваженість рухомих деталей насоса викликає значний шум при його роботі і негативно позначається на ресурсі роботи деталей. Поршневі насоси нерівномірно відкачують повітря і тому необхідна установка додаткових пристроїв для вирівнювання тиску.

За рівнем створюваного розрідження ротаційні насоси можна розділити на насоси з високим, середнім і низьким вакуумом.



Рис. 1. Класифікація вакуумних насосів

Дія ротаційних вакуумних насосів пластинчастого типу базується на зміні обсягу робочої камери внаслідок обертального руху ротора з пластинами, розташованими ексцентрично всередині насоса.

Насоси даного типу досить непогано врівноважені і мають відносно невеликі габаритні розміри і масу. До основних переваг цих насосів можна віднести високу надійність в роботі і простоту в обслуговуванні. Їх конструкції мають менше деталей, в них немає клапанів всмоктування і нагнітання, а також кривошипно-шатунного механізму. Ці насоси мають спрощену систему розподілу повітря.

Серед недоліків можна відзначити низький ККД і високу чутливість до зміни нормальних зазорів.

Робота ротаційних вакуумних насосів перистальтичного типу заснована на зміні обсягу перекочується роликом основного робочого

органу - шланга, який кріпиться на внутрішній стороні корпусу насоса, що грає роль статора.

Ротаційний вакуумний насос шлангового типу - відносно проста конструкція. У нього немає клапанів, а відповідно і розподільного механізму. В такому насосі є тільки тертя кочення, що знижує його залежність від мастила. На фізіологічний стан тварин сприятливо впливає низький рівень шуму такого насоса. Внаслідок цього збільшується їх молочна продуктивність, а також забезпечується комфорт роботи обслуговуючого персоналу.

Перистальтичні насоси останнім часом використовуються в медицині та в хімічній промисловості для перекачування агресивних і реактивних рідин. Але згадані гідності: зручність в експлуатації, обслуговуванні та ремонті, необхідність застосування мастильного матеріалу робить їх прийнятними для використання і в доїльній техніці. Основне їх застосування – автономні пересувні доїльні установки в приватних господарствах і дрібних фермах.

Огляд і аналіз існуючих конструкцій і принципу роботи перистальтичних насосів показав, що конструктивні рішення перистальтичних насосів є новими, вони сприяють удосконаленню процесу створення розрідження в доїльних установках.

Однак брак теоретичних досліджень в цій області науки в частині обґрунтування подачі насоса, перепаду тисків в його робочих камерах, частоти обертання ротора, закономірностей деформації оболонок і режимів роботи стискання роликів, стримує подальші розробки таких насосів стосовно доїльних установок.

УДК 631.363:519.86

АДАПТИВНИЙ ГІДРАВЛІЧНИЙ ПРИВОД ВІДРІЗНОГО МЕХАНІЗМУ ДЛЯ ВИВАНТАЖЕННЯ СИЛОСУ ІЗ ТРАНШЕЙНИХ СХОВИЩ

Остапенко О. В.

Вінницький національний аграрний університет

Розроблення та впровадження, нових енергоощадних систем гідроприводів, адаптивних до навантаження для заміни застарілих традиційних систем гідроприводів можлива на основі результатів ґрунтовних досліджень. На сьогодні даний метод керування процесом різання, який забезпечує значне підвищення продуктивності при мінімальних енерговитратах, не отримав розповсюдження у сільськогосподарському

машинобудуванні. Запровадженням засобів адаптації роботи робочих органів сільськогосподарських машин до умов їх функціонування спроможно суттєво підвищити ефективність використання даних машин. Використання даного способу регулювання роботи виконавчих гідродвигунів дозволить ефективно замінити ряд способів узгодження роботи насосного агрегата та системи приводів [1].

Відокремлюючі механізми стеблових кормів працюють в досить різноманітних динамічних режимах, обумовлених частим прискоренням, гальмуванням і різким змінням зовнішнього навантаження. Найбільші динамічні навантаження в гідросистемі і механічній підсистемі гідропривода відокремлювача виникають при зустрічі ножевого механізму з крупною фракцією корму, особливо при частковому промерзанні, що призводить до ускладнення процесу відокремлення корму [1, 2].

Тому, важливою складовою функціонування гідропривода є його позиціонування та раціональна подача робочого органа – ножевого механізму за різних режимів роботи, які призводять до недопущення погіршення динамічних та статичних характеристик, що дає змогу підвищити ефективність мобільних робочих машин.

Для забезпечення адаптивного режиму роботи і зниження динамічних навантажень на відокремлюючому механізмі, які виникають при нераціональній подачі ножевого механізму розроблено конструктивно-технологічну схему удосконаленого механізму (рис. 1) з гідравлічним приводом робочих органів, який чутливий до зміни технологічного навантаження рис. 2 [2].

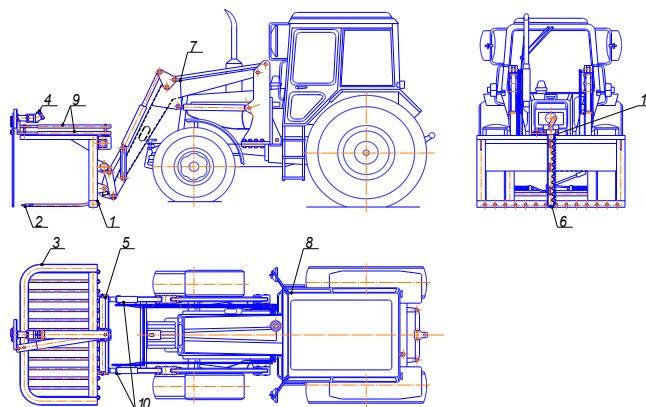


Рис. 1. Конструктивно-технологічна схема вирізного механізму для вивантаження силосу із траншейних сховищ на базі фронтального навантажувача: 1 – рама, 2 – вила, 3 – направляюча рамка, 4 – гідродвигун, 5 – поворотний гідроциліндр, 6 – ніж, 7 – стріла навантажувача, 8 – трактор МТЗ-80, 9 – телескопічний важіль, 10 – гідроциліндри, 11 – приводний механізм

Конструктивно-технологічну схему вирізного механізму для

вивантаження силосу із траншейних сховищ на базі фронтального навантажувача представлено на рис.1. Вирізний механізм для вивантаження силосу із траншейних сховищ являє собою навісне обладнання, що розміщується на стрілі 7 фронтального навантажувача на базі трактора МТЗ-82. Вирізний механізм складається з вертикальної рами 1, яка являє собою зварну конструкцію та складається з двох вертикальних стійок з кронштейнами кріплення до стріли навантажувача, верхнього і нижнього горизонтальних брусів. На нижньому брусі горизонтально кріпляться вила 2. Для запобігання осипання стеблового корму під час вивантаження рама має ґрати. Над виловним захватом 2 знаходиться направляюча рамка 3, що з'єднана з верхнім брусом рами 1 та з метою забезпечення жорсткості посилена розкосами. Відокремлення блок-порції від кормового моноліту здійснюється рухомим ножом 6, що рухається по направляючій рамці 3 та містить механізм приводу та подачі.

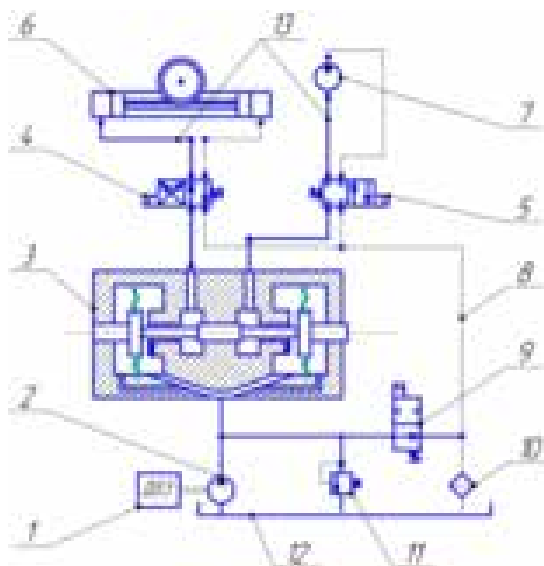


Рис. 2. Гідравлічний привод вирізного механізму для вивантаження силосу із траншейних сховищ: 1 – двигун внутрішнього згорання (ДВЗ), 2 – гідронасос, 3 – дросельний роздільник потоку, 4, 5, 9 – гідравлічні розподільники, 6 – поворотний гідроциліндр, 7 – гідродвигун, 8 – гідролінія зливу, 10 – фільтр, 11 – запобіжний клапан, 12 – гідробак, 13 – напірні гідролінії

Механізм приводу (кривошипно-шатунний) забезпечує зворотно-поступальний рух рухомого ножа 6 і містить каретку, гідродвигун 4, направляючі, шатун та кривошип. Кривошип зафіксований на валу гідродвигуна, який приводить у рух ніж 6. Каретка оснащена двома кронштейнами. Привод виконавчих гідродвигунів різака-вивантажувача здійснюється від вільного каналу гідросистеми трактора.

Механізм подачі призначений для пересування й орієнтації рухомого

ножа 6 паралельно траєкторії переміщення. Він містить телескопічний важіль 9 з опорним роликом, що встановлено в направляючій рамці вирізного механізму і приводиться в рух від поворотного гідроциліндра 5. Ролик розташований в направляючій рамці і може перекочуватись по ній. Телескопічний важіль 9 орієнтує ніж в площині, паралельній траєкторії переміщення ножа в будь-якій її точці. Для підвищення ефективності роботи вирізного механізму для вивантаження блок-порції стеблового корму від кормового моноліту запропоновано принципово нову систему гідравлічного привода, що представлена на рис. 2. Джерелом початкової енергії є двигун внутрішнього згорання трактора 1, на якому він установлений. Робоча рідина від гідронасоса 2 надходить до входу дросельного роздільника потоку із спеціальними властивостями, де потік розділяється у заданому співвідношенні $1/n$ і направляється до гідравлічних розподільників 4 та 5, після яких робоча рідина надходить до поворотного гідроциліндра, який призначений для переміщення гідродвигуна і безпосередньо до гідродвигуна, вал якого з'єднаний з кривошипом привода ножа.

Початкове співвідношення витрат робочої рідини у гілках гідромотора та гідроциліндра забезпечується за рахунок спеціального розрахунку діаметрів чутливих елементів роздільника потоку.

Якщо ніж потрапляє в ущільнені шари, або на його шляху зустрічається перешкода, крутний момент на валу гідромотора зростає, а, отже, витрата через нього зменшується, отриманий сигнал відпрацьовує дросельний роздільник потоку, прикриваючи змінний гідравлічний опір гілки гідроциліндра. Однак дросельний роздільник потоку виконано таким чином, що в результаті виконаної операції співвідношення витрат у гілках змінюється – шток гідроциліндра уповільнює свій рух, що полегшує роботу вирізного ножа, причому це уповільнення залежить від ступеня підвищення опору обертання ножа з боку маси, що розділяється.

Запропонована конструктивно-технологічна схема вирізного механізму для вивантаження силосу із траншейних сховищ та її адаптивна система гідравлічного привода, що при умові стійкої роботи забезпечує виконання сформульованого принципу узгодженої зміни швидкостей вихідних ланок гідродвигунів при зміні навантаження на різальному механізмі. Запропонований гідравлічний привод дозволяє збільшити ефективність роботи вирізного механізму та забезпечити стабільне функціонування в умовах змінної щільності маси кормів, що вивантажується.

Список використаних джерел

1. Руткевич В.С. Адаптивний гідравлічний привод блочно-порційного відокремлювача консервованого корму. Техніка, енергетика, транспорт АПК. 2017. № 4 (99). С. 108–113.

2. Руткевич В., Остапенко О., Залогін Р. Підвищення ефективності роботи навантажувача з гідравлічним приводом вирізного механізму для

вивантаження силосу із траншейних сховищ. Вісник Хмельницького національного університету. Серія: технічні науки. 2024. №3(338). С.109–114.

УДК 637.533.7:664.614

КОРМОВА ЦІННІСТЬ ПРОДУКТІВ ПЕРЕРОБКИ СОЇ ТА БОБОВИХ ТРАВ

Купчук І. М.

Вінницький національний аграрний університет

Вступ. Продукти переробки сої та бобових трав широко використовують у кормових раціонах завдяки високій біологічній доступності поживних компонентів та сприятливому впливу на продуктивність і здоров'я. Зокрема, За даними досліджень [1], використання сої у раціонах ВРХ молочного стада сприяє підвищенню надоїв молока і поліпшенню його якості, в раціонах м'ясної худоби – збільшенню приростів маси. Бобові трави (люцерна, конюшина, вика) також відзначаються високим вмістом білка, вітамінів (особливо вітаміну К) та мінералів. Вони покращують смакові якості кормів і сприяють розвитку корисної мікрофлори в рубці у жуйних тварин.

Ініціальні етапи метаболізму кормів, що передбачають перетворення макромолекул на біологічно доступні сполуки, відбуваються в процесі травлення. Комплексна оцінка поживної цінності кормів є фундаментальною для раціонального годування тварин, а глибоке розуміння фізико-хімічних властивостей та поживності кормів є необхідною умовою для точного розрахунку потреби тварин у поживних речовинах та енергії, що, в свою чергу, оптимізує продуктивність та мінімізує витрати кормів.

Метою дослідження є формування передумов для підвищення ефективності конверсії високобілкових кормів в продукцію тваринництва шляхом оцінки кормової цінності найпоширеніших у технології годівлі продуктів переробки сої та бобових трав.

Результати дослідження. Завдяки технологічному прогресу, окрім цільних оброблених бобів сої, серед основних продуктів переробки, що використовуються у кормовиробництві, можна виокремити соєве борошно знежирене (соєвий шрот), соєве борошно повножирне, соєві концентрати та ізоляти, які відрізняються за складом та функціональними властивостями

(табл. 1) [2], проте мають однакові амінокислотні структури на основі протеїну.

Технологічний процес виробництва соєвого повножирного борошна передбачає видалення лушпиння, знежиреного борошна (соєвого шроту) – видалення лушпиння та фракції соєвої олії, при цьому критичним, як для поживної цінності, так і для функціональності знежиреного борошна є точний контроль ступеня теплової обробки знежирених соєвих пластівців під на наступних етапах кормовиробництва. Отримання ізольованого соєвого білка є більш складним процесом порівняно з виробництвом соєвих концентратів. Крім видалення олігосахаридів, золи та міnorних компонентів, характерного для концентратів, виробництво ізоляту вимагає додаткового очищення від нерозчинних полісахаридів та інших низькомолекулярних сполук. Для покращення розчинності білка, отриманий продукт нейтралізують перед сушінням, перетворюючи його на водорозчинний білкат.

Таблиця 1

Хімічний склад білкових продуктів на основі соєвих бобів, що можуть використовуватись у кормовиробництві, г/100г

Вид продукту	Білок	Жир	Вуглеводи	Клітковина	Зола
Соєві боби	41,0	20,0	31,3	2,3	5,4
Соєвий шрот	50,5	1,5	34,2	3,2	5,8
Соєве повножирне борошно	41,0	20,5	25,2	2,8	5,3
Білковий концентрат	70,0	1,0	19,5	4,5	5,0
Білковий ізолят	96,0	0,1	0,3	0,1	3,5

Також все більшого значення набуває впровадження техніко-технологічних рішень для отримання високобілкових концентратів із бобових трав, серед яких перспективним напрямком є фракційна переробка, яка полягає у подрібненні рослинної маси з подальшим віджимом шляхом пресування. Після проведення цієї операції виходить два компоненти – зелений сік і жом. Сік, в якому залишається більшість цінних поживних речовин, спочатку коагулюють з метою виведення білка в осад, а потім фільтрують. Після операції фільтрування знову виходять два нові компоненти: кормова білково-вітамінна паста і коричневий сік. Коричневий сік містить в собі дуже мало корисних речовин і його подальша переробка недоцільна [3].

За даними досліджень Ольборзього університету (Данія) [4], в лабораторних умовах з листостеблової маси бобових трав можна отримати 15-24 % білково-вітамінної пасти (БВП) в перерахунку на загальну масу сировини з вмістом білка на рівні 30-55 % від загальної маси БВП (рис. 1).

Крім хімічного складу продуктів переробки сої та бобових трав, що використовуються в годівлі тварин, одним із ключових факторів є амінокислотний профіль, який визначає їхню харчову цінність та ефективність використання в раціонах. Амінокислотний склад білкових кормів безпосередньо корелює зі швидкістю і ступенем біосинтезу власних білків організму.

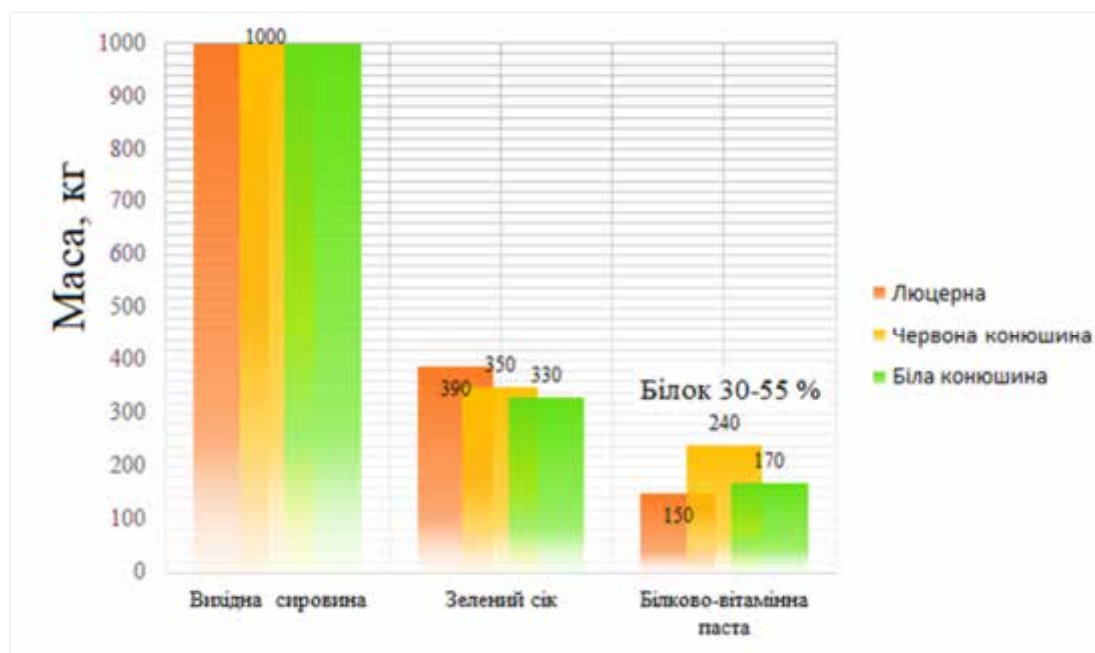


Рис. 1. Вихід білка при фракційній переробці бобових трав (лабораторні умови)

Таблиця 2

Амінокислотний склад білкових концентратів з бобів сої та бобових трав, г/кг у сухій речовині (DM) [4]

Сировина	Амінокислоти									
	Arg	Cys	His	Ile	Leu	Lys	Met	Phe	Thr	Val
Соєві боби	31,4	5,8	10,1	18,5	29,3	26,2	5,2	19,7	15,6	18,0
Червона конюшина	26,8	2,5	10,8	23,5	39,4	26,8	8,5	26,5	20,1	28,2
Біла конюшина	22,9	2,4	9,1	20,9	34,3	23,9	8,2	23	17,7	24,8
Люцерна	20,1	3,4	9,0	21,8	35,4	21,5	7,8	25,5	17,6	24,0

Тому точне визначення амінокислотного профілю дозволяє конструювати раціони, що забезпечують повну амінокислотну збалансованість і, як наслідок, підвищують продуктивність тварин. Особливу увагу заслуговують незамінні амінокислоти, які організм тварини не може синтезувати самостійно і тому вони повинні обов'язково надходити

з кормом. До них відносяться: метіонін (важливий для росту, синтезу білка і виробництва молока, лізин (необхідний для синтезу білка, виробництва гормонів і ферментів), триптофан (предвісник серотоніну, нейромедіатора, що регулює настрій і апетит), треонін (бере участь у синтезі колагену і еластину, важливих для шкіри і кісток), фенілаланін (передвісник тирозину і адреналіну, що впливають на обмін речовин і нервову систему), валін, лейцин, ізолейцин (розгалужені амінокислоти, необхідні для енергетичного обміну і росту м'язів). Результати лабораторних досліджень амінокислотного складу [4] білкового концентрату отриманого із соєвих бобів та бобових трав предстало у табл. 2.

Висновки. Схожий вміст основних амінокислот білкового концентрату із соєвих бобів та білково-вітамінної пасти отриманої шляхом фракційної переробки бобових трав дозволяє використання цього продукту в годівлі сільськогосподарських тварин (зокрема птиці), як альтернативу продуктам переробки сої.

Список використаних джерел

1. Калетнік Г.М., Кулик М.Ф., Глушко Я.Т. Енергоощадні технології кормів – основа конкурентоздатності тваринництва: монографія. Вінниця: Теза, 2006. 340 с.

2. Metussin Pg., Rosidah Dk. Properties of proteins and food products from micronized soybeans. M. Sc Theses, McGill University, 1990.

3. Спірін А.В., Твердохліб І.В. Рівноважний вологовміст продуктів переробки люцерни. Вібрати в техніці та технологіях. 2019. № 1 (96). С. 118-124. DOI: 10.37128/2306-8744-2020-1-13.

4. Lübeck M. Refining proteins from green crops for high quality feed products for monogastric animals and dairy cows (report). Section for Sustainable Biotechnology, Department of Chemistry and Bioscience. Aalborg University, Aalborg, Denmark.

УДК 631.084.74

ПЕРЕВАГИ ЗАСТОСУВАННЯ ЗМІШУВАЧА-КОРМОРОЗДАВАЧА З ВЕРТИКАЛЬНИМ БУНКЕРОМ

Болтянський Б. В.

*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра
Моторного*

Постановка проблеми. У сільськогосподарському виробництві України спостерігається тенденція розвитку нових та реконструйованих тваринницьких ферм різного типорозміру. Разом з тим на фермах

залишається невисокий рівень механізації виробничих процесів. Так, якщо на молочних фермах в цілому по країні комплексна механізація становить близько 80%, то на малих – всього лише 18% [1].

Проблемним є питання застосування технологій і технічних засобів механізації приготування і роздавання кормів. Ці процеси займають основну частку витрат праці (до 40% в загальному балансі витрат) [1,2].

Аналіз останніх досліджень. В даний час практично на всіх тваринницьких фермах процеси приготування і роздавання кормів здійснюють універсальні змішувачі-роздавачі з різними типами робочих органів: бітерними, лопатевими, шнековими з горизонтальним або вертикальним розташуванням валів [1-3].

На сучасному етапі розвитку тваринництва однією з найбільш перспективних є технологія годівлі великої рогатої худоби, відповідно до якої всі види кормів роздають тваринам одночасно у вигляді збалансованої за поживністю кормової суміші, приготовленої в багатофункціональних агрегатах подрібнювачах-змішувачах-роздавачах кормів [2, 3]. Для реалізації даної технології до 30 європейських фірм виробляють щорічно більше 10 тисяч багатофункціональних агрегатів. В Україні виробництво таких агрегатів налагодило ВАТ «Брацлав».

Мета досліджень полягає у проведенні порівняльного аналізу різних конструкцій змішувачів-кормороздавачів та виявлення переваг й недоліків.

Результати досліджень. Поєднання двох або кількох операцій в одному технічному засобі дозволяє знизити енергоємність і металоємність процесу приготування і роздавання повнораціонних кормових сумішей, а також скоротити кількість навантажувально-розвантажувальних і транспортних робіт [2, 3].

Створення змішувачів-кормороздавачів для ферм ВРХ у світовій практиці велось в трьох напрямках [1-4]:

- роздавачі лопатевого типу змішування;
- роздавачі горизонтального типу змішування;
- роздавачі вертикального типу змішування.

Вертикальне змішування при умові дотримання усіх висунутих до нього вимог на сьогодні є найбільш досконалим. Вертикальні кормороздавачі дозволяють одержати більш гомогенну кормову масу. Вони схильні до незначного зношування різальних робочих органів, а затрати палива порівняно менші [1, 2].

Бункери вертикального типу мають конусну форму (при наявності одного турбошнека) і видовжену, коли турбошnekів два чи три. Різноманітність конструктивних рішень пов'язана із пошуками мінімальних затрат енергії на процес приготування кормової суміші та підвищенням стійкості до зношування і довговічності робочих органів.

Але в той же час вертикальні змішувачі мають і ряд недоліків. Базові машини всесвітньо відомих виробників, зокрема, таких як «Kuhn», «Seko», «Marmix», «Italmix», «De Laval», «Patz», «Jay Lor», не цілком і не завжди відповідають потребам українських умов виробництва. Як було виявлено під час експлуатації, багатофункціональні кормові агрегати з вертикальним бункером і конічним шнеком забезпечують прийом по масі, якісне подрібнення і змішування кормових компонентів та дозовану видачу їх тваринам. Однак при впровадженні агрегатів доводиться стикатися зі значними труднощами, що викликані великою потужністю, необхідної на їх привод (більше 30 кВт) та зношеністю наявних тракторів класу 1,4 кН. Так як потужність, що споживається на привод робочих органів, практично прямо пропорційна частоті обертання шнеку, то часто доводиться знижувати частоту обертання шнека з 35 до 29 хв.⁻¹. Однак при такій частоті обертання наявний шнек з перпендикулярним розміщенням витка до осі обертання не самоочищається від кормової суміші в кінці вивантаження. Самоочищення витків шнека при низькій частоті їх обертання може бути забезпечено в разі, якщо витки розташовані не перпендикулярно, а похило до осі шнека.

Висновок. На даний час найбільш поширеного використання знайшли змішувачі-кормороздавачі з вертикальним бункером завдяки низки переваг порівняно з іншими конструкціями. Однак, відкритим залишається питання умови самоочищення робочих органів від залишків кормової суміші.

Список використаних джерел

1. Болтянський Б.В. Енерго- та ресурсозбереження в тваринництві: підручник. К.: Видавничий дім «Кондор», 2020. 410 с.
2. Дереза О.О., Дереза С.В. Основні напрямки удосконалення конструкцій змішувачів-кормороздавачів. Науковий вісник ТДАТУ. Мелітополь: ТДАТУ, 2012. Вип.2. Т.2. С. 20-27.
3. Болтянський Б. В. Підвищення ефективності технологічного процесу роздавання кормів на фермах великої рогатої худоби. Сучасні проблеми землеробської механіки: Збірник тез доповідей XXII Міжн. наук. конф. Київ. Ніжин, 2021. С. 72-75.
4. Журавель Д.П., Болтянський Б.В., Скляр Р.В., Болтянська Н.І., Болтянська Л.О. Підвищення ефективності функціонування молочно-товарної ферми на прикладі ПП «Могучий» Мелітопольського району Запорізької області. Щомісячний науково-практичний журнал «Тваринництво сьогодні», №3. Київ, 2021. С.18-29.

УДК 631.3

ЯКІСНЕ СІНО В РУЛОНАХ З ВИКОРИСТАННЯМ АКТИВНОГО ВЕНТИЛЮВАННЯ

Кузьменко В. Ф.

Інститут механіки та автоматики агропромислового виробництва НААН

Холодюк О. В.

Вінницький національний аграрний університет

Онищенко В. Б.

Національний університет біоресурсів та природокористування України

Постановка проблеми. Заготівля сіна, сировини для енергетичних цілей, передбачають отримання продукту в нормованому відносно вологості стані. Сучасні механізовані технологічні процеси збирання передбачають отримання сировини в пресованому вигляді. Однак погодні умови, необхідність уникнення механічних втрат від обламування листя та суцвіть на бобових культурах не завжди дозволяють забезпечити необхідну для зберігання вологість сировини.

Технологія годівлі ВРХ дозволяє заміну в раціоні частини сіна на сінаж. Це привело до появи процесу заготівлі стеблових кормів в рулонах, загорнутих в плівку [1]. Однак це не знімає необхідності заготовляти сіно, оскільки воно потрібне для годівлі телят, корів на окремих етапах їх тільності.

Досушування сировини в рулонах чи тюках (природне чи активним вентилуванням) пов'язане з проблемою, викликану підвищенням щільності і, відповідно, утрудненням повітрообміну в центральній частині рулонів.

Аналіз останніх досліджень. Проаналізувавши способи доведення до кондиційного стану сировини під час заготівлі сіна, конструкції сушарок та інших технічних засобів запропоновано спосіб заготівлі сіна в рулонах активним вентилуванням який відрізняється від інших утворенням каналу по осі рулону одночасно з його формуванням [2]. Для цього запропоновано спосіб формування рулону та прес-підбирач рулонний з пристроєм для формування отвору по осі рулону [3]. Використовуючи пропонований спосіб заготівлі існує можливість контролювати вологість в усьому об'ємі сіна [4]. Встановлено, що зменшення об'єму рулону при цьому незначне і не перевищує 5 %, а формування каналу по осі рулону чи радіальних каналів після формування рулону є недоцільним [5], оскільки відбувається звуження каналів та потребуються додаткові технічні засоби. Для реалізації пропонованого способу потребується вдосконалення рулонного прес-підбирача, при цьому технологічний процес заготівлі сіна не змінюється і

продуктивність прес-підбирача не зменшується. Оскільки рулонні преси в Україні не виробляються, зацікавити підприємство, яке профінансувало модернізацію імпортного рулонного прес-підбирача не вдалося, тому дослідження формування осьового каналу проводилося з ручним вставлянням осердь різного діаметра [6]. Підтверджена можливість формування в польових умовах та стійкість каналів різного діаметру. Інтенсивність пасивного досушування розмір отвору впливає незначно. Рулони початковою вологістю 20,7 - 24,9 % та масою 138 - 156 кг з отвором 500 мм за 10 діб зменшили вагу на 3,2 - 3,5 %, тоді як рулони з отворами 200, 350 мм та без отворів (контроль) – на 2,7 - 3,2 %.

Мета досліджень. Експериментальне підтвердження можливості співвісного встановлення декількох рулонів з гарантованим центруванням осьових каналів, опис процесу сушіння рулону люцерни активним вентиляванням з врахуванням його фізико-механічних властивостей як об'єкта сушіння.

Результати досліджень. Технологічний процес заготівлі сіна в рулонах активним вентиляванням включає операції скошування трави, початкового сушіння її в польових умовах (пров'ялювання), формування рулонів з осьовим каналом та перевезення їх до місця досушування. Відмінність в цій частині полягає у формуванні рулонів – останні формуються з осьовим каналом за допомогою осердя, що вставляється до камери формування рулонного преса. Це може бути реалізовано як механізовано, так і, як в нашому випадку, у спрощеному варіанті.

Нами встановлено зусилля виймання осердя з рулону в залежності від його діаметру (рис. 1).

