

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
Механіко-технологічний факультет

УДК 631.352:634

ПОГОДЖЕНО
Декан механіко-технологічного
факультету
_____ Братішко В.В.

«__» _____ 2021 р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач кафедри
сільськогосподарських машин та
системотехніки ім. акад.
П. М. Василенка

_____ Гуменюк Ю.О.
«__» _____ 2021 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: «Дослідження процесу ресурсозберігаючої технології
вертикального обробітку ґрунту з обґрунтуванням параметрів дискової
борони»

Спеціальність: 0208 Агроінженерія
Освітня програма: Агроінженерія
Орієнтація освітньої програми: освітньо-професійна

Гарант освітньої програми:
Доктор технічних наук, с.н.с. _____ В.В. Братішко
Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

к.т.н., доцент

_____ Мартишко В.М.

Виконав _____ Мосорук А.О.

КИЇВ – 2021

НУБІП України

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Механіко-технологічний факультет

НУБІП У

З А Т В Е Р Д Ж У Ю

Завідувач кафедри
сільськогосподарських машин та
системотехніки ім. акад.

П. М. Василенка, к.т.н., доцент

Гуменюк Ю.О.

«__» _____ 2020 р.

НУБІП України

З А В Д А Н Н Я

Д О В И К О Н А Н Н Я М А Г І С Т Е Р С Ь К О Ї Р О Б О Т И С Т У Д Е Н Т У

НУБІП України

Мосоруку Андрію Олександровичу

Спеціальність: 208 Агроінженерія

Освітня програма: Агроінженерія

Орієнтація освітньої програми: освітньо-професійна

НУБІП України

Тема магістерської роботи: «Дослідження процесу

ресурсозберігаючої технології вертикального обробітку ґрунту з
обґрунтуванням параметрів дискової борони»

НУБІП України

Затверджена наказом ректора НУБІП України від 1 лютого 2021 року

№ 189 «С».

Термін подання завершеної роботи на кафедру – 15.11.2021 року.

НУБІП України

Вихідні дані до проекту:

- Способи обробітку ґрунту в сучасних технологіях

НУБІП УКРАЇНИ

- Агротехнічні вимоги при вертикальному обробітку ґрунту
- Конструкції дискових знарядь машин при вертикальному обробітку ґрунту

1. стан питання, мета і задачі досліджень;

2. аналіз наукових досліджень процесу вертикального обробітку ґрунту

НУБІП УКРАЇНИ

3. теоретичні і експериментальні дослідження процесу обробітку ґрунту дисковими робочими органами

4. розроблення методики розрахунку та обґрунтування основних параметрів дискової борони з хвильовими дисками

НУБІП УКРАЇНИ

5. експериментальні дослідження

6. розрахунок економічної ефективності

НУБІП УКРАЇНИ

Дата видачі завдання “10” лютого 2021 р.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

Мартишко В.М.

НУБІП УКРАЇНИ

Завдання прийняв до виконання

_____ Мосорук А.О.

НУБІП УКРАЇНИ

НУБІП УКРАЇНИ

РЕФЕРАТ

НУБІП України

Магістерська робота на тему: «Дослідження процесу ресурсозберігаючої технології вертикального обробітку ґрунту з обґрунтуванням параметрів дискової борони»

НУБІП України

Пояснювальна записка виконана на 79 сторінках машинописного тексту формату А4.

Магістерська робота присвячена обґрунтуванню схеми і параметрів комбінованого ґрунтообробного дискового агрегату.

НУБІП України

У першому розділі пояснювальної записки обґрунтована тема магістерської роботи, наведено аналіз систем обробітку ґрунту і машин.

У другому розділі описано механіко-технологічні передумови до розробки комбінованого ґрунтообробного агрегату.

НУБІП України

У третьому розділі представлено теоретичні дослідження процесу обробки ґрунту агрегатом.

У четвертому розділі приведені експериментальні дослідження.

У п'ятому розділі приведена техніко-економічна ефективність розробки

НУБІП України

КЛЮЧОВІ СЛОВА: КОМБІНОВАНИЙ ҐРУНТООБРОБНИЙ АГРЕГАТ, ТЕХНОЛОГІЯ, ВЕРТИКАЛЬНИЙ ОБРОБІТОК, ТУРБОДИСК, МАШИННО-ТРАКТОРНИЙ АГРЕГАТ, ОБРОБІТОК, ҐРУНТ, КОЛІТЕР, ЕФЕКТИВНІСТЬ, РЕНТАБЕЛЬНІСТЬ.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

ЗМІСТ

ВСТУП 6

1. АНАЛІЗ СПОСОБІВ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ 8

1.1 Традиційний обробіток ґрунту 8

1.2. Мінімальний обробіток ґрунту 10

1.3 No-till технологія 12

1.4 Вертикальний обробіток 14

1.5 Порівняльний аналіз традиційного і мінімального способів обробітку ґрунту 15

1.6 Аналіз машин для вертикального обробітку 25

2 ТЕОРЕТИЧНІ ПЕРЕДУМОВИ ОБґРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ
ДИСКОВИХ ЗНАРЯДЬ 35

2.1 Фізико-механічні та технологічні властивості ґрунту, визначаючі якість її обробки дисковими боронами і лушильниками 35

2.2 Основні вимоги до обробки ґрунту 37

3 ТЕОРИТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ 45

3.1 Аналіз конструкційних особливостей роботи секції дисків з хвилястим профілем твірної 45

3.2 Взаємодія з ґрунтом дискових робочих органів 50

4. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ 63

5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОЗРОБКИ 69

Висновки 75

Список використаної літератури 76

ДОДАТКИ 80

НУБІП України

НУБІП України

ВСТУП

НУБІП України

Роль обробки ґрунту у підвищенні її родючості велика. Обробіток ґрунту відповідно до вихідних вимог є запорукою отримання високих урожаїв,

НУБІП України

впливає на розвиток хвороб та шкідників, засміченість посівів, вологість ґрунту, його щільність, стійкість до дефляції та ерозії. У с/г виробництві залежно від ґрунтово-кліматичних умов застосовується три основні технології підготовки ґрунту: традиційна технологія на основі відвального оранки,

НУБІП України

мінімальна поверхнева технологія та прямий посів без попередньої обробки ґрунту (No Till). Після збирання попередника проводиться поверхнева обробка ґрунту ротаційними дисковими знаряддями з метою затримання і збереження залишкової вологи і вологи випадючих залишків, загортання насіння бур'янів з метою отримання провокаційних сходів і подальшого їх знищення або

НУБІП України

механічною обробкою або гербіцидами. При застосуванні традиційної технології обробітку ґрунту на основі відвального оранки дискові борони застосовуються для оброблення оранки, а при застосуванні технології мінімальної обробки основної обробки на глибину 8...12 см. Навіть у

НУБІП України

технології нульової обробки ґрунту часто доводиться застосовувати дискові борони для вирівнювання ґрунту. Таким чином, при вирощуванні практично всіх польових культур дискові борони застосовуються у всіх технологіях підготовки ґрунту до посіву. Особливо з появою сучасних багаторядних дискових борін та мульчувачів з індивідуальним кріпленням робочих органів зміцнилися позиції цих знарядь у підготовці ґрунту. Однак все ще не повністю

НУБІП України

використовуються їхні потенційні можливості через відсутність послідовного та всебічного дослідження їхньої технологічної ефективності та надійності, заглиблюваності дискових робочих органів та інших технологічних

НУБІП України

параметрів. До якості обробки ґрунту пред'являється ряд агротехнічних вимог, виконання яких можливе лише з урахуванням залежності якісних показників від технологічних параметрів при проектуванні знарядь. У зв'язку з вищевикладеним питання технологічного проектування стає фундаментом

та інших проблем, без яких не можна отримати максимальний ефект при використанні дискових борін і лушпильників.

Таким чином, в даній дипломній роботі об'єктом дослідження є технологічний процес роботи дискових знарядь з хвилястим профілем.

Предмет дослідження – комбінований ґрунтообробний агрегат для передпосівного обробітку ґрунту.

Мета магістерської роботи – підвищення ефективності вирощування озимого ріпаку шляхом удосконалення технологічного процесу передпосівного обробітку ґрунту..

Завдання дослідження – довести доцільність застосування комбінованого ґрунтообробного агрегату шляхом теоретичного аналізу та обґрунтуванням параметрів і режимів його роботи.

Методика досліджень. Аналіз існуючих способів обробітку ґрунту, конструкцій комбінованих ґрунтообробних агрегатів; механіко-технологічні передумови, теоретичні дослідження та висновки.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

1. АНАЛІЗ СПОСОБІВ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ

Важливим елементом землеробства є система обробітку ґрунту. Під обробітком ґрунту розуміють механічну дію на ґрунт робочими органами машин з метою утворення сприятливих умов для рослин. Значення механічного обробітку ґрунту зумовлене дією на всі його властивості та наявністю у ньому земних факторів життя рослин, які визначають родючість. Неправильно проведений обробіток завдає ґрунту великої шкоди, знижуючи потенційну й ефективну родючість, а якісно проведений обробіток сприяє підвищенню ефективності всіх інших агротехнічних заходів. До основних завдань обробітку ґрунту належать: 1) створення глибокого орного шару й якнайкращої структури ґрунту; 2) знищення бур'янів, шкідників та хвороб рослин; 3) захист ґрунтів від водної і вітрової ерозії, ліквідація її наслідків; 4) підготовка ґрунту до високоякісної сівби насіння сільськогосподарських культур та створення найкращих умов для їхнього проростання.

1.1 Традиційний обробіток ґрунту

Оранка є перевіреним і надійним методом обробітку ґрунту, застосування якого дає ряд певних переваг. За один прохід плуг подрібнює рослинні рештки на поверхні, ретельно перемішує їх з шаром ґрунту та формує насінне ложе для проведення сівби культури.

Плуг - старе знаряддя, але це не означає, що воно не вдосконалюється.

Сучасні плуги мають секції (які відповідають за як за глибокий так і за поверхневий обробіток) та додаткове обладнання (за рахунок якого додатково подрібнюються рослинні рештки). Зараз на ринку доступні автоматизовані плуги із GPS навігацією, а також додаткове обладнання для проведення неглибокої оранки.

Основний ризик використання традиційної технології обробітку полягає у утворенні переущільнених шарів ґрунту. Щоб уникнути цього необхідно кожного наступного року змінювати глибину обробітку. При

наявній великій кількості рослинних рештків існує небезпека утворення товстого шару соломи на поверхні.

Формування насінневого ложа та проведення сівби

На легких ґрунтах після оранки залишається ґрунтовий рельєф, що вимагає тільки легкого вирівнювання і прикочування для утворення гарного насінневого ложа. В таких умовах оранка має великі економічні переваги в порівнянні з іншими системами обробітку. Якщо використовується посівний комплекс який здатний здійснювати одночасний обробіток, додаткову

підготовку можна проводити всього за один або два проходи або ж повністю відмовитися від неї.

Глинисті ґрунти вимагають проведення більш добайливого обробітку для виконання подальшої сівби. Раніше потрібно було здійснювати більшу кількість проходів культиватора, котка та вирівнювачів по полю аж до того часу, поки не буде готове насіннєве ложе. Сьогодні дискові культиватори широко використовуються в комбінації з іншими культиваторами для зменшення кількості проходів. Посівні комплекси з встановленим переднім ґрунтообробним знаряддям менш вимогливі до підготовки насінневого ложа, ніж традиційні сівалки.

В регіонах з холодним кліматом, де взимку ґрунт добре промерзає, весною проводити підготовку насінневого ложа як на глинистих так і на легких ґрунтах фактично не потрібно.

Недоліки традиційного способу обробітку ґрунту

Традиційна технологія обробітку менше підходить для засушливих регіонів, оскільки ґрунт втрачає багато вологи під час такого інтенсивного обробітку. Це може негативно позначитися на сходах при відсутності дощів.

Велика кількість опадів після сівби також може викликати проблеми, оскільки поверхня, без шару рослинних залишків, може утворити сильну кору на певних типах ґрунтів. В деяких регіонах є великий ризик виникнення ерозії ґрунтів в умовах сильних дощів і вітрів.

Окрім проблем засухи та ерозії певних регіонів, головною причиною зменшення застосування оранки є не економічність цього способу обробітку. Хоч плуг не є дорогим, його не велика продуктивність зумовлює збільшення вартості обробітку ґрунту в розрахунку на кожен гектар. До того ж традиційний обробіток потребує більших затрат часу на кожен гектар, що є проблемою для великих господарств де оптимальні агротехнічні терміни обмежені, особливо восени.

1.2. Мінімальний обробіток ґрунту

Обробіток ґрунту без застосування плуга, як правило, називається розпушуванням, хоча це не завжди правильно. Такий спосіб передбачає здійснення менш інтенсивного обробітку ґрунту у порівнянні з використанням традиційного способу обробки ґрунту.

Відсутність потреби у здійсненні глибокого обробітку

Глибокий обробіток ґрунту культиватором часто застосовується на легких ґрунтах, які вимагають розпушування у випадках:

- коли потрібно перемішати з ґрунтом велику кількість поживних решток
- перед сівбою с-г культур, які вразливі до переуцільненої поверхні, наприклад ріпак, горох, цукровий буряк
- коли необхідно розпушити колію трактора або переуцільнені шари ґрунту

При застосуванні глибокого обробітку формується більш товстіша текстура ґрунту, ніж при поверхневому обробітку, тому на нелегких ґрунтах може знадобитися декілька додаткових проходів.

У випадку коли обробіток проводять на глибину традиційної оранки (10-15 см або більше), витрати пального у перерахунку на гектар порівняно високі і в більшості випадків майже доходять до рівня витрат як під час традиційного обробітку. Головна перевага такого обробітку у порівнянні з

традиційною оранкою є її вища продуктивність роботи. Інша перевага - зниження небезпеки ерозії і створення кірки на поверхні за рахунок наявності рослинних залишків на поверхні ґрунту.

Поверхневий обробіток

Найпопулярнішими агрегатами для здійснення поверхневого обробітку є дисковий культиватор. Також використовуються культиватори з вібруючими стійками, а також культиватори з фіксованими стійками, особливо коли робоча глибина становить 6-8 см. Коли потрібно закрити велику кількість соломи в обмежений обсяг ґрунту, з'являється необхідність попереднього обробітку пожнивних залишків, якщо вони не були прибрані з ділянки.

При використанні технології поверхневого обробітку ґрунту зменшується час на виконання с-г робіт, особливо на важких ґрунтах.

Загальні результати

Неглибокий обробіток протягом тривалого періоду може призвести до утворення переущільненого шару і тому в більшості технологій чергується поверхневий і глибокий обробіток. У таких випадках, глибокий обробіток виконується перед сівбою чутливих до ущільнення культур, такими як ріпак, горох, цукровий буряк. Легкі ґрунти часто мають більш слабку структуру, ніж

глинисті і вимагають більш глибокого обробітку для збереження заданої врожайності.

Інший недолік поверхневого обробітку - наявність падалиці культури.

За сприятливих умов її можна знищити за допомогою механічного обробітку ґрунту, проте у вологих умовах впоратися з нею без застосування гербіцидів дуже складно. І тут застосування сівозміни культур відіграє дуже важливу роль. У такій системі обробітку ґрунту додаткову проблему можуть створити слимаки, особливо якщо обробіток проводиться в кілька проходів. Необхідно використовувати пастки для слимаків, особливо на вразливих культурах, таких як ріпак.

Загалом технологію мінімального обробітку доцільно використовувати в посушливих умовах, тоді як за вологих умов можуть утворитися проблеми з підготовкою ґрунту і контролем бур'янів.

1.3 No-till технологія

Завдання посівного агрегату прямого висіву полягає в закладанні насіння безпосередньо в рослинних залишках попередника з мінімальним ушкодженням ґрунту. Сівба безпосередньо в стерню застосовується переважно в посушливих регіонах.



Рис.1 П Сівба безпосередньо в стерню

Сівба за допомогою посівного комплексу з ґрунтообробним знаряддям забезпечує такий же ефект, як і сівба при проведенні обробітку за мінімальної технології. Відмінність полягає в тому, що при прямій сівбі знижується можливість механічного контролю падалиці та бур'янів, а також уповільнюється розкладання рослинних залишків і знижується ефективність боротьби зі шкідливими організмами.

No-till не часто використовується в якості окремої концепції, і застосовується при відповідних умовах ведення с-г, що використовують і традиційну і мінімальну технологію обробітку ґрунту.



Рис. 1.2. Сівба в стерню за допомогою сівалки для прямого висіву

Наявність достатньої кількості ґрунтової вологи позитивно впливає на урожайність сільськогосподарської культури. При виконанні сівби безпосередньо в стерню зберігається додаткова волога, яка допомагає проростанню рослини, а стерня, залишена на поверхні, слугує гарним бар'єром від випаровування. Важливим є також фінансовий аспект: в регіонах де недостатня кількість ґрунтової вологи обробіток ґрунту є економічно недоречним.

Стерня, залишена на більшій частині поверхні ґрунту, забезпечує гарний захист проти втрати вологи та ерозії. Втрата поживних елементів в результаті ерозії відіграє негативний економічний і екологічний ефект.

Виключення з циклу інших агротехнічних операцій знижує витрати часу на виконання робіт в полі, а також затрати в перерахунку на гектар.

Зменшення витрат часу на здійснення операцій - вагомий аргумент для великих господарств, а також для господарств, які виконують осінню сівбу ріпаку, особливо в тих регіонах, де дуже малий проміжок часу між збиранням попередника і підготовкою ґрунту для проведення наступної сівби культури.

Виключення культивування в системі обробітку ґрунту обумовлює деякі проблеми:

- Рослинні залишки на поверхні ґрунту є джерелом інфекції
- Нерівномірний розподіл поживних речовин неможливо перерозподілити

● Падалиця знищується тільки хімічним способом
● Не можна механічним шляхом знищити колію трактора чи переуцільнений шар

Основним інструментом боротьби з проблемами що появляються при проведенні сівби безпосередньо в стерню є раціональна сівозміна. Однак, для контролю над слимаками і падалиці хімічний спосіб залишається єдиною альтернативою.

