

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Механіко-технологічний факультет

ПОГОДЖЕНО

Декан
механіко-технологічного
факультету
_____ В.В. Братішко
“ _____ ” _____ 2025 р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри
сільськогосподарських машин та
системотехніки ім. акад.
П.М. Василенка к.т.н., доц.
_____ Ю.О. Гуменюк
“ _____ ” _____ 2025 р.

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

на тему: **“ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ОБЧІСУВАЛЬНОЇ
ЖАТКИ ДЛЯ ЗБИРАННЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР”**

Спеціальність: 208 “Агроінженерія”

Освітня програма: “Агроінженерія”

Магістерська програма: “Технології і техніка у рослинництві”

Програма підготовки: освітньо-професійна

Керівник магістерської роботи

доцент, к.т.н.

Підпис

Гуменюк Ю.О.

Виконав

Підпис

Рибачок Б.Ю.

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Механіко-технологічний факультет

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри сільськогосподарських
машин та системотехніки

ім. акад. П.М.Василенка, к.т.н., доцент

_____ **Ю.О. Гуменюк**

“14” листопада 2024 р.

ЗАВДАННЯ

НА ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ

Рибачку Богдану Юрійовичу

Спеціальність 208 Агроінженерія

Програма підготовки освітньо-професійна

1. Тема магістерської роботи “Обґрунтування параметрів обчисувальної жатки для збирання зернових культур”

затверджена наказом ректора НУБіП України від 13.11.2024 р. №2038 С

2. Термін подання завершеного проекту на кафедру _____

3. Вихідні дані до магістерської роботи

базова машина – КЗС-9-1 «Славутич», пропускна здатність МСП – 9 кг/с, річний наробіток – 500 га, врожайність – 50 ц/га, робоча поступальна швидкість комбайна - до 13 км/год.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які необхідно розробити)

1. Характеристика зернових культур як об'єкта збирання 2. Способи та технології збирання зернових культур 3. Аналіз технічних засобів для збирання зернових культур 4. Обґрунтування конструктивної схеми і параметрів обчисувальної жатки 5. Визначення економічної ефективності 6.

Охорона праці і навколишнього середовища

Дата видачі завдання 14.11.2024 р.

Керівник магістерської роботи _____

Гуменюк Ю.О.

Завдання прийняв для виконання _____

Рибачок Б.Ю

РЕФЕРАТ

Магістерська робота на тему: **„Обґрунтування параметрів обчісувальної жатки для збирання зернових культур”**.

Магістерська робота виконана на 90 сторінках машинописного тексту пояснювальної записки формату А4, що містить 26 формул, 3 таблиці і 39 рисунків.

Магістерська робота присвячена питанню вдосконалення технологічного процесу збирання зернових культур зернозбиральним комбайном шляхом застосування обчісувальної жатки.

В першому розділі пояснювальної записки наведено значення вирощування зернових культур, їх морфологічні особливості та способи збирання зернових культур і агротехнічні вимоги до їх виконання.

В другому розділі проаналізовано існуючу систему машин для збирання зернових культур, конструкції сучасних зернозбиральних комбайнів і обчісувальних жаток до них та обґрунтовано конструктивну схему вдосконаленої обчісувальної жатки.

В третьому розділі наведено програму і методику експериментальних досліджень по визначенню характеристик стеблостою щодо збирання обчісуванням та аналіз дослідних даних.

В четвертому розділі представлено методику інженерного розрахунку обчісувальної жатки, математичні моделі руху зернини по поверхні гребінки обчісувального барабана і польоту зернини після відривання від поверхні гребінки.

В п'ятому розділі визначено результати розрахунку показників економічної ефективності при збиранні зернових культур зернозбиральним комбайном із вдосконаленою обчісувальною жаткою.

В шостому розділі наведено аналіз заходів охорони праці при роботі із збиральним агрегатом і охорони навколишнього середовища.

Ключові слова: ЗЕРНОВІ КУЛЬТУРИ, ЗЕРНО, ОБЧІСУВАННЯ, ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИЙ КОМБАЙН, ОБЧІСУВАЛЬНИЙ РОБОЧИЙ ОРГАН, РАЦІОНАЛЬНІ ПАРАМЕТРИ.

ЗМІСТ

РЕФЕРАТ	4
ВСТУП	8
1. ЗЕРНОВІ КУЛЬТУРИ ЯК ОБ’ЄКТ ВИРОЩУВАННЯ І ЗБИРАННЯ	10
1.1. Народногосподарське значення зернових культур.....	10
1.2. Морфологія зернових культур.....	12
1.3. Характеристики зернових культур як об’єкта збирання.....	15
1.4. Способи збирання зернових культур.....	17
1.5. Агротехнічні вимоги до механізованого збирання зернових культур.....	22
2. АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ЗБИРАННЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР	23
2.1. Система машин для збирання зернових культур.....	27
2.2. Аналіз конструкцій сучасних універсальних зернозбиральних комбайнів.....	32
2.3. Аналіз конструкції та конструктивно-технологічних характеристик зернозбиральних комбайнів.....	43
2.4. Аналіз конструктивних схем обчісуючих жаток.....	49
2.5. Обґрунтування конструктивного виконання обчісувального робочого органу при збиранні зернових культур.....	56
3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ	61
3.1. Програма та методика проведення експериментальних досліджень.....	61
3.2. Результати експериментальних досліджень.....	62

4. ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ОБЧІСУВАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ	64
4.1. Обґрунтування основних параметрів обчисувального пристрою	64
4.2. Теоретичне дослідження руху зернини після обчисування по поверхні лопатки	67
4.3. Дослідження польоту зернини після відривання від поверхні гребінки	69
5. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ	73
6. ОХОРОНА ПРАЦІ І НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	78
ВИСНОВКИ	85
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	90

ВСТУП

Сучасний стан механізації збирання зернових культур свідчить про те, що подальше підвищення пропускну здатності комбайнів є економічно недоцільним, оскільки це призводить до зростання енерговитрат, підвищення маси комбайнів і збільшення їх вартості. На сьогоднішній день сама ідея комбайнового збирання є єдиною альтернативою і не може бути переглянута з багатьох позицій, у тому числі внаслідок високих транспортних витрат, обмеження продуктивності обмолоту, проблеми збирання полеглих хлібів, складності збирання вологої маси і т.д.

Особливо гостро проблема збирання зернових стоїть перед фермерськими та сільськими господарствами, які, як правило, не мають власної зернозбиральної техніки, а при збиранні мають обмеження у часі внаслідок завантаженості машин взятих в оренду, варіації погодних умов тощо.

В 80-их роках минулого століття альтернативою комбайновому збиранню зерна були стаціонарні технології. Однак ці технології не знайшли широкого впровадження у виробництві зважаючи на низку істотних недоліків, головним з яких є високі енерговитрати.

Значно знизити енерговитрати на збирання дозволить використання метода обчісування зерна на корені, з подальшим обробітком вороху на стаціонарі. При цьому важливою задачею при використанні обчісування є збирання незернової частини врожаю. Тому, обґрунтування збирання зернових культур обчісуванням на корені, що забезпечує зниження енерговитрат і підвищує родючість ґрунтів за рахунок ефективного внесення соломи у ґрунт як органічних добрив, складає актуальність науково-технічних проблем, вирішення яких має велике наукове і практичне значення.

Дана робота присвячена обґрунтуванню параметрів обчісувальної жатки, яка забезпечуватиме якісне обчісування зерна зі стебел зернових культур на корені.

Мета роботи: підвищення ефективності процесу збирання зернових культур зернозбиральним комбайном шляхом застосування обчісувальної жатки і обґрунтування її параметрів.

Об'єкт дослідження: процес роботи зернозбирального комбайна при збиранні зернових культур, конструкції зернозбиральних комбайнів.

Предмет дослідження: взаємозв'язок характеристик зернових культур і параметрів обчісувальної жатки зернозбирального комбайна.

Задачі досліджень:

- обґрунтувати застосування обчісувальної жатки в схемі універсального зернозбирального комбайна при збиранні зернових культур;
- провести експериментальні дослідження характеристик зернових культур щодо їх збирання обчісувальною жаткою;
- теоретично обґрунтувати раціональні параметри обчісувальної жатки при збиранні зернових культур;
- визначити показники економічної ефективності щодо застосування вдосконаленої конструкції обчісувальної жатки в схемі самохідного універсального зернозбирального комбайна вітчизняного виробництва при збиранні зернових культур.

РОЗДІЛ 1.

ЗЕРНОВІ КУЛЬТУРИ ЯК ОБ'ЄКТ ВИРОЩУВАННЯ І ЗБИРАННЯ

1.1. Народногосподарське значення зернових культур

У східноєвропейських країнах, як і у світовому рослинництві, зернові культури займають найбільші посівні площі, що свідчить про їх виключно важливе продовольче, кормове і сировинне значення в народному господарстві.

В Україні площа зернових культур у сприятливі роки сягає 15,5 — 16,5 млн га, або 45 — 50 % загальної посівної площі.



Рис. 1. Поле з озимою пшеницею

Найпоширенішою зерновою культурою в Україні є озима пшениця (рис. 1), посіви якої займають, залежно від року, 6,4 — 7,3 млн га землі. До 90 % площ її зосереджені у степовій і лісостеповій зонах і лише близько 10 % — у поліській. Друге місце за площами посіву належить ярому ячменю (рис. 2),

який в окремі роки висівають на 3,5 — 4 млн га. Вирощують його, як і озиму пшеницю, переважно в Степу й Лісостепу.



Рис. 2. Ячмінь



Рис. 3. Жито

Третє місце — за зерною кукурудзою, посівні площі якої часто перевищують 1,5 — 2 млн га і розміщені переважно у степовій та лісостеповій зонах.

Інші зернові злакові культури (жито, тритикале, овес, яра пшениця, озимий ячмінь, просо, рис, сорго) висівають в Україні на площі, яка в різні роки коливається в межах 2,5—3,5 млн га.

Озиме жито, тритикале й овес поширені переважно на Поліссі і в Лісостепу; озимий ячмінь — в районах Степу; просо — в усіх зонах України; кукурудза на зерно — в Степу й Лісостепу; рис і сорго — у степових районах.

Зерно і соломку багатьох зернових культур використовують як сировину в переробній промисловості. Із зерна виробляють крохмаль, спирт, пиво, декстрин, глюкозу, фітин тощо; із стебел — папір, целюлозу, деревний спирт, картон, поташ та ін. Солому й половину зернових культур і стебла кукурудзи використовують як грубі корми.

Зернові культури забезпечують тваринництво також зеленими кормами, силосом, сіном.

Основне значення зернових культур полягає в тому, що вони є не тільки безпосередньо необхідними і незамінними продуктами харчування людей (хліб, крупи, макаронні, кондитерські та інші вироби), а й найважливішим фактором забезпечення людей висококалорійною їжею тваринного походження — м'ясом, салом, молоком, яйцями та іншою продукцією.

1.2. Морфологія зернових культур

Усі зернові культури родини злакових мають багато спільного у морфологічній будові органів.

Коренева система злаків — мичкувата, не має головного кореня. Численні тонкі корінці зовні не різняться між собою, переплітаючись, пронизують ґрунт в усіх напрямках. Проте серед них розрізняються корінці, які розвиваються безпосередньо з насіння і утворюють так звану зародкову, або первинну, кореневу систему, та корінці, що закладаються у вузлі кущення і формують вузлову, або вторинну, кореневу систему. Первинні корінці, як

правило, проникають вертикально вглиб ґрунту за межі орного шару; вторинні розміщуються в ґрунті більш-менш радіально. На кінцях корінців утворюються кореневі волоски, за допомогою яких засвоюються з ґрунту поживні речовини і вода.

У кукурудзи, сорго на першому-другому надземних стеблових вузлах розвиваються також повітряні, або опорні, корені. Вони частково проникають у ґрунт на глибину до 5 — 7 см і є для рослин своєрідною «опорою» проти вилягання та забезпечують їх водою і живленням при незначному випаданні опадів.

Мичкувате коріння злакових рослин розміщується в орному шарі ґрунту на глибині до 40 см, деякі корінці проникають у ґрунт на глибину до 1 м, а окремі — до 1,5 — 2 м.

Фізіологічна активність кореневої системи залежить від виду рослин. Наприклад, в озимого жита й вівса вона висока, легко засвоює елементи живлення з важкорозчинних сполук ґрунту; у пшениці, особливо ярої, — недостатня і потребує наявності в ґрунті легкорозчинних сполук поживних речовин.

Стебло у злакових рослин — соломина. У хлібів першої групи, а також у проса й рису вона являє собою циліндричну трубку з порожниною всередині, висотою 1 — 1,5 м; у кукурудзи й сорго соломина вповнена пухкою паренхімою і досягає висоти 3 — 5 м. У більшості рослин стебло поділяється стебловими вузлами з поперечними перегородками на 5 — 7 міжвузлів, у високорослих кукурудзи і сорго кількість міжвузлів може досягати 20 — 25 і більше. Стебло росте міжвузлями, у кожному з яких наймолодшою ростовою тканиною є основа міжвузля.

Такий ріст стебла називають інтеркалярним, або вставним. Темпи росту міжвузлів різні: друге міжвузля росте швидше і тому довше за розміром, ніж перше, третє росте інтенсивніше і більше, ніж перше, і т. д.

Листок лінійної форми, складається з двох частин: нижньої — листкової піхви, яка у вигляді трубки охоплює стебло, і верхньої — листкової пластинки. Між піхвою і пластинкою з внутрішнього боку листка є тонка плівка — язичок, який щільно прилягає до стебла і захищає нижню його частину від затікання води та проникнення збудників хвороб; із зовнішнього, з обох боків — так звані вушка (ріжки), які частково або повністю охоплюють стебло.

Листкова поверхня — основний орган фотосинтезу у рослин, за допомогою якого утворюються органічні речовини. У злакових рослин вона різна і залежить від виду, сорту та умов вирощування. Наприклад, у ярої пшениці вона менша, ніж в озимої, а в озимої пшениці менша, ніж у тритикале. За несприятливих умов вирощування озимої пшениці поверхня листків на 1 га площі становить до 25 тис. м², за сприятливих — удвічі більше. У кукурудзи листкова поверхня сягає 60 тис. м²/га і більше. В інших злакових рослин вона становить у середньому 30 — 35 тис. м²/га.

Зернові злакові рослини утворюють кілька типів суцвіть — колос (пшениця, жито, ячмінь, тритикале), волоть (овес, просо, сорго, рис), колосоподібна волоть (чумиза, могар), а у кукурудзи на одній рослині утворюється два суцвіття: чоловіче (тичинкове) — волоть (султан) і жіноче (маточкове) — качан.

Колос складається з колосового стрижня, який поділяється на окремі членики. На виступах кожного членика розміщується один (у пшениці, жита, тритикале) або три колоски (у ячменю), які складаються з квіток.

Основою волоті є вісь, яка розгалужується на бічні гілки. На кінцях гілок волоті сидять колоски. Винятком є волоть кукурудзи, у якої колоски з чоловічими квітками розміщуються на бічних і центральній гілках волоті рядами.

У колосоподібній волоті бічні гілки мають вигляд сильно укорочених лопатей, на яких групами розміщуються колоски.

Качан, який зверху вкритий листковими обгортками, складається із стрижня та колосків з жіночими квітками. Колоски вертикальними рядами розміщуються у комірках стрижня. Кількість рядів зерен на качані кукурудзи завжди парна.

В основі кожного колоска є дві колоскові луски різної форми і розміру. Між ними розміщуються квітки. Кожна квітка має дві квіткові луски — нижню й верхню. Нижня квіткова луска в остистих хлібів несе на собі остюк. Між квітковими лусками знаходиться маточка, яка складається із зав'язі з двома пірчастими приймочками, та трьох тичинок, за винятком рису, у якого їх шість.

У чоловічих квітках кукурудзи між квітковими лусками є лише тичинки, а в жіночих — маточки. Від кожної зав'язі маточки відходить довгий ниткоподібний стовпчик, який на верхівці має роздвоєну приймочку.

Плід злакових рослин називається зернівкою (зерном). Пшениця м'яка (ячмінь, овес, просо, рис) утворюють зернівку, яка зверху вкрита квітковими лусками. У зернівці розрізняють три головні частини: оболонку, зародок та ендосперм. Ендосперм зернівки складається з двох шарів — зовнішнього, який утворився із стінок зав'язі і називається плодовою оболонкою, і внутрішнього, що утворився із стінок насінного зачатка і називається насінною оболонкою.

1.3. Характеристики зернових культур як об'єкта збирання

Типи робочих органів зернозбиральних машин та їх технологічне налагодження, способи і терміни збирання зумовлюються певними характеристиками зернових культур. Це, зокрема, кількість стебел на 1 м² площі, врожайність, співвідношення зерна до незернової частини за масою, довжина і міцність стебел, час та рівномірність дозрівання зерна, його полеглість, забур'яненість, вологість [5, 9, 10, 18].

Кількість стебел на 1 м², наприклад пшениці, може становити від 150 до 500 шт. і більше, для машинного збирання їх має бути не менше ніж 250.

