

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 ґрунтозахисних технологій при вирощуванні
соняшнику**

Виконав: студент 4 курсу, групи АІ-3-22 за
спеціальністю 208 «Агроінженерія»

_____ Лінько Олександр Андрійович

Керівник: _____ Кабат Олег Станіславович

Рецензент: _____

Дніпро – 2026

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

Ліньку Олександрю Андрійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту: Ефективність використання ґрунтозахисних технологій при вирощуванні соняшнику

керівник проєкту Кабат Олег Станіславович, д.т.н., професор

(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. Стан вирощування соняшнику в Україні та вплив обробітку ґрунту на його врожайність. 2. Розробка плану механізованих робіт виробництва соняшнику. 3. Удосконалення конструкції комбінованого ґрунтообробного агрегату. 4. Розробка операційно-технологічної карти обробітку ґрунту. 5. Охорона праці та захист навколишнього середовища 6. Техніко-економічні показники удосконаленого комбінованого ґрунтообробного знаряддя. Висновки та пропозиції. Література.

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

1. Аналіз вирощування соняшнику (A1) 2. План механізованих робіт вирощування соняшнику (A1) 3. Комбінований ґрунтообробний агрегат (вид загальний) (A1). 4. Опора. Складальний кресленик (A2) 5. Диск голчатий. Складальний кресленик (A2) 6. Зірочка (A3). 7. Корпус (A3). 8. Кришка (A4). 9. Голка (A4). 10. Диск (A4). 11. Вал (A4). 12. Операційно-технологічна карта обробітку (A1) 13. Техніко-економічні показники (A1).

6. Консультанти розділів проєкту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1-5	Кабат О. С., професор	05.05.2026	12.06.2026
нормоконтроль	Кабат О. С., професор	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)		
2	Розробка плану вирощування соняшнику		
3	Конструкційний		
4	Операційно-технологічний		
5	Охорона праці		
6	Економічний аналіз		
7	Графічна частина		

Студент

(підпис)

Лінько О. А.

(прізвище та ініціали)

Керівник проєкту

(підпис)

Кабат О. С.

(прізвище та ініціали)

[illegible]

АНОТАЦІЯ

Лінько О. А. Ефективність використання ґрунтозахисних технологій при вирощуванні сояшнику / Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «Бакалавр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія». – ДДАЕУ, Дніпро, 2026.

У роботі розглянуто питання підвищення ефективності вирощування сояшнику шляхом застосування ґрунтозахисних технологій та удосконалення комбінованого ґрунтообробного агрегату. Проведено аналіз сучасного стану вирощування сояшнику в Україні, досліджено вплив якості посіву та ґрунтозахисних технологій на формування врожайності культури. Розглянуто сучасні конструкції комбінованих ґрунтообробних агрегатів та особливості їх використання в умовах ресурсозберігаючого землеробства.

Обґрунтовано комплекс основних технологічних операцій при вирощуванні сояшнику та розроблено план механізованих робіт. Виконано розрахунок елементів технології вирощування культури, визначено основні експлуатаційні показники машинно-тракторних агрегатів.

У роботі удосконалено конструкцію комбінованого ґрунтообробного агрегату, проведено аналіз робочих органів для поверхневого обробітку ґрунту та виконано розрахункове обґрунтування параметрів голчастих дисків. Розроблено операційно-технологічну карту обробітку ґрунту, а також виконано техніко-економічне обґрунтування запропонованої конструкції.

Результати досліджень підтверджують, що застосування удосконаленого агрегату та ґрунтозахисних технологій забезпечує підвищення продуктивності праці, зниження витрат пального, покращення структури ґрунту та створення сприятливих умов для формування стабільного врожаю сояшнику.

Ключові слова: сояшник, ґрунтозахисні технології, комбінований ґрунтообробний агрегат, поверхневий обробіток ґрунту, голчастий диск, механізовані роботи, продуктивність, енергозбереження, операційно-технологічна карта, економічна ефективність.

Зміст

ВСТУП.....	8
1 СТАН ВИРОЩУВАННЯ СОНЯШНИКУ В УКРАЇНІ ТА ВПЛИВ ЯКОСТІ ПОСІВУ НА ЇЇ ВРОЖАЙНІСТЬ.....	10
1.1 Народногосподарське значення соняшнику	10
1.2 Аналіз посівних площ та рівня врожайності соняшнику	14
1.3 Вплив ґрунтозахисних технологій на формування врожаю соняшника ...	18
1.4 Особливості агротехнічних вимог проведення ґрунтозахисних технологій	22
1.5 Сучасні конструкції комбінованих ґрунтообробних агрегатів	26
1.6 Висновки з розділу	30
2 РОЗРОБКА ПЛАНУ МЕХАНІЗОВАНИХ РОБІТ ВИРОБНИЦТВА СОНЯШНИКУ	32
2.1 Обґрунтування комплексу основних технологічних операцій при вирощуванні соняшнику	32
2.2 Обґрунтування та розрахунок елементів технології вирощування соняшнику	36
2.3 Висновки з розділу	39
3 УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ КОМБІНОВАНОГО ҐРУНТООБРОБНОГО АГРЕГАТУ	41
3.1 Аналіз конструкцій робочих органів для поверхневого обробітку ґрунту	41
3.2 Розрахунок кількості голок за радіальної схеми їх розміщення для поверхневого обробітку ґрунту	47
3.3 Розрахункове обґрунтування кількості голок криволінійної форми за визначеним законом	50
3.4 Визначення кількості робочих голок диска за умови неповного кочення .	52
3.5 Висновки з розділу	55
4 РОЗРОБКА ОПЕРАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ КАРТИ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ.	57
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.....	63

6 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ УДОСКОНАЛЕНОГО КОМБІНОВАНОГО ҐРУНТООБРОБНОГО АГРЕГАТУ	67
ВИСНОВКИ.....	71
БІБЛІОГРАФІЯ.....	74
ДОДАТКИ.....	77

ВСТУП

Соняшник є однією з провідних олійних культур України та займає важливе місце у формуванні експортного потенціалу аграрного сектору. Високий попит на соняшникову олію на внутрішньому і світовому ринках зумовлює постійне збільшення посівних площ під цією культурою та інтенсифікацію технологій її вирощування. Разом із тим, тривале застосування традиційних систем обробітку ґрунту, що базуються на інтенсивному механічному впливі, призводить до погіршення агрофізичних властивостей ґрунту, зниження вмісту органічної речовини, посилення ерозійних процесів та зростання енергетичних витрат виробництва.

В умовах сучасного землеробства особливої актуальності набуває впровадження ґрунтозахисних технологій, які спрямовані на збереження родючості ґрунту, раціональне використання природних ресурсів та підвищення ефективності виробництва сільськогосподарської продукції. До таких технологій належать мінімальний, мульчувальний та нульовий обробіток ґрунту, використання рослинних решток як захисного покриву, оптимізація технологічних операцій та зменшення кількості проходів техніки по полю. Застосування ґрунтозахисних систем дозволяє зменшити ущільнення ґрунту, підвищити його водоутримувальну здатність, скоротити втрати вологи та запобігти розвитку водної і вітрової ерозії.

Для вирощування соняшнику питання збереження структури ґрунту та накопичення продуктивної вологи мають особливе значення, оскільки культура характеризується високим рівнем споживання поживних речовин і води. У зв'язку зі змінами клімату, підвищенням температурного режиму та нерівномірністю випадання опадів ефективність традиційних технологій вирощування поступово знижується. Це обумовлює необхідність пошуку та впровадження більш адаптивних і ресурсозберігаючих технологічних рішень, здатних забезпечити стабільну врожайність соняшнику за одночасного збереження родючості ґрунтів.

Впровадження ґрунтозахисних технологій сприяє не лише екологічній стабільності агроландшафтів, а й підвищенню економічної ефективності виробництва за рахунок зменшення витрат пального, скорочення трудомісткості процесів та оптимізації використання машинно-тракторного парку. Водночас ефективність таких технологій значною мірою залежить від ґрунтово-кліматичних умов, попередників, рівня технічного забезпечення господарства та особливостей застосованих агротехнічних заходів.

У зв'язку з цим дослідження ефективності використання ґрунтозахисних технологій при вирощуванні соняшнику є актуальним науково-практичним завданням, спрямованим на забезпечення сталого розвитку аграрного виробництва, підвищення продуктивності культури та збереження родючості ґрунтів.

Мета роботи – дослідити ефективність використання ґрунтозахисних технологій при вирощуванні соняшнику та визначити їх вплив на агрофізичні властивості ґрунту, збереження продуктивної вологи, урожайність культури та економічну ефективність виробництва.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі задачі:

1. Провести аналіз сучасного стану вирощування соняшнику в Україні та дослідити вплив якості посіву на формування врожайності культури.
2. Обґрунтувати ефективність застосування ґрунтозахисних технологій і сучасних комбінованих ґрунтообробних агрегатів при вирощуванні соняшнику.
3. Розробити план механізованих робіт та визначити основні параметри технології вирощування соняшнику.
4. Провести аналіз конструкцій робочих органів для поверхневого обробітку ґрунту та удосконалити конструкцію комбінованого ґрунтообробного агрегату.
5. Виконати розрахункове обґрунтування параметрів голчастих дисків і розробити операційно-технологічну карту обробітку ґрунту.
6. Визначити техніко-економічні показники удосконаленого агрегату та оцінити ефективність його використання в системі ґрунтозахисного землеробства.