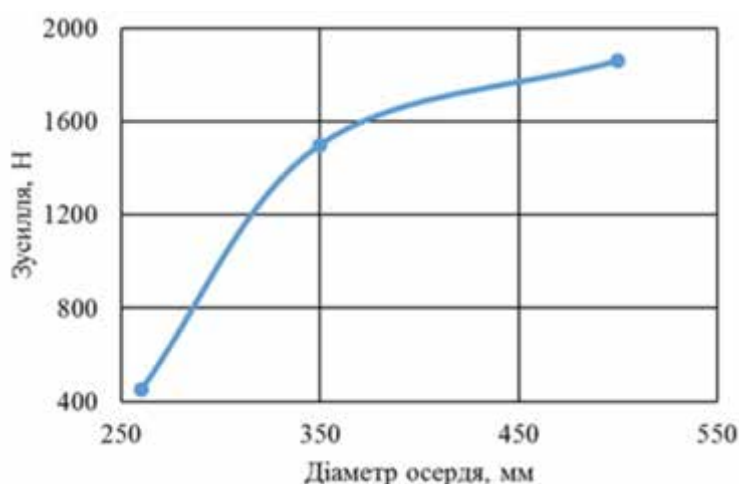


Рис. 1. Зміна максимального зусилля виймання осердя в залежності від його діаметру

Зрозуміло, що збільшення діаметру осердя збільшує площу його контакту з сировиною рулону. Це і призводить до збільшення зусилля виймання. Для осердя діаметром 500 мм зусилля сягає майже 2 кН. На

стаціонарі після перевезення рулонів з поля до місця досушування відбувається укладання їх на вентиляційну систему з подальшим досушуванням до кондиційної вологості та складування на місці зберігання.

Для забезпечення центрування рулонів при укладанні на вентиляційну систему використовуються направляючі, які під час досушування залишаються у рулонах. На рис 2 представлено направляючі для центрування рулонів (а) та рулон з направляючою підготовлений для встановлення на вентиляційну систему (б). Направляюча до рулону, який встановлюється на вентиляційну систему має один конус з отворами в нижній та верхній частинах. Направляюча (рис. 2а – крайня зліва), що встановлюється у верхній частині верхнього рулону такого отвору не має і виконує функцію пробки. Проміжні направляючі (рис. 2а – по центру) мають два конуса з отворами з обох сторін, які з'єднуються більшими діаметрами через опорну плоску поверхню круглої форми.



а.



б.

Рис. 2 Рулони з осердями різних діаметрів, а – загальний вигляд направляючих, б – рулон з направляючою.

Конічна форма направляючої сприяє встановленню її по осі рулону і ущільнює сировину в зоні входження конуса. Таким чином осьові отвори рулонів за їх встановлення один над іншим центруються.

У каналі подачі повітря вентилятором створюється тиск більший за атмосферний і повітря проникаючи в осьові канали в рулонах проходить в радіальному напрямку через рулон витискає вологу з об'єму рулону.

Процес переносу водяної пари в повітря здійснюється конвективною дифузією (конвективна масопередача), що описується відомою залежністю [7] масовіддачі:

$$dW/d\tau = kF(U_n - U_p):$$

де W – маса вологи, що виділяється;

F – поверхня розділу фаз (приймається як площа поверхні тіла);

τ – час; k – коефіцієнт масопередачі;

U_n – вологовміст поверхневого шару тіла (частинок сировини);

U_p – вологовміст рівноважний;

$(U_p - U_r)$ – рухома сила масопередачі з твердої фази (матеріальні частинки)

Розрахунки показали можливість ефективного сушіння рулонів як в осьовому, так і в радіальному напрямках [7].

Висновки. Експериментально підтверджено можливість формування рулонів з осьовими каналами діаметром 0,15 – 0,50 м та співвісного встановлення декількох рулонів з гарантованим центруванням осьових каналів. Для гарантованого центрування доцільно використовувати направляючі конічної форми.

Визначено зусилля виймання осердя з рулону. Максимальне значення величини зусилля виймання осердя сягає 2,0 кН.

Опис процесу сушіння рулону люцерни активним вентиляванням з врахуванням його фізико-механічних властивостей як об'єкта сушіння можливий за використання класичних залежностей тепло-масопереноса.

Список використаних джерел

1. Використання плівкових рукавів для зберігання стеблових кормів та зерна / за ред. Присяжнюка М.В., Петриченка В.Ф.. – К., Аграрна наука, 2013, 95 с.

2. Патент на винахід №127710, Україна, МПК(2016.01), кл. A01F25/08, A01F15/07. Спосіб заготівлі сіна в рулонах активним вентиляванням. Кузьменко В.Ф., Пономаренко О.В., Максименко В.В., Братішко В.В., Мілько Д.О., Жуков В.П., Кулик М.Ф. (Україна); № а2021 03367, заявл. 15.06.2021, опубл. 06.12.2023, бюл. №49.

3. Патент на винахід № 118886, Україна, МПК(2018.01), кл.7 A01 F 15/07, A01 F 55/08. Спосіб формування рулону та прес-підбирач рулонний з пристроєм для формування отвору по осі рулону. Кузьменко В.Ф., Максименко В.В., Ямпольський С.М., Толстушко М.М., Толстушко Н.М., Жуков В.П. (Україна), № а2017 01524, заявл. 17.02.2017, опубл.25.03.2019, бюл. №6.

4. Патент на винахід №127708, Україна, МПК(2016.01), кл. A01F25/00, A01F25/08, A01F25/12, G01G19/14; G01G19/52; Обладнання для визначення динаміки сушіння рулонів сіна з центральним отвором в них. Кузьменко В.Ф., Максименко В.В., Дешко В.І., Братішко В.В., Мілько Д.О. (Україна); № а2021 08309, заявл. 24.12.2020, опубл. 06.12.2023, бюл. №49.

5. Кузьменко В. Ф., Ямпольський С. М., Максименко В. В., Холодюк О.В. Зменшення корисного об'єму рулону при формуванні в ньому отворів. Збірник тез доповідей XIX Міжнародної наукової конференції "Сучасні проблеми землеробської механіки" (17–19 жовтня 2018 року) / МОН України, Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ. 2018. с. 120-122.

6. Кузьменко В. Ф., Онищенко В. Б., Онищенко Б. В. Процес заготівлі сіна в рулонах активним вентиляванням. Збірник тез доповідей XXIV

Міжнародної наукової конференції "Сучасні проблеми землеробської механіки" (17–19 жовтня 2023 року). МОН України, Національний університет біоресурсів і природокористування України. Київ. 2023. с. 105 – 108.

7. Котов Б. І., Кузьменко В. Ф., Калініченко Р. А. Особливості моделювання процесу сушіння листостеблових матеріалів активним вентиляванням. Механіка та автоматика агропромислового виробництва. Випуск 3 (117): [загальнодержавний збірник].- 2023. – Випуск № 3 (117) / [ІМА АПВ НААН]. – Глеваха, 2023. – с.65 – 77. DOI: <https://doi.org/10.37204/2786-7765-2023-3-7>

УДК 614.8:636:115.03

ANALYSIS OF MEANS FOR CREATING A MICROCLIMATE IN BARN

Zabolotko O. O., Gavrilyuk D. V.

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine

Problem statement. Considerable attention is paid to the issue of microclimate. The optimal microclimate in the barn ensures the health of the animals, the maximum feed conversion, and therefore productivity. Extreme temperatures and humidity have a negative impact on the animals, as well as on the staff and the building itself. Therefore, the study of means to create a microclimate is extremely important.

Analysis of the latest research and publications. It should be noted that the ventilation system of barns is important to ensure comfortable conditions for keeping animals, which directly affects their health, productivity and overall well-being. Poor air circulation causes moisture to build up indoors, which can lead to the development of mold, fungi, and other pathogens. This, in turn, negatively affects the health of cows. Lack of proper ventilation In the summer, it can lead to overheating, which will cause heat stress in animals. In winter, an insufficient supply of fresh air can cause the accumulation of harmful gases such as ammonia and carbon dioxide. High concentrations of these substances harm the respiratory system, irritate the mucous membranes and reduce the overall immunity of cattle. Poor ventilation conditions have a negative effect on appetite and overall comfort, which results in a decrease in milk yield and worsens product quality. Also, the accumulation of harmful gases and dust is dangerous for people working in barns. It can cause allergies, respiratory illnesses, and other health problems [1, 2].

Devices that use evaporation to cool the air, they consume 75% less electricity than air conditioners.

The purpose of the study to investigate and analyze the significance of ventilation systems and their impact on the productivity of cows.

Summary of the main material. The microclimate in the barn depends on a number of factors, including:

- air temperature in the room (optimal from + 4 to + 15°C);
- air humidity (it should be in the range of 50 - 75%);
- air velocity (to prevent drafts in winter, the speed should not exceed 0.2 m/s);
- concentrations of harmful gases; it increases at the same time as the temperature;
- lighting (for dairy cows - at least 120 lux, for calves - 80 lux);
- dust.

One of the main ways to prevent heat stress is to install a ventilation system.

Air temperature and humidity are interrelated (see figure). Humidity is also decisive, because temperature does not always decide the comfort of the animal. If the humidity is low, animals tolerate the heat more easily. The optimum temperature for a dairy cow ranges from +5 to +15°C. Heat stress in highly productive cows is observed at temperatures above +23°C and 60% humidity.

One of the main ways to prevent heat stress is to build solutions to the construction of the barn room, especially in the case of renovating old premises according to standard projects that have 30-50 years of operation. Therefore, it is necessary to make the most of construction solutions. With the use of modern building materials, which in the hot period will not allow excessive heating of the interior space of the premises.

The temperature throughout the house has significant fluctuations. So at night it can drop to +14 °C, and during the day it can reach almost +40 °C. Such temperature changes have a negative effect on animals. The roof of the barn. It is through the roof of the building that it heats up the most and at the same time loses heat. Therefore, roof insulation is of great importance. During construction, sandwich profiles are immediately installed or additional insulation (for example, insulation spraying) is used.

Natural ventilation. In many Ukrainian farms, the windows in the cowsheds are closed or covered with film. It is recommended to make the most of natural ventilation. It is necessary to make the side walls of the barn as open as possible (the height to the roof is 4.20 - 5.00 m, the length of the roof is one third of the height of the wall). One of the important points when designing a barn is its placement taking into account the wind rose. The north-south direction is optimal.

The presence of natural light in the barns not only saves energy, but also has a beneficial effect on cows. For this purpose, a light ridge is installed. It is used to provide natural ventilation (opening – 2 cm per one running meter of barn width; for example, 46 cm with a barn width of 23 cm).

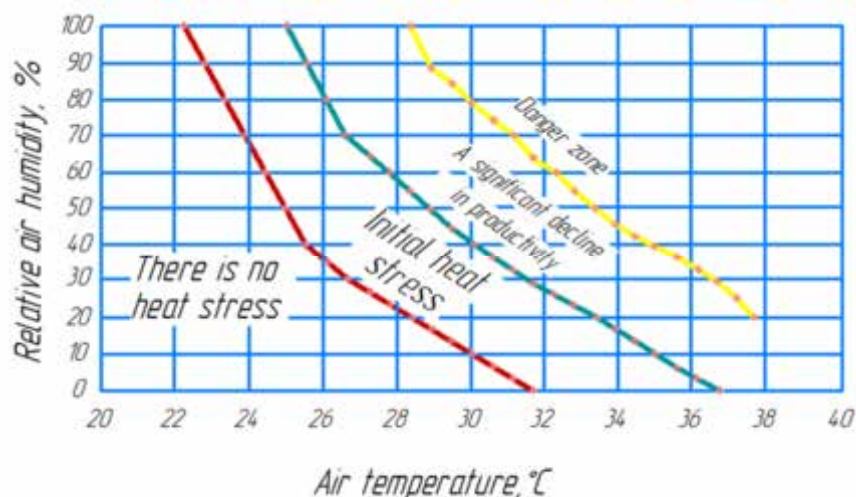


Fig. 1. The effect of heat stress on cows depending on temperature and humidity.

Mechanical ventilation. The main task of mechanical ventilation is to increase the speed of air movement around the animal's body in order to provide a cooling effect. An increase in air velocity from 0.90 to 1.35 m/s is equivalent to a decrease in the temperature in the barn from 4 to 6°C. There are several types of them with which you can achieve the required air velocity, in particular: ceiling fans, VHV fans, axial fans. Despite the significant design differences of these units, they have the same purpose, namely, to increase the speed of air flow in the room, which will lead to a decrease in temperature, respectively, will create comfort for animals. The modern direction in creating a microclimate, especially in the summer, is the use of air cooling using an evaporative air system. To do this, use fine atomizers or evaporation panels. At the same time, the evaporation of water significantly reduces the air temperature, but the efficiency depends on the performance of the fans that ensure the movement of air. The air is cooled 10 degrees below the outside, with simultaneous cleaning and complete replacement of the air in the room.

Conclusions: the use of modern systems to create a microclimate ensures energy savings and an optimal microclimate in the barn, animal health, maximum feed conversion, and therefore animal productivity.

References

1. Microclimate in cowsheds and calf sheds: a comprehensive approach // Electronic resource. <https://siydobro.com/systema-mikroklimatu-u-korivnykakh-ta-svynokompleksakh/mikroklimat-u-korivnykakh-i-teliatnykakh-kompleksnyy-pidkhyd>.
2. Evaporative air cooler JHCOOL T9 // Electronic resource /<https://tdfavorit.com.ua/ua/p493563442-ohladitel-vozduha-isparitelnogo.html>.
3. Air Coolers as an Effective Alternative to Traditional Air Conditioners. Electronic resource /<https://techhome.kiev.ua/uk/news/evaporative-air-cooler-air-conditioner-alternative>.

УДК 631.2.587

ВИКОРИСТАННЯ ПОБУТОВИХ ОСАДІВ СТІЧНИХ ВОД У СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОМУ ВИРОБНИЦТВІ

Хмельовський О. В.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Аналіз роботи різних господарсько-побутових станцій очищення побутових каналізаційних стоків, показує, що в технології очищення рис. 1, є ряд операцій, які відіграють важливу роль у підготовці мулу до подальшого використання. Першим етапом в очищенні є видалення великогабаритного сміття.

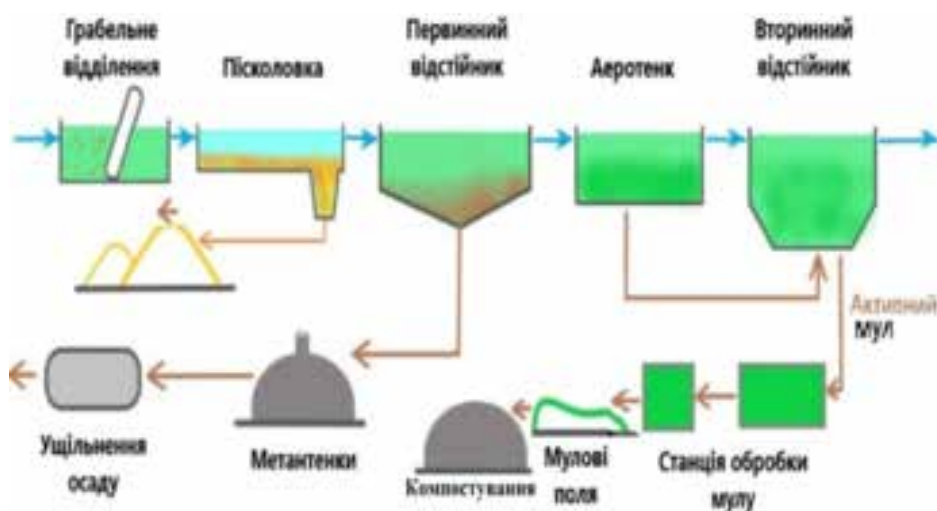


Рис. 1. Схема очищення побутових каналізаційних стоків.

Ця операція виконується, виходячи із потужності переробки стоків, безпосередньо перед станцією або, як окремий елемент цілого комплексу. Так станції, які призначені для індивідуального очищення, наприклад, компанії як «Акваполімер Інжиніринг», «Укренерго.Про» очищають стоки при вході у резервуар. У спеціалізованих станціях, які очищають міські побутові відходи, використовують грабельні відділення це решітки, на яких затримуються частинки грубого сміття та автоматичні граблі, які згрібають з поверхні цих решіток сміття. Процес уловлювання піску виконують пісковловлювачі. Ці елементи присутні в очисних спорудах усіх класів. Наприклад, на Київській станції аерації Бортничі щорічно збирається приблизно 20 тонн піску. Проте, пісок можна додавати у ґрунт для поліпшення дренажних властивостей глинистого ґрунту, прискорення процесів прогрівання ґрунту, утримання тепла та для полегшення перекопування, розпушування, прополки, також його можна додавати у компостувальні кагати.

Секція

Транспортні технології та логістика

УДК 631.372

ЗАСТОСУВАННЯ АВТОМОБІЛЬНИХ ШАСІ В РЕЖИМІ МОБІЛЬНИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ЗАСОБІВ В АГРОПРОМИСЛОВОМУ ВИРОБНИЦТВІ

Загурський А. О.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Транспортно-технологічні та польові сільськогосподарські роботи у технології виробництва сільськогосподарської продукції складають невід'ємну частину всього технологічного процесу на виконання яких витрачаються значні трудові та енергетичні ресурси. При цьому слід зазначити, що для повноцінного забезпечення процесу сільськогосподарського виробництва потрібно понад 250 найменувань вантажів, що в кінцевому підсумку викликає велику потреба в обслуговуючих його транспортних засобах. Як показують дослідження частка витрат на транспортування вантажів складає 20-40% від загальної суми витрат на виробництво продукції [2;5;6.], а в окремих випадках (при виробництві силосу та сінажу) ця цифра досягає та 65-70% [4]. При цьому витрати енергії становлять близько 50%. Все це спонукає аграрні підприємства підвищувати ефективність транспортних засобів і широко застосовувати самохідні сільськогосподарські агрегати.

Технологічні процеси в сільськогосподарському виробництві виконуються самохідними сільськогосподарськими агрегатами (ССА), які формуються на базі мобільних енергетичних засобів (МЕЗ) різних конструкційно-компонувальних схем [3]. До них відносяться:

- самохідні обприскувачі – призначені для внесення рідких добрив та засобів захисту рослин. Вони забезпечують рівномірний розподіл препаратів по полю, що сприяє ефективному догляду за посівами та зниженню втрат врожаю від хвороб і шкідників.

- самохідні кормозбиральні комбайни – використовуються для збирання кормових культур (кукурудза на силос, трава, люцерна) і подрібнення їх для подальшого зберігання або безпосереднього використання.

– самохідні косарки – застосовуються для скошування трави на сінокісних угіддях або пасовищах. Вони можуть бути оснащені різними ріжучими апаратами (ножевими або роторними).

– самохідні розкидачі добрив – призначені для рівномірного внесення мінеральних добрив по полю. Вони можуть мати різні системи розкидання (центрифужні, пневматичні).

– самохідні зернонавантажувачі використовуються для транспортування та навантаження зерна після збору врожаю. Вони забезпечують швидке та ефективне переміщення зерна з поля до місця зберігання або транспортування.

Переваги самохідних сільськогосподарських агрегатів:

- висока продуктивність
- автономність у виконанні завдань
- зниження витрат на експлуатацію (не потребують додаткової техніки для транспортування)
- точність та рівномірність обробки поля.

Причому через необхідність переїзду з одного поля на інше, не лише в межах господарства, а й з одного району, області чи регіону в інший (особливо у випадку агрохолдингів, що мають великі земельні угіддя у різних областях України) вони стають активними учасниками дорожнього руху з усіма витікаючими з цього наслідками. Тому одним із шляхів вирішення зазначеної проблеми є використання автомобільних шасі підвищеної прохідності в режимі мобільних енергетичних засобів на виконанні польових та інших робіт в АПВ.

Автомобілі з підвищеною прохідністю зазвичай мають потужніші двигуни, посилені шасі та підвіску, а також спеціальні шини з агресивним протектором, що сприяє покращенню зчеплення з поверхнею. Сучасні моделі також можуть оснащуватися гідравлічними системами для роботи з навісним обладнанням. Завдяки своїй універсальності та високій прохідності, такі машини дозволяють знизити витрати на паливо і час на виконання робіт, оскільки вони можуть працювати в умовах, де звичайні трактори або вантажівки не здатні ефективно функціонувати.

Використання автомобільних шасі підвищеної прохідності як мобільних енергетичних засобів у сфері агропромислового виробництва має кілька ключових переваг та застосувань, а саме.

1. Прохідність в умовах бездоріжжя: Автомобілі з підвищеною прохідністю дозволяють виконувати роботи на полях, які важко доступні для звичайної техніки, наприклад, у важкопрохідних або болотистих місцевостях.

2. Мобільність: Такі транспортні засоби можуть швидко переміщатися між різними ділянками, що знижує час простою та підвищує ефективність виконання польових робіт.

3. Мультифункціональність: На базі шасі можуть встановлюватися різні види навісного та причіпного обладнання (комбайни, сівалки, обприскувачі тощо), що дозволяє використовувати їх для широкого спектру завдань, таких як оранка, посів, збір врожаю, обприскування.

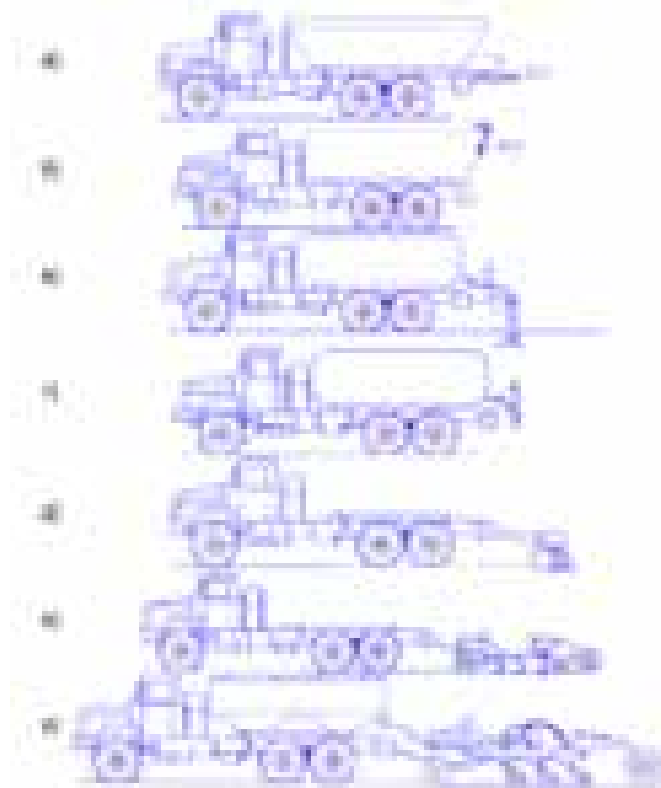


Рис. 1. Схеми агрегатів, скомплектованих на базі автомобіля, для виконання основних технологічних операцій рослинництва:

а) внесення твердих мінеральних добрив; б) внесення твердих органічних добрив; в) внутрігрунтове внесення рідких добрив; г) обприскування посівів; д) дискування; е) культивування; є) сіяння

Джерело Адамчук В.В., Погорілий С.П. Перспективи використання автомобільного шасі в агропромисловому виробництві. Науковий журнал «Інженерія природокористування». Вип. №1 (5). Харків. ХНТУСГ ім. П. Василенка. 2016. 108-112

Отже, використання самохідних сільськогосподарських агрегатів дозволяє значно підвищити ефективність сільськогосподарських робіт, зменшити витрати та підвищити врожайність. Ефективність використання самохідних сільськогосподарських агрегатів на транспортних роботах у сільськогосподарському виробництві пояснюється можливістю їх швидкого пересування як дорогами з покращеним покриттям, так і по ґрунтовим польовим та сільськогосподарським дорогам.

Список використаних джерел

1. Адамчук В.В., Погорілий С.П. Перспективи використання автомобільного шасі в агропромисловому виробництві. Науковий журнал

«Інженерія природокористування». Вип. №1 (5). Харків.:ХНТУСГ ім. П.Василенка. 2016. 108-112

2. Мазнів Г.Є. Управління інноваційним розвитком аграрних підприємств. Актуальні проблеми інноваційної економіки. 2017. №2. 32-41.

3. Погорілий С. П. Механіко-технологічні основи створення мобільних енергетичних засобів типу "Автотрактор" : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра техн. наук : [спец.] 05.05.11 "Машини і засоби механізації с.-г. вир-ва". Глеваха (Київ. обл.), 2020. 47.

4. Gunnarsson, Carina & Spörndly, Rolf & Hansson, Per-Anders. (2005). Timeliness Costs for the Silage Harvest in Conventional and Organic Milk Production. Biosystems Engineering. 92. 285-293. 10.1016/j.biosystemseng.2005.07.006.

5. Savic, Bojan & Petrovic, Mladen & Vasiljevic, Zorica. (2020). The impact of transportation costs on economic performances in crop production. Ekonomika Poljoprivrede. 67. 683-697. 10.5937/ekoPolj2003683S.

6. Stankevych G., Kats A., Bondar O. Research of the efficiency of the grain reception line operation from auto transport at the procurement production grain elevator. Grain Products and Mixed Fodder's, 2021; 21 (2, 82): 19-27. DOI <https://doi.org/10.15673>

УДК 338.658

ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СОЦІАЛЬНО-ЕКОЛОГІЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ЛОГІСТИЧНИХ ПІДПРИЄМСТВ

Загурський О. М.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Самі по собі економіка і екологія це протилежності, що постійно конфліктують між собою. Сучасні логістичні концепції («від дверей до дверей», «точно вчасно» тощо) орієнтовані на якість обслуговування і час постачання товару, що у своє чергу пов'язано з зайвими витратами енергоресурсів. Тому в інтегрованих ланцюгах постачань зменшення шкідливого впливу виробничо-логістичної діяльності на природу має розглядатися на всіх етапах технологічного циклу виробництва продукту та його просування ланками постачання.

У дослідженні завдання щодо визначення показників ефективності соціально-екологічної діяльності логістичних підприємств вирішувалося експертним методом. Відповідно до чого складено анкету та проведено опитування серед експертів. За отриманими анкетами виділено чотири групи показників ефективності. У кожній групі виділено по три основні

показники, які найчастіше вказували респонденти, причому близькі за змістом показники були об'єднані (таблиця 1).

Таблиця 1

Інтегровані показники ефективності соціально-екологічної діяльності
логістичних підприємств

Інтегрований показник	Показники
Економічна ефективність	X ₁₁ – прибутковість
	X ₁₂ – продуктивність праці
	X ₁₃ – розмір капітальних інвестицій
Екологічна ефективність	X ₂₁ – кількість небезпечних викидів у навколишню природу
	X ₂₂ – % відповідності транспортних засобів до вимог міжнародних екологічних стандартів
	X ₂₃ – розмір екологічних податків та штрафів за порушення екологічних норм
Інноваційна ефективність	X ₃₁ – фондівдача
	X ₃₂ – кількість розроблених та впроваджених технологій
	X ₃₃ – рентабельність інвестицій
Соціальна ефективність	X ₄₁ – кількість нових робочих місць
	X ₄₂ – рівень заробітної плати
	X ₄₃ – кількість та якість соціальних комунікацій

Результати моделювання динаміки зміни інтегрованих показників ефективності соціально-екологічної діяльності логістичних підприємств у п'ятирічний період наведено в таблиці 2.

Таблиця 2

Матриця інтегрованих показників ефективності соціально-екологічної
діяльності логістичних підприємств за 5 років

Інтегрований показник	Час ефективних взаємодій, рік				
	1	2	3	4	5
Економічна ефективність	0,28	0,29	0,29	0,32	0,34
Екологічна ефективність	0,18	0,18	0,19	0,20	0,22
Інноваційна ефективність	0,31	0,32	0,29	0,28	0,25
Соціальна ефективність	0,22	0,23	0,25	0,29	0,32

Оптимізація показників, якщо відомий імперично-очікуваний розподіл стану навколишнього середовища, у нашому випадку – середній рівень результативності для кожної групи показників ($\lambda = \lambda_1; \lambda_2; \lambda_3; \lambda_4, 0 \leq \lambda \leq 1, \sum_{i=1}^4 \lambda_i = 1$) проводиться з використанням критерію Бейса.

В результаті отримуємо модель:

$$Z = V \rightarrow \max \quad (1)$$

За наступних обмежень:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{i=1}^4 \lambda_i f_{ij} w_i \geq V \sum \\ \sum_{i=1}^{12} w_i = 1 \\ 0 \leq w_{\min} \leq w_i \leq w_{\max} \end{array} \right\}$$

де: w_i – відносна частина наявних ресурсів, що спрямована на підвищення соціально-екологічної ефективності; $w_{\min}$ і $w_{\max}$ – найменше та найбільше очікувані значення, яке визначаються шляхом експертної оцінки; f_{ij} – елементи матриці; V – інтегрований показник соціально-екологічної ефективності.

Застосування такої економіко-математичної моделі дозволяє реалізувати велику кількість комбінацій принципів та стратегії розвитку сучасного соціально відповідального транспортно-логістичного підприємства.

Список використаних джерел

1. Zagurskiy O., Rogach S., Titova L., Rogovskii I., Pokusa T. «Green» supply chain as a path to sustainable development // Mechanisms of stimulation of socio-economic development of regions in conditions of transformation. Monograph. Opole: The Academy of Management and Administration in Opole, 2019. 199-213.

2. Zagurskiy O., Savchenko L., Makhmudov I., Matsiuk V. Assessment of socio-ecological efficiency of transport and logistics activity. Proceedings of 21st International Scientific Conference Engineering for Rural Development 25-27.05.2022 Jelgava, LATVIA. 543-550

УДК 656.135.2: 631.1

ШЛЯХИ ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМНИХ АСПЕКТІВ В АГРОЛОГІСТИЦІ І ТРАНСПОРТНО-ЛОГІСТИЧНІЙ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВ АПК

Заєць В. В., Бондарєв С. І.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

В сучасних умовах розвитку аграрного бізнесу в Україні, яка належить до великих аграрних країн світу, логістика характеризується складними соціальними та економічними процесами щодо створення

ефективної ринкової економіки. Вона потребує значних змін цілого ряду положень економічної політики. І це насамперед стосується аграрного виробництва, оскільки воно є основою для здійснення ринкових перетворень у всіх сферах економічної стабільності України.

В Україні аграрна логістика почала активно розвиватися недавно, але бізнес вже в повній мірі оцінив роль і високу ефективність логістики. За деякими даними втрати продукції АПК через недостатньо розвинену, нескоординовану, неінтегровану й слабо ефективну логістику складають до 1/3 річного обсягу продукції комплексу [1].

Нагальними являються інтегровані логістичні підходи стосовно продовольчого комплексу, де спостерігаються великі обсяги зберігання сільськогосподарської сировини та готової харчової продукції [2]. Отже величезні її запаси, які за невідповідних умов та тривалих термінах зберігання швидко псуються (на відміну від непродовольчих товарів, яким загрожує лише «моральне» старіння).

Завдання зменшення сукупних витрат на одиницю кінцевого продукту означає в логістичному сенсі, що в системі агрологістики слід окремо виділяти, наприклад, систему логістики продовольчого комплексу, куди входять галузі сільського господарства і переробки, які поставляють населенню продукти харчування, а також підприємства, які постачають засоби виробництва для перших, займаються заготівлею та транспортуванням продовольчих товарів [1].