Урожайність різних культур також нерівномірна. Розрахунками встановлено, що врожайність пшениці може досягати 250 ц/га, а межу 100...120 ц/га багато господарств уже подолали. Потенціал озимого ячменю перевищує 80...90 ц/га, озимого жита 50...70 ц/га, а кукурудзи — 100...120 ц/га. Проте не в кожному регіоні навіть зернові культури можуть дати такий урожай.

Співвідношення маси зерна і незернової частини (як і врожайність) має виняткове значення для оптимального завантаження збиральної машини. Воно, як правило, становить 1:1,5 – 1:2 і тільки для окремих сортів 1 : 0,8.

Під час збирання зернових культур мета хлібороба — добути зерно, яке формується в колосі чи волоті, а вони ростуть на стеблі 50...150 см заввишки. Відношення довжини стебла до його діаметра становить приблизно 300...400, а міцність і вага колоса (або співвідношення геометричних параметрів недосяжне для жодної несівної архітектурної споруди, зведеної людиною).

Початок збиральних робіт та їхня тривалість залежать від ступеня стиглості зерна в колосі чи волоті. У пшениці, ячменю і жита зерно швидше дозріває в середній частині колоса і, не чекаючи дозрівання інших, намагається покинути колос для продовження свого роду. Причому це зерно найбільш повноцінне. Так, маса 1000 зернин середніх частин колосків озимої пшениці становить 45,5...48,9 г, нижніх — 42,3...46,9, а верхніх — 28,9...34,5 г. У просі зерно швидше дозріває у верхніх частинах волоті. Тому перед хліборобом постає проблема: рано збереш — отримаєш неповноцінний урожай, а затримаєшся із збиранням — матимеш великі втрати. Втрати зерна озимої пшениці після 4...7 днів досягнення повної стиглості становлять 4 %, а через 17...20 днів — 27 %. Ось чому зернові культури слід зібрати впродовж 8...10 днів.

Відокремити зерно від колоса чи волоті також не просто, оскільки міцність зв'язку зерна з колосом різна і становить від 3 до 160 г на 1 см довжини, тобто відрізняється в 40 – 50 разів. Це зумовлюється і сортом, і вологістю, і видом культури. Так, за однакових умов зерно пшениці міцніше тримається в колосі порівняно із зерном жита чи ячменю. При вологості колоса 9,2 % сила зв'язку зерна із віссю колоса 8 г, при їх вологості 6,4 %.

Отже, відокремлення зерна від колоса, колоса від стебла, а стебла від кореня висуває певні вимоги перед збиральною машиною.

Забур'яненість полів також ускладнює процес збирання хлібів. Як відомо, на час збирання стебла зернових злаків сухі, а бур'яни мають вологість близько 70 % і водночас їхнє насіння здебільшого зріє і може потрапити разом із зерном культурної рослини або обсипатися на землю. Тому в період вирощування культурних рослин хлібороби активно борються з бур'янами.

1.4. Способи збирання зернових культур

Зернові культури збирають комбайновим і некомбайновим способами [5, 9, 10, 18].

Комбайновий спосіб може бути однофазним (пряме комбайнування) і двофазним (роздільне комбайнування) з наступною обробкою зерна на стаціонарних зерноочисних та сушільних комплексах і збиранням незернової частини врожаю.

В багатьох країнах світу зернові культури переважно збирають прямим комбайнуванням (в Німеччині так збирають на всіх площах, в Канаді – на 75 %, в Австралії – майже 90 %, в Україні – до 70 %) із застосуванням високотехнологічних самохідних зернозбиральних комбайнів.



Рис. 4. Збирання зернових культур прямим комбайнуванням за допомогою зернозбирального комбайна

Пряме комбайнування (рис. 4) передбачає зрізування стебел, обмолот хлібної маси, відокремлення зерна від соломи, очищення зерна від домішок і збирання продуктів обмолоту (зерна, полов і соломи). Зерно збирають у бункер комбайна, а солону і полови укладають у копиці чи валки на полі або подрібнюють і збирають у візки або розкидають по полю. Всі ці операції виконують комбайном у єдиному безперервному потоці.

Прямим комбайнуванням збирають зернові з підсіяними багаторічними травами, низькорослі (до 50 см) і такі, що перестояли, зріджені (менше ніж 280 рослин на 1 м²), якщо немає змоги сформувати валок масою 1,4 кг на 1 м довжини, а також зернові, які досягають рівномірно, і малозабур'янені.

Роздільне комбайнування (рис. 5) полягає в тому, що рослинну масу зрізують і обмолочують не одночасно, а роздільно, тобто за дві фази. Спочатку рослини зрізують і укладають у валки валковими жатками для підсихання і достигання (перша фаза), а через 3...5 днів підбирають валки комбайнами,

обладнаними підбирачами. Далі процес відбувається так само як і за однофазного способу.



Рис. 5. Скошування валковою жаткою стебел у валки

За двофазного способу збиральні роботи починають на 5...10 днів раніше, ніж за однофазного, що має неабияке господарське значення. Стебла під час лежання у валках підсихають, а бур'яни в'януть. Тому значно полегшується наступний обмолот і очищення зерна, пропускну здатність молотарки помітно підвищується. Однак при цьому збиральні машини рухаються полем двічі, а це призводить до збільшення витрат коштів.

Роздільним комбайнуванням збирають культури, що нерівномірно досягають, забур'янені хліба, а також ті, густина яких не менше ніж 300—350 рослин на 1 м² і висота не менше ніж 60 см. Висоту зрізу в валкових жатках установлюють 12...25 см (для жита 25...30 см). Полеглі хліба скошують на мінімальній висоті. В зонах з підвищеною вологістю формують тонкі широкі валки, а в сухих — неширокі товсті з похилом стебел 10...30° до поздовжньої осі валка.

Способи збирання незернової частини врожаю при прямому і роздільному комбайнуванні також різні: з утворенням копиць об'ємом 9...20 м³, валків і потоковий.



Рис. 6. Розкидання подрібненої соломи по полю

У першому випадку комбайни обладнують копнувачами, у другому — валкоутворювачами, а в третьому — начіпними пристроями, які мають подрібнювальний апарат і пристрій для збирання полови і подрібненої соломи або для її розкидання, частково чи повністю (рис. 6).

Некомбайнові способи збирання зернових культур — це нові індустріально-потоківі технології з обробкою врожаю на стаціонарних комплексах (рис. 7). Основними операціями цих технологій є скошування і транспортування скошеної маси на тік, де її обмолочують і розділяють на зерно і незернову частину.

Некомбайновий спосіб збирання за операціями технологічного процесу подібний до багаторазового способу, що існував до появи на хлібній ниві комбайнів (скошування хлібів; зв'язування в снопи; утворення бабок, шатрів, хрестців; транспортування на тік; обмолот стаціонарними молотарками). Для такого способу характерний певний розрив у часі між скошуванням і обмолотом, тобто плавний перехід зерна із активного стану росту в пасивний, а потім — у стан спокою. Для живого організму це необхідна умова. Крім того,

зменшується напруженість робіт та кількість транспортних засобів, немає потреби у великих сховищах для зерна тощо.



Рис. 7. Збирання урожаю з наступною обробкою вороху на стаціонарі

Незернову частину врожаю (НЗВ) збирають різними засобами відповідно до технології.

Копицева технологія ґрунтується на використанні зернозбирального комбайна із копнувачем і соломозбиральних засобів: волокуш, копицевозів, навантажувачів і універсального скиртувального агрегату.

Потокова технологія передбачає використання на зернозбиральних комбайнах пристроїв, обладнаних подрібнювачами і причеплених до комбайна спеціальних причепів для збирання полови і подрібненої соломи. Незернову частину транспортують до місця скиртування або вивантажують із причепів, не відчеплюючи від комбайна. Після цього волокушами цю масу стягують до місця зберігання. В обох випадках за допомогою навантажувачів і універсальних скиртувальних агрегатів формують скирти. В окремих випадках подрібнену соломку розкидають по полю, а половику змінними причепами транспортують на склади.

Валкова технологія полягає у використанні комбайна з валкоутворювачем і машин для збирання валків: прес-підбирачів, підбирачів-стогоутворювачів, підбирачів-ущільнювачів тощо. Після них працюють

машини, що підбирають тюки чи рулони або стоги і транспортують їх до місця складування.

1.5. Агротехнічні вимоги до механізованого збирання зернових культур

При прямому комбайнуванні за жаткою комбайна допускається до 1 % втрат зерна при збиранні прямостоячих хлібів і 1,5 % — полеглих. Втрати зерна за молотаркою не повинні перевищувати 1,5 % при збиранні зернових колосових і 2 % — рису. Подрібнення має бути не більше ніж 1 % для насіннєвого зерна, 2 % — продовольчого, 3 % — зернофуражного і круп'яних культур і 5 % — для рису. Чистота зерна в бункері має бути не нижче ніж 95 % [5, 9, 10, 18].

При роздільному комбайнуванні втрати зерна за валковою жаткою для прямостоячих хлібів допускаються не більше ніж 0,5 %, для полеглих — 1,5 %. Втрати за молотаркою не повинні перевищувати 1 %. Чистота зерна в бункері має бути не менше ніж 96 %.

РОЗДІЛ 2.

АНАЛІЗ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ЗБИРАННЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР

2.1. Система машин для збирання зернових культур

Для скошування зернових культур і укладання їх у валки використовують навісні, причіпні та самохідні валкові жатки [5, 9, 10, 18, 30]. Навісні жатки навішують на зернозбиральні комбайни. Причіпні жатки (рис. 8) агрегатуються з колісними тракторами класу 1,4. Самохідні жатки агрегатують із спеціальними енергетичними засобами.



Рис. 8. Причіпна валкова жатка ЖВП-6,4

Валки підбирають підбирачами барабанно-грабельного типу, полотенно-конвеєрними та платформами-підбирачами, які встановлюють на зернозбиральні комбайни.

Для збирання зернових культур одно- чи двофазним способом використовують комбайни вітчизняного і зарубіжного виробництва.

За призначенням вони бувають: загального призначення (універсальні) — для збирання зернових колосових культур, зернобобових і круп'яних, насінників трав тощо (рис. 9); спеціальні — для збирання високоврожайних

зернових культур і рису, зернових культур на схилах, на насінних ділянках (селекційних), зеленого гороху і кукурудзи (рис. 10).



Рис. 9. Універсальний самохідний зернозбиральний комбайн



Рис. 10. Причіпний кукурудзозбиральний комбайн

За способом агрегування комбайни поділяють на: самохідні (з двигуном, який приводить у рух робочі органи і ходову частину); причіпні (робочі органи приводяться в дію від ВВП трактора або від двигуна, встановленого на комбайні); навісні (навішуються на самохідне шасі або трактор); катамарани (агрегують з універсальними тракторами і реалізують поєднання причіпного і навісного комбайнів); блоково-модульні на основі енергозасобу. Вітчизняні заводи і зарубіжні фірми випускають переважно самохідні комбайни.

За напрямком руху потоку зрізаних стебел, що подаються у молотильний апарат, комбайни поділяють на прямопотокові і непрямопотокові. Прямопотокові комбайни працюють за двома схемами: поздовжньо-прямопотоковою і поперечно-прямопотоковою. Непрямопотокові комбайни поділяють на Г-, Т- і П-подібні.

За конструкцією ходової частини розрізняють колісні, гусеничні і напівгусеничні комбайни. Для підвищення прохідності на деяких комбайнах установлюють спарені колеса або два ведучих мости (передній і задній керовані).

За типом молотильно-сепарувального пристрою розрізняють комбайни з класичною схемою молотарки і роторні. У комбайнах з класичною схемою молотарки одно- або двобарабанні молотильні апарати розміщені впоперек молотарки, а сепаратор грубого вороху — клавішний соломотряс. Роторні комбайни за механіко-технологічними принципами обмолоту хлібної маси і сепарації грубого вороху поділяють на дві основні групи: роздільно-агрегатні МСП та моноблокові.

Обчісувача жатка — пристрій для збирання зернових культур методом обчісування рослин на кореню.

На відміну від традиційної жатки, принцип дії якої передбачає скошування (зрізування) рослин, обчісувача жатка обмолочує (обчісує) тільки зернову частину рослин, не порушуючи цілісності стебел. Саме ці дві

особливості, такі як обмолот рослин на кореню і відсутність операції скошування, зумовили усі можливості і переваги обчісувальної жатки і дозволили їй зайняти особливе місце у ряді зернозбиральних машин.



Рис. 11. Зернозбиральний комбайн, який обладнаний обчісувальною жаткою

Обчісувача жатка (рис. 11) солому залишає в полі і в обчісаній хлібній масі зерно складає 80% тобто в два рази більше, ніж при традиційному збиранні. Ця особливість обчісувальної жатки дозволяє збільшити швидкість руху комбайна в 2 рази (до 6 - 10 км/год), що, у свою чергу, скорочує терміни збирання і зменшує втрати зерна осипанням і при необхідності дає можливість скоротити комбайновий парк.

При традиційній технології збирання врожаю на зрізування стебел рослин, їх транспортування, деформацію при обмолоті і сепарацію витрачається певна кількість енергії, а отже, і палива, на якому працює зернозбиральний комбайн. При обчісувальної технології такі витрати енергії відсутні, що дозволяє скоротити витрати палива на одну тону зібраного зерна на 35 – 40%. Крім того, до переваг можна також віднести, що збирання хлібів вологістю більше 20% практично неможливе з класичною жнивркою; збирання полеглих і сплутаних хлібів з мінімальними втратами; збирання

сильно засмічених бур'янами полів; застосування в технологіях рослинництва, в яких пожнивні залишки залишаються в полі (наприклад в зонах вітрової ерозії та при снігозатриманні) тощо.

2.2. Аналіз конструкцій сучасних універсальних зернозбиральних комбайнів

Зернозбиральні комбайни виробництва провідних іноземних фірм є універсальними [9, 10, 18, 30]. Вони дають змогу збирати врожаї практично всіх зернових та олійних культур, зокрема кукурудзи, а також дрібнонасінних культур (ріпаку, проса тощо) і трав. Слід зауважити, що іноземні збиральні комбайни мають певні технічні переваги, зокрема напрацювання на відмову в них у 4-5 разів, а середньорічне напрацювання в перші 3-4 роки експлуатації на 30-100% більші, аніж в аналогічних машинах виробництва країн СНД. Це зумовлено насамперед високою технічною надійністю, кращою пристосованістю до різних кліматичних умов і високою культурою виробництва. Проте ціна імпортованих комбайнів у декілька разів вища від цін вітчизняних. Тому застосування їх стає економічно доцільним, якщо врожайність зернових не нижча від 35-40 ц/га. Розглянемо особливості конструкцій комбайнів, які можна зустріти на українських ланах.

Компанія «CLAAS» — вдомий виробник машин для збирання зернових культур. На ринку зернозбиральних комбайнів Західної Європи перше місце посідає «Claas». Кожен третій проданий в Європі комбайн і майже кожен другий у Німеччині має марку «Claas».

Родина зернозбиральних комбайнів фірми, за найскромнішими підрахунками, налічує 6 серій і понад 25 моделей та модифікацій. Останнім часом зусилля фахівців компанії зосереджено на двох серіях — «Tusano» та «Lexion».

У зернозбиральних комбайнах серії «Тусано» (6 моделей) вдало використано чимало особливостей вискоефективних збиральних машин. Ці комбайни вперше поєднали можливості машин середнього класу та високопродуктивних жниварок «Vario». Мотовило жниварок має гідрооб'ємний привод, що створює обертальний момент 1000 Нм. Ширина молотарки комбайнів становить 1320 і 1580 мм, діаметр молотильного барабана — 450 мм, а його оберти можуть змінюватися в межах від 650 до 1500 обертів на хвилину. Для збирання культур, зерно яких легко пошкоджується, їх можна зменшити до 280 об./хв. Саме ж підбарабання зроблено таким чином, що можна легко замінювати його основні частини. Це особливо важливо, якщо йдеться про збирання кукурудзи, гороху, квасолі, сої, насіння трав тощо.



Рис. 12. Зернозбиральний комбайн «Тусано» компанії «Claas»

Місткість зернового бункера комбайнів становить 6500, 7500, 8500 та 9000 л. Шестициліндрові дизельні двигуни, якими комплектуються комбайни, при номінальних обертах колінчастого вала 2200 об/хв розвивають потужність від 204 до 299 к.с.



Рис. 13. Зернозбиральний комбайн «Lexion» компанії «Claas»

Для ефективного збирання зернових на схилах компанія «Claas» розробила комбайн «Lexion Montana». Завдяки новітній багатоконтурній системі керування такий комбайн забезпечує високу продуктивність без втрат на місцевості, де бічний схил становить до 17%, а поздовжній — до 6%. Комбайн підтримує вертикальне положення не лише зернової маси, а й оператора. Інноваційна система керує поворотною рамою та регулює кут зрізання залежно від положення мостів. Система також підтримує рівномірне подавання зерносолонистої маси в молотарку. Тривимірна система очищення зерна гарантує стабільну продуктивність навіть у тому разі, якщо бічний схил сягає 17%.

