

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра експлуатації машинно-тракторного парку

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а

до дипломного проекту

ступеня вищої освіти «Бакалавр» на тему:

**Ефективність використання техніки при вирощуванні ячменю озимого з
модернізацією ґрунтообробного агрегату АГН-4,2**

Виконав: студент 3 курсу, групи АІС-3-23 за
спеціальністю 208 «Агроінженерія»

_____ Черниш Владислав Борисович

Керівники: _____ Деркач Олексій Дмитрович
_____ Муранов Євген Сергійович

Рецензент: _____ Лисенко Олександр Анатолійович

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра експлуатації машинно-тракторного парку

Ступінь вищої освіти: «Бакалавр»

Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

ЕМТП

(назва кафедри)

доцент

(вчене звання)

Деркач О.Д.

(підпис)

прізвище, ініціали

«05» травня 2026 р

З А В Д А Н Н Я НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ СТУДЕНТУ

Чернишу Владиславу Борисовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту: Ефективність використання техніки при вирощуванні ячменю озимого з модернізацією ґрунтообробного агрегату АГН-4,2

керівники проєкту Деркач Олексій Дмитрович, к.т.н., доцент

Муранов Євген Сергійович, асистент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від «5» травня 2026 року № 912

2. Строк подання студентом проєкту 12.06.2026 р.

3. Вихідні дані до проєкту Огляд стану питання в галузі рослинництва та існуючих засобів обробітку ґрунту. Патентний пошук, аналіз літературних джерел, останніх досліджень з обраної тематики.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). 1. Сучасний стан вирощування ячменю озимого в Україні та вплив технології збирання на формування її врожайності. 2. Розробка плану механізованих робіт виробництва ячменю озимого. 3. Удосконалення конструкції ґрунтообробного агрегату АГН-4,2. 4. Розробка операційно-технологічної карти обробітку ґрунту. 5. Охорона праці та захист навколишнього середовища 6. Техніко-економічні показники удосконаленого ґрунтообробного агрегату АГН-4,2. Висновки та пропозиції. Бібліографія.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

1. Аналіз вирощування кукурудзи (A1) 2. План механізованих робіт вирощування кукурудзи (A1) 3. Комбайн (кресленик загального вигляду) (A1). 4. Фланець. Складальне креслення (A2). 5. Біч у зборі. Складальне креслення (A2) 6. Підбічник (3хA4) 7. Вал (3хA4). 8. Пруток (A4) 9. Ступиця (A4) 10. Операційно-технологічна карта сівби (A1) 11. Техніко-економічні показники (A1).

6. Консультанти розділів проєкту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1-5	Деркач О.Д., зав. кафедри Муранов Є.С., асистент	05.05.2026	12.06.2026
нормоконтроль	Деркач О.Д., зав. кафедри	12.06.2026	

7. Дата видачі завдання: 05.05.2026 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту	Строк виконання етапів проєкту	Примітка
1	Аналітичний (оглядовий)	до 12.05.2026 р.	
2	Розробка плану вирощування гірчиці	до 19.05.2026 р.	
3	Конструкційний	до 26.05.2026 р.	
4	Операційно-технологічний	до 02.06.2026 р.	
5	Охорона праці	до 09.06.2026 р.	
6	Економічний аналіз	до 12.06.2026 р.	
7	Графічна частина	до 12.06.2026 р.	

Студент

(підпис)

Черниш В. Б.

(прізвище та ініціали)

Керівник проєкту

(підпис)

Деркач О.Д.

(прізвище та ініціали)

Муранов Є.С.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

[illegible]

АНОТАЦІЯ

Черниш В. Б. Ефективність використання техніки при вирощуванні ячменю озимого з модернізацією ґрунтообробного агрегату АГН-4,2 / Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «Бакалавр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія». – ДДАЕУ, Дніпро, 2026.

Метою роботи є підвищення ефективності використання техніки при вирощуванні ячменю озимого шляхом удосконалення технології обробітку ґрунту та модернізації ґрунтообробного агрегату АГН-4,2.

У кваліфікаційній роботі розглянуто питання підвищення ефективності використання техніки при вирощуванні ячменю озимого шляхом модернізації ґрунтообробного агрегату АГН-4,2. Проведено аналіз сучасного стану виробництва ячменю озимого в Україні, досліджено динаміку посівних площ і врожайності культури, а також вплив технологій обробітку ґрунту на формування врожаю.

Обґрунтовано комплекс механізованих робіт та розроблено технологію вирощування ячменю озимого. Виконано розрахунок продуктивності машинно-тракторних агрегатів, витрат палива та трудових ресурсів.

Запропоновано удосконалення конструкції ґрунтообробного агрегату АГН-4,2. Проведено розрахунок конструктивно-технологічних параметрів робочих органів, перевірку міцності осі котка та визначення енергетичних характеристик агрегату. Розроблено операційно-технологічну карту виконання обробітку ґрунту.

У роботі розглянуто питання охорони праці та захисту навколишнього середовища. Виконано техніко-економічне обґрунтування запропонованої модернізації, яке підтвердило її ефективність за рахунок підвищення продуктивності, зниження витрат палива та скорочення експлуатаційних витрат.

Ключові слова: ячмінь озимий, обробіток ґрунту, дисковий агрегат, АГН-4,2, модернізація, продуктивність, машинно-тракторний агрегат, витрати палива, технологія вирощування, економічна ефективність.

Зміст

1 СУЧАСНИЙ СТАН ВИРОЩУВАННЯ ЯЧМЕНЮ ОЗИМОГО В УКРАЇНІ ТА ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЇ ЗБИРАННЯ НА ФОРМУВАННЯ ЇЇ ВРОЖАЙНОСТІ ...	9
1.1 Народногосподарське значення ячменю озимого	9
1.2 Аналіз посівних площ та рівня врожайності ячменю озимого	13
1.3 Особливості впливу технологій обробітку ґрунту на врожайності ячменю озимого.....	17
1.4 Особливості агротехнічних умов обробітку ґрунту	22
1.5 Сучасні конструкції ґрунтообробних агрегатів	25
1.4 Висновки з розділу	30
2 РОЗРОБКА ПЛАНУ МЕХАНІЗОВАНИХ РОБІТ ВИРОБНИЦТВА ЯЧМЕНЮ ОЗИМОГО	32
2.1 Обґрунтування комплексу основних технологічних операцій при вирощуванні ячменю озимого	32
2.2 Обґрунтування та розрахунок елементів технології вирощування ячменю озимого.....	35
2.3 Висновки з розділу	39
3 УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ҐРУНТООБРОБНОГО АГРЕГАТУ АГН-4,2.....	40
3.1 Конструктивно-технологічна схема ґрунтообробного агрегату АГН-4,2 .	40
3.2 Визначення та обґрунтування основних параметрів дискового агрегату для обробітку ґрунту	43
3.3 Оцінка міцності осі котка за дією робочих навантажень	48
3.4 Визначення енергетичних характеристик машини.....	49
3.5 Висновки з розділу	51
4 РОЗРОБКА ОПЕРАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ КАРТИ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ	52
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	57
6 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ УДОСКОНАЛЕНОГО ҐРУНТООБРОБНОГО АГРЕГАТУ АГН-4,2.....	60
ВИСНОВКИ	64
БІБЛІОГРАФІЯ	66
ДОДАТКИ	70

ВСТУП

Ячмінь озимий є однією з важливих зернових культур України, яка характеризується високою продуктивністю, ранніми строками досягання та значним попитом на внутрішньому і зовнішньому ринках. Вирощування цієї культури має важливе значення для забезпечення продовольчої безпеки держави, розвитку тваринництва та підвищення економічної ефективності сільськогосподарських підприємств. Водночас отримання стабільно високих урожаїв ячменю озимого значною мірою залежить від якості виконання технологічних операцій та рівня технічного забезпечення виробництва.

У сучасних умовах господарювання особливої актуальності набуває питання підвищення ефективності використання машинно-тракторних агрегатів при виконанні технологічних процесів вирощування сільськогосподарських культур. Зростання вартості паливно-мастильних матеріалів, необхідність зменшення виробничих витрат та забезпечення раціонального використання земельних ресурсів вимагають удосконалення існуючих технологій і технічних засобів обробітку ґрунту.

Одним із ключових етапів технології вирощування ячменю озимого є передпосівний обробіток ґрунту, від якого залежить якість підготовки насіннєвого ложа, рівномірність загортання насіння, дружність сходів та подальший розвиток рослин. Важливу роль у виконанні цього процесу відіграють дискові ґрунтообробні агрегати, які забезпечують подрібнення рослинних решток, розпушування та вирівнювання поверхні поля. Однак конструктивні особливості серійних машин не завжди дозволяють досягти необхідних показників якості роботи при мінімальних енергетичних витратах.

Одним із перспективних напрямів підвищення ефективності ґрунтообробної техніки є модернізація агрегату АГН-4,2, спрямована на покращення якості обробітку ґрунту, зниження тягового опору та підвищення продуктивності машинно-тракторного агрегату. Удосконалення конструкції

дозволить забезпечити більш ефективне виконання технологічного процесу та зменшити витрати на вирощування ячменю озимого.

Метою роботи є підвищення ефективності використання техніки при вирощуванні ячменю озимого шляхом удосконалення технології обробітку ґрунту та модернізації ґрунтообробного агрегату АГН-4,2.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- проаналізувати сучасний стан вирощування ячменю озимого в Україні, рівень його врожайності та вплив технологій обробітку ґрунту на формування врожаю;
- обґрунтувати комплекс механізованих робіт і розрахувати основні елементи технології вирощування ячменю озимого;
- дослідити конструкцію ґрунтообробного агрегату АГН-4,2 та розробити пропозиції щодо її удосконалення;
- виконати розрахунок конструктивно-технологічних, міцнісних та енергетичних параметрів модернізованого агрегату;
- розробити операційно-технологічну карту обробітку ґрунту із застосуванням удосконаленого агрегату АГН-4,2;
- визначити техніко-економічну ефективність запропонованої модернізації та розробити заходи з охорони праці й захисту навколишнього середовища.

Об'єктом дослідження є технологічний процес вирощування ячменю озимого.

Предметом дослідження є технічні та технологічні параметри ґрунтообробного агрегату АГН-4,2, що впливають на ефективність його використання.

Практичне значення роботи полягає в розробці технічних рішень щодо модернізації агрегату АГН-4,2, які забезпечують підвищення продуктивності роботи, покращення якості обробітку ґрунту та зниження експлуатаційних витрат при вирощуванні ячменю озимого.

1 СУЧАСНИЙ СТАН ВИРОЩУВАННЯ ЯЧМЕНЮ ОЗИМОГО В УКРАЇНІ ТА ВПЛИВ ТЕХНОЛОГІЇ ЗБИРАННЯ НА ФОРМУВАННЯ ЇЇ ВРОЖАЙНОСТІ

1.1 Народногосподарське значення ячменю озимого

Ячмінь озимий є однією з найважливіших зернових культур світового та вітчизняного землеробства. Завдяки високій продуктивності, скоростиглості, універсальності використання та відносно невисоким витратам на вирощування він посідає важливе місце у структурі посівних площ сільськогосподарських підприємств України. У сучасних умовах розвитку агропромислового комплексу країни ячмінь озимий відіграє важливу роль у забезпеченні продовольчої безпеки, формуванні кормової бази тваринництва та розвитку експортного потенціалу держави.

Господарське значення ячменю визначається насамперед широкими напрямками його використання. Зерно культури застосовується для продовольчих, кормових і технічних цілей. Значна частина врожаю використовується як концентрований корм для сільськогосподарських тварин та птиці. За поживною цінністю ячмінь належить до найбільш цінних кормових культур серед зернових. У його зерні міститься в середньому 10–14 % білка, 55–65 % безазотистих екстрактивних речовин, 2–3 % жиру, а також значна кількість вітамінів і мінеральних елементів. Завдяки цьому зерно ячменю широко використовується при виробництві комбікормів для великої рогатої худоби, свиней, коней та птиці.

Особливе значення ячмінь має для свинарства. Використання ячмінного зерна у складі кормових раціонів сприяє підвищенню продуктивності тварин та отриманню якісної продукції. Ячмінь містить оптимальне співвідношення поживних речовин, добре засвоюється організмом тварин і забезпечує високу енергетичну цінність кормів. Для годівлі молодняку та відгодівлі свиней ячмінне зерно часто є основним компонентом комбікормів.

Не менш важливим є використання ячменю в харчовій промисловості. З його зерна виробляють перлову та ячну крупи, борошно, різноманітні харчові концентрати та дієтичні продукти. Ячна крупа характеризується високою поживністю, містить значну кількість клітковини, мінеральних речовин та вітамінів групи В. Продукти переробки ячменю широко використовуються у виробництві дитячого та дієтичного харчування.

Важливою сферою використання ячменю є пивоварна промисловість. Для виробництва солоду використовують спеціальні сорти пивоварного ячменю, які характеризуються високою вирівняністю зерна, низьким вмістом білка та високою енергією проростання. Якісна сировина для солодової промисловості є основою виробництва конкурентоспроможної продукції пивоварної галузі. Тому вирощування ячменю має важливе значення для забезпечення сировинної бази підприємств харчової промисловості.

Ячмінь озимий є цінною культурою також з агротехнічної точки зору. Завдяки ранньому досягненню він звільняє поле раніше від більшості інших зернових культур, що створює сприятливі умови для своєчасного проведення післяжнивного обробітку ґрунту та підготовки площ під посів наступних культур. Це сприяє раціональному використанню земельних ресурсів і підвищенню ефективності сівозмін.

Важливе значення має і той факт, що озимий ячмінь ефективніше використовує зимово-весняні запаси вологи порівняно з ярими культурами. Завдяки добре розвиненій кореневій системі рослини можуть використовувати вологу з глибших шарів ґрунту, що особливо важливо в умовах недостатнього зволоження степової зони України. У зв'язку зі зміною клімату та збільшенням частоти посушливих періодів ця особливість набуває дедалі більшого значення.

Для аграрних підприємств вирощування ячменю озимого є економічно вигідним напрямом виробництва. Порівняно з багатьма іншими зерновими культурами він забезпечує високий рівень урожайності при відносно невисоких витратах матеріальних і трудових ресурсів. Завдяки коротшому періоду вегетації та раннім строкам збирання господарства мають можливість більш рівномірно

використовувати машинно-тракторний парк протягом виробничого сезону, що позитивно впливає на ефективність використання технічних засобів.

Важливою перевагою культури є її адаптивність до різних ґрунтово-кліматичних умов. Ячмінь озимий успішно вирощується в багатьох регіонах України, особливо у степовій та лісостеповій зонах. Сучасні сорти характеризуються високою продуктивністю, стійкістю до вилягання, хвороб і несприятливих погодних умов, що сприяє стабільному отриманню врожаїв навіть у роки з несприятливими кліматичними умовами.

В останні роки значення озимого ячменю в Україні суттєво зросло. Це пов'язано зі змінами клімату, удосконаленням сортового складу та впровадженням сучасних технологій вирощування. Нові високопродуктивні сорти здатні формувати врожайність понад 6–8 т/га за сприятливих умов вирощування. У провідних господарствах країни отримують ще вищі показники врожайності завдяки застосуванню інтенсивних технологій та сучасної техніки.

Значна частина вирощеного в Україні ячменю експортується. Зерно користується попитом на міжнародному ринку як кормова та продовольча продукція. Експорт ячменю забезпечує надходження валютних коштів та сприяє зміцненню економічного потенціалу аграрного сектору держави. Україна традиційно входить до числа провідних світових виробників і експортерів ячменю, що підтверджує важливе значення цієї культури для національної економіки.

Суттєве значення ячменю озимого полягає також у можливості ефективного використання сучасних технологій механізації виробництва. Практично всі технологічні операції – від основного обробітку ґрунту до збирання врожаю – виконуються за допомогою сучасних машин і агрегатів. Від рівня механізації та технічного оснащення господарств значною мірою залежить продуктивність праці, собівартість продукції та кінцевий економічний результат виробництва.

Особливо важливим фактором підвищення ефективності вирощування ячменю озимого є вдосконалення технологій обробітку ґрунту. Якісна

підготовка посівного ложа забезпечує оптимальні умови для проростання насіння, розвитку кореневої системи та формування високої врожайності культури. У зв'язку з цим особливого значення набуває використання високопродуктивних ґрунтообробних агрегатів, здатних забезпечити якісне виконання технологічних операцій за мінімальних витрат енергії та часу.

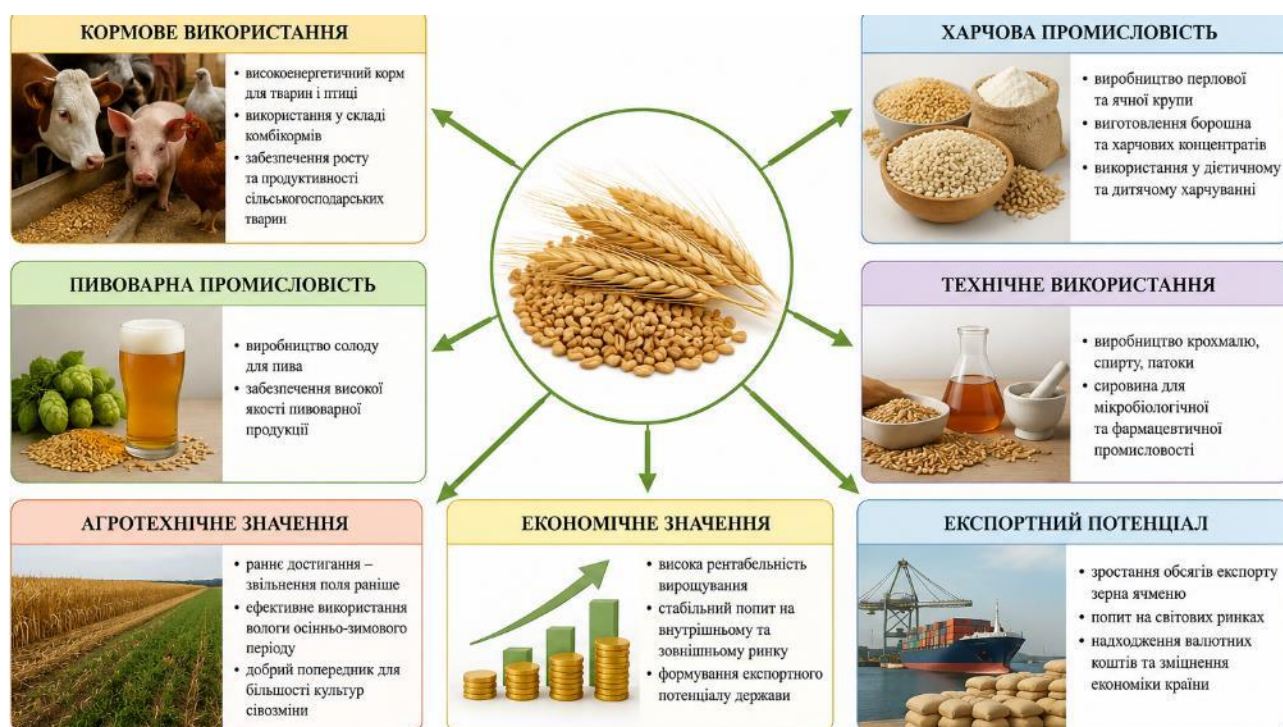


Рисунок 1.1 – Напрями застосування ячменю озимого

Таким чином, ячмінь озимий є стратегічно важливою сільськогосподарською культурою, яка має велике продовольче, кормове, технічне та економічне значення. Його вирощування сприяє забезпеченню населення продуктами харчування, розвитку тваринництва, формуванню експортного потенціалу країни та підвищенню ефективності сільськогосподарського виробництва. Подальше зростання продуктивності культури значною мірою пов'язане з удосконаленням технологій вирощування та підвищенням ефективності використання машинно-тракторних агрегатів, зокрема шляхом модернізації ґрунтообробної техніки.