1 СТАН ВИРОЩУВАННЯ СОНЯШНИКУ В УКРАЇНІ ТА ВПЛИВ ЯКОСТІ ПОСІВУ НА ЇЇ ВРОЖАЙНІСТЬ

1.1 Народногосподарське значення соняшнику

Соняшник є однією з найважливіших олійних культур у світовому та вітчизняному землеробстві. Його народногосподарське значення визначається універсальністю використання продукції переробки, високою харчовою цінністю насіння та олії, значенням для кормовиробництва, технічної, фармацевтичної, косметичної та енергетичної галузей. Соняшник належить до культур комплексного використання, оскільки практично всі частини рослини знаходять застосування у різних сферах народного господарства.

Основною продукцією соняшнику є насіння, яке містить у середньому 45–55 % олії та 16–20 % білка. У сучасних високоолійних гібридах вміст олії може досягати 58–60 %. Завдяки високій енергетичній цінності та добрим смаковим властивостям соняшникова олія є одним із найбільш поширених харчових жирів у світі. Її калорійність становить близько 880–900 ккал на 100 г продукту. Олія соняшнику містить значну кількість ненасичених жирних кислот, зокрема лінолевої та олеїнової, частка яких становить 75–90 % від загального вмісту жирів. Вона багата на вітаміни групи E, A, D та F, а також фосфоліпіди, стерини та біологічно активні речовини, які мають важливе значення для організму людини.

У харчовій промисловості соняшникова олія використовується безпосередньо для споживання населенням, а також як сировина для виробництва маргарину, майонезу, кулінарних жирів, консервів, соусів, кондитерських виробів та продуктів дитячого харчування. Для виготовлення маргаринової продукції застосовується рафінована та дезодорована олія, що характеризується високим ступенем очищення та стабільністю під час зберігання. В окремих видах маргарину частка соняшникової олії може перевищувати 70 %. Крім того, соняшникову олію використовують у

виробництві халви, шоколадних паст, крекерів, випічки та інших харчових продуктів.

Високоолеїнові сорти та гібриди соняшнику мають особливу цінність для харчової промисловості. Вміст олеїнової кислоти в такій олії досягає 82–90 %, що забезпечує підвищену стійкість до окиснення та триваліший термін зберігання продукції. Високоолеїнова соняшникова олія за своїми властивостями наближається до оливкової та широко використовується у виробництві продуктів здорового харчування.

Важливе народногосподарське значення мають побічні продукти переробки соняшнику. Після вилучення олії залишається макуха та шрот, які є цінними високобілковими кормами для сільськогосподарських тварин. У соняшниковому шроті міститься 35–40 % сирого білка, до 20 % клітковини, значна кількість мінеральних речовин та амінокислот. За поживністю 1 кг соняшникового шроту містить близько 1,05–1,15 кормових одиниць. Макуха та шрот широко використовуються у годівлі великої рогатої худоби, свиней, птиці та риби. Введення соняшникового шроту до комбікормів сприяє підвищенню приростів живої маси тварин на 10–15 % та збільшенню продуктивності молочного стада.

Лушпиння соняшнику також має велике практичне значення. Воно використовується як сировина для виробництва паливних брикетів, пелет, етилового спирту, кормових дріжджів, фурфуролу та інших продуктів. Теплотворна здатність гранул із лушпиння становить близько 16–18 МДж/кг, що робить їх ефективним видом біопалива. Під час спалювання лушпиння утворюється значно менше сірки та шкідливих викидів порівняно з традиційними видами палива. У зв'язку з розвитком альтернативної енергетики використання відходів переробки соняшнику для виробництва енергії набуває все більшого поширення.

Стебла соняшнику можуть використовуватись для виробництва паперу, картону, ізоляційних плит, біоетанолу та твердого палива. Висушені стебла містять до 40 % целюлози, що дозволяє застосовувати їх у целюлозно-паперовій

промисловості. Крім того, попіл стебел багатий на калій, вміст якого може перевищувати 20–25 %, тому його використовують як калійне добриво.

Соняшник має важливе значення для кормовиробництва. Зелену масу культури використовують для заготівлі силосу, сінажу та зеленого корму. У фазі цвітіння та початку формування кошиків рослини містять значну кількість поживних речовин і добре поїдаються тваринами. У 100 кг зеленої маси соняшнику міститься близько 12–15 кормових одиниць та 1,2–1,5 кг перетравного протеїну. У сумішках із кукурудзою або бобовими культурами соняшник формує високоякісний силос із підвищеним вмістом білка.

Велике значення соняшник має як медоносна культура. Один гектар посівів здатний забезпечити збір 30–50 кг меду, а за сприятливих погодних умов – до 80 кг. Соняшниковий мед характеризується високим вмістом глюкози, має добрі смакові властивості та значну харчову цінність. Розвиток бджільництва у багатьох регіонах безпосередньо пов'язаний із вирощуванням соняшнику. Крім одержання меду, бджолозапилення сприяє підвищенню врожайності культури на 15–25 % за рахунок кращого запилення кошиків.

Соняшникова олія широко застосовується у фармацевтичній та косметичній промисловості. Вона входить до складу мазей, кремів, косметичних масел, емульсій та лікарських препаратів. Завдяки високому вмісту токоферолів і ненасичених жирних кислот соняшникова олія має пом'якшувальні та антиоксидантні властивості. У медицині її використовують як основу для масляних розчинів препаратів, а також у дієтичному харчуванні.

У технічній галузі соняшкову олію застосовують для виготовлення лаків, фарб, оліфи, мастильних матеріалів, мила та біодизельного палива. Під час виробництва біодизелю використовують процес переетерифікації рослинної олії метанолом. Отримане паливо характеризується високою екологічністю та біологічною розкладністю. Біодизель із соняшикової олії має цетанове число близько 48–52 та може використовуватися як самостійне паливо або у суміші з традиційним дизельним паливом.



Рисунок 1.1 – Народного господарське значення соняшнику

Соняшник відіграє важливу роль у землеробстві як цінний попередник для багатьох польових культур. Завдяки потужній кореневій системі рослина здатна проникати на глибину понад 2–3 м, покращуючи структуру ґрунту та сприяючи його аерації. Коренева система соняшнику засвоює поживні речовини з глибоких шарів ґрунту та частково повертає їх у верхній шар після мінералізації рослинних решток. Це позитивно впливає на агрофізичні властивості ґрунту та його біологічну активність.

Разом із тим соняшник характеризується високим рівнем винесення поживних речовин. Для формування 1 т насіння та відповідної кількості побічної продукції рослина споживає близько 50–60 кг азоту, 20–25 кг фосфору та 100–150 кг калію. Саме тому культура потребує науково обґрунтованої системи удобрення та дотримання сівозмін. Проте за правильного застосування агротехнологій соняшник є економічно вигідною культурою та важливим елементом сталого землеробства.

Соняшник має також соціальне значення, оскільки забезпечує населення доступними рослинними жирами та створює значну кількість робочих місць у сфері вирощування, транспортування, зберігання та переробки продукції. Розвинена інфраструктура олійно-жирової промисловості стимулює розвиток суміжних галузей – машинобудування, логістики, енергетики та аграрного сервісу.

Таким чином, народногосподарське значення соняшнику визначається багатогалузевим використанням його продукції та побічних продуктів. Соняшник є важливою харчовою, кормовою, технічною, енергетичною та медоносною культурою, що забезпечує потреби населення у рослинній олії, кормовому білку та відновлюваних ресурсах. Комплексне використання рослини сприяє підвищенню ефективності агропромислового виробництва та розвитку різних галузей народного господарства.

1.2 Аналіз посівних площ та рівня врожайності соняшнику

Соняшник традиційно залишається однією з ключових олійних культур України та займає провідне місце у структурі посівних площ сільськогосподарських культур. У період воєнного стану, який розпочався у 2022 році, аграрний сектор України зазнав суттєвих змін, пов'язаних із тимчасовою окупацією окремих територій, мінуванням земель, порушенням логістичних ланцюгів, дефіцитом паливно-мастильних матеріалів, зростанням вартості добрив та засобів захисту рослин. Незважаючи на складні умови функціонування аграрного виробництва, соняшник зберіг статус стратегічно важливої культури завдяки високій рентабельності, стійкому попиту на продукцію переробки та відносно високій адаптивності до посушливих умов вирощування.

Аналіз статистичних даних свідчить, що у 2022 році посівні площі соняшнику в Україні зазнали певного скорочення порівняно з довоєнним періодом. Основними причинами стали неможливість проведення польових робіт у районах активних бойових дій, втрата частини сільськогосподарських

земель, а також зниження матеріально-технічного забезпечення господарств. Водночас аграрні підприємства переорієнтували структуру посівів у бік культур із вищою економічною ефективністю та кращими можливостями реалізації продукції. Саме соняшник став однією з культур, яка дозволила частково компенсувати економічні ризики агровиробництва.

У 2022 році площа посівів соняшнику в Україні становила близько 4,7–4,8 млн га, що було менше порівняно з попередніми роками. Найбільше скорочення посівних площ відбулося у південних та східних регіонах держави, які традиційно були основними зонами вирощування культури. Особливо значні втрати посівних площ спостерігалися у Херсонській, Запорізькій, Луганській та Донецькій областях. Водночас частина виробництва перемістилася у центральні та західні області, де відбулося розширення площ під олійними культурами.

Незважаючи на складні умови, соняшник у 2022 році продемонстрував відносно стабільний рівень урожайності. Середня врожайність культури становила близько 2,0–2,2 т/га, що пояснюється достатнім рівнем природної посухостійкості культури та її адаптацією до умов нестабільного зволоження. В окремих регіонах центральної частини України врожайність перевищувала 2,5 т/га, тоді як у посушливих районах півдня вона знижувалась до 1,2–1,5 т/га. Значний вплив на рівень урожайності мали труднощі із забезпеченням господарств мінеральними добривами та засобами захисту рослин, що призвело до часткового спрощення технологій вирощування.