На комбайнах «Lexion» використано новітні розробки системи «Claas Hybrid System», яка дала змогу поєднати дві досконалі технології — тангенціальну молотильну систему APS та високоефективну роторну систему сепарації зерна. Основу системи становлять два роторів завдовжки 4200 мм і діаметром 445 мм. Місткість зернових бункерів цих комбайнів — 12000, 10500 та 9600 л. Комбайни оснащено двигунами, здатними розвивати потужність від 360 до 500 к.с.

Комбайни «Lexion» мають класичну молотильну систему з прискорювачем APS. Ширина молотарки становить 1700 та 1420 мм, діаметр молотильного барабана — 600 мм, а частота його обертів змінюється в діапазоні від 395 до 1150 на хвилину. Кут охоплення підбарабання становить 142°. Сепарація обмолоченої маси здійснюється на соломотрясі завдовжки 4,4 м із шістьма або п'ятьма клавішами. Місткість зернового бункера залежить від моделі й змінюється від 10500 л (модель 560) до 7300 (модель 510).

Компанія «John Deere» є одним зі світових лідерів щодо виробництва зернозбиральних комбайнів (рис. 14). Сьогодні на світовому ринку зернозбиральні комбайни виробництва представлені трьома серіями — W, S і T. У комбайні серії W використовується традиційний циліндричний молотильний барабан, класичний соломотряс та пальцевий сепаратор. Молотильний барабан діаметром 660 мм із 10 білами та великий кут охоплення підбарабання дають змогу досягнути високої продуктивності обмолочування. Клавіші соломотряса мають 11-ступінчасту конструкцію, що забезпечує добру сепарацію зерносоломистої маси.

Наявність пальцевого сепаратора підвищує якість обмолочування. Використання такого додаткового сепарувального механізму значно поліпшує процес сепарації в умовах високої вологості культур. За допомогою пальців ущільнена волога маса розкидається, тим самим вивільнюючи зерна, які залишалися в ній. У неробочій зоні пальці сепаратора ховаються, що виключає можливість намотування зернової маси на пальцевий сепаратор. Така

технологія дає змогу зменшити втрати зерна й підвищити продуктивність в умовах високої вологості та засміченості культур.



Рис. 14. зернозбиральний комбайн компанії «John Deere» S – серії

Комбайни серії S (одинарний пальцевий сепаратор) мають роторну систему обмолоту та сепарації, де обидві функції виконує один елемент — ротор. На відміну від традиційної конструкції ротора, в комбайнах серії S використано цілий ряд конструктивних рішень, що забезпечило високу продуктивність роботи. Ротор має кулясту форму, що дає змогу без значних зусиль захопити матеріал у зоні подавання й трьома рівномірними потоками спрямувати його до зони обмолоту. Кожух ротора має ексцентричну будову, його діаметр збільшується при переході із зони подавання в зону обмолоту та із зони обмолоту в зону сепарації, що забезпечує добре переміщення матеріалу й запобігає виникненню заторів. Така технологія потребує менших затрат енергії та забезпечує кращу якість зерна й соломи.

Комбайни серії T обладнано інноваційною багатобарабанною системою обмолоту й сепарації. Така система забезпечує плавний потік хлібної маси, тим

самим зменшуючи пошкодження зерна й енергетичні витрати на обмолот та сепарацію. Зазначену систему варто використовувати при збиранні врожаю в умовах значної вологості та засміченості культур. Завдяки додатковому поперечному сепаратору роторного типу значно поліпшується сепарація. На відміну від наявних багатобарабанных систем обмолоту, тут значно більша загальна площа підбарабання (молотильного барабана й сепаратора), яка становить 3,36 м². За допомогою системи автоматичного керування та системи автоматичного регулювання швидкості руху продуктивність комбайна можна підвищити на 23%.

Компанія AGCO виготовляє зернозбиральні комбайни («Challenger») кількох модифікацій. Підприємствам залежно від їхніх вимог пропонують комбайни різної потужності та продуктивності з певною конструкцією молотильно-сепарувального пристрою й іншими параметрами. Цим пояснюється значна кількість моделей комбайнів із потужністю двигунів від 175 до 459 к.с. та об'ємом зернових бункерів від 5000 до 12700 л.

У комбайнах клавішного типу середньої продуктивності (моделі СН-644, СН-645, СН-646, СН-647, СН-648 та СН-652) успішно поєднано надійність конструкції з простотою експлуатації й технічного обслуговування, що відповідає сучасним технологічним вимогам. Виробництво таких машин орієнтовано переважно на європейський ринок.

У клавішних зернозбиральних комбайнах застосовано молотильно-сепарувальні пристрої різних конструкцій, основою яких є восьмибильовий молотильний барабан. Для підтримання стабільних кінематичних характеристик при нетривалому перевантаженні масу молотильного барабана збільшено. Підвищення пропускної спроможності цих комбайнів досягають завдяки додатковому ротаційному соломосепаратору та додатковій площі сепарації, а також новому восьмиклавішному соломотрясу з новим профілем сепарувальних поверхонь клавіш.



Рис. 15. Зернозбиральний комбайн «Challenger»

Для збільшення пропускної спроможності комбайнів моделей СН-648 та СН-652 у конструкції молотильно-сепарувального пристрою запроваджено додатковий пальцевий бітер перед транспортером похилої камери, який забезпечує рівномірне подавання хлібної маси до молотильного барабана. На відміну від інших комбайнів, тут підбарабання ротаційного сепаратора має два положення — активне й пасивне. Якщо немає потреби в інтенсивному обмолочуванні, підбарабання повертається й розміщується над сепаратором.

Характерними ознаками комбайнів роторного типу моделей СН-660В, СН-670В й СН-680В є проста конструкція, надійність та висока продуктивність. У молотильно-сепарувальному пристрої роторного комбайна використовують горизонтально розміщений ротор завдовжки 3,55 м. Завдяки значній довжині ротор забезпечує м'який режим обмолоту й сепарації. Робочі органи обмолочувальної частини ротора мають спеціальне покриття, що подовжує термін їхньої роботи. Рівномірне подавання хлібної маси з похилої камери у приймальну частину ротора здійснює спеціальний бітер із системою постійної швидкості. Такий подавальний бітер вирівнює потік хлібної маси.

Конструкція ротора комбайнів передбачає, що кожен наступний елемент ротора й підбарабання забезпечують розтягнення навіть вологої та засміченої

бур'янами хлібної маси й тим самим запобігають її скручуванню та намотуванню на сепаратор. Завдяки інтенсивності процесу сепарації в комбайнах цього типу втрати також зведено до мінімуму навіть за високої врожайності, а також практично немає дроблення та мікроушкоджень зерна, що запобігає втраті його посівних кондицій.

В обмолочувальній частині ротора розміщено сім секцій підбарання з кутом охоплення 140°. Гідростатичний привід ротора із системою автоматичного контролю забезпечує постійну обрану швидкість обертання у двох діапазонах.

Корпорація «Case New Holland» (CNH). Самохідний зернозбиральний комбайн «Case» серії 8010 — одна з найбільш продуктивних, надійних та комфортних сільськогосподарських машин. Головною особливістю цього комбайна є конструкція молотильної й сепараційної зони, яка сконцентрована в одному робочому органі — роторі. Унікальний ротор здійснює багатоступеневий обмолот із відцентровою сепарацією, що дає змогу досягти високої продуктивності машини та доброї якості зерна, а також зменшення його втрат. Спеціальна конструкція ротора (короткі біла, встановлені в шаховому порядку) забезпечує надійність машини при роботі з вологим та сухим збіжжям. Потужний ротор зі зміщеним кожухом унеможливорює появу зносу при важких умовах роботи, наприклад при збиранні рису. Швидкість обертання ротора легко регулюється з кабіни оператора.

Решета системи очищення зерна зумовлюють максимальну кінцеву сепарацію зерна, що не потребує його додаткового очищення. Ці решета мають три секції — передню, середню та задню, які можна регулювати незалежно одна від одної, що значно поліпшує результат. Очищення також передбачає відцентровий вентилятор, який визначає оптимальний повітряний режим обдування решіт, що дає змогу звести втрати до мінімуму.



Рис. 16. Зернозбиральний комбайн «Case»

Комбайни «Case» серії 8010 обладнано шестициліндровими двигунами, яким притаманні стабільні експлуатаційні характеристики й помірна витрата пального. Двигун комбайна встановлено позаду, що зумовлює оптимальний розподіл ваги та максимальний доступ до вузлів і механізмів при технічному обслуговуванні. Ходова система комбайна передбачає також експлуатацію за важких умов, завдяки досягненню максимальної потужності та високої маневреності. Нові шини підвищеної прохідності знижують тиск на ґрунт, що забезпечує кращий рух на вологих ґрунтах.

Практика використання і незалежні випробування показали, що комбайни «Case» серії 8010 дають низький відсоток втрат зерна — до 1%. Роторний принцип обмолоту запобігає пошкодженню зерна, що дуже важливо в насінництві. Частка пошкодженого зерна не перевищує 0,5%. Висока чистота зерна дає змогу відправляти його на елеватор без додаткового очищення. Денна продуктивність комбайна при збиранні зернових досягає в середньому не менше ніж 60-70 га, кукурудзи – не менше ніж 50 га, соняшника – 100 га. Витрата пального становить до 16 л/га при врожайності зерна 50 ц/га. Фактична витрата залежить від конкретних умов роботи (конфігурації поля, вологості, забрудненості, солонистості тощо).

Комбайни «New Holland» (рис. 17) представлено чотирма серіями — TC, C5, CX та CR. Комбайни серій TC, C5, CX мають класичну барабанну схему обмолоту, а комбайни CR — схему роторного типу. Класичним зразком комбайна серії TC є модель TC-56. Конструкція молотильного апарату цих комбайнів передбачає високі динамічні навантаження, а його складники забезпечують добрий обмолот і сепарацію зернового вороху. У молотильний апарат вбудовано додатковий роторний сепаратор. Хлібну масу, обмолочену молотильним барабаном, що відокремлює 90–92% зерна від соломи, бітер подає на роторний сепаратор, який ще додатково відокремлює 3–4% зерна. Таким чином, на соломотряс потрапляє менше ніж 5% зерна в соломі. Завдяки цьому можна звести втрати зерна до мінімуму.



Рис. 17. Зернозбиральний комбайн «New Holland»

Молотильний барабан комбайна моделі TC-56 має діаметр 606 мм, ширину 1300 мм та оснащений вісьмома білами. Завдяки міцній конструкції він має високу інерційну масу, яка дає змогу нівелювати пікові навантаження.

Передбачено зменшений швидкісний режим для обмолочування культур, зерно яких легко пошкоджується. Оригінально сконструйовано в комбайні ТС-56 систему очищення, що дає йому змогу самостійно вирівнюватися при роботі на схилах до 23°. За допомогою спеціальної автоматичної системи при роботі на схилах переміщуються розподільні пластини трясильної дошки та вирівнюються секції верхнього решета. Зерновий бункер розміщено між кабіною та двигуном, завдяки чому досягнуто ідеального розподілу ваги незалежно від навантаження. Ємність бункера становить 5200 л, а швидкість вивантаження — 72 л/с.

Комбайни ТС-56 оснащено шестициліндровими дизельними двигунами із турбонаддувом, які мають високий обертовий момент. Потужність двигуна становить 240 к.с., що забезпечує надійну роботу в максимальних жорстких умовах.

Серія комбайнів CS — одна з найпопулярніших у своєму класі, її представлено трьома моделями — CS-6050, CS-6080 та CS-6090. Система обмолоту цих комбайнів дає змогу працювати в найрізноманітніших умовах, а універсальність — на збиранні різних культур. Комбайни серії CS оснащено дизельними двигунами із системою проміжного охолодження повітря, яке подається в циліндри. Ці двигуни характеризуються високою паливною економічністю та великим (до 25%) запасом обертового моменту. Номінальна частота обертів колінчастого вала становить 2100 об/хв, а найбільша номінальна потужність двигуна комбайна моделі CS-6090 — 405 к.с.

Основою комбайнів серії CS є високоефективна система обмолоту. Головний складник її — високоінерційний барабан діаметром 607 мм із вісьмома білами та підбарабання з кутом охоплення 121°. Великий діаметр барабана й подовжене підбарабання забезпечують якісний обмолот та сепарацію зернового вороху. Роторний сепаратор із підбарабанням збільшує зону примусового обмолочування й створює додатковий розподільний ефект, що допомагає підвищити якість роботи на 20%. Система дає змогу змінювати

відстань між роторним сепаратором та його підбарабанням, створюючи тим самим умови для адаптації машини до збирання різних культур.

Зернозбиральні комбайни серії СХ налічують сім модифікацій — СХ-8030, СХ-8040, СХ-8050, СХ-8060, СХ-8070 СХ-8080 та СХ-8090. Велика площа підбарабання (0,98–1,18 м²) комбайнів серії СХ забезпечує виконання основної частини процесу сепарації. Роторний сепаратор цих комбайнів визнано одним із найкращих механізмів для збирання зернових у великих господарствах. На молотильному барабані, діаметр якого становить 750 мм, а ширина — від 1300 до 1560 мм, розміщено 10 бил. Для досягнення оптимального режиму обмолочування частота обертів барабана може змінюватися в діапазоні від 395 до 905 об/хв. Перевагою молотильного барабана комбайнів серії СХ є велика інерційна маса, яка сприяє одержанню високоякісного зерна без додаткового луцення. Комбайни обладнано п'яти- й шестиклавішними соломотрясами, які мають площу сепарації відповідно 4,94 та 5,93 м². Частота обертання вала соломотряса становить 220 об./хв. Верхнє й нижнє решета системи сепарації рухаються в протилежних напрямках і мають різну довжину ходу. Це підвищує продуктивність очищення та запобігає забиванню решіт. Самовирівнювальна система підтримує високу якість очищення зерна на схилах до 17%.

Комбайни серії СР є одним з найкращих поміж машин роторного типу. Роторні комбайни серії СР представлено двома моделями — СР-9060 і СР-9080. Їх оснащено двома потужними поздовжніми роторами для обмолочування та просіювання зерна. На моделі СР-9060 передбачено ротор діаметром 430 мм, а на СР-9080 — діаметром 560 мм. Довжина роторів на обох моделях становить 2638 мм.

Комбайни серії СР мають дизельні двигуни, номінальна потужність яких становить 394 к.с. (СР-9060) та 455 к.с. (СР-9080).



Рис. 18. зернозбиральний комбайн «Massey Ferguson»



Рис. 19. зернозбиральний комбайн «Акрос»

Відомим іноземним виробником комбайнів є також компанія «Massey Ferguson» (рис. 18).

Компанія «Ростсельмаш» налагодила виробництво зернозбиральних комбайнів «Акрос» і «Вектор». Самохідний зернозбиральний комбайн «Акрос» (рис. 19) є класичним зразком високопродуктивної зернозбиральної техніки нового покоління. Комбайни оснащені жниварками серії «Power Stream» із шириною захвату 6, 7 та 9 м. Застосування таких жниварок зменшує

втрати зерна через обсипання й забезпечує рівномірне подавання хлібної маси до молотильного апарату незалежно від умов роботи. Усі жниварки обладнано простим і надійним гідромеханічним пристроєм копіювання рельєфу поверхні.

Комбайн «Акрос» має оригінальну високоефективну систему обмолоту. Ширина молотарки становить 1500 мм. Головна її особливість — молотильний барабан чималого діаметра (800 мм), який завдяки великій інерційності легко забезпечує надійну роботу в умовах значної вологості й надмірної засміченості хлібної маси бур'янами. Привод молотильного барабана розроблено для максимального динамічного навантаження, він має пристрій для автоматичного натягання паса при збільшенні навантаження на барабан. Це істотно підвищує продуктивність комбайна.

Пропускна спроможність комбайна перебуває в межах 9,0–9,5 кг/с. Великий діаметр молотильного барабана й кут охоплення підбарабання, який становить 130° , дають змогу забезпечити досить значну площу сепарації (1,38 м²) та найвигідніший режим обмолочування — плавний і протяжний. Завдяки цьому можна досягти майже повної (95-відсоткової) сепарації з мінімальним пошкодженням зерна.

Діапазон частоти обертання барабана становить від 400 до 1045 об./хв. та змінюється варіатором безпосередньо з кабіни оператора. Для обмолочування культур, зерно яких легко пошкоджується, збирання треба проводити на низьких обертах барабана. Для цього розроблено компактний редуктор, який знижує частоту обертання до 200–450 об./хв.

Зазор між підбарабанням та білами барабана регулюється електромеханізмом. За допомогою кнопки, розміщеної на панелі керування, встановлюють потрібний зазор, числове значення якого видно на індикаторі.

Зерносоломисту масу після молотарки відбійним бітером подають для сепарації на соломотряс, який має п'ять клавіш. На клавішах соломотряса встановлено датчики, які сигналізують про правильність налагодження системи обмолоту. Через автоматичну систему контролю вони показують

наявність зерна в соломі й таким чином свідчать про потребу зміни режиму обмолочування.

Система обмолоту, яка діє на комбайні «Акрос», практично не пошкоджує соломі. За потреби соломі можна подрібнювати й розкидати по лану або складати у валок із дальшим підбиранням прес-підбирачами. Для подрібнення соломи встановлено 64 ножі з ефектом самозаточування, виготовлені зі зносостійкої сталі. Подрібнювач вмикають натисканням кнопки з кабіни.