1.2 Аналіз посівних площ та рівня врожайності ячменю озимого

Ячмінь озимий належить до важливих зернових культур України та займає значне місце у структурі посівних площ зернових культур. Його популярність серед сільськогосподарських виробників пояснюється високою продуктивністю, ранніми строками досягання, добрими кормовими якостями зерна та відносно невисокими витратами на вирощування. В умовах змін клімату озимий ячмінь демонструє кращу адаптивність до нестачі вологи порівняно з ярими культурами, що сприяє розширенню площ його вирощування в окремих регіонах України.

Аналіз посівних площ та врожайності культури дозволяє оцінити сучасний стан галузі, виявити основні тенденції розвитку та визначити резерви підвищення ефективності виробництва.

Динаміка посівних площ ячменю озимого. Протягом останніх років посівні площі ячменю в Україні зазнавали значних змін під впливом економічних, кліматичних та воєнних чинників. До 2021 року спостерігалось відносно стабільне вирощування культури із поступовим збільшенням площ під озимим ячменем. Під урожай 2021 року в Україні було посіяно близько 1,13 млн га озимого ячменю. Найбільші площі були зосереджені в Одеській, Миколаївській, Херсонській та Дніпропетровській областях, що пояснюється сприятливими природно-кліматичними умовами степової зони.

Після початку повномасштабної війни у 2022 році аграрний сектор зазнав суттєвих втрат. Значна частина земель опинилася на тимчасово окупованих територіях або в зоні бойових дій. Це призвело до скорочення посівних площ зернових культур, у тому числі ячменю. Незважаючи на складні умови, українські аграрії змогли частково адаптуватися до нових викликів та зберегти виробництво культури на економічно доцільному рівні.

Загальна динаміка площ вирощування ячменю в Україні наведена в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Динаміка площ вирощування ячменю в Україні

Маркетинговий рік	Площа збирання, млн га
2020/2021	2,58
2021/2022	2,68
2022/2023	1,95
2023/2024	1,68
2024/2025	1,60

Дані свідчать, що у 2021 році площа вирощування ячменю досягла максимального значення – 2,68 млн га. Після цього спостерігалось різке скорочення площ, яке у 2024–2025 роках становило майже 40 % порівняно з довоєнним рівнем. Основними причинами такого скорочення стали втрата частини сільськогосподарських земель, логістичні труднощі експорту зерна та зміна структури посівів на користь більш рентабельних культур.

Разом із тим статистика посіву озимих культур під урожай 2024 та 2025 років свідчить про поступове відновлення інтересу до озимого ячменю. У багатьох областях відзначалося збільшення площ озимого ячменю на 5–10 % порівняно з попереднім роком.

Аналіз урожайності ячменю. Рівень урожайності є одним із найважливіших показників ефективності виробництва зернових культур. Він залежить від природно-кліматичних умов, сорту, технології вирощування, забезпеченості добривами та рівня механізації виробничих процесів.

За період 2020–2025 років урожайність ячменю в Україні характеризувалася значними коливаннями (табл. 1.2).

Таблиця 1.2 – Урожайність ячменю в Україні

Маркетинговий рік	Урожайність, т/га
2020/2021	3,08
2021/2022	3,70
2022/2023	3,13
2023/2024	3,78
2024/2025	3,63

Найвищий показник урожайності за досліджуваний період було отримано у 2023/2024 маркетинговому році – 3,78 т/га. Високі результати пояснюються сприятливими погодними умовами та впровадженням сучасних технологій вирощування. Навіть в умовах скорочення площ виробникам вдалося забезпечити високий рівень продуктивності культури.

Порівняно з 2020 роком середня врожайність ячменю зросла майже на 23%, що свідчить про позитивні зміни у технологіях виробництва. Значний вплив на це мали використання високопродуктивних сортів, удосконалення систем живлення рослин та застосування сучасних машин для виконання технологічних операцій.

Особливо показовим був урожай 2021 року, коли в окремих областях урожайність озимого ячменю перевищувала 5,5 т/га. Найвищі показники були зафіксовані у Сумській, Львівській та Тернопільській областях, де врожайність досягала 5,6–5,7 т/га.

Валове виробництво ячменю. Валовий збір зерна визначається поєднанням двох факторів – площі посіву та урожайності. Динаміка валового виробництва ячменю в Україні наведена в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Виробництво ячменю в Україні

Маркетинговий рік	Валовий збір, млн т
2020/2021	7,95
2021/2022	9,92
2022/2023	6,10
2023/2024	6,35
2024/2025	5,80

Найбільший валовий збір було отримано у 2021/2022 маркетинговому році – майже 10 млн т зерна. Після цього виробництво скоротилося через зменшення посівних площ. Проте навіть за таких умов Україна залишається одним із провідних виробників та експортерів ячменю у світі.

Фактори, що впливають на урожайність ячменю озимого. На сучасному етапі розвитку аграрного виробництва рівень урожайності ячменю озимого визначається комплексом взаємопов'язаних факторів:

- природно-кліматичними умовами регіону;
- сортовими особливостями культури;
- якістю підготовки ґрунту;
- забезпеченістю рослин поживними речовинами;
- своєчасністю проведення технологічних операцій;
- технічним рівнем машинно-тракторного парку господарства;
- якістю виконання основного та передпосівного обробітку ґрунту.



Рисунок 1.2 – Стан виробництва ячменю озимого в аграрному секторі України

Особливе значення має система обробітку ґрунту. Від якості підготовки посівного ложа залежать дружність сходів, розвиток кореневої системи та формування продуктивного стеблостою. У зв'язку з цим важливим резервом підвищення урожайності є використання сучасних ґрунтообробних агрегатів та вдосконалення їх конструкції.

Проведений аналіз показав, що протягом 2020–2025 років посівні площі ячменю в Україні скоротилися з 2,58 до 1,60 млн га, що пов'язано насамперед із воєнними діями та структурними змінами в аграрному виробництві. Водночас урожайність культури демонструє позитивну тенденцію до зростання і перевищує довоєнний рівень.

Середня врожайність ячменю за досліджуваний період зросла з 3,08 до 3,63–3,69 т/га, що свідчить про підвищення ефективності технологій вирощування. Подальше збільшення продуктивності культури можливе за рахунок удосконалення системи обробітку ґрунту, впровадження сучасної техніки та модернізації ґрунтообробних агрегатів, зокрема агрегату АГН-4,2, що є предметом даного дипломного проєкту.

1.3 Особливості впливу технологій обробітку ґрунту на врожайності ячменю озимого

Одним із найважливіших факторів формування високої врожайності ячменю озимого є система обробітку ґрунту. Саме від якості підготовки ґрунту значною мірою залежить накопичення та збереження вологи, створення сприятливих умов для розвитку кореневої системи рослин, ефективне використання поживних речовин і забезпечення оптимального фітосанітарного стану посівів. У сучасних умовах зміни клімату та зростання вартості матеріально-технічних ресурсів питання вибору ефективної технології обробітку ґрунту набуває особливої актуальності.

Обробіток ґрунту є важливою складовою технології вирощування ячменю озимого та включає комплекс механічних операцій, спрямованих на створення оптимальних умов для росту і розвитку рослин. Основними завданнями обробітку ґрунту є накопичення та збереження продуктивної вологи, покращення структури орного шару, знищення бур'янів, загортання післяжнивних решток і добрив, а також створення якісного посівного ложа для висіву насіння.

Особливого значення обробіток ґрунту набуває при вирощуванні озимого ячменю, який характеризується відносно слабкою зимостійкістю порівняно з озимою пшеницею та потребує формування добре розвиненої кореневої системи ще восени. Для цього необхідно забезпечити оптимальну щільність ґрунту, достатню аерацію та рівномірний розподіл вологи у посівному шарі.

Традиційна система обробітку ґрунту передбачає проведення оранки на глибину 20–25 см із подальшим вирівнюванням поверхні поля та передпосівною культивацією. Така технологія забезпечує якісне розпушування ґрунту, знищення бур'янів і загортання рослинних решток. Разом із тим застосування оранки потребує значних витрат пального, трудових ресурсів та часу. Крім того, інтенсивний механічний вплив на ґрунт може сприяти прискоренню процесів мінералізації гумусу та посиленню водної й вітрової ерозії.

Результати багатьох досліджень свідчать, що за достатнього рівня зволоження традиційний обробіток забезпечує формування високих урожаїв ячменю озимого. Однак в умовах посушливого клімату Степу України ефективність оранки поступається ресурсозберігаючим технологіям через значні втрати ґрунтової вологи.

У зв'язку з цим останніми роками широкого поширення набувають мінімальні технології обробітку ґрунту. Вони передбачають скорочення кількості проходів техніки по полю та зменшення глибини механічного впливу на ґрунт. Основними перевагами мінімального обробітку є зниження енергетичних витрат, покращення структури ґрунту, збереження рослинних решток на поверхні поля та підвищення вологонакопичення.

Одним із найпоширеніших способів мінімального обробітку є дискування. Дискові агрегати забезпечують якісне подрібнення післяжнивних решток, часткове перемішування їх із ґрунтом та створення мульчувального шару на поверхні поля. Наявність мульчі сприяє зменшенню випаровування вологи, зниженню температурних коливань у верхньому шарі ґрунту та захисту поверхні від ерозійних процесів.

Для вирощування ячменю озимого після соняшнику, кукурудзи та інших культур, які залишають значну кількість рослинних решток, використання дискових агрегатів є особливо ефективним. Вони дозволяють швидко підготувати поле до сівби та створити сприятливі умови для проростання насіння.

Серед сучасних машин особливе місце займають важкі дискові борони типу АГН. Їх використання дозволяє виконувати декілька технологічних операцій за один прохід агрегату, що забезпечує суттєве зниження витрат пального та підвищення продуктивності праці. Завдяки сферичним дискам забезпечується інтенсивне кришення ґрунту та якісне перемішування рослинних решток з верхнім шаром ґрунту.

Дослідження показують, що застосування дискового обробітку здатне забезпечити врожайність ячменю озимого на рівні традиційної оранки або навіть перевищувати її в умовах недостатнього зволоження. Це пояснюється кращим збереженням продуктивної вологи та формуванням більш сприятливого водно-повітряного режиму ґрунту.

Останнім часом значного поширення набувають технології вертикального та смугового обробітку ґрунту (Strip-Till). Їх основною особливістю є локальне розпушування ґрунту лише у зоні майбутнього розміщення рядків культури. Решта поверхні поля залишається вкритою рослинними рештками, що сприяє збереженню вологи та захисту ґрунту від ерозії.

Важливим напрямом удосконалення технологій вирощування ячменю озимого є впровадження системи No-Till, яка передбачає повну відмову від механічного обробітку ґрунту. Посів здійснюється безпосередньо у необроблений ґрунт спеціальними сівалками. Така технологія забезпечує максимальне збереження структури ґрунту та накопичення органічної речовини. Разом із тим її ефективність значною мірою залежить від рівня агротехніки, системи удобрення та захисту рослин.

Для більшості господарств України найбільш доцільним є застосування комбінованих систем обробітку, які поєднують переваги традиційних і

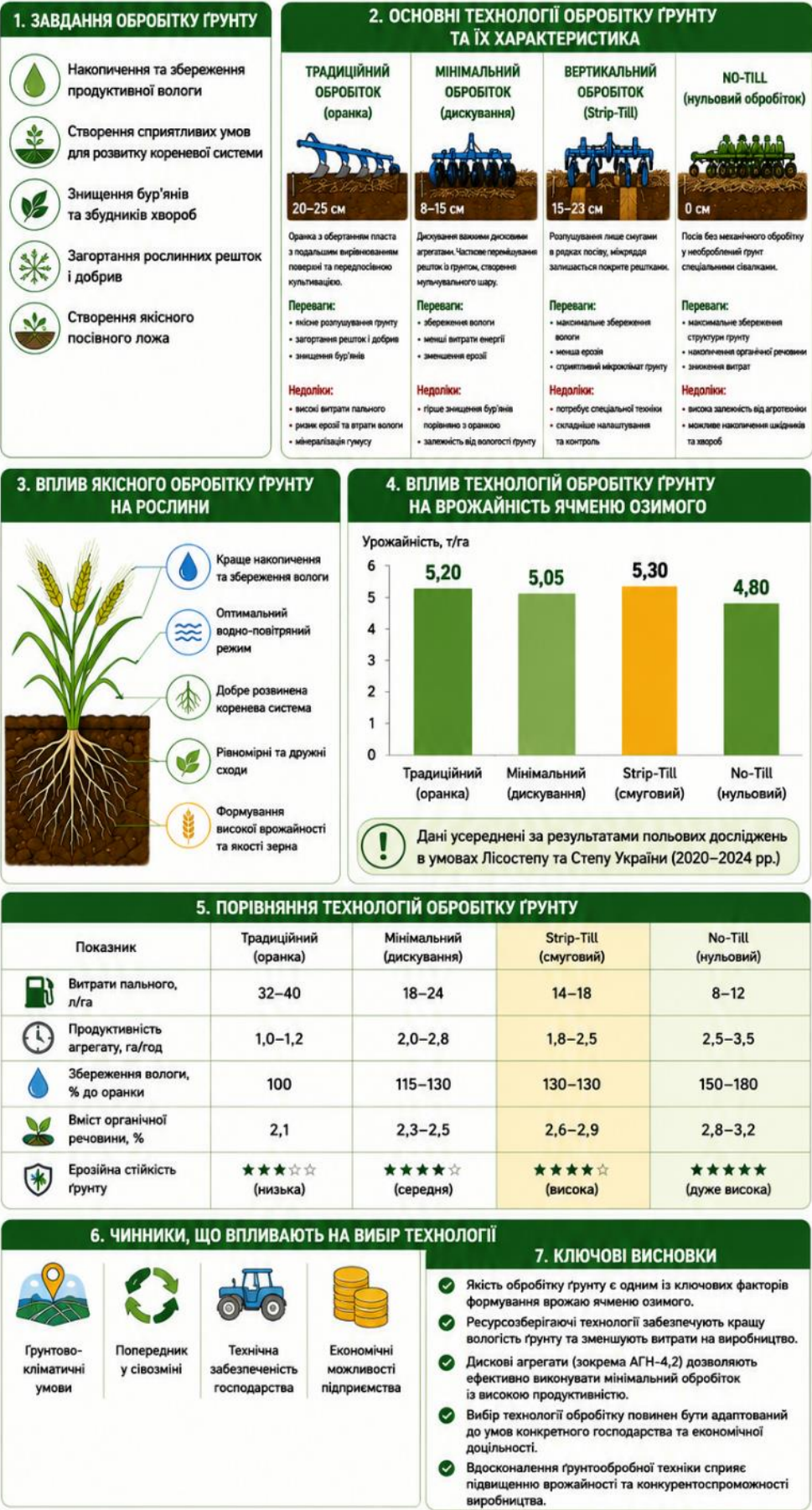
мінімальних технологій. Вибір конкретної системи повинен враховувати ґрунтово-кліматичні умови, попередник, рівень забезпеченості господарства технічними засобами та економічні можливості підприємства.

Особливий вплив на врожайність ячменю озимого має якість передпосівного обробітку ґрунту. Посівне ложе повинно забезпечувати щільний контакт насіння з ґрунтом, рівномірне загортання насіння на задану глибину та швидке надходження вологи до проростків. Недостатня якість підготовки ґрунту може призвести до зрідження посівів, нерівномірності сходів та зниження продуктивності рослин.

Важливим показником ефективності обробітку ґрунту є його вплив на водний режим. Для формування врожаю ячмінь озимий потребує достатньої кількості вологи восени та навесні. Саме тому сучасні технології спрямовані на максимальне накопичення та збереження продуктивної вологи в орному шарі. Використання дискових агрегатів дозволяє створювати мульчувальний шар, який зменшує непродуктивні втрати води через випаровування.

Не менш важливим фактором є енергетична ефективність технологій обробітку. Витрати на основний обробіток можуть становити до 35–40 % усіх енергетичних витрат технології вирощування зернових культур. Застосування сучасних широкозахватних дискових агрегатів дозволяє суттєво скоротити витрати пального, підвищити продуктивність праці та зменшити собівартість виробництва зерна.

В умовах сучасного сільськогосподарського виробництва особливого значення набуває вдосконалення конструкцій ґрунтообробних машин. Модернізація дискових агрегатів спрямована на покращення якості кришення ґрунту, рівномірності його обробітку, зниження тягового опору та підвищення надійності роботи. Такі технічні рішення дозволяють забезпечити більш ефективне виконання технологічних операцій та створити оптимальні умови для формування високої врожайності ячменю озимого.



Отже, технологія обробітку ґрунту є одним із ключових факторів формування врожаю ячменю озимого. Найбільш перспективними в сучасних умовах є ресурсозберігаючі системи обробітку, які забезпечують збереження вологи, покращення фізичних властивостей ґрунту та зниження виробничих витрат. Важливу роль у реалізації таких технологій відіграють сучасні дискові агрегати, зокрема агрегат АГН-4,2, удосконалення якого дозволяє підвищити ефективність технології вирощування культури та сприяти зростанню її врожайності.

1.4 Особливості агротехнічних умов обробітку ґрунту

Ефективність вирощування ячменю озимого значною мірою залежить від агротехнічних умов виконання обробітку ґрунту. Саме обробіток є одним із найважливіших елементів технології вирощування культури, оскільки забезпечує створення оптимальних умов для накопичення та збереження вологи, розвитку кореневої системи рослин, регулювання водно-повітряного режиму ґрунту та підвищення ефективності використання поживних речовин.

В умовах сучасного землеробства система обробітку ґрунту повинна відповідати біологічним особливостям культури, ґрунтово-кліматичним умовам регіону, попереднику та рівню технічного забезпечення господарства. Особливого значення набуває вибір способу та параметрів обробітку в умовах недостатнього зволоження степової зони України, де вирощується значна частина посівів ячменю озимого.

Ячмінь озимий формує порівняно менш розвинену кореневу систему, ніж озима пшениця, тому дуже чутливо реагує на якість підготовки посівного ложа. Для забезпечення дружних сходів необхідно створити дрібногрудочкувату структуру ґрунту, яка забезпечує добрий контакт насіння з ґрунтом та сприяє рівномірному надходженню вологи до насіння. При цьому поверхня поля повинна бути добре вирівняною, що забезпечує рівномірну глибину загортання насіння та сприяє якісному виконанню наступних технологічних операцій.

Однією з основних вимог до обробітку ґрунту є забезпечення оптимальної щільності орного шару. Надмірне ущільнення ґрунту погіршує аерацію, знижує проникнення вологи та ускладнює розвиток кореневої системи рослин. Водночас надмірне розпушення призводить до швидкого висихання верхнього шару ґрунту та погіршує умови проростання насіння. Для більшості ґрунтів оптимальна щільність орного шару під посів ячменю озимого повинна становити 1,1–1,3 г/см³.

Особливістю сучасних агротехнічних умов є необхідність максимального збереження продуктивної вологи. В останні роки клімат України характеризується нерівномірністю розподілу опадів, збільшенням тривалості посушливих періодів та підвищенням середньорічних температур. У таких умовах система обробітку повинна бути спрямована насамперед на накопичення та збереження ґрунтової вологи.