Отже, до завдань логістичної інфраструктури в АПК відносять наступні складові:

1. Звільнення сільськогосподарських підприємств від функцій виконання логістичних операцій з постачання, транспортування, зберігання продукції та ін.
2. Забезпечення умов для збільшення обсягів виробництва, поліпшення якості та збереження сільськогосподарської продукції.
3. Підвищення економічної ефективності агропромислового виробництва шляхом зменшення логістичних витрат.

Формування логістичної інфраструктури АПК залежить від багатьох чинників: ґрунтово-кліматичних, рельєфу, клімату, конфігурацій земельної території, місцезнаходження господарств, стану та густоти шляхів, особливостей технологій, розміщення виробничих об'єктів, рівня спеціалізації і концентрації тощо [3].

Основним показником економічної ефективності логістичної інфраструктури є окупність витрат на створення та функціонування відповідних об'єктів, служб і підрозділів. Основними шляхами підвищення ефективності використання автотранспорту в АПК є: а) підвищення коефіцієнтів технічної готовності та використання автомобілів, їх вантажопідйомності та пробігу; б) запровадження двозмінної роботи; в)

використання причепів (автопоїздів); г) поліпшення стану доріг; д) механізація та скорочення термінів вантажно-розвантажувальних робіт; е) поліпшення конструктивних якостей автомобілів, зокрема підвищення надійності, вантажопідйомності тощо [4].

Необхідність відпрацювання чіткого взаємозв'язку в системі «людина-машина-рослина, тварина» визначається тією обставиною, що найдрібніший прорахунок у будь-якому її ланці може призвести до значних економічних втрат.

Тому, високий рівень транспортно-логістичної діяльності в АПК забезпечить зменшення транспортно-виробничих проблем зі сторони збільшення рівня насиченості сільського господарства технічними засобами за рахунок використання меншої кількості транспортних засобів, але при цьому обсяги перевезених вантажів залишаться незмінними.

Список використаних джерел

1. Бондарєв, С.І. Організація транспортного забезпечення сільських територій: навчальний посібник. К. Компрінт, 2020. 412 с.
2. Ніценко, В. С. Методологія дослідження функціонування вертикально-інтегрованих структур агропродовольчої сфери. Наукові праці Національного університету харчових технологій. 2015. Т. 21, № 4. С. 60-70.
3. Проблеми та напрямки підвищення конкурентоспроможності виробників зерна. Ринкова економіка: сучасна теорія і практика управління. В. С. Ніценко, І. А. Дворніков. Том 14. Вип. 2 (30), 2015. 22-31 с.
4. Bondariev, S. I. Algorithm for optimization of production processes and passenger transportation operations [Текст] : Machinery & Energetics / S. I. Bondariev. 2021. V 12(4), P. 95-101.
5. Гривківська, О.В. і Акуленко, О.О.. Модель процесу функціонування механізму економічної безпеки аграрного підприємства [Текст] : зб. Праць «Ринкова економіка: сучасна теорія і практика управління», О.В. Гривківська, О.О. Акуленко. 2023. Т. 22, Ч. 1(53), С. 54–62.

УДК 656.073: 658.514.4

МІЖНАРОДНІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ТА ПЛАНУВАННЯ ЛОГІСТИЧНИХ ОПЕРАЦІЙ ЗА ТЕРМІНАМИ

Іщенко О. О., Бондарєв С. І.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Розглядаючи питання щодо отримання високих прибутків на автотранспорті, необхідні постійний моніторинг та професійні підходи до

формування транспортних систем, використання вантажної техніки, робочого персоналу, тари та організаційні розробки з доставки і переміщення будь-яких матеріалів з однієї точки в іншу за оптимальним маршрутом. Отже, вирішення вказаних задач дозволить узгодити логістику взаємопов'язаних виконавчих транспортних ланок, які задіяні у переміщенні вантажів [1].

У рамках виконання якісного транспортного процесу надважливою задачею є складення оптимальних графіків подачі транспорту у заданий час. Проведені дослідження присвячені обґрунтуванню адекватної математичної моделі для узгодження ефективної роботи транспортних і вантажних засобів у заданих часових межах.

Нами запропоновано основну залежність тривалості простоїв з технологічних причин для отримання математичної моделі для визначення часу при виконання міжнародного оборотного рейсу [2]:

$$t_{об} = t_n + t_{розв.} + 2 \cdot n_{мит} \cdot t_{мит} + \frac{L_{об} \cdot (T_{зм} + (N_{пер} t_{пер} + t_{що}))}{V_m T_{зм}}$$

де $n_{мит}$ – кількість митниць;

$t_{мит}$ - час для проходження митного пункту;

$t_{пер.що}$ - сумарний час простою (перерви і щоденні відпочинки водіїв;

$L_{об}$ – довжини рейсу;

$T_{зм}$ – час на виконання зміни;

$N_{пер}$ – кількість перерв протягом однієї зміни;

$t_{пер}$ - час на проведення однієї перерви водія.

За результатами проведеної роботи нами обґрунтована суть існуючої проблеми щодо узгодження роботи автотранспорту та навантажувально-розвантажувальних засобів складських комплексів при виконанні міжнародних автомобільних перевезень [3].

Проаналізовані ряд організаційних засад щодо режимів роботи та відпочинку екіпажів транспортних засобів у відповідності з вимогами щодо роботи і відпочинку водіїв. Запропонована математична модель для визначення часу виконання міжнародного оборотного рейсу в залежності від обмежень тривалості роботи і відпочинку водіїв за правилами Європейської угоди щодо роботи екіпажів транспортних засобів.

Список використаних джерел

1. Бондарев С.І. Оцінка часу руху по ділянкам маршруту при міжнародних автоперевезеннях / С. І. Бондарев // Автомобільний транспорт та інфраструктура : III Міжнар. науково-практ. конф., Київ, 23 квіт. 2020 р. – Київ, 2020. – С. 169-172.

2. Бондарев С.І. Обґрунтування математичної моделі тривалості рейсу при міжнародних автоперевезеннях / С. І. Бондарев // Восточно-Європейський журнал передових технологій. – 2013. – Т. 1, № 4 (61). – С. 52–55.

3. Кавун, Г.М. Економіко-математичні моделі для розрахунку оптимального планування вантажоперевезень в аграрних підприємствах // Таврійський науковий вісник. - Серія: Економіка, № 10 (30 грудня 2021). 2021. - С. 38–44.

УДК 338.47: 656.029.4

СКЛАДОВІ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРИ ТРАНСПОРТУВАННІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ

Капустін І. О., Бондарєв С. І.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

В процесах постачання, виробництва і розподілу товарної продукції вартість транспортної складової може складати третю частину ціни кінцевого продукту. Але в агропромисловому комплексі України транспортні витрати сягають 30% витрат на виробництво і реалізацію продукції. Одним з методів підвищення ефективності транспортного процесу агропродукції є розширення його операцій пакетуванням.

Зазначимо, що витрати на упаковку та пакетування продукції складають в межах 1-2 % вартості доставки вантажів. Зрозуміло, що від рівня якості цих операцій залежить не лише збереження самої продукції, але й витрати на транспортування. Раціональне пакетування дозволяє використовувати дешевшу тару, зменшити трудомісткість вантажних робіт, скоротити втрати в якості продукції, особливо насипних вантажів, істотно зменшити простой і підвищити продуктивність транспорту на вантажних роботах на одиницю площі складських приміщень, зберегти товарний вид продукції тощо. У сільському господарстві доцільно пакетувати продукцію рослинництва і тваринництва, добрива, пиломатеріали, будівельні матеріали, мастильні матеріали, запасні частини до машин і устаткування та іншу продукцію. Однією з причин, які гальмують широке впровадження у виробництво інноваційних технологій пакетування вантажів є відсутність порівняльної оцінки певних елементів ефективності різноманітних переваг пакетування. Отже, вирішення основних аспектів цієї проблеми є актуальні.

Під час використання технології пакетування продукції відповідні складові економічного ефекту постачальника визначають за допомогою наступних дій:

1. Перехід на дешевшу тару (наприклад, з дерев'яної тари на картонні ящики чи термоусадочну плівку);

2. Скорочення робочих, зайнятих на вантажних роботах, автоматизація процесів;
3. Скорочення втрат продукції, а саме насипних вантажів в мішках (цемент, мінеральні добрива, цукор, борошно тощо).
4. Скорочення потреби в складських площах в результаті підвищення продуктивності навантаження на одиницю площі при однаковій кількості продукції. Таким чином, ефективність можна збільшити за рахунок висоти штабелювання пакетованих вантажів;
5. Збереження товарного виду продукції;
6. Скорочення часу простоїв транспортних засобів при виконанні вантажних робіт;
7. Скорочення часу простоїв транспортних засобів в очікуванні виконання вантажних робіт;
8. Розробка заходів з підвищення цін на продукцію, яка поставляється у пакетах;
9. Реалізації пакетованої продукції за кордоном, обумовленої різницею між світовими і внутрішніми цінами.

Для масового запровадження на виробництві технологій пакетування необхідно розробити і реалізувати низку концептуальних заходів, які пов'язані з наступними витратами на: розробку проекту пакетування продукції; придбання піддонів для пакетування; придбання термоусадочної плівки для скріплення товарів, сформованих в одному піддоні; придбання засобів механізації навантажувально-розвантажувальних робіт і устаткування для формування і скріплення плівки; виконання монтажних і пускових налагоджувальних робіт; зарплату з нарахуваннями робітникам, які виконують скріплення вантажів на піддонах плівкою.

Таким чином, нами були обґрунтовані основні напрямки для застосування пакетування сільськогосподарських вантажів.

Список використаних джерел

1. Докуніхін, В. З. Теорія масового обслуговування : навч. посібник / В.З.Докуніхін. - К.: НУБіП України, 2010, 89 с.
2. Докуніхін, В.З. Підвищення ефективності транспортного процесу в АПК шляхом пакетування вантажів: Вісник Національного технічного університету «ХП». Серія: Нові рішення у сучасних технологіях / В.З. Докуніхін, С.І. Бондарєв, В.В. Мельник. – Вип. 50. 2012- С. 50-54.
3. Бондарєв, С. І. Управління якістю автомобільних перевезень: навч. посібник /С. І. Бондарєв. К.: Компрінт, 2019 - 512 с.
4. Zagurskiy, O., Methods of reliability management in supply chain: 22nd International Scientific Conference Engineering for rural development Proceedings, May 24-26, 2023 / O. Zagurskiy, M. Pivtorak, S. Bondariev, O. Demin, I. Kolosok. - Jelgava, Volume 222023. – p. 78-84.

УДК 629.083:629.341

ВИЗНАЧАЛЬНІ АСПЕКТИ В УДОСКОНАЛЕННІ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ПАСАЖИРСЬКИМ ТРАНСПОРТОМ

Кравченко М. Ф., Бондарев С. І.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Сучасний технологічний світ пропонує цілу низку рішень для оптимізації бізнесу транспортних послуг. Однак вони зазвичай є коштовні і тому неприйнятні для більшості малих і середніх транспортних організацій, які і складають більшість серед низки підприємств, що надають пасажирські автотранспортні послуги [1].

Враховуючи вимоги сьогодення щодо допуску на ринок транспортних послуг ПГЗК, вимоги замовника послуг стають біль жорсткими. Основна частина переміщень громадян пов'язана з професійно-діловою діяльністю [2]. В залежності від зайнятості населення на певних територіальних утвореннях (міста, передмістя, селища, громади тощо) частка професійно-ділової транспортної активності може відрізнятись суттєво (рис. 1) [1].

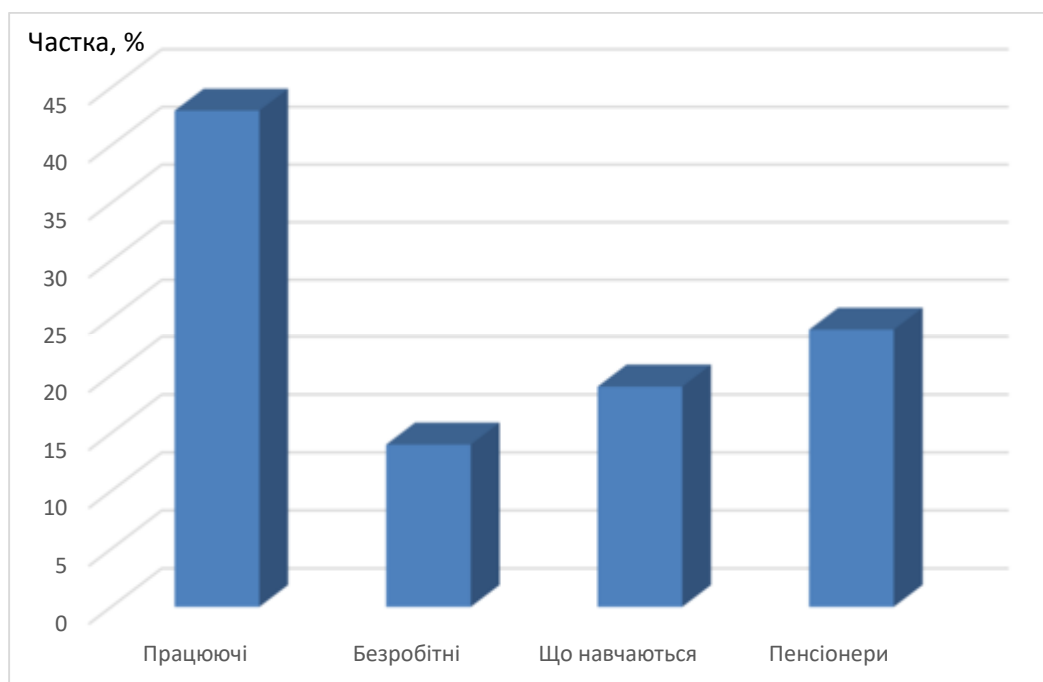


Рис. 1. Соціальна структура транспортної рухливості громадським автотранспортом в містах і передмістях (соціологічне опитування)

Найбільш важливими з якісних показників виявились точний графік руху і оптимальне наповнення салону, що і було передбачуване, але показник «тариф» виявився на останньому місці. А це свідчить про те, що пасажери свідомо готові платити за якісні послуги. Чисельні дослідження

свідчать, що є мотиваційна необхідність для перевізників пасажирів підвищувати якість послуг, яка в результаті забезпечуватиме додаткову виручку в межах 16-18%.

Замовники пасажирських автоперевезень загального користування (органи самоврядування) часто встановлюють інтервали руху транспортних засобів (ТЗ) на маршрутах в незначному діапазоні часу (переважно 5-10 хв на міських, 15-20 на приміських). Такий підхід не є раціональним чи обґрунтованим. Тому, підприємцям перевізникам треба переконувати Замовників на фактах (статистичних даних) в прийнятті раціональних інтервалів руху в залежності від часу доби, робочих чи вихідних днів, сезонів року тощо.

На даний час така технічна можливість існує, але однозначної моделі для транспортних мереж різних територіальних утворень не існує і маємо розробляти індивідуальні проекти для конкретних мереж, напрямків руху, маршрутів, що потребує залучення спеціалістів ззовні. Автором пропонується методичний підхід до вирішення даної задачі [2, 3].

Узагальнений проект полягає у тому, що рухомий склад має бути обладнаним точною системою для підрахунку пасажиропотоку в режимі онлайн та GPS трекерами. Обробка інформації про зміну пасажиропотоку має відбуватись на власному сервері. Змодельована система під конкретні умови – комплексна система управління РС. Останнім елементом має бути операційний відділ з контролю якості – відповідність кількісного РС й інтервалів руху до пасажиропотоку, моніторинг відгуків споживачів, звітування Замовнику транспортних послуг.

Впровадження запропонованого методу дозволить не лише покращити якість надання послуг і збільшити прибутки автоперевізників, але з часом налагодити чіткий виробничий бізнес-процес, а саме: оптимізувати кількісний склад кваліфікованого персоналу; зменшити загальні витрати на надання послуги; удосконалити графік роботи водійських бригад згідно вимог законодавства; оновити рухомий склад; забезпечити екологічність проекту; зменшення завантаження трас маршрутів та інтенсивності руху на них [3].

Список використаних джерел

1. Бондарєв, С. І. Якість менеджменту управління трудовими ресурсами на автопідприємствах / С. І. Бондарєв // Автомобільний транспорт та інфраструктура : III Міжнародна наук.-практ. конф., 23-25 квіт. 2020 р.. – К., 2020. – С. 29-32.

2. Бондарєв, С. І. Управління якістю автомобільних перевезень : навчальний посібник /С. І. Бондарєв. , К.: Компрінт, 2019 512 с.

3. Маруніч, В.С. Організація та управління пасажирськими перевезеннями перевезень : підручник/ за ред. доц. В.С. Маруніч, проф. Л.Г. Шморгуна – К.: Міленіум, 2017. – 528 с.

4. Бондарев, С. І.. Актуальні проблеми на пасажирському транспорті та взаємовідносин з державою : Збірник тез доповідей. VI Міжнародна науково-практична конференція «Автомобільний транспорт та інфраструктура» // С. І. Бондарев. 2023. – С. 14-16.

5. Шевченко, І.Ю. Місце автомобільного транспорту в транспортному комплексі України. Проблеми і перспективи розвитку підприємництва : збірник матеріалів IX Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої 85- річчю ХНАДУ, 27 листопада 2015 р. - Х.: ФОП Крамаренко Ю.М., 2015. С. 105–106.

УДК: 656.1:656.072-05

КОМПОНЕНТИ ЛОГІСТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ ТРАНСПОРТОМ ПРИ МІЖНАРОДНИХ ПЕРЕВЕЗЕННЯХ

Кульбатий І. О., Бондарев С. І.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Підвищення ефективності функціонування транспортної системи полягає у створенні узагальненого показника, який визначає кількісно функції системи з багатьма факторами, які можна взяти за еталон та порівняти кожен окремий і комплексним параметром транспортної системи. При цьому кожен з цих параметрів має свій особливий зміст і відповідну розмірність.

Нами запропоновано методичний підхід для визначення нормативних оціночних значень системи за єдиним, кількісним і універсальним методом оцінки стану показника як абсолютного і відносного. Отже, оцінити якість стану транспортної системи в цілому можна лише за допомогою комплексного інтегрального показника – середньо-квадратичного відхилення з усіх відхилень окремих показників - шляхом зіставлення.

Результати дослідження щодо наукової концепції логістичної інформаційної системи управління транспортом для оптимізації його функціонування в міжнародному транспортному сполученні, дають можливість сформулювати такі основні рекомендації:

1. Процес функціонування транспортного комплексу в міжнародному сполученні характеризується великою складністю, виключно високим динамізмом як потреб, так і управлінських рішень. Розроблений методичний системно-ієрархічного підхід може дозволити визначити основні проблеми розвитку роботи системи транспорту.

2. Запропонований комплексний підхід може мати ефективне втілення в елементах системного аналізу й логістичної концепції.

Пропонований в роботі метод керуючих моделей дозволить подолати труднощі, пов'язані зі значними обсягами обчислювальних робіт.

3. Спираючись на проведені дослідження, сформульовані окремі елементи організаційної єдності транспортної системи, надана оцінка рівня забезпеченості послугами вантажного транспорту та підведено підсумок про його зростаючу роль в умовах розвитку міжнародних економічних і науково-технічних зав'язків. Встановлено, що у взаємозв'язках різних видів транспорту є значні резерви для удосконалення методів оптимізації й управління,

4. У виконаній нами роботі сформульовані методичні принципи розв'язання практичних задач з оптимізації й управління функціонування транспорту на міжнародних лініях сполучення, на основі яких: запропоновані заходи щодо вдосконалення методів оптимізації функціонування автотранспорту; обґрунтовані критерії оцінки стану й оптимізації роботи рухомого складу при взаємодії різних видів транспорту при транспортування агропродукції; розроблено алгоритм комплексної оцінки оптимізації роботи транспорту при міжнародних перевезеннях;

5. Розглянуті в роботі об'єктивні передумови складають вихідний фундамент поширення логістичної концепції в сферах виробництва і обігу агропродукції.

Результати аналізу логістичних ланцюгів при перевезенні вантажів у міжнародному сполученні показують, що ситуація, пов'язана з використанням транспорту, об'єктивно вимагає створення і термінового впровадження принципово нової науково обґрунтованої системи стратегічного управління вантажопотоками, заснованої на логістичних принципах руху агропродукції.

Список використаних джерел

1. Омельченко, О. Д. Створення логістичної системи керування вантажопотоками на залізничному транспорті : ДЕТУТ. Сер. Транспортні системи і технології. 2007. Вип. 12. С. 141-145.

2. Бондарев, С. І. Обґрунтування математичної моделі тривалості рейсу при міжнародних автоперевезеннях : Восточно-Европейский журнал передовых технологий / С. І. Бондарев. 2013. Т. 1, № 4 (61). С. 52–55.

3. Бондарев, С. І. Логістичні аспекти управління автотранспортом при міжнародних автоперевезеннях : Збірник тез доповідей. II Міжнародна науково-практична конференція «Автомобільний транспорт та інфраструктура» / С. І. Бондарев. 2019. С. 63-66.

4. Zagurskiy, O.M. Food supply transport and logistics system organizations : Machinery & Energetics // O.M. Zagurskiy & T. S. Zhurakovska. 2021, v. 12(4), P. 53-59.

5. Bondariev S.I. (2021). Algorithm for optimization of production processes and passenger transportation operations // Machinery & Energetics, 12(4), 95-101.

УДК 656.1

АСПЕКТИ УПРАВЛІННЯ ТРАНСПОРТНИМИ ПРОЦЕСАМИ ПРИ МІЖНАРОДНИХ АВТОПЕРЕВЕЗЕННЯХ

Могильний В. О., Бондарев С. І.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Ряд проблем, які виникають у багатьох організацій, що використовують різні види транспорту і застосування найманих транспортних засобів при виконанні міжнародних автомобільних перевезень (МАП) в напрямку Україна – ЄС є значні транспортні витрати, необґрунтовані і наднормативні простої на митних пропускних пунктах, не відповідає сьогоdnішнім ринковим вимогам рівень організації та контролю управління перевезеннями, недостатня якість послуг, що надаються.

До вирішення вищевказаних проблем, на нашу думку, можна віднести наступні шляхи: розробка рекомендацій з організації ефективного оперативного управління процесу МАП, прийняття управлінських рішень в режимі реального часу; створення конкурентоспроможних передумов участі в перевізному процесі вітчизняними перевізниками; використання методів і засобів інтелектуальних транспортних систем по всьому спектру оперативного управління МАП.

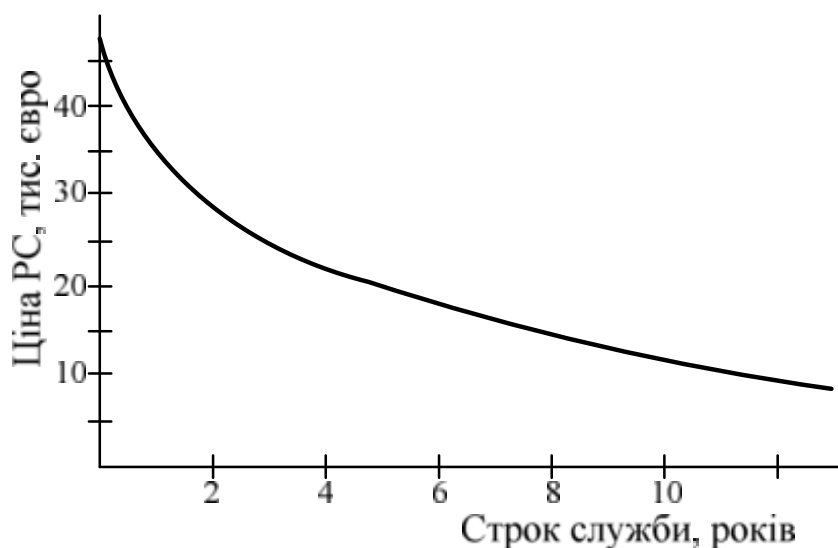


Рис. 1. Залежність ціни вантажних автомобілів від терміну їх служби (за середньостатистичними даними власних досліджень – MAN, DAF і Scania).

Оперативне управління на МАП передбачає вирішення всіх поточних питань, пов'язаних з діяльністю перевезень вантажів. Метою є забезпечення

безперебійної, ритмічної і узгодженої роботи на всіх ланках ланцюга доставки вантажів. У даній роботі запропонований і впроваджений в структуру оперативного управління одне з новітніх технологічних інформаційних рішень, а саме запровадження системи «FMS» на рухомому складі, яка дозволила отримувати детальну інформацію про споживання палива рухомим складом, фіксувати час і обсяги заправок палива тощо.

Особливу увагу в роботі віднесено до економічної сторони проблеми вибору РС для МАП, яка тісно пов'язана з витратами на їх придбання. Ціна на старий рухомий склад мало залежить від марки і визначається в основному терміном служби (рис. 1).

Відповідальність вибору через високі ціни на вантажівки досить велика. Один із шляхів вирішення цієї проблеми - розробка критерію ефективності вибору транспорту з метою виключення свідомо незадовільних варіантів і звуження області пошуку найкращих рішень. В якості критерію ефективності МАП використовуваних для їх здійснення РС можна використовувати прибуток. За інших рівних умов очевидно, що чим вище загальний пробіг, тим більший прибуток. Орієнтуючись на цю перспективу, матимемо обмеження до поставленої задачі. При виборі рухомого складу для МАП необхідно керуватися перш за все кількома критеріями, що дозволяє оптимально оцінити роботу транспорту при конкретних умовах експлуатації.

Список використаних джерел

1. Zagurskiy, O.M. Food supply transport and logistics system organizations : Machinery & Energetics // O.M. Zagurskiy & T. S. Zhurakovska. 2021, v. 12(4), - P. 53-59.

2. Бондарев, С. І. Управління якістю автомобільних перевезень : навчальний посібник /С. І. Бондарев. К.: Компрінт, 2019 - 512 с.

3. Бондарев, С. І. Логістичні аспекти управління автотранспортом при міжнародних автоперевезеннях : Збірник тез доповідей. II Міжнародна науково-практична конференція «Автомобільний транспорт та інфраструктура» / С. І. Бондарев. 2019. – С. 63-66.

4. Міжнародні перевезення : теорія та практика : навч. посібник : у 2 кн. / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, / А. С. Галкін, В. П. Левада, Ю. А. Давідіч, Н. В. Давідіч, К. Є. Вакуленко. Кн. 1. – 2018. – 182 с.

5. Бондарев С.І. Організація транспортного забезпечення сільських територій: навчальний посібник. / С.І. Бондарев – К: Компрінт, 2020. 176 с.

6. Організація міжнародних автомобільних перевезень вантажів : навч. посібник / Н.В. Пономарьова, Т.В. Волкова, Н.М. Пономарьова та ін.; під ред. Н.В. Пономарьова. – Х.:ХНАДУ, 2014. – 180 с.

УДК 656.1

ПЕРЕДУМОВИ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ НАДАННЯ ТРАНСПОРТНИХ ПОСЛУГ ПРИ ВПРОВАДЖЕННІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЯКОСТІ

Попок М. О., Бондарев С. І.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Для замовника перевезення особливе значення не лише терміновість і якість доставки вантажів, але й оцінка вартості перевезень. Одним із способів вирішення цих проблем є моделювання процесу перевезення з урахуванням реальних маршрутних умов. Імітаційна модель *оперативного управління* (ОУ) процесом доставки вантажів в міжнародних автомобільних перевезеннях (МАП) повинна бути комплексною, що відбиває стан об'єктів управління і моделей, що забезпечують вибір оперативних рішень у процесі вантажоперевезень. Модель факторів, що впливають на ОУ процесу МАП, представимо таким чином (рис. 1).

Імітаційна модель забезпечує визначення потенційних і конкурентних можливостей за такими чинниками: соціальний, економічний, фінансовий, виробничий, ресурсний, інформаційний, що дозволяє визначити пріоритети в розвитку ключових напрямків функціональної орієнтації АТП. Крім того, створюються передумови пріоритетного розподілу наявних ресурсів, виходячи з умови досягнення максимального ефекту кожної окремо взятої транспортної операції.

Розглядаючи ряд моделей часу доставки вантажів на прикладі реальних маршрутних характеристик дозволяє оперативно реагувати на мінливі умови на всьому ланцюгу МАП. Завдання визначення імовірнісних характеристик часу доставки вантажу вирішувалася моделюванням вхідних випадкових величин методом Монте-Карло. Нами розроблений алгоритм і технологія моделювання часу доставки вантажу в МАП реалізовані у вигляді МАТСТАТ - програми. Використання функції розподілу дозволяє оцінити надійність перевезень за часом з імовірністю 0.91 час рейсу. Реальність маршрутних умов в моделях МАП забезпечується поряд з детермінованими параметрами (протяжність маршруту, категорія дороги, обмеження за умовами руху на маршруті тощо) і ймовірнісно-статистичними показниками їх основних випадкових характеристик. Такими характеристиками є: середня швидкість руху транспорту на маршруті; час проходження маршруту; час для підготовки, перевірки й оформлення документів; час виконання вантажно-розвантажувальних операцій; час перерв, відпочинку і випадкових що не враховуються в документах зупинок на трасі відповідно до вимог ЄУТР; час дорожнього

інспекційного контролю на трасі та час очікування на прикордонних переходах.



Рис. 1. Структура факторів, що впливають на ефективне ОУ процесу МАП.

Найбільш тривалою ланкою руху є проходження митного КПП ЄС-Україна. Проблему становлять на прикордонних переходах черги автомобілів. У зв'язку з цим, оптимальне управління повинно включати процедуру вибору проміжних КПП, а прикордонні переходи - як систему масового обслуговування (СМО), яка характеризується набором таких параметрів: кількість постів перевірки, довжина авточерги, інтенсивність транспортного потоку на митному КПП, середній час перевірки АТЗ.

Критерієм оптимізації є час проходження КПП з очікуванням обслуговування в черзі. В рамках класифікації СМО, КПП слід розглядати, як багатоканальну систему з очікуванням без відмов.

З огляду на необхідність оперативного прийняття рішень, в якості першого наближення можна використовувати формули найпростішого вхідного потоку.

Список використаних джерел

1. Бондарев, С. І. Організація міжнародних автомобільних перевезень [Текст] : навч. посібник для студентів напряму «Транспортні технології (автомобільний транспорт)» вищих навчальних закладів / С. І. Бондарев. - К.: Компрінт, 2016. – 410 с.

2. Міжнародні перевезення : теорія та практика [Текст] : навч. посібник : у 2 кн. / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, / А. С. Галкін, В. П. Левада, Ю. А. Давідіч, Н. В. Давідіч, К. Є. Вакуленко. Кн. 1. – 2018. – 182 с.

3. Організація міжнародних автомобільних перевезень вантажів [Текст] : навч. посібник / Н.В. Пономарьова, Т.В. Волкова, Н.М. Пономарьова та ін.; під ред. Н.В. Пономарьова. – Х.:ХНАДУ, 2014. – 180 с.

4. Бондарев, С. І. Логістичні аспекти управління автотранспортом при міжнародних автоперевезеннях[Текст] : Збірник тез доповідей. II Міжнародна науково-практична конференція «Автомобільний транспорт та інфраструктура» / С. І. Бондарев. 2019. – С. 63-66.