Зерновий ворох, який подається з підбарабання й соломотреса, очищується завдяки двоступеневій системі. Верхнє та нижнє решета підвішено на важелях із протилежним ходом і різними амплітудами коливання. Така конструкція сприяє врівноваженню сил інерції та рівномірнішому розподілові зерна на решетах. Окремі налаштування допомагають точно й швидко адаптувати техніку до різних умов збирання.

Комбайн «Акрос» обладнано зерновим бункером ємністю 9000 л і високопродуктивним вивантажувальним шнеком продуктивністю 90 л/с. Особливу увагу приділено роботі цієї системи в умовах високої вологості. Оригінальний запатентований пристрій надійно захищає механізм від перевантаження. На комбайнах «Акрос» встановлено надійні шестициліндрові дизельні двигуни, які розвивають потужність 260 і 250 к.с. відповідно. Двигуни ретельно підбрано за потужністю та обертовим моментом, запас якого становить 20%. Мінімальна витрата пального — одна з умов високоефективного збирання. Завдяки застосуванню компактних силових агрегатів із турбокомпресором питому витрату пального при номінальному режимі роботи двигуна знижено на 5%. Економічний двигун із 540-літровим паливним баком дає змогу операторові працювати без перерви протягом 14 годин.

Комбайни обладнано гідростатичною трансмісією, яка забезпечує безступінчасту зміну швидкості руху на будь-якій із чотирьох передач.

Діапазон робочих швидкостей розширено до 15 км/год., а максимальна транспортна швидкість становить 27 км/год.

Кабіни, встановлені на комбайнах «Акрос», створюють комфорт і зручність для роботи оператора. Велика площа скла кабіни (5 м²) та панорамна його форма забезпечують безперешкодний огляд у будь-якому напрямку. При роботі в нічний час повне освітлення робочої зони забезпечують галогенні фари.

Самохідний зернозбиральний комбайн «Вектор» (рис. 20) багато в чому схожий на комбайн «Акрос». Головна відмінність полягає в тому, що «Вектор» має меншу ширину молотильного апарату (1200 мм), унаслідок чого площа сепарації становить 1,10 м². Пропускна спроможність молотарки дорівнює 7,0–7,5 кг/с.



Рис. 20. Зернозбиральний комбайн «Вектор»

Сепарація зерносолонистої маси відбувається на чотиріклавішному семикаскадному соломотрясі. На комбайні «Вектор» передбачено пристрій для домолочування за допомогою трилопатевого барабана роторного типу. Порівняно із системами барабанного типу він м'якше домолочує колоски за

рахунок меншої кількості ударів і меншого тертя. Ємність зернового бункера становить 6000 л. Вивантаження зерна з бункера у транспортні засоби здійснюється протягом 2 хв. Двигуни підібрано за потужністю та обертовим моментом. Експлуатаційна витрата пального становить 1,8–2,5 кг на 1 т намолоченого зерна. Економічний двигун із 540-літровим паливним баком дає змогу комбайнерові без дозаправлення працювати протягом 14 год.

Завдяки широкому виборові жниварок і приставок комбайн «Вектор» можна використовувати при прямому комбайнуванні, на підбиранні валків, збиранні соняшника, кукурудзи, ріпаку, трав та круп'яних культур.

Вибір моделей комбайнів слід здійснювати залежно від природно-кліматичних умов, набору вирощуваних культур, їхньої врожайності, обсягів робіт, розмірів і конфігурації ланів, рельєфу місцевості тощо.

На сьогодні в Україні для збирання урожаю використовуються переважно комбайни виробництва закордонних фірм CLAAS, MASSEY FERGUSON, CASE, NEW HOLLAND, FENDT, SAMPO, DEUTZ-FAHR, JOHN DEERE, LAVERDA та інші, які мають близькі за значенням показники технічної характеристики, але відрізняються за якісними показниками, такими як втрати зерна, його пошкодження та вміст домішок.

Одним із перспективних підходів по підвищенню ефективності роботи зернозбиральних комбайнів слід вважати застосування обчісувальних жаток, які забезпечують підвищення продуктивності при збиранні зерна.

2.3. Аналіз конструкції та конструктивно-технологічних характеристик вітчизняних зернозбиральних комбайнів

Враховуючи особливості вирощування зернових культур, їх врожайність (середня врожайність основних зернових культур на Україні в

2025 році коливалася в межах 30,9...36,7 ц/га) найбільш доцільно в умовах України використовувати зернозбиральні комбайни з класичною схемою МСП (молотарки) та пропускною здатністю 7...9 (до 10) кг/с.

Більшість вітчизняних зернозбиральних комбайнів має класичну схему молотильно-сепарувального пристрою з одним молотильним барабаном. Так, зернозбиральний комбайн КЗС-9-1 «Славутич» (рис. 21) має молотильний барабан діаметром 700 мм і шириною 1500 мм, у комбайна КЗС-1580 «Лан» ці параметри 450 мм і 1580 мм відповідно, у комбайна АТЕК-1300 – 605 мм і 1300 мм.



Рис. 21. Робота самохідного зернозбирального комбайна КЗС-9-1 «Славутич» при прямому комбайнуванні

На зернозбиральному комбайні СКІФ-330 запропоновано подібно до комбайна «MEGA» фірми CLAAS встановлювати перед молотильним апаратом барабан-прискорювач (рис. 22), який захоплює хлібну масу, що подається транспортером похилої камери, надає їй швидкості й спрямовує до молотильного барабана, де в зазорі із підбарабанням відбувається виділення

зерна із колоска. Застосування барабана-прискорювача дозволяє створити тонкий шар хлібної маси, що подається на обмолот, забезпечуючи при цьому більш ефективно протікання виділення зерна та його сепарацію.



Рис. 22. Молотильний апарат комбайна з барабаном-прискорювачем

Якщо порівнювати процес роботи комбайнів КЗС-9-1 «Славутич» та КЗС-1580 «Лан», то незначною відмінністю їх є те, що в цілому вони подібні, але істотними відмінностями є відсутність у «Лані» бітера проставки у жатці, а над соломотрясом встановлено ворошилки. Крім того, на комбайні «Лан» відсутній домолочувальний пристрій для колосків.

В Україні серед ряду комбайнів з класичною схемою МСП вироблявся також зернозбиральний комбайн КЗС-9 з аксіально-роторним молотильно-сепарувальним пристроєм (діаметр ротора 770 мм, його довжина 3100 мм).

Зернозбиральний комбайн КЗС-8 побудовано за класичною схемою МСП із застосуванням сучасних технічних рішень. Жниварку комбайна обладнано ріжучим апаратом типу Schumacher із планетарним приводом ножів. Зерновий бункер має вібраційне дно, що дозволяє стабільно вивантажувати зерно підвищеної вологості до 2 т/хв.

Зернозбиральний комбайн СКІФ-330 в своїй конструктивній схемі виконаний за класичною схемою молотильно-сепарувального пристрою і має молотильний апарат із барабаном-прискорювачем і шасталкою, що дозволяє

забезпечити більш ефективний обмолот високоврожайних та остистих культур.

Таблиця 1 - Технічна характеристика вітчизняних зернозбиральних комбайнів

Показники	КЗС-9-1 Славутич	КЗС-1580 Лан	КЗС-11 Дніпро-350	КЗСР-9 Славутич	АТЕК-1300	СКІФ-290	СКІФ-330
Ширина захвату жатки, м	6...7	4...7	6	5...7	4...5,8	6	7
Діаметр молот. барабану, мм	700	450		770	605	800	800 +500
Ширина молот. барабану, мм	1500	1580	1320	3100	1300	1500	1500
Площа соломотрясу, м ²	6,5	7,0	5,8			6,15	6,15
Площа решіт, м ²	4,4	5,1	4,7	4,4	4,13	4,78	4,78
Об'єм бункера, м ³	6	7,5	7,2	6,7	5,0	8,5	8,5
Маса, кг	13120	15000	10490	15500	8150		
Потужність, кВт	173	173	170	209	132	213	243

На основі проведеного аналізу показників технічної характеристики вітчизняних зернозбиральних комбайнів (таблиця 1) встановлено, що найбільш характерними для них є такі значення параметрів: ширина захвату жатки — 6...7 м, діаметр молотильного барабану — 700...800 мм, ширина

молотильного барабану — 1300...1500 мм, площа соломотрясу — 5,8...7,0 м², площа решіт — 4,4...5,1 м², об'єм бункера — 6,0...8,5 м³, потужність двигуна для однобарабанного МСП — близько 170 кВт. Оскільки, комбайн КЗСР-9 має осьово-роторний МСП, то відповідно і потужність на привід дещо вища і складає 209 кВт.

Враховуючи збільшення параметрів агрегатів та особливості будови комбайнів марки СКІФ ці параметри зростають до 213...243 кВт (останній — для СКІФ-330 з барабаном-прискорювачем). Такі параметри найбільш характерні для зернозбиральних комбайнів з пропускною здатністю 9 кг/с.



Рис. 23. Обчісувача жатка УАС-7 «Слов'янка»

Як зазначалося раніше, одним із перспективних напрямків підвищення продуктивності зернозбиральних комбайнів із одночасним зменшенням енерговитрат є використання способу обчісування при збиранні зернових культур. Основним недоліком цього способу є істотні втрати при збиранні перезрілих хлібів. Для реалізації цього способу зернозбиральні комбайни обладнуються жатками обчісувачого типу. В цьому напрямку активна робота проводиться в УкрНДПВТ ім. Л.Погорілого. Запропоновано для роботи із комбайнами Дон-1500Б, ACROS, CASE 2388, NEW HOLLAND CS6090, CLAAS, JOHN DEERE, MASSEY FERGUSON та інші використовувати обчісувачу жатку УАС-7 «Слов'янка» (рис. 23) із шириною захвату 7 м, продуктивністю основного часу — до 7,7 га/год, робочою швидкістю — до 11 км/год, яка забезпечує при роботі втрати зерна — до 1,5%, пошкодження — до 2,0% та чистоту до 96% при істотному зниженні витрат пального (до 40...45% в порівнянні з класичною жаткою). Застосування жатки із комбайном дозволяє

проводити збирання врожаю при несприятливих умовах та більш якісно підбирати поля хліба, а також підвищувати продуктивність і надійність машини, оскільки кількість зернових втрат при обчісуванні — мінімальні. При застосуванні подібного пристрою продуктивність комбайна збільшується у 2 рази. Середню частину зернових культур можна в подальшому відділяти за допомогою подрібнювача рослинних решток.

Вітчизняні зернозбиральні комбайни аналогічно як і іноземних фірм-виробників дозволяються збирати врожай різних зернових культур, насінників трав та деяких інших культур. Для цього зернозбиральні комбайни обладнуються спеціальними приставками.

ВАТ «Херсонський машинобудівний завод» пропонує використовувати зернозбиральний комбайн КЗС-9-1 «Славутич» для ефективного збирання сої, сорго, насінників трав, зернобобових, круп'яних та інших культур, а із застосуванням спеціальних приставок також збирання кукурудзи (КМС-6, КМС-8), соняшника (ПЗС-8-16) та ріпаку (ПЗР-6).

З точки зору технології збирання, то з економічної, екологічної та енергетичної точок зору найбільш доцільно використовувати пряме комбайнування. Хоча як виняток, при збиранні забур'янених та перезволожених хлібів доводиться використовувати причіпні або самохідні жатки та платформи-підбирачі до комбайна.

Для збирання незернової частини врожаю сучасні зернозбиральні комбайни обладнуються копнувачами (утворення копиць), валкоутворювачами (утворення валків), капотом або подрібнювачем-розкидачем соломи. Останній пристрій має місце використовуватися для подальшого заорювання соломи як органічне добриво для подальшого її заробляння ґрунтообробними агрегатами. Але враховуючи можливість застосування соломи в тваринництві та як джерело теплової енергії, то в технологічній схемі зернозбирального комбайна подрібнювач-соломорозкидач в умовах України має мати обмежене застосування. Тому

найбільш доцільно використовувати копнувачі або капоти для її збирання. При цьому, солома з валків може підбиратися і пресуватися в паки або рулони прес-підбирачами.

2.4. Аналіз конструктивних схем обчісуючих жаток

Обчісуючий пристрій з обчісуванням на корені розміщують на жатці або комбайні. Збирання хлібів з обчісуванням на корені є одним із напрямків зниження затрат енергії на обмолот [12, 14, 19, 22, 29, 30].

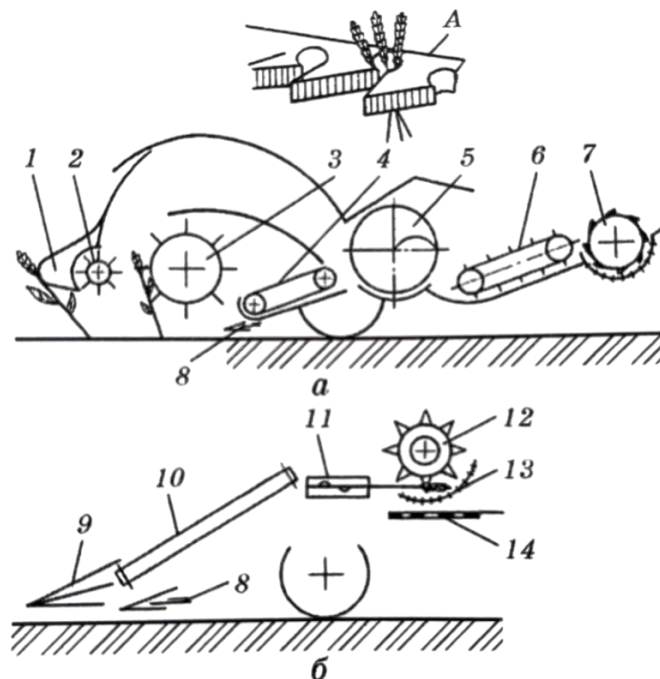


Рис. 24. Схеми обчісуючих пристроїв:

Під час руху комбайна стебла відхиляються кожухом 1 (рис. 24 а) у напрямку руху. Від кожуха стебла відводяться ротором 2. Пальці обчісувального барабана 3, розділяючи стеблостій на смужки, обчісують зерно із колоса (волоті) і спрямовують його разом із залишками соломи і відірваних колосків на конвеєр 4, а той у шнек 5. Шнек направляє цей ворох до плаваючого конвеєра 6, а звідти — в домолочувальний барабан 7. Після цього

продукти обмолоту надходять на очищення. Після обчісування стебла зрізуються ріжучим апаратом або окремими ротаційними косарками.

Крім зниження енерговитрат при обчісуванні на корені значно зменшується травмування зерна, спрощується конструкція, знижується матеріалоемність і збільшується продуктивність комбайна. Проте обчісувальні пристрої такого типу допускають надмірні втрати зерна, особливо на невіривняному стеблостой.

Обчісувальний пристрій із обчісуванням у потоці зрізаних рослин на прикладі подільників комбайна працює так. Подільники 9 підводять стебла до рівчака, утвореного двома пасами 10 (рис. 24 б.) Стебла захоплюються пасами, зрізуються ріжучим апаратом 8 і спрямовуються до затискного конвеєра 11. Пальці обчісувального барабана 12 входять у стрічку стебел і обчісують волоть. Обчісані стебла виводяться за межі комбайна, а обчісаний ворох домолочується і надходить на очисник 14.

При обчісуванні зрізаних стебел солома менше деформується, знижуються пошкодження зерна та енерговитрати. Проте у разі застосування таких жаток втрати зерна значно вищі, ніж при обмолоті, до того ж ця жатка за конструкцією складніша порівняно з шнековими (класичними комбайновими) жатками. Останнім часом дуже гостро стоїть питання про скорочення витрат при виробництві сільськогосподарської продукції і впровадженні ресурсозберігаючих технологій.

Збирання врожаю обчісуванням дає значне зниження витрати палива, споживаного зернозбиральним комбайном, а також отримувати зерно більш високої якості порівняно з традиційними технологіями збирання

Багаторічні пошуки конструкторів різних країн оптимальної конструкції обчісуючого пристрою призвели до створення безлічі конструкцій різного типу. Класифікація обчісувальних пристроїв наведена на рис. 25.



Рис. 25. Класифікація конструкцій очісуючих пристроїв

Найбільш просту конструкцію мають стриперні пристрої (рис. 26). Робочим органом таких пристроїв є очісуюча гребінка. У різних конструкціях можна побачити одну або декілька гребінок, встановлених зі зміщенням по висоті й довжині пристрою. Гребінка в процесі роботи може знаходитись як у нерухомому стані, так і здійснювати коливальні рухи в поперечному напрямі. Такий очісуючий пристрій відноситься до активних стриперів. У процесі очісування стебла рослин потрапляють в щілини між зубами гребінок, ковзають по щілині і у міру досягнення колосу очісують його. Недоліками стриперних очісуючих пристроїв є великі втрати зерна при збиранні полеглого або багаторядного стеблостою, а також значне обривання стебел і забивання гребінок. Зменшити забивання гребінок дозволяє встановлене над гребінками мотовило, покликане зіштовхувати із гребінок очісану масу.