Для цього широко застосовуються технології поверхневого та мінімального обробітку ґрунту із залишенням частини рослинних решток на поверхні поля. Післяжнивні рештки виконують роль природної мульчі, яка зменшує випаровування вологи, захищає поверхню ґрунту від перегрівання та сприяє покращенню його структури. Особливо ефективним такий підхід є після збирання соняшнику, кукурудзи та інших культур, що залишають значну кількість рослинних решток.

Важливою агротехнічною вимогою є якісне подрібнення та рівномірне загортання пожнивних залишків. Великі фрагменти рослинних решток можуть ускладнювати виконання посіву, погіршувати контакт насіння з ґрунтом та сприяти розвитку хвороб. Тому сучасні дискові агрегати повинні забезпечувати інтенсивне кришення рослинних решток і їх рівномірне перемішування з верхнім шаром ґрунту.

На формування врожайності ячменю озимого значний вплив має глибина обробітку ґрунту. Вона залежить від попередника, типу ґрунту, ступеня ущільнення орного шару та засміченості поля. Після зернових культур зазвичай застосовують поверхневий або мілкий обробіток на глибину 8–12 см. Після

просапних культур, особливо соняшнику та кукурудзи, глибину обробітку збільшують до 12–16 см для якісного загортання рослинних решток та усунення ущільнених шарів.

Важливим показником якості обробітку є ступінь кришення ґрунту. Агротехнічні вимоги передбачають, що в обробленому шарі не менше 80–90 % ґрунтових агрегатів повинні мати розміри до 25 мм. Великі грудки погіршують якість посіву та ускладнюють розвиток молодих рослин. Саме тому конструкція сучасних ґрунтообробних агрегатів повинна забезпечувати ефективне подрібнення ґрунту при мінімальних енергетичних витратах.

Не менш важливим є забезпечення рівномірності глибини обробітку по всій ширині захвату агрегату. Відхилення від заданої глибини не повинні перевищувати ± 2 см. Нерівномірність обробітку призводить до неоднакових умов розвитку рослин, що негативно впливає на врожайність культури.

Сучасні агротехнічні вимоги також передбачають мінімізацію кількості проходів техніки по полю. Кожний додатковий прохід призводить до ущільнення ґрунту, збільшення витрат пального та зростання собівартості виробництва продукції. Саме тому все більшого поширення набувають комбіновані та широкозахватні агрегати, які дозволяють виконувати декілька технологічних операцій за один прохід.

Особливо актуальним є питання дотримання оптимальних строків обробітку ґрунту. Для озимого ячменю підготовка поля повинна бути завершена у максимально короткі строки після збирання попередника. Це дозволяє накопичити вологу, створити сприятливі умови для проростання насіння та забезпечити своєчасне проведення посіву. Запізнення з обробітком часто призводить до пересихання верхнього шару ґрунту та погіршення умов появи сходів.

Важливою особливістю сучасних агротехнічних умов є необхідність поєднання високої якості роботи з енергозбереженням. Витрати на обробіток ґрунту можуть становити до 40 % усіх енергетичних витрат технології

виращування зернових культур. Тому сучасні машини повинні забезпечувати мінімальний тяговий опір, високу продуктивність та низькі витрати пального.

Одним із найбільш поширених технічних засобів для виконання поверхневого та мінімального обробітку є дискові борони. Вони забезпечують ефективне подрібнення післяжнивних решток, вирівнювання поверхні поля та розпушування верхнього шару ґрунту. Особливу популярність набули важкі дискові борони серії АГН, які здатні працювати в складних умовах та забезпечувати високу якість виконання технологічного процесу.

Разом з тим аналіз виробничого досвіду показує, що існуючі конструкції дискових агрегатів мають певні недоліки, пов'язані з нерівномірністю обробітку, недостатнім кришенням ґрунту за окремих умов роботи та значними енергетичними витратами. Це зумовлює необхідність удосконалення їх конструкції та пошуку нових технічних рішень, спрямованих на підвищення ефективності роботи.

Отже, агротехнічні умови обробітку ґрунту при виращуванні ячменю озимого характеризуються необхідністю забезпечення оптимальної структури ґрунту, збереження продуктивної вологи, якісного подрібнення рослинних решток, рівномірності глибини обробітку та мінімізації енергетичних витрат. Виконання цих вимог є необхідною умовою отримання високих і стабільних урожаїв культури. Саме тому вдосконалення конструкції ґрунтообробних агрегатів, зокрема агрегату АГН-4,2, є важливим напрямом підвищення ефективності сучасних технологій виращування ячменю озимого.

1.5 Сучасні конструкції ґрунтообробних агрегатів

У сучасному землеробстві обробіток ґрунту є однією з найбільш енергоємних технологічних операцій, від якої значною мірою залежить ефективність виращування сільськогосподарських культур. В умовах постійного зростання вартості паливно-мастильних матеріалів, необхідності збереження родючості ґрунтів та підвищення продуктивності праці особливого значення

набуває використання високопродуктивних ґрунтообробних агрегатів. Сучасні машини повинні забезпечувати якісне розпушування ґрунту, подрібнення рослинних решток, вирівнювання поверхні поля та створення оптимальних умов для розвитку культурних рослин за мінімальних енергетичних витрат.

Залежно від призначення та способу впливу на ґрунт сучасні ґрунтообробні агрегати поділяються на плужні, дискові, культиваторні, комбіновані та чизельні. Кожна група машин має свої конструктивні особливості, переваги та недоліки.

Традиційним засобом основного обробітку ґрунту залишаються плуги. Їх робочими органами є полиці та лемеші, які забезпечують підрізання, перевертання та кришення ґрунтового пласта. Основною перевагою плугів є якісне загортання рослинних решток, бур'янів та добрив, що сприяє покращенню фітосанітарного стану поля. Глибина обробітку сучасних оборотних плугів становить 20–35 см, а ширина захвату може досягати 4–6 м.

Разом із тим плуги характеризуються високим тяговим опором і значними витратами пального. Крім того, систематичне застосування полицевого обробітку сприяє утворенню плужної підшви, прискорює втрати гумусу та посилює ерозійні процеси. Саме тому в останні десятиліття спостерігається тенденція до скорочення обсягів застосування оранки та переходу до ресурсозберігаючих технологій.

Для безполицевого глибокого обробітку широко використовуються чизельні агрегати. Їх робочими органами є стояки з долотами або лапами, які розпушують ґрунт без його перевертання. Такі машини забезпечують покращення водопроникності ґрунту, руйнування ущільнених шарів та збереження післяжнивних решток на поверхні поля.

До переваг чизельних агрегатів належать менші енергетичні витрати порівняно з оранкою та покращення структури ґрунту. Однак вони не забезпечують достатнього подрібнення рослинних решток та вирівнювання поверхні поля. Після чизелювання часто виникає потреба у проведенні додаткових технологічних операцій, що збільшує загальні виробничі витрати.

В останні роки значного поширення набули культиватори для суцільного обробітку ґрунту. Вони оснащуються стрілочастими або розпушувальними лапами та використовуються для передпосівного обробітку, боротьби з бур'янами і поверхневого розпушування ґрунту. Сучасні культиватори забезпечують високу продуктивність і добру якість вирівнювання поверхні поля.

Основними недоліками культиваторів є обмежена здатність до роботи на полях із великою кількістю рослинних решток та недостатня ефективність подрібнення стерні. Тому їх використання часто потребує попереднього дискування або іншого способу підготовки ґрунту.

Особливе місце серед сучасних машин займають комбіновані ґрунтообробні агрегати. Вони поєднують декілька типів робочих органів: диски, лапи, котки та вирівнювальні пристрої. Такі агрегати дозволяють за один прохід виконувати декілька технологічних операцій, що забезпечує значне скорочення витрат часу та пального.

Перевагами комбінованих агрегатів є висока продуктивність, універсальність та зменшення ущільнення ґрунту внаслідок скорочення кількості проходів техніки. Водночас вони характеризуються складністю конструкції, значною масою та високою вартістю придбання і експлуатації.

Найбільшого поширення в сучасних технологіях мінімального обробітку отримали дискові агрегати. Їх робочими органами є сферичні або вирізні диски, встановлені під певним кутом до напрямку руху. При роботі диски розрізають рослинні рештки, розпушують ґрунт та частково перемішують його з пожнивними залишками.

Сучасні дискові борони характеризуються шириною захвату від 2 до 12 м та робочою глибиною від 6 до 18 см. Вони ефективно працюють після зернових, кукурудзи, соняшнику та інших культур, які залишають значну кількість рослинних решток.

Основними перевагами дискових агрегатів є універсальність використання, висока продуктивність, відносно невеликі витрати пального та здатність працювати у широкому діапазоні ґрунтових умов. Вони забезпечують

якісне подрібнення стерні, сприяють збереженню вологи та створюють мульчувальний шар на поверхні поля.

Серед найбільш відомих дискових агрегатів, що використовуються в Україні, слід відзначити борони серій БДП, БДТ, Ліра, Дукат, Carrier, Rubin та АГН. Ці машини відрізняються шириною захвату, конструкцією дискових батарей, способом агрегування та типом прикочувальних котків.

Одними з найбільш поширених вітчизняних дискових борін є агрегати серії АГН. Вони призначені для поверхневого та мілкового обробітку ґрунту, подрібнення рослинних решток, боротьби з бур'янами та передпосівної підготовки поля. Конструкція агрегатів серії АГН передбачає використання індивідуального кріплення дисків на стійках із підшипниковими вузлами, що забезпечує високу надійність та ремонтпридатність машини.

Серед модельного ряду особливий інтерес становить агрегат АГН-4,2. Машина має ширину захвату 4,2 м та агрегується з тракторами тягового класу 3–5. Робочими органами є сферичні вирізні диски діаметром 660 мм, які забезпечують якісне подрібнення рослинних решток та розпушування ґрунту на глибину до 18 см. Конструкцією передбачено встановлення прикочувального котка, який сприяє вирівнюванню поверхні поля та ущільненню верхнього шару ґрунту.

До основних переваг агрегату АГН-4,2 належать висока продуктивність роботи, універсальність використання, можливість роботи після різних попередників, простота конструкції та відносно невисокі експлуатаційні витрати. Завдяки значній масі агрегат забезпечує стабільне заглиблення дисків навіть на ущільнених ґрунтах.

Разом із тим аналіз експлуатаційних характеристик показує наявність певних конструктивних недоліків. Серед них слід відзначити нерівномірність розподілу навантаження між окремими дисками, недостатню інтенсивність подрібнення ґрунту за окремих умов роботи, підвищений тяговий опір та обмежені можливості регулювання технологічного процесу.

ЗА ПРИЗНАЧЕННЯМ					
 Основний обробіток Глибоке розпушування ґрунту, загортання рослинних решток та добрив	 Передпосівний обробіток Створення оптимального посівного ложа для якісного висіву насіння	 Поверхневий обробіток Розпушування верхнього шару ґрунту, знищення бур'янів, збереження вологи	 Післяжнивний обробіток Подрібнення та заробка рослинних решток, вирівнювання поверхні поля	 Спеціальний обробіток Чизелювання, смуговий обробіток, обробіток міжрядь, тощо	
ЗА СПОСОБОМ ДІЇ НА ҐРУНТ					
ПЛУЖНІ  - Робочі органи – лемеші та полиці - Перевертають і розпушують ґрунтовий пласт - Глибина обробітку 20–35 см - Високий тяговий опір і витрати пального	ДИСКОВІ  - Робочі органи – сферичні (вирішні) диски - Розрізають, кришать та частково перемішують ґрунт - Глибина обробітку 6–18 см - Універсальні, ефективні після різних попередників	КУЛЬТИВАТОРНІ  - Робочі органи – лапи, зуби, стрічасті елементи - Розпушують, вирівнюють ґрунт, знищують бур'яни - Глибина обробітку 4–15 см - Добре вирівнюють поверхню, але гірше працюють по стерні	ЧИЗЕЛЬНІ  - Робочі органи – стояки з долотами або лапами - Розпушують ґрунт без перевернення - Глибина обробітку 20–45 см - Менший тяговий опір, руйнують ущільнені шари	КОМБІНОВАНІ  - Поєднання декількох типів робочих органів - Виконують кілька операцій за один прохід - Висока продуктивність, складніша конструкція	
ЗА КОНСТРУКТИВНИМ ВИКОНАННЯМ					
НАВІСНІ  Агрегатуються з трактором за допомогою навісної системи. Переваги: маневреність, менша маса, підходять для невеликих господарств.	ПРИЧІПНІ  Агрегатуються через причіпний пристрій, переносять частину ваги на власні колеса. Переваги: висока продуктивність, стабільність ходу, менше навантаження на трактор.	НАПІВНАВІСНІ (СКЛАДНІ)  Мають опорні колеса, що частково знімають навантаження з трактора, складаються для транспортування. Переваги: поєднання мобільності та високої продуктивності.	САМОХІДНІ  Оснащені власним двигуном і ходовою частиною. Переваги: висока потужність, автономність, висока вартість.	АКТИВНІ  Робочі органи приводяться в дію від ВВП трактора (фрези, ротори тощо). Переваги: інтенсивне подрібнення ґрунту та рослинних решток.	
ЗА ТИПОМ РОБОЧИХ ОРГАНІВ				ЗА ГЛИБИНОЮ ОБРОБІТКУ	
 Лемішно-полицеві (плуги)	 Дискові	 Лапові	 Чизельні (стійкові)	 Поверхневий 0–8 см	Збереження вологи, подрібнення стерні, знищення бур'янів.
 Роторні (фрезерні)	 Зубові (борони зубові)	 Комбіновані (диски + лапи)	 Коткові (ущільнювальні)	 Мілкий 8–15 см	Розпушування верхнього шару ґрунту, заробка добрив, створення посівного ложа.
				 Середній 15–25 см	Основний обробіток, поліпшення структури, накопичення вологи.
				 Глибокий 25–45 см	Розпушування підшви, покращення водо- та повітропроникності.
КЛЮЧОВІ ВИМОГИ ДО СУЧАСНИХ ҐРУНТООБРОБНИХ МАШИН					
 Висока продуктивність	 Низькі витрати пального	 Надійність та довговічність	 Якість обробітку ґрунту	 Універсальність застосування	 Простота експлуатації та обслуговування

Рисунок 1.4 – Сучасні конструкції ґрунтообробних агрегатів та їх особливості

Крім того, при роботі на важких ґрунтах або після культур із великою кількістю рослинних решток можуть виникати випадки погіршення якості перемішування ґрунту та рослинних залишків.

Зростання вимог до якості обробітку ґрунту та необхідність підвищення енергетичної ефективності технологічних процесів обумовлюють потребу в удосконаленні конструкції агрегату АГН-4,2. Перспективними напрямками модернізації є вдосконалення конструкції рами, оптимізація розміщення робочих органів, покращення роботи прикочувальних пристроїв та зниження тягового опору агрегату.

Таким чином, аналіз сучасних конструкцій ґрунтообробних агрегатів показав, що найбільш повно вимогам ресурсозберігаючих технологій вирощування ячменю озимого відповідають дискові агрегати. Серед них особливу увагу привертає агрегат АГН-4,2, який поєднує високу продуктивність, універсальність та достатню якість обробітку ґрунту. Водночас наявність окремих конструктивних недоліків свідчить про доцільність його модернізації з метою підвищення ефективності роботи та покращення агротехнічних показників технологічного процесу.

1.4 Висновки з розділу

У результаті проведеного аналізу встановлено, що ячмінь озимий є важливою зерновою культурою України, яка має значне продовольче, кормове та економічне значення. Незважаючи на скорочення посівних площ упродовж останніх років, культура зберігає високий виробничий потенціал завдяки підвищенню врожайності та впровадженню сучасних технологій вирощування.

Визначено, що одним із основних факторів формування врожайності ячменю озимого є система обробітку ґрунту, яка забезпечує накопичення і збереження вологи, створення оптимальної структури посівного шару та сприятливих умов для розвитку рослин. Найбільш перспективними є ресурсозберігаючі технології, що дозволяють поєднувати високу якість обробітку із зниженням енергетичних витрат.

Аналіз сучасних ґрунтообробних агрегатів показав, що найбільш ефективними для умов вирощування ячменю озимого є дискові борони, які забезпечують якісне подрібнення рослинних решток, розпушування ґрунту та високу продуктивність роботи.

Встановлено, що агрегат АГН-4,2 широко використовується у технологіях мінімального обробітку ґрунту та характеризується достатньо високими техніко-експлуатаційними показниками. Разом із тим наявність окремих конструктивних недоліків свідчить про доцільність його модернізації з метою покращення якості обробітку ґрунту, зниження енерговитрат і підвищення ефективності вирощування ячменю озимого.

2 РОЗРОБКА ПЛАНУ МЕХАНІЗОВАНИХ РОБІТ ВИРОБНИЦТВА ЯЧМЕНЮ ОЗИМОГО

2.1 Обґрунтування комплексу основних технологічних операцій при вирощуванні ячменю озимого

Сучасні технології вирощування ячменю озимого спрямовані на забезпечення максимальної реалізації генетичного потенціалу сортів за мінімальних матеріальних та енергетичних витрат. Висока врожайність культури досягається лише за умови своєчасного та якісного виконання всіх технологічних операцій, починаючи від підготовки ґрунту та закінчуючи збиранням урожаю. При цьому особливого значення набуває застосування сучасних високопродуктивних машин і агрегатів, які забезпечують дотримання агротехнічних вимог та підвищують ефективність використання технічних засобів.

Технологія вирощування ячменю озимого включає комплекс взаємопов'язаних операцій, до яких належать: підготовка ґрунту після збирання попередника, основний обробіток ґрунту, передпосівна підготовка, внесення добрив, посів, догляд за посівами та збирання врожаю. Кожна з цих операцій впливає на формування майбутньої врожайності та повинна виконуватися у встановлені агротехнічні строки.

Важливим етапом є підготовка поля після збирання попередника. Для більшості господарств України основними попередниками ячменю озимого є озима пшениця, горох, ріпак, соя та ранні просапні культури. Після збирання попередника необхідно забезпечити подрібнення та часткове загортання рослинних решток, знищення сходів падалиці та бур'янів, а також створення умов для накопичення вологи.

Для виконання цих операцій найбільш ефективними є сучасні дискові борони. Широкого застосування набули агрегати типу Carrier, Rubin, Дукат, БДП та АГН. Використання дискових агрегатів дозволяє виконувати поверхневий

обробіток на глибину 6–12 см із високою продуктивністю та мінімальними витратами пального. Особливо ефективними вони є після соняшнику та кукурудзи, де необхідно якісно подрібнити значну кількість рослинних решток.

Наступною технологічною операцією є основний обробіток ґрунту. В сучасних умовах дедалі більше господарств переходять від традиційної оранки до мінімального або комбінованого обробітку. Це пов'язано зі зростанням вартості паливно-мастильних матеріалів та необхідністю збереження продуктивної вологи в ґрунті.

Для умов Степу України найбільш доцільним є застосування дискового обробітку на глибину 10–16 см. Такий спосіб забезпечує достатнє розпушування ґрунту, якісне загортання пожнивних решток та збереження мульчувального шару на поверхні поля. При цьому витрати пального знижуються на 25–40 % порівняно з традиційною оранкою.