УДК 631.15:658.27

ОЦІНКА ЯКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ГРОМАДСЬКИМ ТРАНСПОРТОМ

Рожошенко І. В., Бондарев С. І.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Відомо, що поняттями варіативного характеру у сучасній дослідницькій традиції є «транспортна поведінка» та «мобільність». У наших дослідженнях визначено концептуальні та методологічні відмінності між цими поняттями. Існує дві інтерпретації: управлінський та теоретико-практичний потік. Управлінський - це мобільність, теоретико-практичний - рухливість. Саме поняття «транспортна поведінка» інтегрує результати кількісних та якісних методів дослідження як ланцюг взаємодіючих актів між пасажиром й транспортною інфраструктурою. Споживча цінність транспортних послуг є основним фактором використання транспорту і транспортної «поведінки». Оскільки цінність для пасажирів - це межа між очікуваннями та «жертвами» пасажирів. Тому виникає питання ціна – якість транспортної послуги. Мобільність пропорційна рівню життя населення, культурі побуту, розвитку продуктивних сил і, найголовніше, розвитку самої транспортної інфраструктури [1].

Транспортні потреби визначаються рівнем транспортної мобільності населення. Мобільність може визначатися співвідношенням кількості пасажирів транспорту до кількості мешканців певної території, індивідуальною мобільністю окремих груп пасажирського населення (студенти, працівники, пенсіонери та ін.) та метою поїздки. Показники мобільності вказують на те, як часто певний сегмент пасажирів користується послугою [2, 3]. Стандарти якості на пасажирських

перевезеннях регулюються законодавчими нормами [3]. Однак сама якість не вкладено в контексті оцінки користувачами цих послуг.

Транспортні компанії переважно орієнтуються на стандарти якості, ніж на потреби пасажирів. Для кожної з цих сфер оцінювання система визначає набір критеріїв оцінювання на одному з трьох рівнів [4]: комбіновані характеристики якості; елементарні характеристики якості; «сигнальні» характеристики якості.

Таким чином, із зазначеного зробимо висновок, що внутрішня реальність якості надання пасажирської послуги на громадському транспорті є продуктом відносно суб'єктивним у ряді їх характеристик.

Тому нами запропоновано власне обґрунтування якісних показників транспортної послуги на громадському пасажирському транспорті на основі проведених чисельних досліджень різних соціальних груп населення у великих містах України. Для уніфікації показників якості нами проведений ABC аналіз по основним групам населення - студенти, населення, яке використовує громадський транспорт за діловою спрямованістю, пенсіонери та ін. (табл. 1).

Таблиця 1

Результати проведеного ABC аналізу якісних показників перевезень

Критерій якості транспортної послуги	Доля респондентів по		Категорія ABC
	якості, %	групам, %	
Ціна послуги	17		A
Швидкість переміщення	15		A
Інтервали руху	13	57	A
Наявність вільного простору в салоні	13		A
Пішохідна доступність	10		A
Зручність розкладу	9		B
Надійність транспортного засобу (безпека)	8	29	B
Інформативність (розклад, схема маршруту)	6		B
Розміщення зупинок в центрах тяжіння пасажирів	5		C
Комфорт (мікроклімат, освітлення, якість салону тощо)	2	14	C
Робота водія і кондуктора (вічливість, охайність тощо)	2		C
Всього	100	100	

Як бачимо, показники в категорії «А» набрали майже в 2 рази більше балів ніж «В» і аналогічно відношення груп «В» і «С». «Надійність транспортного засобу (безпека)» оцінений і є у групі «В» (8 %). Більшість пасажирів вважають, що цей показник має бути контрольований організаторами перевезень.

Також проведені опитування пасажирів щодо ціни на перевезення. Їхня думка розділилась по соціальним групам населення, але загальна тенденція майже однакова. Зрозуміло, що наявним на даний час громадським транспортом постійно користуються громадяни у яких цей транспорт являється єдиним видом транспорту і вони мають середній і нижче середнього достаток. Левова частка респондентів готові платити більше за квиток, особливо, якщо будуть задовольнятися показники якості групи «А».

Список використаних джерел

1. Лойко Д.П. Управління якістю : навч. посіб. – 2-е вид. / Д.П. Лойко, О.В. Вотченкова, О.П.Удовіченко, М.А. Котляр. - Львів: «Магнолія 2006», 2010. – 336 с.
2. Марчук, І. І. Формування критеріїв забезпечення системної ефективності пасажирських перевезень : Вісник Національного транспортного університету / І. І. Марчук.– К.: Вип. 9, 2004. – С. 238–242.
3. Вдовиченко, В. О. Оцінка ресурсних можливостей міського пасажирського транспорту : Збірник наукових праць Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. Транспортні системи та технології перевезень. / В. О. Вдовиченко. – Дніпропетровськ.: – Вип. 8. 2014– С. 35–39.
4. Бондарєв, С. І.. Актуальні проблеми на пасажирському транспорті та взаємовідносин з державою [Текст] : Збірник тез доповідей. VI Міжнародна науково-практична конференція «Автомобільний транспорт та інфраструктура» // С. І. Бондарєв. – К.: 2023. – С. 14-16.

УДК 658.6

ПЕРСОНАЛ ТА ЯКІСТЬ МЕНЕДЖМЕНТУ ТРАНСПОРТНИХ ПІДПРИЄМСТВ

Селик І. В., Бондарєв С. І.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Використання систем менеджменту у створенні міжнародних і національних стандартів безперервно зростає і охоплює нові сфери людської діяльності. Одним з основних аспектів стратегічного розвитку професійних трудових ресурсів спрямована на створення умов для навчання, розвитку та вдосконалення професійних навичок з метою підвищення рівня організаційної, командної та індивідуальної ефективності. Основоположними напрямками забезпечення якості представлені в ISO-9000:2015 та ISO-10015:2021 (ISO 10015:2019, IDT).

Діяльність з розвитку трудових ресурсів включає в себе традиційні програми навчання, але особлива увага приділяється розвитку інтелектуального капіталу і стратегії навчання. Індивідуальне навчання на підприємствах визначається їх вимогами до персоналу в області надбання умінь, навичок і типів поведінки. Стратегія організаційного навчання ґрунтується на необхідності інвестування в працівників для досягнення конкурентної переваги організації.

У самонавчанні важливу роль відіграють такі позиції:

а) систематичний процес вирішення проблем за системою менеджменту TQM;

б) експериментальна діяльність, що передбачає безперервне організаційне вдосконалення;

в) навчання на основі минулого досвіду;

г) Бенчмаркінг - процес виявлення компаній з «найкращою практикою».

д) Поширення знань персоналу з досвідом в середині колективу;

е) фокусування на груповому рішенні проблем як основі організаційного удосконалення за допомогою використання командної роботи.

Таблиця 1

Активи і пасиви розвитку людського капіталу організації

Активи	Пасиви
Безперервне навчання	Епізодичні програми навчання
Сучасні знання і навички	Застарілий досвід
Наступність робочих команд	нестабільність
Загальна доступне знання	Локалізоване знання
Обговорення допущених помилок і навчання на помилках	Практика звинувачення інших у допущених помилках
Широке співробітництво	Ізольованість
Низький рівень втрати перспективних співробітників	Висока плинність кадрів
Відкритість і орієнтованість на споживача	заклопотаність внутрішніми проблемами
Гнучка організація	Жорстка ієрархія

Інтелектуальний капітал організації складається з нематеріальних активів, які можуть відноситись до споживачів (лояльність, бренди тощо), до даної організації (накопичені знання, комерційні секрети, системи й методики) і до індивідуальних виконавців (здібності, особливі вміння та навички, ноу-хау). Остання складова співвідноситься з людським капіталом

організації, на який, власне, і спрямовані стратегії з розвитку інтелектуального капіталу.

Баланс активів і пасивів розвитку людського капіталу представлений в таблиці 1.

Розвиток інтелектуального капіталу орієнтований на максимізацію активів і мінімізацію пасивів. Розвиток керівних кадрів орієнтовано: на надання менеджерам інформації про те, чого від них очікують в їх роботі і як вона оцінюється; визначення областей невідповідності поточної компетентності менеджерів; виявлення менеджерів, що володіють потенціалом для розвитку і стимулювання їх до складання і виконання планів особистого розвитку; створення умов для розвитку менеджерів і подальшого їх кар'єрного росту; створення системи, яка регулює і контролює цей процес.

Таким чином, призначення стратегій розвитку трудових людських ресурсів полягає в тому, щоб всі співробітники організації мали необхідні знаннями, вміннями, навички і компетентність для виконання поточних і перспективних цілей, поставлених організацією.

Список використаних джерел

1. Погорелова, Т.О. Система управління персоналом як основний елемент системи управління підприємством [Текст] : Вісник НТУ „ХПІ”. Серія: Технічний прогрес і ефективність виробництва. /Т.О. Погорелова, Ю.І. Ігнат'єва // – Х.: НТУ „ХПІ”. № 21 (994), 2013. - С. 127-134.

2. Захарова, О.В. Використання управлінської праці на підприємстві: показники та критерії оцінювання [Текст] : Збірник наукових праць ЧДТУ: Серія: Економічні науки / О.В. Захарова. – Черкаси.: ЧДТУ. № 69, 2023. – С. 61-74.

3. Пасько, М. І. Формування та розвиток системи управління персоналом на сучасному підприємстві [Текст] : Економічні студії: Науково-практ. Журнал / М.І. Пасько, В.В. Самойленко. – Львів.: «Львівська економічна фундація». №1 (27). 2020- С. 139-146.

4. Бондарєв, С. І. Якість менеджменту управління трудовими ресурсами на автопідприємствах [Текст] : Автомобільний транспорт та інфраструктура: III Міжнародна науково-практична конференція, м. Київ, Україна, 23–26 квітня 2020 року: тези конференції. - Київ. 2020. С. 27-29.

УДК 631.3

ОПТИМІЗАЦІЯ УМОВ РОБОТИ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ КОЕФІЦІЄНТА ВИКОРИСТАННЯ ВАНТАЖОПІДЙОМНОСТІ

*Циганенко М. О., Бурлака В. О., Гнатюк Н. Р.
Державний біотехнологічний університет*

Витрати на транспортні роботи включаються в собівартість сільськогосподарської продукції і здорожчують її виробництво. Знизити ці витрати можна лише завдяки ефективнішому використанню транспортних засобів, насамперед вантажних автомобілів. Для оцінки й аналізу рівня їх використання застосовують ряд техніко-економічних показників, що відображають специфіку транспортного процесу, продуктивність, умови і режим роботи транспортних засобів [1].

У сільськогосподарському виробництві вантажоутворюючими та вантажопоглинаючими об'єктами є: поле, склад, ферма. Між цими об'єктами здійснюється основна частина перевезень.

Розглянемо перевезення в рослинництві на двох видах маршрутів: «склад – поле» і «поле – склад». На першому маршруті, «склад – поле», транспортні засоби доставляють насіння, добрива, розчини для захисту рослин. На другому маршруті «поле – склад» перевозиться урожай сільськогосподарських культур.

Перевезення на цих маршрутах можуть бути партійні – обслуговування посівних агрегатів, і масові – вивезення врожаю, наприклад, цукрового буряку, кукурудзи на силос та врожай зернових культур.

Необхідно установити можливі ділянки шляху, з яких складається маршрут перевезення, тип дорожнього покриття і швидкість руху на цих ділянках, схематичне зображення маршруту представлено на рис.1.

Визначаємо час оберту транспортного засобу з врахуванням ділянок:

$$t_{об} = \frac{l}{V} = \frac{l_1}{V_1} + \frac{l_2}{V_2} + \frac{l_3}{V_3} + t_{зав} + t_{розв}, год \quad (1)$$

де l_1, l_2, l_3 - довжина ділянки відповідної дороги яка приймається самостійно в залежності від відстані перевезення, км;

V_1, V_2, V_3 - швидкість руху транспортного засобу у відповідності від дорожніх умов, км/год [2,3];

$t_{зав}, t_{розв}$ - відповідно час завантаження та розвантаження транспортного засобу, приймається в залежності від засобів навантаження та розвантаження, год.

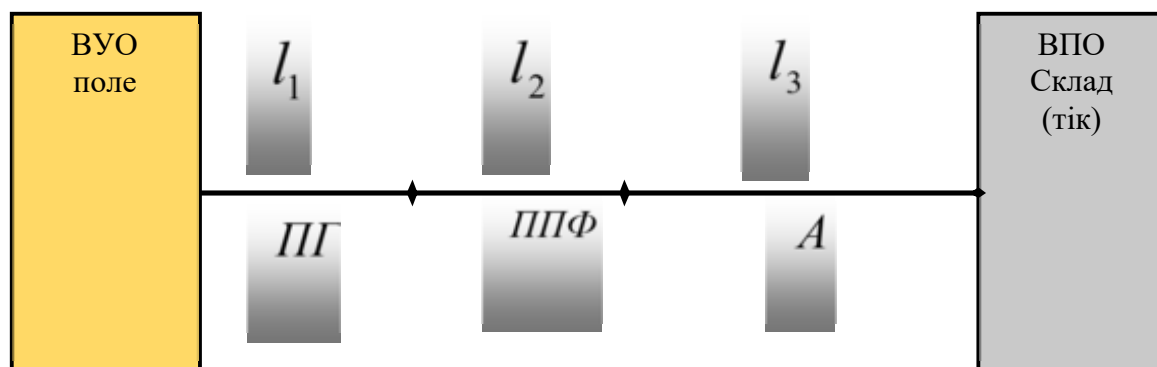


Рис. 1. Схема маршруту перевезення вантажу на прикладі «поле – склад», що складається з 3 – х ділянок: перша – l_1 ПГ (польова ґрунтова дорога), друга – l_2 ППФ (польова профільована дорога), третя – l_3 А (асфальтована дорога)

В залежності від виду вантажу необхідно визначити коефіцієнт використання вантажопід'ємності транспортного засобу за виразом;

$$\alpha_{\phi} = \frac{Q_{\phi}}{q}, \quad (2)$$

Номінальне значення α_{ϕ} повинно дорівнювати 0,98...1,0.

Якщо α_{ϕ} менше номінального значення то необхідно визначити з якими бортами буде працювати транспортний засіб. Стандартний кузов розрахований на повне його завантаження вантажем 1 класу. Під час перевезення вантажів 2...5 кл. повністю завантажити транспортний засіб можливо лише при наявності надставних бортів. Висота борта визначається із умови:

$$q \cdot \alpha_{\phi} = V_{\kappa} \cdot \rho \quad (3)$$

де q – вантажопідйомність транспортного засобу, кг;

α_{ϕ} – коефіцієнт використання вантажопідйомності;

ρ – насипна щільність матеріалу, кг/м³

V_{κ} – ємність кузова, або $(a \cdot b \cdot h)$ (довжина, ширина та висота стандартного кузова в м.) м³;

звідки висота борта, м

$$h = \frac{q \cdot \alpha_{\phi}}{a \cdot b \cdot \rho}, \quad (4)$$

Висота надставних бортів h_n дорівнює, м

$$h_n = h - h_c, \quad (5)$$

де h_c – висота стандартного борту, м.

Таким чином в залежності від класу вантажу або від насипної щільності маємо можливість визначити висоту надставних бортів кузова

транспортного засобу щоб мати коефіцієнт використання вантажопідйомності на рівні планових, $\alpha_B=0,98\dots 1,0$.

Список використаних джерел

1. <https://buklib.net/books/28405/>
2. Транспортне забезпечення сільськогосподарського виробництва: навчальний посібник до курсового та дипломного проектування, частина 1 методика проектування транспортного забезпечення / [Тіщенко Л.М., Пастухов В.І., Зайцев А.С., Циганенко М.О. та ін.]. – Харків. : 2009. – 172с.
3. Артьомов М.П. Вплив складу транспортного комплексу на процес збирання зернових культур / Артьомов М.П., М.О. Циганенко // Матеріали всеукраїнської науково-практичної конференції «Автомобільний транспорт в аграрному секторі: проектування, дизайн та технологічна експлуатація». Харків. 2019. – С. 95-102.
4. Аникеев А.И., К вопросу повышения эффективности процесса уборки урожая кукурузы путем внедрения элементов агрологистики // А.И. Аникеев, М.А. Циганенко, К.Г. Сыровицкий, А. Коваль Motrol. Vol 18, №7 ISSN 1730-8658 (2016 рік) с. 49-54.

УДК 631.3

ВИКОРИСТАННЯ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ПРИ ТРАНСПОРТУВАННІ ВАНТАЖІВ В АГРАРНОМУ ВИРОБНИЦТВІ

*Циганенко М. О., Четверик І. О.
Державний біотехнологічний університет*

Логістика транспортних робіт це постановка процесу, що визначає оптимальне поєднання технічних, людських, матеріальних ресурсів, побудова ланцюжка руху вантажів в аграрному виробництві.

Не зважаючи на важливість та наявний потенціал у сфері логістичних послуг АПК, транспортні потужності використовуються недостатньо, транспортна інфраструктура та послуги, що доступні вантажовідправникам і постачальникам логістичних послуг, часто є нижчими від установлених світових стандартів. Крім того, загальні витрати на логістику, з якими стикаються кінцеві користувачі, зависокі, коли враховуються сукупні витрати на обробку вантажів, перевантаження, складування, інвентаризацію, пов'язані з цим адміністративні та надлишкові витрати. Створення відповідної інфраструктури та розв'язання проблеми

становлення транспортно-логістичних систем (ТЛС) в АПК залежить від ряду умов, до яких слід віднести: загальний сучасний стан економіки на макро-, мезо-, мікрорівнях [1]; наявність конкурентного середовища; ступінь забезпечення рівних умов функціонування для суб'єктів різних форм власності.

Транспортне забезпечення технологічних процесів являється головним завданням транспортних засобів в господарстві. В господарстві є різні види транспорту: бортові автомобілі, самоскиди, трактори з причепами і вони повинні бути задіяні в транспортному процесі. Але кожний вид транспортного засобу доцільно використовувати в певних умовах. Так трактори з причепами мають переваги на відстанях перевезень до 3 км по ґрунтовій дорозі, самоскиди виконують транспортні роботи на відстанях від 3 і більше кілометрів, а бортові автомобілі використовують на відстанях більше 10 км.

В аграрному виробництві складові виробничих циклів мають ймовірний характер. Це особливо стосується збирання врожаю. Тривалість цього періоду залежить від погодних умов, біології розвитку рослин, сорту культури, складу ґрунту, агротехнічних прийомів. У зв'язку з цим є потреба в наукових - виробничих пошуках таких форм організації збирального процесу, які дали б змогу зібрати врожай у стислі агротехнічні строки та істотно зменшити втрати.

Транспортні витрати становлять 20–30% від усіх витрат на виробництво сільськогосподарської продукції. Тому раціональне використання транспортних засобів є важливим напрямом підвищення ефективності виробництва.

Використання транспорту в аграрному виробництві має свої особливості: велика різноманітність вантажів, нерівномірність вантажоперевезень протягом року, погані дорожні умови, залежність від погодних умов, що знижує продуктивність транспортних засобів.

Для перевезення вантажів у сільському господарстві використовують переважно автомобілі, трактори, живу тяглову силу, а іноді річковий, повітряний та залізничний транспорт, дуже рідко — трубопровідний, підвісні дороги. Ефективність транспортних засобів на перевезенні різних вантажів і на різну відстань неоднакова. Тому важливе значення має раціональне поєднання різних видів транспорту.

Вантажні автомобілі рекомендується використовувати на великих відстанях, тобто більше на зовнішніх перевезеннях, бо на коротких відстанях істотно знижується швидкість їх руху.

Для внутрішньогосподарських перевезень доцільно використовувати трактори, особливо коли немає хороших доріг. Гужовий транспорт має переваги при перевезенні вантажів дрібними партіями на невелику відстань (внутрішньофермські вантажі, господарські роботи тощо).

Обсяг транспортних робіт у сільському господарстві визначають як обсяг перевезень у тоннах та вантажообіг у тонна-кілометрах (останній дорівнює добутку від множення обсягу вантажоперевезень окремих вантажів на середню відстань перевезень). При організації транспортних робіт обчислюють також коефіцієнт нерівномірності вантажообсягу і вантажообігу (відношення відповідних показників за місяць, квартал і т. д. до середньорічних показників). Забезпечення об'ємів перевезень, підвищення ефективності роботи автотранспорту, скорочення транспортних витрат неможливі без широкого впровадження та використання прогресивних методів транспортних перевезень.

Список використаних джерел

1. Макаренко Н.О. Оцінка ефективності функціонування логістичної системи аграрного підприємства. Східна Європа: економіка, бізнес та управління: електронний науково-практичний журнал. 2017. №7. С. 99-104.

2. Транспортне забезпечення сільськогосподарського виробництва: навчальний посібник до курсового та дипломного проектування, частина 1 методика проектування транспортного забезпечення / [Тіщенко Л.М., Пастухов В.І., Зайцев А.С., Циганенко М.О. та ін.]. Харків. : 2009. 172с.

3. Артёмов М.П. Влияние склада транспортного комплекса на процесс сбора зерновых культур / Артёмов М.П., М.О. Циганенко // Матеріали всеукраїнської науково-практичної конференції «Автомобільний транспорт в аграрному секторі: проектування, дизайн та технологічна експлуатація». Харків. 2019. С. 95-102.

4. Аникеев А.И., К вопросу повышения эффективности процесса уборки урожая кукурузы путем внедрения элементов агрологистики // А.И. Аникеев, М.А. Циганенко, К.Г. Сыровицкий, А. Коваль Motrol. Vol 18, №7 ISSN 1730-8658 (2016 рік) с. 49-54.

УДК 656.073.3

ЗБИРАЛЬНО-ТРАНСПОРТНІ ТЕХНОЛОГІЇ У ВІТЧИЗНЯНІЙ ЦУКРОВІЙ ГАЛУЗІ

Дьомін О. А., Вечера О. М., Ільєнко Д. В.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Вирощування цукрових буряків в Україні почало стрімко занепадати на початку 21-го століття. Цей негативний процес розпочався з приватизації

цукрових заводів, близько половини з яких занепали невдовзі після приватизації, а обладнання було продано на металобрухт. Це явище було спричинене нездоровими конфліктами з конкурентами у виробництві цукру та бажанням росії знищити цукрову галузь. Нинішня країна-агресор вже на той час (після 2006 року) намагалася її зруйнувати. Типовим прикладом економічної війни росії проти України в цукровій галузі є ситуація у Вінницькій області.

У 80-х роках минулого століття Вінниччину часто називали «цукровим Донбасом». Потім, на початку 2000-х років, у Вінницькій області почали повсюдно руйнувати заводи. В офіційній відповіді на запит «Народної адміністрації» Агентство сільськогосподарського розвитку повідомило, що з 2000-х років площа посівів цукрових буряків у Вінницькій області зменшилася приблизно втричі. За цей період (з 2000 року) 11 цукрових заводів у Вініції були ліквідовані, а 16 очікували на рішення щодо свого подальшого існування. Як наслідок, у 2007 році працювало 19 цукрових заводів, у 2008 році - 13, у 2012 році - 12, а у 2015 році - лише шість [3].

Відновлення вітчизняної цукрової галузі почалося поступово, починаючи з 2015 року. Зокрема, сільськогосподарська компанія «Укрпромінвест-Агро» (скорочено УПІ-АГРО) розпочала виробництво цукру. Компанія володіє 52 000 га землі в Крижопільському, Томашпільському, Тростянецькому та Ямпільському районах Вінницької області. Частина цих земель використовується для вирощування цукрових буряків; UPI-AGRO також володіє двома цукровими заводами в регіоні (Крижопільський, Гайсинський), на яких здійснюється переробка цукрових буряків та виробництво цукру, і є незмінним лідером української цукрової промисловості.

У 2018 році Крижопільський цукровий завод встановив галузевий рекорд з виробництва цукру за сезон. Завод виробив 171 000 тонн цукру, що є найвищим показником за 195 років виробництва цукру в Україні. За результатами сезону 2019 року цукровий завод «Укрпромінвест-Агро» зберіг лідерські позиції серед вітчизняних цукрових компаній. Зокрема, Крижопільський цукровий завод став лідером галузі з виробництва цукру. Гайсинський цукровий завод очолив рейтинг вітчизняних заводів за показником виходу цукру [2].

UPI-AGRO також широко впроваджує нові ефективні технології збирання та транспортування цукрових буряків до вказаних цукрових заводів. Зокрема, в агрокомпанії використовують перевалочну технологію збирання цукрових буряків, яка дозволяє зібрати буряки набагато швидше, ніж за потокової технології, додатково очистити їх за допомогою сучасних навантажувачів-очищувачів і безперебійно відправити на приймальний майданчик цукрового заводу (рис. 1).



Рис. 1. Комплексу високопродуктивних збирально-транспортних засобів на реалізації перевалочної технології збирання цукрових буряків

Ситуація після повномасштабної російської воєнної агресії в лютому 2022 року несподівано призвела до значного збільшення посівів цукрових буряків в Україні. За даними Національної асоціації цукровиків України, незважаючи на втрату 30% орних земель для рослинництва, площа під цукровими буряками у 2024 році сягне 240-250 000 га порівняно з 220 000 га у 2023 році [1].

Список використаних джерел

1. Експорт цукру – найважливіший драйвер розвитку галузі – "Укрцукор". URL: <https://interfax.com.ua/news/interview/901609.html>
2. Укрпромінвест-Агро: веб-сайт. URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A3%D0%BA%D1%80%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%BC%D1%96%D0%BD%D0%B2%D0%B5%D1%81%D1%82-%D0%90%D0%B3%D1%80%D0%BE>
3. Як знищують цукрову галузь на Вінниччині: веб-сайт. URL: <http://vlasno.info/suspilstvo/dopomoga/politmaydan/item/9383>

УДК 631.1: 338.3: 635.1

ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ МІСЦЬ РОЗТАШУВАННЯ СХОВИЩ ДЛЯ ОВОЧІВ

Кудринецький Р. Б., Днесь В. І.

Інститут механіки та автоматики агропромислового виробництва НААН

Серед ресурсів життєзабезпечення суспільства продовольство посідає найголовніше місце. Україна є провідним виробником продовольства у світі навіть в умовах технологічного відставання галузі. Проте подальший

розвиток аграрної сфери вимагає від держави розробки й впровадження продуманої стратегії модернізації аграрного виробництва, зокрема, овочевої галузі.

Ринок овочів України є цілком самодостатнім, потреба вітчизняних споживачів у овочах забезпечується на 104,4 %; раціональна площа посіву овочів, за якої найбільш економічно доцільно їх вирощувати, становить 100-150 га залежно від виду продукції і його сортового складу; основними виробниками овочевої продукції є господарства населення, частка яких у загальному обсязі виробництва складає понад 85%; основними чинниками, які гальмують розвиток овочівництва є: низький рівень технічного забезпечення та логістики; стихійний ринок продажу овочів; мала кількість овочесховищ; не функціонують овочеві кооперативи [1, 2].

У довоєнний період основна частка, а саме 39%, виробництва овочів припадала на господарства степової зони України (рис. 1 а), а у 2023 році основний кластер виробництва овочів перемістився у зону Полісся (рис. 1 б), частка виробництва овочів зросла з 24 % до 33 % у порівнянні 2020 роком.

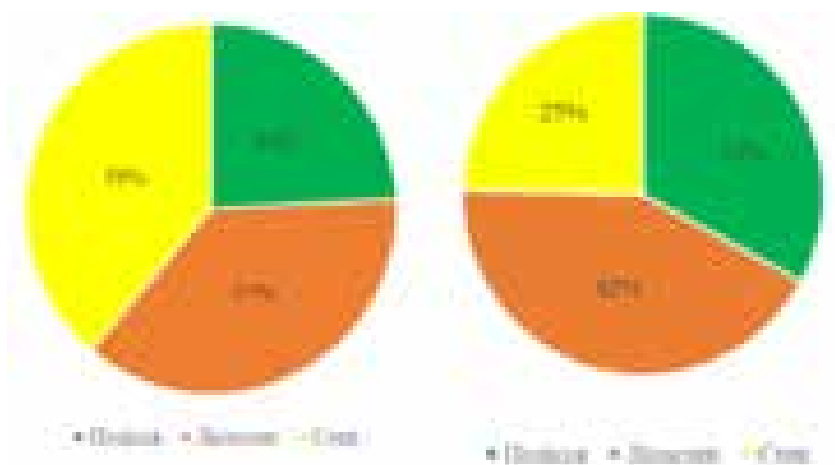


Рис. 1. Частка виробництва овочів за природно-кліматичними зонами України: а) 2020 рік; б) 2023 рік

Отже збільшення виробництва овочів спонукає товаровиробників до прийняття управлінських рішень щодо будівництва та розміщення сховища.

Під час формування мережі сховищ необхідно враховувати наступні чинники [3–6]: сховища власні чи орендовані; визначити кількість сховищ, необхідну для обслуговування ринків збуту; вибрати місце розташування мережі сховищ; вибрати форму постачання до сховища (централізоване, децентралізоване).

При цьому зберігання продукції на сховищах слід організувати таким чином, щоб мінімізувати витрати утримання сховища ($V_{скл} \rightarrow \min$).

Під час прийняття рішення щодо вибору кількості сховищ слід враховувати наступні чинники [3–6]: потужність матеріального потоку;

попит на ринку збуту; розмір регіону збуту; відносне розміщення постачальників та покупців; особливості комунікаційних зав'язків тощо.

Важливу роль під час прийняття рішення щодо організації зберігання продукції відіграє вибір місця розташування сховища. За таких умов дане питання є актуальним для будь-яких інших елементів логістичного ланцюгу (підприємств-виробників, посередників тощо).

Територіальне розміщення сховищ визначаються такими факторами: потужність матеріальних потоків; розмірами регіону збуту і концентрацією в ньому споживачів; розташуванням постачальників і покупців тощо.

На даний час існує велика кількість методів оптимізації розташування сховищ є, а саме: метод центрів тяжіння (центру ваги); метод пробної точки; метод перебору; метод «сітки»; методи програмування (лінійного програмування, комбінаторний метод, методи динамічного програмування та інші методи).

Під час своїх досліджень нами було використано методи вибору розташування сховищ такі як: метод центрів тяжіння, метод «сітки» і методи програмування.

Нами розглядалось завдання визначити місця розташування сховища, який би забезпечував мінімальні витрати на перевезення продукції від виробника на склад і від складу до споживача. Для прикладу нами розглянуто Київську область і наведено місця розташування сховищ для овочів борщового набору (картопля, морква, капуста, буряки столові, цибуля).

На рисунку 2 наведено динаміку виробництва овочів у Київській області за роками, з якої можна зробити висновок, що виробництво овочів із кожним роком зростає, що також спонукає до збільшення обсягів сховищ.

З графіка на рисунку 3 видно наявність надлишку виробленої продукції.

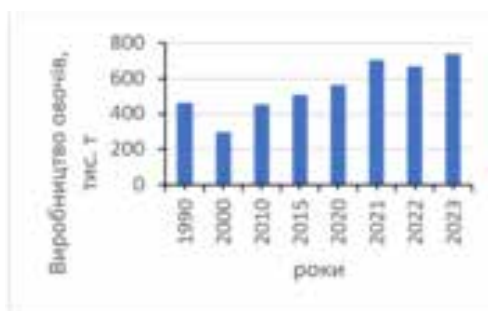


Рис. 2. Динаміка виробництва овочів за роками в Київській області [2]

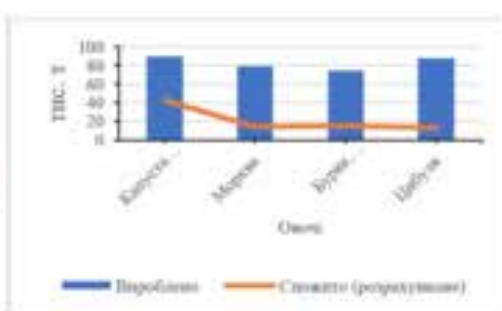


Рис. 3. Виробництво та споживання овочів борщового набору в Київській області за 2022 рік [1]

Під час визначення оптимальних місць розташування сховищ для овочів використано географічну інформаційну систему Google Earth.