У 2023 році аграрний сектор України частково адаптувався до умов воєнного стану. Було відновлено проведення польових робіт на частині деокупованих територій, покращилась логістика експорту сільськогосподарської продукції та стабілізувалося забезпечення паливно-мастильними матеріалами. Це сприяло збільшенню посівних площ соняшнику до приблизно 5,0–5,2 млн га. Розширення площ відбулося переважно за рахунок господарств центральних областей, які переорієнтували виробництво на більш прибуткові культури.

Урожайність соняшнику у 2023 році характеризувалася тенденцією до зростання та в середньому становила близько 2,3–2,4 т/га. Позитивний вплив на

формування врожаю мали більш сприятливі погодні умови в окремих регіонах та поступове відновлення технологічного рівня виробництва. Господарства активніше застосовували сучасні гібриди соняшнику, адаптовані до посушливих умов та стійкі до основних хвороб. Крім того, поширення мінімального та ґрунтозахисного обробітку ґрунту сприяло кращому накопиченню та збереженню продуктивної вологи.

У 2024 році спостерігалася подальша стабілізація виробництва соняшнику. За даними державної статистики та галузевих аналітичних оцінок, площі посіву культури перевищили 5,2 млн га. Зростання інтересу до вирощування соняшнику пояснювалося високим попитом на соняшникову олію та стабільною рентабельністю культури навіть в умовах підвищених виробничих витрат. У структурі посівів багатьох господарств соняшник займав від 20 до 35 % ріллі.

Середня врожайність соняшнику у 2024 році оцінювалася на рівні 2,4–2,6 т/га. Найвищі показники врожайності були характерні для господарств, які застосовували інтенсивні технології вирощування, сучасні системи удобрення та елементи точного землеробства. У центральних областях окремі господарства отримували понад 3,0 т/га насіння. Водночас у південних регіонах урожайність залишалася нижчою через дефіцит вологи та нестабільні погодні умови.

Важливим фактором, який вплинув на ефективність вирощування соняшнику у 2022–2024 роках, стало широке впровадження ґрунтозахисних технологій. У зв'язку зі зростанням вартості пального та обмеженням матеріально-технічних ресурсів аграрії активніше переходили на мінімальний та нульовий обробіток ґрунту. Це дозволило зменшити витрати на проведення польових робіт на 20–35 %, скоротити ущільнення ґрунту та покращити накопичення вологи. Особливо ефективними такі технології виявилися у степовій зоні України.

У 2025 році прогнозувалося подальше збереження значних площ під соняшником. Очікувалося, що площі культури можуть досягти 5,3–5,5 млн га за умови стабілізації безпекової ситуації та часткового відновлення аграрного виробництва на деокупованих територіях. Соняшник продовжував залишатися

однією з найбільш прибуткових культур, що стимулювало аграріїв до розширення його посівів. Водночас фахівці наголошували на необхідності дотримання науково обґрунтованих сівозмін, оскільки надмірна концентрація соняшнику у структурі посівів призводить до виснаження ґрунтів та поширення хвороб.

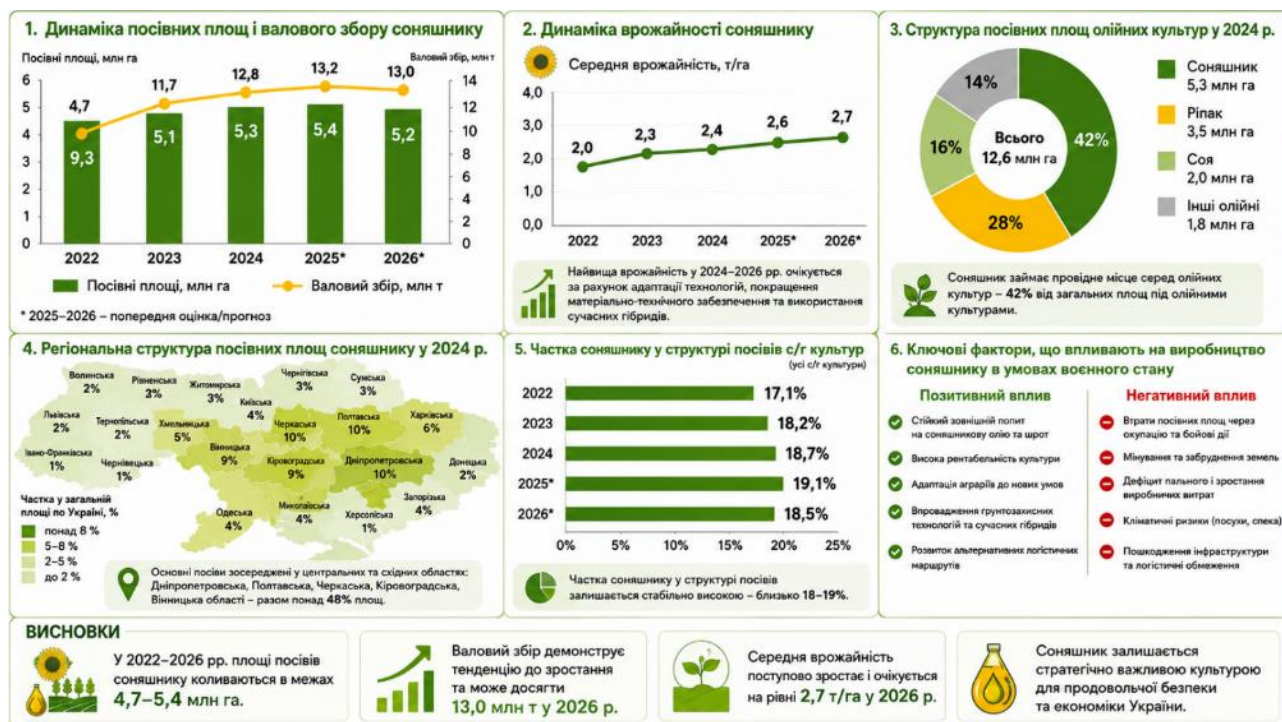


Рисунок 1.2 – Стан виробництва соняшнику в аграрному секторі України

Прогнозований рівень урожайності у 2025 році оцінювався в межах 2,5–2,7 т/га. Значний вплив на формування врожаю мали погодні умови, рівень забезпечення вологою, а також доступність сучасних засобів виробництва. Очікувалося подальше поширення адаптивних технологій вирощування, спрямованих на збереження ґрунтової вологи та оптимізацію витрат.

У 2026 році тенденція до стабілізації виробництва соняшнику зберігалася. За попередніми оцінками, площі посівів культури залишалися на рівні понад 5 млн га, а середня врожайність могла досягати 2,6–2,8 т/га за сприятливих погодних умов. Важливу роль у підвищенні продуктивності культури

відігравали сучасні гібриди, системи точного висіву, цифрові технології моніторингу стану посівів та впровадження ресурсозберігаючих технологій.

Аналіз динаміки посівних площ та врожайності соняшнику у період воєнного стану свідчить про високу адаптивність аграрного сектору України до кризових умов. Незважаючи на значні втрати земельних ресурсів, складну економічну ситуацію та ризики ведення господарської діяльності, виробництво соняшнику залишалося одним із ключових напрямів аграрного виробництва. Основними чинниками стабільності стали висока економічна ефективність культури, стійкий попит на продукцію переробки та здатність соняшнику формувати врожай навіть за обмеженого ресурсного забезпечення.

У сучасних умовах подальше підвищення ефективності виробництва соняшнику потребує впровадження науково обґрунтованих систем землеробства, дотримання сівозмін, використання ґрунтозахисних технологій та адаптації агротехнічних заходів до змін клімату. Особливого значення набуває збереження родючості ґрунтів, оптимізація використання добрив та вологи, а також застосування сучасних високопродуктивних гібридів культури.

1.3 Вплив ґрунтозахисних технологій на формування врожаю соняшника

У сучасних умовах розвитку аграрного виробництва особливого значення набуває впровадження ґрунтозахисних технологій вирощування сільськогосподарських культур. Це пов'язано зі змінами клімату, підвищенням частоти посух, деградацією ґрунтів та необхідністю збереження їх родючості. Для соняшнику, як однієї з провідних олійних культур України, ефективне використання ґрунтозахисних технологій є важливим фактором стабільного формування врожаю, особливо в умовах недостатнього та нестійкого зволоження.

До основних ґрунтозахисних технологій належать мінімальний, поверхневий та нульовий обробіток ґрунту (Mini-till, Strip-till, No-till),

використання мульчування рослинними рештками, зменшення кількості проходів техніки та застосування елементів точного землеробства. Головною метою цих технологій є збереження структури ґрунту, накопичення та раціональне використання вологи, зниження ерозійних процесів і скорочення енергетичних витрат.

Одним із найважливіших факторів формування врожайності соняшнику є забезпечення рослин вологою протягом вегетаційного періоду. Соняшник характеризується потужною кореневою системою, яка може проникати на глибину понад 2–3 м, однак на початкових етапах росту культура дуже чутлива до дефіциту вологи у верхньому шарі ґрунту. За даними наукових досліджень, застосування ґрунтозахисних технологій дозволяє зменшити непродуктивні втрати вологи на 20–35 % та підвищити водопроникність ґрунту.