Для виконання основного обробітку доцільно використовувати важкі дискові борони серії АГН. Особливий інтерес для господарств середнього розміру становить агрегат АГН-4,2. Завдяки ширині захвату 4,2 м та робочій швидкості 10–12 км/год він забезпечує продуктивність до 4–5 га/год та дозволяє якісно виконувати обробіток на глибину до 18 см. Сферичні вирізні диски діаметром 660 мм забезпечують ефективне подрібнення рослинних решток та перемішування їх із ґрунтом.

Після основного обробітку здійснюється передпосівна підготовка ґрунту. Основною метою даної операції є створення якісного посівного ложа з дрібногрудочкуватою структурою та вирівняною поверхнею поля. Для цього використовуються передпосівні культиватори, комбіновані агрегати та борони. Якість передпосівного обробітку має безпосередній вплив на рівномірність загортання насіння, польову схожість та розвиток рослин восени.

Важливою складовою сучасної технології є система удобрення. Для формування високого врожаю ячмінь озимий потребує значної кількості поживних речовин. На формування 1 т зерна та відповідної кількості побічної продукції рослини споживають у середньому 25–30 кг азоту, 10–12 кг фосфору

та 20–25 кг калію. Тому внесення мінеральних добрив є обов'язковим елементом технології.

Фосфорні та калійні добрива зазвичай вносять під основний обробіток ґрунту, а азотні – частково перед посівом та навесні у вигляді підживлення. Для внесення добрив використовуються сучасні розкидачі типу Amazone, Rauch, Bogballe та вітчизняні машини серії РУМ.

Однією з найвідповідальніших технологічних операцій є посів. Оптимальні строки сівби ячменю озимого в умовах Степу України припадають на другу половину вересня. Запізнення із сівбою призводить до недостатнього розвитку рослин восени та погіршення їх перезимівлі.

Для посіву використовуються сучасні зернові сівалки механічного та пневматичного типу. Найбільш поширеними є сівалки Horsch Pronto, John Deere, Great Plains, Vaderstad Rapid та вітчизняні моделі СЗ-5,4. Вони забезпечують рівномірний висів насіння та стабільну глибину його загортання.

Після появи сходів проводиться комплекс заходів з догляду за посівами. До них належать ранньовесняне підживлення, захист рослин від бур'янів, шкідників та хвороб. Для внесення засобів захисту рослин використовуються сучасні самохідні та причіпні обприскувачі, оснащені системами автоматичного контролю норми внесення та GPS-навігацією.

Особливого значення набуває використання технологій точного землеробства. Сучасні системи супутникової навігації дозволяють забезпечувати паралельне водіння агрегатів, зменшувати перекриття та пропуски, а також знижувати витрати насіння, добрив і пального. Впровадження таких систем забезпечує підвищення продуктивності машинно-тракторних агрегатів на 10–15 %. Завершальним етапом технології є збирання врожаю. Ячмінь озимий характеризується ранніми строками досягання, тому його збирання здійснюється переважно наприкінці червня – на початку липня. Основним способом є пряме комбайнування при вологості зерна 14–16 %. Для збирання використовуються сучасні зернозбиральні комбайни Claas Lexion, New Holland, John Deere, Case IH та інші. Висока продуктивність комбайнів дозволяє

своєчасно провести збирання та мінімізувати втрати зерна. Після збирання урожаю зерно транспортується до місць зберігання або первинної доробки.

Аналіз комплексу технологічних операцій показує, що найбільший вплив на формування врожайності ячменю озимого мають своєчасність і якість виконання обробітку ґрунту. Саме в процесі обробітку створюються умови для накопичення вологи, розвитку кореневої системи та ефективного використання поживних речовин. Тому вдосконалення ґрунтообробної техніки є одним із найбільш перспективних напрямів підвищення ефективності виробництва.

Серед сучасних ґрунтообробних машин важлива роль належить агрегату АГН-4,2, який забезпечує виконання поверхневого та мілкового обробітку ґрунту з високою продуктивністю. Разом із тим існують резерви підвищення його ефективності шляхом удосконалення конструкції робочих органів та покращення якості технологічного процесу. Саме тому модернізація агрегату АГН-4,2 є актуальним напрямом підвищення ефективності використання техніки при вирощуванні ячменю озимого.

2.2 Обґрунтування та розрахунок елементів технології вирощування ячменю озимого

Для оцінки ефективності використання техніки при вирощуванні ячменю озимого розглянемо технологію вирощування культури на площі 100 га. Технологічний процес включає лущення стерні, основний обробіток ґрунту агрегатом АГН-4,2, передпосівну культивуацію, посів, внесення засобів захисту рослин та збирання врожаю.

Розрахунок продуктивності агрегатів. Годинна продуктивність машинно-тракторного агрегату визначається за формулою:

$$W = 0,1 \cdot B \cdot V \cdot \tau,$$

де W – продуктивність агрегату, га/год; B – ширина захвату агрегату, м; V – робоча швидкість руху, км/год; τ – коефіцієнт використання часу зміни.

Лущення стерні. Для виконання лущення використовується дискова борона шириною захвату 6 м.

Приймаємо: $B = 6$ м; $V = 10$ км/год; $\tau = 0,8$.

Тоді: $W = 0,1 \cdot 6 \cdot 10 \cdot 0,8 = 4,8$ га/год.

Тривалість роботи: $T = 100 / 4,8 = 20,8$ год.

Питомі витрати палива приймаємо 8 л/га.

Загальна витрата палива: $Q = 100 \cdot 8 = 800$ л.

Трудові витрати: $L = 20,8$ люд.-год.

Основний обробіток ґрунту агрегатом АГН-4,2. Приймаємо: $B = 4,2$ м; $V = 10$ км/год; $\tau = 0,8$.

Продуктивність: $W = 0,1 \cdot 4,2 \cdot 10 \cdot 0,8 = 3,36$ га/год.

Тривалість роботи: $T = 100 / 3,36 = 29,8$ год.

Питомі витрати палива: $q = 12$ л/га.

Загальна витрата палива: $Q = 100 \cdot 12 = 1200$ л.

Трудові витрати: $L = 29,8$ люд.-год.

Передпосівна культивування. Приймаємо: $B = 8$ м; $V = 10$ км/год; $\tau = 0,8$.

Продуктивність: $W = 0,1 \cdot 8 \cdot 10 \cdot 0,8 = 6,4$ га/год.

Тривалість роботи: $T = 100 / 6,4 = 15,6$ год.

Питомі витрати палива: $q = 5$ л/га.

Загальна витрата: $Q = 100 \cdot 5 = 500$ л.

Трудові витрати: $L = 15,6$ люд.-год.

Посів ячменю озимого. Для посіву використовується зернова сівалка шириною захвату 6 м.

Приймаємо: $B = 6$ м; $V = 9$ км/год; $\tau = 0,75$.

Продуктивність: $W = 0,1 \cdot 6 \cdot 9 \cdot 0,75 = 4,05$ га/год.

Тривалість посіву: $T = 100 / 4,05 = 24,7$ год.

Питомі витрати палива: $q = 6$ л/га.

Загальна витрата: $Q = 100 \cdot 6 = 600$ л.

Трудові витрати: $L = 24,7$ люд.-год.

Внесення засобів захисту рослин. Штанговий обприскувач шириною захвату 24 м.

Приймаємо: $B = 24$ м; $V = 12$ км/год; $\tau = 0,75$.

Продуктивність: $W = 0,1 \cdot 24 \cdot 12 \cdot 0,75 = 21,6$ га/год.

Тривалість роботи: $T = 100 / 21,6 = 4,6$ год.

Питомі витрати палива: $q = 1,5$ л/га.

Загальна витрата: $Q = 100 \cdot 1,5 = 150$ л.

Трудові витрати: $L = 4,6$ люд.-год.

Збирання врожаю. Для збирання використовується зернозбиральний комбайн продуктивністю 2,5 га/год.

Тривалість збирання: $T = 100 / 2,5 = 40$ год.

Питомі витрати палива: $q = 14$ л/га.

Загальна витрата: $Q = 100 \cdot 14 = 1400$ л.

Трудові витрати: $L = 40$ люд.-год.

Зведені показники технології. Результати розрахунків наведені в таблиці 2.1 і рис. 2.1.

Таблиця 2.1 – Техніко-економічні показники виконання технологічних операцій

Операція	Продуктивність, га/год	Трудові витрати, люд.-год	Витрата палива, л
Лущення стерні	4,8	20,8	800
Обробіток АГН-4,2	3,36	29,8	1200
Передпосівна культивация	6,4	15,6	500
Посів	4,05	24,7	600
Обприскування	21,6	4,6	150
Збирання	2,5	40,0	1400
Разом	—	135,5	4650

Таким чином, для вирощування ячменю озимого на площі 100 га загальні трудові витрати становлять 135,5 люд.-год, а сумарна витрата палива – 4650 л. Найбільш енергоємними операціями є основний обробіток ґрунту агрегатом АГН-4,2 та збирання врожаю, на які припадає понад 55 % загальних витрат палива. Тому підвищення ефективності використання ґрунтообробного агрегату АГН-4,2 є важливим резервом зниження експлуатаційних витрат та підвищення економічної ефективності технології вирощування ячменю озимого.

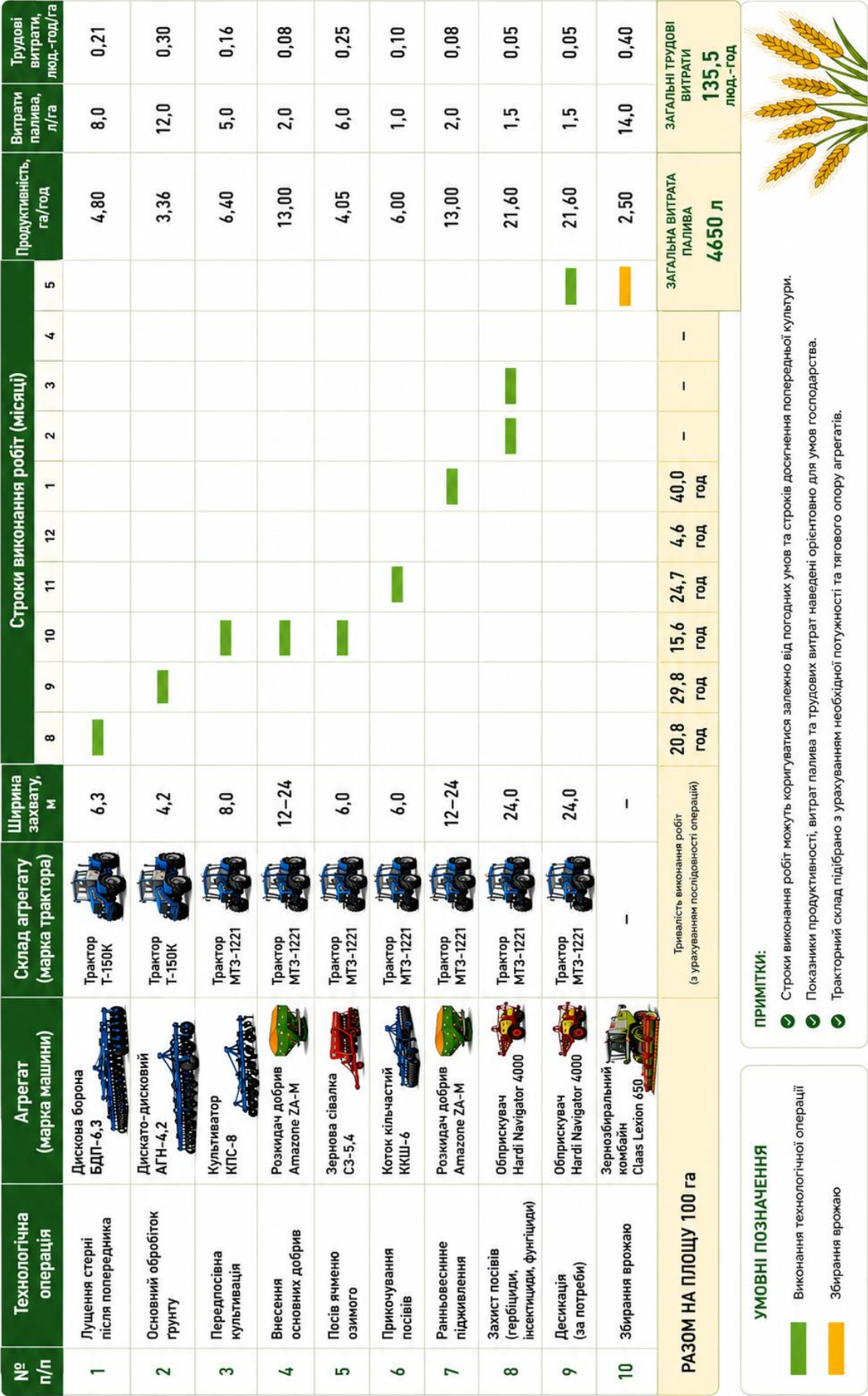


Рисунок 2.1 – План механізованих робіт вирощування ячменю озимого

2.3 Висновки з розділу

У результаті розробки плану механізованих робіт з вирощування ячменю озимого обґрунтовано послідовність виконання основних технологічних операцій та підібрано комплекс сучасних машин і агрегатів для їх реалізації. Встановлено, що своєчасне та якісне виконання механізованих робіт є однією з основних умов отримання високої врожайності культури та ефективного використання матеріально-технічних ресурсів.

За результатами розрахунків встановлено, що для вирощування ячменю озимого на площі 100 га загальні трудові витрати становлять 135,5 люд.-год, а сумарна витрата палива – 4650 л. Найбільш енергоємними операціями є основний обробіток ґрунту та збирання врожаю, на які припадає найбільша частка витрат паливно-мастильних матеріалів.

Проведені розрахунки свідчать, що підвищення ефективності технології вирощування ячменю озимого доцільно здійснювати шляхом удосконалення конструкції ґрунтообробного агрегату АГН-4,2, що дозволить знизити енергетичні витрати, підвищити продуктивність виконання робіт та покращити якість обробітку ґрунту.

Отримані результати є підставою для подальшого обґрунтування та розробки модернізації агрегату АГН-4,2, спрямованої на підвищення ефективності його використання в технології вирощування ячменю озимого.

З УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ҐРУНТООБРОБНОГО АГРЕГАТУ АГН-4,2

3.1 Конструктивно-технологічна схема ґрунтообробного агрегату АГН-4,2

Для виконання операцій поверхневого та мілкового основного обробітку ґрунту в сучасних технологіях вирощування сільськогосподарських культур широко використовуються важкі дискові борони серії АГН. Однією з найбільш поширених моделей є агрегат АГН-4,2, який призначений для розпушування верхнього шару ґрунту, подрібнення післяжнивних решток, часткового їх загортання та вирівнювання поверхні поля.

Агрегат АГН-4,2 застосовується після збирання зернових, зернобобових, кукурудзи, соняшнику та інших культур. Машина забезпечує якісне виконання поверхневого і мілкового обробітку ґрунту на глибину до 18 см та може використовуватися як для основного, так і для передпосівного обробітку.

Конструктивно агрегат складається з несучої рами, причіпного пристрою, двох рядів дискових робочих органів, системи регулювання глибини обробітку, прикочувальних котків та ходової частини. Загальний вигляд конструктивно-технологічної схеми агрегату наведено на рисунку 3.1.

Основним несучим елементом конструкції є зварна рама, виготовлена з профільного металопрокату. Рама забезпечує розміщення всіх робочих вузлів агрегату та сприймає навантаження, що виникають під час роботи. Конструкція рами має достатню жорсткість і міцність для роботи на різних типах ґрунтів та за значних тягових навантажень.

Попереду рами розташований причіпний пристрій, за допомогою якого агрегат з'єднується з трактором. Для роботи агрегату використовуються трактори тягового класу 3–5 із потужністю двигуна 180–250 к.с. Причіпна схема агрегування забезпечує простоту конструкції та рівномірний розподіл навантажень між трактором і агрегатом.

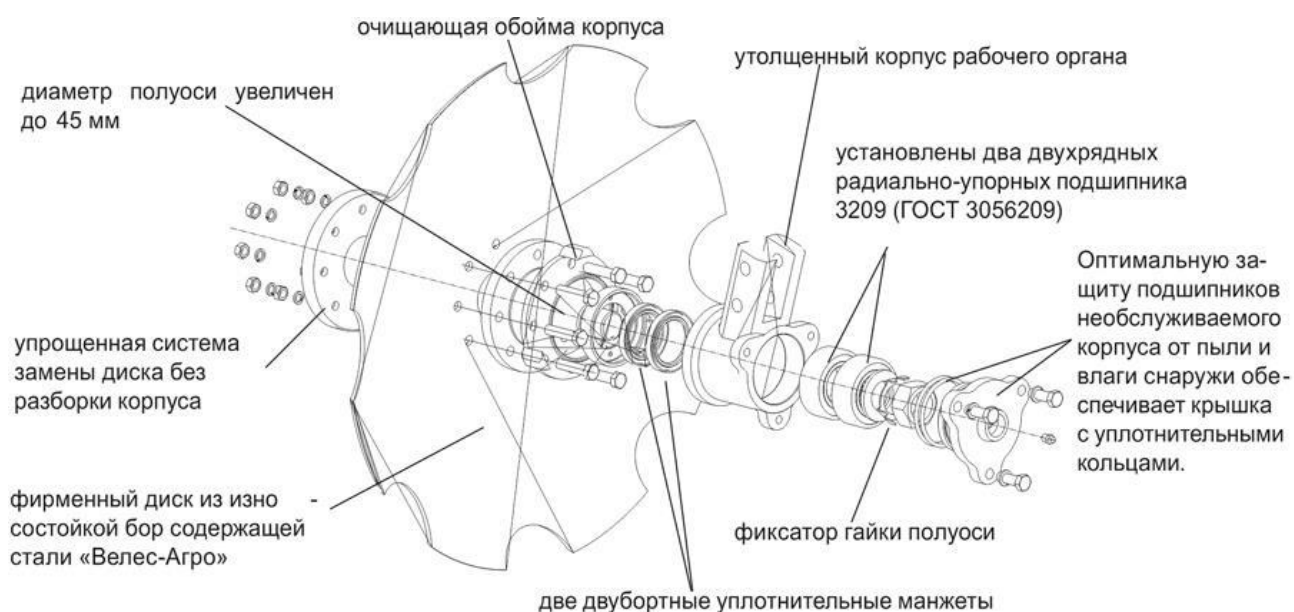
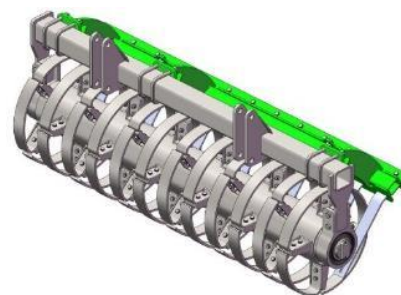


Рисунок 3.1 – Конструктивно-технологічна схема ґрунтообробного агрегату АГН-4,2

Основними робочими органами машини є сферичні вирізні диски діаметром 660 мм. Диски встановлені індивідуально на окремих стійках і розміщені у два ряди. Передній ряд забезпечує підрізання рослинних решток і початкове розпушування ґрунту, тоді як задній ряд виконує додаткове кришення

грунту, перемішування його з рослинними рештками та вирівнювання поверхні поля.

Кожний диск встановлений під певним кутом атаки до напрямку руху агрегату. Під час руху сферичний диск заглиблюється в ґрунт, відрізає та піднімає його частину, здійснюючи одночасно розпушування, кришення і перемішування. Завдяки вирізній формі диски ефективно працюють на полях із великою кількістю рослинних решток і мають добру самоочисну здатність.