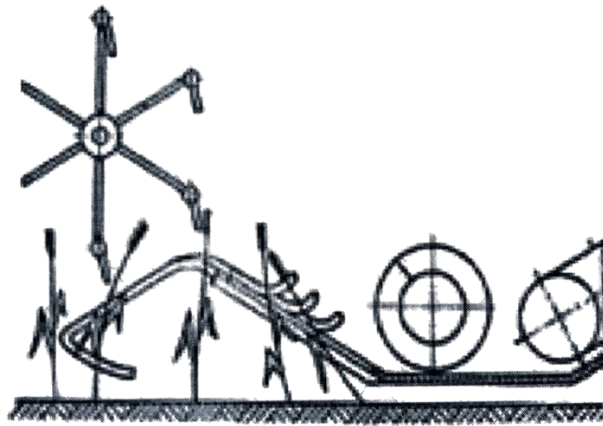


Рис. 26. Схема роботи обчісуючого стрипера, обладнаного мотовилом



Рис. 27. Обчісуючі пристрої дискового типу

У обчісуючих пристроях дискового типу робочими органами є ротор, на приводному валу якого змонтовані диски з обчісуючими лопатками (рис. 27). При обертанні ротора диски розділяють стеблостеблі на смуги, які обчісуються лопатками. Подібні пристрої дозволяють отримати обчесаний ворох з високим відсотком вмісту вільного зерна, але при цьому є також високий відсоток травмування і втрат зерна.

Робочим органом вальцевих обчісуючих пристроїв (рис. 28) є вальці з гребінками, які обчісують стебла рослин, що підводяться до них за рахунок поступального ходу пристрою або встановленням перед ними мотовилом. На збиранні зернових культур посівних широкорядним способом, наприклад сорго

зернове, можуть застосовуватись вальцеві пристрої з подовжнім розміщенням вальців. Вальцеві обчісуючі пристрої забезпечують невеликий рівень втрат зерна осипанням, але абсолютно не придатні для збирання полеглою стеблостою. Також великим недоліком є складність конструкції, підвищена матеріало- і енергоємність.

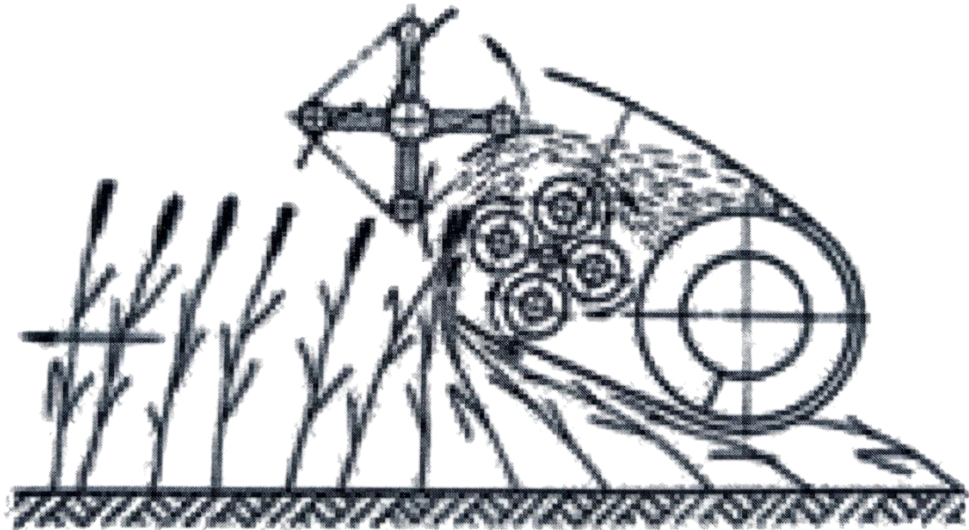


Рис. 28. Вальцевий обчісуючий пристрій

В конструкціях обчісуючих пристроїв паралелограмного типу (рис. 29) робочий орган – обчісуючий ротор із шарнірно встановленими гребінками, які при обертанні ротора здійснюють плоскопаралельний рух. Обчісувач гребінка входить у хлібну масу, прочісує її і відділяє зерно. До переваг пристроїв цього типу відноситься низький вміст солом'яних домішок, до недоліків – підвищений рівень травмування зерна, складність виготовлення, низька надійність.

Полеглі і багаторівневі хліби високоефективно дозволяють збирати обчісуючі пристрої транспортерного типу (рис. 30). Транспортери можуть бути виконані як стрічковими, так і ланцюговими. На транспортері встановлені обчісуючі зуби. Встановлений перед транспортером стеблоподаючий пристрій безперервно і рівномірно подає рослини в зону обчісування, а при роботі на полеглих хлібах також ще й піднімає полегли

рослини. Недоліком таких пристроїв є підвищений вміст солом'яних домішок у масі.

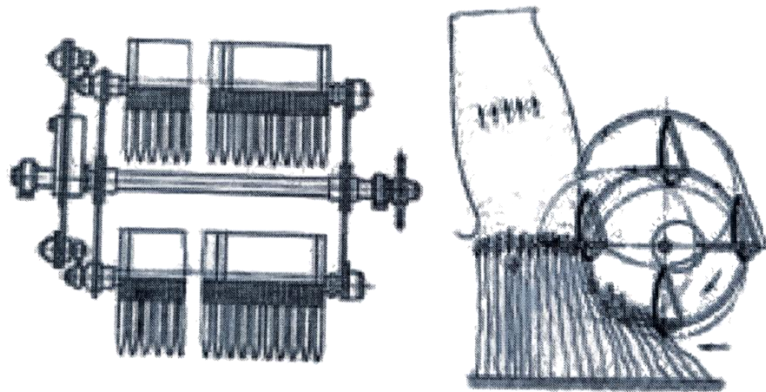


Рис. 29. Обчісувач паралелограмного типу

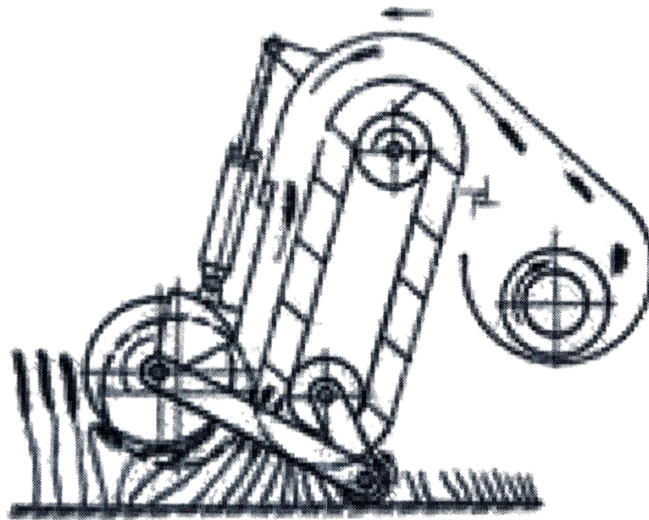


Рис. 30. Обчісувач транспортерного типу

В як найповнішому ступені технічним і технологічним вимогам відповідають обчісувачі барабанного типу (рис. 31). Обчісувач барабан з жорстко встановленими в декілька рядів обчісувачими гребінками обертається і переміщується разом з пристроєм. Обчісувачі гребінки захоплюють стебла рослин, прочісують їх і повітряним потоком, що утворюється при обертанні обчісувачого барабана, транспортується далі. Пристрої такого типу мають просту конструкцію, надійність, забезпечують

високий вміст вільного зерна у обчісуваному воросі і невисокий рівень втрат. Дещо понизити втрати зерна дозволяє використання потужного повітряного потоку, для створення якого необхідно встановити потужні вентилятори. Це приводить до ускладнення конструкції, підвищення її енерго- і матеріалоемкості.

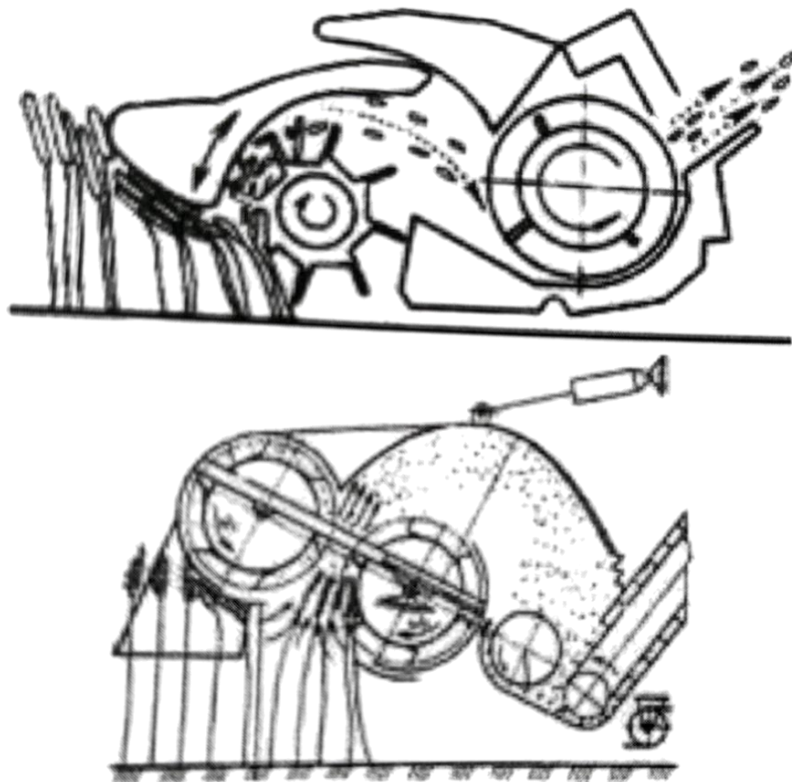


Рис. 31. Барабанні обчісуючі пристрої:
а – однобарабанний; б – двобарабанний

Одним з таких рішень може бути двобарабанний варіант обчісуючого пристрою. Встановлені один за іншим обчісуючі барабани обертаються один назустріч одному і тим самим створюють повітряний потік. При цьому обидва барабани мають встановлені в декілька рядів гребінки. Таким чином більша кількість гребінок сприяє інтенсивнішому обчісуванню рослин. Двобарабанні обчісуючі пристрої мають велику масу, громіздкість і вимагають високих енерговитрат при виробництві і в експлуатації порівняно з однобарабанними.

Обчісуючі пристрої, що серійно випускаються нині, відносяться до пристроїв барабанного типу, і, як правило, мають однобарабанну конструкцію. Проте і вони не завжди здатні виконати агротехнічні вимоги, що підлягають до збиральних процесів. У недостатній мірі вивчені і технології обробітку культур із застосуванням прийомів методом обчісування. Усе це стримує масове використання технології обчісування і вказує на актуальність проведення науково-дослідних робіт по оптимізації параметрів режимів роботи обчісуючих пристроїв у різних умовах експлуатації.

Відомі також різні інноваційні розробки щодо обчісуючих жаток, які захищені патентами України та інших країн світу.

2.5. Обґрунтування конструктивного виконання обчісувального робочого органу при збиранні зернових культур

Розглянемо обчісуючу жатку для збирання зернових культур, яка складається з (рис. 32) [5, 9, 10, 17, 18, 22]: дефлектора 1, обчісуючого барабана 2 з гребінками 3, рами 4, башмаків 5 для копіювання профілю поля, шнека 6 та системи приводу 7. Колоски на стеблі попадають до обчісувального барабана 2, що обертається, завдяки зовнішній поверхні дефлектора 1. Обчісана гребінками 3 зернова маса подається на внутрішню поверхню дефлектора 1, а потім в приймальну камеру шнека 6, яким подається на подальшу переробку.

Після відділення від стебел колоски та їх частинки транспортуються гребінками барабана. При цьому процес роботи жатки при обчісуванні зерна складається із трьох основних етапів: самообчісування зерна на корені, рух обчісаного зерна по гребінці і політ після відкидання гребінкою.

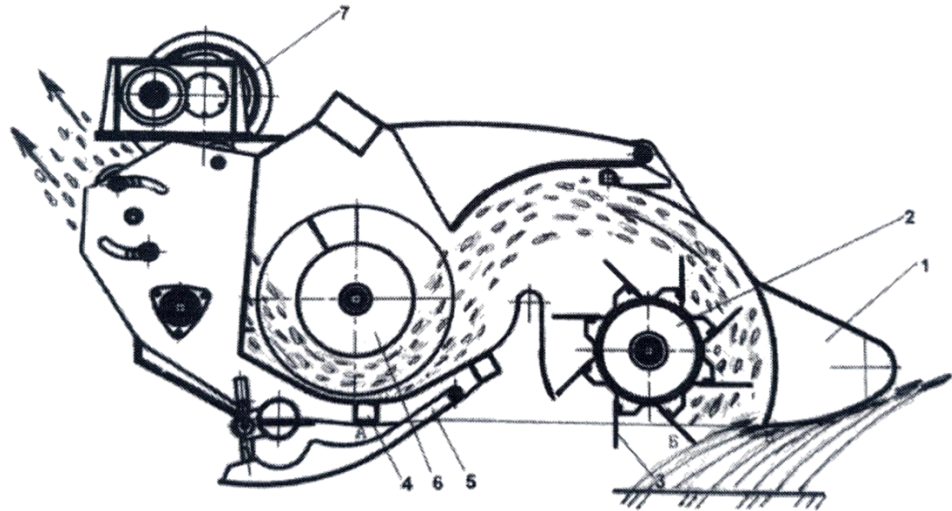


Рис. 32. Схема обчісувальної жатки зернозбирального комбайна

Процес роботи обчісувальної жатки являє собою послідовність взаємозалежних етапів. Перший етап — взаємодія стебла рослини із обчісувальним барабаном і можливий його згин, другий етап — взаємодія волоті рослини із зубами обчісувального барабана, третій етап — рух зернівки після відриву, четвертий етап — рух зернівки після її сходу із зуба до моменту контакту з внутрішньою поверхнею переднього кожуха жниварки.

В результаті аналізу існуючих конструктивних схем обчісувальних жаток встановлено, що гребінковий обчісувальний пристрій, який застосовується на переважній кількості обчісувальних жаток, має ряд недоліків. Так, при перестиглості зерна при роботі звичайної обчісувальної жатки можливі істотні втрати зерна, оскільки гребінка жатки працює в площині, що призводить до неповного виділення зерна із волоті.

Дослідження О.М. Леженкіна [19] показали, що середнє значення зусилля на відривання суцвіття менше ніж середнє значення висмикування стебел із ґрунту, що підтверджує неможливість якісного обчісування зерна на корені (рис. 33). Але досліди в процесі роботи комбайна із обчісувальною жаткою показали, що стебла висмикуються із ґрунту при дії на них обчісувальної жатки.

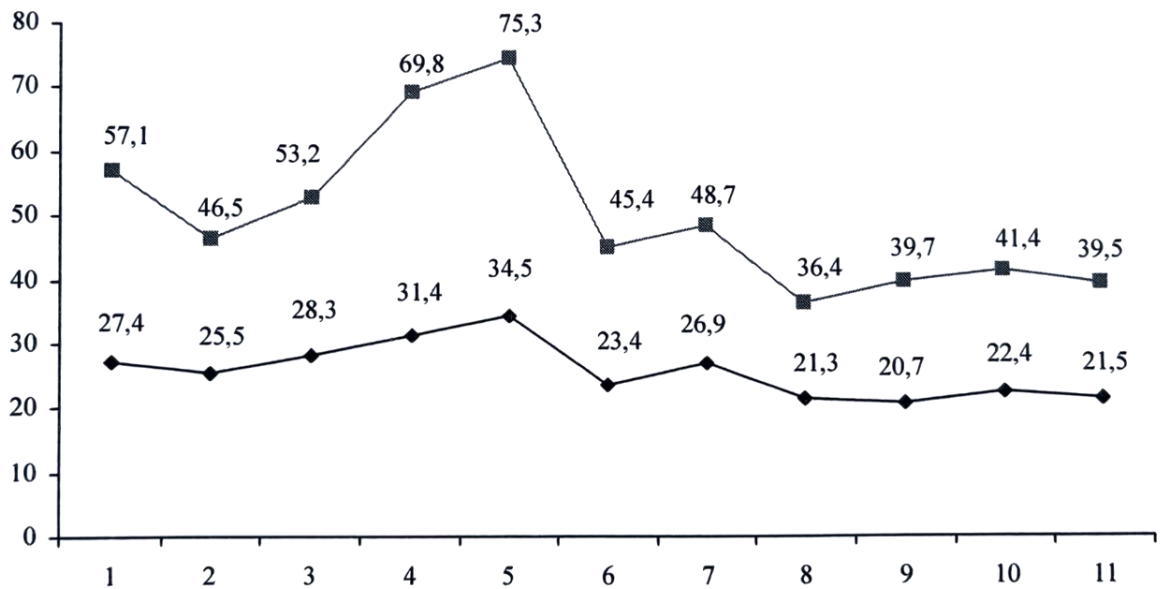


Рис. 33. Діаграма середніх зусиль на відривання суцвіття від стебла і висмикування стебла із ґрунту [19]: 1, 2, 3 – пшениця; 4, 5 – тритикале; 6, 7 – ячмінь; 8, 9, 10 – просо; 11 – овес.