Встановлено, за даними інтернет ресурсу ТРІПОЛІ-ЛЕНД, інформацію про виробників овочів «борщового набору» Київської області. Визначено, що таких виробників, різних форм власності, в межах області налічується 70, встановлені їх адреси та відмічено їх розташування в Google Earth.

Надалі здійснено кластеризацію цих господарств застосувавши спосіб агломератної кластеризації [7] за критерієм мінімальної відстані між господарствами. У результаті чого отримано три характерних кластери. Для кожного з цих кластерів, за критерієм мінімуму вантажоперевезень, визначено місця розташування сховищ (рисунк 4).



Рис. 4. Розміщення сховищ

Висновки

1. Оптимальне розташування сховищ дозволяє значно знизити загальні витрати.
2. Використання алгоритмічних підходів допомагає в автоматизації процесу вибору.

Список використаних джерел

1. Баланси та споживання основних продуктів харчування населенням України : статистичний збірник / Державна служба статистики України. URL: https://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2022/zb/07/Zb_bsph2021.pdf (дата звернення: 30.07.2024).
2. Сільське господарство України. URL: https://www.ukrstat.gov.ua/druk/publicat/kat_u/2023/zb/09/S_gos_22.pdf (дата звернення: 30.07.2024).
3. Ваховська М. Ю. Особливості оптимального розміщення регіонального логістичного центра в Криму. Вісник Національного університету «Львівська політехніка». 2007. № 594. С. 376–383.

4. Макаренко Н.О., Лищенко М.О. Логістика. Теоретичні основи: навч.-метод. посіб. Буринь : «Буринська районна друкарня», 2019. 144 с.

5. Мішура В.Б. Логістика : навчальний посібник. Краматорськ : ДДМА, 2015. 140 с.

6. Нікогосян Н. І., Титок В. В., Цяцько О. О. Дослідження інфраструктури та вибір місця будівництва складу: логістичний підхід. *Інвестиції: практика та досвід* № 23. 2018. С. 61–66. DOI: 10.32702/2306-6814.2018.23.61

7. Козак Л. В. Кластери як форма ринкової централізації АПК. URL: <http://naub.org.ua>. (дата звернення: 23.11.2023).

УДК 656.137.076:656.7(043.3)

INTENSIFICATION OF TRANSPORTATION PROCESS OF GRAIN TRANSPORTATION

Voronkov O. A.

*Separate Structural Unit «Vocational College of Engineering, Management and
Land Management of National Aviation University»*

When organizing the production cycle of the agro-industrial complex in terms of transport service grain transportation according to the scheme of reversible trailers (Fig. 1), they sought to build a technological process in such a way that the operation of cleaning machines does not depend on transport [1], that is, the tractor-tractor delivers an empty trailer to the field on time, without participating in the grain collection process, picks up the loaded trailer and transports it to post-harvest grain processing [2].

The analysis of mileage data in the case of random distribution of threshing places of the hopper of grain harvesters using satellite navigation (positioning) [3] and monitoring [4] systems made it possible to identify rational options for the laying of unloading lines. So, when the length of the run is less than 2000 m and the yield does not exceed 6 t/ha, it is advisable to lay one unloading main with coordinates of 0.5 l_p (where l_p is the working length of the run), when the length of the run is from 2000 m and the yield is more than 60 t/ha, it is advisable lay three highways, one of which in the middle of the field fence will have coordinates of 0.5 l_r , and the lateral ones, located on the edges of the field fence, will be laid at a distance of 0.17 l_r , which ensures a 3-fold reduction in the average mileage of the vehicle on the field – respectively 145 and 462 m [5]. As a result of experimental studies, taking into account the above, the dependences of the indicators of the efficiency of the collection and transport system on the change in

the number of tractor-tractors in the system for transportation by direct and reversible trailers were obtained [6]. Analysis of these results shows that with an increase in the number of tractors in the system, the vehicle idle rate decreases, and the productivity of the collection and transport system increases [7]. At the same time, the point of maximum productivity of the collection and transport system also determines the rational number of tractors in the system [8].



Fig. 1. The process of transport service with reversible trailers

The use of reversible trailers for the transport service of the harvesting and transportation system of grain transportation reduces the required number of tractor-tractors by m units [9], while the downtime rates of grain-harvesting combines and tractor-tractors decrease depending on the distance of transportation. At the same time, as the transportation distance increases, the downtime ratio of grain harvesters, both theoretical and experimental, increases, while that of tractor-tractors decreases [10]. At the same time, on the condition that the maximum value of the productivity of the collection and transport system is reached at $K_k \rightarrow 0$ (K_k is the idle ratio of harvesters, it is the ratio of the average number of idle harvesters to their total number and estimates the loss of time due to waiting for transport), and based on this, it is possible to define rational transportation distance $L=5$ km, in which $K_k \leq 0.05$, $K_t \leq 0.10$, flow coefficient $\varepsilon = 0.93$.

Experimental studies of transportation by reversible trailers were carried out on fields with a yield of up to 5 t/ha, 6 t/ha to 7 t/ha, with a transportation distance of 2 to 6 km. In all variants, T-150K tractors with OZTP-9557 trailers were used

as vehicles. The analysis of the results of shift time allows us to reveal that the percentage of time of operation of the collection and transport system is 64.5–81.8%, the time for eliminating technical malfunctions is 2.3–8.9%, the time for unloading the combine hopper is 14.6–18%, idle time waiting for a free trailer 1.3–8.6%. For tractor-tractors, the percentage of time for uncoupling and coupling the trailer is 2.3–11.6%, driving time 49.8–55.2%, unloading time for post-harvest processing of grain 13.5–21.2%, troubleshooting time 0.2–1.9%, idle time waiting for a loaded trailer 10.5–34.4%.

Table 1

Indicators of the collection and transport system of grain transportation during transportation by reversible trailers

Indicators	1	2	3	4	5	6
Productivity, t/ha	4.2	4.2	4.2	4.2	5.2	5.2
Transportation distance, km	4	4	2	2	3	3
Number tractors, pcs.	1	1	1	1	2	2
Number trailers, pcs.	2	2	2	2	2	2
The coefficient of downtime of the combine, %	4.4	6.2	3.9	5.5	5.9	7.3
Vehicle idle rate, %	8.8	7.9	8.1	6.7	7.3	5.6
Productivity collection and transport system, t/shift	116	102	178	159	228	207



Fig. 2. The process of transport service using heavy-duty loader trailers.

The indicators of theoretical and experimental data are presented in the table. The calculated results of theoretical studies are close to the experimental

ones. The analysis of comparative data of transportation options allows us to draw conclusions that the number of vehicles (tractors) required for transportation with reversible trailers is 25% less than with straight-through trailers. Thus, the transport service of harvesting machines according to the scheme of reversible trailers with the use of positioning and monitoring makes it possible to make the work of the collection and transport system of grain transportation independent of the work of tractor-tractors, which, with a transportation distance of up to 5 km, allows to increase the productivity of the collection and transport system of grain transportation itself grain by 4.9%.

In order to reduce the idle time of grain harvesters and the need for vehicles, to increase the productivity of the system, in our work, experimental studies of the technological scheme of the transport service of harvesters with grain overloading by a heavy-duty trailer-transloader, which is aggregated with a tractor-tractor with the use of positioning and monitoring, were conducted in our work (Fig. 2).

For the analysis of experimental studies presented in fig. 2 of the harvesting and transport system used data on the time of threshing of grain harvesters' hoppers with their random distribution, the number of vehicles, their carrying capacity and circulation time, the volume of the loader trailer's hopper. The final result of the experimental studies was the idle time of grain harvesters and vehicles, the productivity of the harvesting and transport system. The result of the analysis of the obtained dependencies is that the use of heavy-duty trailer-transloaders reduces the required number of vehicles by 2-3 units. At the same time, the coefficient of downtime of grain harvesters when organizing transport service with grain overloading by a loader trailer is 2-7%, the vehicle does not exceed 10%, the productivity of the harvesting and transport system is 7-18% higher.

Conclusion. The intensification of the transport process of grain transportation when serviced by reversible trailers is possible with the organization of transport service of harvesting machines according to the transshipment scheme with positioning and monitoring and the introduction of a heavy-duty trailer-transloader.

The solution to the problem of the rational use of rolling stock in the technology of grain transportation as an agricultural product requires the development of a system of indicators characterizing the efficiency of the use of vehicles in specific operating conditions. The application of the system of indicators will create an opportunity to objectively identify which operations of the transportation process have the greatest energy losses of the vehicle, and to determine reserves for increasing the efficiency of the use of rolling stock.

References

1. Воронков О. А., Роговський І. Л. Аналітична модель енергетичної оцінки транспортно-технологічного процесу перевезення збіжжя продукції рослинництва. Вісник машинобудування та транспорту. Вінниця: ВНТУ. 2017. Вип. 1. С. 21–28.

2. Воронков О. А., Роговський І. Л. Узгодження суміжних транспортних і технологічних операцій перевезення збіжжя продукції рослинництва. Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля. 2017. № 3. С. 36–43.

3. Воронков О. А., Роговський І. Л. Оцінка ефективності транспортно-технологічних систем у галузі рослинництва. Вісник Національного університету «Львівська політехніка». Серія: динаміка, міцність та проектування машин і приладів. Львів. 2017. № 866. С. 121–126.

4. Воронков О. А., Роговський І. Л. Загальні принципи створення системи управління транспортними потоками перевезення зернового збіжжя. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. Київ. 2017. Вип. 258. С. 390–399.

5. Воронков О. А., Роговський І. Л. Варіанти структурних рішень системи управління транспортними потоками перевезення зернового збіжжя. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. Київ. 2017. Вип. 262. С. 361–367.

6. Воронков О. А., Роговський І. Л. Вплив основних параметрів на ефективність транспортних потоків перевезення зернового збіжжя. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК. Київ. 2017. Вип. 275. С. 346–358.

7. Воронков О. А., Роговський І. Л. Модель технологічної системи перевезення збіжжя збирально-транспортного комплексу агрохолдингу. Розвиток транспорту. Одеса. 2022. № 2(13) С. 42-52. <https://doi.org/10.33082/td.2022.2-13.04>

8. Воронков О. А., Роговський І. Л. Аналітичні положення ефективності роботи збирально-транспортного комплексу зернового збіжжя. Вісник Національного транспортного університету. Серія: технічні науки. 2022. Вип. 1 (51). С. 74-83. <https://doi.org/10.33744/2308-6645-2022-1-51-074-083>.

9. Воронков О. А., Роговський І. Л. Інженерний менеджмент моніторингу потоків транспортних засобів при збиранні збіжжя. Автошляховик України. 2023. №3. С. 42-49. DOI: 10.33868/0365-8392-2023-3-275-42-49.

10. Rogovskii I.L. (2021). Resource of removal expenses for strong agricultural period of volume of operations. Machinery and Energetics. Vol. 12. Issue 2. P. 123–131. <https://doi.org/10.31548/machenergy2021.02.123>.

Секція *Історія аграрної освіти і науки*

УДК 631.01(091)

ІСТОРІЯ СТВОРЕННЯ ІНСТИТУТУ МАШИНОЗНАВСТВА І СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ МЕХАНІКИ

Деркач І. О., Деркач О. П.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

У ході бойових дій під час Другої світової війни на території України заводи сільськогосподарського машинобудування зазнали значних руйнувань, а сільськогосподарська техніка була майже вся знищена. Тому після звільнення територій довелося швидкими темпами відбудовувати заводи та відновлювати сільськогосподарську техніку, що належала машинно-тракторним станціям (МТС), радгоспам і колгоспам. Післявоєнна відбудова та розвиток сільськогосподарського виробництва поставили перед конструкторськими бюро заводів сільськогосподарського машинобудування та науково-дослідними установами цієї галузі нові вимоги – удосконалити існуючі та створити нові більш прогресивні конструкції машин для комплексної механізації процесів сільськогосподарського виробництва. Постає ще гостріша потреба в розробці наукових основ проектування сільськогосподарської техніки відповідно до вимог агробіологічної науки, технології виробництва, міцності, довговічності та зниження металомісткості машин. У цей період розширюються та укрупнюються науково-дослідні установи в галузі механізації сільськогосподарського виробництва, посилюється наукова робота відповідних кафедр вищих навчальних закладів, створюються нові спеціальні дослідно-конструкторські бюро по конструюванню сільськогосподарських машин та знарядь. У зв'язку з цим розширюються теоретичні дослідження та дослідно-конструкторські роботи в галузях землеробської механіки та сільськогосподарського машинобудування [1].

З метою розробки нових конструкцій сільськогосподарських машин і тракторів уже на початку 1944 року член-кореспондент Академії наук УРСР А.О. Василенко поновлює дослідження з землеробської механіки для чого засновує Лабораторію сільськогосподарської механіки, що була відокремленим підрозділом при Інституті будівельної механіки АН УРСР і мала у своєму складі 4 відділи (сільськогосподарських машин, тракторобудування, дослідження машин і відділ міцності деталей машин) та п'ять наукових співробітників.

У березні 1945 року Лабораторія сільськогосподарської механіки була реорганізована в самостійну наукову одиницю при Відділенні технічних наук АН УРСР і отримала назву "Лабораторія машинобудування і проблем сільськогосподарської механіки" (Постанова Ради Народних Комісарів УРСР №328 від 9 березня 1945 р. та Постанова Президії АН УРСР №5 від 23 березня 1945 року) [2, с.4]. Керівником Лабораторії був призначений А.О. Василенко. У травні 1945 року в відання Лабораторії був переданий відділ високоміцних чавунів із Інституту чорної металургії АН УРСР (Постанова Президії АН УРСР №17 від 6 травня 1945 року).

Усі свої сили Лабораторія спрямувала на дослідження актуальних питань землеробської (сільськогосподарської) механіки та проектуванням дослідних зразків сільськогосподарських машин. Ця робота здійснювалася у тісному взаємозв'язку з дослідженнями галузевих науково-дослідних інститутів та конструкторськими бюро заводів сільськогосподарського машинобудування. Лабораторія машинобудування і проблем сільськогосподарської механіки у своїх дослідженнях спиралась на значний науковий потенціал. На початок 1950 року у Лабораторії працювали два академіки АН УРСР (А.О. Василенко та С.В. Серенсен), один член-кореспондент АН УРСР (П.М. Василенко), 8 кандидатів технічних наук, один доцент, дев'ять досвідчених інженерів-конструкторів, чотири механіки високої кваліфікації та чотири лаборанти. Крім наукових досліджень Лабораторія здійснювала підготовку наукових кадрів через аспірантуру, а також підвищення кваліфікації молодших наукових співробітників, інженерів-конструкторів та лаборантів. Лабораторія мала значні успіхи у дослідженнях із землеробської механіки та сільськогосподарського машинобудування. За розробку і впровадження модифікованого чавуну академік А.О. Василенко та кандидат технічних наук І.С. Григор'єв у 1950 р. були удостоєні Державної премії СРСР.

Усі ці досягнення послужили підставою для реорганізації Лабораторії машинобудування і проблем сільськогосподарської механіки в Інститут машинознавства і сільськогосподарської механіки Академії наук УРСР (Розпорядження Ради Міністрів СРСР №521-р від 15 січня, Постанова Ради Міністрів УРСР №221 від 31 січня та Постанова Президії АН УРСР від 10 лютого 1950 року).

У результаті проведеного дослідження було встановлено, що Інститут машинознавства і сільськогосподарської механіки АН УРСР був створений на базі Лабораторії машинобудування і проблем сільськогосподарської механіки.

Список використаних джерел

1. Розвиток сільськогосподарської механіки на Україні за роки Радянської влади / А.О. Василенко // Розвиток науки в Українській РСР за 40 років / О.В. Палладін, М.П. Семененко, О.Н. Щербань та ін. К.: Вид-во

АН УРСР, 1957. С. 455-468.

2. Василенко А.А. П'ять років роботи Лабораторії машинобудування і проблем сільськогосподарської механіки Академії наук Української РСР // Труди Лабораторії машинобудування та проблем сільськогосподарської механіки. К., 1950. Т. 1. С. 3 - 22.

UDC 664.1.930.85:001(9)(4Ukr)

НАУКОВИЙ ВНЕСОК ІСАЯ БОРИСОВИЧА МІНЦА В ЦУКРОВУ ПРОМИСЛОВІСТЬ У ПЕРШІЙ ПОЛОВИНІ ХХ СТОЛІТТЯ

Данилевич В. Ю.

Національна наукова сільськогосподарська бібліотека НААН

Процвітання держави можливе лише за умови ефективної взаємодії всіх секторів економіки, серед яких можна виділити промисловість, будівництво, сільське господарство, торгівлю. Основним рушієм розвитку сучасного народного господарства є впровадження результатів наукових пошуків, яке сприяє реалізації ефективних технологій та рішень і забезпечує значну економію ресурсів. Ключовими секторами української економіки є сільськогосподарський та промисловий, окремо варто відмітити, що в історичній ретроспективі саме впровадження нових технологій в аграрне виробництво приводило до кратного росту вітчизняної промисловості та агросектору, що, і дозволило покращити життя мільйонам українських громадян. Такий значний вплив достатнього наукового забезпечення на функціонування економіки доводить необхідність та важливість дослідницької роботи. Багато сучасних технологій були створені завдяки дослідникам, чийі імена сьогодні майже забуті, зокрема через те, що їх наукова діяльність припала на складний період 20-30-х років минулого століття. Проте, детальне вивчення цього внеску не лише допоможе відновити історичну справедливість, але й розкрити важливі закономірності у розвитку технологій. Додатково, дане дослідження дозволяє виявити забуті напрями, які можуть стати фундаментом для майбутнього наукового прогресу й подальшого розвитку технологічного забезпечення.

У досліджуваний історичний період ключовим компонентом агросфери було виробництво цукру. Він відігравав важливу роль в народному господарстві – і як харчовий продукт, і як цінний товар для експорту. На початку ХХ сторіччя цукроварна справа розвивалась особливо швидкими темпами, тому, саме в цей часовий відтинок почали свою роботу корифеї цукрової справи, такі як Є.П. Вотчал (1864-1937), І.А. Кухаренко (1880-1938) та інші. Проте, особливо варто виділити Ісаю Борисовича Мінца

(1879–??) – інженера, технолога, цукровика, робота якого залишила значний відпечаток на усій вітчизняній цукровій промисловості. Ісай Борисович почав свою наукову роботу в 1904 році, на базі лабораторії Всеросійського товариства цукрозаводчиків в Києві, де і зайняв посаду лаборанта. На жаль, в цей період науково-дослідна робота не була розгорнута системно, і велась ентузіастами, зазвичай, без складання чітких планів діяльності та формування наукових задач. Однак, не дивлячись на це, вчений регулярно публікує результати своєї наукової роботи в «Журнале сахарной промышленности», серед яких варто виділити такі статі як «К вопросу о неопределенных потерях сахара при диффузии» (1905) [1], і «Определение воды в сахарных песках, утфелях, сиропах и патоках.» (1906) [2]. Також, в цей період Ісай Борисович займається значною статистичною роботою, проводячи аналіз виробництва цукрових заводів, і публікує дані в статті «Исследование кормовых паток производств 1908–9, 1911– 12, 1912–13 и 1913–14 г.» [3].

Не дивлячись на свій науковий вклад дослідник продовжує займати посаду лаборанта до початку 20-х років XX століття, [4, арк. 43-52], а так як вищевказаний період характеризується курсом на відбудову промисловості та проведенням сміливих організаційних перебудов, багато спеціалістів різко змінюють місце роботи – так, і Ісай Борисович переходить працювати в новостворену центральну лабораторію Цукротресту. Одночасно, в 1921 році, вчений доєднується до роботи науково-дослідчої кафедри сільськогосподарських виробництв при Київському політехнічному інституті, розгортаючи широку наукову діяльність по багатьох напрямках: так, в 1922, дослідник разом з А.С. Рейсером (1862-??) видає «Инструкцию для химиков сахарно-рафинадных заводов» [5], роботу, яка стала настільною книгою для усіх інженерів-технологів, і використовувалась як посібник в цукрових техніках. В цей ж період продовжується статистична робота, публікується такий звіт, як «Технические итоги кампании сахароварения 1922-1923 гг. по заводам правобережной Украины» [6]. Коли в 1927 році по ініціативі Союзцукру, у Києві був сформований Інститут цукрової промисловості, Ісай Борисович зайняв посаду професора, і за короткий термін видав цілу низку робіт, з яких особливо потрібно виділити «Химико-технические результаты кампании сахароварения 1927-1928 г.» [7] – статистичний збірник, який стає основою для написання першого п'ятирічного плану. Вчений регулярно публікувався в цілій низці журналів, таких як «Записки научно исследовательской кафедры сельскохозяйственных производств», «Научные записки государственного экспериментального института сахарной промышленности», «Бюллетень сахаротреста» та інших. Ісай Борисович цікавився практично усіма питаннями, що стосувались цукрової промисловості – і використанням інсектицидів, і оцінюванням якості бабіту, і необхідністю покращення

характеристик топлива для цукрових заводів – в кожній галузі корифей проводив розробки. На жаль, в вересні 1938 вчений був заарештований та звинувачений в контрреволюційній діяльності, і хоч кримінальне провадження було закрито в жовтні 1939 – подальших публікацій, як і інформації про його життя немає.

Приклад Ісає Борисовича Мінца показує вплив особистості на розвиток науково-дослідної справи, та доводить, що навіть найбільшому ентузіасту потрібні умови для проведення досліджень та реалізації свого таланту. Тим не менше, вплив дослідника на цукрову науку важко недооцінити – настільки широким спектром тем він займався, і аналіз його робіт вкотре вказує нам на важливість статистичної роботи для розвитку промисловості, та оцінки якості для оптимізації витрат з точки зору економіки.

Список використаних джерел

1. Мінц, І. Б., К вопросу о неопределенных потерях сахара при диффузии : доклад, читаемый в заседании Киевского отделения Императорского Русского Технического Общества, 22 февраля 1905 г, Вестник сахарной промышленности, 1905, 26 с.

2. Мінц, І. Б., Определение воды в сахарных песках, утфелях, сиропах и патоках, Вестник сахарной промышленности, 1906, 45 с.

3. Мінц, І. Б., Исследование кормовых патоков производств 1908–9, 1911–12, 1912–13 и 1913–14 г, Вестник сахарной промышленности, 1914, 24 с.

4. Личное дело Минца Исае Борисовича, ЦДАГО України (Центральний державний архів громадських об'єднань та українці). Ф. 263, оп. 1, спр. 44433, Том 3.

5. Мінц І.Б., Рейсер А.С., Инструкция для химиков сахарно-рафинадных заводов, 1922, 59 с.

6. Мінц І.Б., Лиховіцер Г.С., Технические итоги кампании сахароварения 1922-1923 гг. по заводам правобережной Украины, 1922, 57 с.

7. Мінц І.Б., Химико-технические результаты кампании сахароварения 1927-1928 г, Правление сахаротреста СССР, 1928, 285 с.

Тези, що надійшли під час конференції

УДК 631.4; 631.31

АНАЛІЗ МЕХАНІЧНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ДЛЯ РОЗВИТКУ РОСЛИН

Теслюк В. В., Марценюк І. С.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Пугач О. М.

Таращанський державний технічний та економіко-правовий коледж

Вирощування стабільних урожаїв сільгоспкультур пов'язане із вчасним якісним проведенням поверхневого обробітку ґрунту та створенням сприятливих умов для розвитку культурних рослин у період вегетації. Важлива роль у цьому процесі належить культиваторам.

Завдяки механічному обробітку ріллі культиваторами поверхня поля має дрібногрудкову структуру, що забезпечує оптимальні умови водного, теплового, повітряного та поживного режимів ґрунту, активізує корисні мікробіологічні процеси в ньому, створює однакову глибину загортання насіння, добрив і перешкоджає випаровуванню вологи з поверхні поля.

Обов'язковою умовою збереження вологи в ґрунті є систематичне знищення бур'янів у міру їхнього проростання.

Мета дослідження: підвищення ефективності механічного обробітку ґрунту для вирощування сільськогосподарських культур.

Одним із перспективних напрямів розвитку аграрного виробництва є впровадження нових технологій і ґрунтообробних агрегатів, які забезпечували б належне підготування ріллі до висівання сільськогосподарських культур і догляд за посівами. Особливого значення при цьому набуває поєднання технологічних операцій механічного обробітку ґрунту.

Механічний обробіток ґрунту проводять з метою поліпшення його структури, розпушення або ущільнення, нагромадження вологи, боротьби з бур'янами і шкідниками сільськогосподарських культур, загортання рослинних решток, добрив тощо. Ґрунт, як об'єкт обробітку, характеризується фізико-механічними, технологічними властивостями, які визначають умови роботи ґрунтообробних машин і суттєво впливають на їхні показники роботи.

Фізико-механічні і технологічні властивості ґрунту враховують при виборі способу обробітку ґрунту і типів робочих органів ґрунтообробних машин. Основними технологічними властивостями ґрунту є вологість, щільність, питомий опір, твердість, прилипання ґрунту тощо. За питомим

опором ґрунту поділяють на легкі (до 0,03МПа) середні (0,03 - 0,07МПа) і важкі (0,07 - 0,12МПа).

При механічному обробітку ґрунту під дією робочих органів ґрунтообробних машин виконуються такі технологічні операції: перевертання, розпушування, кришіння, ущільнення, перемішування. Залежно від глибини обробітку і технологічних операцій розрізняють такі види механічного обробітку ґрунту: основний на глибину 10-30см і більше, поверхневий на глибину до 8-12 см і спеціальний. Основний обробіток ґрунту на глибину від 10 до 24 см називають звичайним (середнім), на глибину 8-16 - мілким, а понад 24 см - глибоким.

Основний обробіток ґрунту важкими дисковими агрегатами під зернові та зернобобові культури в умовах стислих агротехнічних термінів потрібно виконувати на глибину 16...24 см. Діаметр дисків при цьому має бути не менше ніж 500 мм. Технологічну операцію залежно від ґрунтово-кліматичних умов здійснюють за 1 - 2 проходження дискувального агрегату, при цьому друге проходження проводять під кутом 30...45° відносно першого.

Висновки. Комбінований дисковий агрегат має працювати на швидкостях 8...12 км/год, у тому числі під час роботи на важких суглинистих ґрунтах підвищеної вологості із великою кількістю пожнивних залишків на поверхні. Для поліпшення якості подрібнення рослинних решток на знарядді рекомендується встановлювати вирізні сферичні диски.

УДК 631.4; 631.31

ВПЛИВ МАШИННО-ТРАКТОРНИХ АГРЕГАТІВ НА ФІЗИКО-МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ҐРУНТУ

Теслюк В. В.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Ікальчик М. І.

ВП НУБіП України "Ніжинський агротехнічний інститут"

Швора В. О.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Проблема переущільнення поверхні ґрунтів в результаті сільськогосподарського і промислового виробництва сьогодні набуває широких масштабів і стає глобальною. Адже інтенсивне виробництво, поява великої кількості важкої сільськогосподарської техніки та нехтування правильною організацією сівозмін у багатьох господарствах дуже негативно впливають і на структуру ґрунту, і на його родючість у кінцевому підсумку.

Надмірне ущільнення ґрунту призводить до здавлювання пор, які повинні легко пропускати крізь себе воду і повітря. Це перешкоджає розвитку кореневої системи і призводить до нестачі кисню.

Широкого застосування в сільськогосподарському виробництві набуває потужних важких колісних енергетичних засобів, з появою важких енергонасичених тракторів масою понад 4-8 т (МТЗ-82, Т-150, ХТЗ-120, ХТЗ-170), використання яких призводить до руйнування агроструктурних агрегатів ґрунту їх переущільнення і, як наслідок, до значного погіршення фізико-механічних властивостей ґрунту.

Тому, обґрунтування оптимальних конструкційних параметрів ходових частин колісних тракторів, та розробка заходів, які запобігатимуть негативним наслідкам, сприятимуть зберіганню агрегатної структури та родючості ґрунтів є актуальною задачею.

Мета дослідження: зменшення негативного впливу машинно-тракторних агрегатів на фізико-механічні властивості ґрунту.

Зниження рівнів техногенного тиску самохідної і причіпної сільськогосподарської техніки в складі мана ґрунти може бути досягнуте завдяки комплексній оптимізації параметрів конструкції опорно-приводних коліс мобільних засобів та відповідним нормуванням їх експлуатаційних властивостей. Запропоновано модернізовані опорно-приводні колеса трактора Т-150К, обладнати шинами 28,1R26 замість серійних шин 21,3R24.

В результаті експериментальних досліджень одержано, що об'ємна деформація ґрунту під опорно-приводними колесами запропонованого варіанту в 2,73...3,1 рази менша ніж при застосуванні серійних ходових частин загальноновживаних тракторів і лише в 1,3...1,5 разів більша в порівнянні з абсолютним контролем, в той час, як для серійних варіантів цей показник варіює в межах 3,9...4,2. Польовими дослідженнями встановлено підвищення схожості насіння та ріст і розвиток рослин озимої пшениці.

Висновки. Деградація ґрунтів під впливом рушіїв енергетичних засобів і ґрунтообробних знарядь сприяє переущільненню ґрунтів, системному зниженню родючості та загостренню проявів водної і вітрової ерозії. Встановлено, що для уникнення руйнування біологічно цінних агрегатів доцільно застосовувати методи безвідвального обробітку ґрунту.

УДК 631.4; 631.31

АНАЛІЗ ДІЇ РУШІЇВ МАШИН НА СИСТЕМУ «МАШИНА-БІОСЕРЕДОВИЩЕ»

Теслюк В. В., Теслюк Б. В.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Система «машина-біосередовище» за умов технічного забезпечення виконання сільськогосподарських технологічних операцій інтенсивного вирощування рослинницької продукції показує, що надмірне ущільнення ґрунтів колісними рушіями транспортних і машино-тракторних агрегатів призводить до деградації ґрунтового покриву, погіршення екологічного стану агроєколандшафтів, що є однією з найважливіших агроєкологічних проблем в умовах транспортного забезпечення сільськогосподарського виробництва.

Перспективу розвитку технічної концепції сільськогосподарського трактора слід прогнозувати, ґрунтуючись, насамперед, на розвитку технологій сільськогосподарського виробництва і машинно-тракторних агрегатів (МТА) загалом.

Аналіз технологічних і агротехнічних факторів, що визначають концепцію розвитку енергетичних засобів, показують, що їх шляхи неоднозначні, а іноді і суперечливі, тому прагнення підвищити одні властивості технічних засобів призводять до зниження інших. Так, основні вимоги - підвищення продуктивності й енергооснащеності МТА, скорочення кількості обслуговуючого персоналу - можуть бути реалізовані тільки в результаті підвищення потужності двигуна й збільшення сили тяги, а це вимагає підвищення ваги енергетичного і транспортного засобу.