Робочий процес агрегату здійснюється таким чином. Під час руху агрегату диски першого ряду розрізають рослинні рештки та верхній шар ґрунту. Далі відбувається часткове перемішування ґрунту з пожнивними залишками. Диски другого ряду завершують процес розпушування та забезпечують більш рівномірний розподіл рослинних решток у оброблюваному шарі.

За дисковими батареями встановлюються прикочувальні котки. Основним призначенням котків є подрібнення великих грудок ґрунту, вирівнювання поверхні поля та часткове ущільнення верхнього шару. Це сприяє збереженню вологи та покращує умови для проведення наступних технологічних операцій.

Глибина обробітку регулюється зміною положення котків відносно рами агрегату. Залежно від умов роботи та агротехнічних вимог глибина може змінюватися в межах від 8 до 18 см. Робоча швидкість агрегату становить 8–12 км/год, що забезпечує високу продуктивність роботи та якісне виконання технологічного процесу.

Основними технічними характеристиками агрегату АГН-4,2 є:

- ширина захвату – 4,2 м;
- робоча глибина обробітку – 8–18 см;
- діаметр дисків – 660 мм;
- кількість дисків – 32–36 шт.;
- робоча швидкість – 8–12 км/год;
- транспортна швидкість – до 20 км/год;
- продуктивність – до 5 га/год;
- агрегування з тракторами потужністю 180–250 к.с.

До основних переваг агрегату належать висока продуктивність, ефективне подрібнення рослинних решток, універсальність використання та відносно невеликі експлуатаційні витрати. Машина може працювати на різних типах ґрунтів та забезпечує якісне виконання технологічних операцій у широкому діапазоні умов.

Разом із тим аналіз конструкції показує наявність певних недоліків. Під час роботи на важких та перезволожених ґрунтах можливе нерівномірне завантаження окремих робочих органів. Крім того, значна маса агрегату обумовлює підвищений тяговий опір і збільшення витрат палива. За окремих умов експлуатації спостерігається недостатня інтенсивність перемішування ґрунту та рослинних решток, що може впливати на якість технологічного процесу.

Таким чином, ґрунтообробний агрегат АГН-4,2 є ефективною машиною для виконання поверхневого та мілкового обробітку ґрунту. Його конструкція забезпечує якісне розпушування ґрунту, подрібнення пожнивних залишків та вирівнювання поверхні поля. Водночас наявність окремих конструктивних недоліків свідчить про доцільність удосконалення агрегату з метою підвищення продуктивності, покращення якості обробітку та зниження енергетичних витрат.

3.2 Визначення та обґрунтування основних параметрів дискового агрегату для обробітку ґрунту

У сучасних ґрунтообробних машинах найбільшого поширення набули сферичні диски, робоча поверхня яких має постійну кривину по всій площі. Диски, утворені на основі параболічних або еліптичних поверхонь зі змінною кривиною, застосовуються значно рідше через складність виготовлення та відсутність суттєвих експлуатаційних переваг.

Основними геометричними характеристиками сферичного диска є діаметр (D), радіус кривизни сфери (r), передній кут (ε_1), кут загострення (i), кут нахилу фаски (ω), кут різання (α), задній кут (ε_2) та товщина диска (δ). Кожен із цих

параметрів впливає на якість обробітку ґрунту, енергоємність процесу та довговічність робочого органу.

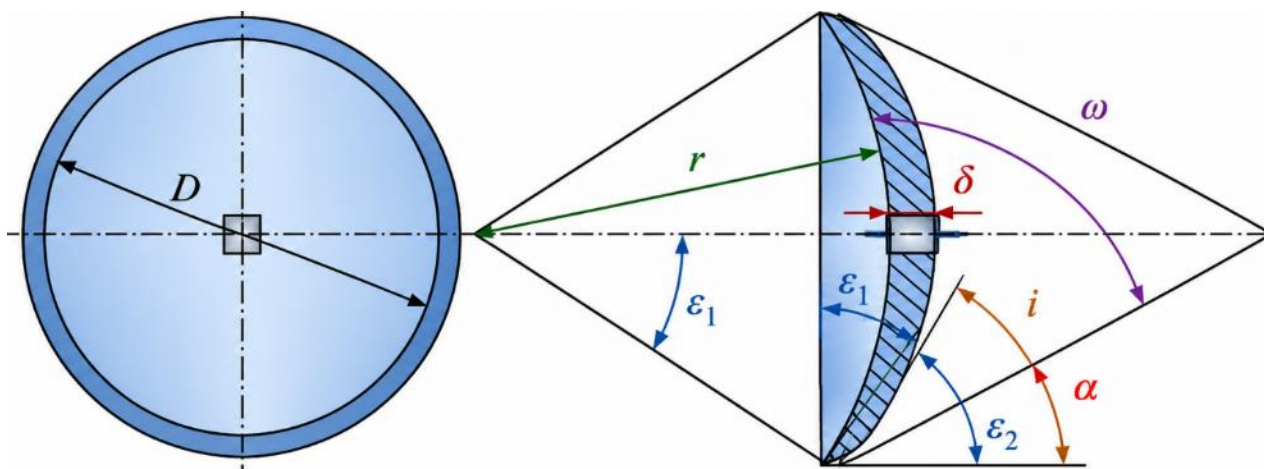


Рисунок 3.2 – Параметри сферичного диска

Найважливішим параметром диска є його діаметр, оскільки він безпосередньо визначає можливу глибину обробітку ґрунту. Зі збільшенням діаметра покращується здатність диска працювати на більшій глибині, проте водночас зростає вертикальна складова реакції ґрунту, що ускладнює заглиблення робочого органу. Тому діаметр диска доцільно приймати мінімально можливим, але достатнім для забезпечення заданої глибини обробітку.

Залежність між діаметром диска та глибиною обробітку визначається виразом

$$D = k \cdot a,$$

де a – глибина обробітку, мм; k – коефіцієнт, який для дискових агрегатів становить 3,0–3,7.

Для заданої глибини обробітку 180 мм отримаємо $D = 3,61 \cdot 180 = 650$ мм.

Оскільки діаметри дисків стандартизовані, приймаємо диск діаметром 660 мм, який відповідає технічним характеристикам агрегату АГН-4,2.

Важливим параметром є радіус кривизни диска, який визначає інтенсивність кришення та перемішування ґрунту. Чим менший радіус кривизни,

тим активніше диск деформує ґрунтовий шар. Залежність між діаметром диска та радіусом кривизни визначається співвідношенням

$$r = D / (2\sin\varepsilon_1),$$

де ε_1 – передній кут диска.

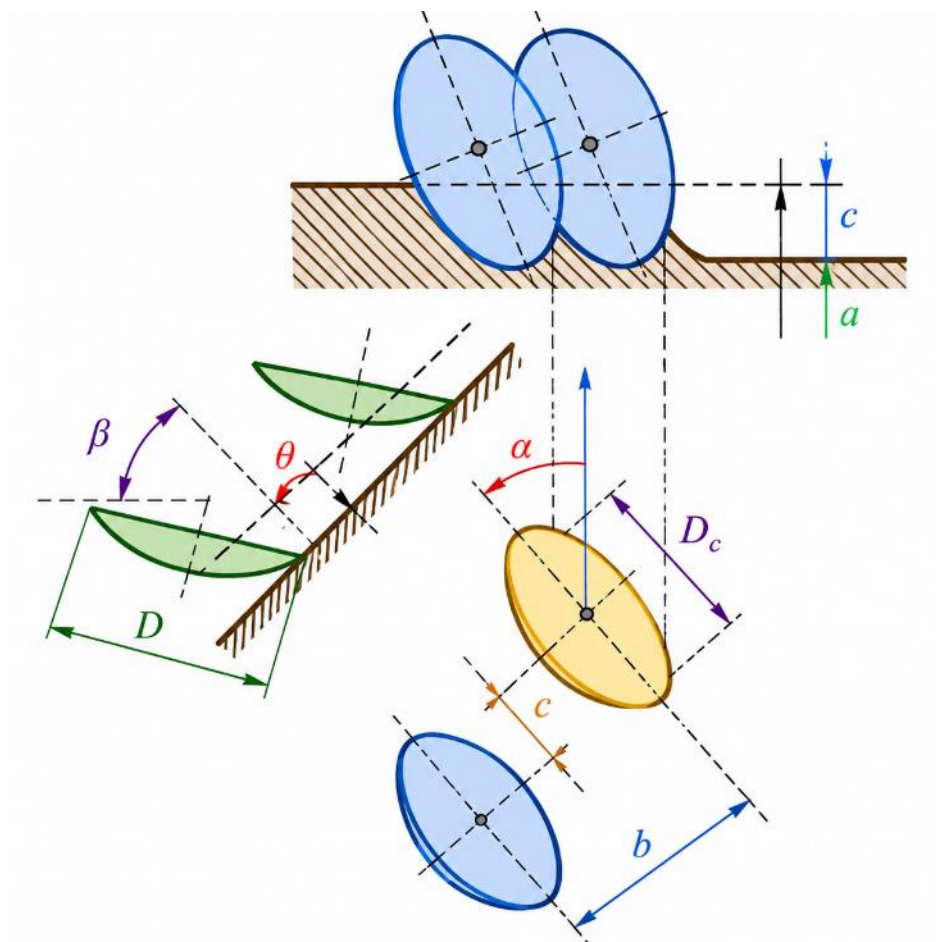


Рисунок 3.3 – Параметри руху сферичного диска

Для дискових ґрунтообробних агрегатів величина переднього кута знаходиться в межах $31\text{--}37^\circ$. У даному випадку приймаємо $\varepsilon_1 = 32^\circ$.

Значний вплив на процес різання ґрунту має кут загострення диска (і). Для дискових борін та ґрунтообробних агрегатів його значення зазвичай становить $15\text{--}25^\circ$. Зі збільшенням кута загострення зростає міцність різальної крайки, проте погіршується проникнення диска в ґрунт.

Кут нахилу фаски диска визначається залежністю

$$\omega = i + \varepsilon_1.$$

За значень $i = 20^\circ$ та $\varepsilon_1 = 32^\circ$ маємо $\omega = 20 + 32 = 52^\circ$.

Кут різання диска пов'язаний із кутом загострення та заднім кутом співвідношенням

$$\alpha = i + \varepsilon_2.$$

Величина кута різання суттєво впливає на енергетичні витрати процесу обробітку. Зі збільшенням кута різання підвищується опір ґрунту переміщенню диска.

Товщина диска визначається емпіричною залежністю

$$\delta = 0,008 \cdot D.$$

Для диска діаметром 650 мм

$$\delta = 0,008 \cdot 650 = 5,2 \text{ мм.}$$

Для важких умов експлуатації рекомендується використовувати уточнений вираз

$$\delta = 0,008 \cdot D + 1.$$

До регульованих параметрів дискових робочих органів належать кут атаки β , кут нахилу диска до вертикалі θ та навантаження на один диск. Саме ці параметри визначають інтенсивність розпушування, ступінь кришення ґрунту та повноту загортання рослинних решток.

Кут атаки є одним із головних технологічних параметрів. При його збільшенні покращується розпушування ґрунту, інтенсивніше підрізаються бур'яни та підвищується якість загортання рослинних решток. Однак надмірне збільшення кута атаки призводить до зростання тягового опору та накопичення ґрунту перед диском. Для дискових агрегатів оптимальне значення кута атаки становить $30\text{--}35^\circ$. У даному проєкті приймається $\beta = 35^\circ$.

Відстань між сусідніми дисками визначається залежністю

$$b = [2(c/\cos\theta)(D - c/\cos\theta)]\text{tg}\beta,$$

де c – глибина занурення диска, мм; θ – кут нахилу диска до вертикалі.

Підставивши вихідні дані: $c = 90$ мм; $D = 650$ мм; $\theta = 40^\circ$; $\beta = 35^\circ$, одержимо $b = 350$ мм.

Отримане значення приймаємо для модернізованого агрегату АГН-4,2.

Перевіримо умову відсутності заклинювання ґрунту між сусідніми дисками: $b \geq 1,5a$, $350 \geq 1,5 \cdot 180 = 270$ мм.

Умова виконується, отже вибрана відстань між дисками є достатньою.

Для остаточного вирівнювання поверхні поля та часткового ущільнення верхнього шару ґрунту в конструкції агрегату використовується коток. Основними його параметрами є діаметр і ширина захвату.

Мінімальний допустимий діаметр котка визначається з умови, щоб кут охоплення його ґрунтом не перевищував 20° . Відповідно до геометричної схеми

$$D \geq h / (1 - \cos(\alpha/2)),$$

де h – глибина колії котка.

При $h = 50$ мм та $\alpha = 16^\circ$ отримуємо $D \approx 500$ мм.

Отже, для конструкції агрегату доцільно використовувати коток діаметром не менше 500 мм.

Опір перекочуванню котка визначається залежністю

$$P = k \cdot 0,86 \cdot G^{3/2} / (q_0 \cdot B \cdot D)^{1/4},$$

де G – вага котка, Н; B – ширина захвату, см; D – діаметр котка, см; q_0 – коефіцієнт об'ємної деформації ґрунту; k – коефіцієнт, що враховує тип робочої поверхні котка.

Для прийнятих параметрів: $G = 2000$ Н; $B = 180$ см; $D = 50$ см; $q_0 = 0,4$ Н/см³; $k = 1,03$.

Тоді $P = 383,8$ Н.

Глибина колії котка визначається за формулою

$$h = G^{3/2} / (1,3 \cdot q_0 \cdot B \cdot D^{3/2}).$$

Після підстановки числових значень отримуємо $h = 3,24$ см.

Таким чином, проведені розрахунки показують, що використання сферичних вирізних дисків діаметром 660 мм із кутом атаки 35° та міждисковою відстанню 350 мм забезпечує виконання агротехнічних вимог до обробітку ґрунту на глибину до 180 мм. Застосування прикочувального котка діаметром 500 мм дозволяє якісно вирівнювати поверхню поля, ущільнювати верхній шар ґрунту та покращувати умови для збереження продуктивної вологи.

3.3 Оцінка міцності осі котка за дією робочих навантажень

Для забезпечення надійної роботи модернізованого агрегату виконаємо перевіірочний розрахунок осі опорного котка на згин та зріз.

Умова міцності осі при згині має вигляд:

$$\sigma_{зг} = M_{зг} / W_{зг} \leq [\sigma_{зг}],$$

де $\sigma_{зг}$ – напруження згину, МПа; $M_{зг}$ – згинальний момент, Н·м; $W_{зг}$ – момент опору перерізу, м³; $[\sigma_{зг}]$ – допустиме напруження згину, МПа.

Для виготовлення осі приймаємо сталь 40 згідно з ГОСТ 1050-88.

Момент опору круглого перерізу визначається за формулою:

$$W_{зг} = \pi \cdot d^3 / 32,$$

де d – діаметр осі, м.

При $d = 0,04$ м: $W_{зг} = 3,14 \cdot (0,04)^3 / 32 = 6,28 \cdot 10^{-6}$ м³.

Згинальний момент, що діє на вісь, визначаємо за залежністю:

$$M_{зг} = F \cdot l,$$

де F – прикладене навантаження, Н; l – плече прикладання сили, м.

Приймаємо: $F = 100$ Н; $l = 0,5$ м.

Тоді: $M_{зг} = 100 \cdot 0,5 = 50$ Н·м.

Напруження згину становить:

$$\sigma_{зг} = 50 / (6,28 \cdot 10^{-6}) = 7,96 \text{ МПа}.$$

Допустиме напруження для сталі 40 приймаємо: $[\sigma_{зг}] = 120$ МПа.

Оскільки $7,96 < 120$ МПа, умова міцності на згин виконується.

Далі перевіримо вісь на зріз.

Умова міцності при зрізі має вигляд:

$$\tau_{зр} = F / A_{зр} \leq [\tau],$$

де $\tau_{зр}$ – напруження зрізу, МПа; F – зрізуюча сила, Н; $A_{зр}$ – площа поперечного перерізу, мм²; $[\tau]$ – допустиме напруження зрізу.

Площа поперечного перерізу осі визначається за формулою:

$$A_{зр} = \pi \cdot d^2 / 4.$$

При $d = 40$ мм: $A_{зр} = 3,14 \cdot 40^2 / 4 = 1256$ мм².

Тоді напруження зрізу становить: $\tau_{зр} = 100 / 1256 = 0,08$ МПа.

Допустиме напруження зрізу для сталі 40 приймаємо: $[\tau] = 80 \text{ МПа}$.

Оскільки $0,08 < 80 \text{ МПа}$, умова міцності на зріз також виконується.

Таким чином, результати розрахунків показали, що вісь опорного котка має достатній запас міцності як за умовами згину, так і за умовами зрізу. Прийнята конструкція забезпечує надійну роботу котка під час експлуатації агрегату АГН-4,2 та не потребує збільшення діаметра осі.

3.4 Визначення енергетичних характеристик машини

Для оцінки ефективності роботи модернізованого дискового агрегату АГН-4,2 виконаємо розрахунок його тягово-енергетичних показників. Розрахунок проводимо для агрегування з трактором Т-150К при робочій швидкості 10,1 км/год.

Тяговий опір агрегату АГН-4,2 при виконанні дискового обробітку ґрунту становить $R = 18,23 \text{ кН}$.

Потужність, необхідна безпосередньо для виконання технологічного процесу обробітку ґрунту, визначається за формулою

$$N_p = (R \cdot V) / 3,6,$$

де R – тяговий опір агрегату, кН; V – робоча швидкість руху, км/год.

Підставивши значення, отримаємо $N_p = (18,23 \cdot 10,1) / 3,6 = 51,1 \text{ кВт}$.

Загальна потужність, необхідна для роботи агрегату, складається з потужності на виконання технологічного процесу та втрат у трансмісії, на кочення і буксування:

$$N_{\text{заг}} = N_{\text{тр}} + N_{\text{к}} + N_{\text{б}} + N_p$$

Втрати потужності в трансмісії визначаються за виразом

$$N_{\text{тр}} = (P_3 \cdot V) / (3,6 \cdot \eta_{\text{тр}}),$$

де P_3 – сила зчеплення трактора, кН; $\eta_{\text{тр}}$ – ККД трансмісії.

Номінальна сила зчеплення трактора визначається залежністю

$$P_3 = \mu \cdot G_{\text{тр}},$$

де μ – коефіцієнт зчеплення рушіїв із ґрунтом; $G_{\text{тр}}$ – експлуатаційна вага трактора, кН.

При $\mu = 0,5$; $G_{\text{тр}} = 12,8$ кН одержимо $P_z = 0,5 \cdot 12,8 = 6,4$ кН.

Тоді втрати потужності в трансмісії становитимуть $N_{\text{тр}} = (6,4 \cdot 10,1) / (3,6 \cdot 0,92) = 19,5$ кВт.

Втрати потужності на кочення агрегату визначаються за формулою

$$N_k = (P_f \cdot V) / 3,6,$$

де P_f – сила опору коченню трактора.

Силу опору коченню визначаємо:

$$P_f = f \cdot G_{\text{тр}},$$

де f – коефіцієнт опору коченню.

За умови $f = 0,086$; $G_{\text{тр}} = 76$ кН одержимо $P_f = 0,086 \cdot 76 = 6,54$ кН.

Тоді $N_k = (6,54 \cdot 10,1) / 3,6 = 18,3$ кВт.