Постійна колія (КС - Контрольований Слід) означає, що переуцільнений ґрунт, залишений після проходження колії трактора все частіше стає звичайним явищем у застосуванні No-till технології.

1.4 Вертикальний обробіток

Vertical tillage — технологія, яка передбачає проведення ґрунтообробітку, проте застосування цих машин аж ніяк не суперечить технології No-till, адже контакт і порушення поверхневого шару ґрунту робочими органами мінімальний. І навіть менший порівняно з впливом сівалок ноу-тілл.

Позитивним явищем вертикального обробітку ґрунту є також те, що агрегати здатні ефективно робити з великою кількістю пожнивних решток.

Головна мета роботи агрегатів Verti-till — це розпушування верхнього шару ґрунту за умови залишення понад 90% пожнивних решток на поверхні поля. Окрім цього, машини для вертикального обробітку використовують для знищення бур'янів, розпушування та вирівнювання верхнього шару ґрунту, збагачення його киснем. Завдяки особливостям конструкції с-г машин і впливу робочих органів, ці агрегати забезпечують однакову глибину обробітку та, відповідно, рівномірне прогрівання і зволоження ґрунту. Дотримання точної глибини за всією шириною захвату дає змогу рівномірно розподілити післяжнивні рослинні рештки.

Диски агрегату Verti-till мають менший профіль, до того ж вони встановлені під кутом 90° до поверхні ґрунту. Принцип роботи — лише пряме вкопання в ґрунт і його невелике підірвання.

Взагалі конструкційні особливості машин для вертикального обробки ґрунту мають забезпечувати якісне розпушування поверхні поля, відмінне подрібнення ґрунту зі створенням у ньому вертикальних тріщин, що можливе лише за умови підпружинення робочих органів чи секцій. Отже, головна мета — залишити на поверхні поля максимально можливу кількість поживних речовин та виконати за таких умов відмінний обробіток ґрунту на глибину висівання (або, за потреби, й глибше) більшості с-г культур.

1.5 Порівняльний аналіз традиційного і мінімального способів обробки ґрунту

Існуюча виснаженість природних ресурсів та світові тенденції технологічного розвитку висувають підвищені вимоги до способів досягнення стійкості та ефективності с-г виробництва. В даних умовах пошук дієвих каталізаторів, сприяючих впровадженню прогресивних технологій, одна із найважливіших вимог загальної ефективності та раціонального поєднання ресурсів.

Слід зазначити, що існуючі традиційні технологічні системи мають певні позитивні характеристики, перевірені часом.

Так, у зерновій галузі, можна виділити технологічну систему, що характеризується з позиції «...отримання зерна з максимальним використанням родючості ґрунту та ресурсів агроландшафту, біологічного потенціалу сорту з його реалізацією понад 50% та витратами праці 6,5 ц/га год/т зерна...». Ця система отримала назву простих (нормальних) технологій. Слід зазначити, що найчастіше технологія визначається «як сукупність фізичних, механічних та хімічних впливів на рослини, ґрунт та довкілля з метою отримання оптимального врожаю з найменшими витратами праці та засобів».

Прості (нормальні) традиційні технології використовуються у господарствах з низьким рівнем прибутковості, кадрового забезпечення і, як правило, розраховані для регіонів з невисоким ландшафтним потенціалом, переважно степових та посушливих районів. І тут відмінною рисою традиційного технологічного процесу необхідність проведення орних робіт.

Наприклад, науковці вважають, що «найбільш енергосмним технологічним процесом є обробіток ґрунту, на який у середньому витрачається 30-40% енергії».

Інтенсивні технології розраховані на більш глибокі знання та вимагають залучення до процесу виробництва с-г продукції мінеральних добрив, використання малоб'ємних засобів захисту рослин від хвороб, шкідників та бур'янів залежно від порога їх шкідливості, диференційованого внесення препаратів у різні фази розвитку рослин з роботою агрегатів по технологічній колії. Цей тип розрахований на сприятливі для зволоження ландшафти. Їхній потенціал щодо врожайності зернових культур становить 30-40 ц/га.

Інтенсивні технології - система отримання якісного зерна з компенсацією виносу поживних речовин урожаєм, із заходами захисту рослин від найбільш небезпечних хвороб, шкідників та бур'янів, що забезпечує реалізацію потенціалу сорту понад 65% та витрати праці менше 4,5 люд-год/т зерна, гарантує врожайність зерна 40-50%.

Інтенсивні та прості технології мають принципову відмінність у рамках обробітку ґрунту. У широкому значенні слова поняття «обробка ґрунту» може співвідноситися з категорією «технологія», тому що в літературі зустрічається розгорнутий термін «обробка ґрунту», до якої відносять технологічні процеси, пов'язані з роздробленням або подрібненням залишків, застосуванням пестицидів, оранням, посадкою, доглядом за рослинами та збиранням урожаю.

Тому існуючий підрозділ на зберігаючу та звичайну обробіток ґрунту можна вважати співвідносними, єдиними в методологічному плані категоріями з поняттями зберігаючу та традиційних технологій.

Можна виділити кілька загально визнаних видів обробки ґрунту:

1. Зберігаюча обробка ґрунту (що включає нульову обробку за технологією No-till, гребеневу обробку, обробку мульчів)
2. звичайна обробка ґрунту;
3. мінімальна обробка ґрунту;
4. скорочена обробка ґрунту.

Нульова обробка ґрунту (no tillage) передбачає протягом вегетаційного періоду лише один контакт ґрунтообробних знарядь із ґрунтом – під час посіву. Посів проводиться, як правило, у вузькі борозенки шириною 2,5-7,5 см

одночасно з однією або декількома додатковими операціями. Для боротьби з бур'янами активно використовуються гербіциди. За нульової системи обробки економія може досягати 70-80%.

Гребенева обробка (ridge tillage). В цьому випадку ґрунт не обробляється до посіву. Мульчуюча обробка (mulch tillage). Перед посівом проводиться розпушування ґрунту з одночасним подрібненням та збереженням на поверхні ґрунту великостеблових залишків просапних попередників.

Маслов Г, Небавський В. вважають, що «нульова обробка ґрунту, при використанні технологій прямого посіву, найбільш ефективно вирішує завдання енергозбереження в рослинництві. Досягнення аграрної науки, сільськогосподарського машинобудування та хімічної промисловості, що виробляє добрива та гербіциди, створили необхідні передумови для впровадження технологій прямого посіву. Їх застосовують при обробці озимих та ярих зернових, при посіві просапних та підсіві трав, а також при підсіванні зернових у місцях загибелі озимих при перезимівлі. У Бразилії та Аргентині прямий посів застосовують на 60 % посівної площі, США – на 23 %, у Росії значно менше».

Під нульовими технологіями в більшості випадків розуміють «прямий посів, який виробляється на необроблюваному полі з відмовою від усіх видів механічної обробки ґрунту. Рослинні залишки (стерня та подрібнена солома), що зберігаються на поверхні поля, сприяють затриманню снігу, скороченню

ерозійних процесів, покращенню структури ґрунту, захисту озимих культур від низьких температур, накопиченню поживних речовин. Значно збільшується популяція дощових черв'яків та ґрунтових мікроорганізмів.

Істотно скорочуються виробничі витрати, зокрема і паливо. Зберігається довкілля.

При використанні технології No-till посів проводиться по поцо при збережених і рівномірно розподілених поживних залишках. Стерня сприяє затриманню снігу та накопиченню вологи, а подрібнена солома дає додаткове

біологічне харчування ґрунтовим організмам, перешкоджає випаровуванню.

Особливо важлива роль у землеробстві при даній системі приділяється сівознам, які знижують зростання бур'янів, захворюваність на сільськогосподарські культури, усувають проблеми, пов'язані з комахами-шкідниками, збільшуючи родючість ґрунту та потенційну рентабельність земель.

Так, ряд науковців вважають, що застосування нових технологій має специфічний ефект, пов'язаний із зміною органічного складу ґрунту.

Скорочена обробка ґрунту (reduced tillage) – це будь-який метод ведення сільського господарства, у якому використовується менше впливу знарядь культивуації ніж за звичайного способу обробітку.

Термін мінімальна обробка (minimum tillage) має узагальнюючий характер. Це поняття включає всі види ґрунтозахисної обробки за винятком нульової. У зарубіжній літературі також зустрічаються досить різноманітні

підходи до визначення нових технологій, у більшості випадків, порівнянних зі станом ґрунту та обумовлених необхідною обробкою ґрунту. Наприклад, в ASAE Standart зазначено, що існує мінімальна обробка ґрунту.

Скорочена (мінімальна) обробіток ґрунту – у рамках цієї системи культури вирощуються з меншим ступенем культивуації ґрунту, ніж при

традиційному землеробстві. Боротьба з бур'янами здійснюється за рахунок випасання худоби, застосування гербіцидів та часткової культивуації.

Рекомендується застосовувати скорочену грунтообробку після етапу випасання худоби.

У нашій країні, на думку науковців під терміном «мінімальна обробка ґрунту зазвичай розуміють зональні системи обробки, що забезпечують мінімальний механічний вплив на ґрунт. Характерні особливості мінімальної обробки – відмова від єдиних рекомендацій, творчий підхід, що ґрунтується на застосуванні наукових досягнень та передового практичного досвіду з урахуванням місцевих умов».

Вчені вважають, що «в даний час розроблені та застосовуються різні прийоми обробки ґрунту, засновані на зменшенні глибини обробки та зміні способу (без відвалу, розпушування тощо) впливу зброї на ґрунт. Ці прийоми отримали назву мінімального обробітку ґрунту. Вона спрямована на зменшення інтенсивності механічних впливів робочих органів сільськогосподарських машин та ущільнюючих впливів на ґрунт ходових систем та в кінцевому рахунку на збереження родючості та зниження витрат паливно-енергетичних ресурсів».

Щорічні закордонні і вітчизняні випробування свідчать, що глибока щорічна плужна обробка ґрунту, що є невід'ємною частиною традиційної технології – є ресурсомістким процесом, що негативно впливає на стан ґрунтової мікрофлори, посилюючи існуючі ерозійні процеси. Дана обставина дозволяє багатьом господарствам схилитися на користь ресурсозберігаючих технологій, що мають мінімальний травматичний ефект на стан ґрунту.

Крім того, економічна ефективність, як і раніше, залишається найважливішим критерієм оцінки доцільності технологічного вибору за рахунок економії паливно-мастильних матеріалів, проте пошук шляхів оптимального співвідношення між економічним та екологічним ощадливим використанням ресурсів висуває як пріоритетний напрямок можливість мінімального впливу на орний шар.

У той самий час неможливо абстрагуватися від факту можливого негативного соціального ефекту у процесі трансформації технологій, оскільки

обмеженість докладання праці сільській місцевості за умов скорочення трудовитрат може урізати й без того перебуваючих у низькому рівні доходів населення. Саме тому впровадження нових технологій, окрім суто економічного ефекту, має вирішувати проблеми глобального характеру, а саме

мінімізувати соціальну напруженість існуючих сільських поселень, водночас

перешкоджаючи руйнуванню довкілля. Найважливішою передумовою для аналізу висунутого нами твердження є характеристика технології з позиції моделювання економічних витрат технологічних операцій, що дозволяють

здійснювати загальну і всебічну оптимізацію технології в період її трансформації.

Фокусування на оптимальному використанні земельних ресурсів виробництва передбачає моделювання найбільш відповідних форм трансформацій соціального характеру у технологічній сфері.

Комплексність факторів, що впливають на структурованість та орієнтованість всього ланцюжка управління технологічним циклом, зобов'язує наукову спільноту вдосконалювати технологію та організацію виробництва, шукаючи резерви для адаптації новітніх технологій з урахуванням соціальних факторів, створюючи не тільки необхідні умови для праці та побуту працівників, а й

формуючи лояльність працівників до впроваджуваних технологій. Остання обставина найчастіше робить вирішальний вплив на тенденцію впровадження технологій.

НУБІП України

НУБІП України

Таблиця 1.1.

Розрахунок витрати палива при мінімальній системі обробітку ґрунту

№ п/п	Найменування робіт і засобів механізації	Одиниці вимірювання	обсяг робіт	Нормативна тривалість роботи (дн)	Норма виробітку	Кількість нормозмін	Необхідно агрегатів	На одиницю роботи, л	Коефіцієнт переводу в кг	Розхід палива			Розхід електроенергії			
										Всього, ц	Ціна 1 ц, (грн)	Ціна всього	На 1 годину роботи (кВт-год)	Всього, (кВт-год)	Ціна 1 кВт	Ціна всього (грн)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	Плоскорізний обробіток Holland TM120 К ПЩК-6,8	га	40	4	31	1,29	0,32	5,40	0,85	1,84	657.42	1207.02		0,00		0,00
	STX 380, ПЩК 3,8	га	30	4	14	2,14	0,54	6,70	0,85	1,71	657.42	1123.20		0,00		0,00
2	Навантаження мін. добрив STX 380, ПКУ 0,8	т	30	4	200	0,15	0,04	0,82	0,85	0,21	657.42	137.46		0,00		0,00
3	Подріб. STX 380, АИР-20	т	30	4	120	0,25	0,06	1,12	0,85	0,29	657.42	187.76		0,00		0,00
4	Змішування мін. добрив СЗУ-20	т	30	4	100	0,30	0,08			0,00		0	13	27,30	0,54	14,7
5	Транс. мін. добрив Авто	т	30							0,00		0		0,00		0,00
6	Вн. Мін.добрив STX 380, МВУ-5	га	50	4	45	1,11	0,28	1,56	0,85	0,66	657.42	435.87		0,00		0,00
	ВТ-100 РУМ-8	га	50	4	49	1,01	0,25	2,26	0,85	0,96	657.42	631.45		0,00		0,00
	Всього					6,26	1,56			16,66		3726.39		27,30		14,7

Таблиця 1.2.

Розрахунок витрати палива при традиційній системі обробки ґрунту

№ п/п	Найменування робіт і засобів механізації	Одиниці вимірювання	Обсяг робіт	Нормативна тривалість роботи (дн)	Норма виробітку	Кількість нормозмін	Необхідно агрегатів	Розхід палива					Розхід електроенергії			
								На одилицю роботи, л	Коефіцієнт переводу в кг	Всього, ц	Ціна 1 ц, (грн)	Ціна всього	На 1 годину роботи (кВт-год)	Всього, (кВт-год)	Ціна 1 кВт	Ціна всього (грн)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	Дискування Т-150 К БДТ-7	га	40	4	31	1,29	0,32	5,40	0,85	1,84	657.42	1206.66		0,00		0,00
	на 8-10 см. ВТ-100 БДТ-7	га	30	4	29	1,03	0,26	4,80	0,85	1,22	657.42	804.43		0,00		0,00
	ДТ-75М БДТ-3	га	30	4	14	2,14	0,54	6,70	0,85	1,71	657.42	1122.86		0,00		0,00
2	Заван. мін. добрив МТЗ-80 ПКУ 0,8	т	10	4	200	0,05	0,01	0,82	0,85	0,07	657.42	45.80		0,00		0,00
3	Подріб. МТЗ-80 АПР-20	т	10	4	120	0,08	0,02	1,12	0,85	0,10	657.42	62.56		0,00		0,00
4	Зміш. мін. добрив СЗУ-20	т	10	4	100	0,10	0,03			0,00		0	13	9,10	0,54	4,87
5	Транспорт. мін. добрив Авто	т	30							0,00		0		0,00		0,00
6	Внес. мін. добр. МТЗ-80 МВУ-5	га	50	4	44,9	1,11	0,28	1,56	0,85	0,66	657.42	435.73		0,00		0,00
	ВТ-100 РУМ-8	га	50	4	49,4	1,01	0,25	2,26	0,85	0,96	657.42	631.26		0,00		0,00
7	Оранка зябу Т150 К ПЛП-6-35	га	50	15	11,9	4,20	0,28	15,80	0,85	6,72	657.42	4413.24		0,00		0,00
	на 20-22 см. ВТ-100 ПЛН-6-35	га	50	15	9,6	5,21	0,35	16,00	0,85	6,80	657.42	4469.11		0,00		0,00
8	Снеготримання Т150 СВУ-2,6	га	100	15	79,3	1,26	0,08	2,20	0,85	1,87	657.42	1229		0,00		0,00

Всього

17,50

2,42

21,94

14420.71

9,10

4,87

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

Аналізуючи економічні витрати, що здійснюються в рамках традиційної та мінімальної технології, стосовно конкретних умов цесостепової зони при вирощуванні ярі пшениці, слід зазначити, що спостерігається значне скорочення собівартості при вирощуванні сортів «Аватар», «Воєвода», «Княжий», «Маяк», «Соборний» з використанням мінімальної обробки ґрунту.

У рамках найважливіших витрат виділяються статті витрати суб'єкта господарювання, пов'язані з витратами на електричну енергію та витрати на пально-мастильні матеріали.

Таблиця 1.3

Порівняльна характеристика витрат на енергоресурси та паливно-мастильні матеріали (ПММ) за мінімальної та традиційної обробки ґрунту при обробітку ярого ячменю.

Показники	Мінімальна обробка ґрунту	Традиційна обробка ґрунту	Абсолютні відхилення (+,-) тис. грн
Вартість ПММ, грн.	3726,39	14420,71	10694,32
Вартість електроенергії, грн.	14,7	4,87	-9,83
Разом	3741,09	14425,58	10684,49

Наведені розрахунки в таблицях 1 - 3, показують, що загальна вартість енергоресурсів і паливно-мастильних матеріалів при мінімальному обробітку ґрунту становлять 3741,09 грн., При традиційному 14425,58 грн.

Таким чином, економічність заміни традиційної обробки ґрунту мінімальною обробкою за критерієм витрат на енергоносії та ПММ становить 10684,49 грн. З позиції співвідношення витрат технічне є іманентно раціонально-практичному і як спосіб адаптації технології до конкретних природних умов і як міра використання мінімального обробітку ґрунту.