Мета досліджень. Зменшення негативного впливу колісних рушіїв енергетичних засобів на ґрунтове середовище.

Радикальний спосіб збільшення відносної частки зчіпної ваги в агрегаті, або активізації ваги МТА - оснащення його технологічної частини ведучими колесами, що приводяться у рух від системи відбору потужності автомобіля й трактора. У цьому випадку тільки частина потужності двигуна реалізується через ходову систему трактора (відповідно, йому не потрібна значна вага), тому його питома матеріалоємність може бути знижена ще більше, ніж при пасивних опорних колесах зчіпки.

Результати наукових досліджень і практичний досвід свідчить про тісний кореляційний зв'язок поміж ущільнюючою дією ходових систем енергонасиченої мобільної сільськогосподарської техніки й мобільних транспортних агрегатів з процесами деградації ґрунтового покриву. Широкого застосування в агровиробництві набуває застосування важких великовантажних автомобілів та енергетичних засобів приводу причіпних

сільськогосподарських машин до яких відносяться вітчизняні і зарубіжні трактори, використання яких призводить до руйнування агроструктурних агрегатів ґрунту їх переущільнення і, як наслідок, до значного погіршення фізико-механічних властивостей ґрунту. Тому, обґрунтування оптимальних конструкційних параметрів колісних рушіїв енергетичних засобів, та розробка заходів, які запобігатимуть негативним наслідкам, сприятимуть зберіганню родючості ґрунтів є актуальною задачею.

Зниження рівнів техногенного тиску мобільної сільськогосподарської техніки на ґрунти може бути досягнуте завдяки комплексній оптимізації параметрів конструкції рушіїв мобільних засобів та відповідним нормуванням їх експлуатаційних властивостей. З метою зниження шкідливої дії ходових частин енергетичних і транспортних агрегатів пропонується модернізовані рушії тракторів обладнувати шинами більших розмірів або спареними колесами.

Висновки. Встановлено, що об'ємна деформація ґрунту під рушіями пропонованого варіанту (трактор Т-150К, обладнаний шиною 28,1R26) в 2,73...3,1 рази менша ніж при застосуванні серійних ходових частин загальноживаних тракторів (Т-150К з шинами 21,3R24) і лише в 1,3...1,5 разів більша в порівнянні з абсолютним контролем, в той час, як для серійних варіантів цей показник варіює в межах 3,9...4,2.

УДК 631.31

ОБГРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНОГО УДОСКОНАЛЕННЯ КОМБІНОВАНОГО ҐРУНТООБРОБНОГО ЗНАРЯДДЯ

Теслюк В. В.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Ікальчик М. І.

ВП НУБіП України "Ніжинський агротехнічний інститут"

Теслюк Б. В.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

В аграрному виробництві найважливішими проблемами механізованого передпосівного обробітку ґрунту є скорочення часу на його обробіток, збереження родючості та регульоване руйнування природної структури. Механічний обробіток ґрунту базується на чотирьох основних загальноприйнятих прийомах: оранці, розпушуванні, культивації, прикочуванні.

З агротехнічної точки зору послідовне виконання вказаних операцій

призводить до збільшення числа проходів агрегатів по полю. Зменшення кількості таких проходів, часу на виконання технологічних операцій, а також зменшення випаровування вологи – базові ідеї для розробки та впровадження комбінованих ґрунтообробних агрегатів [1]. В умовах сучасних систем землеробства передпосівний обробіток у сівозмінах має бути протиерозійний та різноглибинний, при якому чергуються глибокі, середні, мілкі, поверхневі, полицеві та безполицеві обробітки. В умовах Полісся України, де найбільш родючі ґрунти недостатньо вивчені передпосівний обробіток ґрунту плоскорізними знаряддями, є основою сучасних систем землеробства. Наукою і практикою встановлено, що внаслідок плоскорізного обробітку на поверхні поля залишається від 80 до 90 % рослинних решток, що запобігають вітровій та водній ерозіям ґрунту, забезпечують снігозатримання, зберігають вологу, сприяючи одержанню вищих врожаїв. Актуальним науково-практичним завданням під час проведення комбінованого обробітку є використання таких агрегатів, які б виконували передпосівний обробіток і зберігали структурність ґрунту, що впливає на природні фізико-механічні, хімічні й біологічні властивості. Структурним вважається грудкувато-зернистий ґрунт з вмістом агрегатів розміром від 0,25 до 20 мм понад 50 %, та ґрунтових агрегатів завбільшки менше ніж 0,25 мм не більше 15 % [2].

Огляд існуючих комбінованих ґрунтообробних агрегатів показав, що мало вивченою основною проблемою при обробітку ґрунту є зменшення руйнування ґрунту, надання раціональної структури, збереження вологи.

Мета дослідження: підвищення ефективності передпосівного обробітку ґрунту шляхом удосконалення комбінованого ґрунтообробного знаряддя.

Для умов Полісся найбільш раціонально використовувати планчасті котки. Діаметр такого котка перебуває в межах 230...380, товщина прутка 8...16, відстань між прутками 60...120 мм, кількість їх по колу котка 6...12. Особливо проходу культиватора або пружинної борони, обладнаної секціями планчастих котків, ґрунт має дрібно фракційну структуру і щільність 1,1...1,2 т/м³. Фронтально встановлені планки по спіралі в складі котка ущільнюють підповерхневий шар ґрунту на глибині 50...100 мм, проте недостатньо вирівнюють поверхню поля. Крім того, планчасті котки внаслідок жорсткого кріплення прутків забиваються рослинними залишками і ґрунтом при його підвищеній вологості. Це обмежує застосування на таких полях комбінованих машин, якісна робота яких досягається при вологості 18...22%. Таким чином необхідні роботи по подальшому узгодженню сумісної роботи котків в складі МТА, з узгодженням впливу параметрів котків на основні агротехнічні показники обробітку ґрунту. Провівши розрахунок впливу технологічних параметрів котка (діаметра d , мм; та результуючої сили P , Н) на нормальну силу (тиск)

згідно моделі (1), отримаємо аналітичні залежності, які можна відобразити графічно та знайдемо діапазони допустимих діаметрів котка.

Таким чином параметри котка представлені в табл. 1. забезпечують необхідну щільність ґрунту у випадку початкової щільності $\rho_0 = 900 \dots 1000 \text{ кг/м}^3$.

Подальші конструкційні та технологічні параметри (вагу котка G , крок планок l , ширину планки b , конструкційний діаметр котка D_k , кут закручування планки α , ширину котка B_k) можна встановити враховуючи робочу швидкість ґрунтообробного агрегата v та з огляду на суцільність обробітку. Для підвищення рівномірності обробітку ґрунту комбінованим агрегатом, вісі котків запропоновано встановити на плаваючій підвісці. Рівномірність ходу рами по поверхні ґрунту забезпечується за рахунок застосування балансирної підвіски, яка копіює рельєф поверхні поля. Ефективність роботи ґрунтообробних знарядь оцінювалась через покращення показників передпосівного обробітку ґрунту. Експериментальними дослідженнями встановлено, що інтенсивність руйнування структури ґрунту зменшується за рахунок використання послідовно розташованої пари котків. Кількість фракцій ґрунту з середнім розміром $d < 0,25 \text{ мм}$ і $d > 10 \text{ мм}$, зменшилась на 7,0 % і 2,5 % до базового агрегата та відповідно на 23,1 % і 29,6 %, до агрофону.

Встановлено, що ущільнення ґрунту при збільшенні швидкості понад 3,6 м/с (12,96 км/год) планчастим парним котком зменшується; діапазон результуючої сили раціонально утримувати в межах 15...75 кПа. При цьому коефіцієнт об'ємного зминання пропонованого варіанту агрегата на 20 % менший порівняно з агрофоном та на 21% більший за показник базового агрегата що у свою чергу, відповідає значенням в межах 1...5 Н/см³.

Розроблений ґрунтообробний агрегат порівняно з базовим у середньому забезпечує зменшення втрат вологи під час обробітку до 13 %, збільшення щільності до 25 % порівняно з базовим агрегатом. Абсолютна вологість ґрунту у шарі 0...40 мм після проведення обробітку при порівнянні з базовим варіантом була вищою на 62 %

Встановлено, що застосування комбінованого ґрунтообробного агрегата зменшує витрати праці за рахунок скорочення числа операцій на 23,6 %, сукупної енергії на 13,9 % порівняно з контрольним варіантом. Річний економічний ефект від застосування агрегата оснащеного експериментальними ущільнювачами в порівняно з базовим агрегатом становить 1056 грн. для площі 100 га.

Висновки. Аналіз існуючих комбінованих агрегатів культиваторного типу показав, що їх недоліком є високий ступінь руйнування структури ґрунту, який запропоновано вирішувати за рахунок використання пари планчастих котків. За умов застосування запропонованої конструкції встановлено, що інтенсивність руйнування структури ґрунту зменшується.

Кількість фракцій ґрунту з розмірами грудочок $d < 0,25\text{мм}$ і $d > 10\text{мм}$ зменшилась на 7,0 % і 2,5 % порівняно з обробітком базовим агрегатом та відповідно на 23,1 % і 29,6 %, до агрофону. Застосування запропонованого комбінованого ґрунтообробного агрегата зменшує витрати праці за рахунок скорочення числа операцій на 23,6 %, сукупної енергії на 13,9 % порівняно з контрольним варіантом.

УДК 631.171: 633.63

ОБГРУНТУВАННЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ КОРЕНЕЗБИРАЛЬНОЇ МАШИНИ

Теслюк В. В.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Ікальчик М. І.

ВП НУБіП України "Ніжинський агротехнічний інститут"

Марценюк І. С.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Важливим резервом збільшення валових зборів зернобобових, технічних та інших сільськогосподарських культур є ріст оснащеності сільськогосподарського виробництва високопродуктивними машинами, і підвищення їх експлуатаційних показників. Особливу увагу вимагає технічне забезпечення збирання коренеплодів кормових буряків. Тому вирішення технічних питань з модернізації машини, адаптація до конкретних умов вирощування коренеплодів кормових буряків є актуальною проблемою технологів і конструкторів.

Питанню техніко-технологічного забезпечення вирощування коренеплодів буряків присвячено багато досліджень. Аналіз літературних даних показує, що зменшення втрат технічних культур в країні лише на 1% рівнозначно збільшенню посівних площ на 5 відсотків.

За статистичними даними втрати кормових буряків під час збирання коливаються в межах від 4 до 13% і їх величина значною мірою залежить від типу збиральних машин та систем керування робочими органами.

Мета дослідження: підвищення якості збирання коренеплодів кормових буряків від пошкодження шляхом удосконалення копіра водія.

Одними з найбільш вагомих є втрати внаслідок механічного пошкодження коренеплодів в процесі їх викопування внаслідок несправності, або недостатньої ефективності автомата керування. Тому в конструкціях коренезбиральних машин, для забезпечення допустимого рівня пошкоджень і втрат, займає система керування (СК), яка повинна

забезпечити необхідну точність ведення комбайна по рядках при високих швидкостях збирання. Це дозволить підвищити продуктивність машини, зменшити втрати коренів, а також полегшити умови праці механізатора, оскільки система керування звільняє його від важкої монотонної роботи при керуванні машиною під час виконання технологічного процесу.

Серійний автомат керування коренезбиральної машини МКК-6 в нормальних умовах збирання кормових буряків задовільно виконує свої функції. Однак його конструкція не пристосована для збирання кормових буряків, які були вибиті гичкозбиральною машиною і знаходяться в міжряддях, що знижує його ефективність при експлуатації.

В результаті аналізу роботи копіра автомата керування коренезбиральної машини запропоновано нове вирішення технічної задачі, яке полягає в удосконаленні конструкції автомата керування коренезбиральних машин, шляхом удосконалення конструкції копіра.

Висновки. Використання запропонованого копіра автомата керування коренезбиральної машини дозволить підвищити ефективність використання бурякозбиральної техніки. Річний економічний ефект від впровадження запропонованого автомата водіння на одну машину склав 5962,8 грн.

УДК 631.171: 633.63

АКТУАЛЬНІСТЬ І ПЕРСПЕКТИВИ МІНІМАЛІЗАЦІЇ ПЕРЕДПОСІВНОГО ОБРОБІТКУ ВАЖКИХ ҐРУНТУ ПІД СІВБУ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ

Теслюк В. В.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Барановський В. М.

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Якубовський О. В.

Таращанський державний технічний та економіко-правовий коледж

Технологія вирощування цукрових буряків включає послідовно виконувані операції обробки ґрунту, внесення добрив, весняної передпосівної обробки, сівби та догляду за посівами, які забезпечують необхідні умови для проростання насіння, росту і розвитку коренеплодів та накопичення в них цукру а також збирання урожаю.

Передпосівний обробіток ґрунту характеризується своєчасним і якісним виконанням технологічних операцій з мінімальними впливом на створений агрофон. Багаторічні результати досліджень наукових установ

показують, що цукрові буряки досить вимогливі до якості передпосівної підготовки ґрунту. Тому для їх вирощування, повинні бути розроблені і впроваджені зональні прийоми і технології, які передбачали б мінімізацію передпосівного обробітку ґрунту, особливо важкого за механічним складом.

Мета дослідження: підвищення ефективності вирощування органічної продукції рослинництва.

Аналіз розвитку науки і практики в напрямку створення енергозберігаючих й ґрунтозахисних технологій виробництва цукрових буряків дав нам підстави для розробки, дослідження та впровадження способу їх виробництва на ґрунтах важких за механічним складом, який підвищує їх продуктивність, знижує матеріальні та енергетичні затрати. Суть її полягає в наступному: восени на фоні напівпарового або поліпшеного обробітку ґрунту на вирівненій поверхні поля культиватором (наприклад УКРП-5,4 або УСМК-5,4), обладнаним туковисівними апаратами, локально вносять мінеральні добрива, які розміщують по лінії майбутніх рядків на інтервалах заданої ширини міжрядь 45 см, в зоні найкращого розвитку кореневої системи рослин на глибину 16-20 см з одночасним формуванням гребенів спеціальними робочими органами над стрічками внесених добрив.

Формування гребенів восени сприяє інтенсивному накопиченню вологи, а весною швидкому дозріванню ґрунту в зоні гребенів, що дозволяє в більш ранні строки проводити сівбу і збільшити вегетаційний період. Ранньою весною гребені зрізають до висоти 3-4 см відносно поверхні з одночасним стрічковим внесенням гербіцидів в зону рядка з наступним висівом насіння цукрових буряків.

В результаті проведених досліджень встановлено, що за умов більш ранніх строків сівби відмічено зниження ураження рослин цукрових буряків коренеїдом в 1,8 рази порівняно з традиційним, отримано достовірний приріст урожайності коренеплодів і збір цукру відповідно на 4,8 т/га і 0,7 т/га, в той же час виключення прийомів весняного боронування, шлейфування, глибокого обробітку, суцільного внесення гербіцидів, передпосівного обробітку зумовило зниження витрат праці в 1,5 рази, пального - в 2,5 рази, грошових витрат - в 1,9 рази.

Висновки. Наукове і практичне обґрунтування технологічної операції передпосівного обробітку ґрунту шляхом осіннього формування гребенів показало позитивні результати і є актуальним для наукових досліджень та практичної реалізації технологічного процесу.

БІОТЕХНОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ПІДВИЩЕННЯ РЕЗИСТЕНТНОСТІ КУЛЬТУРНИХ РОСЛИН

Теслюк В. В., Мельник В. І., Ярощук Д. Г.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Втрати продукції рослинництва від шкідливих організмів становлять 30 – 50 %, що призводить до значних економічних збитків. Збільшення виробництва рослинницької продукції вирішують шляхом розробки і впровадження комплексних заходів сільськогосподарського виробництва [1]. Захист культурних рослин від біотичних стрес-чинників, особливо хвороб, в технологічному процесі вирощування польових культур був і залишається однією із кардинальних проблем. Для забезпечення одержання якісного і стабільного урожаю рекомендується використання екологічно безпечних, високоефективних заходів захисту сільськогосподарських культур від хвороб. Тому розробка і створення новітніх біотехнологій захисту культурних рослин від хвороб є актуальним науковим і практичним напрямом.

Використовуючи широкий спектр фундаментальних методичних підходів до вирішення цієї глобальної проблеми, біологи все більше уваги приділяють генетичному потенціалу стійкості, який повною мірою не реалізується культурною рослиною в умовах дії шкідливих організмів та екологічного стресу. Аналіз технологій засвідчує, що на практиці сьогодні ширше використовують хімічні засоби, а пестициди природного походження застосовують дуже обмежено, тому що біотехнологія їх одержання і застосування носить фрагментарний характер, не формалізована і не систематизована [2].

Мета дослідження: підвищення стійкості рослин проти негативних впливів шляхом впровадження технологій індукції захисних механізмів.

Опрацьовані нами наукові матеріали засвідчують, що нині актуального значення набуває системний підхід у вивченні новітнього способу підвищення природної стійкості рослин до хвороб шляхом стимуляції захисних механізмів із використанням біологічно активних речовин з елісаторними властивостями. Тому пошук ефективних біотехнологій одержання і застосування препаратів природного походження для індукування захисних механізмів рослин є актуальним у науковому і практичному аспектах [3, 4].

Встановлено, що полісахариди хітин, хітозан й глюкани володіють елісаторними властивостями, беруть участь в захисті культурних рослин від хвороб шляхом вмикання генів захисту та біосинтезу антипатогенних фітоантибіотиків – фітоалексинів.

Висновки. Отримані теоретичні і практичні результати ефективності цих полісахаридів дозволили нам розробити біотехнологію одержання мікобіопрепаратів й запропонувати новітні препарати на основі хітину, хітозану і глюканів.

УДК 631.363.2

ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЦЕСУ ПОДРІБНЕННЯ ГРИБНОЇ СИРОВИНИ МІКОБІОПРЕПАРАТІВ

Теслюк В. В.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Ікальчик М. І.

ВП НУБіП України "Ніжинський агротехнічний інститут"

Пономаренко М. І.

Таращанський державний технічний та економіко-правовий коледж

Сьогодні в світовому виробництві рослинницької продукції набуває поширення вирощування органічної продукції. Споживачами продукції вирощеної в умовах органічного землеробства в різних країнах є від 3 до 5 % населення. Одним із резервів збільшення валових зборів органічної сільськогосподарської продукції є зменшення втрат урожаю рослин від шкідників, хвороб і бур'янів.

Культурні рослини в період росту постійно перебувають в умовах стресу, який спричинений впливом шкідливих об'єктів, особливо хвороб, що призводить до щорічних втрат урожаю від 30–50%, в роки їх епіфітотійного розвитку майже всього. Сьогодні органічну продукцію отримують за рахунок мінімальної кількості технологічних компонентів в т. ч. препаратів для захисту рослин від хвороб, по причині незначного виробництва і нестабільності їх ефективної дії.

Аналіз біологічно активних речовин показує, що полісахариди, які характеризуються біологічною природою походження, є екологічно чистими, здатні стимулювати захисні властивості рослин.

Мета дослідження: підвищення ефективності біотехнології виробництва мікобіопрепаратів.

Одним із джерел одержання полісахаридів є біомаса грибів, яка містить й інші імуномодельючі речовини. В результаті аналізу біотехнологій одержання грибних полісахаридів нами запропонована і досліджена модельна біотехнологія одержання мікобіопрепаратів для органічного землеробства для захисту рослин від хвороб, яка включає основні та допоміжні технологічні операції. Основними технологічними

операціями є заготівля і попередня обробка сировини, подрібнення плодових тіл грибів, біотехнологія вилучення полісахаридів із клітинної стінки гриба. Однією із основних технологічних операцій виробництва мікобіопрепарату є подрібнення плодових тіл зазначених грибів з метою забезпечення максимальної ефективності процесу екстракції основної діючої речовини мікобіопрепаратів.

Для обґрунтування технологічних основ операції процесу і машин для подрібнення матеріалів нами досліджено ряд дробарок промислового і експериментального виробництва. Для дослідно-промислового забезпечення виробництва мікобіопрепаратів досліджено і адаптовано промислову дробарку „Котигорошко”.

Аналіз результатів отриманих експериментальних досліджень свідчить про те, що за умов застосування решета з діаметром калібрувальних отворів 6 мм продуктивність дробарки становить – 12,7 кг/год., фракційний склад частинок розмірами від 3 до 6 мм складає 88,1 %, що задовольняє технологічні вимоги. Застосування змінного решета з діаметром калібрувальних отворів 4 мм на 35,4 % зменшує продуктивність дробарки порівняно із решетом з отворами діаметром 6 мм, але наявність неподрібнених частинок розміром більше 3 мм складає менше 3 %.

Висновки. За результатами одержаних даних для дослідно-промислового виробництва рекомендовано використання дробарки „Котигорошко” із попереднім ручним розрубанням плодових тіл грибів на кусочки розмірами до 6 см, які проходять через завантажувальне вікно дробарки змінного решета із діаметром калібрувальних отворів 6 мм.

УДК 631

ПАРАМЕТРИ ВПЛИВУ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ З УРАХУВАННЯМ УМОВ ЗОВНІШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Дев'ятко О. С., Андрощук А. О.

*Національний університет біоресурсів і природокористування України
Денисенко М. І.*

*Відокремлений структурний підрозділ «Немішайівський фаховий коледж
Національного університету біоресурсів і природокористування України»*

Під час формування технологічних карт по вирощуванню – агрокультура є першочерговим елементом, далі визначаються наступні складові компоненти (площа, запланована урожайність, відстань перевезення та ін.) [1-4].

Відповідно до територіальної приналежності господарства (Полісся; Лісостеп; Степ; Гірські та передгірські райони), вибір обробітку ґрунту залежить від технології за якою відбувається вирощування відповідної агрокультури. При цьому враховують час початку виконання робіт чи це весна або літньо-осінній період. Агрокультури розподіляються на види (озимі, технічні та ін.). Важливим показником початку робіт є фізична стиглість ґрунту та агрострок виконання запланованого обробітку.

Температурні показники визначають стан вологості ґрунту, а також основу часу виконання його обробітку. При цьому час настання є різним за агростроками для відповідних видів агрокультур.

Технологічні операції виконують машинні агрегати, які задіяні в весняний період. Найбільш застосовними є боронування та культивація для закриття вологи й знищення бур'янів.

Таким чином, знаючи параметри впливу обробітку ґрунту з урахуванням умов зовнішнього середовища стає можливим виявити кількість днів, що фактично необхідно затратити на виконання технологічного заходу, витрати, які вкладаються на даний захід і вплив на майбутню врожайність.

Список використаних джерел

1. Operation of machines and equipment: educational manual / Yaroslav Mykhailovych, Olena Deviatko, Michael Tuziuk – Kyiv: NUBiP of Ukraine, 2023 p.-212 p.

2. Application of Nanomaterials and Nanotechnologies to Increase the Durability of Agricultural Machinery Working Bodies Denisenko, M., Deviatko, O., Kanivets, N., Mushtruk, N., Tuziuk, M. *Lecture Notes in Mechanical Engineering*, 2024, pp. 371–381

3. Innovative engineering modeling technological process of urine collection in dogs Deviatko, O., Kanivets, N., Lokes-Krupka, T., Kravchenko, S., Mushtruk, M. *Engineering for Rural Development*, 2023, 22, pp. 445–453

4. An Increase in the Service Life and Reliability of Machines' Structural Components Using Innovative Engineering Solutions Deviatko, O., Denisenko, M., Mushtruk, M., Kanivets, N., Slobodyanyuk, N. *Lecture Notes in Mechanical Engineering*, 2024, pp. 14–24

УДК 621.89:621.762:621.822

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ЛИТИХ ЛЕМЕШІВ З ВИСОКОМІЦНОГО БЕЙНІТНОГО ЧАВУНУ

Миропольський О. М.

*Інститут післядипломної освіти Національного університету харчових
технологій*

Вечера О. М.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Зважаючи на величезний попит в Україні на деталі сільськогосподарської техніки різної номенклатури, підвищення їх зносостійкості передбачає величезні прибутки від економії людських та матеріальних ресурсів з одночасним покращенням якості обробки землі (оранки). Інтенсивність зношування робочих частин землеоброблювальної техніки залежить від низки зовнішніх чинників: щільності та вологості ґрунту, кількості та виду абразивних частинок в його складі, температури навколишнього середовища. У цьому сенсі викликом для матеріалознавців є створення приладдя для обробки ґрунтів, яке здатне зберігати свою форму та розміри під час довгострокової експлуатації.

Порівняльний аналіз робочих органів вітчизняних і закордонних плугів показує, що останні за якістю виготовлення значно переважають вітчизняні плуги. Один із недоліків є низька стійкість лемешів проти спрацювання (25 – 30 га проти 80-100 га у зарубіжних). Щорічна потреба в лемешах понад 1 млн. шт., тобто щорічно втрачається через відсутність утилізації більше 4,5 тисячі тон лемішної сталі, якої не вистачає. Крім того, виробництво лемешів в Україні щорічно падає, а постачання даної продукції з-за кордону ростуть. Сучасні українські лемеші мають низьку якість виготовлення, крім того метал не завжди відповідає вимогам стандартів, що приводить до підвищеного їх спрацювання. Лемеші закордонних виробників, наприклад фірми LEMKE, по вартості значно дорожчі (у 5-8 разів) і не завжди відповідають по геометрії плугам вітчизняного виробництва.

Одним із основних напрямків вдосконалення робочих органів вітчизняних плугів є підвищення надійності і стійкості проти спрацювання лемешів завдяки використанню відповідних матеріалів і сучасної технології їх виготовлення. Для успішного розв'язання цієї проблеми доцільно використати досвід США, Німеччини, Японії, Франції, Китаю та інших розвинутих країн світу де швидкий розвиток одержують бейнітні високоміцні чавуни з кулястим графітом (БВЧКТ). Зазначений матеріал широко застосовується для важко навантажених деталей, що працюють в

умовах абразивного зносу. Деталі з бейнітного чавуну на 10-15 % легше аналогічних сталевих і на 30 % дешевше у виготовленні. Зносостійкість і довговічність деталей із БВЧКГ у 2-4 рази вище ніж у сталевих.

Представляє значний практичний інтерес використовувати для виробництва лемешів і інших деталей ґрунтообробної техніки, що вимагають високої зносостійкості і міцності, бейнітний високоміцний чавун.

Попередні пошукові роботи в інституті високоміцного чавуну та комплексних модифікаторів (ІВЧКМ) показали, при умові усунення недоліків в литих зразках по геометрії і якості поверхні, що технологічно цілком можливо, реально довести ресурс литих лемешів з бейнітного високоміцного чавуну до рівня 80-100 га на одиницю, особливо на піщаних ґрунтах.

За попередніми оцінками використання бейнітного високоміцного чавуну знизить потребу в цих деталях у 2,5 рази і заощадить більш дорогу лемішну сталь. Чавунні лемеші спрацьовані до граничного зносу можна використовувати для повторного литва.

УДК 631.35:633.78

ОСОБЛИВОСТІ ЗБИРАННЯ ЦИКОРІЮ КОРЕНЕПЛІДНОГО

Ткач О. В.

ЗВО «Подільський державний університет»

Овчарук О. В.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Цикорій відноситься до невибагливих рослин, яка може при дотриманні певних умов вирощування приносити значні прибутки. Завдяки стійкості рослини до хвороб і шкідників захисні заходи із застосуванням різних ядохімікатів не потребуються. Недосконалість існуючих технологій вирощування даної культури в Україні призводить до значних затрат коштів і великих втрат коренеплідів цикорію при збиранні. Це пояснюється низькою механізацією технологічного процесу вирощування а насамперед збирання та процесу викопування коренів, що обумовлено специфічними фізико-механічними властивостями коренеплідів цикорію.

Головною причиною, що стримує широке впровадження у виробництво цикорію коренеплідного - є низький рівень механізації вирощування, а особливо збирання та відсутність рекомендацій щодо його зберігання. Для вирішення поставлених проблем слід розробити сучасну

комплексну технологію вирощування і технічні засоби для збирання цикорію коренеплідного.

При вирощуванні цикорію коренеплідного основними чинниками, які впливають на формування і ріст коренів є сівба, догляд за посівами та збирання врожаю. Технологічні процеси з сівби та догляду за посівами були досліджені, тому більш детально необхідно зупинимось на збиранні врожаю.

Цикорієм, технологією вирощуванням і селекцією, займаються науковці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААНУ, Хмельницької державної сільськогосподарської дослідної станції ІКСГП НААНУ і ЗВО «Подільський державний університет». За останні роки ними досягнуто значних успіхів у селекції цикорію. Проведено реєстрацію й районовано в цикорієсіючих господарствах України нові сорти цикорію з підвищеним вмістом інуліну - «Уманський-95, Уманський-96, Уманський-99». Частково вказаними науково-дослідними установами було вирішено проблему посіву, догляду за рослинами при вирощуванні цикорію коренеплідного [1,5], але повністю залишено поза увагою основне питання - розробка технологічного процесу та технічних засобів для збирання цикорію коренеплідного [3].

Для удосконалення технологічного процесу збирання цикорію коренеплідного, розробки робочих органів, обґрунтування їх параметрів і режимів роботи, в першу чергу, необхідно встановити властивості коренеплодів основних районованих сортів цикорію та визначити оптимальні умови для їх зберігання.

Перед збиранням врожаю на полях з ущільненим ґрунтом міжряддя рихлять культиваторами на глибину 8-12 см в 1-2 прийоми, що сприяє підвищенню якості збирання. Необхідно пам'ятати, що цикорій повинен бути зібраний до морозів і найкраще – у суху погоду. В Україні кращі терміни збирання цикорію припадають на другу половину вересня - початок жовтня, а при теплій осені можуть бути продовжені до кінця жовтня [4].

При виборі оптимальних параметрів робочих органів збиральної техніки необхідно враховувати величину захисної зони коренеплодів. Для копального органу одnobічної дії вона складає 78,8 мм, а двобічної 33,8 мм, тобто в 2,3 рази менше. У зв'язку з цим перед збиранням необхідно визначити параметри зони відхилення коренеплодів від умовної лінії рядків закономірності розташування, ширину міжрядь, діаметр, довжину коренеплодів, фактори при врахуванні яких ушкодження коренеплодів цикорію буде мінімальним. Установлено, що якість збирання в значній мірі залежить від форми коренеплоду. Для механізованого збирання найбільш придатними виявилися сорти цикорію з конічною формою коренеплоду. Вони забезпечували у виробничих умовах врожай коренеплодів до 33,0 т/га, збір інулін – до 6,0 т/га і мали найменші втрати при збиранні в межах 5-12

%. Даним критеріям найбільш повно відповідають сорти Уманський-95, Уманський-97 і Уманський-99 [1,5].

При збиранні стандартними вважають коренеплоди цикорію діаметром понад 2 см. Їхній поділ на стандартну і нестандартну фракції найкраще робити за допомогою сортувального пункту ПСК-6 він не тільки розділяє коренеплоди за розмірами, але очищає їх від домішок і ушкоджених коренеплодів. Між збиранням коренеплодів цикорію, їхнім сортуванням і здачею на завод не повинно бути великого розриву в часі [1].