Втрати потужності на буксування визначаємо за залежністю

$$N_b = (\delta \cdot N_e \cdot \eta_{\text{тр}}) / 100,$$

де δ – буксування рушіїв трактора, %; N_e – ефективна потужність двигуна трактора, кВт.

Для трактора Т-150К: $N_e = 121,3$ кВт; $\delta = 10$ %.

Тоді $N_b = (10 \cdot 121,3 \cdot 0,92) / 100 = 11,1$ кВт.

Загальна потужність, необхідна для роботи агрегату АГН-4,2, становить

$$N_{\text{заг}} = 19,5 + 18,3 + 11,1 + 51,1 = 100,0 \text{ кВт.}$$

Коефіцієнт використання потужності двигуна визначаємо за формулою

$$K_v = N_{\text{заг}} / N_e.$$

Після підстановки числових значень отримаємо $K_v = 100,0 / 121,3 = 0,82$.

Отримане значення свідчить, що трактор Т-150К забезпечує ефективну роботу агрегату АГН-4,2 із достатнім запасом потужності. Коефіцієнт використання потужності двигуна становить 0,82, що відповідає рекомендованому діапазону 0,75–0,90 для енергонасичених машинно-тракторних агрегатів та забезпечує раціональне використання енергетичних ресурсів під час виконання дискового обробітку ґрунту.

3.5 Висновки з розділу

У результаті проведеного аналізу конструкції ґрунтообробного агрегату АГН-4,2 встановлено, що дана машина ефективно виконує поверхневий та мілкий обробіток ґрунту, забезпечуючи подрібнення пожнивних решток, розпушування верхнього шару та вирівнювання поверхні поля. Разом із тим виявлено окремі конструктивні недоліки, які негативно впливають на якість обробітку ґрунту та енергетичні показники роботи агрегату.

На основі аналізу технологічного процесу обґрунтовано необхідність удосконалення конструкції агрегату АГН-4,2 шляхом модернізації робочих органів та опорного котка. Запропоновані конструктивні рішення спрямовані на покращення кришення ґрунту, вирівнювання поверхні поля, більш інтенсивне перемішування рослинних решток з ґрунтом та підвищення стабільності роботи агрегату.

Виконано розрахунок основних конструктивно-технологічних параметрів дискових робочих органів. За результатами розрахунків обґрунтовано використання дисків діаметром 650–660 мм з кутом атаки 35° та міждисковою відстанню 350 мм, що забезпечує виконання агротехнічних вимог до обробітку ґрунту на глибину до 180 мм.

Проведений міцнісний розрахунок осі опорного котка показав, що напруження згину та зрізу є значно меншими за допустимі значення для сталі 40, що підтверджує достатній запас міцності та надійність запропонованої конструкції.

У ході тягово-енергетичного розрахунку встановлено, що загальна потужність, необхідна для роботи агрегату, становить близько 100 кВт, а коефіцієнт використання потужності трактора Т-150К дорівнює 0,82. Отримане значення свідчить про раціональне завантаження енергетичного засобу та ефективну роботу машинно-тракторного агрегату.

4 РОЗРОБКА ОПЕРАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ КАРТИ ОБРОБІТКУ ГРУНТУ

Однією з найважливіших умов ефективного використання машинно-тракторних агрегатів є розробка операційно-технологічної карти виконання технологічного процесу. Операційно-технологічна карта являє собою технічний документ, у якому визначаються склад агрегату, параметри роботи, способи руху, організація виконання технологічного процесу та показники ефективності використання техніки. Її розробка дозволяє забезпечити високу якість виконання технологічної операції, раціональне використання енергетичних засобів і зниження експлуатаційних витрат.

У даному проєкті операційно-технологічна карта розробляється для виконання основного обробітку ґрунту під посів ячменю озимого модернізованим агрегатом АГН-4,2. Основним завданням операції є розпушування верхнього шару ґрунту, подрібнення рослинних решток попередника, їх часткове загортання та вирівнювання поверхні поля.

Вихідні дані для розробки операційно-технологічної карти. Обробіток виконується після збирання попередника на полі площею 100 га. Тип ґрунту – чорнозем звичайний середньосуглинковий. Вологість ґрунту в оброблюваному шарі становить 18–22 %, твердість – до 2,5 МПа. Рельєф поля рівнинний із незначним ухилом.

Для виконання операції використовується машинно-тракторний агрегат у складі: трактор Т-150К; модернізований дисковий агрегат АГН-4,2.

Основні параметри агрегату:

- ширина захвату – 4,2 м;
- глибина обробітку – 18 см;
- кількість дисків – 32 шт.;
- діаметр дисків – 660 мм;
- відстань між дисками – 350 мм;
- робоча швидкість – 10,1 км/год.

Агротехнічні вимоги до виконання операції. Основний обробіток ґрунту повинен забезпечувати:

- дотримання заданої глибини обробітку 18 ± 2 см;
- повне підрізання бур'янів;
- подрібнення рослинних решток та рівномірне їх перемішування з ґрунтом;
- вирівнювання поверхні поля;
- висоту гребенів не більше 4 см;
- відсутність необроблених ділянок і огріхів;
- відхилення глибини обробітку по ширині захвату не більше ± 10 %.

Виконання зазначених вимог створює сприятливі умови для накопичення вологи та якісної підготовки поля до сівби ячменю озимого.

Підготовка агрегату до роботи. Перед початком роботи проводять технічний огляд трактора та дискового агрегату. Перевіряють технічний стан робочих органів, підшипникових вузлів, елементів кріплення, гідросистеми та ходової частини.

Особливу увагу приділяють перевірці стану дисків. Робочі органи не повинні мати тріщин, деформацій та надмірного зношування різальної крайки. Також перевіряється правильність установа кута атаки дисків та справність механізмів регулювання глибини обробітку.

Перед виїздом у поле виконують контрольне регулювання агрегату та встановлюють необхідну глибину обробітку.

Вибір способу руху агрегату. Для обробітку великих прямокутних полів найбільш раціональним є човниковий спосіб руху. Він забезпечує мінімальні витрати часу на повороти та сприяє підвищенню продуктивності агрегату.

Роботу починають з обробітку поворотних смуг. Після цього виконують основний обробіток загінним способом. Ширину поворотної смуги визначають із умови безпечного розвороту агрегату.

Ширина поворотної смуги становить:

$$E = 3R + l,$$

де R – радіус повороту агрегату; l – кінематична довжина агрегату.

Для агрегату АГН-4,2 приймаємо ширину поворотної смуги 18–20 м.

Розрахунок продуктивності агрегату. Змінна продуктивність агрегату визначається за формулою:

$$W = 0,1 \cdot B \cdot V \cdot \tau,$$

де B – ширина захвату агрегату, м; V – робоча швидкість руху, км/год; τ – коефіцієнт використання часу зміни.

Приймаємо: $B = 4,2$ м; $V = 10,1$ км/год; $\tau = 0,80$.

Тоді $W = 0,1 \cdot 4,2 \cdot 10,1 \cdot 0,8 = 3,39$ га/год.

За тривалості зміни 8 годин змінна продуктивність становитиме: $W_{зм} = 3,39 \cdot 8 = 27,1$ га/зм.

Для виконання робіт на площі 100 га необхідно: $T = 100 / 27,1 = 3,7$ зміни.

Приймаємо 4 зміни.

Розрахунок витрати палива. Питома витрата палива для агрегату АГН-4,2 становить: $q = 12$ л/га.

Тоді загальна витрата палива на площі 100 га:

$$Q = q \cdot F,$$

де F – площа поля, га.

$$Q = 12 \cdot 100 = 1200 \text{ л.}$$

Витрата палива за зміну становить: $Q_{зм} = 1200 / 4 = 300$ л.

Розрахунок трудових витрат. Трудові витрати визначаються за формулою:

$$З_t = n \cdot T,$$

де n – кількість працівників; T – тривалість роботи, год.

Обслуговування агрегату здійснює один механізатор.

Загальна тривалість роботи: $T = 100 / 3,39 = 29,5$ год.

Тоді трудові витрати становлять: $З_t = 1 \cdot 29,5 = 29,5$ люд.-год.

Питомі трудові витрати: $З_n = 29,5 / 100 = 0,295$ люд.-год/га.

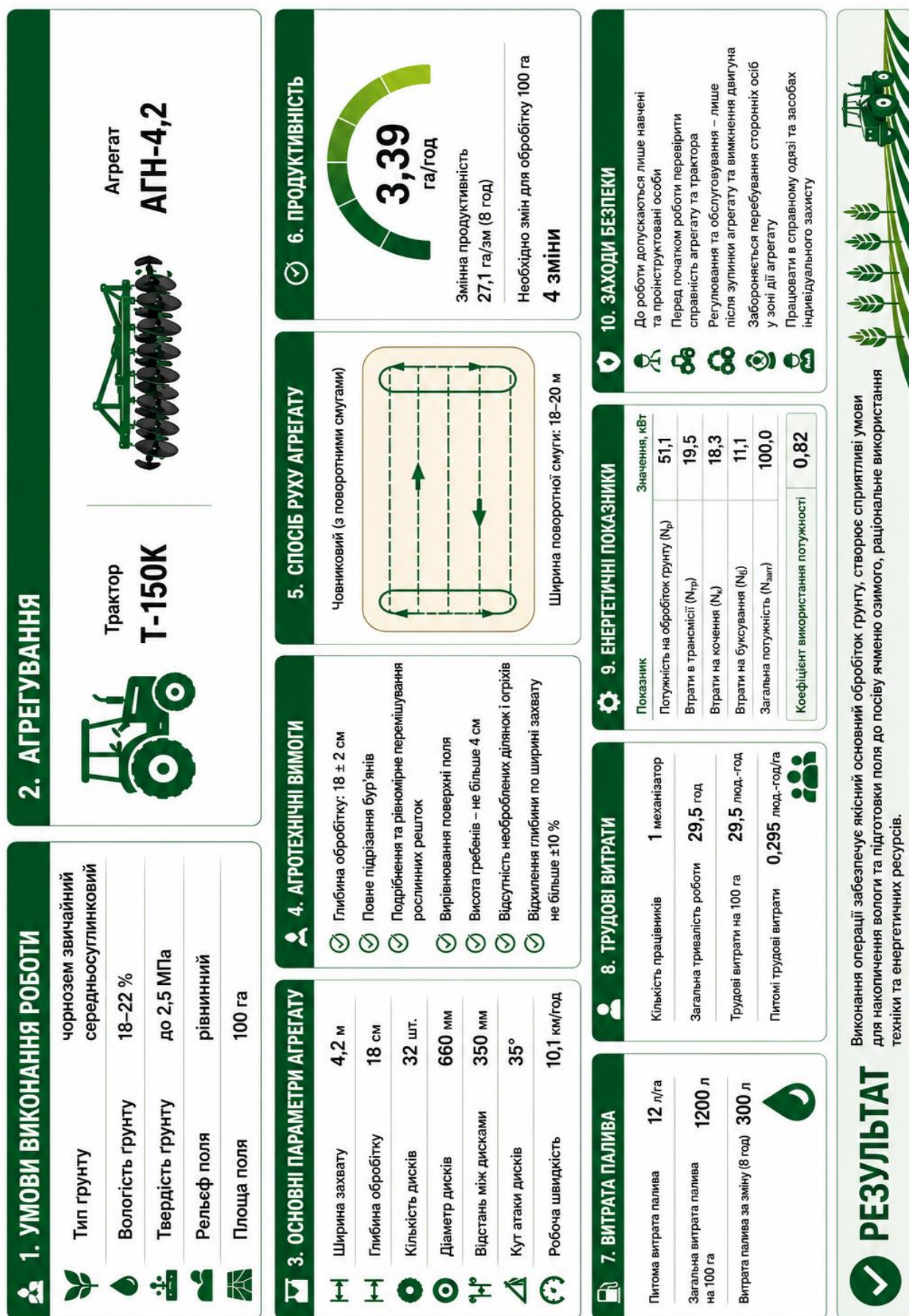


Рисунок 4.1 – Схема виконання технологічної операції – обробітку ґрунту

Заходи безпеки під час виконання роботи. До роботи допускаються особи, які пройшли навчання та інструктаж з охорони праці. Під час роботи забороняється перебування сторонніх осіб у зоні дії агрегату. Усі регулювання та технічне обслуговування проводяться лише після повної зупинки агрегату та вимкнення двигуна трактора.

Перед початком роботи необхідно перевірити справність гальмівної системи, освітлення та гідравлічного обладнання. Особливу увагу слід приділяти надійності кріплення дискових робочих органів.

Розроблена операційно-технологічна карта дозволяє забезпечити якісне виконання основного обробітку ґрунту під посів ячменю озимого модернізованим агрегатом АГН-4,2. При ширині захвату 4,2 м та робочій швидкості 10,1 км/год агрегат забезпечує продуктивність 3,39 га/год. Для обробітку площі 100 га необхідно 4 робочі зміни, при цьому загальна витрата палива становить 1200 л, а трудові витрати – 29,5 люд.-год. Використання модернізованого агрегату забезпечує дотримання агротехнічних вимог та сприяє підвищенню ефективності технології вирощування ячменю озимого.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Одним із найважливіших завдань сучасного сільськогосподарського виробництва є забезпечення безпечних умов праці працівників під час виконання механізованих технологічних процесів. При вирощуванні ячменю озимого значна частина робіт виконується за допомогою машинно-тракторних агрегатів, тому особливу увагу необхідно приділяти питанням охорони праці під час експлуатації ґрунтообробної техніки.

Під час виконання основного обробітку ґрунту модернізованим агрегатом АГН-4,2 на працівників можуть впливати небезпечні та шкідливі виробничі фактори, серед яких рухомі частини машин, підвищений рівень шуму та вібрації, пил, несприятливі метеорологічні умови, а також можливість травмування під час технічного обслуговування агрегату.

До роботи на тракторі та ґрунтообробному агрегаті допускаються особи, які досягли 18-річного віку, пройшли медичний огляд, навчання з охорони праці, інструктаж з безпеки праці та мають посвідчення тракториста-машиніста відповідної категорії. Перед початком роботи механізатор повинен провести щозмінний технічний огляд агрегату. Особливу увагу необхідно приділити справності гальмівної системи трактора, рульового керування, освітлювальних приладів, гідросистеми, надійності кріплення дисків, котків та інших робочих органів. Експлуатація несправної техніки забороняється.

Під час агрегування трактора з дисковим агрегатом необхідно дотримуватися вимог безпеки. З'єднання машин слід виконувати на рівному майданчику при загальмованому тракторі. Під час приєднання агрегату забороняється перебування людей між трактором і машиною.

Перед початком руху механізатор повинен переконатися у відсутності людей у небезпечній зоні та подати попереджувальний звуковий сигнал. Під час роботи забороняється перебування сторонніх осіб ближче ніж на 30 м від агрегату.

У процесі роботи необхідно підтримувати встановлену швидкість руху та контролювати якість виконання технологічної операції. Регулювання робочих

органів, очищення дисків від рослинних решток або усунення несправностей допускається виконувати лише після повної зупинки агрегату та вимкнення двигуна трактора.

Особливу небезпеку становлять роботи на схилах. При виконанні обробітку ґрунту на полях із поперечним ухилом понад 8° необхідно дотримуватись підвищених вимог безпеки та уникати різких маневрів, які можуть призвести до втрати стійкості машинно-тракторного агрегату.

Для зниження впливу шуму та вібрації рекомендується використовувати трактори із сучасними кабінами, обладнаними амортизаційними сидіннями та системами вентиляції. Рівень шуму на робочому місці механізатора не повинен перевищувати нормативних значень.

Під час проведення технічного обслуговування та ремонту агрегату необхідно використовувати справний інструмент і засоби індивідуального захисту. Забороняється виконувати ремонтні роботи під піднятим агрегатом без встановлення надійних упорів.

Для забезпечення пожежної безпеки трактор повинен бути укомплектований справним вогнегасником, а місця заправлення паливом необхідно утримувати в чистоті. Забороняється палити під час заправлення та обслуговування паливної системи.

Важливим напрямом сучасного аграрного виробництва є мінімізація негативного впливу сільськогосподарської техніки на навколишнє середовище. При вирощуванні ячменю озимого та виконанні механізованих робіт необхідно забезпечувати раціональне використання природних ресурсів і дотримання екологічних вимог.

Одним із основних джерел впливу на довкілля є процес обробітку ґрунту. Надмірна інтенсивність механічного впливу може сприяти руйнуванню структури ґрунту, прискоренню ерозійних процесів та зменшенню вмісту органічної речовини. Використання модернізованого агрегату АГН-4,2 дозволяє застосовувати ресурсозберігаючу технологію обробітку, що забезпечує збереження рослинних решток на поверхні поля та зменшує ризик розвитку водної й вітрової ерозії.

Важливим екологічним заходом є збереження родючості ґрунту. Для цього необхідно дотримуватися науково обґрунтованих сівозмін, своєчасно вносити органічні та мінеральні добрива, а також запобігати ущільненню ґрунту внаслідок багаторазових проходів техніки.

Застосування сучасних широкозахватних агрегатів дозволяє скоротити кількість проходів по полю, знизити витрати палива та зменшити викиди шкідливих речовин в атмосферу. Завдяки підвищенню продуктивності модернізованого агрегату АГН-4,2 зменшується загальна тривалість роботи двигуна трактора та відповідно скорочується обсяг вихлопних газів.

Особливу увагу слід приділяти запобіганню забрудненню ґрунтів і водних ресурсів паливно-мастильними матеріалами. Заправлення та технічне обслуговування техніки необхідно проводити лише на спеціально обладнаних майданчиках. У разі розливу нафтопродуктів забруднений ґрунт повинен бути зібраний та утилізований відповідно до чинних екологічних вимог.

Під час використання засобів захисту рослин необхідно суворо дотримуватися встановлених норм їх внесення та правил безпечного поводження з пестицидами. Обробку посівів слід проводити за сприятливих погодних умов для запобігання знесенню препаратів за межі поля.

Важливим екологічним заходом є раціональне використання рослинних решток. Подрібнення та рівномірне розподілення пожнивних залишків по поверхні поля сприяє накопиченню органічної речовини в ґрунті, покращенню його структури та підвищенню вологоутримувальної здатності.

Отже, дотримання вимог охорони праці під час експлуатації модернізованого агрегату АГН-4,2 забезпечує безпечні умови праці механізаторів та знижує ризик виробничого травматизму. Одночасно впровадження ресурсозберігаючих технологій обробітку ґрунту та виконання комплексу природоохоронних заходів сприяє зменшенню негативного впливу виробничої діяльності на навколишнє середовище та забезпечує екологічно безпечне вирощування ячменю озимого.

6 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ УДОСКОНАЛЕНОГО ГРУНТООБРОБНОГО АГРЕГАТУ АГН-4,2

Економічна ефективність модернізації ґрунтообробного агрегату АГН-4,2 визначається шляхом порівняння техніко-експлуатаційних та економічних показників базової та удосконаленої конструкцій. Основними критеріями оцінки є продуктивність праці, витрати палива, трудомісткість виконання робіт, експлуатаційні витрати та строк окупності додаткових капіталовкладень.

Розрахунки виконані для умов обробітку 500 га ріллі за сезон.

Розрахунок продуктивності агрегату. Годинна продуктивність агрегату визначається за формулою:

$$W_{\Gamma} = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot \tau,$$

де B_p – робоча ширина захвату агрегату, м; V_p – робоча швидкість руху, км/год; τ – коефіцієнт використання часу зміни.