У цьому зв'язку найважливішою цільовою установкою управління технологічної трансформацією є одночасне формування як економічного, а й сприятливого соціального ефекту, і саме наявність останнього дозволяє вважати раціональним використання матеріальних і трудових ресурсів. Розгляд технології з позиції соціальної орієнтованості є не лише необхідним елементом ефективного технологічного процесу, а й спосіб вирішення проблем соціальної напруженості. У цьому випадку економія витрат, як вираження економічної ефективності, є закономірним результатом оптимізованих трудових процесів та ступеня соціальної орієнтованості.

1.6 Аналіз машин для вертикального обробітку

Завдання для аграріїв полягає у правильному виборі відповідного типу робочих агрегатів, здатних розпушити верхній шар ґрунту, полегшити його водо- і повітропроникність та не створювати ущільненої пружної підшви.

За різними оцінками вчених, недобір врожаю на полях із проявом плужної підшви може становити до 30–40%. З метою не допущення появи негативних явищ під час обробітку ґрунту в останні роки набуває поширення технологія ґрунтообробітку Verti-till. Концепція вертикального обробітку полягає у системному підході, заснованому на методах, спрямованих на запобігання формування глибоких надмірно ущільнених прошарків ґрунту, які погіршують капілярність ґрунтів та обмін вологи і розвиток кореневої системи. В результаті коріння культурних посівів може активно розвиватися вглиб та отримувати ще більше поживних речовин і вологи, такі рослини більш посухостійкі і в цілому мають набагато краще розвинену кореневу систему, що забезпечує на всіх типах ґрунтів і всіх культурах збільшення врожаю до 8,5 ц/га.

Для реалізації технології Verti-till застосовуються агрегати вертикального обробітку ґрунту. Робочі органи їх утворюють вертикальні

розломи та тріщини у ґрунті, що сприяє доброму поглинанню та обміну вологою, формування однорідної структури ґрунту без ущільнень та твердих прошарків, а це позитивно впливає на ріст і розвиток рослин. Агрегати вертикального обробітку ґрунту виконують ефективне подрібнення та загортання рослинних решток, вирівнюють поверхню поля та виконують якісний передпосівний обробіток ґрунту.

Глибокородушувачі

Коли йдеться про поняття, які обумовлюють потребу фермерів у запровадженні глибокородушувачів у ґрунтообробні процеси, перше, що спливає на думку, — це ефективність ґрунту, ріст рослин і врожайність.

Ущільнення ґрунту утворює бар'єр між проростаючим насінням та розвитком його коренів і пагонів. Цей розвиток потрібен для сприяння адекватному росту, збору доступних поживних речовин і отримання гарних врожаїв. Без пухких (легко розсипних або подрібнених ґрунтів) ґрунтових матриць, які дозволяють рости, рослини повинні втрачати з насіння більше накопичених енергетичних ресурсів для досягнення проростання.



Рис. 1.3 Глибокородушувач

Одним зі способів відновлення ущільнених ґрунтів є глибоке розпушування — механічне втручання довгих стержнів, які глибоко проникають в ущільнені шари (35-50 см) для розпаду й підйому ґрунтів, тим самим створюючи простір для розвитку рослин, проникнення поживних речовин й вологою, а також накопичення органічних матеріалів.

НУБІП



аїни

НУБІП

аїни

Рис.1.4 Глибокорозпушувач марки Great Plains

Глибоке розпушування є найефективнішим у глибоких піщано-текстурованих ґрунтах, де корінню потрібно глибоко проростати, щоб одержати доступ до підґрунтової вологи. Глибоке розпушування є особливо корисним, коли його використовують для знищення «плужної підшви».

Якщо шар ґрунту, який знаходиться нижче від глибини розпушування, містить інші обмеження, наприклад, кислотність, погану структуру від солоності чи мінералізації ґрунту, вигода від глибокорозпушувача буде обмеженою. Для нормалізації таких ґрунтів, можливо, знадобиться додавання ґрунтових меліорантів, таких, як вапно або гіпс. Вапно можна вводити в кислий шар за лапами глибокорозпушувача, але це значно сповільнить роботу. До того ж, даний прийом дуже важко реалізувати у великих масштабах.

Реакція врожайності на роботу глибокорозпушувачів на глибоких пісках і піщаних землях має тенденцію до зростання, найбільше в районах високих і середніх опадів (понад 350 мм). Післядія від роботи глибокорозпушувача може тривати не менше трьох років, залежно від сівозміни та типу ґрунту.

Більш важкі текстуровані ґрунти, такі, як піщані глинисті суглинки, суглинки, та навіть содисті глини, майже не зберігають післядію декілька років від глибокого розпушування, хоча вплив протягом року може бути доволі високим.

НУБІП

україни

Додавання органічної речовини й гіпсу в дисперсні ґрунти та мінімізація або уникнення повторного ущільнення за рахунок контролю трафіку, особливо, коли ці ґрунти є вологими, допомагають підтримувати структуру ґрунту та переваги від глибокого розпушування.



Рис. 1.5 Колії від техніки на полі

Витрати оцінюються в межах 40-50 доларів на гектар для глибокого розпушування піщаних ґрунтів, більшість із яких пов'язана з силою тяги, необхідною для протягування глибоких робочих органів (зубців або долот) через ґрунт і цієї роботи процесу на витрати палива.

Основні недоліки глибокого розпушування:

- руйнування структури ґрунту, яка є вагомим захистом від його ущільнення;
- збільшення ризику висихання, коли запаси ґрунтової вологи дуже низькі, а закінчення сезону супроводжується посухою.

Основними характеристиками глибокорозпушувачів є глибина обробітку та ширина захвату. Очевидно, що більшою є глибина обробітку знаряддя та його ширина захвату, то більш потужніший трактор потрібен для агрегування з даною машиною.

Єдиної класифікації глибокорозпушувачів не існує, бо кожен виробник конструює їх виходячи зі своїх можливостей, даних власних досліджень і потреб клієнтів.

Одними з провідних знаменитих виробників глибокорозпушувачів є Great Plains, John Deere, Amazone, Gregoire Besson, Wil-Rich, Case IH, Maschio Gaspardo, Quivogne та інші.

НУБІ



раїни

НУБІ

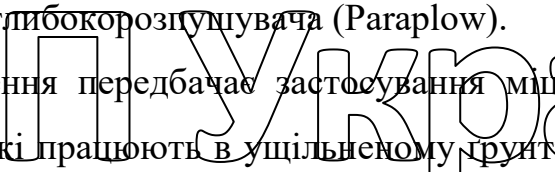


раїни

Рис. 1.6 Глибокорозпушувач Gregoire Bessone

Для пересічного українського фермера бюджетним варіантом є переобладнання звичайного плуга ПЛН шляхом заміни стандартних стійок із відвалами на стійки глибокорозпушувача (Paraplow).

НУБІ



раїни

Глибоке рихлення передбачає застосування міцних робочих органів (зубців або долот), які працюють в ущільненому ґрунті й руйнують твердий шар.

НУБІ



раїни

НУБІ

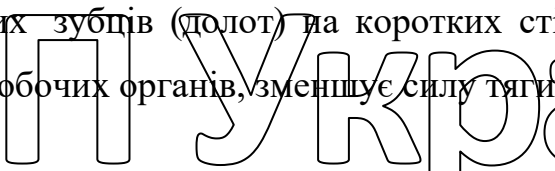


раїни

Рис. 1.7 Alrego Craker

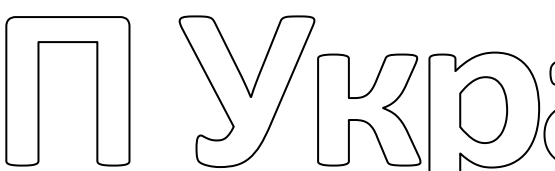
Традиційно глибокорозпушувачі розрізають ґрунт зубцями (долотами), які встановлені на стійки однакової довжини. Але дослідження показали, що встановлення окремих зубців (долот) на коротких стійках (10 см) в лінію попереду основних робочих органів, зменшує силу тяги до 18%.

НУБІ



раїни

НУБІ



раїни



Рис 1.8 Встановлення окремих долот на коротких стійках в лінію попереду основних робочих органів

Неглибокі робочі органи, що розпушують верхні шари ґрунту, зменшують опір і кількість ґрунту, який необхідно розпушити. Також вони досить непогано підходять для внесення вапна або інших ґрунтових добавок на різних глибинах у профілі ґрунту.

Там, де ріст коренів затримується, або необхідна більша кількість енергії для їхнього росту через ущільнений ґрунт, продуктивність зазвичай знижується. Після видалення ущільнення шляхом його глибокого розриву (рихлення), корені рослин ростуть швидше й глибше, збільшується кількість вологи і поживних речовин, до яких вони можуть дістатися, в результаті чого врожайність культур збільшується.



Рис 1.9 Моделювання росту коренів пшениці в піщаному ґрунті на основі даних випробувань із припущенням необмеженої вологи

Іноді, за деяких сезонних умов, коли ґрунтова вологи з глибини не використовується так швидко через повільний ранній ріст коренів, більше

вологи залишається доступною у надрах пізніше, в сезон для наповнення зерна, тим самим затримуючи початок водного стресу.

Турбодискові культиватори

Турбодисковий культиватор виконує так званий вертикальний обробіток ґрунту і представляє собою 2–4 ряди вертикально встановлених хвилястих турбодисків (колтерів), площа обертання яких співпадає з напрямком руху агрегату (рис. 1.10 а).



Рис. 1.10 а - турбодисковий культиватор мінімальної комплектації;

б - Секція турбодискова на пружному стояку

Турбодиски встановлені попарно на пружних стояках (рис. 1.10 б).

Залежно від виду турбодиска технологічний процес може дещо відрізнятись, але сам принцип найбільш характерно проявляється саме на диску з хвилястими рифлями під кутом до осі обертання. Сутність вертикального обробітку ґрунту відображена на рис. 1.11.

НУБІ



НУБІ

аїни

аїни

Рис. 1.11 Схеми до пояснення принципу вертикального обробітку

НУБІП українни

На початковому етапі хвилясті рифлі занурюються у ґрунт перпендикулярно поверхні і зрізають поживні рештки. Далі в процесі обертання диск захоплює ґрунт і на виході вкладає його поверх стерні. Отже,

дія робочого органа спрямована спочатку вертикально вниз, а потім знизу до

НУБІП українни

данної поверхні, що підтверджує назву вертикальний обробіток. Особливість його в тому, що турбодиск не відкидає ґрунт в бік і не утворює гребенів на поверхні.

Завдяки хвилястій формі дисків у процесі руху утворюється постійна вертикальна вібрація, яка впливає на шар ґрунту як відбійний молоток, тобто подрібнює довкола ґрунт і утворює в ньому мікропілини. Це надає можливості поверхневій волозі проникати в ґрунт.

НУБІП українни

Але основна перевага вертикального обробітку в тому, що подрібнені рослинні рештки залишаються на поверхні, але дещо присипані ґрунтом. І це є головною вимогою консервуючої технології No-Nill, бо ці рештки закривають вологу. Окрім того, їх розкладання відбувається за допомогою грибів, без участі кисню і азоту поверхневого шару ґрунту, тобто активного кисню і азоту залишається більше для корисних рослин.

НУБІП українни

НУБІП українни

Зазвичай, на турбодискових культиваторах не встановлюють додаткового оснащення, бо це може вступити у протиріччя із самою ідеєю вертикального обробітку ґрунту. Як виняток, встановлюють пружні борони

(рис. 1.10 а) або шпорові котки у плаваючому режимі (рис. 1.12). В окремих випадках їх також комплектують спаркою шпорових дисків, які встановлюють замість колтерів (рис. 1.13).



Рис. 1.12 Колтерний широкозахватний ґрунтообробний агрегат TURBODISK-18000



Рис. 1.13 Шпорові диски на пружному стояку

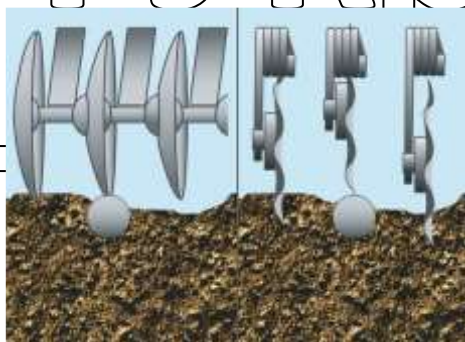
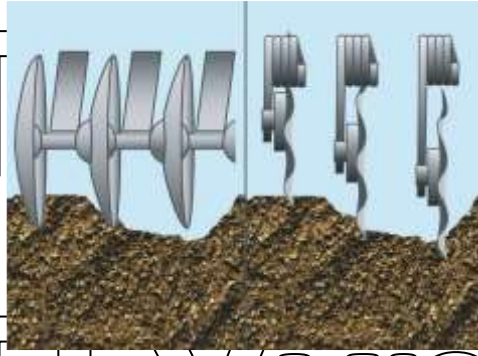


Рис. 1.14 Конструкція стояка дозволяє диску індивідуально піднятися або ухилитися убік, щоб уникнути перешкоди

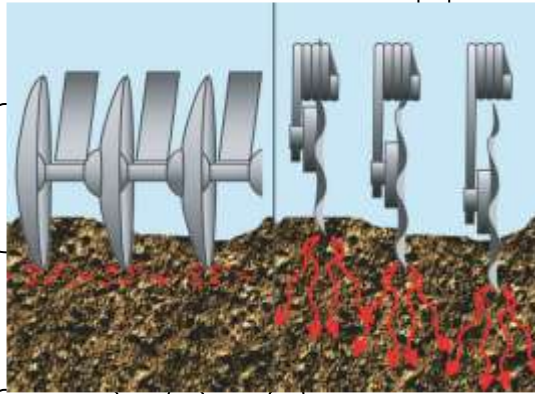
НУБІП України



НУБІП України

Рис. 1.15 Конструкція забезпечує копіювання поверхні індивідуально кожним диском

НУБІП України



НУБІП України

Рис. 1.16 Вертикальна вібрація діє на ґрунт як відбійний молоток і утворює розгалужену систему тріщин

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

2 ТЕОРЕТИЧНІ ПЕРЕДУМОВИ ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ДИСКОВИХ ЗНАРЯДЬ

2.1 Фізико-механічні та технологічні властивості ґрунту, визначаючі якість її обробки дисковими боронами і лушчильниками

Якість роботи ґрунтообробних знарядь залежить від правильного вибору оптимальних параметрів і режимів роботи, які повністю визначаються не тільки їх конструктивними особливостями, а й умовами експлуатації. Залежність якості роботи від умов роботи часом виявляється настільки відчутною, що виникає необхідність розробки модельного ряду знарядь кожної ґрунтово-кліматичної зони. Більше того, в межах однієї і тієї ж ґрунтово-кліматичної зони, в умовах різних попередників і навіть одного й того ж поля, широкий діапазон зміни більшості властивостей ґрунту часто буває основною причиною порушення якості роботи. Тому дослідження механізму впливу фізико-механічних властивостей ґрунту на якість обробки ґрунту є необхідною умовою при розробці технологічних параметрів дискових борон та лушчильників.

І все ж таки дискові борони і лушчильники заслужили славу «всепогодних» у тому розумінні, що діапазон зміни умов їх нормального функціонування істотно вищий, ніж у гармат з пасивними робочими органами - відвальних плугів, культиваторів, більшості комбінованих агрегатів, інших ґрунтообробних знарядь.

Фізико-механічні та технологічні властивості становлять досить складну систему показників, від яких залежить якість роботи ґрунтообробних машин та знарядь. Найважливішим із них є твердість ґрунту. Величина твердості ґрунту формується через її вологість і ці дві властивості тісно пов'язані.

Професори зазначають, що у подолання сил тертя, що виникають поверхні робочих органів ґрунтообробних знарядь, витрачається до 50% гакової потужності трактора. Коефіцієнт тертя ковзання має складну залежність від вологості та типу ґрунту і досі все ще залишаються нез'ясовані

моменти. І все-таки однозначно зрозуміло, що коефіцієнт тертя ковзання залежить від типу ґрунту, його вологості, від матеріалу робочого органу, стану його поверхні та відносної швидкості ґрунту та робочого органу. Встановлено,

що при всіх поєднаннях наведених вище факторів при зміні вологості ґрунту коефіцієнт тертя спочатку збільшується до певної межі для кожного типу ґрунту, а потім знижується. Так, наприклад, коефіцієнт тертя ґрунту сталі змінюється в досить широкі межі - від 0,25 для піщаних ґрунтів до 0,9 для важких суглинчастих і глинистих ґрунтів при зміні вологості від 5% до 35%.

Тяговий опір ґрунту збільшується при підвищенні липкості ґрунту, який у свою чергу залежить від дисперсності ґрунту. У глинистих ґрунтах липкість вища, ніж у суглинчастих та піщаних. З метою зниження налипання ґрунту пропонувалося багато різних способів. Найбільш ефективним з них виявилось покриття робочих органів пластмасовими покриттями, але вони не знайшли поширення. В останні роки широкого поширення набули робочі органи з прорізами з метою зменшення площі налипання ґрунту, що дозволяє знизити сили тертя ковзання.

Так, з метою зниження тягового опору дискових борін та лушпильників, запропоновано дисковий робочий орган. У запропонованому винаході завдяки прорізам у середній частині диска у напрямку від краю до центру зменшена загальна площа контакту диска з ґрунтом. Тому нормальна напруга на частині, буде вище, а загальна площа, де можливе налипання буде менше на площу вирізу, що призводить до зменшення опору тертя ковзання ґрунту по поверхні диска за рахунок зменшення площі налипання.

Абразивні властивості ґрунту спільно з матеріалом, з якого виготовлений диск, визначають зносостійкість робочих органів. Зносостійкість будь-яких ґрунтообробних робочих органів можна визначати площею, обробленою одним робочим органом до стану, вже непридатного для експлуатації. При постійних абразивних якостях ґрунту зносостійкість робочих органів можна підвищувати тільки застосуванням найбільш зносостійких матеріалів для робочих органів. Зношування робочих органів

призводить до порушення технологічного процесу. Наприклад, при затупленні леза диска виникає потилична фаска, що зрештою призводить до його вимелення, до додаткових витрат енергії, зниження всіх техніко-економічних показників.