Відомо, що обчісування зернових колосових культур здійснюється протягуванням колосів через щілину або отвір гребінки, які закріплені на обертових барабанах обчісувального пристрою. Гребінки обладнані зубами, бічні кромки яких розташовані паралельно один до одного, або у розгалуженому вигляді (вигляд «ласточкиного хвоста») з отвором у місцях їх з'єднання. Зуби, які закріплені на гребінках, можуть розташовуватись по радіусу барабана або нахилені вперед по напрямку обертання барабана.

Стебло рослини, що потрапило між зубами, в процесі їх руху по ньому коливається. Хвиля, що виникає на стеблі при русі по торцевих кромках обчісувальних зубів, забезпечує їх контакт до моменту зустрічі з волоттю. Відрив зернівки від волоті при цьому відбувається по всій довжині зуба.

Величина стискаючого зернівку зусилля, рівна величині зусилля, що руйнує її зв'язок з волоттю. Зернівка з волоттю до удару була нерухома, а швидкість обчісувального зуба гребінки, яка необхідна для її відділення від волоті, визначається через величину імпульсу сили, який необхідний для

відривання, хоча при цьому відбувається і стискання зернівки. Значення величини зусилля зв'язку зернівки з волоттю залежить від сорту культури, стадії її дозрівання, вологості і т.д. Після взаємодії із гребінкою зернівка, яка відділена від волоті і деформована в процесі удару, відновлює свою форму.

При адаптації самохідного зернозбирального комбайна до збирання зернових культур за принципом обчісування зерна на корені використовується обчісувальна жатка. Під час руху жатки та обертання обчісувального барабана, стебла, які потрапляють у зону дії, прочісуються кромками комбінованих клинів зубів гребінок. Це забезпечує добре входження стебел рослин в проміжки гребінки, які утворені комбінованим клином, що підвищує ефективність обчісування зерна з волоті рослин.

На основі проведеного аналізу процесу обчісування та технічних розробок для підвищення якості роботи пропонується:

- гребінки обчісувального барабана виконати криволінійними, вигнутими по напрямку руху;
- в нижній частині стеблової маси розміщувати затискні паси, які зменшуватимуть ймовірність висмикування стебел із ґрунту.

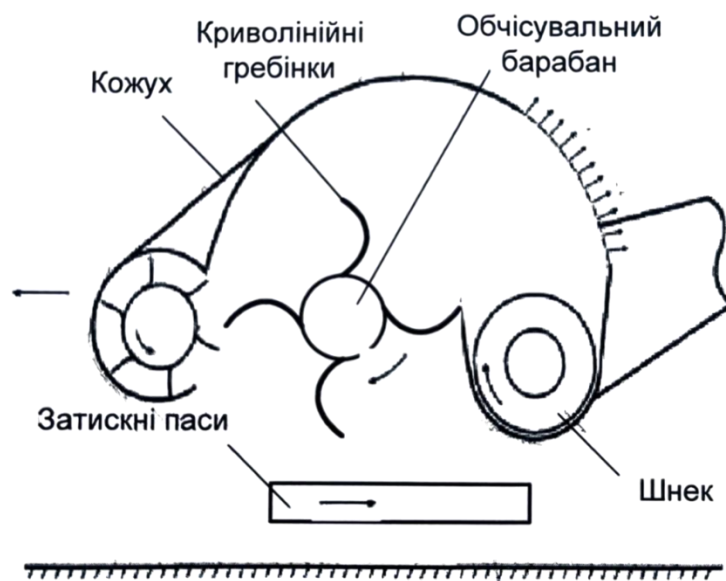


Рис. 34. Конструктивно-функціональна схема удосконаленої обчісувальної жатки.

Зазначене вище реалізується у вдосконаленій обчісувальній жатці, конструктивно-функціональна схема якої наведена на рис. 34.

Враховуючи схему жатки виникає потреба при проведенні теоретичних досліджень обґрунтувати параметри і режими роботи жатки, дослідити рух частинок по криволінійній гребінці і політ зернин після сходження із гребінки.

3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1 Програма та методика проведення експериментальних досліджень

У відповідності до мети і завдань досліджень програмою експериментальних досліджень було визначено оцінку посівів пшениці сорту Українська озима у ВП НУБіП України НДГ Агростанція Васильківського району Київської області (рис. 35).



Рис. 35. Проведення дослідів по визначенню характеристик стеблостою

У відповідності з наміченою програмою досліджень планувалось визначити ці параметри шляхом аналізу 10 кущів по довжині гону 450 м з кроком 50 м. За основні параметри було визначено висота стебла (природна) і полеглість стебла.

Для визначення цих параметрів використовували рулетку довжиною 3 м із точністю вимірювання 1 мм.

Дослідні дані у кожній точці визначалися і оброблялися методами математичної статистики [1, 7, 8, 13, 15, 23].

При цьому визначали:

1) середнє арифметичне

$$X_{\text{CP}} = \frac{1}{N} \sum X_j,$$

де X_j - середнє значення вимірюваної величини на j -тому інтервалі (зазначено вище), $j = 1, 2, \dots, k$.

Середньоквадратичне відхилення

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{j=1}^k (\tilde{X}_j - X)^2}.$$

Результат представляли у графічному вигляді, де зазначені вище вимірювальні величини представлені середнім значенням, та у вигляді довірчого інтервалу.

3.2. Результати експериментальних досліджень

В результаті проведених експериментальних досліджень встановлено величини параметрів стеблостою (рис. 36): висота стебла і їх полеглисть по довжині гона (рис. 37). Отримані вихідні дані використаємо при обґрунтуванні параметрів обчисувального пристрою.

Аналіз результатів дослідів підтверджує необхідність у вдосконаленні конструкцій обчисувальних жаток, що забезпечувало б якісну роботу при різній висоті і полеглисті стебел. Пропозиції щодо застосування криволінійних гребінок і затискачів транспортер при обчисуванні зернових культур на корені дозволяють частково вирішити наведені проблеми.

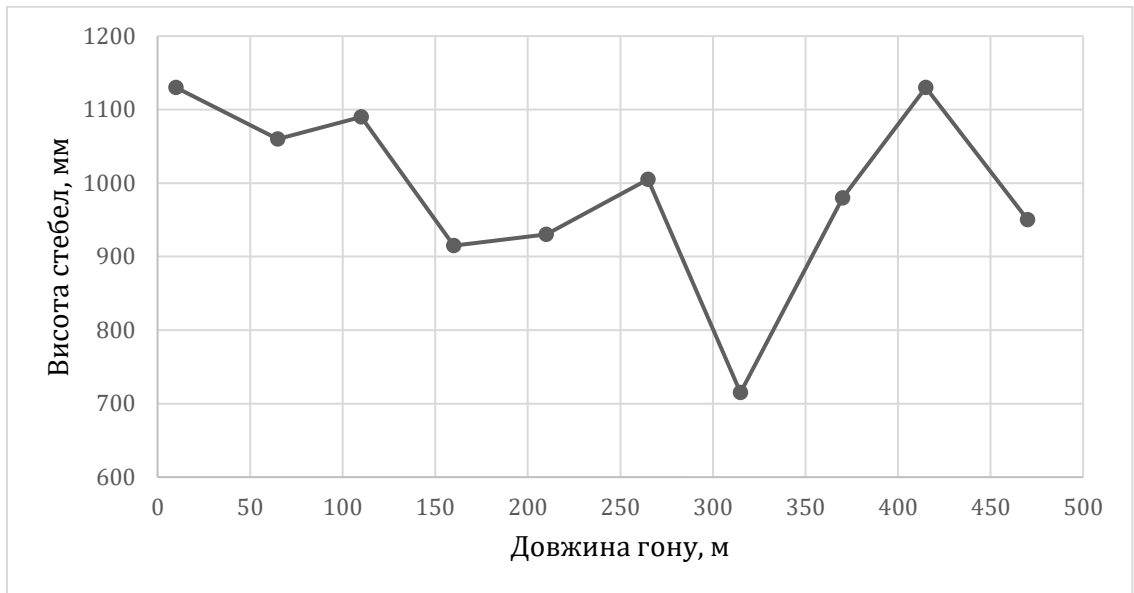


Рис. 36. Діаграма зміни висоти стебел по довжині гона

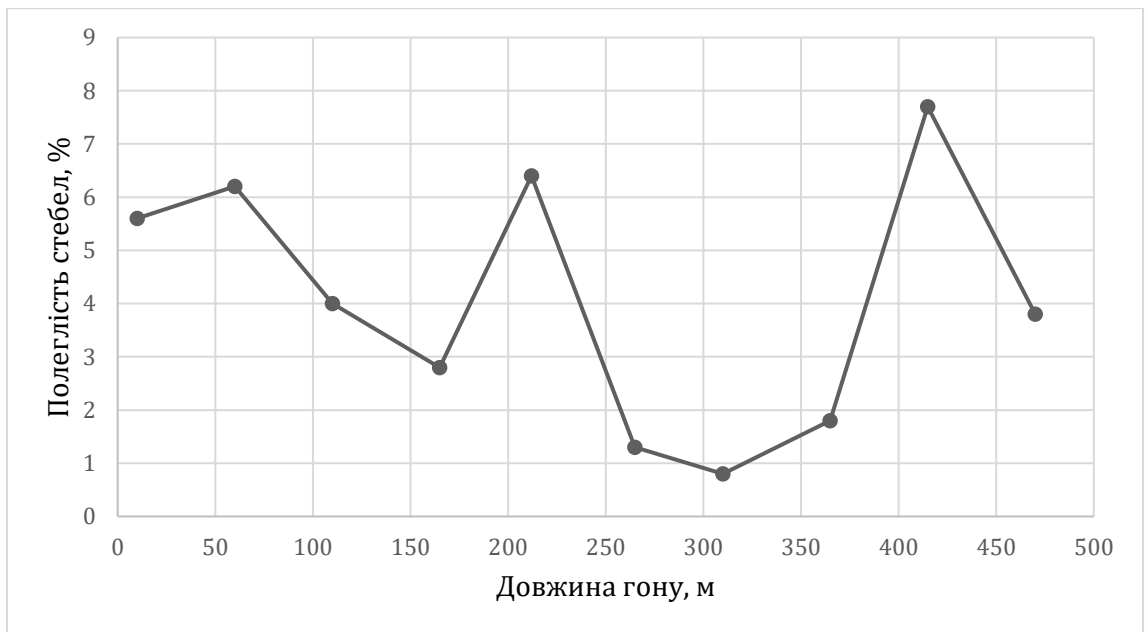


Рис. 37. Діаграма зміни полеглості стебел по довжині гона

В результаті експериментальних досліджень встановлено, що висота стебел на досліджуваній ділянці поля складає $988,9 \pm 375,7$ мм, полеглість стебел – $3,926 \pm 2,37$ %.

РОЗДІЛ 4.

ТЕОРЕТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ОБЧІСУВАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ

4.1. Обґрунтування основних параметрів обчисувального пристрою

Питанням дослідження обчисування зернових культур на корені присвячені дослідження П.А.Шабанова, А.М.Леженіна, Н.І.Косилова, І.К.Голубєва, Б.І.Гончарова, М.М.Мороза та інших вчених [2, 4, 6, 9, 10, 11, 12, 19, 20, 21, 22, 25, 27, 28, 29], що дозволяє обґрунтувати основні параметри обчисувального пристрою.

1. Визначення робочого радіуса обчисувального барабана:

$$R_0 = \frac{H}{\cos \alpha_H + \cos \alpha_K}, \quad (1)$$

де H – діапазон зони розміщення волоті.

2. Загальна довжина гребінки обчисувального барабана:

$$l_p = l_1 + l_2 = \left(R_0 + \frac{V_M t - R_0 \sin \alpha_H}{\sin(\omega t + \alpha_H)} \right). \quad (2)$$

3. Необхідна кількість гребінок на обчисувальному барабані:

$$Z = \frac{2\pi V_M n_0}{l_p \omega}, \quad (3)$$

4. Ширина обчисувальної гребінки.

$$b = \frac{Q \omega Z}{2\pi V_M P} - \Delta, \quad (4)$$

де Q – кількість стебел, які обчісуються за один робочий хід;

Δ – зазор між обчісувальними пальцями, м;

P – густина стеблестою, шт./м².

5. Глибина входження обчісувального барабана в стеблестій:

$$h_H = H + R(1 - \cos \alpha_H). \quad (5)$$

6. Форма гребінок. На якість обчісування зерна істотний вплив мають частота обертання обчісувального барабана, форма гребінок, густина стеблестою тощо. Застосування в конструкції гребінок криволінійної форми, як показують дослідження, дозволить зменшити втрати навіть на ділянках з великою густиною стеблестою. Якісно працюють вгнуті криволінійні гребінки при обчісуванні крупних культур і рису. З метою ефективної передачі обчесаного зерна на наступні робочі органи і більш динамічної дії гребінок виконаємо їх вигнутими.

При обґрунтуванні конструктивних параметрів обчісувальних пристроїв, які використовують для збирання різних за ботанічним складом сільськогосподарських культур, основними параметрами пристрою приймають: внутрішній та зовнішній діаметри та частоту обертання барабана, швидкість руху комбайна; довжину, форму і відстань між обчісувальними зубами. При цьому обґрунтування параметрів і режимів роботи пристроїв обчісувального типу не враховують кінематичні і динамічні параметри ударної взаємодії зерна з обчісувальною поверхнею гребінки. Це зумовлює отримання досить приблизних результатів при визначенні траєкторії руху зерна після сходу з гребінки і взаємодією з дефлекторною поверхнею кожуха.

Встановлено, що зуби обчісувального барабана повинні бути криволінійними. Співвідношення зовнішнього і внутрішнього радіусів барабанів повинно бути 1,4...1,6. Швидкість взаємодії гребінки обчісувального барабану повинна бути максимально можливою, але не більше 15 м/с.

Оптимальна швидкість барабану 40...43 рад/с, швидкість повітряного потоку у приймальній камері 8,2 м/с, а в зоні обчисування – не менше 10 м/с.

9. При розгляді ударної взаємодії гребінки з частинкою її швидкість визначається з виразу:

$$V_M = \frac{V_3 \cos v(1+K_B)}{\cos \varphi_{\text{УД}}}, \quad (6)$$

де V_M – поступальна швидкість машини:

$$V_3 = \sqrt{V_M^2 + 2V_M\omega r \cos \omega t + \omega^2 r^2}; \quad (7)$$

ω – кутова швидкість барабана;

r – відстань, що визначає положення частинки по відношенню до центру барабана $r_0 \leq r \leq R$;

r_0 – внутрішній радіус барабана;

R – зовнішній радіус барабана;

K_B – коефіцієнт відновлення;

$f_{\text{УД}}$ – коефіцієнт миттєвого тертя.

При висоті стебел рослин зернових від 0,4 до 1,2 м гарантоване обчисування забезпечується при радіусі барабана 0,27 м, довжині гребінок 0,08 м, куті оперативної зміни положення переднього кожуха — не менше 0,86 рад. З урахуванням вологості зерна від 11% до 17% зміна нахилу гребінок від 0 до 0,78 рад призводить до зміни кута сходу на 0,18–0,26 рад від вологості і зміни кута нахилу вектора абсолютної швидкості на 0,52–0,63 рад., що дозволяє усувати втрати зерна відбиванням вперед по ходу обчисувальної жатки. Також встановлено, що тангенціальна складова швидкості зернини після відриву колоса змінюється в діапазоні від 5,7 до 16 м/с. Нормальна складова швидкості зернини після відриву від колоса прямо пропорційна величині коефіцієнта відновлення, кутовій швидкості і радіусу барабана і обернено пропорційна величині кутів нахилу гребінки і початку обчисування, при мінімальних

значеннях якого досягає максимальних значень і на збиранні озимої пшениці змінюється в межах від 1,7 до 10 м/с.

10. Умова гарантованого обчісування зерна із суцвіття

$$\omega \geq \frac{2m\dot{x} \pm \sqrt{4m^2\dot{x}^2 + 4m\rho \sin \phi (mg \cos \beta - [Q])}}{2m\rho \sin \phi}. \quad (8)$$

4.2. Теоретичне дослідження руху зернини після обчісування по поверхні лопатки

З метою визначення швидкості зернини при сходженні з поверхні гребінки і дослідження характеру руху розглянемо рух частини по криволінійній поверхні [3, 16, 27]. Еквівалентна схема наведена на рис. 38.