Для серійного агрегату АГН-4,2: $W_{\Gamma} = 0,1 \cdot 4,2 \cdot 10,1 \cdot 0,80 = 3,39$ га/год.

Після модернізації завдяки покращенню конструкції котка та стабілізації технологічного процесу робоча швидкість може бути збільшена до 11,5 км/год.

Тоді продуктивність удосконаленого агрегату становитиме: $W_{\Gamma_{\text{уд}}} = 0,1 \cdot 4,2 \cdot 11,5 \cdot 0,82 = 3,96$ га/год.

Змінна продуктивність:

$$W_{\text{зм}} = W_{\Gamma} \cdot T_{\text{зм}},$$

де $T_{\text{зм}} = 8$ год.

Для базового агрегату: $W_{\text{зм}} = 3,39 \cdot 8 = 27,1$ га/зм.

Для удосконаленого: $W_{\text{змуд}} = 3,96 \cdot 8 = 31,7$ га/зм.

Таким чином, підвищення змінної продуктивності становить: $\Delta W = 31,7 - 27,1 = 4,6$ га/зм, або 17 %.

Розрахунок трудових витрат. Для виконання сезонного обсягу робіт 500 га необхідно:

$$T = F / W_{\Gamma},$$

де F – площа обробітку, га.

Для базового агрегату: $T = 500/3,39 = 147,5$ год.

Для удосконаленого: $T_{уд} = 500/3,96 = 126,3$ год.

Трудові витрати відповідно становлять: $Z_T = 147,5$ люд.-год; $Z_{Tуд} = 126,3$ люд.-год.

Економія трудових витрат: $\Delta Z_T = 147,5 - 126,3 = 21,2$ люд.-год.

Розрахунок витрат палива. Питома витрата палива для серійного агрегату АГН-4,2 становить: $q_6 = 12,0$ л/га.

Після модернізації за рахунок більш стабільного руху агрегату та покращення роботи котка витрата палива знижується до: $q_{уд} = 10,8$ л/га.

Загальні витрати палива на сезон:

$$Q = q \cdot F.$$

Для серійного агрегату: $Q_6 = 12 \cdot 500 = 6000$ л.

Для удосконаленого агрегату: $Q_{уд} = 10,8 \cdot 500 = 5400$ л.

Річна економія палива становить: $\Delta Q = 6000 - 5400 = 600$ л.

За середньої вартості дизельного палива 60 грн/л: $E_{пал} = 600 \cdot 60 = 36000$ грн.

Амортизаційні відрахування. Балансова вартість серійного агрегату АГН-4,2 становить: $B_6 = 480000$ грн.

Вартість модернізації: $\Delta B = 45000$ грн.

Балансова вартість удосконаленого агрегату: $B_{уд} = 480000 + 45000 = 525000$ грн.

Річна сума амортизаційних відрахувань визначається за формулою:

$$A = B \cdot H_a / 100,$$

де H_a – норма амортизації, приймаємо 12,5 %.

Для удосконаленого агрегату: $A = 525000 \cdot 12,5/100 = 65625$ грн.

Розрахунок експлуатаційних витрат. До складу експлуатаційних витрат входять:

- витрати на паливо;
- оплата праці механізатора;
- амортизаційні відрахування;
- витрати на ремонт і технічне обслуговування.

Експлуатаційні витрати на 1 га становлять:

для серійного агрегату: $I_6 = 1120$ грн/га;

для удосконаленого агрегату: $I_{уд} = 1040$ грн/га.

Економія експлуатаційних витрат:

$$E_{пр} = I_6 - I_{уд} = 1120 - 1040 = 80 \text{ грн/га.}$$

Річний економічний ефект. Річна економія коштів визначається:

$$E_p = E_{пр} \cdot F = 80 \cdot 500 = 40000 \text{ грн.}$$

Крім цього, економія від зменшення трудових витрат становить:

$$E_T = 21,2 \cdot 150 = 3180 \text{ грн,}$$

де 150 грн/год – середня вартість механізованої праці.

Загальний економічний ефект:

$$E_{заг} = 40000 + 3180 = 43180 \text{ грн.}$$

Строк окупності модернізації. Строк окупності додаткових капіталовкладень визначається за формулою:

$$T_{ок} = \Delta B / E_{заг} = 45000 / 43180 = 1,04 \text{ року.}$$

Таким чином, додаткові витрати на модернізацію агрегату АГН-4,2 окупаються приблизно за один рік експлуатації.

Таблиця 6.1 – Техніко-економічні показники роботи агрегату АГН-4,2

Показник	Базовий АГН-4,2	Удосконалений АГН-4,2
Годинна продуктивність, га/год	3,39	3,96
Змінна продуктивність, га/зм	27,1	31,7
Трудові витрати на 500 га, люд.-год	147,5	126,3
Питома витрата палива, л/га	12,0	10,8
Загальна витрата палива на 500 га, л	6000	5400
Експлуатаційні витрати, грн/га	1120	1040
Річна економія коштів, грн	—	40000
Загальний економічний ефект, грн	—	43180
Додаткові капіталовкладення, грн	—	45000
Строк окупності, років	—	1,04

Проведений техніко-економічний аналіз показав, що модернізація ґрунтообробного агрегату АГН-4,2 є економічно доцільною. Удосконалена

конструкція забезпечує підвищення продуктивності на 17 %, зменшення питомих витрат палива на 10 %, скорочення трудових витрат та зниження експлуатаційних витрат на 80 грн/га. Загальний річний економічний ефект становить понад 43 тис. грн, а строк окупності додаткових капіталовкладень не перевищує одного року, що підтверджує ефективність запропонованого технічного рішення.

ВИСНОВКИ

1. У результаті аналізу встановлено, що ячмінь озимий є важливою зерновою культурою України з високим виробничим потенціалом та значним продовольчим і кормовим значенням. Одним із визначальних чинників формування його врожайності є система обробітку ґрунту, яка забезпечує збереження вологи та створення сприятливих умов для розвитку рослин. Найбільш перспективними є ресурсозберігаючі технології обробітку. Дослідження сучасних ґрунтообробних машин показало, що ефективним засобом підготовки ґрунту під ячмінь озимий є дискові агрегати. Агрегат АГН-4,2 характеризується високими техніко-експлуатаційними показниками та широко застосовується в технологіях мінімального обробітку ґрунту. Водночас наявні конструктивні недоліки обумовлюють доцільність його модернізації з метою підвищення якості обробітку, зниження енерговитрат і підвищення ефективності вирощування культури.

2. У результаті розробки плану механізованих робіт з вирощування ячменю озимого обґрунтовано послідовність виконання основних технологічних операцій та підібрано комплекс сучасних машин і агрегатів для їх реалізації. Встановлено, що своєчасне та якісне виконання механізованих робіт є однією з основних умов отримання високої врожайності культури та ефективного використання матеріально-технічних ресурсів. За результатами розрахунків встановлено, що для вирощування ячменю озимого на площі 100 га загальні трудові витрати становлять 135,5 люд.-год, а сумарна витрата палива – 4650 л. Найбільш енергоємними операціями є основний обробіток ґрунту та збирання врожаю, на які припадає найбільша частка витрат паливно-мастильних матеріалів. Проведені розрахунки свідчать, що підвищення ефективності технології вирощування ячменю озимого доцільно здійснювати шляхом удосконалення конструкції ґрунтообробного агрегату АГН-4,2, що дозволить знизити енергетичні витрати, підвищити продуктивність виконання робіт та покращити якість обробітку ґрунту.

3. У результаті аналізу встановлено, що агрегат АГН-4,2 ефективно виконує обробіток ґрунту, проте має окремі конструктивні недоліки, які обумовлюють доцільність його модернізації. Запропоноване удосконалення робочих органів і опорного котка

спрямоване на покращення якості обробітку та підвищення стабільності роботи агрегату. Розрахунками обґрунтовано використання дисків діаметром 650–660 мм з кутом атаки 35° та міждисловою відстанню 350 мм. Міцнісний розрахунок осі котка підтвердив достатній запас міцності конструкції. Тягово-енергетичний розрахунок показав, що для роботи агрегату необхідна потужність близько 100 кВт, а коефіцієнт використання потужності трактора Т-150К становить 0,82, що свідчить про ефективну роботу машинно-тракторного агрегату. Отримані результати є підставою для подальшого обґрунтування та розробки модернізації агрегату АГН-4,2, спрямованої на підвищення ефективності його використання в технології вирощування ячменю озимого.

4. Розроблена операційно-технологічна карта дозволяє забезпечити якісне виконання основного обробітку ґрунту під посів ячменю озимого модернізованим агрегатом АГН-4,2. При ширині захвату 4,2 м та робочій швидкості 10,1 км/год агрегат забезпечує продуктивність 3,39 га/год. Для обробітку площі 100 га необхідно 4 робочі зміни, при цьому загальна витрата палива становить 1200 л, а трудові витрати – 29,5 люд.-год. Використання модернізованого агрегату забезпечує дотримання агротехнічних вимог та сприяє підвищенню ефективності технології вирощування ячменю озимого.

5. Дотримання вимог охорони праці під час експлуатації модернізованого агрегату АГН-4,2 забезпечує безпечні умови праці механізаторів та знижує ризик виробничого травматизму. Одночасно впровадження ресурсозберігаючих технологій обробітку ґрунту та виконання комплексу природоохоронних заходів сприяє зменшенню негативного впливу виробничої діяльності на навколишнє середовище та забезпечує екологічно безпечне вирощування ячменю озимого.

6. Проведений техніко-економічний аналіз показав, що модернізація ґрунтообробного агрегату АГН-4,2 є економічно доцільною. Удосконалена конструкція забезпечує підвищення продуктивності на 17%, зменшення питомих витрат палива на 10%, скорочення трудових витрат та зниження експлуатаційних витрат на 80 грн/га. Загальний річний економічний ефект становить понад 43 тис. грн, а строк окупності додаткових капіталовкладень не перевищує одного року, що підтверджує ефективність запропонованого технічного рішення.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Агрегат вертикального обробітку ґрунту ВТ-7 [Електронний ресурс] // ТОВ «Краснянське спеціалізоване підприємство «Агромаш». URL: <https://krasnagromash.vn.ua>.
2. Агрегат комбінований АК-6 «Георгій» [Електронний ресурс]. URL: <https://technotorg.com>.
3. Алієв Е. Б., Теслюк Г. В., Белка О. В., Пацула О. М. Чисельне моделювання процесу роботи ґрунтообробного модуля для передпосівного обробітку ґрунту // Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН. 2023. № 34. С. 132–145. DOI: 10.36710/ІОС-2023-34-12.
4. Андрійченко Л. В., Лавришина О. Є. Сорти дворучки ячменю озимого для вирощування в умовах Півдня Миколаївської області // Зернові культури. 2019. Т. 3, № 2. С. 286–292. DOI: 10.31867/2523-4544/0088.
5. Bednar FMT. Обробіток ґрунту [Електронний ресурс]. URL: <https://www.bednar.com/en/tillage/>.
6. Біловус Г. Я. Оцінка сортозразків ячменю озимого за стійкістю до збудників листових хвороб та урожайністю // Вісник аграрної науки. 2022. № 3 (828). С. 20–27. DOI: 10.31073/agrovisnyk202203-03.
7. Ветохін В. І. Системні та фізико-хімічні основи проектування розпушувачів ґрунту : автореф. дис. ... д-ра техн. наук : 05.05.11. Глеваха, 2010. 15 с.
8. Вожегова Р. А., Резніченко Н. Д. Вплив способів основного обробітку ґрунту та доз добрив на фітосанітарний стан та забур'яненість посівів ячменю озимого при вирощуванні на зрошенні // Інноваційні розробки – підвищенню ефективності роботи агропромислового комплексу : матеріали Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. Херсон, 2015. С. 26–28.
9. Войтюк Д. Г., Яцун С. С., Довжик М. Я. та ін. Сільськогосподарські машини: основи теорії та розрахунку : навч. посіб. / за ред. Д. Г. Войтюка. Суми : Університетська книга, 2008. 450 с.

10. Гамаюнова В. В., Кувшинова А. О. Особливості водоспоживання ячменю озимого залежно від сорту і оптимізації живлення в умовах Південного Степу України // Аграрні інновації. 2020. № 4. С. 11–17. DOI: 10.32848/agrar.innov.2020.4.2.
11. Гудзенко В. М. Селекційна оцінка колекційних зразків ячменю озимого в умовах Лісостепу України // Агробіологія. 2014. № 2. С. 29–33.
12. Гудзенко В. М. Урожайність та стабільність миронівських сортів ячменю озимого // Селекція і насінництво. 2018. Вип. 113. С. 55–77.
13. Гудзенко В. М. Урожайність, пластичність та стабільність ячменю озимого у Центральному Лісостепу України // Селекція і насінництво. 2013. Вип. 103. С. 231–240.
14. Гудзенко В. М., Васильківський С. П. Виведення сортів ячменю озимого, адаптованих до сучасних умов Лісостепу України // Збірник наукових праць Уманського НУС. 2017. Вип. 90, ч. 1. С. 63–70.
15. Гудзенко В. М., Васильківський С. П. Основні напрями та завдання селекції ячменю озимого у Центральному Лісостепу України // Новітні агротехнології. 2016. № 1.
16. Гудзь В. П., Примак І. Д., Будьонний Ю. В., Танчик С. П. Землеробство : підручник. Київ : Центр учбової літератури, 2010. 464 с.
17. Державна служба статистики України. Площі, валові збори та урожайність сільськогосподарських культур за їх видами [Електронний ресурс]. URL: <https://www.ukrstat.gov.ua>.
18. Експлуатація машинно-тракторного парку в аграрному виробництві / В. Ю. Ільченко та ін.; за ред. В. Ю. Ільченка. Київ : Урожай, 1993. 288 с.
19. Забезпечення ефективності робочих органів культиваторів : монографія / О. В. Козаченко, О. М. Шкрегаль, В. С. Каденко. Харків : ПромАрт, 2021. 238 с.
20. Заїка П. М. Теорія сільськогосподарських машин. Т. 1, ч. 1 : Машини та знаряддя для обробітку ґрунту. Харків : Око, 2001. 444 с.

21. Засуха В. Забезпечення агрофірм сучасною ґрунтообробною технікою та ефективність її використання [Електронний ресурс]. URL: <https://propozitsiya.com>.
22. Землеробство : підручник / С. П. Танчик, О. С. Павлов, А. І. Бабенко. Київ : НУБіП України, 2025. 338 с.
23. Кирильчук А. М., Щербиніна Н. П., Чухлеб С. Л. Ячмінь – стан та шляхи збільшення виробництва зерна // Таврійський науковий вісник. 2023. № 131. С. 90–103. DOI: 10.32782/2226-0099.2023.131.11.
24. Кобець А., Алієв Е., Теслюк Г., Алієва О. Simulation of the interaction between the working bodies of tillage machines and the soil in Simcenter STAR-CCM+ // Machinery & Energetics. 2023. Vol. 14, № 1. P. 9–23. DOI: 10.31548/machinery/1.2023.09.
25. Кошова В. М., Коберніцька А. О. Характеристика пивоварних сортів озимого ячменю України // Scientific Achievements of Countries of Europe in the Field of Natural Sciences : collective monograph. Riga : Baltija Publishing, 2018. P. 34–48.
26. Лещенко С. М., Сало В. М., Петренко Д. І., Васильковський О. М. Вплив конструктивно-технологічних параметрів робочих органів глибокорозпущувача на тяговий опір // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. 2018. Вип. 48. С. 12–21.
27. Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф. Рослинництво. Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур. Львів : НВФ «Українські технології», 2006. 730 с.
28. Лінчевський А. А., Легкун І. Б. Нове ставлення до культури ячменю і селекція в умовах зміни клімату // Вісник аграрної науки. 2020. № 9 (810). С. 34–42. DOI: 10.31073/agrovisnyk202009-05.
29. Мазур В. А., Поліщук І. С., Телекало Н. В., Мордванюк М. О. Рослинництво : навч. посіб. Ч. 1. Вінниця : ТОВ «Друк», 2020. 352 с.

30. Міністерство аграрної політики та продовольства України. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні [Електронний ресурс]. URL: <https://minagro.gov.ua>.
31. Назімов С. С. Оптимізація прийомів вирощування ячменю ярого в умовах ТОВ «Агроліга» Криворізького району Дніпропетровської області : магістерська кваліфікаційна робота. Дніпро : ДДАЕУ, 2023. 62 с.
32. Пати́ка Н. І., При́б К. А. Світовий ринок рослинницьких продуктів та позиції України на ньому // Проблеми системного підходу в економіці. 2019. № 1 (69). С. 107–114. DOI: 10.32782/2520-2200/2019-1-16.
33. Перни́коза А. В. Комплексна механізація вирощування озимого ячменю в умовах ТОВ «Аграрна Фрут Лука» Вінницької області : дипломний проєкт бакалавра. Хмельницький : ХНУ, 2022. 67 с.
34. Сільськогосподарські машини: основи теорії та розрахунку : навч. посіб. / за ред. Д. Г. Войтюка, С. С. Яцуна, М. Я. Довжика. Суми : Університетська книга, 2008. 450 с.
35. Теслюк Г. В., Алієв Е. Б., Золотовська О. В. Обґрунтування форми пазуреподібного прутка ґрунтообробного агрегату для передпосівного обробітку // Сільськогосподарські машини. 2024. № 50. С. 7–17. DOI: 10.36910/asst.vi50.1313.
36. Технологічні карти та витрати на вирощування сільськогосподарських культур з різним ресурсним забезпеченням / за ред. Д. І. Мазоренка, Г. Є. Мазнева. Харків : ХНТУСГ, 2006. 725 с.
37. Aliiev E., Tesliuk H. Analytical justifications of constructive parameters of bionic colters for vertical soil treatment // Machinery & Energetics. 2024. Vol. 15, № 3. P. 129–139. DOI: 10.31548/machinery/3.2024.129.
38. Aliiev E., Tesliuk H., Puhach A., Kobets O., Zolotovska O., Boiko V. Improving the work process efficiency of a tillage module for pre-sowing tillage // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 2023. Vol. 4, № 1 (124). P. 60–71. DOI: 10.15587/1729-4061.2023.284597.