Велику труднощі при проектуванні дискових борін і луцильників надає непостійність механічних властивостей ґрунту, що зумовлено переважно погодними умовами. Тому необхідно орієнтуватися не так на середні показники фізичних і механічних властивостей, але в більш жорсткі умови,

зокрема і на перенастроювані варіанти. При обробці ґрунту характер

деформації та її переміщення залежить від параметрів сферичних дисків та їх орієнтації у ґрунті у взаємодії з фізико-механічними властивостями ґрунту. Прояв сил тертя, деформації вигину, стискування та розтягування,

зусилля різання ґрунту, пожнивних залишків та кореневищ надають спільний

вплив на вибір технологічних параметрів. В цілому знання та облік фізико-механічних властивостей ґрунту є необхідною умовою розробки нових, більш ефективних, ґрунтообробних знарядь та оптимальної їх експлуатації.

2.2 Основні вимоги до обробки ґрунту

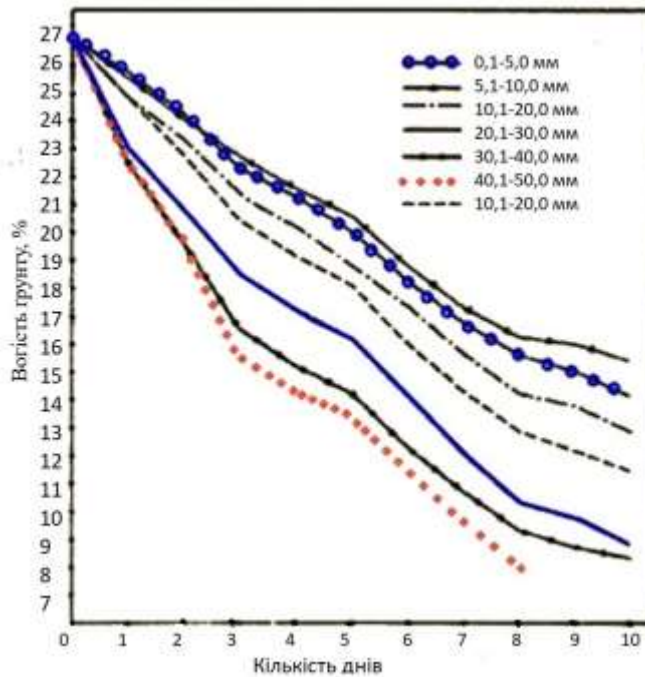
Технологічний процес обробки ґрунту заснований на механічному впливі на ґрунт з метою кришення, розпушування, ущільнення, вирівнювання, підрізання на певній глибині бур'янів, мульчування.

За даними науковців, оптимальним фракційним складом поверхневого шару ґрунту для зниження втрат вологи на фізичне випаровування є агрегати розмірами 5 ... 10 мм (рисунок 2.1). Вони краще утримують ґрунтову вологу, утворюючи ефективний мульчуючий шар.

НУБ

НУБ

НУБ



їїни

їїни

їїни

Рис. 2.1 Вологість ґрунту в залежності від фракційного складу верхнього шару.

Якість обробки ґрунту багато в чому залежить від її механічного складу. Класифікація ґрунту за механічним складом відбувається в залежності від вмісту в ній фізичної глини, тобто частинок ґрунту менше 10 мкм (0,01 мм).

До легких ґрунтів відносять піщані, супіщані і легкосуглинкові ґрунти, які містять до 30% фізичної глини. Вони добре піддаються механічній обробці,

відрізняються водопроникністю і найкращим повітряним режимом. До середніх - суглинок середній, який містить 31 ... 45% фізичної глини. До важких ґрунтів відносять суглинок важкий (46 ... 60%) і глину (>

60%). Глинисті ґрунти - важкі. При зволоженні вони легко запливають, липкість їх збільшується, при підсиханні утворюється потужна ґрунтова кірка,

а при обробці - брили, що негативно позначається на зростанні і розвитку культурних рослин.

Більші ґрунтови окремо вважаються глибистою частиною, більш дрібні

відносяться до розпиленої фракції. Найбільш водостійкі є агрегати розміром 1,0 ... 3,0 мм.

НУБ

Якщо у верхньому шарі ґрунту 0... 50 мм частинок ґрунту розміром до 0,25 мм більше 25%, то такий ґрунт при відсутності етерні і рослинності піддається вітрової ерозії.

Шпаруватість або порозність характеризується часткою порожнеч, що знаходяться в загальному обсязі ґрунту, і виражається у відсотках:

$$C_{\Pi} = \frac{V_{\Pi y}}{V_{\Pi}} \cdot 100\% \quad (2.1)$$

де $V_{\Pi y}$ – обсяг пустот, мм^3 ;

V_{Π} – загальний обсяг ґрунту, мм^3 .

Оптимальна порозність ґрунту знаходиться в межах 40 ... 60%. Пори діаметром менше 10 $\mu\text{м}$ (0,01 мм) непрохідні навіть для тонких коренів рослин, а діаметром менше 3 $\mu\text{м}$ (0,003 мм) – для більшості ґрунтових мікроорганізмів. Порозність має визначальне значення для створення сприятливого водного, повітряного, теплового та харчового режимів.

Відношення маси ґрунту m_{Π} до її об'єму V_{Π} в природному стані становить щільність ґрунту

$$\rho_{\Pi} = \frac{m_{\Pi}}{V_{\Pi}}, \text{т/м}^3 \quad (2.2)$$

Вона змінюється від 0,7 до 1,8 т/м^3 .

Оптимальною вважається щільність 1,0 ... 1,3 т/м^3 . При щільності більше 1,4 т/м^3 корені погано проникають в ґрунт. Грудки ґрунту з такою щільністю практично не приймають участь в процесі покращення її родючості. Щільність ґрунту зменшують розпушуванням, а підвищують ущільненням.

Збільшення відстані між грудочками ґрунту з частковим зменшенням їх розмірів здійснюється при розпушуванні. Ця операція покращує водо- і повітропроникність ґрунту і аерацію.

Зменшення відстані між грудочками ґрунту відбувається при ущільненні і сприяє підтягуванню вологи і її прогріванню.

Відношення маси міститься в ґрунті води до маси сухоґрунту, виражене у відсотках, є абсолютною вологістю ґрунту

$$W_a = \frac{m_b - m_c}{m_c} \cdot 100\% \quad (2.3)$$

де W_a - абсолютна вологість ґрунту, %;

m_b - маса зразка вологого ґрунту, г,

m_c - маса зразка сухого ґрунту, м

Ґрунт, у якій маса зразка при подальшому висушуванні в сушильній шафі (при температурі 105 ° С) практично не змінюється, є сухим.

Зниження вологості ґрунту відбувається шляхом капілярного підйому вологи за рахунок конвекції і дифузії, викликаного градієнтами температури і тиску, потоком повітря. Капілярний підйом вологи визначається структурним станом ґрунту, розмірами агрегатів.

При роботі ґрунтообробних машин створюються сили опору, викликані тертям. Відрізняють внутрішнє тертя, або тертя ґрунту об ґрунт, і зовнішнє тертя - тертя ґрунту по поверхні робочих органів.

Коефіцієнти тертя дозволяють правильно підійти до підбору робочих органів ґрунтообробних машин, які б дозволили виконувати найбільш якісно технологічний процес при можливо меншій витраті енергії.

$$F_{TP} = F_H \operatorname{tg} \varphi = F_H f_{\Pi} \quad (2.4)$$

де f_{Π} - коефіцієнт тертя ґрунту по сталевій поверхні.

Сила тертя F_{TP} пропорційна нормальному тиску F_H .

Закони тертя і прилипання розрізняються, хоча і виявляються однаково - у вигляді опору руху. Сила тертя F_{TP} не залежить від площі контакту і при $F_H = 0$ відсутній. Тоді коли сила прилипання F_{Π} залежить від площі контакту і проявляється навіть при відсутності нормального тиску ($F_H = 0$).

Ґрунт не буде налипати на поверхню робочих органів, якщо сили внутрішнього тертя між ґрунтовими частинками будуть більше сил тертя і прилипання між ґрунтом і робочою поверхнею.

Ефективне зростання і розвиток рослин відбуваються при створенні оптимальних умов вологості, температури, аерації, вмісту елементів живлення. Зміна цих факторів забезпечується виконанням технологічних

операцій: розпушування, кришення, ущільнення, різання, обертання, перемішування, підрізання бур'янів, вирівнювання поверхні, профілювання поверхні (борозни, гребенів, гряди, щілини).

Комбінації цих операцій входять в технологічні процеси, що виконуються робочими органами.

Основними ґрунтообробними робочими органами є: лемпш з відвалом, диски, стрічаті лапа, катки, вирівнювачі, щілювачі, борознорізи.

Склад ґрунту оцінюється трьома коефіцієнтами:

$$\text{— коефіцієнт структурності } C = \frac{m_{(0.25...20)}}{m} \quad (2.5)$$

$$\text{— коефіцієнт розпорошеності } P = \frac{m_{(\leq 0.25)}}{m} \quad (2.6)$$

$$\text{— коефіцієнт глибистості } \Gamma = \frac{m_{(\geq 0.25)}}{m} \quad (2.7)$$

де m - загальна маса взятої для аналізу ґрунту, кг;

$m_{(0.25...20)}$ - маса фракції ґрунту 0,25 ... 20 мм;

$m_{(\leq 0.25)}$ - маса фракції ґрунту менше 25 мм;

$m_{(\geq 0.25)}$ - маса фракції ґрунту більше 25 мм.

Багато, щоб коефіцієнт C був найбільшим, а P і Γ - найменшими.

До найбільш ефективних прийомів відновлення структурних властивостей ґрунтів відносяться агротехнічні: обробка в стиглому стані, обробіток багаторічних трав, застосування органічних добрив, сидератів, вапнування кислих ґрунтів, крейдування і гіпсування солонців.

За даними В. А. Желіговського, леза робочих органів здійснюють різання внаслідок зминання ґрунту. Лезом вважається та частина ножа, по якій ґрунт не ковзає, не рухається. Ковзання розділених грудочок ґрунту починається по фаскам.

Зменшення площі поверхні, а значить, і площі випаровування відбувається при її вирівнюванні.

Для накопичення і розподілу вологи служать щілини, борозни, гребені (таблиця 2.1).

Прийоми збереження вологи:

- руйнування капілярної шаруватості верхнього шару;
- зниження конвекції вологи з мілкокомкових пустот і тріщин;
- зменшення виносу вологого ґрунту на поверхню;
- зниження швидкості вітру в приземному шарі;
- вирівнювання поверхні;

- ущільнення;
- знищення бур'янів і розпушування верхнього шару ґрунту на 50 ... 60 мм без перемішування або культивація поверхні;

- підвищення водостримуючої здатності і вологоємності ґрунту (внесення органічних добрив, торфу).

В якості робочих органів, що діють на грудки при обробці ґрунту, використовують лапи, катки, голки, зуби, ножі і їх комбінації.

Ефективне зростання і розвиток рослин відбуваються при оптимальних умовах: вологості, температури, аерації, вмісту елементів живлення. Зміна цих чинників забезпечується виконанням технологічних операцій: розпушування, кришення, ущільнення, підрізання бур'янів, вирівнювання поверхні.

Таблиця 2.1

Фактори росту і розвитку культурних рослин і бур'янів

технологічна операція	вплив на ґрунт	вплив на бур'яни	вплив на фактори росту і розвитку
Розпушування, подрібнення	- зменшення щільності;	- пошкодження і знищення;	- поліпшення аерації;
	- руйнування ґрунтової кірки;	- провокування проростання насіння;	- зниження температури верхнього шару;
	- зниження випаровування	- подрібнення кореневищ багаторічних рослин	- зменшення вологості;
			- прискорення нітрифікаційних процесів

ущільнення	- руйнування грудок; - збільшення щільності; - руйнування ґрунтової кірки	- поліпшення контакту насіння з ґрунтом; - підвищення схожості	- підвищення температури, поліпшення прогрівання верхнього шару; - зниження аерації; - зниження порозності; - підтягування вологи з нижчих верств; - збільшення випаровування
вирівнювання поверхні	- руйнування гребнів, засипка западин; - можливе планування поверхні	- зчищення сходів, проростків бур'янів	- зниження випаровування вологи
Нарізка щілин, борозен	- збільшення площі поверхні	- знищення бур'янів; - винос насіння на поверхню	- поліпшення прогрівання ґрунту; - накопичення і збереження вологи

Комбінації цих операцій входять в технологічні процеси, що виконуються робочими органами.

Обробка ґрунту на глибину до 120 мм без обороту пласта і винесення на поверхню нижніх вологих шарів, що забезпечує кришення, розпушування, часткове перемішування ґрунту, вирівнювання поверхні поля, підрізання бур'янів, закладення добрив і гербіцидів, відбувається при культивуванні. Тоді ж

формується поверхневий пухкий шар, що перешкоджає виваровуванню
вологи, поліпшуються водний і повітряний режими, прискорюється
прогрівання ґрунту навесні, посилюється мікробіологічна діяльність і
створюються оптимальні умови для накопичення поживних речовин і вологи.

Суцільну культивуацію проводять в системі передпосівної і поверхневого
обробітку ґрунту при догляді за чистими і кулісними парами.
При передпосівній культивуації ґрунту формується оптимально
ущільнене насінневе ложе, що забезпечує сприятливі умови для рівномірного
розподілу насіння і появи дружніх сходів.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

3 ТЕОРИТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Останнім часом все більшого поширення набувають ресурсоощадні технології вирощування сільськогосподарських культур однією з яких являється технологія вертикального обробітку. Ключовим елементом такого знаряддя є диск з хвилястим профілем твiрної (хвилястий диск).

Технологічно від вертикального обробітку ґрунту очікується висока, віброударна дія хвилястим диском на ґрунт вкритим рослинними рештками, які мають бути розщеплені для дії води, кисню, біоти. Мають бути утворені широко розгалужені мережі горизонтальних і вертикальних тріщин для проникнення вказаних чинників, які надалі справлятимуть позитивний вплив на майбутній врожай. Саме конструктивні особливості такого робочого органу і сприяють забезпеченню технологічних принципів, на яких має бути створена

машина для вертикального обробітку ґрунту. Найкращого технологічного ефекту можна досягти за високошвидкісних (до 20 км/год) режимів роботи водночас машина має бути універсальною, стійкою до умов роботи за підвищеної вологості ґрунту або його сухості а також умовах мерзлого ґрунту.

3.1 Аналіз конструкційних особливостей роботи секції дисків з хвилястим профілем твiрної

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Загальноприйнятого визначення технології вертикального обробітку (ВО) ґрунту немає і тому кожен трактус його по-своєму. Оскільки технологічний набір робочих органів в агрегатах ВО кожної фірми свій, то під поняття вертикального обробітку ґрунту відводять різноманітні технічні засоби. За даними Євростату – це різновид консервативної системи обробітку ґрунту, за якої орна земля не повертається, у ґрунті утворюються малі ущільнення, а його поверхня залишається густо вкрита рослинними рештками.

Існує також суперечка в тому, під яким кутом атаки (кут між напрямком руху і площиною диска) повинні бути встановлені самі диски, які мають хвилястий профіль. Вважається, що до цієї категорії машини слід віднести допустимий поворот від 0° до 6° . Саме такі кути використовуються в найбільш відомих агрегатах в Україні:

- Канадському Salford (моделі RTS 1-1100...1-2200) закладено кут 0° ;
- Виробництва США Great Plains (моделі Turbo-Max 1200TM...4000TM) закладено кут від 0° до 6° ;
- Виробництва США Kuhn Krause (моделі Exelerator 8005-11...8005-50)

закладено кут від 0° до 5° ;

Вітчизняний виробник ПАТ «Велес-Агро» запропонував власну конструкцію агрегата Verti-till під назвою Zeus Verti-till Veles.

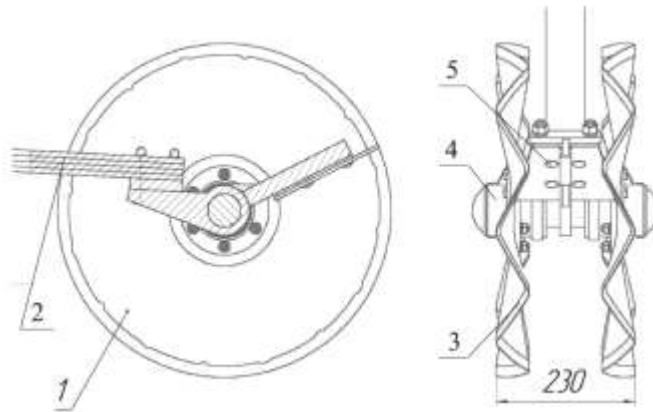
Усі вказані машини є потужною, адаптованою під великі типорозмірні господарства, дорогою технікою. Фірма ТОВ «Агрореммаш-БЦ», яка позиціонується як виробник для малих і середніх господарств.

Першим кроком постало завдання обґрунтувати параметри і дослідити конструкційні характеристики хвилястого диска для використання в агрегаті Verti-till, надалі з перенесенням досліджень у технологічний напрямок.

Особливість конструкції полягає в тому, що диски мають бути встановлені попарно на загальній осі. Для цього проведено аналітичні дослідження і за результатами виготовлено експериментальний зразок дисків. Слід відмітити, що стосовно робочих органів – хвилястих дисків, практично відсутні дослідження, тому прийнято рішення запропонувати власні підходи до розрахунків характеристик диска і на цій основі інтерпретувати функційно-технологічні особливості його роботи.

Виклад основного матеріалу дослідження. Добре відомий вітчизняний виробник ТОВ «Агрореммаш-БЦ» запропонував секцію з хвилястими робочими органами диска (рис 3.1)

НУБ



їни

НУБ

їни

1 – диск, 2 – пружна криволінійна стійка, 3 – півхвиля диска, 4 – вісь, 5 – щетик

Рис. 3.1 Конструкція секції ґрунтообробного знаряддя на основі

хвилястих дисків

Відомо, що навіть на малих швидкостях 1,0-2,0 м/с процес обробки ґрунту носить ударний характер, за якого ударні навантаження

трансформуються в пластичну деформацію. Використання цього ударного

ефекту закладено в роботу дискових робочих органів з хвилястим профілем твірної, що додатково покращується їх установкою на пружній стійці регульованої жорсткості.