Таблиця 1

Характеристика основних ознак і властивостей сортів цикорію з різною формою коренеплоду

Показник	Сорт і форма коренеплоду		
	Уманський 90, видовжена	Уманський 96, циліндрична	Уманський 99, конічна
Довжина коренеплоду, см	27,7-29	24,9-27,5	23,0-24,2
Діаметр коренеплоду, см	4,9-9,0	5,8-8,3	5,9-8,7
Висота голівки, см	1,248	1-3	0,8-2,5
Врожай т/га	20,6-29,1	20,0-33,6	21,9-33,0
Маса коренеплоду, г	416-456	352-464	470-482
Вміст інуліну, %	15,9-17,2	15,7-18,0	16,2-18,1
Збір інуліну, т/га	3,3-5,0	3,1-6,0	3,8-6,0
Втрати при збиранні, %	17-35	8-20	5-12

Листя й обрізані голівки цикорію доцільно використовувати на корм худобі. Встановлено, що в середньому врожай листя з обрізаними голівками (12 т/га) знаходиться 0,78 т/га засвоюваного білка, стільки ж, як і в 22,8 т/га картоплі чи 6,5 т житніх висівок. Зелена маса листя цикорію коренеплідного швидко в'яне, тому при великих обсягах збирання її доцільно силосувати з соломною і кормовими культурами. Кормова цінність коренеплодів цикорію аналогічна цінності цукрових буряків. Годівля листям й обрізаними голівками цикорію тварин не тільки підвищує їхню продуктивність, але і робить їх стійкими до багатьом захворювань [5].

Висновок. Виходячи з цього можна зробити висновок, що серійні коренезбиральні машини не можуть ефективно і без витрат провести збирання, через значну довжину продуктивної частини коренів 18-27 см і наявності у викопуючих органах машин значних зусиль, які згинають і скручують коренеплод. Проблема механізованого збирання коренів цикорію є актуальною не тільки в Україні. При вирішенні цього питання

вчені пішли шляхом виведення нових сортів цикорію, форма коренеплодів у яких конічна і подібна по формі до цукрового буряка. Для викопування застосовують бурякозбиральні машини після незначного їх переобладнання.

Список використаних джерел

1. Енергозберігаюча технологія вирощування цикорію коренеплідного з комбінованою шириною міжрядь (рекомендації) / М.І. Бахмат, О.В. Ткач, В.Л. Курило, В.Г. Молдован, А.В. Моргун. Кам'янець–Подільський: Аксіома, 2019. 54 с.

2. Гументик М. Я. Обґрунтування параметрів робочих органів для підкопування коренеплодів цикорію// Зб. наук. пр. ЦБ УААН. Київ - 2000. – С. 139 - 141.

3. Tkach O., Pantsyreva H., Ovcharuk O., Ovcharuk V., Padalko T., Tkach L, Amorcite O. Influence of feeding area on development, productivity and nutritional value of chicory. Estonian University of Life Sciences. Agronomy Research. 2024. Vol. 22 (1) P. 301-312

4. Ткач О.В. Енергозберігаючий спосіб вирощування цикорію коренеплідного з комбінованою шириною міжрядь. Подільський вісник: сільське господарство, техніка, економіка. Кам'янець-Подільський, 2019. Вип. 31. С. 30-36.

5. Яценко О.Я. Цикорій коренеплідний: Біологія, селекція, виробництво і переробка коренеплодів: Навчальний посібник. - Умань: ФПЦБ УААН, 2003.- 161 с.

6. Ткач, О.В., Овчарук, О.В., Підлісний, В.В. (2017). Вирощування цикорію кореневого з комбінованою шириною міжрядь [Growing chicory root with combined row spacing]. У: Сучасні проблеми землеробської механіки: збірник наукових праць XVIII міжнародної наукової конференції, с. 206–208.

УДК 631.15:636.03

ВНЕСЕННЯ РІДКИХ ДОБРИВ ҐРУНТООБРОБНИМ АГРЕГАТОМ ПРИ ВИРОЩУВАННІ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ

Панченко А. М., Волянський М. С.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Внесення рідких добрив є важливою складовою технології вирощування озимої пшениці, оскільки воно забезпечує оптимальні умови для розвитку рослин і підвищує врожайність. Використання аміачної води, як рідкого добрива, має низку переваг, таких як швидке засвоєння

рослинами, рівномірний розподіл у ґрунті та зменшення втрат азоту. Водночас аміачна вода активно взаємодіє з ґрунтом і потребує ретельного контролю дозування та умов внесення [1-6].

Ґрунтообробні агрегати, зокрема культиватори для суцільного обробітку, є ефективним засобом для внесення рідких добрив. Культиватор дозволяє поєднувати обробку ґрунту з внесенням добрив, що підвищує ефективність використання ресурсів і знижує витрати. У системах з внесенням рідких добрив на основі культиватора ключовими елементами є насоси для подачі рідини, баки для добрив та розподільчі системи, які забезпечують рівномірний розподіл добрива у його глибші шари.

Ефективність застосування аміачної води в поєднанні з культиватором можна оцінювати за впливом на ріст і розвиток озимої пшениці. Таке внесення сприяє оптимальному азотному живленню рослин, що особливо важливо на початкових етапах їх розвитку. Порівняння економічної ефективності різних методів внесення добрив показує переваги використання культиваторів завдяки інтеграції технологічних операцій, що дозволяє зменшити витрати на паливо, робочу силу та технічне обслуговування.

Особливу увагу слід приділити технологічним аспектам внесення аміачної води. Для досягнення максимального ефекту необхідно правильно налаштувати параметри роботи культиватора, включаючи глибину обробітку ґрунту, швидкість руху агрегата та тиск подачі рідини. Вибір оптимальних параметрів залежить від типу ґрунту, погодних умов та стану рослин.

Важливо також враховувати екологічні аспекти внесення аміачної води. Незважаючи на її високу ефективність, є ризики забруднення ґрунтових вод і навколишнього середовища при неправильному використанні. Тому, доцільно розробляти і впроваджувати технології, що мінімізують негативний вплив на екосистеми.

Таким чином, аналіз систем внесення рідких добрив за допомогою культиватора для суцільного обробітку демонструє їх високу ефективність при вирощуванні озимої пшениці, водночас потребуючи ретельного планування технологічних операцій та врахування екологічних факторів.

Список використаних джерел.

1. <https://uapg.ua/blog/dobryva-dlya-ozimoi-pshenici/>
2. https://rkd.com.ua/uk/2022/01/28/ammonia_water_application/
3. <https://uapg.ua/blog/amiachna-voda/>
4. Технологія STRIP-TILL від MZURI PRO-TIL
<https://mzuri.in.ua/ua/tehnologija/#>
5. <https://agrokalina.store/ua/g92147096-turbokultivator-verdis>
6. Комбіновані ґрунтообробні агрегати
<https://agroexpert.ua/kombinovani-gruntoobrobni-agregati-0/>

УДК 631.5:629.793

КЕРОВАНЕ ВНЕСЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ МАТЕРІАЛІВ

Кулібаба Н. І.

Національного університету біоресурсів і природокористування України

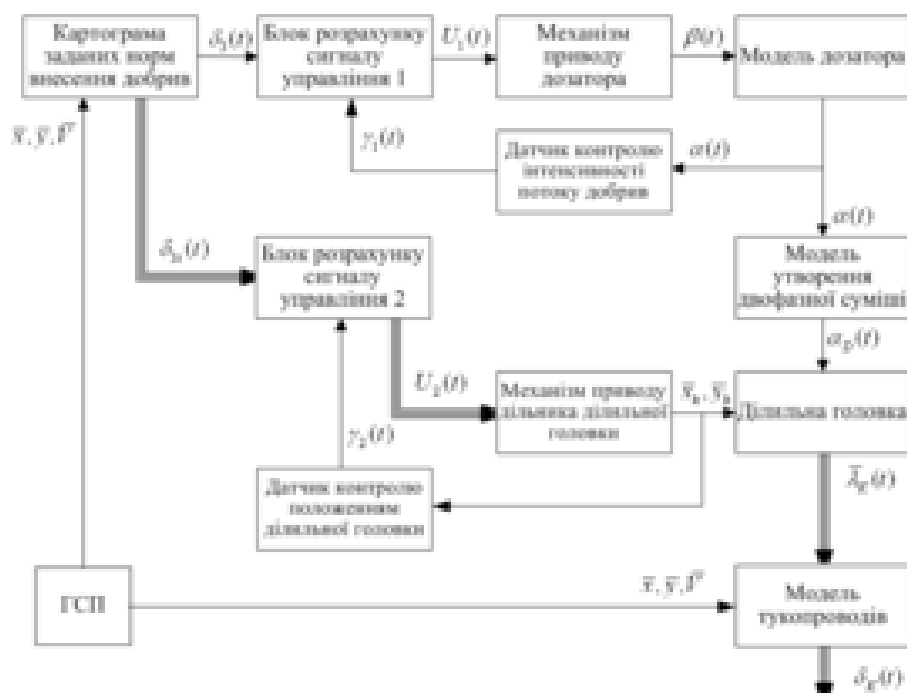


Рис. 1. Розрахункова схема керування процесами дозування і перерозподілу технологічних матеріалів [1].

Кінцева щільність розподілу технологічного матеріалу по площі поля визначається [1]:

$$\delta_{Kij} = \frac{\lambda_{Ki} 10^4 (t + \tau_j)}{B \cdot S}, \text{ кг/га}$$

де λ_{Ki} – інтенсивність потоку добрив по i -му каналу регулювання; τ_j – час запізнення доставки ТМ до периферійних сошників; $j = 1, 2, \dots, n$ – порядковий номер сошника в i -му каналі регулювання.

Висновок. Розроблена математична модель автоматизованої зміни норми внесення мінеральних добрив, описує узгоджену роботу дозуючих та перерозподіляючих систем в процесі формування місцевизначеної щільності розподілу матеріалу по площі поля.

Список використаних джерел

1. Система точного землеробства: Навч. посібник [Текст] / [Л.В. Аніскевич, М.О. Свірень, М.М. Коваленко та ін.]. Кропивницький: Лисенко В.Ф. 2016. 104 с.

УДК 631.33.024.4

УТОЧНЕННЯ РУХУ МАТЕРІАЛЬНОЇ ЧАСТИНКИ ПО ВВІГНУТІЙ ПОВЕРХНІ

Лавріненко О. Т.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Одним із ключових напрямів підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва, зокрема в галузі рослинництва, є впровадження підґрунтового-розкидного способу внесення мінеральних добрив та висіву зернових культур. Для реалізації цього методу використовуються спеціалізовані сошники, центральним елементом яких є розподільник, що забезпечує рівномірний розподіл насіння або добрив на площі живлення рослин.

Аналіз руху частинок по криволінійних поверхнях у контексті конструкцій розподільників насіння сошників для підґрунтового-розкидного способу сівби був виконаний багатьма дослідниками. У більшості досліджень розподільник моделювався як тіло, утворене шляхом обертання криволінійної твірної навколо вертикальної осі. Основною метою цих досліджень було обґрунтування геометрії кривої, яка забезпечує мінімальні втрати швидкості частинок після їх взаємодії з поверхнею [1].

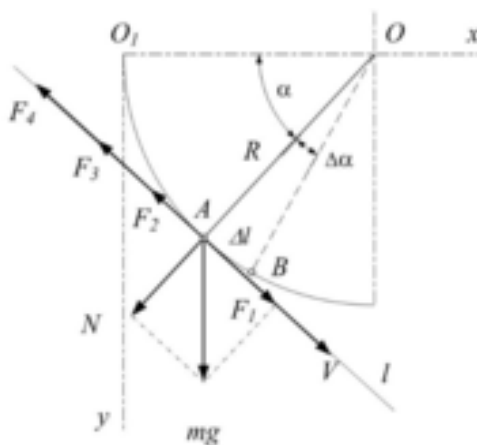


Рис. 1. Схема до аналізу процесу руху матеріальної точки (насінини) по ввігнутій поверхні

Дослідження різних форм поверхонь розподільників встановили, що всі вони забезпечують розподіл насіння по ширині захвату лапового сошника, проте найкращу рівномірність показали поверхні, утворені кривою третього порядку та брахістохроною [2, 3, 4]. З короткого аналізу опублікованих результатів досліджень можна зробити висновок, що всі вони спрямовані на оцінку ввігнутої поверхні певної форми. Питання

залежності втрат швидкості частинки в процесі її руху від основних чинників залишаються недостатньо дослідженими. Крім того, відсутній аналіз відносного ступеня впливу цих чинників на зміну швидкості.

Схема процесу руху частинки по ввігнутій поверхні представлена на рис. 1.

В процесі руху матеріальної частинки по ввігнутій поверхні на неї по лінії руху діють такі сили:

– складова сили тяжіння частинки:

$$F_1 = mg \cos \alpha; \quad (1)$$

– сила тертя, обумовлена силою ваги частинки:

$$F_2 = fN = fmg \sin \alpha; \quad (2)$$

– сила тертя, обумовлена відцентровою силою:

$$F_3 = f \frac{mV^2}{R}; \quad (3)$$

– сила опору повітря:

$$F_4 = mKV. \quad (4)$$

де m – маса частинки, г;

g – прискорення вільного падіння ($g = 9,81 \text{ м/с}^2$);

f – коефіцієнт тертя;

V – швидкість руху частинки, м/с;

R – радіус кривизни, м;

K – коефіцієнт опору повітря, с^{-1} .

Якщо розглядати процес руху частинки по дузі кола радіусом R в момент знаходження частинки в точці A із швидкістю V_1 її кінетична енергія E_1 визначена рівнянням:

$$E_1 = \frac{mV_1^2}{2}. \quad (5)$$

Після проходження частинкою шляху, рівного елементарній частині дуги Δl , кінетична енергія частинки зменшується на величину, що визначається рівнянням:

$$\Delta E_1 = F_1 \Delta l - F_2 \Delta l - F_3 \Delta l - F_4 \Delta l. \quad (6)$$

Після ряду перетворень) отримаємо рівняння для визначення швидкості V_2 після проходження частинкою дуги в інтервалі початкового та кінцевого кутів α .

$$V_2 = \sqrt{V_1^2 + 0,0348 \cdot \Delta \alpha (g \cos \alpha R - f g \sin \alpha R - f V_1^2 - K V_1 R)}. \quad (7)$$

Найчастіше інтервал близький до $0 - 90^\circ$.

За результатами розрахунків побудовані графіки залежності кінцевої швидкості частинки від основних параметрів.

На рис. 2 представлена залежність швидкості V_n від кута α , початкової швидкості V_1 та радіуса R . З рисунка бачимо, що характер залежності V_n від α для різних значень V_1 не однаковий. Вплив радіуса кривизни на V_n також залежить від величини початкової швидкості V_1 .

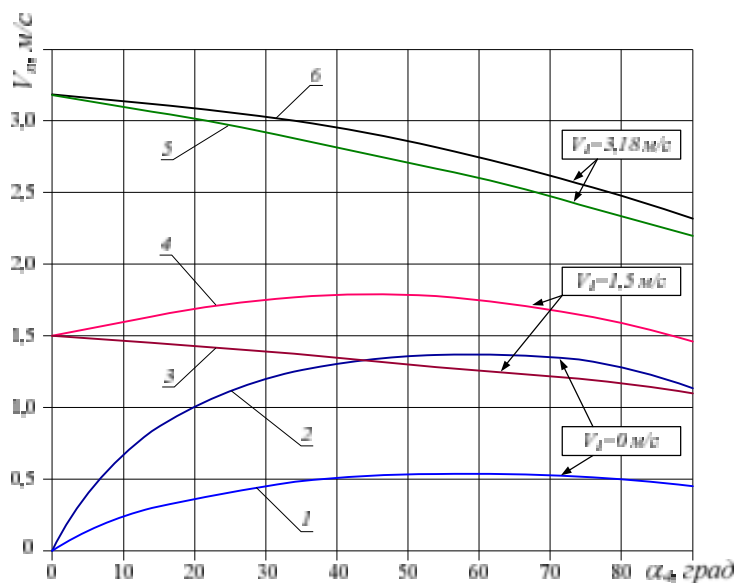


Рис. 2. Залежність вихідної швидкості V_n від кута α при різних значеннях вхідної швидкості V_1 та радіуса дуги R : 1, 3, 5 — $R = 0,025$ м; 2, 4, 6 — $R = 0,2$ м.

На основі аналізу наведеного графіка можна зробити висновок, що при швидкості руху частинок понад 2-3 м/с зміною форми ввігнутої поверхні суттєво зменшити втрати швидкості неможливо. Зменшення впливу радіуса кривизни на зменшення швидкості частинки зі збільшенням початкової швидкості можна пояснити тим, що зі зростанням швидкості збільшується питоме значення втрат енергії, зумовлене відцентровою силою, величина якої не залежить від радіуса кривизни.

Список використаних джерел

1. Василенко П. М. Теория движения частицы по шероховатым поверхностям сельскохозяйственных машин. К.: УСХА, 1960. 282 с.
2. Дейкун В.А. Визначення початкової швидкості руху часток добрив в місці їх виходу з туконапрятника. Розвиток наукових досліджень: Матеріали восьмої міжнародної науково-практичної конференції. Полтава: «ІнтерГрафіка», 2012. С. 30–33.
3. Демидко М. О., Лавріненко О. Т. Методика визначення статистичних характеристик коефіцієнта опору повітря та аналіз їх впливу на рух насіння в робочих органах сівалки-культиватора. «Технічний прогрес у сільськогосподарському виробництві»: XXII Міжнар. наук.-техн. конф. та Всеукр. конф.-семінар аспірантів, докторантів і здобувачів у галузі аграрної інженерії., 21–23 травня 2014 р.: матеріали конф. Глеваха, 2014. С. 234–238.
4. Засць М.Л. Обґрунтування швидкості надходження насіння в сошник для підґрунтового-розкидного способу посіву. Сільськогосподарські машини. Вип. 16. Луцьк: Ред.- вид. відділ ЛДТУ, 2007. С. 81-89.

ЗМІСТ

Стор.

Секція

*Стан та перспективи розвитку
сучасної землеробської механіки*

1. ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНІ РЕЗЕРВИ ПІДВИЩЕННЯ УРОЖАЙНОСТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР <i>Адамчук В. В.</i>	5
2. МЕХАНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ЗБЕРЕЖЕННЯ РОДЮЧОСТІ ҐРУНТІВ В УМОВАХ ЗМІНИ КЛІМАТУ <i>Адамчук В. В., Грицишин М. І., Перепелиця Н. М., Насонов В. А.</i>	9
3. АНАЛІЗ ПРИЧИН НЕПРОДУКТИВНИХ ВИТРАТ ПАЛЬНОГО В РОСЛИННИЦТВІ <i>Мироненко В. Г.</i>	13
4. АДАПТАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ КАРТОПЛІ ДО ЗМІНИ КЛІМАТУ <i>Пастухов В. І., Мельник О. В.</i>	15
5. DEVELOPING A CONTROLLED TRAFFIC (TRAMLINE) FARMING SYSTEM <i>Kuvachev V. P.</i>	18
6. ДОСЛІДЖЕННЯ ЩІЛЬНОСТІ КОМПОЗИЦІЙНОГО СКЛАДУ ҐРУНТУ ІНДУКЦІЙНИМ МЕТОДОМ <i>Кравчук В. І., Іванюта М. В.</i>	21
7. USING MACHINE VISION TO IDENTIFY GRAIN MATERIALS <i>Stepanenko S.P., Kuzmych A., Dnes V., Shvydia V.</i>	24
8. РОЗМІНУВАННЯ ОРНИХ ЗЕМЕЛЬ В УКРАЇНІ <i>Хмельовський В. С.</i>	26
9. АНАЛІЗ АБРАЗИВНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ҐРУНТІВ <i>Борак К. В., Куликівський В. Л., Прищепя А. В.</i>	28
10. ПЕРЕВАГИ ЗАСТОСУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ STRIP-TILL	32

Мартишко В. М., Плахотник А. В.

11. ОСНОВНІ НАПРЯМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ БЕЗПЕКИ В СИСТЕМІ «ЛЮДИНА-МАШИНА-СЕРЕДОВИЩЕ» <i>Куликівський В. Л., Руднік Д. І.</i>	34

12. АКТУАЛЬНІСТЬ РОЗУМНОГО СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА <i>Ребенко В. І.</i>	36

Секція

Механіко-технологічні процеси, робочі органи та машини для рослинництва

1. ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ РУХУ САМОХІДНОЇ МАШИНИ З РОБОЧИМИ ОРГАНАМИ РЕАКТИВНОГО ТИПУ В СИСТЕМІ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА <i>Кувачов В. П., Дружич В. М., Шевченко С. О., Зеленов К. О.</i>	42

2. АНАЛІЗ ЗНАРЯДЬ ДЛЯ БЕЗПОЛИЦЕВОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ПІД ЧАС РОБОТИ НА СХИЛАХ <i>Міненко С. В., Кузьмич В. С., Герасимчук Д. В.</i>	45

3. МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ҐРУНТООБРОБНИХ МАШИН <i>Грудовий Р. С., Прохорчук В. А., Герасимчук Д. В.</i>	48

4. АНАЛІЗ ЗАСТОСУВАННЯ КОНСТРУКТИВНИХ СПОСОБІВ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ҐРУНТООБРОБНИХ МАШИН І ЗНАРЯДЬ <i>Савченко В. М., Денесюк В. В., Тертерян Р. С.</i>	51

5. ОГЛЯД КОНСТРУКЦІЙ РОТАЦІЙНИХ ҐРУНТООБРОБНИХ МАШИН ТА ЗНАРЯДЬ ЗІ СПІРАЛЬНО-ГВИНТОВИМИ ТА ГОЛЧАСТИМИ РОБОЧИМИ ОРГАНАМИ <i>Куликівський В. Л., Лахай Б. С.</i>	55

6. АНАЛІЗ СОШНИКІВ ПОСІВНИХ АГРЕГАТІВ <i>Бучко І. О., Добранський С. С.</i>	58
7. СПОСІБ МУЛЬЧУВАННЯ ҐРУНТУ В САДАХ І ЯГІДНИКАХ	61

Мартишко В. М., Громов В. В.

8. ПРИСТРІЙ ДЛЯ КЕРУВАННЯ САДОВОЮ ФРЕЗОЮ

Мартишко В. М., Долінський Я. М. 63

9. АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ І ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ЗБИРАННЯ НАСІННЯ СОНЯШНИКУ

Мартишко В. М., Чащовий Д. В. 64

10. ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ РІДИННО-ПОВІТРЯНОГО ПОТОКУ

Заєць М. Л., Бабич О. М. 65

11. ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ДЛЯ ВЕРТИКАЛЬНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ

Заєць М. Л., Павлущенко В. В. 70

12. ОБГРУНТУВАННЯ КІНЕМАТИЧНОГО РЕЖИМУ РОБОТИ СЕПАРАТОРА КАРТОПЛЯНОГО ВОРОХУ

Заєць М. Л., Пижик Я. С. 74

13. ОБГРУНТУВАННЯ МЕТОДИКИ МОДЕЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ДИСКОВИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ҐРУНТООБРОБНИХ МАШИН

Волик Б. А., Кобець О. М., Лепеть Є. І. 78

14. ВИБІР РОЗБРИЗКУВАЧІВ ДЛЯ ВНЕСЕННЯ КАС

Кобець О. М., Лепеть Є. І. 81

15. ВИКОРИСТАННЯ ПОВІТРЯНОЇ ЗАВІСИ ДЛЯ ПРОТИДІЇ ВІТРУ ПІД ЧАС ОБПРИСКУВАННЯ ПОЛЬОВИХ КУЛЬТУР

Вожик Ю. Г., Панасюк В. І. 84

16. JUSTIFICATION OF TECHNICAL MEANS FOR DRYING RAPESEED

Нароніук Т., Zabrodotska L. 87

17. РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ ПНЕВМОМЕХАНІЧНОГО ВИСІВНОГО АПАРАТА ТОЧНОГО ВИСІВУ

Васильковська К. В., Ференц Р. В. 90

18. НАУКОВО-ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОГО ВИКОРИСТАННЯ САПРОПЕЛІВ У РОСЛИННИЦТВІ

Цизь І. Є. 93

19. МОДЕЛЮВАННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ПРУЖНОГО СТОЯКА З РЕГУЛЯТОРОМ ЖОРСТКОСТІ <i>Козаченко О. В., Волковський О. М.</i>	96
20. РУХ НАСІННЯ У МІЖДЕКОВОМУ ПРОСТОРІ ВІБРОФРИКЦІЙНОГО СЕПАРАТОРА <i>Козаченко О. В., Піх Є. О.</i>	99
21. ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ДОВЖИНИ ТРАЄКТОРІЇ РУХУ ЗЕРНІВКИ ПО ПОВЕРХНІ РОБОЧОГО ОРГАНА ДЛЯ ПОШАРОВОЇ ОБРОБКИ НАСІННЯ <i>Ратушний В. В., Віртур П. І., Косовець Ю. В., Онищенко В. Б.</i>	102
22. ВИЗНАЧЕННЯ ДЕФОРМАЦІЇ S-ПОДІБНОГО СТОЯКА КУЛЬТИВАТОРНОЇ ЛАПИ <i>Пилипака С. Ф., Хропост В. І.</i>	105
23. НОВІ ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ПІДХОДИ ДО ЗБИРАННЯ ГИЧКИ КОРЕНЕПЛОДІВ <i>Барановський В. М., Кухар О. Г.</i>	108
24. ДО ПИТАННЯ ВИЗНАЧЕННЯ КУТА І ШВИДКОСТІ ВИЛЬОТУ ЧАСТИНКИ ДОБРІВ, ЩО ВИКИДАЄТЬСЯ ШНЕКОМ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО БАРАБАНА <i>Деркач О. П., Попов О. С.</i>	112
25. ДО ПИТАННЯ ВИЗНАЧЕННЯ ВІДСТАНІ ВІД ОСІ РОТОРА ДО ПОЛИЦІ КОМБІНОВАНОГО КОРПУСА РОТОРНОГО ПЛУГА <i>Деркач О. П., Глибовець В. Д.</i>	114
26. ВІБРОФРИКЦІЙНИЙ СЕПАРАТОР ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ПОСІВНОГО МАТЕРІАЛУ ПЕРЦЮ СОЛОДКОГО <i>Козаченко О. В., Михайлов А. Д., Бакум М. В., Крекот М. М., Козій О. Б., Дяченко Д. Ю., Калина С. Ю.</i>	116
27. ДОЗАТОР НАСІННЯ СПРЯМОВАНОЇ ДІЇ <i>Потик П. С., Янко М. О.</i>	118
28. ENSURING THE RELIABILITY OF CULTIVATORS WITH ELASTIC STANDS, TAKING INTO ACCOUNT THE NUMBER OF WORKING MEMBERS <i>Alforov O. I.</i>	120

29. КІНЕМАТИКА МЕХАНІЗМУ НАВІСКИ ОЧИСНИКА ГОЛІВОК КОРЕНЕПЛОДІВ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ <i>Ліннік А.</i>	123
30. ОСОБЛИВОСТІ КОНСТРУКЦІЙ І ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЄКТУВАННЯ ГВИНТОВИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ <i>Гевко І. Б., Дячун А. Є., Стібайло О. Ю.</i>	126
31. МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ ПОХИЛИХ ГВИНТОВИХ КОНВЕРСІВ-ЗМІШУВАЧІВ З ОБЕРТОВИМ КОЖУХОМ <i>Гевко І. Б., Дячун А. Є., Дмитрів О. Р., Коваль С. О.</i>	130
32. ПРУЖНО-В'ЯЗКО-ПЛАСТИЧНА МОДЕЛЬ ВЗАЄМОДІЇ ЗЕРНОВОГО СЕРЕДОВИЩА З ВІБРОДЕКОЮ <i>Волик Д. А., Степаненко С. П.</i>	133
33. АЛЬТЕРНАТИВНА ТЕХНОЛГІЯ ЗБИРАННЯ КОЛОСКОВИХ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР МЕТОДОМ ОБЧІСУВАННЯ <i>Диня В. І.</i>	135
34. МІСЦЕ СИСТЕМИ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА В ІНТЕНСИВНИХ ТЕХНОЛОГІЯХ ВИРОБНИЦТВА ПРОДУКЦІЇ В АГРАРНОМУ СЕКТОРІ <i>Циганенко М. О., Романащенко О. А., Момот Г. С.</i>	138
35. ЧИЗЕЛЬНИЙ ОБРОБІТОК ПІД ЯЧМІНЬ ЯРИЙ У ЛІСОСТЕПОВИХ УМОВАХ УКРАЇНИ: ЕФЕКТИВНІСТЬ ТА ЕКОНОМІЧНА ДОЦІЛЬНІСТЬ <i>Бєлих О. В.</i>	141
36. ОБҐРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ МАШИНИ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ АГРОФІЗИЧНОГО СТАНУ ҐРУНТУ <i>Молодцов Д. Є.</i>	143
37. РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ ЕФЕКТИВНОГО ОРГАНІЧНОГО КОНТРОЛЮ БУР'ЯНІВ НА ОСНОВІ ҐРУНТООБРОБНОГО АГРЕГАТУ <i>Сиром'ятников Ю. М.</i>	146
38. ВПЛИВ АГРОТЕХНІЧНИХ ПРИЙОМІВ ТА ТЕРМІНІВ ПОСІВУ НА ВРОЖАЙНІСТЬ СОЇ У РІЗНИХ ПОГОДНИХ УМОВАХ <i>Харченко О. М.</i>	147

39. ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ МАШИН ДЛЯ ДИФЕРЕНЦІЙОВАНОГО ВНЕСЕННЯ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ <i>Остапенко В. А.</i>	150
40. КЛАСИФІКАЦІЯ СЕПАРАТОРІВ ЗА СПОСОБОМ ДІЇ <i>Павлюченко В. О., Дудін В. Ю.</i>	153
41. ОСОБЛИВОСТІ РОБОТИ МАШИН ДЛЯ ВНЕСЕННЯ ТВЕРДИХ ОРГАНІЧНИХ ДОБРІВ <i>Скляр О. Г., Скляр Р. В.</i>	155
42. ЗБИРАННЯ БІОМАСИ МІСКАНТУСУ <i>Погорілий С. П., Присяжний В. Г., Шевченко А. В.</i>	159
43. ВИРОБНИЧА ПЕРЕВІРКА МОБІЛЬНОГО ЕНЕРГЕТИЧНОГО ЗАСОБУ ТИПУ «АВТОТРАКТОР» МЕЗ-115 З ҐРУНТООБРОБНИМ ДИСКОВИМ ЗНАРЯДДЯМ <i>Мірний В. Ю., Погорілий С. П.</i>	160
44. ЕНЕРГОЄМНІСТЬ ПРОЦЕСУ РІЗАННЯ ТРАВ'ЯНОЇ МАСИ БІТЕРНО-НОЖОВИМ АПАРАТОМ <i>Холодюк О. В., Кузьменко В. Ф.</i>	163
45. РОЗДІЛЬНА ТЕХНОЛОГІЯ ЗБИРАННЯ ЛЬОНУ З НИЗЬКИМ ЗРІЗОМ СТЕБЛОСТОЮ ЯК СПОСІБ ЗБЕРЕЖЕННЯ ВОЛОКНА <i>Бодак М. В., Дідух В. Ф.</i>	166
46. ВИРІШЕННЯ ЗАВДАНЬ СТІЙКОСІ РУХУ ПРИЧІПНИХ ҐРУНТООБРОБНИХ МАШИН <i>Храмов М. С.</i>	169
47. РЕШІТНО-ПОВІТРЯНА СЕПАРАЦІЯ ЯДЕР КОНОПЕЛЬ <i>Шейченко В. О., Петраченко Д. О.</i>	172
48. ЕКСПЕРЕМЕНТАЛЬНИЙ СТЕНД ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ПОВІТРЯНОГО ПОТОКУ В ПРОТОЧНІЙ ЧАСТИНІ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ВІДЦЕНТРОВОГО РАДІАЛЬНОГО ВЕНТИЛЯТОРА <i>Зеленський А. П.</i>	175
49. МЕХАНІКА ПОВІТРЯНОГО ПОТОКУ У ПРОТОЧНІЙ ЧАСТИНІ ПНЕВМАТИЧНОЇ СИСТЕМИ СІВАЛКИ <i>Зеленський О. П.</i>	177