ДОДАТКИ

Дніпровський державний аграрно-економічний університет
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра експлуатації машинно-тракторного парку

Ефективність використання техніки при вирощуванні ячменю озимого з модернізацією ґрунтообробного агрегату АГН-4,2

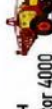
Демонстраційний матеріал до дипломного проєкту освітнього ступеня «Бакалавр»

Виконав: студент 3 курсу, групи АІС-3-23 за
спеціальністю 208 «Агроінженерія»
Черниш Владислав Борисович

Керівники: к.т.н., доц.
Деркач Олексій Дмитрович
асистент
Муранов Євген Сергійович

Дніпро, 2026

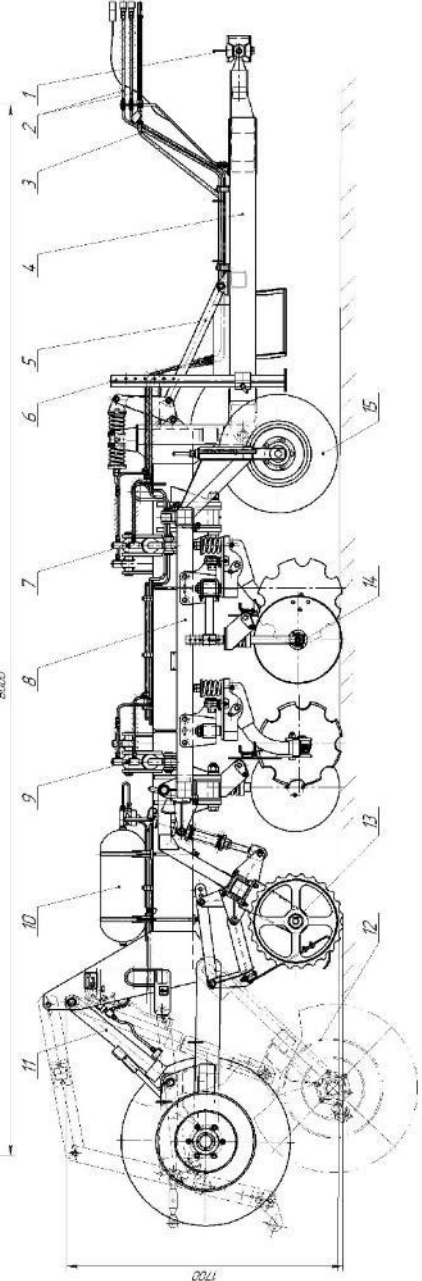
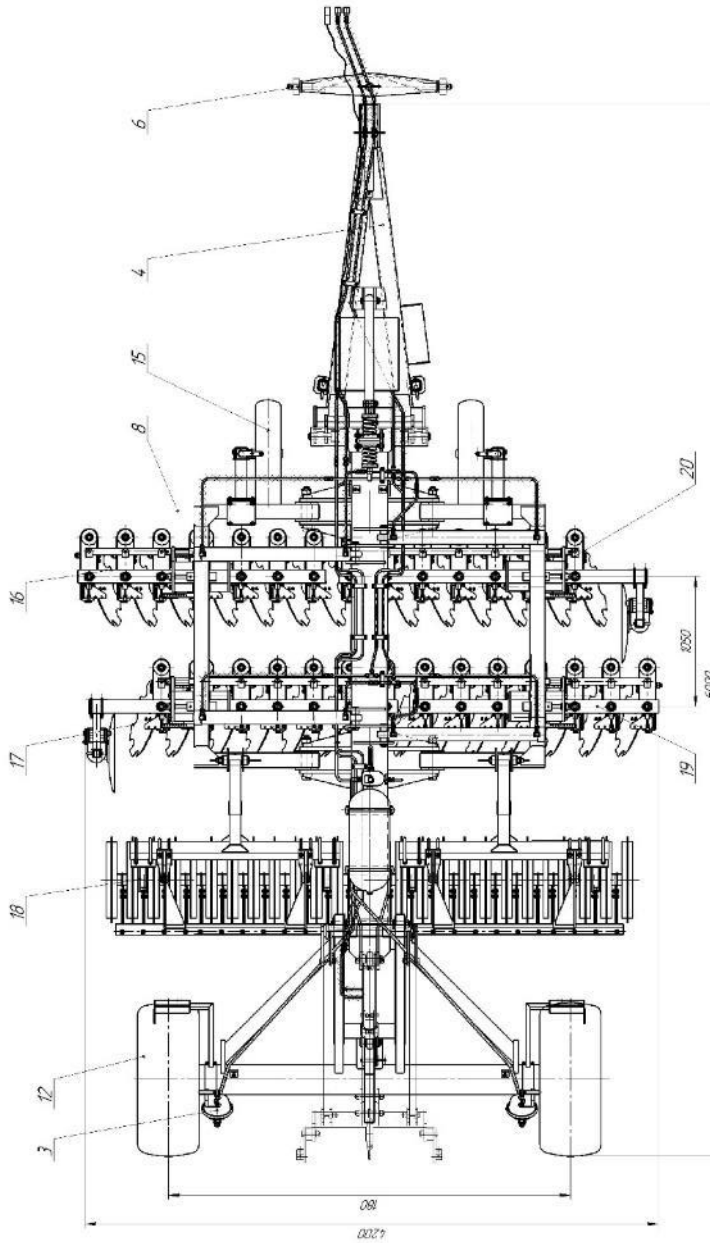
4.8 ДП027.000.000.00.7К

№ п/п	Технологічна операція	Агрегат (марка машини)	Склад агрегату (марка трактора)	Ширина захвату, м	Строки виконання робіт (місяці)								Продуктивність, га/год	Витрати палива, л/га	Трудові витрати, люд.-год/га	
					8	9	10	11	12	1	2	3				4
1	Лущення стерні після попередника	Дискова борона БДП-6,3		Трактор Т-150К	6,3									4,80	8,0	0,21
2	Основний обробіток ґрунту	Дискато-дисковий АГН-4,2		Трактор Т-150К	4,2									3,36	12,0	0,30
3	Передпосівна культивация	Культиватор КПС-8		Трактор МТЗ-1221	8,0									6,40	5,0	0,16
4	Внесення основних добрив	Розкидач добрив Amazone ZA-M		Трактор МТЗ-1221	12-24									13,00	2,0	0,08
5	Посів ячменю озимого	Зернова сіялка СЗ-5,4		Трактор МТЗ-1221	6,0									4,05	6,0	0,25
6	Прикочування посівів	Коток кільчастий ККШ-6		Трактор МТЗ-1221	6,0									6,00	1,0	0,10
7	Ранньовесіннє підживлення	Розкидач добрив Amazone ZA-M		Трактор МТЗ-1221	12-24									13,00	2,0	0,08
8	Захист посівів (гербициди, інсектициди, фунгіциди)	Обприскувач Hardi Navigator 4000		Трактор МТЗ-1221	24,0									21,60	1,5	0,05
9	Десякація (за потреби)	Обприскувач Hardi Navigator 4000		Трактор МТЗ-1221	24,0									21,60	1,5	0,05
10	Збирання врожаю	Зернозбиральний комбайн Claas Lexion 450		-	-									2,50	14,0	0,40
РАЗОМ НА ПЛОЩУ 100 га					20,8	29,8	15,6	24,7	4,6	40,0	-	-	-	ЗАГАЛЬНА ВИТРАТА ПАЛИВА 4650 л	ЗАГАЛЬНІ ТРУДОВІ ВИТРАТИ 135,5 люд.-год	

4.8 ДП027.000.000.00.7К

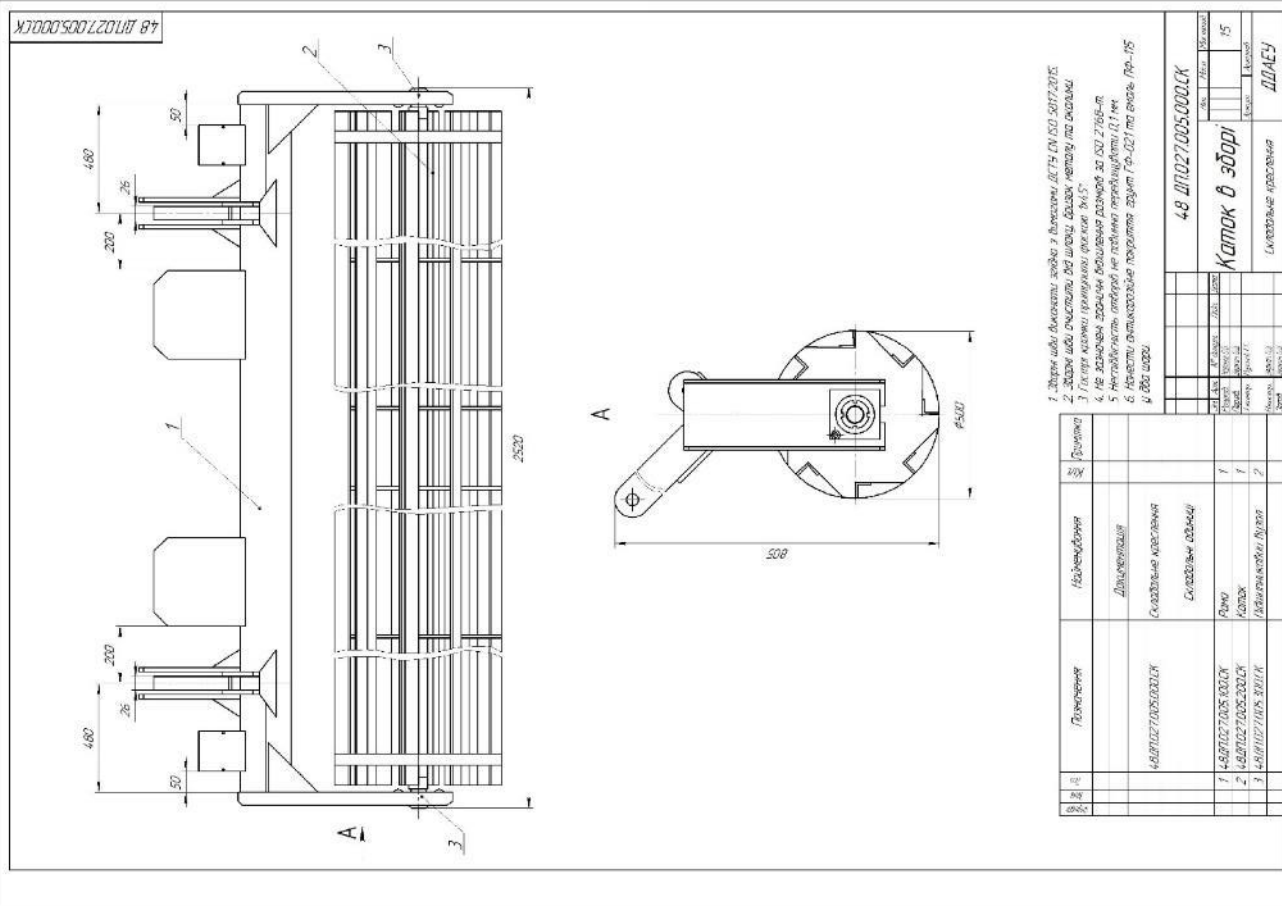
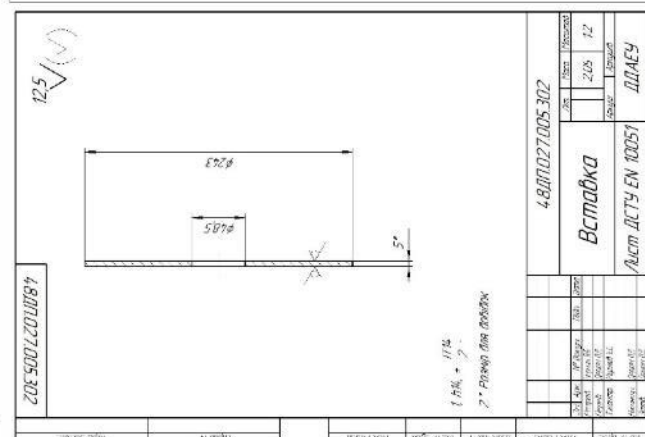
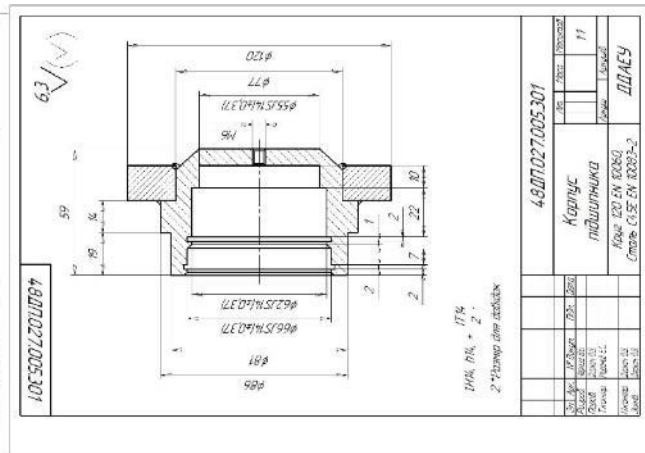
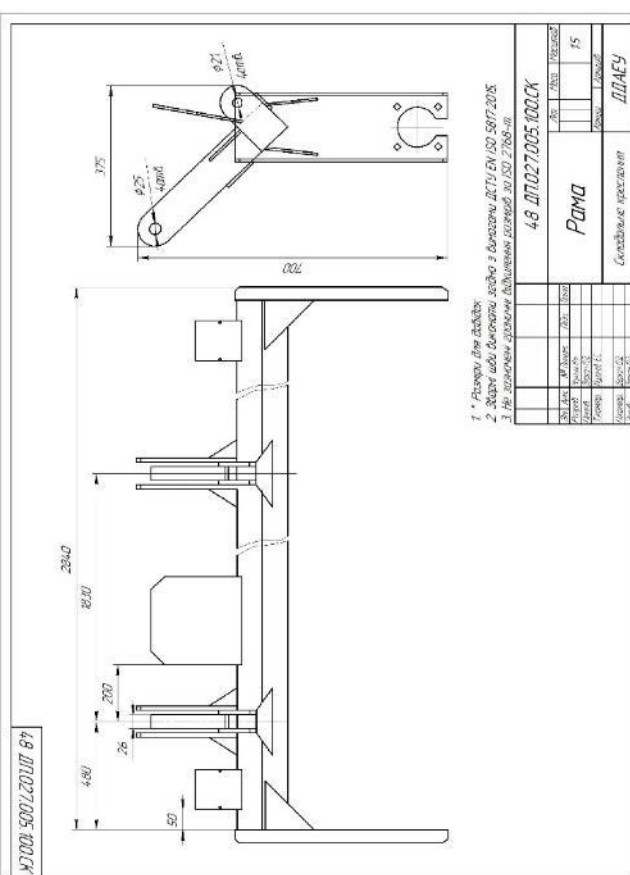
Ділянка	М. Аграр	Територія	Вид роботи	Відомості про роботу	Відомості про роботу	Відомості про роботу	Відомості про роботу	Відомості про роботу	Відомості про роботу
Площа	Площа	Площа	Площа	Площа	Площа	Площа	Площа	Площа	Площа
Відомості про роботу	Відомості про роботу	Відомості про роботу	Відомості про роботу	Відомості про роботу	Відомості про роботу	Відомості про роботу	Відомості про роботу	Відомості про роботу	Відомості про роботу
Відомості про роботу	Відомості про роботу	Відомості про роботу	Відомості про роботу	Відомості про роботу	Відомості про роботу	Відомості про роботу	Відомості про роботу	Відомості про роботу	Відомості про роботу
Відомості про роботу	Відомості про роботу	Відомості про роботу	Відомості про роботу	Відомості про роботу	Відомості про роботу	Відомості про роботу	Відомості про роботу	Відомості про роботу	Відомості про роботу
Відомості про роботу	Відомості про роботу	Відомості про роботу	Відомості про роботу	Відомості про роботу	Відомості про роботу	Відомості про роботу	Відомості про роботу	Відомості про роботу	Відомості про роботу
Відомості про роботу	Відомості про роботу	Відомості про роботу	Відомості про роботу	Відомості про роботу	Відомості про роботу	Відомості про роботу	Відомості про роботу	Відомості про роботу	Відомості про роботу
Відомості про роботу	Відомості про роботу	Відомості про роботу	Відомості про роботу	Відомості про роботу	Відомості про роботу	Відомості про роботу	Відомості про роботу	Відомості про роботу	Відомості про роботу
Відомості про роботу	Відомості про роботу	Відомості про роботу	Відомості про роботу	Відомості про роботу	Відомості про роботу	Відомості про роботу	Відомості про роботу	Відомості про роботу	Відомості про роботу

ВДАСУ



Yersinia pseudotuberculosis

[illegible][illegible]



1. УМОВИ ВИКОНАННЯ РОБОТИ

	Тип ґрунту	чорнозем звичайний середньосуглиняковий
	Вологість ґрунту	18–22 %
	Твердість ґрунту	до 2,5 МПа
	Рельєф поля	рівнинний
	Площа поля	100 га

2. АГРЕГУВАННЯ



Трактор
T-150K



Агрегат
АГН-4,2

3. ОСНОВНІ ПАРАМЕТРИ АГРЕГАТУ

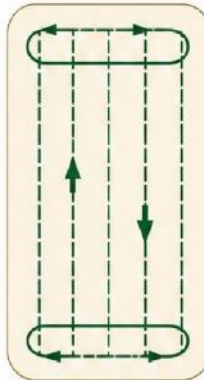
	Ширина захвату	4,2 м
	Глибина обробітку	18 см
	Кількість дисків	32 шт.
	Діаметр дисків	660 мм
	Відстань між дисками	350 мм
	Кут атаки дисків	35°
	Робоча швидкість	10,1 км/год

4. АГРОТЕХНІЧНІ ВИМОГИ

- ✓ Глибина обробки: 18 ± 2 см
- ✓ Повне підзання бур'янів
- ✓ Подібнення та рівномірне перемішування рослинних решток
- ✓ Вирівнювання поверхні поля
- ✓ Висота гребів — не більше 4 см
- ✓ Відсутність необроблених ділянок і огрівів
- ✓ Відхилення глибини по ширині захвату не більше ± 10 %

5. СПОСІБ РУХУ АГРЕГАТУ

Човниковий (з поворотними смугами)



Ширина поворотной смуги: 18-

6. **ПРОДУКТИВНІСТЬ**



Змінна продуктивність
27,1 га/зм (8 год)

Необхідно змін для обробітку 100 га
4 змін

7. ВИТРАТА ПАЛИВА

Питома витрата палива	12 л/га
Загальна витрата палива на 100 га	1200 л
Витрата палива за зміну (8 год)	300 л



8. ТРУДОВІ ВИТРАТИ

Кількість працівників	1 механізатор
Загальна тривалість роботи	29,5 год
Трудові витрати на 100 га	29,5 люд.-год
Питоми трудові витрати	0,295 люд.-год/га



9. ЕНЕРГЕТИЧНІ ПОКАЗНИКИ

Показник	Значення, кВт
Потужність на обробку ґрунту (N_p)	51,1
Врати в трансмісії (N_{tr})	19,5
Врати на кочення (N_k)	18,3
Врати на буксування (N_b)	11,1
Загальна потужність ($N_{заг}$)	100,0
Коефіцієнт використання потужності	0,82

10. ЗАХОДИ БЕЗПЕКИ

- До роботи допускаються лише навчені та проінструктовані особи
- Перед початком роботи перевірити справність агрегату та трактора
- Регулювання та обслуговування – лише після зупинки агрегату та викинення двигуна
- Забороняється перебування сторонніх осіб у зоні дії агрегату
- Працювати в справному одязі та засобах індивідуального захисту

РЕЗУЛЬТАТ

Виконання операції забезпечує якісний обробіток ґрунту, створює сприятливі умови для накопичення вологості та підготовки поля до посіву ячменю озимого, раціональне використання техніки та енергетичних ресурсів.

[illegible]

4801027.000.000.01

Техніко-економічні показники роботи агрегату АГН-4,2

Показник	Базовий АГН-4,2	Удосконалений АГН-4,2
Годинна продуктивність, га/год	3,39	3,96
Змінна продуктивність, га/зм	27,1	31,7
Трудові витрати на 500 га, люд.-год	147,5	126,3
Питома витрата палива, л/га	12,0	10,8
Загальна витрата палива на 500 га, л	6000	5400
Експлуатаційні витрати, грн/га	1120	1040
Річна економія коштів, грн	—	40000
Загальний економічний ефект, грн	—	43180
Додаткові капіталовкладення, грн	—	45000
Строк окупності, років	—	1,04

4801027.000.000.01									
№	кв.	кв.	кв.	кв.	кв.	кв.	кв.	кв.	кв.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10