Під час роботи агрегата в полі доцільним інтервалом швидкостей його руху $V \in 12-20$ км/год (3,5-5,5 м/с), рекомендованою створюваною частотою для обробки ґрунту віброувальними коливаннями є інтервал 5-20 Гц

Підсилення і створення стійких коливань комбінації пружної стійки та диска з хвилястим профілем твірної можливе, насамперед, завдяки рухомих

елементам, які контактують з ґрунтом та генерують найбільш виражені

змушені коливання. Під час руху зануреного диска в ґрунт (рис 3.2) на глибину h його маса, підвішена на пружній стійці, діє на ґрунт з вертикальною силою $P_{\text{верт}}$, а хвилястий профіль твірної виконує ударну дію кожною

напівхвилею, яка трансформується в пластичну деформацію, вектор

поширення якої $V_{\text{заг}}$ є сумою вектора $V_{\text{пласт}}$ зі швидкістю ≈ 10 м/с, спрямованого по нормалі до поверхні, яка діє на ґрунт, та швидкості руху

агрегата V в напрямку його руху, причому ці сумарні вектори спрямовані в різні

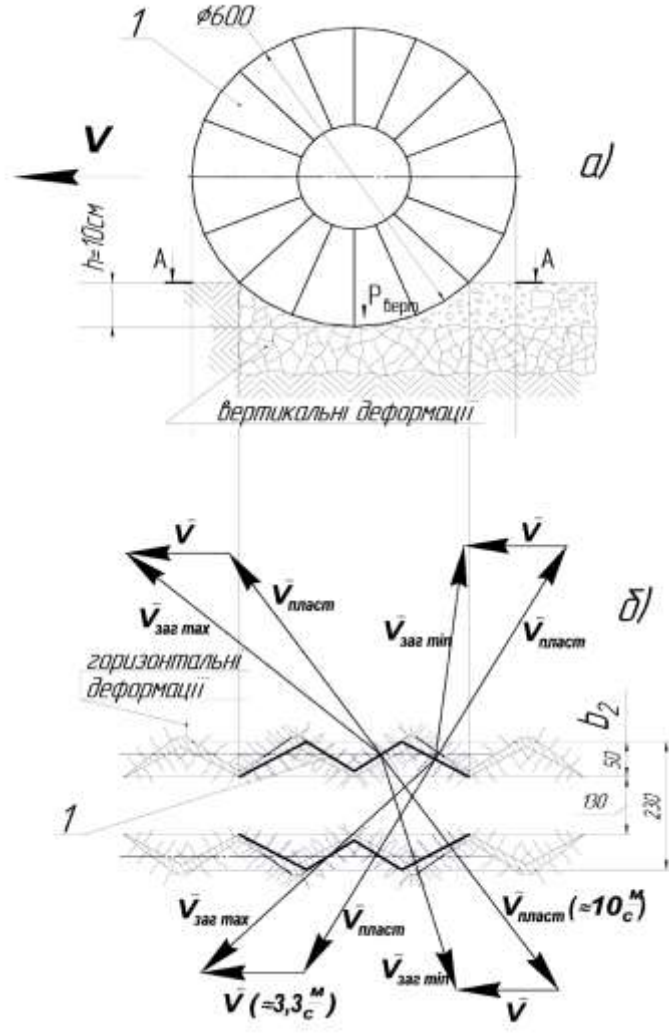
боки і мають різну величину $V_{заг.мін}$ та $V_{заг.мах}$. Тому рухомий в ґрунті робочий орган з хвилястим профілем твiрної буде створювати вибурвальну дію змуншених коливань з частотою, залежно від швидкості агрегата та почергових різнонаправлених ударів пiвхвиль загальною кількістю N.

НУБІП

НУБІП

НУБІП

НУБІП



їНИ

їНИ

їНИ

їНИ

а – вид збоку заглибленого диска; б – слід профілю заглибленого диска; 1 – пiвхвиля;

- V швидкість руху секції; пласт – $V_{пласт}$ вектор швидкості сумарних деформацій; $V_{заг.мах}$ – вектор швидкості сумарних деформацій ґрунту фронтальною площиною пiвхвилі; $V_{заг.мін}$ – вектор швидкості сумарних деформацій ґрунту тильною площиною пiвхвилі

Рис. 3.2 Функційно-технологічна схема роботи секції на основі диска з

хвилястим профілем твiрної та криволінійної стійки регульованої жорсткості

НУБІП УКРАЇНИ

Функційно-технологічна схема роботи секції на основі диска з хвилястим профілем твірної та криволінійної стійки регульованої жорсткості. Наведена інформація дає змогу встановити кількість елементів активної дії півхвиль на необроблений ґрунт.

Необхідна кількість N напівхвиль диска по довжині твірної її хвилястого профіля складає

$$N_3 = \frac{\pi D \cdot f}{V} \quad (3.1)$$

Де D – діаметр диска з хвилястим профілем твірної, м;

f – рекомендована частота змушених коливань, 20 Гц;

V – мінімальна рекомендована швидкість агрегата, 3,3 м/с.

Виходячи з формули (3.1), рекомендована кількість півхвиль повинна складати не менше 12 шт.

У таблиці 1 наведено коротку характеристику диска.

Назва параметра	Одиниця виміру	значення
Диски з хвилястим профілем твірної		
Діаметр диска	мм	600
Кількість напівхвиль	шт	12
Ширина диска по хвилястому профілю	мм	50
Віддаль між дисками		
min	мм	130
max	мм	240

ТОВ «Агрореммаш-БЦ» розробив секції на основі хвилястих дисків (рис 3.3).



Рис. 3.3 Загальний вигляд секції

Висновки. За результатами досліджень:

Зроблено прогноз ефективного використання робочого хвилястого диска в енергоощадному екологічному та посумшлювому землеробстві, а також високої адаптивності роботи хвилястого диска в широкому діапазоні умов: на мерзлоталому, дуже вологому і сухому ґрунті, за наявності високого рослинних решток, на підвищених до 20 км/год швидкостях;

- Виконано розрахунки необхідної кількості напівхвиль диска по довжині хвилястого профіля твірної;

- Встановлено характер взаємодії півхвиль диска які створюють рекомендовано частоту змушених коливань.

3.2 Взаємодія з ґрунтом дискових робочих органів

Плоский диск можна розглядати як сферичний, що має нескінченний радіус кривизни.

Залежно від конкретно поставлених завдань з обробітку ґрунту використовують:

- диск плоский суцільний;
- диск плоский вирізний;
- турбодиск суцільний;
- турбодиск вирізний.

Плоский суцільний диск

Батарея з плоских суцільних дисків може виконати перерізання рослинних рештків і поверхневе розпушування ґрунту без обертання і перемішування його шарів. Розрахункова схема взаємодії диска з ґрунтом і рослинними рештками представлена на рис. 3.4.

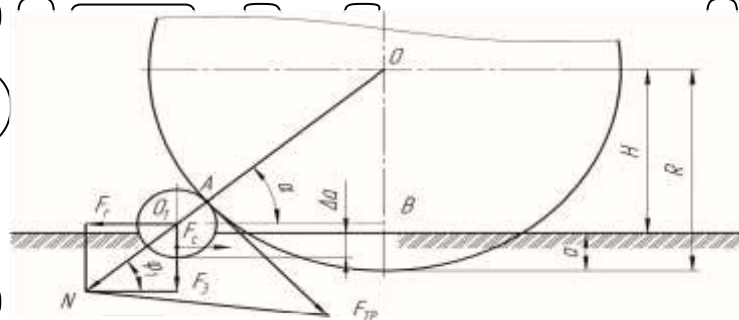


Рис. 3.4. Взаємодія плоского суцільного диска з ґрунтом і рослинними рештками

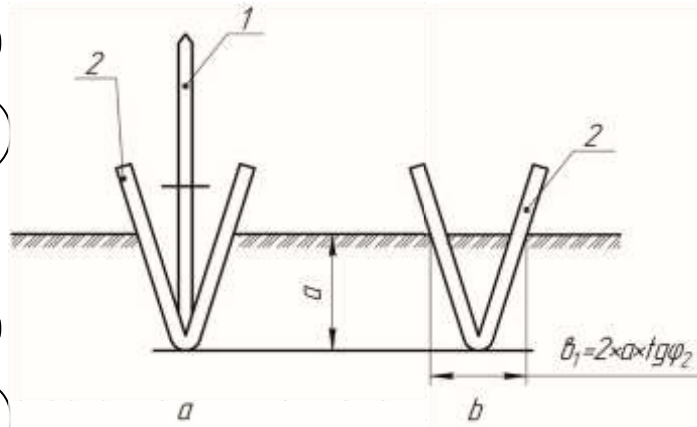
Розглянемо умови перерізання рештків стебел диском.

Можливі чотири варіанти взаємодії диска зі стеблом:

- відштовхування вперед (варіант неприйнятний, бо виключає перерізання);
- відштовхування вбік у разі коротких, довжиною 5–8 см стебел (довжина стебел відповідає агротехнічним вимогам);
- протягування під собою (не дає гарантованого перерізу рослин, але задовольняє агротехнічним вимогам – рис. 3.5, бо частина стебла заорується на глибину ходу диска);
- варіант нерухомого стебла дає гарантований переріз.

Досягти варіанта перерізання нерухомого стебла можливо двома способами: безпідпорним різанням за рахунок швидкості різання або створити умови для підпорного різання. Гарантоване безпідпірне різання реалізується на швидкості руху леза в межах до 16 м/с для тонкостеблових культур та до 60 м/с – для грубостеблових. Досягти такої швидкості пасивним робочим органом не можливо. Тому запропоновану схему слід вважати як схему підпорного різання без переміщення стебла диском (рис. 3.4).

НУБ



їни

НУБ

Рис. 3.5 Розрахункова схема протягування стебла диском: а – початкове

положення; б – після проходу агрегату

НУБ

Як показує аналіз літературних джерел, у перерізанні тонкостеблових рослинних решток незвичайної потреби немає (достатньо варіанта – рис. 3.5), але проблема подрібнення рештків грубостеблових культур існує. Вони в

неподрібненому стані перегнивають тривалий час і ускладнюють роботу

висівних агрегатів. Тому є сенс розглядати процес взаємодії диска з грубостебловими культурами.

НУБ

Введемо такі припущення:

- стебло, що перерізається, має циліндричну форму;
- міцнісні характеристики стебла однакові за його довжиною;
- міцнісні характеристики стебел різного діаметра пропорційні квадрату їх діаметрів;
- взаємодія диска з ґрунтом підпорядковується закону підпорної стінки.

НУБ

Викладемо основні теоретичні положення розробленої нами

математичної моделі.

НУБ

На стебло, що входить у контакт з диском, діють сила нормального тиску N ; сила тертя $F_{тр}$; сила опору ґрунту F_c . Умова перерізання стебла – векторна сума горизонтальних складових діючих сил (рис. 3.4) повинна

дорівнювати нулю. Найбільш раціональний варіант: незначне переміщення

НУБ

стебла назад по ходу диска.

Контакт леза зі стеблом настає в точці А. Стебло буде вдавлюватись у ґрунт доти, доки сила тиску леза не перевищить критичного значення сили перерізання. Позначимо цю глибину занурення Δa .

Величину Δa буде визначати коефіцієнт об'ємного зминання ґрунту.

Відповідно до розрахункової схеми (рис. 3.6) об'єм стебла, що занурюється у ґрунт, обчислимо за рівнянням

$$V = 0.5 \cdot L \cdot S_{BCD} = 0.5 \cdot L \cdot [R^2 \arccos \frac{R-\Delta a}{R} - (R-\Delta a) \cdot \sqrt{R^2 - (R-\Delta a)^2}] \quad (3.2)$$

де L – довжина стебла; R – радіус стебла; Δa – глибина занурення.

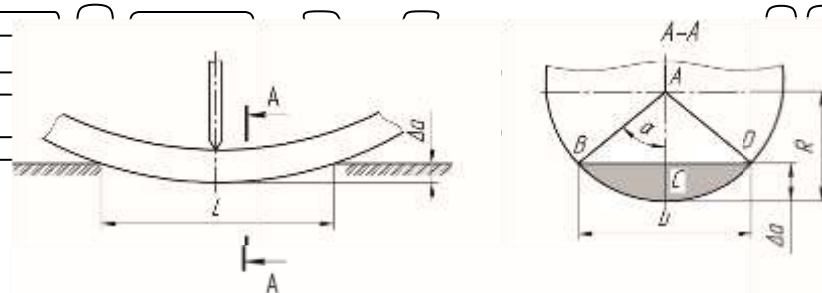


Рис. 3.6 Розрахункова схема до визначення параметрів занурення стебла

Остаточно рівняння для визначення глибини занурення буде мати вид

$$q \cdot V = 0.5q \cdot L \cdot [R^2 \cdot \arccos \frac{R-\Delta a}{R} - (R-\Delta a) \cdot \sqrt{R^2 - (R-\Delta a)^2}] > [P] \quad (3.3)$$

де $[P]$ – опір стебла на зріз;

q – коефіцієнт об'ємного зминання ґрунту.

Рівняння (2.9) нами аналітично не вирішується, бо кінцевий вираз буде досить складним і мало придатним до користування. Рівняння вирішується

на ПЕОМ шляхом перебору. Отримані результати розрахунків представлені у

вигляді графіків (рис. 3.7). У процесі обчислень було враховано, що міцнісні характеристики стебел різного діаметра пропорційні квадрату їх діаметрів.

Аналіз наведених залежностей показує, що в діапазоні реальних значень радіуса стебла та зусилля на його переріз, для ґрунтових умов

Дніпропетровської області, величина занурення знаходиться в межах 4–6 мм.

Іншими словами, стебла, діаметром менші за 4 мм, будуть гарантовано заорані у ґрунт.

Величина пластичної деформації самого стебла не впливає на величину занурення, оскільки вона вже врахована в опорі стебла на зріз $[P]$.

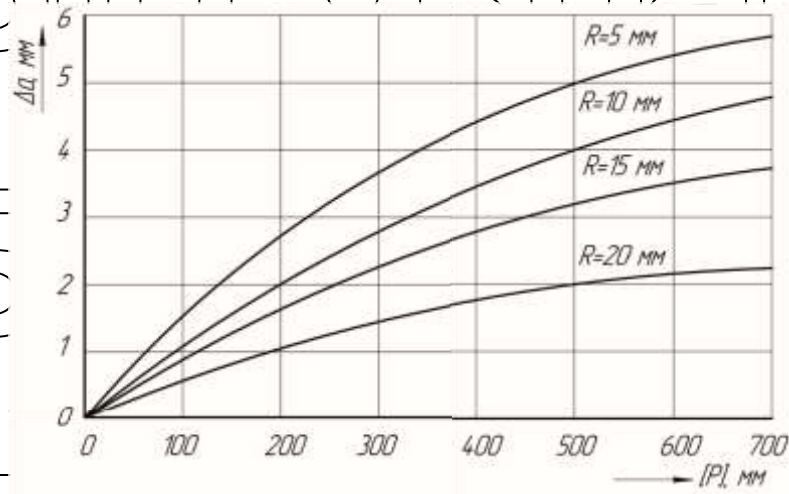


Рис. 3.7 Глибина занурення у ґрунт стебла залежно від його діаметра ($q \approx 800 \text{ кН/м}^2$)

З розрахункової схеми (рис. 3.4) рівняння діючих сил в горизонтальній площині запишемо в такий спосіб:

$$N \cdot \cos \alpha + f_1 \cdot N \cdot \sin \alpha = f_2 \cdot F_3 \quad (3.4)$$

де f_1 – коефіцієнт тертя стебла по сталі;

f_2 – коефіцієнт тертя стебла по ґрунту;

α – кут защемлення.

Вважаємо, що маса стебла мала і нею можна нехтувати. Це означає, що реакція F_3 утворена виключно за рахунок тиску диска

$$F_3 = N \cdot \sin \alpha - f_1 \cdot N \cdot \cos \alpha \quad (3.5)$$

Підставимо рівняння (2.10) у вираз (2.11) і поділимо праву і ліву

частини рівняння на $N \cdot \cos \alpha$:

$$1 + f_1 \cdot \operatorname{tg} \alpha = f_2 \cdot \operatorname{tg} \alpha - f_2 \cdot f_1 \quad (3.6)$$

або

$$\operatorname{tg} \alpha = \left[\frac{1 + \operatorname{tg} \varphi_1 \cdot \operatorname{tg} \varphi_2}{\operatorname{tg} \varphi_2 - \operatorname{tg} \varphi_1} \right] = \operatorname{ctg}(\varphi_1 - \varphi_2) = \operatorname{tg}(0.5 \cdot \pi - \varphi_1 - \varphi_2) \quad (3.7)$$

З розрахункової схеми (рис. 2.2)

$$\sin \alpha = \frac{OB}{R+r} = \frac{R-a-(r-\Delta a)}{R+r} = \frac{R-a-r+\Delta a}{R+r} \quad (3.8)$$

де R – радіус диска; r – радіус стебла.

$$\alpha = \arcsin \frac{R-a-r+\Delta a}{R+r} \quad (3.9)$$

Тоді рівняння (2.13) можна переписати в такий спосіб:

$$\operatorname{tg} \left(\arcsin \frac{R-a-r+\Delta a}{R+r} \right) = \operatorname{tg} (0.5 \cdot \pi - \varphi_1 + \varphi_2) \quad (3.10)$$

Після математичних перетворень:

$$\arcsin \frac{R-a-r+\Delta a}{R+r} = \cos(\varphi_1 + \varphi_2) \quad (3.11)$$

Таким чином, раціональне значення радіуса диска дорівнюватиме

$$R = \frac{r \cdot \cos(\varphi_1 + \varphi_2) + a + r - \Delta a}{1 - \cos(\varphi_1 + \varphi_2)} \quad (3.12)$$

Результати розрахунків за формулою (2.17) для найбільш імовірних значень коефіцієнтів тертя, діаметрів стебла та глибини занурення диска представлені у вигляді графічних залежностей (рис. 3.8). Параметр Δa відповідає розрахованому значенню (рис. 3.7).