50. РЕЗУЛЬТАТИ ПОЛЬОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ РОТОРНОЇ ҐРУНТООБРОБНОЇ РОЗПУШУВАЛЬНО-СЕПАРУЮЧОЇ МАШИНИ З ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИМИ РОБОЧИМИ ОРГАНАМИ <i>Куц О. В.</i>	181
51. ПІДВИЩЕННЯ СТІЙКОСТІ РУХУ СЕКЦІЇ КОМБІНОВАНОЇ МАШИНИ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ҐРУНТУ ТА ВИСІВУ <i>Сиром'ятніков П. С., Синельніков А. О.</i>	183
52. ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ПЛОСКОРІЗАЛЬНОЇ ЛАПИ ДЛЯ РОЗУЩІЛЬНЕННЯ ҐРУНТУ <i>Сиром'ятников Ю. М., Молодцов Д. Є.</i>	186
53. УДОСКОНАЛЕННЯ РОБОЧИХ ОРГАНІВ РОТОРА ҐРУНТООБРОБНОЇ РОЗПУШУВАЛЬНО-СЕПАРУЮЧОЇ МАШИНИ <i>Сиром'ятніков П. С., Гавриленко О. В., Маисталь В. В.</i>	189
54. ДОСЛІДЖЕННЯ МІЦНОСТІ ЗЕРНА КУКУРУДЗИ З ВИКОРИСТАННЯМ ЧИСЕЛЬНОГО МОДЕЛЮВАННЯ МЕТОДОМ ДИСКРЕТНИХ ЕЛЕМЕНТІВ (DEM) <i>Дудін В. Ю., Білоус І. М.</i>	191
55. СТАН МЕХАНІЗАЦІЇ ВНЕСЕННЯ КАС В УКРАЇНІ <i>Кобець О. М., Пономаренко Н. О., Лепеть Є. І.</i>	193
56. АНАЛІЗ МЕТОДІВ І ТЕХНОЛОГІЙ В ОРГАНІЧНОМУ ЗЕМЛЕРОБСТВІ <i>Хлопецький Р. А., Дідух В. Ф.</i>	199
57. АНАЛІЗ РОБОТИ ФРИКЦІЙНОГО КОМБІНОВАНОГО ОЧИСНИКА ВОРОХУ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ МАШИН ДЛЯ ЗБИРАННЯ КОРЕНЕПЛОДІВ <i>Барановський В. М., Онищенко Б. В.</i>	201
58. УДОСКОНАЛЕННЯ СЕПАРУЮЧОГО ПРИСТРОЮ КАРТОПЛЕЗБИРАЛЬНИХ МАШИН <i>Герук С. М., Міненко С. В., Онищенко Б. В., Мельник Т. О.</i>	203
59. АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЇ РОЗПОДІЛЬЧИХ РОБОЧИХ ОРГАНІВ БАГАТОКАНАЛЬНИХ ВИСІВНИХ СИСТЕМ МАШИН ДЛЯ ВНУТРІШНЬОҐРУНТОВОГО ЛОКАЛЬНОГО ВНЕСЕННЯ ТВЕРДИХ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ <i>Ратушний В. В., Адамчук О. В., Онищенко Б. В., Двораківський Р. О.</i>	204

60. АНАЛІЗ МЕХАНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЗЕРЕН КУКУРУЗИ ДЛЯ РОБОТИ СТАЦІОНАРНОГО ВАЛЬЦЕВОГО ПОДРІБНЮВАЧА КАЧАНІВ КУКУРУДЗИ <i>Кузьменко В. Ф., Онищенко Б. В.</i>	206
61. КОМП'ЮТЕРНІ ГЕОМЕТРИЧНІ МОДЕЛІ ПОЛИЦЬ ПЛУГІВ <i>Яблонський П. М., Вірченко Г. А., Волоха М. П., Лазарчук-Воробйова Ю. В.</i>	208
62. АНАЛІЗ ЕКСПОРТУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ <i>Бащук Л. В.</i>	210
63. АНАЛІЗ СИСТЕМ КОРЕКЦІЇ РУХУ КУЛЬТИВАТОРА ДЛЯ МІЖРЯДНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ <i>Волянський М. С., Грищук В.</i>	212
64. МОДИФІКАЦІЯ ІНЕРЦІЙНО-ФРИКЦІЙНОГО ПРОТРУЮВАЧА НАСІННЯ <i>Вечера О. М., Куянов В. В.</i>	215
65. ПОКРАЩЕННЯ ПОДАЧІ НАСІННЯ ПРОТРУЮВАЧА МОДИФІКОВАНИМ ВІБРАЦІЙНИМ ДОЗАТОРОМ БУНКЕРА <i>Вечера О. М., Куянов В. В.</i>	217
66. СУПУТНИКОВІ ТЕХНОЛОГІЇ У СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ <i>Груць О. А., Сіренко Ю. В., Горовий М. В., Калнагуз О. М.</i>	220
67. АВТОМАТИЗАЦІЯ ЕНЕРГОЗАСОБІВ В СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ <i>Петренко І. В., Харченко Ф. М., Калнагуз О. М.</i>	223
68. СУХЕ ЗЕРНО, ЗАПОРУКА ЗБЕРІГАННЯ <i>Кобзар О. Ю., Харченко Ф. М., Калнагуз О. М.</i>	225
69. КОРОТКИЙ ОГЛЯД ОБПРИСКУВАЧІВ <i>Усик Д. С., Харченко Ф. М., Горовий М. В., Калнагуз О. М.</i>	228
70. СИСТЕМИ АВТОРОЗВОРОТУ <i>Пилипенко І. І., Сіренко Ю. В., Горовий М. В., Калнагуз О. М.</i>	230

71. АНАЛІЗ СИСТЕМ РОЗУМНОГО ЗЕМЛЕРОБСТВА	
<i>Харченко Ф. М., Калнагуз О. М., Пилипенко І. І.</i>	233

72. ПОСІВ СОЇ ТА ВИМОГИ ДО ОПЕРАЦІЇ	
<i>Демченко І. О., Горовий М. В., Калнагуз О. М., Сіренко Ю. В.</i>	236

Секція

Смарт-технології машиновикористання, інженерний менеджмент, технічний сервіс

1. ТЕХНІЧНИЙ КОНТРОЛЬ ПОДРІБНЮВАЛЬНОГО АПАРАТУ КОРМОЗБИРАЛЬНОГО КОМБАЙНА	
<i>Гненюк М. В.</i>	239

2. FEATURES OF TECHNICAL APPROACHES TO TESTING THE CAB OF GRAIN HARVESTER	
<i>Syman I. V.</i>	242

3. MACHINE VISION AND SENSOR TECHNOLOGIES OF MACHINES FOR HORTICULTURE	
<i>Derkach I. O.</i>	244

4. СУЧАСНІ КОМПЛЕКСИ МАШИН ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА СОЇ	
<i>Шатров Р. В.</i>	248

5. ЯКІСНІ ПОКАЗНИКИ ДЛЯ ОЦІНКИ ЕКСПЛУАТАЦІЙНО- ТЕХНОЛОГІЧНОЇ БЕЗВІДМОВНОСТІ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ	
<i>Ничай І. М.</i>	252

6. ENGINEERING MANAGEMENT OF ECOLOGICAL FEATURES OF APPLICATION OF MINERAL FERTILIZERS	
<i>Ishchenko V. V.</i>	256

7. IMPORTANT TECHNICAL SPECIFICATIONS SELF-PROPELLED SPRAYERS	
<i>Liubchenko I. S.</i>	258

8. FEATURES OF ENGINEERING MANAGEMENT INDICATORS OF FAILURE OF FUNCTIONAL UNITS OF GRAIN HARVESTING COMBINERS	
<i>Shatrov R. R.</i>	266

9. SMART TECHNOLOGIES IN AGRICULTURE <i>Nadtochiy O. V.</i>	270
10. MAIN TECHNICAL REQUIREMENTS OF SMART TECHNOLOGY FOR DIAGNOSTIC GRAIN HARVESTING COMBINERS <i>Velgas O. V.</i>	272
11. SUITABILITY OF NAVIGATION SYSTEMS OF GRAIN HARVESTING COMBINERS FOR MAINTENANCE <i>Korkh M. V.</i>	275
12. ELEMENTS OF AUTOMATION OF WORK PROCESSES OF GRAIN LOSS OF GRAIN HARVESTING COMBINES <i>Myronchuk D. P.</i>	277
13. FEATURES OF ADAPTATION TO MACHINE USE OF MODERN SELF-PROPELLED SPRAYERS <i>Savrak M. B.</i>	281
14. ENGINEERING MANAGEMENT OF DIAGNOSTICS OF COMPLEX TECHNICAL SYSTEMS OF VEHICLE <i>Yevtushenko V. D.</i>	285
15. АНАЛІЗ НАЯВНИХ СПОСОБІВ РУХУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ АГРЕГАТІВ ПІД ЧАС ВИРОБНИЦТВА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР <i>Дерев'янка Д. А., Борисюк М. А., Заріцький Є. С.</i>	288
16. РОЗРОБКА ЕЛЕКТРОННОЇ СИСТЕМИ ВПОРСКУВАННЯ ПАЛИВНОГО АКТИВАТОРА В ПЕРШІЙ ФАЗІ СУМІШОУТВОРЕННЯ <i>Дерев'янка Д. А., Колеснев В. О., Герасимчук Д. В.</i>	290
17. ТЕОРЕТИЧНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ВІДПОВІДНОСТІ ВІРТУАЛЬНОЇ ТА РЕАЛЬНОЇ ДІЙСНОСТІ ДЛЯ ОЦІНКИ ПРОДУКТИВНОСТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІЧНОЇ ОДИНИЦІ <i>Дерев'янка Д. А., Потапчук Т. Ю., Янченко О. О.</i>	294
18. АНАЛІЗ ПРИЧИН ВІДМОВ ПІДШИПНИКОВИХ ВУЗЛІВ АВТОТРАНСПОРТНОЇ ТЕХНІКИ <i>Грабар І. Г., Середюк В. В.</i>	297

19. КРИТЕРІЇ ОЦІНКИ ОБЕРТАЛЬНОСТІ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО АГРЕГАТУ <i>Дерев'янюк Д. А., Кириєнко О. В.</i>	300
20. ЗАПРАВОЧНА БІОГАЗОВА СТАНЦІЯ ДЛЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ <i>Міненко С. В., Заграбчук І. В., Герасимчук Д. В.</i>	302
21. ЗНОС ОБЛАДНАННЯ ТА ВИБІР КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ ДЛЯ ЙОГО УСУНЕННЯ <i>Грабар І. Г., Кузнєцов С. А.</i>	306
22. РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ЗАЛЕЖНОСТІ ТИСКУ НАДДУВУ У ВПУСКНІЙ МАГІСТРАЛІ ДВИГУНА ВІД НАВАНТАЖЕННЯ НА ТРАКТОР ПІД ЧАС ВИКОНАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ОПЕРАЦІЇ <i>Куликівський В. Л., Маринін М. О.</i>	309
23. МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ПОВЕРХНЕВОГО ШАРУ ЗАХИСНИХ ВТУЛОК ПІСЛЯ ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНОГО ПОВЕРХНЕВОГО ЗАГАРТУВАННЯ <i>Куликівський В. Л., Орел М. О.</i>	312
24. ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ДІАГНОСТИКИ ДВЗ <i>Грабар І. Г., Мулярчук В. О.</i>	315
25. ВПЛИВ БІОДОБАВОК ІЗ РІПАКОВОЇ ОЛІЇ В ДИЗЕЛЬНЕ ПАЛИВО НА ПРАЦЕЗДАТНІСТЬ ФІЛЬТРІВ <i>Грабар І. Г., Дев'ятко Д. А.</i>	319
26. НАУКОВО-МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ЧИСЕЛЬНОГО МОДЕЛЮВАННЯ МЕХАНІЗОВАНИХ ПРОЦЕСІВ АГРОПРОМИСЛОВОГО ВИРОБНИЦТВА <i>Алієв Е. Б.</i>	321
27. MECHANICAL SYSTEMS OF INTENSIFYING GRAIN AND LEGUMES DRYING PROCESSES <i>Kirchuk R. V.</i>	324
28. ВИКОРИСТАННЯ ЗАСОБІВ ДЕФЕКТОСКОПІЧНОГО КОНТРОЛЮ ДЛЯ ОЦІНЕННЯ РИЗИКУ ТРИВАЛОЇ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТРАКТОРІВ <i>Войналович О. В., Мотрич М. М., Єременко О. І., Зубок Т. О.</i>	328

29. ОЦІНЕННЯ ІНТЕНСИВНОСТІ НАКОПИЧЕННЯ ДЕФОРМАЦІЙНОГО ПОШКОДЖЕННЯ ПОВЕРХНІ МЕТАЛОКОНСТРУКЦІЇ ЗА ЦИКЛІЧНОГО НАВАНТАЖУВАННЯ НА ВЕЛИКИХ БАЗАХ <i>Войналович О. В., Писаренко Г. Г., Майло А. М., Бялонович А. В.</i>	331
30. ОСОБЛИВОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТРИБОСИСТЕМИ «ЗУБ КОВША ЕКСКАВАТОРА – ҐРУНТ» <i>Борак К. В., Умінський О. В., Сидорчук-Шмідт С. Д.</i>	334
31. USE OF HIGH-STRENGTH CAST IRON TO STRENGTHEN THE PLOUGHSHARES BY FORMING A WEAR-RESISTANT LAYER ON CUTTING SURFACE <i>Dobranskiy S., Buchko I.</i>	338
32. ДОСЛІДЖЕННЯ УМОВ ПРАЦІ МЕХАНІЗАТОРІВ НА МЕХАНІЗОВАНИХ ПРОЦЕСАХ У РОСЛИННИЦТВІ <i>Марчишина Є. І.</i>	340
33. ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕПЛООБМІННИХ ПРОЦЕСІВ У ПОВІТРЯНОМУ ТЕПЛООБМІННИКУ ПОБІЧНО-ВИПАРНОГО ТИПУ <i>Яронуд В. М.</i>	342
34. МІЖДИСЦИПЛІНАРНИЙ ПІДХІД ДО ФОРМУВАННЯ КОМПЕТЕНЦІЙ ФАХІВЦІВ ІНЖЕНЕРНОГО СПРЯМУВАННЯ <i>Постол Ю. О., Гулевський В. Б.</i>	346
35. ОПТИМІЗАЦІЯ НАДІЙНОСТІ ПОВІТРЯНИХ ФІЛЬТРІВ ДВЗ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ МАШИН <i>Новицький Ю. А.</i>	348
36. RESEARCH SPONTANEOUS COMBUSTION OF BIOMASS IN PROCESS OF THERMAL DECOMPOSITION <i>Zolotovska O., Tesliuk H.</i>	351
37. ОСОБЛИВОСТІ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ СИСТЕМИ ЖИВЛЕННЯ ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ <i>Куликівський В. Л., Боровський В. М.</i>	354
38. METHODS OF INCREASING THE ENERGY EFFICIENCY OF BIOGAS PLANTS <i>Skliar R., Akulov V.</i>	357

39. МОДЕЛЮВАННЯ ТЕРМІНІВ І ЗАТРАТ ТО СУЧАСНИХ ТРАКТОРІВ	
<i>Хворост Т. В., Омельченко Є. М., Тесленко О. В.</i>	361
40. ДОСЛІДЖЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ МАШИННИХ АГРЕГАТІВ ПРИ ЗАБЕЗПЕЧЕННІ МЕХАНІЗОВАНИХ АГРОТЕХНОЛОГІЙ	
<i>Хворост Т. В., Тесленко О. В., Шутко В. В., Гузь О. І.</i>	364
41. МОТОГОДИНА: ПРОБЛЕМИ ТРАКТУВАННЯ ТА ВИЗНАЧЕННЯ	
<i>Зубко В. М., Хворост Т. В.</i>	367
42. ОСОБЛИВОСТІ КЛАСИФІКАЦІЇ ХОДОВИХ СИСТЕМ СУЧАСНОЇ АГРАРНОЇ ТЕХНІКИ	
<i>Чепіжний А. В., Коваленко В. Є., Шутко В. В.</i>	370
43. ВИЗНАЧЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ПАЛИВНОГО НАСОСУ ВИСОКОГО ТИСКУ ДИЗЕЛЯ ЯМЗ-236 ТРАКТОРА Т-150К	
<i>Аулін В. В., Пугач А. М., Деркач О. Д., Мельниченко В. І., Пушка О. С., Бялий О. М.</i>	373
44. РОЗРОБКА СИСТЕМИ АГРОВОЛЬТАЇКИ НА БАЗІ СОНЯЧНИХ ФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ МОДУЛІВ	
<i>Голуб Г. А., Цивенкова Н. М.</i>	377
45. ГІДРОІМПУЛЬСНИЙ ПРИВОД ВІБРОУДАРНОГО ПРИСТРОЮ ЗАВАНТАЖУВАЛЬНОГО-РОЗВАНТАЖУВАЛЬНОГО КУЗОВА ОДНОКАСКАДНОГО КЛАПАНА-ПУЛЬСАТОРА	
<i>Гнатюк О. Ф.</i>	380
46. МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ ЦИЛІНДРІВ ДВИГУНІВ ВНУТРІШНЬОГО ЗГОРЯННЯ	
<i>Макаренко П. М., Бондарєв С. І.</i>	383
47. ПЕРЕДУМОВИ ЄВРОІНТЕГРАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ В ЕНЕРГЕТИЧНІЙ СФЕРІ В УКРАЇНІ	
<i>Тітова Л. Л.</i>	385
48. ІНЖЕНЕРНИЙ МЕНЕДЖМЕНТ ВИЗНАЧЕННЯ ВТРАТ ЗЕРНОВОГО МАТЕРІАЛУ ПІД ЧАС КОМБАЙНОВОГО ЗБИРАННЯ ЗБІЖЖЯ	
<i>Стецюк С. В.</i>	390

49. MAIN PROVISIONS OF ENGINEERING MANAGEMENT OF SUGAR BEET HARVESTING MACHINERY WITH REDUCTION OF ROOT DAMAGE <i>Kobernyk M. O.</i>	393
50. INTERNAL STRESS IN POLYMER COATINGS OF PARTS OF GRAIN HARVESTING COMBINERS <i>Shvydun O. V.</i>	398
51. АНАЛІЗ ПЕРСПЕКТИВНОЇ АГРОТЕХНІКИ ВИРОБНИЦТВА ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР СИСТЕМОТЕХНІКИ РОСЛИННИЦТВА ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНИХ АГРЕГАТІВ <i>Сівак І. М.</i>	401
52. ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ РИНКУ ВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ ОБЛАДНАНИХ ЕЛЕКТРОННИМИ СИСТЕМАМИ УПРАВЛІННЯ ДВИГУНОМ <i>Тицький О. Ю.</i>	406
53. РЕАЛІЗАЦІЯ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ ОПТИМІЗАЦІЇ СКЛАДУ ТА СТРУКТУРИ АГРОТЕХНІКИ В СИСТЕМІ „BIOTEC V3” <i>Роговський І. Л.</i>	409
54. ДВОРОТОРНА СТРУКТУРА АГРОДРОНА З АВТОМАТОМ ПЕРЕКОСУ <i>Уманський М. О.</i>	413
55. ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ <i>Гнатюк О. Ф.</i>	414

Секція

Механіко-технологічні процеси, робочі органи та машини для тваринництва

1. КЛАСИФІКАЦІЯ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ЗЕРНА ДО ЗГОДОВУВАННЯ ТВАРИНАМ <i>Савченко В. М. Кравченко Д. С., Литвинчук Д. А.</i>	419
2. ОЦІНКА РЕМОНТОПРИДАТНОСТІ ЗМІШУВАЧІВ-КОРМОРОЗДАВАЧІВ В ПРОЦЕСІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ <i>Новицький А. В.</i>	422

3. КЛАСИФІКАЦІЯ ВАКУУМНИХ НАСОСІВ ДОЇЛЬНИХ
УСТАНОВОК

Савенко О. В., Потапова С. Є. 425

4. АДАПТИВНИЙ ГІДРАВЛІЧНИЙ ПРИВОД ВІДРІЗНОГО
МЕХАНІЗМУ ДЛЯ ВИВАНТАЖЕННЯ СИЛОСУ ІЗ ТРАНШЕЙНИХ
СХОВИЩ

Остапенко О. В. 427

5. КОРМОВА ЦІННІСТЬ ПРОДУКТІВ ПЕРЕРОБКИ СОЇ ТА
БОБОВИХ ТРАВ

Купчук І. М. 431

6. ПЕРЕВАГИ ЗАСТОСУВАННЯ ЗМІШУВАЧА-
КОРМОРОЗДАВАЧА З ВЕРТИКАЛЬНИМ БУНКЕРОМ

Болтянський Б. В. 434

7. ЯКІСНЕ СІНО В РУЛОНАХ З ВИКОРИСТАННЯМ АКТИВНОГО
ВЕНТИЛЮВАННЯ

Кузьменко В. Ф., Холодюк О. В., Онищенко В. Б. 437

8. ANALYSIS OF MEANS FOR CREATING A MICROCLIMATE
IN BARN

Zabolotko O. O., Gavriilyuk D. V. 441

9. ВИКОРИСТАННЯ ПОБУТОВИХ ОСАДІВ СТІЧНИХ ВОД У
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОМУ ВИРОБНИЦТВІ

Хмельовський О. В. 444

Секція

Транспортні технології та логістика

1. ЗАСТОСУВАННЯ АВТОМОБІЛЬНИХ ШАСІ В РЕЖИМІ
МОБІЛЬНИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ЗАСОБІВ В
АГРОПРОМИСЛОВОМУ ВИРОБНИЦТВІ

Загурський А. О. 445

2. ЩОДО ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СОЦІАЛЬНО-
ЕКОЛОГІЧНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ЛОГІСТИЧНИХ ПІДПРИЄМСТВ

Загурський О. М. 448

3. ШЛЯХИ ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМНИХ АСПЕКТІВ В АГРОЛОГІСТИЦІ І ТРАНСПОРТНО-ЛОГІСТИЧНІЙ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВ АПК <i>Заєць В. В., Бондарєв С. І.</i>	450
4. МІЖНАРОДНІ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ТА ПЛАНУВАННЯ ЛОГІСТИЧНИХ ОПЕРАЦІЙ ЗА ТЕРМІНАМИ <i>Ищенко О. О., Бондарєв С. І.</i>	452
5. СКЛАДОВІ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРИ ТРАНСПОРТУВАННІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ <i>Капустін І. О., Бондарєв С. І.</i>	454
6. ВИЗНАЧАЛЬНІ АСПЕКТИ В УДОСКОНАЛЕННІ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ПАСАЖИРСЬКИМ ТРАНСПОРТОМ <i>Кравченко М. Ф., Бондарєв С. І.</i>	456
7. КОМПОНЕНТИ ЛОГІСТИЧНОГО УПРАВЛІННЯ ТРАНСПОРТОМ ПРИ МІЖНАРОДНИХ ПЕРЕВЕЗЕННЯХ <i>Кульбатий І. О., Бондарєв С. І.</i>	458
8. АСПЕКТИ УПРАВЛІННЯ ТРАНСПОРТНИМИ ПРОЦЕСАМИ ПРИ МІЖНАРОДНИХ АВТОПЕРЕВЕЗЕННЯХ <i>Могильний В. О., Бондарєв С. І.</i>	460
9. ПЕРЕДУМОВИ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ НАДАННЯ ТРАНСПОРТНИХ ПОСЛУГ ПРИ ВПРОВАДЖЕННІ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЯКОСТІ <i>Попок М. О., Бондарєв С. І.</i>	462
10. ОЦІНКА ЯКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ ПЕРЕВЕЗЕНЬ ГРОМАДСЬКИМ ТРАНСПОРТОМ <i>Рожошенко І. В., Бондарєв С. І.</i>	464
11. ПЕРСОНАЛ ТА ЯКІСТЬ МЕНЕДЖМЕНТУ ТРАНСПОРТНИХ ПІДПРИЄМСТВ <i>Селик І. В., Бондарєв С. І.</i>	466
12. ОПТИМІЗАЦІЯ УМОВ РОБОТИ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ КОЕФІЦІЄНТА ВИКОРИСТАННЯ ВАНТАЖОПІДЙОМНОСТІ <i>Циганенко М. О., Бурлака В. О., Гнатюк Н. Р.</i>	469 471

13. ВИКОРИСТАННЯ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ ПРИ
ТРАНСПОРТУВАННІ ВАНТАЖІВ В АГРАРНОМУ ВИРОБНИЦТВІ

Циганенко М. О., Четверик І. О.

14. ЗБИРАЛЬНО-ТРАНСПОРТНІ ТЕХНОЛОГІЇ У ВІТЧИЗНЯНІЙ
ЦУКРОВІЙ ГАЛУЗІ

Дьомін О. А., Вечера О. М., Ільєнко Д. В.

473

15. ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ МІСЦЬ РОЗТАШУВАННЯ
СХОВИЩ ДЛЯ ОВОЧІВ

Кудринецький Р. Б., Днесь В. І.

475

16. INTENSIFICATION OF TRANSPORTATION PROCESS OF GRAIN
TRANSPORTATION

Voronkov O. A.

479

Секція

Історія аграрної освіти і науки

1. ІСТОРІЯ СТВОРЕННЯ ІНСТИТУТУ МАШИНОЗНАВСТВА І
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ МЕХАНІКИ

Деркач І. О., Деркач О. П.

484

2. НАУКОВИЙ ВНЕСОК ІСАЯ БОРИСОВИЧА МІНЦА В ЦУКРОВУ
ПРОМИСЛОВІСТЬ У ПЕРШІЙ ПОЛОВИНІ ХХ СТОЛІТТЯ

Данилевич В. Ю.

486

Тези, що надійшли під час конференції

1. АНАЛІЗ МЕХАНІЧНОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ДЛЯ РОЗВИТКУ
РОСЛИН

Теслюк В. В., Марценюк І. С., Пугач О. М.

489

2. ВПЛИВ МАШИННО-ТРАКТОРНИХ АГРЕГАТІВ НА ФІЗИКО-
МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ҐРУНТУ

Теслюк В. В., Ікальчик М. І., Швора В. О.

490

492

3. АНАЛІЗ ДІЇ РУШІЇВ МАШИН НА СИСТЕМУ «МАШИНА-БІОСЕРЕДОВИЩЕ» <i>Теслюк В. В., Теслюк Б. В.</i>	
4. ОБГРУНТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНОГО УДОСКОНАЛЕННЯ КОМБІНОВАНОГО ҐРУНТООБРОБНОГО ЗНАРЯДДЯ <i>Теслюк В. В., Ікальчик М. І., Теслюк Б. В.</i>	493
5. ОБГРУНТУВАННЯ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ КОРЕНЕЗБИРАЛЬНОЇ МАШИНИ <i>Теслюк В. В., Ікальчик М. І., Марценюк І. С.</i>	496
6. АКТУАЛЬНІСТЬ І ПЕРСПЕКТИВИ МІНІМАЛІЗАЦІЇ ПЕРЕДПОСІВНОГО ОБРОБІТКУ ВАЖКИХ ҐРУНТУ ПІД СІВБУ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ <i>Теслюк В. В., Барановський В. М., Якубовський О. В.</i>	497
7. БІОТЕХНОЛОГІЧНІ ОСНОВИ ПІДВИЩЕННЯ РЕЗИСТЕНТНОСТІ КУЛЬТУРНИХ РОСЛИН <i>Теслюк В. В., Мельник В. І., Ярощук Д. Г.</i>	499
8. ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЦЕСУ ПОДРІБНЕННЯ ГРИБНОЇ СИРОВИНИ МІКОБІОПРЕПАРАТІВ <i>Теслюк В. В., Ікальчик М. І., Пономаренко М. І.</i>	500
9. ПАРАМЕТРИ ВПЛИВУ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ З УРАХУВАННЯМ УМОВ ЗОВНІШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА <i>Дев'ятко О. С., Андрощук А. О., Денисенко М. І.</i>	501
10. ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ЛИТИХ ЛЕМЕШІВ З ВИСОКОМІЦНОГО БЕЙНІТНОГО ЧАВУНУ <i>Миропольський О. М., Вечера О. М.</i>	503
11. ОСОБЛИВОСТІ ЗБИРАННЯ ЦИКОРІЮ КОРЕНЕПЛІДНОГО <i>Ткач О. В., Овчарук О. В.</i>	504
12. ВНЕСЕННЯ РІДКИХ ДОБРІВ ҐРУНТООБРОБНИМ АГРЕГАТОМ ПРИ ВИРОЩУВАННІ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ <i>Панченко А. М., Волянський М. С.</i>	507
13. КЕРОВАНЕ ВНЕСЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ МАТЕРІАЛІВ	509

Кулібаба Н. І.

**14. УТОЧНЕННЯ РУХУ МАТЕРІАЛЬНОЇ ЧАСТИНКИ ПО
ВВІГНУТІЙ ПОВЕРХНІ**

Лавріненко О. Т.

510

ISBN 978-617-8102-06-7

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

**ЗБІРНИК ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ
XXV МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
"Сучасні проблеми землеробської механіки"
(17–19 жовтня 2024 року)
присвяченій 124 річниці з дня народження академіка
Петра Мефодійовича Василенка,
95-й річниці з дня заснування механіко-технологічного
факультету НУБіП України**

Відповідальні за випуск:

І. Л. Роговський – завідувач кафедри технічного сервісу та
інженерного менеджменту імені
М. П. Момотенка НУБіП України.

Редактор – І. Л. Роговський.

*Дизайн і верстка – кафедра технічного сервісу та інженерного
менеджменту імені М. П. Момотенка НУБіП України.*

*Адреса – 03041, Україна, м. Київ, вул. Героїв Оборони, 12^б, НУБіП
України, навч. корп. 11, кімн. 208.*

Підписано до друку 16.10.2024. Формат 60×84 1/16.
Папір Maestro Print. Друк офсетний. Гарнітура Times New Roman
та Arial. Друк. арк. 1,6. Ум.-друк. арк. 1,7. Наклад 150 прим.
Ум.-друк. арк. 14,42. Наклад 150 прим.
Зам. № 17111 від 12.10.2024.

© НУБіП України, 2024.