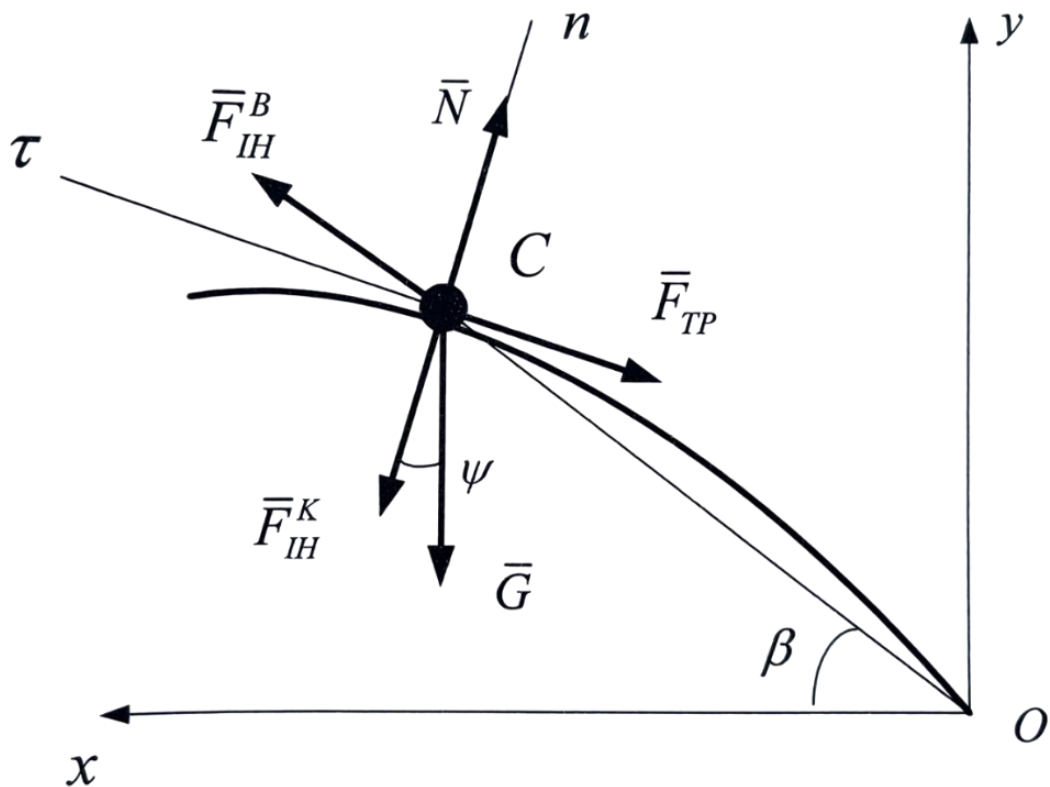


Рис. 38. Еквівалентна схема руху зернини по поверхні гребінки

На зернину при русі діють:

\vec{G} – сила тяжіння;

\vec{N} – нормальна реакція поверхні;

$\vec{F}_{\text{ТР}}$ – сила тертя;

\vec{F}_{IH}^B – відцентрова сила інерції;

\vec{F}_{IH}^K – коріолісова сила інерції.

Рівняння руху у векторній формі матиме вигляд:

$$m\vec{a} = \vec{G} + \vec{N} + \vec{F}_{\text{ТР}} + \vec{F}_{IH}^B + \vec{F}_{IH}^K. \quad (9)$$

У проєкціях на нормальну і дотичну осі координат рівняння (9) із рівнянням в'язі матиме вигляд:

$$\begin{aligned} ma_\tau &= -G \sin \psi - F_{\text{ТР}} + F_{IH}^B \cos(\beta - \psi), \\ ma_n &= -G \cos \psi + N - F_{IH}^K + F_{IH}^B \sin(\beta - \psi) \\ f(x, y) &= 0. \end{aligned} \quad (10)$$

Оскільки $a_\tau = \frac{dV}{dt}$, $a_n = 0$, то система (10) набуде вигляду:

$$\begin{aligned} m \frac{dV}{dt} &= -G \sin \psi - F_{\text{ТР}} + F_{IH}^B \cos(\beta - \psi), \\ -G \cos \psi + N - F_{IH}^K + F_{IH}^B \sin(\beta - \psi) &= 0. \end{aligned} \quad (11)$$

Із другого рівняння системи (11) визначимо значення нормальної реакції поверхні:

$$N = G \cos \psi + F_{IH}^K - F_{IH}^B \sin(\beta - \psi). \quad (12)$$

Після підстановки нормальної реакції поверхні (12) у перше рівняння системи (11) отримаємо:

$$m \frac{dV}{dt} = -G \sin \psi - f [G \cos \psi + F_{IH}^K - F_{IH}^B \sin(\beta - \psi)] + F_{IH}^B \cos(\beta - \psi) \quad (13)$$

Значення сил рівняння (13) визначатимуться згідно виразів:

$$G = mg, \quad F_{IH}^B = \frac{mV^2}{\rho c}, \quad F_{IH}^K = 2mV\omega.$$

Після підстановки рівняння (13) набуде вигляду:

$$m \frac{dV}{dt} = -mg \sin \psi - f \left[mg \cos \psi + 2mV\omega - \frac{mV^2}{\rho c} \sin(\beta - \psi) \right] + \frac{mV^2}{\rho c} \cos(\beta - \psi). \quad (14)$$

Диференціальне рівняння (14) розв'язується числовим методом Рунге–Кутта, що дозволить визначати значення швидкості зернини при відриванні від поверхні гребінки (при сходженні із гребінки).

4.3. Дослідження польоту зернини після відривання від поверхні гребінки

При проведенні цього дослідження необхідно визначити траєкторію руху зернини та дальність її польоту при умові, що початкова її швидкість (швидкість відривання частинки від поверхні гребінки) V_0 , яка визначається із (14) під кутом (кутове положення гребінки при відриванні зернини) α до поверхні ґрунту. При побудові моделі допустимо, що поверхня — плоска,

мікрорельєф — рівнинний, а впливом обертання Землі та опором повітря — нехтуватимемо.

Прийmemo зернину за матеріальну точку, нехтуючи при цьому її розмірами і масою. Розглянемо її рух у вертикальній площині польоту відносно нерухомої площі системи координат xOy , початок O якої суміщаємо з початковою точкою руху (точка сходження з гребінки або відривання від поверхні гребінки), вісь Ox направимо горизонтально, а Oy — вертикально (рис. 39).

Політ зернини після відривання від поверхні гребінки вздовж відповідних осей як функція часу t описується виразами [3, 16, 27]:

$$\begin{aligned} x(t) &= V_0 t \cos \alpha \\ y(t) &= V_0 t \sin \alpha - \frac{gt^2}{2} \end{aligned} \quad (15)$$

де g — прискорення вільного падіння.

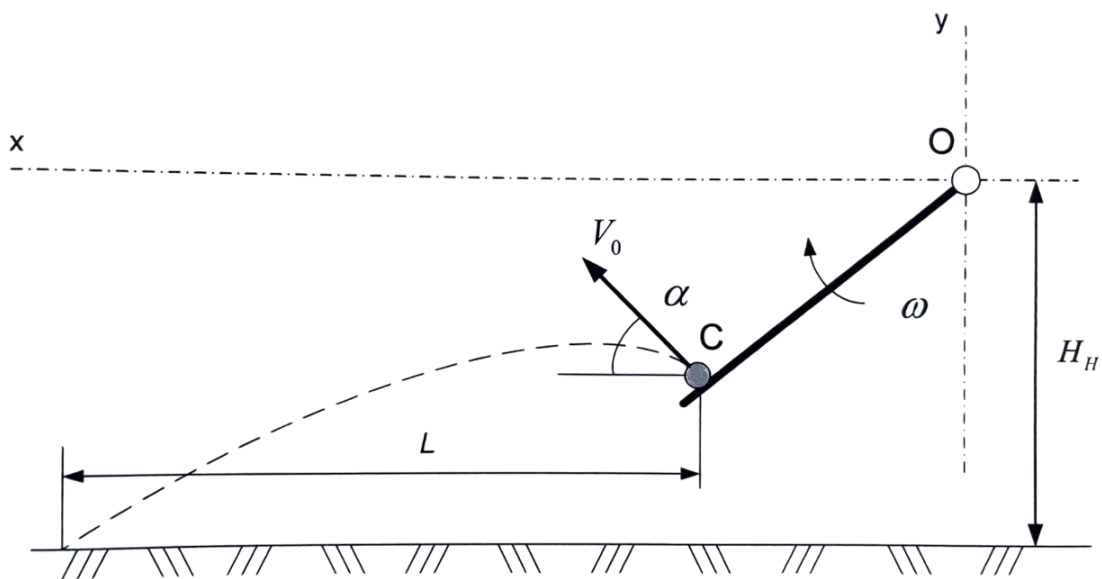


Рис. 39. Еквівалентна схема польоту зернини

Наведена система рівнянь описує політ зернини після відривання від поверхні гребінки.

На основі зазначеної системи необхідно визначити дальність польоту зернини. Для цього виразимо з першого виразу системи час t через координату x : $t = \frac{x}{V_0 \cos \alpha}$ і підставимо його в друге рівняння, отримавши при цьому рівняння траєкторії руху $y(x) = x \cdot tg \alpha - \frac{gx^2}{2V_0^2 \cos^2 \alpha}$, що описує параболу.

Визначено, що дальність польоту (координата x точки падіння зернини) дорівнюватиме:

$$L = \frac{\sqrt{(tg \alpha)^2 + \left(\frac{g}{V_0^2 \cos^2 \alpha}\right) \cdot (H_H) + tg \alpha}}{\left(\frac{g}{V_0^2 \cos^2 \alpha}\right)}. \quad (16)$$

Отримані залежності можна використати при проектуванні вдосконалених конструкцій обчисувальних жаток для збирання зернових культур.

За допомогою виразів (1-8) визначено раціональні параметри обчисувального барабана для збирання зерна способом обчисування:

- діаметр обчисувального барабана 0,7 м;
- довжина обчисувальної гребінки 0,075 м;
- ширина гребінки 0,015 м;
- кількість рядів гребінок 6 або 8;
- зазор між пальцями 0,008 м;
- кутова швидкість барабана 35,45 рад/с;
- поступальна швидкість агрегату 1,0...2,3 м/с.

У випадку застосування гребінок криволінійної форми поступальна швидкість збирального агрегату може сягати до 13,0 км/год.

Параметри затискних пасів визначалися на основі теорії розрахунку збиральних апаратів льонозбиральних машин. Ширина паса складала 20 мм,

товщина – 6 мм, зазор між пасами – 30...52 мм в залежності від густоти стеблостою.

Швидкість затискного транспортера визначається із таких міркувань. При збиранні прямостоячих стебел швидкість транспортера має бути в 1,2–1,3 рази більша швидкості збирального агрегату. При роботі на полеглих хлібах це співвідношення коливається 1,8–2,2 в залежності від стану стеблостою.

РОЗДІЛ 5.

РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

Методика визначення показників економічної ефективності відповідає вимогам СОУ 74.3-37-126:2004.

За базову модель приймемо самохідний зернозбиральний комбайн КЗС-9-1 «Славутич» ВАТ «Херсонські комбайни», який обладнано обчісуючою жаткою УАС-7 «Слов'янка» (ширина захвату – 7 м, продуктивність основного часу – до 7,7 га/год, робоча швидкість – до 11 км/год). За модернізовану модель приймемо самохідний зернозбиральний комбайн КЗС-9-1 «Славутич» ВАТ «Херсонські комбайни», який обладнано обчісувальною жаткою УАС-7 «Слов'янка» із криволінійними гребінками (ширина захвату – 7 м, продуктивність основного часу – до 9,0 га/год, робоча швидкість – до 13 км/год).

Вихідні умови для розрахунку занесені до таблиці 2.

Таблиця 2. – Вихідні умови для розрахунку економічної ефективності

Показник	Базова модель	Вдосконалена модель
Врожайність, ц/га	50	50
Ширина жатки, м	7,0	7,0
Робоча швидкість руху машини (раціональна), км/год	11,0	13,0
Кількість обслуговуючого персоналу, чол	2	2

Застосування обчисувальної жатки із криволінійними гребінками дозволяє підвищити продуктивність і знизити величину втрат при роботі зернозбирального комбайна.

Загальний економічний ефект визначається

$$E_{\text{заг}} = \Pi_{\text{б}} - \Pi_{\text{м}}, \text{ грн/га} \quad (17)$$

де $\Pi_{\text{б}}$, $\Pi_{\text{м}}$ – приведені експлуатаційні затрати базової і модернізованої машини, грн/га.

Приведені експлуатаційні затрати розраховуються:

$$\Pi = eK + C, \text{ грн/га} \quad (18)$$

де e – нормативний коефіцієнт ефективного використання капіталовкладень ($e = 0,15$);

K – розмір капіталовкладень, грн/га.

$$K = \frac{B_{\text{м}}}{\tau_{\text{м}} W_{\text{з}}}, \text{ грн/га} \quad (19)$$

де $B_{\text{м}}$ – балансова вартість машини.

Продуктивність змінного часу визначається за формулою:

$$W_{\text{з}} = W_0 \tau = 0.1BV\tau \quad (20)$$

де W_0 – продуктивність основного часу, га/год;

τ – коефіцієнт ефективного використання часу зміни ($\tau = 0,8$);

B – робоча ширина захвату жатки комбайна, м;

V – робоча швидкість поступального руху комбайна, км/год.

В формулі приведених експлуатаційних затрат C – прямі експлуатаційні затрати, грн/га. Вони визначаються як сума затрат на оплату праці C_1 , затрат на паливо – мастильні матеріали C_2 , затрат на реновацію комбайна C_3 , а також затрат на їх ремонт і технічне обслуговування C_4 .

$$C = C_1 + C_2 + C_3 + C_4 \text{ грн/га} \quad (21)$$

Складові цієї формули визначаються:

$$C_1 = \frac{L_i \text{CT}_i}{W_3}, \text{ грн/га} \quad (22)$$

де L_i – кількість робітників відповідного класу, зайнятих на цій роботі,
 $L_i = 2$;

CT_i – погодинна ставка робітника цього класу, грн/год.

$$C_2 = \frac{Nqn\text{Ц}_\Pi}{W_3\tau}, \text{ грн/га} \quad (23)$$

де n – коефіцієнт використання потужності двигуна ($n = 0,61$);

Ц_Π – комплексна вартість пального, грн/кг;

N – потужність двигуна комбайна, кВт;

q – питома витрата палива, кг/кВт.

$$C_3 = \frac{B_M\alpha_M}{\tau W_3}, \text{ грн/га} \quad (24)$$

де α_M – норма відрахувань на реновацію комбайну (0,16);

B_M – балансова вартість машини;

$$C_4 = \frac{B_M b_M}{\tau_M W_3}, \text{ грн/га} \quad (25)$$

де b_m – норма відрахувань на ремонт та технічне обслуговування комбайну (0,065).

Річний економічний ефект визначається:

$$E_p = E_{\text{заг}} \tau W_3, \text{ грн} \quad (26)$$

Результати розрахунку наведені в таблиці 3.

Таблиця 3. - Результати розрахунку показників економічної ефективності

Показник	Базова модель	Вдосконалена модель
Продуктивність основного часу, га/год	7,7	9,1
Продуктивність змінного часу, га/год	6,16	7,28
Прямі експлуатаційні затрати на оплату праці, грн/га	18,84	18,39
Прямі експлуатаційні затрати на ПММ, грн/га	34,14	33,36
Прямі експлуатаційні затрати на реновацію, грн/га	536,52	524,25
Прямі експлуатаційні затрати на ремонт і ТО, грн	190,14	185,79
Сумарні прямі експлуатаційні затрати, грн/га	779,64	761,79
Розмір капіталовкладень, грн/га	3471	3391,74
Приведені експлуатаційні витрати, грн/га	1300,29	1270,26
Зменшення приведених експлуатаційних витрат, грн/га	30,03	
Річний економічний ефект, грн	15015	

Отже, застосування обчісувальних жаток із криволінійними гребінками і з затискними пасами при збиранні зернових культур універсальними самохідними зернозбиральними комбайнами дозволяє підвищити продуктивність зернозбиральних машин, що дозволяє зменшити втрати врожаю, витрати палива на роботу комбайна й підвищити надійність його роботи навіть при роботі з полеглим стеблостоєм.

При річному завантаженні на комбайн 500 га (характерне для господарства) річний економічний ефект складатиме 15015 грн.

РОЗДІЛ 6.

ОХОРОНА ПРАЦІ І НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Метою охорони праці в сільськогосподарському виробництві є створення безпечних умов праці, які б забезпечували високу продуктивність виробництва, виконання робіт без травм, аварій та професійних захворювань. Цього можна досягнути лише при чіткому дотриманні всіх норм і правил з охорони праці і пожежної безпеки, розробленні та впровадженні заходів по запобіганню виробничому травматизму, подальшому удосконаленню організації праці і виробничої естетики.

В сучасних умовах науково-технічного прогресу, при широкому впровадженні нових технологічних процесів, механізації і автоматизації виробництва, виникає необхідність у вивченні технологій виробництва сільськогосподарської продукції, а також нових форм організації та оплати праці, особливо важливе значення займає проблема охорони праці.

Організація безпечних умов праці і дотримання працівниками правил техніки безпеки є невід'ємними елементами організації виробництва, вимог трудового законодавства і входять в обов'язки керівника підприємства.

Загальне керівництво і відповідальність за стан охорони праці в дослідному господарстві покладається на керівника. Безпосереднім керівництвом, розробкою і проведенням заходів з охорони праці та техніки безпеки займається інженер з охорони праці. Головні спеціалісти несуть відповідальність за стан охорони праці по галузях. Відповідальність і керівництво на виробничих ділянках покладається на керівників відділків та майстрів.

На рівні всіх ланок складають річні та перспективні плани заходів по покращення умов праці. Інженер з охорони праці складає зведений план по господарству.