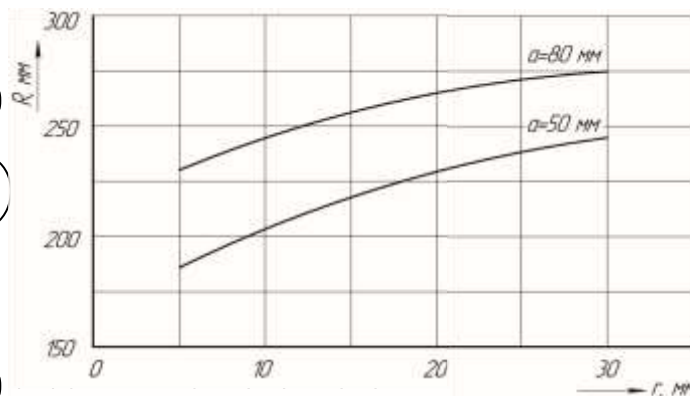


Рис. 3.8. Мінімально припустимий радіус диска залежно від глибини занурення і коефіцієнта об'ємного змінання ґрунту

Аналіз наведених залежностей свідчить про те, що раціональним слід вважати диск діаметром 450 мм. В Україні саме таке значення і прийняте. У країнах Західної Європи і США діаметр плоского диска і турбодиска дорівнює 17 дюймів, що становить приблизно 430 мм. Розбіжність не є суттєвою і викликана в основному прийнятою системою вимірювання.

Наголосимо, що в чистому вигляді плоскі суцільні диски використовуються вкрай рідко, бо їх функціональні можливості обмежені тільки подрібненням рослинних решток і грудок на поверхні ґрунту. У

даному розділі вони нами розглядаються як проміжний етап для обґрунтування параметрів турбодиска (колтера).

Плоский вирізний диск

Суцільний диск має ряд недоліків, які обмежують можливості його

використання для обробки ґрунту, особливо в системі органічного землеробства. Головний з них – від’ємний кут входження в оброблюване середовище. Того ж часу, перерізання стебла виконується найбільш ефективно, якщо на початковому етапі дія леза на стебло спрямовується

вертикально. Це приводить до часткового занурення стебла у ґрунт і фіксації його від переміщення в процесі перерізання. Розглянемо розрахункову схему такого диска (рис. 3.9).

Розіб’ємо робочий процес на цикли відповідно до кількості вирізів на диску. Початок циклу (рис. 3.9,а) характеризується тим, що різальне лезо

переміщується вертикально вниз. Закінчення циклу буде відповідати моменту, коли лезо почне рухатися в напрямку донної поверхні (рис. 3.9,б). З розрахункової схеми взаємодії вирізного диска з ґрунтом і стеблом можна визначити кутовий шаг вирізів:

$$a < \arccos \frac{R_4 - a - d}{R_4} \quad (3.13)$$

де R_4 – радіус описаного кола;

a – глибина занурення диска;

d – діаметр стебла.

Це надає нам можливість визначити кількість вирізів. Виконаємо конкретні розрахунки.

Вихідні дані:

$R_4 = 225$ мм, що відповідає діаметру диска 450 мм;

$a = 50-60-80$ мм (стандартні значення, прийняті в більшості відомих

агрегатів);

$d = 10-40$ мм – діаметр стебла.

Виходячи з того, що вирізи диска в процесі роботи мають бути повністю зануреними у ґрунт, призначаємо радіальні параметри диска:

$$R_1 = 225 - 80 = 145 \text{ мм};$$

$$R_2 = 225 - 50 = 175 \text{ мм}$$

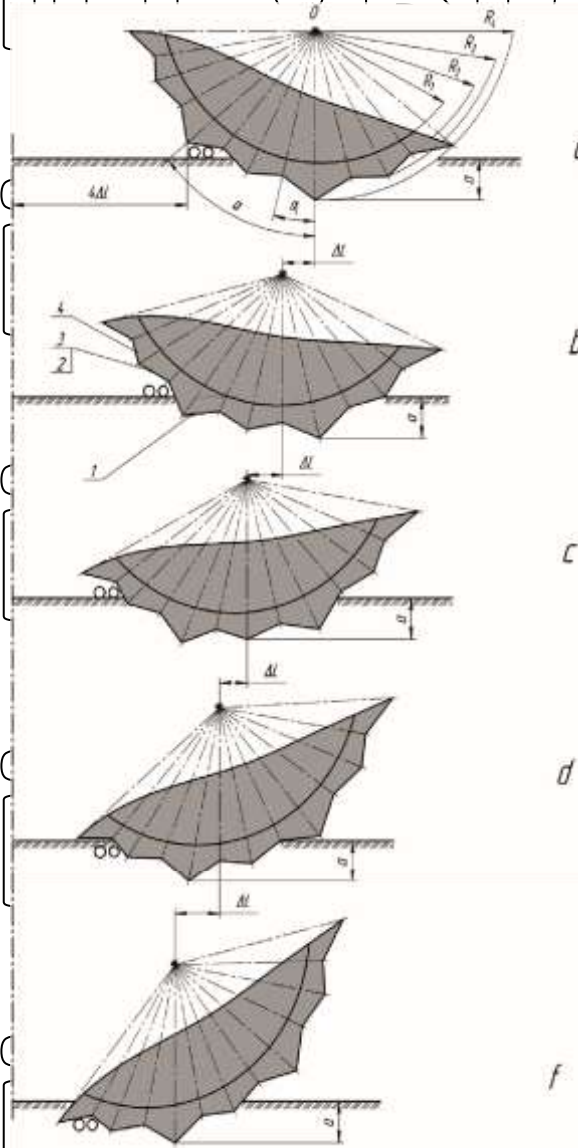


Рис. 3.9 Розрахункова схема взаємодії вирізного диска з ґрунтом і стеблом

Результати розрахунків за формулою (2.18), представлені в табл. 2.1, підтверджують, що найбільш оптимальним варіантом кутового шагу вирізів

$$\alpha = 45^\circ;$$

$n = 8$ – кількість вирізів на диску.

Але за такого кутового шагу і малої глибини вирізів $\Delta = R_1 - R_2 = 50$ мм між різальними лезами буде утворюватися велика мертва зона. Тому в конструкції передбачений допоміжний різальний елемент, утворений лезами

3 і 4. Конструкція виконана повністю симетричною, що дозволяє в разі зносу різальних кромки 1 та 3 переставляти диск і працювати цезами 2 і 4.

Таблиця 3.1

Розрахункові значення максимально припустимого шагу вирізів

a , мм	d , мм	$\cos \alpha$	α , град
50	1,0	0,773	39
	5	0,756	41
	20	0,689	47
	30	0,644	50
	40	0,600	53
60	1,0	0,729	43
	5	0,711	44
	20	0,644	50
	30	0,600	53
	40	0,556	56
80	1,0	0,640	50
	5	0,622	52
	20	0,556	56
	30	0,511	59
	40	0,467	62

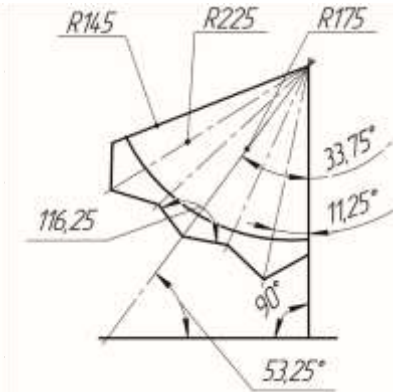
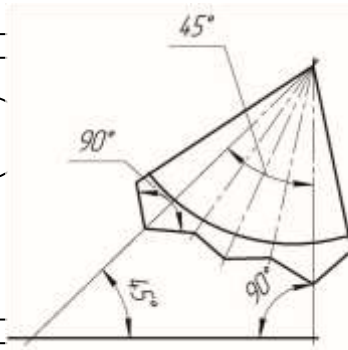
З розрахункової схеми (рис. 3.9, а) маємо, що

$$\alpha_i = \frac{45}{4} = 11,25^\circ \quad (3.14)$$

$$\Delta L = \frac{2 \cdot \pi \cdot R_4 \cdot \alpha_i}{360} = 44,17 \text{ мм} \quad (3.15)$$

Розрахункова схема диска, представлена на рис. 3.10, свідчить про те, що кут при вершині основного різального сегмента повинен становити 90° , при вершині допоміжного – $116,5^\circ$.

НУБ



НИ

НУБ

Рис. 3.10 Розрахункова схема диска:

а – робоче положення основного леза;

б – робоче положення допоміжного леза

НУБ

Такі диски використовують в системах Mini-Nill та StripTill для подрібнення рослинних решток і поверхневих грудок.

Для розпушування ґрунту вони не підходять.

НУБ

Турбодиск (колтер)

НУБ

У попередніх розділах було аргументовано діаметр диска 450 мм, кількість і параметри вирізів на лезі. Кількість хвиль турбодиска відповідає кількості вирізів. Розрахункова схема турбодиска представлена на рис. 3.11

НУБ

Наведена конструкція являє собою розглянутий вище вирізний диск, по вершинах різальних сегментів якого виконані перегини у шахматному порядку. Наявність рифлів (хвиль) робить процес взаємодії з рослинними рештками не залежним від напрямку їх розташування на поверхні поля і створює умови для вертикального обробітку ґрунту.

НУБ

Рифлі в прийнятій нами конструкції розташовані радіально. Існують варіанти, в яких рифлі розташовані під кутом до осі обертання у такий спосіб, щоб вони входили в ґрунт вертикально.

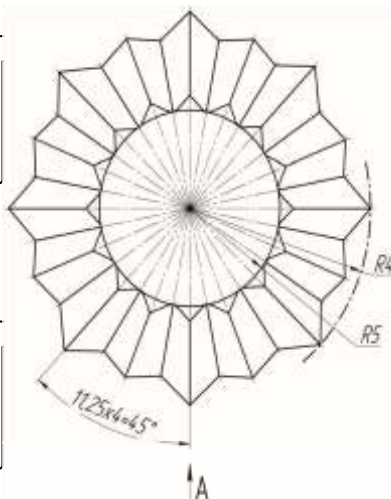
НУБ

Але введені нами вирізи компенсують цю перевагу.

НУБ

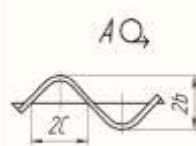
НУБІП України

НУБІП



їНИ

НУБІП



їНИ

Рис. 3.11 Розрахункова схема турбодиска

У задачу турбодиска входить виконання вертикального обробітку ґрунту, тобто розпушування його за рахунок вертикальної дії.

Особливість вертикального обробітку полягає в тому, що лінії сколювання від різального елемента не поширюються у поперечно-вертикальній площині. Ця особливість не тільки аналітично обґрунтована, але і добре відстежується в процесі роботи.

Виділена скиба від моменту підрізання до вкладання у борозну постійно знаходиться в контакті з робочими поверхнями диска. Отже, для подолання внутрішньої напруги у ґрунті, згідно з попередніми дослідженнями, буде достатньо визначити силу різання. Для цього треба знати питоме зчеплення часток ґрунту і площу поверхні призми (рис. 3.12).

НУБІП у країні

НУБІП у країні

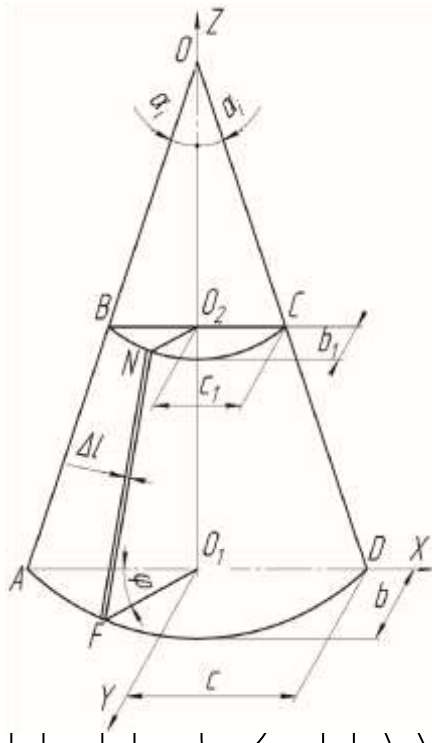


Рис. 3.12 Параметри відділеної призми ґрунту

Відділена призма ґрунту являє собою половину зрізаного конуса ABCD

з параметрами (позначення до 3.11):

$$c = R_4 \cdot \operatorname{tg} \alpha_i = 225 \cdot \operatorname{tg} 11,25 = 225 \cdot 0,198 = 45 \text{ мм}; \quad (3.16)$$

$$c_1 = (R_4 - a) \cdot \operatorname{tg} \alpha_i \quad (3.17)$$

$$\alpha_i = 145 \cdot 0,198 = 29 \text{ мм}; \quad (3.18)$$

$b = 35 \text{ мм}$ – прийняте конструктивно;

$$b_1 = \frac{b \cdot (R_4 - a_i)}{R_4} = 35 \cdot \frac{225 - 80}{225} = 26 \text{ мм} \quad (3.19)$$

Миттєве значення радіуса-вектора нижнього еліпса

$$R = \frac{b \cdot c}{\sqrt{b^2 \cdot \cos^2 \varphi + c^2 \cdot \sin^2 \varphi}} \quad (3.20)$$

миттєве значення радіуса-вектора верхнього еліпса

$$r = \frac{b_1 \cdot c_1}{\sqrt{b_1^2 \cdot \cos^2 \varphi + c_1^2 \cdot \sin^2 \varphi}} \quad (3.21)$$

Площа поверхні відділеної призми ґрунту складається з площі нижнього

напівеліпса і бокової поверхні ABCD. Площу бокової поверхні обчислюємо

шляхом чисельного інтегрування. Для цього поверхню розіб'ємо на

нескінченно тонкі елементарні ділянки завширшки Δl . Площа такої

елементарної ділянки дорівнюватиме

$$dS = \sqrt{a^2 + (R - r)^2} \cdot dl = \sqrt{a^2 + (R - r)^2} \cdot R \cdot d\varphi \quad (3.22)$$

Тоді загальна площа бокової поверхні становитиме

$$S_B = \int_{\varphi=0}^{\varphi=\pi} \sqrt{a^2 + (R - r)^2} \cdot R \cdot d\varphi \quad (3.23)$$

Загальну площу поверхні відділеної призми ґрунту, що утворюється,

залишимо як

$$S_{\Sigma} = S_B \cdot S_0 \cdot S_{\text{по}} = \int_{\varphi=0}^{\varphi=\pi} \sqrt{a^2 + (R - r)^2} \cdot R \cdot d\varphi \cdot R \cdot d\varphi + \pi \cdot b \cdot c + a \cdot (c + c_1) \quad (3.24)$$

де S_0 – площа основи призми ґрунту;

$S_{\text{по}}$ – площа польового обрізу призми.

Сила, що витрачається на відокремлення призми ґрунту, дорівнюватиме

$$F = C_{\text{уд}} \cdot S_{\Sigma} \quad (3.25)$$

Питомий опір різанню, за нашими даними, можна обчислити за

формулою

$$K_1 = \frac{F}{b \cdot a} \quad (3.26)$$

Об'єм відокремленої призми ґрунту (половина зрізаного конуса – рис.

2.10) розрахуємо так:

$$V = 0.5 \cdot \frac{\pi \cdot a}{6} \cdot [(2 \cdot c + c_1) \cdot b + (2 \cdot c_1 + c) \cdot b_1] \quad (3.27)$$

Середній приведений об'єм утворюваних ґрунтових агрегатів –

$$V_i = \frac{V}{i} \quad (3.28)$$

де i – ступінь подрібнення (2.6).

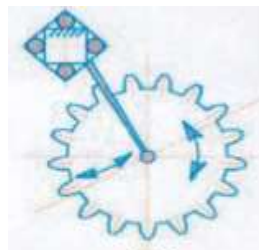
Середній приведений діаметр утворюваних ґрунтових агрегатів становитиме

$$D = \sqrt[3]{\frac{6 \cdot V_i}{\pi}} \quad (3.29)$$

4. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Полеві випробовування були спрямовані на дослідження якості виконання технологічного процесу поверхневого обробітку ґрунту, зокрема лущення, різними робочими органами.

Для випробовування використовували вітчизняні диски БДЛП-8 виробництва ТОВ «Краснянське СП «Агромаш» (Рис. 4.1)



Д-8
зубчастий диск



Д-8
хвилястий диск

Рис. 4.1 Борона дискова легка причіпна БДЛП-8

Робота передбачала випробування двох агрегатів, які мають різні конструкції дискових робочих органів, зокрема: БДЛП-8 із зубчастими дисками; борони БДЛП-8 із хвилястими дисками.

Дослідженню передувала підготовка програми випробувань, вибір критеріїв планування факторного експерименту, підготовка схеми розбивки дослідного поля, вибір необхідного вимірювального обладнання й приладів.

Експеримент був реалізований у складних умовах, які не сприяють якісному обробітку ґрунту. Режими роботи: установлена глибина ходу робочих органів

— 7–8 см; три робочі швидкості — 7, 11 і 15 км/год. Агрофон — стерня пшениці, висота стерні — 12 см, маса соломи — 3,6 т/га. Стан ґрунту в шарах 0–15 см: вологість — 6,8–12%; твердість — 3,3– 3,7 МПа. В цілому умови характеризуються як складні: сухо та твердо.

Критерії оцінювання якості роботи — середня глибина спушеного шару, підрізання, загортання. Модернізація серійної борони БДЛП-8 шляхом її комплектування хвилястими дисками та встановлення батареї цих дисків на загальній підпружиненій осі забезпечують універсалізацію роботи — придатність для мульчувального та вертикального обробітків ґрунту.