Важливе значення у формуванні врожаю соняшнику має мінімальний обробіток ґрунту. Його використання сприяє збереженню післяжнивних решток на поверхні поля, що зменшує випаровування вологи та захищає ґрунт від перегрівання. Дослідження показують, що температура ґрунту під рослинними рештками у літній період може бути нижчою на 3–5 °С порівняно з традиційною оранкою. Це позитивно впливає на мікробіологічну активність ґрунту та процеси накопичення органічної речовини.

Науковими дослідженнями встановлено, що тривале застосування технології No-till здатне забезпечити приріст урожайності польових культур на рівні 3,1–5,2 ц/га або 6,5–38,2 % залежно від ґрунтово-кліматичних умов. Основною причиною такого ефекту є покращення агрофізичних властивостей ґрунту та більш ефективне використання продуктивної вологи. У степових регіонах України, де посушливі явища спостерігаються особливо часто, мінімальний та нульовий обробіток забезпечують стабільніше формування врожаю соняшнику порівняно з традиційною системою землеробства.

Водночас ефективність ґрунтозахисних технологій значною мірою залежить від конкретних природно-кліматичних умов, рівня забур'яненості поля та технологічного забезпечення господарства. Дослідження, проведені в умовах

Лісостепу України, показали, що за традиційної оранки врожайність соняшнику становила 2,8 т/га, тоді як за дискового обробітку – 2,26 т/га, а за технології No-till – 1,93 т/га. Зниження врожайності за нульового обробітку в цьому випадку пояснюється збільшенням забур'яненості посівів та ущільненням верхнього шару ґрунту.

Разом із тим економічна ефективність ґрунтозахисних технологій часто виявляється вищою навіть за дещо нижчого рівня врожайності. За даними досліджень, застосування технології No-till дозволило знизити загальні витрати на вирощування соняшнику на 45,6 % порівняно з традиційною оранкою. Рівень рентабельності при цьому зріс на 133,6 %, а умовно чистий прибуток збільшився на 8777 грн/га. Це пояснюється значним скороченням витрат на паливо, оплату праці та проведення механізованих операцій.

Важливим елементом ґрунтозахисних технологій є мульчування поверхні ґрунту рослинними рештками. Наявність мульчувального шару сприяє зменшенню швидкості поверхневого стоку води, покращує структуру ґрунту та підвищує його стійкість до ерозії. За даними досліджень, мульчування дозволяє збільшити запаси продуктивної вологи у метровому шарі ґрунту на 15–25 мм, що особливо важливо у критичні фази розвитку соняшнику – бутонізацію та налив насіння.

Позитивний вплив ґрунтозахисних технологій проявляється також у покращенні біологічної активності ґрунту. За тривалого застосування технології No-till чисельність дощових черв'яків у ґрунті збільшувалася у 2,3 рази порівняно з оранкою. Це сприяє покращенню структури ґрунту, формуванню агрономічно цінних агрегатів та підвищенню водопроникності. Встановлено, що вміст водотривких агрегатів у шарі 10–20 см за нульового обробітку був вищим на 50 % порівняно з традиційною системою.

Особливу роль ґрунтозахисні технології відіграють в умовах зміни клімату. За останні роки в Україні спостерігається підвищення середньорічних температур та нерівномірність випадання опадів, що негативно впливає на продуктивність соняшнику. Використання мінімального та нульового обробітку

дозволяє краще адаптувати технологію вирощування до посушливих умов. Дослідження свідчать, що за мінімального обробітку втрати вологи від фізичного випаровування знижуються на 20–30 %, а коефіцієнт використання опадів підвищується на 10–15 %.

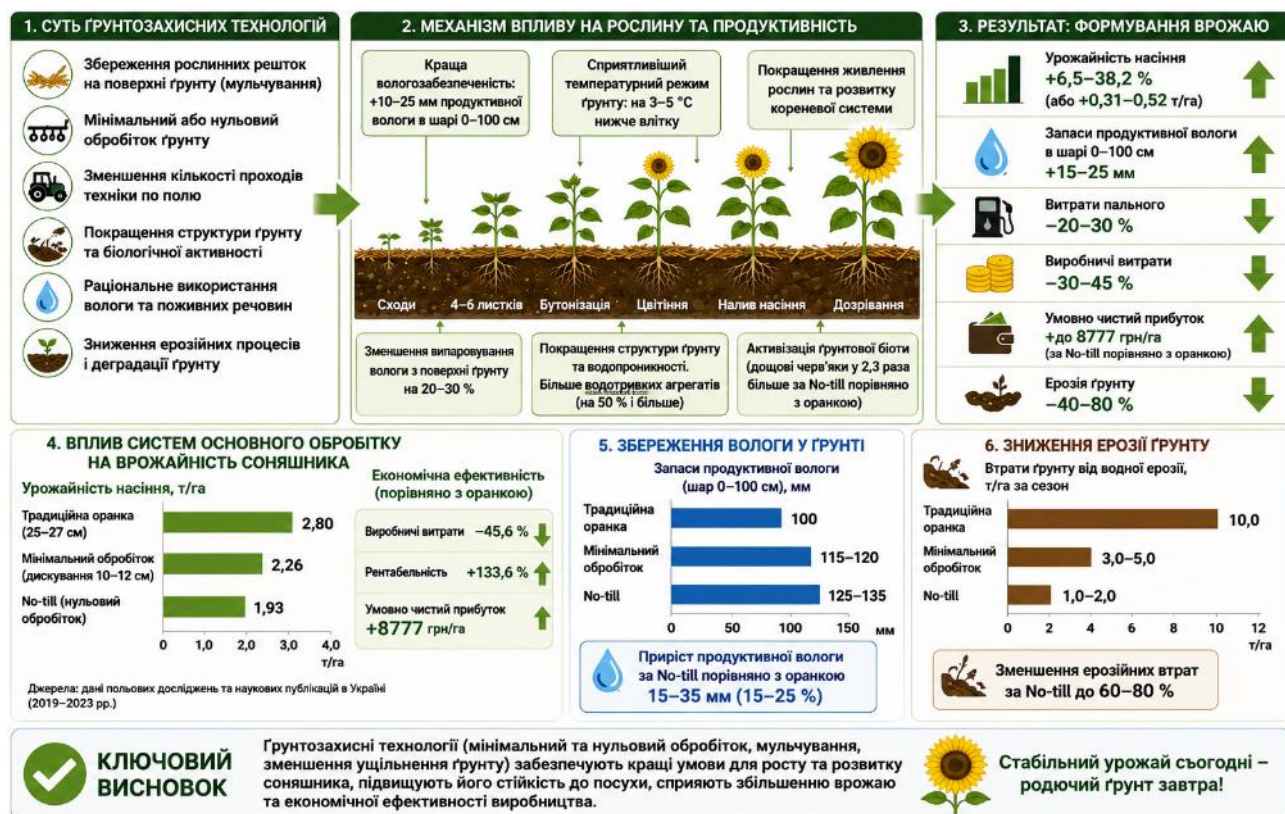


Рисунок 1.3 – Вплив ґрунтозахисних технологій на формування врожаю соняшника

Значний вплив на врожайність соняшнику має також система удобрення в поєднанні з ґрунтозахисними технологіями. У дослідженнях, проведених у Західному Лісостепу України, максимальну врожайність соняшнику – 2,42 т/га – було отримано за поєднання оранки з використанням побічної продукції та внесенням азотних добрив. Водночас за дискування на глибину 10–12 см без використання рослинних решток урожайність знижувалась до 1,68 т/га. Це підтверджує необхідність комплексного підходу до застосування ґрунтозахисних технологій.

Ефективність ґрунтозахисних систем значною мірою залежить від рівня технічного забезпечення господарства. Для успішного впровадження технології No-till необхідне використання спеціалізованих сівалок прямого висіву, сучасних систем захисту рослин та високопродуктивних гібридів соняшнику. Недотримання технологічних вимог може призводити до ущільнення ґрунту, підвищення забур'яненості та зниження врожайності.

Важливим напрямом сучасного землеробства є поєднання ґрунтозахисних технологій із елементами точного землеробства. Використання GPS-навігації, систем автоматичного водіння, дистанційного моніторингу стану посівів та диференційованого внесення добрив дозволяє оптимізувати використання ресурсів та підвищити ефективність вирощування соняшнику. За оцінками дослідників, застосування елементів точного землеробства може підвищити врожайність культури на 8–12 % та знизити витрати ресурсів на 10–20 %.

Таким чином, ґрунтозахисні технології мають суттєвий вплив на формування врожаю соняшнику та ефективність його вирощування. Їх застосування сприяє покращенню водного режиму ґрунту, збереженню його структури, підвищенню біологічної активності та скороченню енергетичних витрат. У посушливих умовах Степу та Південного Лісостепу України мінімальний і нульовий обробіток ґрунту є важливими елементами адаптивного землеробства. Водночас максимальна ефективність ґрунтозахисних технологій досягається лише за умови комплексного застосування сучасних агротехнічних заходів, дотримання сівозмін та оптимізації систем удобрення і захисту рослин.

1.4 Особливості агротехнічних вимог проведення ґрунтозахисних технологій

У сучасному землеробстві застосування ґрунтозахисних технологій є одним із ключових напрямів підвищення ефективності вирощування сільськогосподарських культур та збереження родючості ґрунтів. Особливого значення такі технології набувають в умовах зміни клімату, дефіциту

продуктивної вологи, розвитку ерозійних процесів та необхідності зниження енергетичних витрат у рослинництві. Для вирощування соняшнику ґрунтозахисні технології мають важливе значення, оскільки культура часто вирощується у зонах нестійкого та недостатнього зволоження, де головним фактором формування врожаю є ефективне накопичення та збереження вологи у ґрунті.