Що стосується протипожежної безпеки, то в господарстві діє загін ДПД, який несе цілодобове чергування, пожежна техніка знаходиться в постійній

готовності, є пожежна машина. Але разом з цим, треба відмітити, що пожежні щити не завжди повністю укомплектовані, під час жнив не всі транспортні засоби забезпечені вогнегасниками.

Не дивлячись на чітке планування заходів, в господарстві є деякі незначні порушення у їх виконанні:

- не завжди виконується план асигнувань на охорону праці;
- на деяких ділянках робітники не забезпечені спецодягом і засобами індивідуального захисту;
- на токарному і фрезерному верстатах відсутні блокувальні пристрої (це стосується слюсарно-механічної ділянки);
- трапляються випадки не правильного поводження з електроприладами;
- небезпечні зони часто не огорожені і тому небезпечні фактори занадто відкриті;
- не вистачає згідно вимог ДСТУ ISO 3864-1:2024 знаків безпеки на території ремонтної майстерні;
- кімната з охорони праці не достатньо укомплектована наочними засобами.

Конструкції комбайнів повинні відповідати вимогам ДСТУ 2854-94, ДСТУ 8828:2019 і забезпечувати безпеку працюючих.

Відповідно до ДСТУ 7322:2013 і ДСТУ Б В.2.7-46:2010 комбайни повинні бути обладнані фарами (передніми і задніми), покажчиками поворотів, габаритними вогнями, дзеркалами заднього виду, звуковими сигналами, світловими сигналами гальм, підніжками і поручнями, аптечкою, термосом (3 л), пристроями для підвішування верхнього одягу в кабіні, засобами гасіння пожежі, комплектом інструменту і пристроїв, а також необхідною техніко-експлуатаційною документацією.

Кути поперечної статичної стійкості машини повинні бути не менше 35° для тракторів класу вище 0,6 при транспортній комплектації і 30° – для машин. Для тракторів класу 0,6 такий кут не менше 28° .

Навантаження на керовані колеса повинно бути не менше 0,2 експлуатаційної маси комбайна.

Рівень звуку зовнішнього шуму не повинен перевищувати 80 дБ.

Конструкція комбайнів повинна забезпечувати безпечне проведення технічного обслуговування.

Температура і вологість повітря в кабіні регламентуються ДСТУ 7322:2013. Система вентиляції кабіни повинна створювати надлишковий тиск в закритій кабіні не менше 10 Па.

Концентрація пилу в повітрі кабіни не повинна перевищувати норм, встановлених ДСТУ 7324:2013, а концентрація окису вуглецю не перевищувати 20 мг/м³.

Кабіни повинні бути обладнані склолистами стекол. Кабіна має бути герметичною для захисту від пилу, а дах – світлонепроникною.

Підлога кабіни повинна бути вкрита рифленим капроновим або маслобензостійким матеріалом.

Конструкція комбайнів повинна виключати можливість самовільного включення або виключення передач і приводів робочих органів.

Люфт рульового колеса при працюючому двигуні не повинен перевищувати 25°.

Повний хід педалей, що приводяться в дію всією ногою, не повинен бути більше 200 мм.

Пуск двигуна повинен відповідати ДСТУ EN ISO 4254-1:2017 і здійснюватись з кабіни за допомогою механізмів.

Випускна система двигуна має забезпечувати гасіння іскор ще до виходу газів в атмосферу.

Капоти і різні огорожі при їх підніманні повинні надійно фіксуватись.

Усі рухомі деталі і елементи, що нагріваються до температури понад 70°C, обладнують огорожами.

Конструкція комбайнів не повинна допускати падіння крапель масел, палива та охолоджувальної рідини.

Конструкції сільськогосподарських машин розробляються відповідно до ДСТУ 7322:2013, ДСТУ 3254-95, ДСТУ 2189-93, санітарних правил ДНАОП 2.0.00-1.01-00 і галузевих єдиних вимог до конструкцій тракторів і сільськогосподарських машин щодо безпеки гігієни праці.

Усі сільськогосподарські машини в процесі експлуатації не повинні забруднювати шкідливими викидами навколишнє середовище, а їх безпека повинна забезпечуватись правильно розробленими схемами і конструкціями, застосуванням засобів механізації, автоматизації і дистанційного керування, засобів захисту, дотриманням ергономічних вимог, застосуванням відповідних матеріалів і забезпеченням необхідного технічного обслуговування по монтажу, експлуатації, ремонту, транспортуванню і зберіганню.

Сільськогосподарська техніка повинна бути пожежо- вибухобезпечною і відповідати вимогам безпеки протягом усього періоду експлуатації.

Габаритні розміри машин у транспортному положенні не повинні перевищувати 2,5 м по ширині і 3,8 м по висоті, а транспортні габарити під час роботи в полі – 4,4 м по ширині і 4 м по висоті.

Робочі місця сівалок повинні бути обладнані підніжними дошками шириною 350 мм, з переднім буртиком висотою 100 мм, перилом висотою 900 мм, чистиками для очищення робочих органів та сигналізацією.

Комплектування і налагодження машино-тракторних агрегатів здійснює тракторист-машиніст, при необхідності з допоміжним робітником під керівництвом одного із спеціалістів: бригадира, механіка ділянки, агронома.

Агрегатувати сільськогосподарські машини необхідно з тими тракторами, які рекомендовані заводом-виробником.

Заправляти трактори паливом і мастильними матеріалами рекомендується за допомогою механізованих заправочних агрегатів.

Причіпні машини, знаряддя, причепа з'єднують жорстким причіпним пристроєм, щоб не допустити наїзду на трактор. Під час руху назад пристрій для повороту причепів надійно фіксують.

Для надійного включення авто зчипки не допускається відхилення знаряддя від осі трактора понад 120 мм, а їх замків вперед чи вбік більше ніж на 15°.

Для виконання робіт машино-тракторними агрегатами поле необхідно завчасно підготувати: видалити великі камені, засипати рви, ями; позначити віхами не видимі і не ліквідовані перешкоди. Розмітити поле відповідно до вимог технологічної карти на виконання тієї чи іншої операції і позначити місце для відпочинку.

Виконання сільськогосподарських робіт і переїзд машин і агрегатів по території господарства необхідно проводити по заздалегідь розроблених маршрутах і маршрутах руху.

На ділянках полів і доріг, над якими проходять повітряні лінії електропередач, робота і проїзд машин дозволяються, якщо відстань від найвищої точки машини до нижнього проводу лінії не менше: по горизонталі – 2 м, по вертикалі – 2 м.

До керування тракторами, які працюватимуть на схилах, допускають трактористів-машиністів не нижче II класу, і зі стажем роботи по спеціальності не менше 3 років, що пройшли спеціальне навчання й інструктаж з техніки безпеки при виконанні цих робіт.

Робота тракторів загального призначення допускається на схилах крутизною не більше 8–9°.

Для підвищення повздовжньої стійкості на передній або задній частині рами залежно від того куди зміщується центр ваги, розміщують спеціальний баластний вантаж.

При спуску з гори чи підйомі необхідно завчасно вибирати і включати потрібну передачу, не допускати різкого гальмування.

У місцях зберігання (стоянки) транспортних засобів можуть мати місце такі основні небезпечні виробничі фактори:

- наїзди транспортних засобів на працівників в результаті самовільного руху транспортних засобів, при запусканні двигуна, зчепленні і розчепленні трактора з картоплекопачем, під час руху заднім ходом;
- опускання (падіння), вивеження частин агрегату.

Приміщення та площадки зберігання транспортних засобів забороняється захаращувати предметами і устаткуванням. Проїзди повинні бути постійно вільними.

У приміщеннях і на площадках, які призначені для стоянки транспортних засобів, забороняється:

- палити, користуватись відкритим вогнем;
- проводити будь-який ремонт транспортних засобів;
- залишати відкритими горловини паливних баків;
- перевіряти наявність палива у баках за допомогою відкритого вогню;
- підзаряджувати акумуляторні батареї (у приміщеннях для зберігання автомобілів);
- мити або протирати бензином автомобільні кузови, деталі та агрегати, а також руки і одяг;
- зберігати або залишати в кабіні (салоні), кузові автомобіля бензин, дизельне паливо;
- заправляти автомобілі паливом, а також зливати паливо із баків та випускати газ;
- установлювати автомобілі з небезпечним вантажем;
- зменшувати відстань між автомобілями і автомобілями та елементами будівель.

При експлуатації комбайнів можуть мати місце такі основні небезпечні та шкідливі виробничі фактори:

- наїзди проїжджаючих засобів;

- наїзди при зчепленні або розчепленні тракторів з картоплекопачами, запуску двигуна, самовільному русі транспортних засобів;
- термічні фактори (пожежі, вибухи при подачі палива в карбюратор двигуна самопливом, перевірки наявності палива в баці з використанням відкритого полум'я, витіканні газу із газобалонної установки, опіки паром, водою із радіатора); злочинні дії пасажирів та інших осіб;
- падіння піднятого кузова автомобіля-самоскида, перекидання кабіни вантажного автомобіля, вивезення на домкрати частин автомобілів;
- підвищені рівні шуму і вібрацій;
- підвищена температура і швидкість руху повітря в теплий період року;
- наявність у повітрі робочої зони шкідливих речовин (вуглецю і азоту оксидів, акролеїну, вуглеводнів аліфатичних граничних, формальдегіду, метил меркаптанів).

Керувати комбайном дозволяється тільки особам, які призначені наказом по підприємству і мають посвідчення на право керування відповідним видом засобу.

Швидкість руху не повинна перевищувати допустимих значень. Зобов'язані випускати на лінію технічно справні комбайни, укомплектовані згідно правил, що підтверджується підписом у листі особи, яка відповідальна за випуск комбайна та оператора.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. На основі проведеного аналізу літературних джерел і винаходів встановлено, що одним із перспективних напрямів підвищення ефективності роботи зернозбиральних комбайнів при збиранні зернових культур можна вважати метод обчісування зерна на корені шляхом обладнання комбайна обчісувальною жаткою.

2. Наведено результати експериментальних досліджень характеристик стеблестоїв зернових культур щодо застосування в процесі збирання обчісувального робочого органу.

3. В роботі наведено також залежності для інженерного розрахунку обчісувального пристрою та математичної моделі руху зернини по поверхні гребінки обчісувального барабана і польоту зернини після відділення від поверхні гребінки. Визначено раціональні параметри обчісувального пристрою до комбайна для збирання зернових культур:

- діаметр обчісувального барабана 0,7 м;
- довжина обчісувальної гребінки 0,075 м;
- ширина гребінки 0,015 м;
- кількість рядів гребінок 6 або 8;
- зазор між пальцями 0,008 м;
- кутова швидкість барабана 35.45 рад/с;
- поступальна швидкість агрегату 1,0...2,3 м/с (для криволінійних гребінок - 13,0 км/год);
- ширина паса - 30 мм, товщина - 6 мм, зазор між пасами - 30...52 мм.

4. Визначено результати розрахунків показників економічної ефективності застосування вдосконаленого обчісувального пристрою при збиранні зернових культур зернозбиральним комбайном. Річний економічний ефект від застосування вдосконаленої конструкції обчісувальної жатки

«Слов'янка» на базі універсального самохідного зернозбирального комбайна КЗС-9-1 «Славутич» при річному завантаженні 500 га складатиме 15015 грн.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф., Іващук П. В. Зерновиробництво. Львів: НВФ «Українські технології», 2008. 624 с.
2. Бакум М.В., Бобрусь І.С., Титаренко С.М. Дослідження параметрів процесу обчісування колосків зернових колосових культур // Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка – Харків, 2007. Вип. 59, т.1 – с.274-277.
3. Методичні рекомендації щодо збирання зернових культур. ДДСГДС НААН України. Покровськ, 2017. 18 с.
4. Борисенко М.М. Аналіз та перспективи удосконалення конструкцій жниварки обчісуючого типу // М.М. Борисенко, М.С. Шварцман // Технічний сервіс машин для рослинництва. Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка, вип. 121, 2012. – С. 37–40.
5. Очісуючі жатки. Плюси та мінуси використання для збирання зернових та насіння. Машинобудівний завод SUNFLOROMASH. URL: <https://sunfloromash.com/ua/news/ocisuuca-znivarka-perevagi-ta-nedoliki-vikoristanna>
6. Stripper header. Каталог продукції фірми Shelbourne. URL: <https://www.shelbourne.com/harvest/stripper-header/>.
7. Очісуюча жниварка "Слов'янка". Каталог продукції машинобудівного підприємства "УКР.АГРО-СЕРВІС". URL: <http://ukragroserv.com.ua>.
8. Козаченко О. В., Пахучий А. М., Дьяконов С.О., Гончаров В.В. Обґрунтування конструктивно-технологічних параметрів обчісуючого барабану жниварки. Інженерія природокористування. 2019. Вип. 1 (11). С. 75–85.
9. Войтюк Д.Г., Гаврилюк Г.Р. Сільськогосподарські машини. – К.: Каравела, 2004. – 552 с.

10. Войтюк Д.Г., Дубровін В.О., Іщенко Т.Д. та ін. Сільськогосподарські та меліоративні машини. – К.: Вища освіта, 2004. – 544 с.
11. Мороз М.М. Обґрунтування параметрів та режимів роботи обчісуючої жатки для збирання зернових колосових культур: дис.... канд. техн. наук: спец. 05.05.11, Кіровоград, 2001. 185 с.
12. Шабанов П. А. Порівняльний аналіз одно- і двобарабанних очісуючих пристроїв на збиранні зернових культур / П. А. Шабанов, М. П. Шабанов // Наукові праці Українського центра досліджень техніки (УКРЦДТ). – Дослідницьке, 2004. – 173 с
13. Войтюк Д.Г., Яцун С.С., Довжик М.Я. Сільськогосподарські машини: основи теорії та розрахунку: навч. посіб.; за ред. Д. Г. Войтюка. Суми: Унів. кн., 2008. 543 с.
14. Дудак С.М., Грицака О.М., Спірін А.В. Кінетика процесу вимолоту зерна зернозбиральними комбайнами. Збірник наукових праць ВНАУ. Серія: Технічні науки. 2015. № 1 (89), Т1. С.53-56.
15. Заїка П.М. Теорія сільськогосподарських машин: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. Т. 1. Ч. 1. Машини та знаряддя для обробітку ґрунту. М-во освіти і науки України, М-во аграр. політики України, Харк. держ. техніч. ун-т с.-г. – Х.: ОКО, 2001. 443 с.
16. Машини для збирання зернових колосових культур: монографія / за ред. В. І. Кравчука; Міністерство аграрної політики та продовольства України; УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого. – Дослідницьке: УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого, 2020. – 224 с.
17. Зернозбиральний комбайн / Бакум М.В., Кириченко В.О., Вотченко О.С., Путівець А.А. Патент України на корисну модель від 26.05.2008 р. (прототип).

18. Комбайни зернозбиральні : навч. посібн. для здобувач. проф. (проф.-тех.) освіти / Микола Макаренко, Ольга Мельник. — Київ : Грамота, 2023. — 256 с.
19. Сільськогосподарські машини: Підручник / За ред. А.Ф. Головчука. — К.: Видавництво Ліра-К, 2017. — 290 с.
20. Машков О.М. Обґрунтування параметрів очісуючого пристрою для обмолоту зернових культур на корені / О.М. Машков // Автореф. дис. канд. техн. наук, Сімферополь, 2000. — 19 с.
21. Методи і організація досліджень в агрономії: Навчальний посібник / За ред. В.М. Барановського. — Вінниця: ВНАУ, 2020. — 248 с.
22. Мороз М.М. Обґрунтування параметрів та режимів роботи обчісуючої жатки для збирання зернових колоскових культур: Дис. канд. техн. наук: / Кіровоградський держ. технічний ун-т. — Кіровоград, 2001. — 185 с.
23. Хайліс Г.А. Основи проектування і дослідження сільськогосподарських машин: Навчальний посібник / Г.А.Хайліс, Д.М.Коновалюк // — К.: НМК ВО, 1992. — 320 с.
24. Експлуатація машинно-тракторного парку: Навчальний посібник / За ред. А.Ф. Головчука. — К.: Видавництво БНАУ, 2020. — 336 с.
25. Царенко О.П. Механіко-технологічні властивості с.-г. матеріалів Царенко О.П., Войтюк Д.Г., Швайко В.М. та ін. К.: Мета, 2003. — 448 с.
26. Сучасні тенденції розвитку конструкцій сільськогосподарської техніки. За ред. В.І. Кравчука, М.І. Грицишина, С.М. Ковалюка.- К.: Аграрна наука, 2004.- 396с.
27. Хайліс Г.А., Іваненко І.М. Аналіз процесу обчісування колосків на збиранні зернових культур однобарабанным пристроєм // Збірник наук. праць УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого. — Вип. 12(26). — Дослідницьке, 2008. — С. 214–220.
28. ДСТУ 7454:2013 Комбайни зернозбиральні. Загальні технічні вимоги

29. Шабанов П. А. Порівняльний аналіз одно- і двобарабанних очісуючих пристроїв на збиранні зернових культур / П. А. Шабанов, М. П. Шабанов // Наукові праці Українського центра досліджень техніки (УКРЦДТ). – Дослідницьке, 2004. – 173 с.

30. Проспекти зарубіжних фірм-виробників зернозбиральних комбайнів.