Новий робочий орган (хвилястий диск) має діаметр 520 мм, кількість хвиль — 18 шт., крок — 9 см.

Відповідно до модернізації тест проведено в двох варіантах налаштування тієї самої борони з різними кутами атаки робочих органів — 17° та 5°.

Обидві борони працювали з трактором потужністю 300 к. с., якої достатньо для забезпечення роботи за мульчувальною та вертикальною технологіями обробітку ґрунту.

Глибина обробітку ґрунту за кута атаки дисків 17° у варіанті виконання мульчувального ґрунтообробітку у середньому становить 7 см. Однак зі збільшенням швидкості від 7 до 15 км/год відбувається вимілення дисків на 1 см. У варіанті виконання вертикального обробітку за кута атаки дисків 5° глибина обробітку в діапазоні швидкості 7–15 км/год зберігається стабільною і становить 5 см (рис. 4.3).



Кут атаки 17°, V = 11 км/год



Кут атаки 5°, V = 11 км/год

Рис. 4.2 Результати обробітку ґрунту

Підрізання: у варіанті проведення мульчувального обробітку ґрунту, за кута атаки 17° борона забезпечує підрізання на рівні 90%, що є задовільним для такої технології. За кута атаки 5° вона підрізає 40–50%, що характерно для вертикального обробітку, який реалізовано із використанням модернізованої борони (рис. 4.4).

Загортання: за кута атаки 17° у варіанті мульчувального обробітку ґрунту, який проводили на високих швидкостях, забезпечується загортання до 90% решток. За кута атаки 5° отримано незначне загортання — менше ніж 50% решток, що характерно для технології вертикального обробітку ґрунту (рис. 4.5).

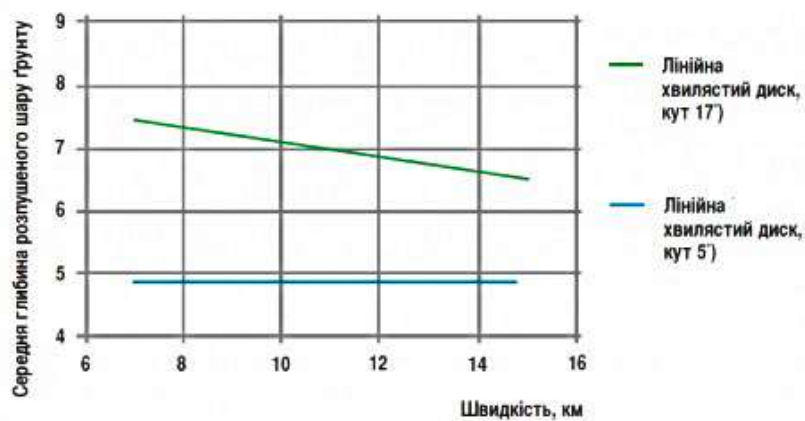


Рис. 4.3 Залежність глибини розпушення шару ґрунту від кута атаки дискової борони БДЛП-8

Отже, модернізована борона БДЛП-8, обладнана хвилястими дисками з їхньою пружною підвіскою у варіанті налаштування з кутом атаки дисків 17° , забезпечує високий рівень загортання рослинних решток, що характерно для традиційних технологій. Після незначного переналаштування — зміни кута атаки дисків на 5° досягається значний рівень збереження рослинних решток на поверхні поля, що властиво для нової (вертикальної) технології поверхневого обробітку ґрунту.

Щодо дискатора Д-8 можна відзначити притаманні йому характеристики роботи. За роботи із зубчастим диском він забезпечив однакову глибину

обробітку ґрунту на швидкостях 7–15 км/год. Причому глибина обробітку не залежить від швидкості й перебуває в діапазоні 80 мм.

Підрізання бур'янів: дискатор Д-8 із зубчастим диском забезпечує значення цього показника в межах 100%. Причому на малих швидкостях борона працювала краще й стабільніше, а дискатор покращив свою роботу за збільшення швидкості понад 9 км/год.

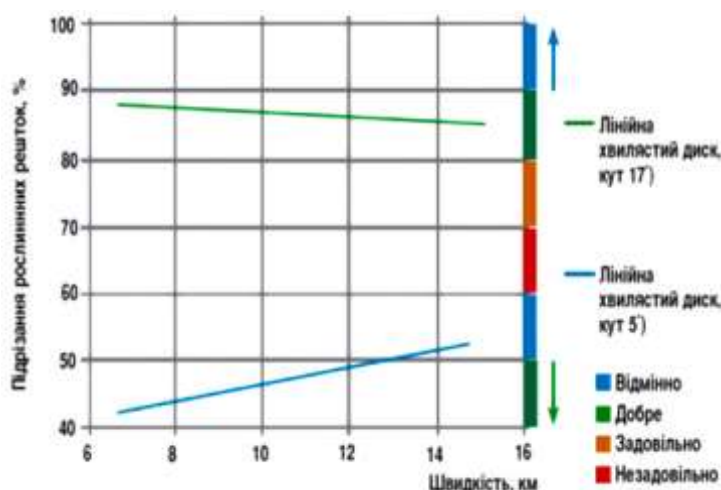


Рис. 4.4 Ступінь підрізання рослинних решток від кута атаки дискової борони БДЛП-8

Загортання рослинних решток. Дискатор Д-8 із зубчастим диском забезпечує загортання в одному діапазоні якості (80–85%). Причому зубчастий диск на малих швидкостях (7 км/год) випереджає варіодиск на 5–7% по загортанню, а зі збільшенням швидкості якість загортання дискатором підвищується інтенсивніше і сягає 90%.

За отриманими й обробленими даними було побудовано залежності значень критеріїв від зміни швидкості агрегатів. На рис. 4.6 наведено ілюстрації якості виконання поверхневого обробітку ґрунту різними дисковими знаряддями виробництва ТОВ «Краснянське СП «Агроماش»».

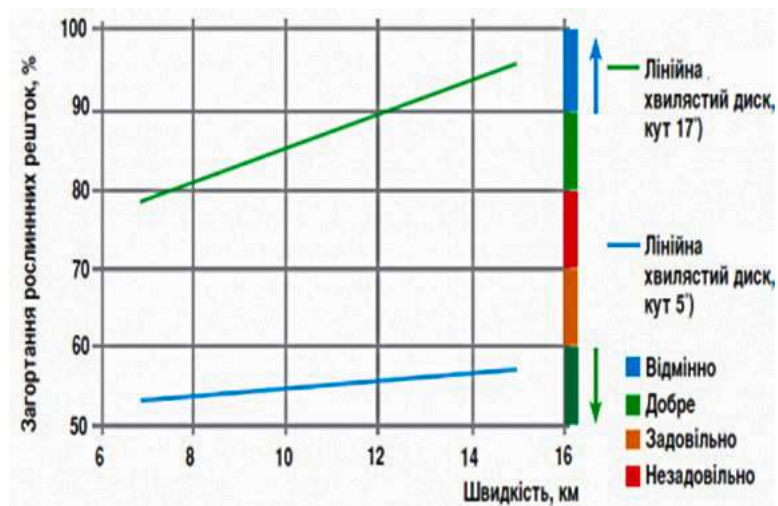


Рис. 4.5 Ступінь загортання рослинних решток залежно від кута атаки

дискової борони

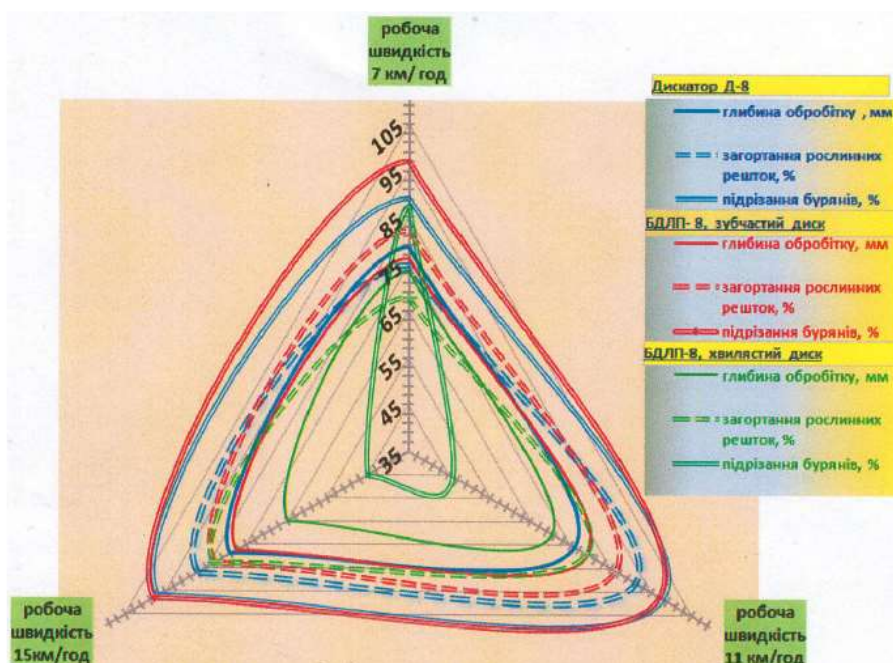


Рис. 4.6 Якості виконання поверхневого обробітку ґрунту зубчастими і хвилястими дисковими

Не дивлячись на складні умови роботи, всі протестовані типи машин виробництва ТОВ «Краснянське СП «Агромаш»», обладнані різними робочими органами, забезпечили якісне виконання технологічного процесу поверхневого обробітку стерні пшениці на швидкостях від 7 до 15 км/год і глибини обробітку 60–80 мм. Варто зазначити, що характер впливу зміни

робочої швидкості на якість роботи різних типів машин дуже близький (див. ілюстрацію: лінії паралельні, трикутник рівносторонній).

Висновки

Дискатор Д-8 та модернізована борона БДПП-8 із зубчастим диском навіть за тяжких умов роботи спроможні забезпечувати якісний поверхневий обробіток ґрунту (лущення) у всіх можливих діапазонах робочих швидкостей (від 7 до 15 км/год). При цьому якісні показники роботи обох агрегатів перебувають на високому рівні, є практично ідентичні й повністю задовольняють вимоги традиційних технологій.

Борона БДПП-8 із хвилястим диском за якісними показниками дещо по-іншому виконує процес поверхневого обробітку — значно більша кількість рослинних решток залишається на поверхні поля. Такий агрегат рекомендується для нової технології лушення — вертикального обробітку, але водночас його можна застосовувати й у традиційних технологіях із прийнятною якістю роботи.

Отже, використання диска однієї конструкції може забезпечити різні особливості його роботи за умови врахування як швидкісних, так і компоновально-кінематичних характеристик, що дає змогу виробникові сільськогосподарської продукції прийняти оптимальне рішення на етапі формування парку техніки на базі нових машин або модернізації наявного парку дообладнанням змінними робочими органами. За використання рекомендованих режимів роботи можна досягти близького результату й простішими та доступнішими способами виконання поверхневого обробітку ґрунту. Завдяки цьому можна досягти скорочення інвестицій на формування парку машин і таким чином отримати додаткові обігові кошти для інших господарських потреб.

НУБІП України

5 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОЗРОБКИ

Оцінку економічного ефекту від використання модернізованого культиватора для суцільного обробітку ґрунту БДП-8 проведемо в порівнянні приведених затрат серійної та модернізованої конструкції машин з урахуванням комплексу техніко-експлуатаційних та економічних показників, таких як: продуктивність агрегату, чисельність обслуговуючого персоналу, витрати пального, балансова вартість трактора та сільськогосподарських машин в агрегаті, експлуатаційні витрати з розрахунку на одиницю роботи, питомі капіталовкладення, а також приведені витрати.

Так, експлуатаційні витрати по машинно-тракторному агрегату при виконанні технологічної операції з розрахунку на одиницю роботи будемо визначати за формулою:

$$S = Z + G + T_p + A, \quad (5.1)$$

де: Z - оплата праці (основна і додаткова) з нарахуваннями, грн; G - вартість паливно-мастильних матеріалів, грн/га; T_p - витрати на поточний та капітальний ремонт і технічне обслуговування, грн; A - амортизаційні відрахування, грн.

Підставимо значення у формулу (5.1) і проведемо розрахунок для серійної та модернізованої машини:

для серійної машини: $S_c = 1,63 + 184,8 + 275,89 + 284,68 = 747$ (грн/га);

для модернізованої: $S_m = 1,08 + 118,8 + 249,2 + 255,06 = 624,14$ (грн/га).

Показники, які входять до складу формули (5.1), будемо визначати в наступному порядку.

Оплата праці персоналу, що обслуговує машинно-тракторний агрегат:

$$Z = \frac{Z_M \cdot N \cdot K_m + Z_P \cdot N_P \cdot K_P}{W_3}, \quad (5.2)$$

де: Z_M та Z_P - тарифна ставка за зміну, відповідно, механізаторам та іншим робітникам, грн; (додаток Б-В); N та N_P - відповідно, кількість механізаторів та інших робітників, чол. (додаток А); K_m та K_P - коефіцієнт додаткової оплати

праці, відповідно, механізаторам та іншим робітникам (за даними господарства);

W_3 – змінна норма виробітку, га (додаток А).

Підставимо значення у формулу (5.2) і проведемо розрахунок для серійної та модернізованої машини:

- для серійної машини: $Z_c = \frac{52 \cdot 1,14}{44,8} = 1,63$ (грн/га);

- для модернізованої машини: $Z_m = \frac{52 \cdot 1,14}{67,2} = 1,08$ (грн/га).

При цьому оплата праці визначається виходячи з мінімальної заробітної плати, встановленої законодавчо. Дану заробітну плату повинні одержувати працівники, зайняті на ручних роботах в рослинництві, що виконують роботу за першим тарифним розрядом. Для визначення тарифних ставок інших розрядів використовуються міжрозрядні коефіцієнти. Додаткова оплата праці встановлюється залежно від фінансового стану підприємств. Нарахування на фонд оплати праці (пенсійне забезпечення, соціальне страхування, страхування від нещасного випадку на виробництві та інші заходи) встановлюються в розмірі 37,2% (для сільськогосподарських товаровиробників, що не є платниками фіксованого сільськогосподарського податку).

Вартість паливно-мастильних матеріалів, витрачених на одиницю роботи машинно-тракторного агрегату визначаємо як:

$$G = q \cdot Ц; \quad (5.3)$$

де: q – витрати пального на одиницю роботи на даній операції, кг/га, (відповідно до даних технологічної карти)

$Ц$ – комплексна ціна пального, яка включає вартість необхідної кількості мастильних матеріалів, грн/кг (відповідно до ринкових умов).

Підставимо значення у формулу (5.3) і проведемо розрахунок для серійної та модернізованої машини:

- для серійної машини: $G_c = 5,6 \cdot 33 = 184,8$ (грн/га);

- для модернізованої машини: $G_m = 3,6 \cdot 33 = 118,8$ (грн/га).

Витрати на капітальний, поточний ремонт і технічне обслуговування (грн/га) по машинно-тракторному агрегату в розрахунку на одиницю роботи визначаємо за формулою:

$$T_P = \frac{1}{100 \cdot W} \cdot \left(\frac{B_m \cdot \chi_m}{T_m} + \frac{B_{зч} \cdot \chi_{зч}}{T_{зч}} + \frac{B_M \cdot N_M \cdot \chi_M}{T_M} \right), \quad (5.4)$$

де: $B_m, B_{зч}, B_M$ - балансова вартість відповідно трактора, зчіпки і сільськогосподарської машини, грн. Визначається множенням балансової ціни трактора, зчіпки, машини на коефіцієнт 1,1 (приймаємо по даним господарства); $\chi_m, \chi_{зч}, \chi_M$ - норма відрахувань на поточний та капітальний ремонт і технічне обслуговування відповідно для трактора - (6,0%-14,5%), зчіпки - 14,0%, с.-г. машини - (10,0%-14,0%); N_M - кількість сільськогосподарських машин в агрегаті; W - продуктивність агрегату за 1 годину змінного часу, га/год; $T_m, T_{зч}, T_M$ - річна зайнятість відповідно трактора, зчіпки, с.-г. машини, год.

Підставимо значення у формулу (5.4) і проведемо розрахунок для серійної та модернізованої машини:

- для серійної машини:

$$T_{Pc} = \frac{1}{100 \cdot 6,4} \cdot \left(\frac{1200000 \cdot 10}{1600} + \frac{483000 \cdot 1 \cdot 12,5}{35,71} \right) = 275,89 \text{ (грн/га);}$$

- для модернізованої машини:

$$T_{Pm} = \frac{1}{100 \cdot 9,6} \cdot \left(\frac{1200000 \cdot 10}{1600} + \frac{662000 \cdot 1 \cdot 12,5}{35,71} \right) = 249,2 \text{ (грн/га).}$$

Амортизаційні відрахування (грн/га) по машинно-тракторному агрегату:

$$A = \frac{1}{100 \cdot W} \cdot \left(\frac{B_m \cdot a_m}{T_m} + \frac{B_{зч} \cdot a_{зч}}{T_{зч}} + \frac{B_M \cdot N_M \cdot a_M}{T_M} \right), \quad (5.5)$$

де: $a_m, a_{зч}$ і a_M - норма амортизаційних відрахувань по трактору - (17,5%-19,5%), зчіпки - 14,2%; с.-г. машини - (12,5%-14,2%).

Амортизаційні відрахування визначаються відповідно до тривалості використання основних засобів на вирощуванні окремої культури, їх балансової вартості та нормативів відрахувань. Згідно з діючим в Україні податковим законодавством норми амортизації встановлюються у відсотках до балансової вартості кожної з груп основних засобів на початок звітного періоду у таких розмірах: для першої групи - 5%, для другої групи - 25% та для третьої групи - 15%.