До основних ґрунтозахисних технологій належать мінімальний, поверхневий, смуговий та нульовий обробіток ґрунту, мульчування поверхні рослинними рештками, оптимізація кількості механічних операцій, використання широкозахватної техніки та впровадження елементів точного землеробства. Головною особливістю цих технологій є мінімізація механічного впливу на ґрунт і створення умов для збереження його структури та водного режиму.

Однією з найважливіших агротехнічних вимог проведення ґрунтозахисних технологій є забезпечення оптимального стану поверхні ґрунту після попередника. На поверхні поля повинно залишатися не менше 30–40 % рослинних решток, які виконують функцію мульчі та захищають ґрунт від перегрівання, руйнування структури та водної ерозії. У степових районах України за наявності мульчувального шару втрати вологи від фізичного випаровування можуть зменшуватися на 20–35 %. Крім того, рослинні рештки сприяють зниженню швидкості поверхневого стоку води та покращують інфільтрацію опадів у ґрунт.

Важливою вимогою є правильний вибір способу основного обробітку ґрунту залежно від ґрунтово-кліматичних умов і ступеня ущільнення орного шару. За мінімального обробітку глибина розпушування зазвичай становить 10–16 см, тоді як за традиційної оранки вона досягає 25–30 см. У системах Mini-till застосовують дискові борони, чизельні культиватори та комбіновані агрегати, які забезпечують часткове розпушування без перевертання пласта. Це дозволяє зберігати стерню та рослинні рештки на поверхні поля.

Технологія No-till передбачає повну відмову від механічного обробітку ґрунту та прямий висів насіння у необроблений ґрунт спеціальними сівалками. Основною агротехнічною вимогою цієї технології є рівномірний розподіл поживних решток по поверхні поля після збирання попередника. Нерівномірне розміщення мульчі може призводити до погіршення якості висіву, нерівномірної глибини загортання насіння та зрідження сходів соняшнику.

Для ефективного застосування ґрунтозахисних технологій важливе значення має оптимальна щільність ґрунту. Надмірне ущільнення негативно впливає на розвиток кореневої системи соняшнику, погіршує аерацію та водопроникність. Оптимальна щільність орного шару для соняшнику повинна становити 1,1–1,3 г/см³. За перевищення цього показника спостерігається зниження польової схожості насіння та погіршення росту рослин. Тому одним із важливих агротехнічних заходів є обмеження кількості проходів техніки по полю та використання широкозахватних комбінованих агрегатів.

Особливу увагу при проведенні ґрунтозахисних технологій необхідно приділяти контролю забур'яненості посівів. За мінімального та нульового обробітку насіння бур'янів залишається у верхньому шарі ґрунту, що створює сприятливі умови для їх проростання. У зв'язку з цим система захисту рослин повинна передбачати застосування високоефективних гербіцидів суцільної та вибіркової дії. Важливим елементом є проведення десикації та використання страхових гербіцидів у період вегетації соняшнику.

Агротехнічні вимоги до сівби соняшнику за ґрунтозахисних технологій мають певні особливості. Висів необхідно проводити у добре вирівняний ґрунт із достатнім запасом продуктивної вологи. Глибина загортання насіння залежить від типу ґрунту та вологості посівного шару і зазвичай становить 4–6 см. За надмірного заглиблення погіршується польова схожість насіння, а за мілкового висіву можливе пересихання насіннєвого ложа.

Важливим агротехнічним показником є температура ґрунту під час сівби. Для отримання дружних сходів температура ґрунту на глибині загортання насіння повинна становити не менше 8–10 °С. За ґрунтозахисних технологій

поверхня поля часто має нижчу температуру через наявність мульчувального шару, тому строки сівби можуть дещо зміщуватися порівняно з традиційною технологією.

Однією з ключових вимог є дотримання науково обґрунтованих сівозмін. Соняшник не рекомендується повертати на попереднє місце вирощування раніше ніж через 6–8 років. Порушення сівозміни сприяє накопиченню збудників хвороб, поширенню вовчка соняшникового та виснаженню ґрунту. Найкращими попередниками для соняшнику є зернові колосові культури, кукурудза на силос та зернобобові культури.

Система удобрення при ґрунтозахисних технологіях також має певні особливості. За мінімального та нульового обробітку поживні речовини накопичуються переважно у верхньому шарі ґрунту. У зв'язку з цим особливого значення набуває локальне внесення добрив під час сівби та використання рідких форм мінеральних добрив. Для формування 1 т насіння соняшник споживає приблизно 50–60 кг азоту, 20–25 кг фосфору та 100–150 кг калію. Тому система удобрення повинна забезпечувати компенсацію винесення поживних речовин урожаєм.

Важливим агротехнічним елементом є контроль ерозійних процесів. На схилових землях обробіток ґрунту необхідно проводити впоперек схилу або по контуру поля. Це дозволяє зменшити швидкість поверхневого стоку води та скоротити втрати ґрунту від ерозії на 40–60 %. У районах із підвищеною небезпекою дефляції рекомендується залишати стерню висотою не менше 15–20 см для захисту поверхні ґрунту від вітрової ерозії.

Суттєве значення має технічне забезпечення проведення ґрунтозахисних технологій. Для мінімального та нульового обробітку необхідне використання спеціалізованих сівалок прямого висіву, чизельних культиваторів, мульчувачів та сучасних обприскувачів. Якість виконання технологічних операцій безпосередньо впливає на рівень польової схожості насіння, рівномірність розміщення рослин та формування врожаю соняшнику.

У сучасних умовах важливим елементом ґрунтозахисних технологій є використання систем точного землеробства. GPS-навігація, автоматичне водіння техніки, контроль норми висіву та диференційоване внесення добрив дозволяють знизити перевитрати ресурсів і підвищити ефективність виробництва. Застосування таких систем забезпечує більш раціональне використання паливно-мастильних матеріалів та зменшує ущільнення ґрунту.

Таким чином, ефективне проведення ґрунтозахисних технологій потребує дотримання комплексу агротехнічних вимог, спрямованих на збереження родючості ґрунту, оптимізацію водного режиму та створення сприятливих умов для росту і розвитку соняшнику. Використання мінімального та нульового обробітку, мульчування, сучасної техніки та елементів точного землеробства дозволяє підвищити ефективність виробництва культури, знизити енергетичні витрати та забезпечити стабільне формування врожаю в умовах зміни клімату.

1.5 Сучасні конструкції комбінованих ґрунтообробних агрегатів

У сучасному землеробстві важливого значення набуває використання комбінованих ґрунтообробних агрегатів, які забезпечують одночасне виконання кількох технологічних операцій за один прохід машини по полю. Їх застосування дозволяє зменшити кількість проходів техніки, скоротити витрати пального, знизити ущільнення ґрунту та підвищити продуктивність польових робіт. Особливо актуальним використання таких агрегатів є в умовах впровадження ґрунтозахисних і ресурсозберігаючих технологій вирощування соняшнику та інших польових культур.

Комбіновані ґрунтообробні агрегати поєднують у своїй конструкції декілька робочих органів – дискові батареї, лапові культиватори, чизельні робочі органи, котки, борони, вирівнювачі та прикочувальні елементи. Завдяки цьому за один прохід забезпечується розпушування, подрібнення, перемішування рослинних решток, вирівнювання поверхні поля та ущільнення посівного шару.

Це створює сприятливі умови для накопичення продуктивної вологи та формування рівномірних сходів соняшнику.

Одним із найбільш поширених комбінованих агрегатів є диско-лапові культиватори. До таких машин належить агрегат BEDNAR SwifterDisc XO_F. Машина призначена для поверхневого та передпосівного обробітку ґрунту на глибину 2–14 см. Робоча ширина агрегату становить від 4 до 18,4 м, а продуктивність досягає 12–15 га/год. Агрегат оснащується дисками діаметром 520–560 мм, секціями вирівнювачів та подвійними котками. Основними перевагами агрегату є висока продуктивність, ефективне подрібнення рослинних решток та хороше копіювання рельєфу поля. До недоліків належать значна потреба у потужності трактора та зниження якості роботи на надмірно вологих ґрунтах.

Широкого поширення в Україні набули комбіновані агрегати компанії HORSCH. Однією з найбільш відомих моделей є HORSCH Tiger MT, який поєднує дискові секції, чизельні лапи та прикочувальні котки. Робоча ширина машини становить 4–8 м, а глибина обробітку – до 35 см. Агрегат використовується для глибокого рихлення ґрунту, заробки пожнивних решток та руйнування плужної підшви. Продуктивність машини досягає 6–10 га/год залежно від умов роботи. Перевагами HORSCH Tiger MT є універсальність, висока якість перемішування ґрунту та можливість роботи за великої кількості рослинних решток. Недоліками є висока вартість машини та значні енерговитрати.

Для мінімального обробітку ґрунту широко використовуються агрегати типу Compact Disc Harrow. Одним із сучасних представників є John Deere 2623VT. Агрегат оснащується індивідуально закріпленими дисками діаметром 560 мм та працює на глибину 5–15 см. Робоча швидкість машини може досягати 15–18 км/год, що забезпечує продуктивність понад 10 га/год. Машина ефективно подрібнює післяжнивні рештки та створює мульчувальний шар на поверхні ґрунту. Перевагами агрегату є висока швидкість роботи, стійкість до забивання

та хороша якість подрібнення стерні. Недоліками є підвищене спрацювання дисків за роботи на кам'янистих ґрунтах та значне навантаження на трактор.

У сучасних технологіях ґрунтозахисного землеробства важливе місце займають агрегати Strip-till, які забезпечують смуговий обробіток ґрунту. Однією з відомих моделей є KUHN Gladiator. Агрегат здійснює розпушування лише у смугах майбутнього висіву культури на глибину 20–30 см, залишаючи міжряддя вкритими рослинними рештками. Робоча ширина агрегату становить 4,5–12 м. Strip-till дозволяє зменшити втрати вологи, скоротити ерозійні процеси та знизити витрати пального на 25–40 % порівняно з традиційною оранкою. Недоліком є складність налаштування та потреба у високоточних системах навігації.

Серед комбінованих передпосівних агрегатів широкого застосування набули машини типу компакторів. Однією з найбільш відомих моделей є LEMKEN System-Kompaktor. Машина призначена для вирівнювання, розпушування та прикочування ґрунту перед сівбою. Робоча ширина становить від 3 до 12 м, а глибина обробітку – 3–12 см. Агрегат комплектується декількома рядами лап, планчастими вирівнювачами та кільчасто-шпоровими котками. Основними перевагами є формування дрібногрудочкуватої структури посівного шару та висока рівномірність обробітку. Недоліком є недостатня ефективність на полях із великою кількістю рослинних решток.

У технологіях глибокого безполицевого обробітку ґрунту широко використовуються чизельні комбіновані агрегати. Одним із сучасних представників є Case IH Ecolo-Tiger 875. Машина поєднує дискові батареї, чизельні лапи та вирівнювальні котки. Глибина обробітку досягає 30–40 см, а робоча ширина становить 4–7 м. Агрегат ефективно руйнує ущільнені шари ґрунту, покращує водопроникність та сприяє накопиченню продуктивної вологи. До переваг належать висока якість глибокого рихлення та універсальність застосування. Недоліками є значна маса машини та потреба у тракторах потужністю понад 300 к. с.

В Україні значного поширення набули комбіновані агрегати вітчизняного виробництва. Однією з відомих моделей є агрегат АГК-6 виробництва Лозівські машини. Машина призначена для передпосівного та поверхневого обробітку ґрунту. Робоча ширина агрегату становить 6 м, глибина обробітку – 5–12 см, а продуктивність – до 7 га/год. Агрегат оснащується двома рядами сферичних дисків та котками. Перевагами є простота конструкції, доступна вартість та адаптація до українських умов експлуатації. Недоліком є менша довговічність окремих вузлів порівняно з імпортними аналогами.

Для проведення передпосівного обробітку широко використовуються комбіновані культиватори серії КПК виробництва ELVORTI. Агрегати забезпечують розпушування, вирівнювання та прикочування ґрунту за один прохід. Робоча ширина моделей становить від 4 до 12 м, а продуктивність – до 10 га/год. Перевагами є невисока енергоємність та хороша якість передпосівного обробітку. Недоліком є обмежена ефективність на ущільнених ґрунтах.

Сучасні комбіновані агрегати дедалі частіше оснащуються електронними системами контролю та автоматичного регулювання глибини обробітку. Використання GPS-навігації, датчиків навантаження та систем автоматичного керування дозволяє підвищити точність виконання технологічних операцій і зменшити перекриття під час роботи. Це сприяє економії пального та зниженню ущільнення ґрунту.

Важливою перевагою комбінованих агрегатів є скорочення кількості проходів техніки по полю. За традиційної технології для підготовки ґрунту може виконуватися 4–6 окремих операцій, тоді як комбіновані машини дозволяють зменшити їх кількість до 1–2. Це забезпечує економію пального на рівні 20–40%, зниження витрат праці та підвищення продуктивності польових робіт.

Разом із перевагами комбіновані агрегати мають певні недоліки. Основними з них є висока вартість машин, потреба у потужних енергетичних засобах та складність технічного обслуговування. Крім того, універсальні агрегати не завжди забезпечують однаково високу якість виконання всіх технологічних операцій у різних ґрунтово-кліматичних умовах.

МАРКА, МОДЕЛЬ, ВИРОБНИК	ТИП АГРЕГАТУ (КОНСТРУКЦІЯ)	РОБОЧА ШИРИНА, м	ГЛИБИНА ОБРОБІТКУ, см	ПРОДУКТИВНІСТЬ, га/год	ПОТРІБНА ПОТУЖНІСТЬ ТРАКТОРА, к. с.	ОСНОВНІ ПЕРЕВАГИ	ОСНОВНІ НЕДОЛІКИ
1. BEDNAR SwifterDisc XO_F (Чехія) 	Диско-лаповий культиватор (диски + лапи + котки)	4,0–18,4	2–14	12–15	150–550	✓ Висока продуктивність ✓ Ефективне подрібнення рослинних решток ✓ Добре копіювання рельєфу ✓ Універсальність застосування	⊖ Потребує потужного трактора ⊖ Зниження якості роботи на перезволожених ґрунтах
2. HORSCH Tiger MT (Німеччина) 	Диско-чизельний агрегат (диски + чизельні лапи + котки)	4,0–8,0	до 35	6–10	250–450	✓ Глибоке рихлення та руйнування плужної підшви ✓ Висока якість перемішування ґрунту ✓ Робота за великої кількості рослинних решток ✓ Універсальність	⊖ Висока вартість ⊖ Значні енерговитрати
3. JOHN DEERE 2623VT (США) 	Дискова борона (диски + котки)	6,1–12,2	5–15	10–12	180–350	✓ Висока швидкість роботи (до 18 км/год) ✓ Добре подрібнення стерні ✓ Стійкість до забивання ✓ Простота налаштування	⊖ Підвищене спрацювання дисків на кам'янистих ґрунтах ⊖ Високе навантаження на трактор
4. KUHN Gladiator (Франція) 	Strip-till агрегат (смуговий обробіток з розпушувачами)	4,5–12,0	20–30 (смуга)	5–9	150–350	✓ Економія води та пального ✓ Зменшення ерозії ґрунту ✓ Менше ущільнення мікроді ✓ Підвищення врожайності	⊖ Складність налаштування ⊖ Потреба у системах точного землеробства (GPS)
5. LEMKEN System-Kompaktor (Німеччина) 	Компактор (лапи + вирівнювачі + котки)	3,0–12,0	3–12	6–12	100–300	✓ Формування дрібногрудкуватої структури посівного шару ✓ Висока рівномірність обробітку ✓ Добре вирівнювання поверхні	⊖ Недостатня ефективність за великої кількості рослинних решток
6. CASE IH Ecolo-Tiger 875 (США) 	Диско-чизельний агрегат (диски + чизелі + котки)	4,0–7,0	30–40	5–8	280–500	✓ Ефективне глибоке рихлення ✓ Покращення водопроникності ✓ Універсальність у різних умовах	⊖ Велика маса агрегату ⊖ Потреба у тракторах понад 300 к. с.
7. ЛОЗІВСЬКІ МАШИНИ АГК-6 (Україна) 	Дисковий культиватор (диски + котки)	6,0	5–12	до 7	150–250	✓ Доступна вартість ✓ Проста конструкція ✓ Адаптація до умов України	⊖ Менша довговічність окремих вузлів ⊖ Обмежена глибина обробітку
8. ELVORTI КПК (Україна) 	Передпосівний культиватор (лапи + борони + котки)	4,0–12,0	4–12	6–10	100–220	✓ Невисока енергоємність ✓ Якісний передпосівний обробіток ✓ Простота обслуговування	⊖ Низька ефективність на ущільнених ґрунтах

Рисунок 1.5 – Сучасні конструкції комбінованих ґрунтообробних агрегатів та їх особливості

Таким чином, сучасні конструкції комбінованих ґрунтообробних агрегатів є важливим елементом ресурсозберігаючих та ґрунтозахисних технологій вирощування соняшнику. Їх застосування дозволяє підвищити ефективність використання техніки, скоротити витрати пального та забезпечити якісну підготовку ґрунту. Використання комбінованих агрегатів сприяє збереженню структури ґрунту, накопиченню продуктивної води та підвищенню стабільності врожаю соняшнику в умовах сучасного землеробства.

1.6 Висновки з розділу

Соняшник є однією з провідних олійних культур України та має важливе продовольче, кормове, технічне й економічне значення. Аналіз сучасного стану вирощування культури показав, що навіть в умовах воєнного стану соняшник

залишається стратегічно важливою культурою завдяки високій рентабельності та стабільному попиту на продукцію переробки. Посівні площі культури в Україні у 2022–2026 рр. залишаються на високому рівні, а середня врожайність поступово зростає завдяки впровадженню сучасних технологій вирощування.

Встановлено, що одним із головних факторів формування високого врожаю соняшнику є якість проведення сівби. Від рівномірності висіву, дотримання оптимальної глибини загортання насіння, якості підготовки посівного шару та точності розміщення насіння залежить польова схожість, рівномірність розвитку рослин і продуктивність посівів. Порушення агротехнічних вимог під час сівби призводить до зрідження посівів, нерівномірного розвитку рослин та зниження врожайності.

Дослідження показали, що застосування ґрунтозахисних технологій та сучасних комбінованих ґрунтообробних агрегатів сприяє покращенню структури ґрунту, збереженню продуктивної вологи та створенню сприятливих умов для якісного висіву соняшнику. Використання сучасної техніки та ресурсозберігаючих технологій дозволяє підвищити ефективність виробництва культури, зменшити енергетичні витрати та забезпечити стабільне формування врожаю в умовах змін клімату та дефіциту вологи.