Підставимо значення у формулу (5.5) і проведемо розрахунок для серійної та модернізованої машини:

- для серійної машини:

$$A_c = \frac{1}{100 \cdot 6,4} \cdot \left(\frac{1200000 \cdot 17,5}{1600} + \frac{483000 \cdot 1 \cdot 12,5}{35,71} \right) = 284,68 \text{ (грн/га)};$$

- для модернізованої машини:

$$A_m = \frac{1}{100 \cdot 9,6} \cdot \left(\frac{1200000 \cdot 17,5}{1600} + \frac{662000 \cdot 1 \cdot 12,5}{35,71} \right) = 255,06 \text{ (грн/га)}.$$

Після виконання розрахунків за формулами 5.2 – 5.5 за допомогою формули *Визначаємо експлуатаційні витрати по машинно-тракторному агрегату.*

Питомі капіталовкладення (грн/га) відносно машинно-тракторного агрегату розраховуються за формулою:

$$K_n = \frac{1}{W} \cdot \left(\frac{B_m}{T_m} + \frac{B_{зч}}{T_{зч}} + \frac{B_M \cdot N_M}{T_M} \right). \quad (5.6)$$

Підставимо значення у формулу (5.6) і проведемо розрахунок для серійної та модернізованої машини:

- для серійної машини: $K_{Пс} = \frac{1}{6,4} \cdot \left(\frac{1200000}{1600} + \frac{483000 \cdot 1}{35,71} \right) = 2230,57 \text{ (грн/га)};$

- для модернізованої машини: $K_{Пм} = \frac{1}{9,6} \cdot \left(\frac{1200000}{1600} + \frac{662000 \cdot 1}{35,71} \right) = 2009,19 \text{ (грн/га)}.$

Приведені витрати (грн/га) щодо машинно-тракторного агрегату розрахуємо за формулою:

$$П = S + E_n K_n, \quad (5.7)$$

де: E_n - нормативний коефіцієнт ефективності капіталовкладень, $E_n = 0,15$.

Підставимо значення у формулу (5.7) і проведемо розрахунок для серійної та модернізованої машини:

- для серійної машини: $П_c = 747 + 0,15 \cdot 2230,57 = 1081,59$ (грн/га);

- для модернізованої машини: $П_m = 624,14 + 0,15 \cdot 2009,19 = 925,52$ (грн/га).

Як походить з наведеної методики розрахунку економічної ефективності сільськогосподарського агрегату, критеріальним показником при визначенні

економічної ефективності варіанту комплектування машинно-тракторного агрегату є приведені витрати.

Підвищення економічної ефективності культиватора БДЦ-8 відбувається за рахунок збільшення його продуктивності та покращення якості

обробітку ґрунту. Збільшення продуктивності агрегату відбувається за рахунок модернізації його конструкції в результаті чого підвищилась робоча

швидкість та покращився коефіцієнт використання часу зміни з 0,7 до 0,9. Так, безпосередньо, для серійного агрегату максимальна робоча швидкість

становить 10км/год, а модернізованого 12км/год, при цьому продуктивність агрегату зросла в середньому на 35%. Економічний ефект від впровадження

модернізованого знаряддя в порівнянні з серійною конструкцією визначимо за формулою.

$$E = (П_c - П_m) \cdot Q = (1081,59 - 925,52) \cdot 100 = 15606,55 \text{ (грн/рік)}. \quad (5.8)$$

де: Q - об'єм виробництва на рік, га/рік.

Визначимо затрати на модернізацію однієї машини за формулою:

$$e = Z_{II} + B_e + H_{с.в} + B_A + K_{с.в} = 8736 + 21,6 + 3232,32 + 92,25 + 615 = 12697,17 \text{ (грн)}. \quad (5.9)$$

де: Z_{II} - заробітна плата; 728 грн. за 7 годин робочого дня - витрати часу на всі роботи пов'язані з удосконаленням становлять 84 годин - 8736 грн; B_e -

вартість затраченої електроенергії, вартість 1 кВт год. - 0,144 грн; витрата

150кВт год – 21,6грн; $H_{с.в.}$ – нарахування на соціальні витрати – 37% від $Z_{п}$ – 315,24грн; $V_{д}$ – витрати на амортизацію – 15% від K – 92,25грн; K – затрати матеріалу, грн:

$$K = G_m \cdot V_m = 123 \cdot 5,0 = 615,00 \text{ (грн)} \quad (5.10)$$

де: G_m – вага металу, що потрібна на виготовлення конструкції, $G_m = 123\text{кг}$;
 V_m – вартість металу; $V_m = 5,0 \text{ грн./кг}$.

Термін окупності модернізованого знаряддя визначимо як:

$$P = e/E = 12697,17/15605,55 = 0,8 \text{ (року)} \quad (5.11)$$

Таблиця 5.1.

Техніко-економічні показники порівнюваних ґрунтообробних агрегатів

Техніко-економічні показники МТА	Значення показників	
	Культиватор БДЛП-8 модернізована конструкція	Культиватор БДЛП-8 серійна конструкція
Годинна продуктивність агрегату, га/год	9,6	6,4
Норма виробітку за зміну, га	67,2	44,8
Норма витрати палива, кг/год	3,6	5,6
Витрати пального, кг/га	1,8	2,8
Вартість пального, грн/га	12,78	19,88
Оплата праці, грн/га	1,08	1,63
Експлуатаційні витрати, грн./га	624,14	747
Питомі капіталовкладення, грн./га	2009,19	2230,57
Приведені витрати, грн./га	925,52	1081,59

За результатами розрахунків встановлено, що економічний ефект від використання модернізованого культиватора для суцільного обробітку ґрунту становить 156,06 грн/га, або 15606,55грн на сто гектар оброблюваної площі, а термін окупності агрегату становить 0,8 року

ВИСНОВКИ

Дискатор Д-8 та модернізована борона БДЛП-8 із зубчастим диском навіть за тяжких умов роботи спроможні забезпечувати якісний поверхневий обробіток ґрунту (лущення) у всіх можливих діапазонах робочих швидкостей (від 7 до 15 км/год). При цьому якісні показники роботи обох агрегатів перебувають на високому рівні, є практично ідентичні й повністю задовольняють вимоги традиційних технологій.

Борона БДЛП-8 із хвилястим диском за якісними показниками дещо по-іншому виконує процес поверхневого обробітку — значно більша кількість рослинних решток залишається на поверхні поля. Такий агрегат рекомендується для нової технології лущення — вертикального обробітку, але водночас його можна застосовувати й у традиційних технологіях із прийнятною якістю роботи.

Отже, використання диска однієї конструкції може забезпечити різні особливості його роботи за умови врахування як швидкісних, так і компоновально-кінематичних характеристик, що дає змогу виробникові сільськогосподарської продукції прийняти оптимальне рішення на етапі формування парку техніки на базі нових машин або модернізації наявного парку дообладнанням змінними робочими органами. За використання рекомендованих режимів роботи можна досягти близького результату й простішими та доступнішими способами виконання поверхневого обробітку ґрунту. Завдяки цьому можна досягти скорочення інвестицій на формування парку машин і таким чином отримати додаткові обігові кошти для інших господарських потреб.

За результатами розрахунків встановлено, що економічний ефект від використання модернізованого культиватора для суцільного обробітку ґрунту становить 156,06 грн/га, або 15606,55 грн на сто гектар обробленої площі, а термін окупності агрегату становить 0,8 року.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Asae Standards, 45 edition, 1998, § 327.2 Terminology and definitions for Agricultural chemical application. Standards Engineering Practices Data (Asabe Standards (American Society of Agricultural Engineers)), St Joseph, MI:ASAE. 171-174

2. Tillage effects on soil organic carbon and nutrient availability in a long-term field experiment in Austria (Auswirkungen unterschiedlicher Bodenbearbeitung auf organische Substanz und verfügbare Nährstoffe im Boden in einem Langzeitversuch in Österreich) H. Spiegel, G. Dersch, J. Hösch and A. Baumgarte. die Zeitschrift Die Bodenkultur 58 (1-4) 2007.

3. AERIAL APPLICATION METHODS FOR INCREASING SPRAY DEPOSITION ON WHEAT HEADS B. K. Fritz, I. W. Kirk, W. C. Hoffmann, D. E. Martin, L. Hofman, C. Hollingsworth, M. McMullen, S. Halle Applied Engineering in Agriculture American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2006 Vol. 22(3): 357-364
<http://ddr.nal.usda.gov/bitstream/10113/1926/1/IND43877934.pdf>

4. <http://www.mcx.ru>

5. <http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat/rosstatsite/main/price/>

6. Reduced tillage for soil erosion control, Published 1978.
<http://www.environment.nsw.gov.au/resources/soils/reducedtillage.pdf>

7. Шевченко І.А. Обґрунтування геометричних параметрів дискових робочих органів / І.А. Шевченко // Праці ТДАТУ. – Мелітополь, 2001. – Вип. 2, т. 16. – С. 13–20.

8. Кобець А.С. Ґрунтообробні машини: теорія, конструкція, розрахунок: монографія / А.С. Кобець, Б.А. Волик, А.М. Пугач. – Дніпропетровськ: Вид-во «Свідлер А.Л.», 2011. – 140 с.

9. Кленин Н.И. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины / Н.И. Кленин, В.А. Сакув. – М.: Колос, 1980. – 671 с.

10. Математична модель дискового плуга / [А.М. Семенюта, О.В. Білокопитов, Б.А. Волик В.О. Колбасін] // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – Мелітополь, 2010. – Вип. 10, т. 8. – С. 169–176.

11. Мударисов С.Г. Повышение качества обработки почвы путем совершенствования рабочих органов машин на основе моделирования технологического процесса: дис. ... докт. техн. наук: 05.20.01 / Мударисов Салават Гумерович. – Челябинск, 2007. – 351 с.

12. Аналитическое обоснование параметров и результаты полевых исследований дискового плуга / [Б.А. Волик, Г.В. Теслюк, А.Н. Семенюта, Д. Сердюк] // Образование и наука 21 век: материалы за международна научна практична конференция. Екологія. Географія і геологія. Хімія і хімічеськи

технологии. Сельское хозяйство. – София: «Бял ГРАД БГ» ООД, 2010. – Т. 17. – С. 58–64.

13. Брагинец Н.В. Анализ конструкции дисковых рабочих органов и теоретическое обоснование повышения эффективности процесса обработки почвы за счет использования более совершенных рабочих органов [Электронный ресурс] / Брагинец Н.В., Шовкопляс А.В. – Режим доступа: http://www.khntusg.com.ua/files/sbornik/vestnik_111/statia_13.pdf

14. Влияние угла постановки дисков дискового плуга на структурно-агрегатный состав почвы и тяговое сопротивление орудия // [Павленко С.И., Волик Б.А., Марениченко В.В., Семенюта А.Н.] // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: материалы Междунар. научно-практ. конф., посвященной ведущим ученым БГАТУ, создателям научной школы по автотракторостроению Д.А. Чудакову, В.А. Скотникову (Минск, 28–30 ноября 2013 г.). – Минск: БГАТУ, 2013. – С. 348–351.

15. Ганженко О.М. Обґрунтування параметрів дискового робочого органу з внутрішніми вирізами // О.М. Ганженко // Механізація сільськогосподарства: міжвідомчий темат. наук. збірник. – Глеваха, 2010. – С. 177–183.

16. Эльшейх А.Х. Обоснование технологического процесса предпосевной обработки почвы и конструктивно-технологических параметров комбинированного агрегата: автореф. дис. на соиск. ученой степени канд. техн. наук / А.Х. Эльшейх. – М., 2009. – 18 с.

17. Есоян А.М. К теории оптимизации параметров сферических дисков почвообрабатывающих машин / А.М. Есоян, П.А. Тонапетян, А.А. Аракелян // Известия Государственного аграрного университета Армении. – Ереван, 2006. – № 2. – С. 56–58.131

18. Канарев Ф.М. Ротационные почвообрабатывающие машины и орудия / Ф.М. Канарев. – М.: Машиностроение, 1983. – 142 с.

19. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів. навч. посібник / [Кобець А.С., Іщенко Т.Д., Волик Б.А., Демидов О.А.]. – Дніпропетровськ: РВВ ДДАУ, 2009. – 84 с.

20. Обоснование конструктивно-режимных параметров дисковой секции при эксплуатации на влажных почвах / [В.Е. Кирученко, З.У. Болоташвили, Е.П. Болоташвили и др.] // Науковий вісник Луганського національного аграрного університету. – Луганськ, 2011. – № 30. – С. 3–32. – (Серія: Технічні науки).

21. Обґрунтування радіуса кривизни робочої тороїдальної поверхні дискового робочого органа ґрунтообробного знаряддя / [Шелудченко Б.А., Фемін М.П., Губенко В.О., Вітовський О.В.] // Механізація сільськогосподарського виробництва: збірник наукових праць Національного аграрного університету. – К., 1998. – Т. IV. – С. 97–100.

22. Семеновта А.М. Обґрунтування конструктивної схеми, параметрів та режимів роботи дискового плуга: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук / А.М. Семеновта. – Мелітополь, 2014. – 23 с.

23. Ротационные дисковые рабочие органы как базовый элемент в комбинированных агрегатах для обработки почвы и посева / [Е.И. Трубилин, К.А. Сохт, В.И. Коновалов, О.В. Данюкова] // Научный журнал КубГАУ. – 2013. – № 9(07). – <http://ej.kubagro.ru/2013/07/pdf/101.pdf>

24. Цытович Н.А. Механика грунтов (краткий курс): учебник для строит. вузов / Н.А. Цытович. – [4-е изд., перераб. и доп.]. – М.: Высш. шк., 1983. – 288 с.

25. Юнусов Г.С. Определение диаметра сферического диска для обработки почвы / Г.С. Юнусов // Техника в сельском хозяйстве. – 2005. – № 2. – С. 48.

26. Шевченко І.А. Обґрунтування геометричних параметрів дискових робочих органів / І.А. Шевченко // Праці ТДАТА. – Мелітополь, 2001. – Вип. 2, т. 16. – С. 13-20.

27. Интернет-ресурс. Агругат Salford RTS 1-2100.

28. Шустік Л., Нілова Н. – Смуговий обробіток ґрунту – важливий агротехнічний прийом вологозбереження. – Техно-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільськогосподарського виробництва України: зб.наук. пр. УкрНДШВТ ім. Л.Погорілого, Дослідницьке, 2018. – Вип 23(37). С 158-168.

29. Атлантична вертикаль: що виробляє США та Канада для Verti-till.

30. Панов И.М., Ветохин В.И. Физические основы механики почв. Монография. – К.: Феникс, 2008.

31. Патент РФ 2342820 «способ почвообработки и устройство ее реализации».

32. Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів. навч. посібник / [Кобець А.С., Іщенко Г.Д., Волик Б.А., Демидов

33. О.А.]. – Дніпропетровськ : РВВ ДДАУ, 2009. – 84 с.

34. Панченко А.Н. Теория измельчения почв почвообрабатывающими орудиями / А.Н. Панченко. – Днепропетровск : РИО ДГАУ, 1999.

35. – 140 с.

36. 4. Панченко А.Н. Аналитический метод определения тяговых сопротивлений почвообрабатывающих и землеройных машин и оценка их

37. эффективности для энергосберегающих технологий: учебное пособие /

38. А.Н. Панченко. – Днепропетровск : РИО ДГАУ, 1995. – 96 с.

39. Кобець А.С. Аналітичні дослідження агрегату на основі робочих органів дискового типу / А.С. Кобець, Б.А. Волик, А.П. Рибкін // Вісник Харківського національного технічного університету сільськогосподарства ім. Петра Василенка. – Харків, 2006. – Т.2, вип. 44. – С. 231–236.

40. Надикто В.Т. Колійна та мостова системи землеробства: монографія / Надикто В.Т., Улексін В.О. – Мелітополь : ТОВ «Видавничий будинок ММД», 2008. – 270 с.

41. Алфеев, В. Р. Разработка технологии и навесного культиватора для предпосевной обработки почвы : дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01 / Алфеев Владимир Робертович. – Казань, 2004. – 209 с.

42. Базаров, В. П. Обоснование параметров нелинейных упругих подвесок рабочих органов культиваторов : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.20.01 / Базаров В. П. – М., 1985. – 18 с.

43. Желиговский, В. А. Элементы теории почвообрабатывающих машин и механической технологии сельскохозяйственных материалов / В. А. Желиговский. – Тбилиси : Изд-во Груз. с.-х. ин-та, 1960. – 146 с.

44. Камбулов, С. И. Снижение энергоемкости процесса почвообработки / С. И. Камбулов // Механизация и электрификация с. х. – 2008. – № 1. – С. 32–34.

45. Кайванов, С. Д. Ресурсосберегающий пропашной культиватор / Н. Е. Руденко, И. А. Носов, С. Д. Кайванов, Д. А. Петухов // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2017. – № 4. – С. 31–37. (0,5 п.л./0,19 п.л.)

46. Кайванов, С. Д. Комбинированный рабочий орган культиватора / Н. Е. Руденко, С. Д. Кайванов, Ф. Н. Завялик // Актуальные проблемы научно-технического прогресса в АПК : сборник научных статей. – Ставрополь : АГРУС, 2016. – С. 95–99. (0,30 п.л./ 0,13 п.л.)

47. Панов, И. М. Методы повышения эффективности обработки почвы / И. М. Панов // Исследование и разработка почвообрабатывающих и посевных машин : сб. науч. тр. НПО ВИСХОМ. – М. : НПО ВИСХОМ, 1990. – С. 3–12.

48. Руденко, Н. Е. Новые технологии и средства механизации в растениеводстве: монография / Н.Е. Руденко, Б.В. Кулаев, В.Н. Руденко. – Старополь : АГРУС, 2018. – 380 с.

49. Рябцев, Г. А. Технологические показатели работы культиваторов с упругой подвеской / Г. А. Рябцев // Вестник сельскохозяйственной науки. – 1970. – № 12.

50. Eggenmüller, A. Schwingende Bodenbearbeitungswerkzeuge. Kinematik und Versuche mit einzelnen Modellwerkzeugen. Grundl. d. Landtechn. – № 10. – 1958. – P. 55–69.

51. Geertson Philip W. Cultivator component part clamping assembly: Пат. 6095255 США, МПК А01В35/22. – № 09/089,747 ; заявл. 02.06.1998 ; опубл. 01.08.2000.

ДОДАТКИ

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України