2 РОЗРОБКА ПЛАНУ МЕХАНІЗОВАНИХ РОБІТ ВИРОБНИЦТВА СОНЯШНИКУ

2.1 Обґрунтування комплексу основних технологічних операцій при вирощуванні соняшнику

У сучасному землеробстві важливого значення набуває впровадження ґрунтозахисних технологій вирощування соняшнику, які спрямовані на збереження родючості ґрунту, накопичення та ефективне використання продуктивної вологи, зменшення ерозійних процесів і скорочення енергетичних витрат. Особливо актуальними такі технології є для Степової та Лісостепової зон України, де в останні роки спостерігається підвищення температури повітря, нерівномірність випадання опадів та дефіцит ґрунтової вологи. У зв'язку з цим основним завданням системи обробітку ґрунту є створення оптимальних умов для росту та розвитку рослин соняшнику за мінімального механічного впливу на ґрунт.

Наукові дослідження та практика передових господарств свідчать, що ефективність вирощування соняшнику значною мірою залежить від правильного поєднання агротехнічних операцій, адаптованих до конкретних ґрунтово-кліматичних умов. Сучасні системи ґрунтозахисного землеробства передбачають мінімізацію кількості технологічних операцій, поєднання декількох процесів за один прохід агрегату та широке використання комбінованих машин. Це дозволяє скоротити кількість проходів техніки по полю з 8–10 до 4–5, зменшити ущільнення ґрунту та знизити витрати пального на 25–40 %.

Основою технології вирощування соняшнику є система основного обробітку ґрунту. За традиційної технології застосовується полицева оранка на глибину 25–30 см, однак сучасні ґрунтозахисні системи передбачають переважне використання мінімального, чизельного, плоскорізного або смугового обробітку ґрунту. Такі способи дозволяють зберігати рослинні рештки на поверхні поля,

що сприяє захисту ґрунту від водної та вітрової ерозії, зменшує випаровування вологи та покращує структуру орного шару.

Першою технологічною операцією після збирання попередника є подрібнення та рівномірний розподіл рослинних решток. Для цього доцільно використовувати сучасні важкі дискові борони та комбіновані агрегати. Одним із ефективних агрегатів є John Deere 2623VT, який забезпечує поверхневий обробіток ґрунту на глибину 5–15 см та якісне подрібнення стерні. Робоча швидкість агрегату досягає 15–18 км/год, а продуктивність перевищує 10 га/год. Використання такого агрегату дозволяє виконати декілька операцій за один прохід – подрібнення пожнивних решток, часткове розпушування та вирівнювання поверхні поля.

Для основного обробітку ґрунту в системі Mini-till ефективним є використання комбінованих диско-чизельних агрегатів. Одним із сучасних рішень є HORSCH Tiger MT, який поєднує дискові батареї, чизельні лапи та прикочувальні котки. Агрегат забезпечує глибоке рихлення ґрунту до 35 см із одночасним подрібненням рослинних решток та частковим ущільненням поверхневого шару. Перевагою такого агрегату є можливість об'єднання декількох операцій в одному технологічному проході, що дозволяє значно скоротити витрати часу та пального.

У сучасному ґрунтозахисному землеробстві широкого поширення набуває технологія Strip-till, яка передбачає обробіток лише вузьких смуг у зоні майбутнього висіву насіння. При цьому міжряддя залишаються вкритими рослинними рештками, які виконують ґрунтозахисну функцію. Основною перевагою Strip-till є поєднання переваг традиційного обробітку та технології No-till.

Для смугового обробітку ґрунту використовують спеціалізовані агрегати, одним із яких є KUHN Gladiator. Машина забезпечує розпушування ґрунту на глибину 20–30 см лише у смугах майбутнього висіву з одночасним внесенням мінеральних добрив. Робоча ширина агрегату становить 4,5–12 м, а продуктивність – до 9 га/год. Використання такого агрегату дозволяє одночасно

проводити смуговий обробіток, локальне внесення добрив та часткове вирівнювання поверхні поля.

Важливою перевагою технології Strip-till є можливість об'єднання обробітку ґрунту, внесення добрив і сівби в одному технологічному процесі. У сучасних ґрунтообробно-висівних комплексах, таких як Horsch Focus, робочі органи виконують одночасно глибоке розпушування, внесення добрив та формування смуги для висіву насіння. Це дозволяє зменшити кількість проходів техніки по полю до мінімуму та забезпечити локальне внесення поживних речовин безпосередньо в зону розвитку кореневої системи рослин.

За технології No-till повністю відмовляються від механічного обробітку ґрунту. Основною операцією є прямий висів насіння у необроблений ґрунт спеціалізованими сівалками. На поверхні поля залишається мульчувальний шар із рослинних решток, який сприяє накопиченню вологи та зменшує ерозійні процеси. No-till вважається найбільш ґрунтозахисною технологією, оскільки максимально зберігає природну структуру ґрунту.

Для прямого висіву соняшнику застосовують сучасні сівалки точного висіву, здатні працювати в умовах мульшованого поля. Однією з найбільш ефективних є Väderstad Tempo L. Сівалка забезпечує високу точність розміщення насіння навіть за швидкості руху 15–17 км/год. Робоча ширина машини становить 6–18 рядків, а продуктивність перевищує 8–10 га/год. Висока рівномірність висіву позитивно впливає на польову схожість та формування врожайності соняшнику.

Однією з важливих технологічних операцій є внесення мінеральних добрив. У сучасних ґрунтозахисних технологіях перевага надається локальному способу внесення добрив, який забезпечує більш ефективне використання елементів живлення рослинами. За даними досліджень, локальне внесення добрив дозволяє підвищити коефіцієнт використання поживних речовин та знизити їх витрати на 15–20 %. Найбільш ефективним є поєднання внесення добрив із обробітком ґрунту або сівбою.

Для догляду за посівами соняшнику застосовують сучасні широкозахватні обприскувачі. Одним із ефективних агрегатів є Case IH Patriot 3250. Машина має ширину захвату 24–36 м та забезпечує високу продуктивність при внесенні гербіцидів, фунгіцидів і мікродобрів. Використання широкозахватних агрегатів дозволяє зменшити кількість проходів техніки по полю та скоротити ущільнення ґрунту.

Збирання врожаю соняшнику здійснюють сучасними зернозбиральними комбайнами із спеціалізованими соняшниковими жатками. Найбільш поширеними є комбайни CLAAS Lexion та New Holland CR Series. Сучасні жатки забезпечують мінімальні втрати насіння та ефективне подрібнення рослинних решток, що має важливе значення для подальшого застосування ґрунтозахисних технологій.

У сучасному землеробстві важливим напрямом є оптимізація кількості технологічних операцій. Раніше застосовувані системи вирощування передбачали багаторазовий механічний обробіток ґрунту, що призводило до руйнування структури орного шару, ущільнення та зниження природної родючості. Сучасні ґрунтозахисні технології базуються на використанні комбінованих агрегатів, які дозволяють одночасно виконувати декілька операцій – розпушування, подрібнення, внесення добрив, вирівнювання та ущільнення ґрунту. Завдяки цьому скорочуються витрати пального, підвищується продуктивність техніки та покращується водний режим ґрунту.

Таким чином, обґрунтування комплексу основних технологічних операцій при вирощуванні соняшнику за ґрунтозахисних технологій базується на принципах мінімізації механічного впливу на ґрунт, збереження рослинних решток на поверхні поля та максимального поєднання декількох технологічних процесів в одному проході агрегату. Використання сучасних комбінованих машин і ресурсозберігаючих технологій Strip-till, Mini-till та No-till дозволяє зменшити енергетичні витрати, покращити агрофізичні властивості ґрунту та забезпечити стабільне формування високого врожаю соняшнику.

2.2 Обґрунтування та розрахунок елементів технології вирощування соняшнику

Одним із головних завдань сучасної технології вирощування соняшнику є забезпечення високої врожайності за мінімальних витрат енергетичних, трудових і матеріальних ресурсів. При застосуванні ґрунтозахисних технологій особливого значення набуває правильний вибір технологічних операцій, машинно-тракторних агрегатів та їх оптимальне поєднання. Рационально побудована технологія вирощування дозволяє зменшити кількість проходів техніки по полю, скоротити витрати пального та забезпечити сприятливі умови для росту і розвитку рослин соняшнику.

Основними елементами технології вирощування соняшнику є:

- подрібнення та заробка пожнивних решток;
- основний обробіток ґрунту;
- передпосівний обробіток;
- внесення добрив;
- сівба;
- догляд за посівами;
- захист рослин;
- збирання врожаю.

При обґрунтуванні технології вирощування соняшнику доцільно використовувати мінімальний або смуговий обробіток ґрунту, який забезпечує збереження продуктивної вологи та зменшує енергетичні витрати.

Для господарства площею 500 га приймається технологія Strip-till із використанням сучасних комбінованих агрегатів. Основним обробітком є смугове розпушування ґрунту на глибину 20–25 см із локальним внесенням добрив. Для цього використовується агрегат KUHN Gladiator із трактором потужністю 300–350 к. с.

Розрахунок продуктивності агрегату. Продуктивність агрегату визначається за формулою:

$$W = B \cdot V \cdot K / 10$$

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

Для агрегату KUNN Gladiator приймаємо: ширина захвату $B = 6$ м; швидкість руху $V = 9$ км/год; коефіцієнт використання часу $K = 0,8$.

Тоді продуктивність становитиме: $W = 6 \cdot 9 \cdot 0,8 / 10 = 4,32$ га/год.

Тривалість виконання операції на площі 500 га: $t = 500 / 4,32 = 115,7$ год.

За двозмінної роботи агрегат виконає операцію приблизно за 7–8 робочих днів.

Розрахунок витрат пального. Питомі витрати пального при Strip-till становлять у середньому 14–16 л/га. Приймаємо 15 л/га.

Загальна витрата пального: $Q = 500 \cdot 15 = 7500$ л.

Для порівняння, за традиційної оранки витрати пального становлять 25–30 л/га, тобто економія пального при застосуванні ґрунтозахисної технології може досягати 35–40 %.

Передпосівний обробіток ґрунту. Для передпосівного обробітку використовується комбінований агрегат BEDNAR SwifterDisc XO 6000. Машина забезпечує вирівнювання поверхні поля, подрібнення грудок та часткове ущільнення посівного шару.

Продуктивність агрегату: $W = 6 \cdot 12 \cdot 0,8 / 10 = 5,76$ га/год.

Тривалість роботи: $t = 500 / 5,76 = 86,8$ год.

Питомі витрати пального становлять 6–7 л/га. Загальні витрати: $Q = 500 \cdot 7 = 3500$ л.

Обґрунтування параметрів сівби. Для сівби соняшнику використовується сівалка точного висіву Väderstad Tempo L 12.

Основні параметри сівби: ширина міжрядь – 70 см; глибина загортання насіння – 5–6 см; норма висіву – 55–60 тис. насінин/га; робоча швидкість – 14 км/год.

Продуктивність сівалки: $W = 8,4 \cdot 14 \cdot 0,8 / 10 = 9,4$ га/год.

Тривалість сівби: $t = 500 / 9,4 = 53,2$ год.

Витрати пального становлять у середньому 4,5–5 л/га: $Q = 500 \cdot 5 = 2500$ л.

Захист рослин. Для внесення гербіцидів та фунгіцидів використовується самохідний обприскувач Case IH Patriot 3250 із шириною захвату 30 м.

Продуктивність обприскувача: $W = 30 \cdot 18 \cdot 0,75 / 10 = 40,5$ га/год.

Тривалість обробки: $t = 500 / 40,5 = 12,3$ год.

Витрати пального: $Q = 500 \cdot 1,8 = 900$ л.

Збирання врожаю. Для збирання соняшнику використовується комбайн CLAAS Lexion 770 із жаткою шириною 9 м.

Продуктивність комбайна: $W = 9 \cdot 7 \cdot 0,75/10 = 4,7$ га/год.

Тривалість збирання: $t = 500 / 4,7 = 106,4$ год.

Витрати пального: $Q = 500 \cdot 12 = 6000$ л.

Таблиця 2.1 – План механізованих робіт при вирощуванні соняшнику

Технологічна операція	Машина та агрегат	Продуктивність, га/год	Витрати пального, л/га	Трудові витрати, люд.-год/га
Strip-till обробіток	KUHN Gladiator	4,32	15	0,23
Передпосівний обробіток	BEDNAR SwifterDisc	5,76	7	0,17
Сівба	Väderstad Tempo L	9,4	5	0,11
Обприскування	Case IH Patriot 3250	40,5	1,8	0,03
Збирання врожаю	CLAAS Lexion 770	4,7	12	0,21

Загальні витрати пального на весь комплекс механізованих робіт становлять:

$$Q_{\Sigma} = 7500 + 3500 + 2500 + 900 + 6000 = 20400 \text{ л.}$$

Сумарні трудові витрати:

$$T_{\Sigma} = 0,23 + 0,17 + 0,11 + 0,03 + 0,21 = 0,75 \text{ люд.-год/га.}$$

Таким чином, застосування ґрунтозахисної технології вирощування соняшнику із використанням сучасних комбінованих агрегатів дозволяє значно

скоротити кількість технологічних операцій, зменшити витрати пального та трудових ресурсів, забезпечити збереження продуктивної вологи та створити оптимальні умови для формування високого врожаю культури.

№	ТЕХНОЛОГІЧНА ОПЕРАЦІЯ	АГРЕГАТ (МАШИНА)	ШИРИНА ЗАХВАТУ, м	РОБОЧА ШВИДКІСТЬ, км/год	ПРОДУКТИВНІСТЬ		ВИТРАТИ ПАЛИВА		ТРУДОВІ ВИТРАТИ люд.-год/га
					га/год	на 500 га (год)	л/га	на 500 га (л)	
1	Strip-till обробіток (розпушування смуг, внесення добрив)	 KUHN Gladiator	6,0	9,0	4,32	115,7	15,0	7 500	0,23
2	Передпосівний обробіток (вирівнювання, подрібнення, ущільнення)	 BEDNAR SwifterDisc XO 6000	6,0	12,0	5,76	86,8	7,0	3 500	0,17
3	Сівба соняшнику (точний висів)	 Väderstad Tempo L 12	8,4	14,0	9,40	53,2	5,0	2 500	0,11
4	Обприскування посівів (захист рослин)	 Case IH Patriot 3250	30,0	18,0	40,50	12,3	1,8	900	0,03
5	Збирання врожаю (соняшник)	 CLAAS Lexion 770 (жатка 9,0 м)	9,0	7,0	4,70	106,4	12,0	6 000	0,21
 ЗАГАЛЬНІ ВИТРАТИ ПАЛИВА 20 400 л (40,8 л/га)  ЗАГАЛЬНІ ТРУДОВІ ВИТРАТИ 0,75 люд.-год/га (375 люд.-год на 500 га)  ЗАГАЛЬНА ТРИВАЛІСТЬ РОБІТ (за двозмінної роботи) ≈ 23 дні  ПЕРЕВАГИ ТЕХНОЛОГІЙ ✓ Збереження вологи та родючості ґрунту ✓ Зменшення витрат пального на 25–40% ✓ Скорочення проходів техніки ✓ Підвищення врожайності та прибутковості									

Рисунок 2.1 – План механізованих робіт вирощування соняшнику

2.3 Висновки з розділу

У результаті проведеного обґрунтування комплексу механізованих робіт при вирощуванні соняшнику встановлено, що застосування ґрунтозахисних технологій є ефективним напрямом підвищення продуктивності виробництва та зниження енергетичних витрат. Використання сучасних комбінованих агрегатів і машин дозволяє скоротити кількість технологічних операцій, зменшити ущільнення ґрунту та забезпечити раціональне використання продуктивної вологи.

Розроблений план механізованих робіт передбачає застосування сучасних високопродуктивних агрегатів для strip-till обробітку ґрунту, передпосівної підготовки, сівби, захисту рослин та збирання врожаю. Встановлено, що поєднання декількох технологічних операцій в одному проході агрегату дозволяє

скоротити витрати пального на 25–40 % та знизити трудомісткість виконання робіт.

Проведені розрахунки показали, що загальні витрати пального на виконання комплексу механізованих робіт становлять 20400 л, а сумарні трудові витрати – 0,75 люд.-год/га. Використання сучасних машинно-тракторних агрегатів забезпечує високу продуктивність технологічних процесів, своєчасне виконання польових робіт та створення оптимальних умов для росту і розвитку рослин соняшнику.

Отже, впровадження ґрунтозахисних технологій і оптимізація структури механізованих робіт сприяють підвищенню економічної ефективності вирощування соняшнику, збереженню родючості ґрунту та формуванню стабільного врожаю культури в сучасних умовах землеробства.

З УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ КОМБІНОВАНОГО ГРУНТООБРОБНОГО АГРЕГАТУ

3.1 Аналіз конструкцій робочих органів для поверхневого обробітку ґрунту

До машин і знарядь, які застосовуються для поверхневого обробітку ґрунту, належать борони, лушпильники, культиватори та котки. Основне їх призначення полягає у розпушуванні верхнього шару ґрунту, вирівнюванні поверхні поля, руйнуванні ґрунтової кірки та грудок, знищенні бур'янів, а також загортанні мінеральних і органічних добрив. Використання цих машин дозволяє створити сприятливі умови для накопичення та збереження вологи, покращення повітряного режиму ґрунту і якісної підготовки поля до сівби сільськогосподарських культур. Розглянемо конструктивні особливості та робочі органи найбільш поширених машин поверхневого обробітку ґрунту.

Важка швидкісна зубова борона ЗБЗТС-1 призначена для подрібнення великих грудок ґрунту, розпушування поверхневого шару після оранки, а також для обробітку луків і пасовищ на глибину до 10 см. Середня зубова борона ЗБЗСС-1,0 використовується для вирівнювання поверхні поля, боронування посівів зернових і технічних культур, а також для закриття вологи на глибину до 8 см. Легка посівна борона ЗБП-0,6 застосовується переважно для руйнування ґрунтової кірки та догляду за посівами.

Конструкція зубових борін складається з поздовжніх і поперечних зигзагоподібних планок, у місцях перетину яких закріплені робочі органи – чотиригранні зуби. Такі зуби забезпечують ефективне розпушування верхнього шару ґрунту, руйнування грудок і часткове знищення бур'янів. Робочі органи зубових борін наведені на рисунку 3.1.

Робочими органами дискових лушпильників ЛДГ-5, ЛДГ-10, ЛДГ-15 та ЛДГ-20 є сферичні диски діаметром 450 мм. У кожній батареї встановлено по дев'ять дисків, змонтованих на квадратному валу. Диски повернуті опуклою

стороною до середини агрегату. Батарей дисків обертаються на двох кулькових підшипниках. Лушильники використовують для лущення стерні після збирання зернових культур, поверхневого розпушування ґрунту після оранки та виконання передпосівного обробітку.

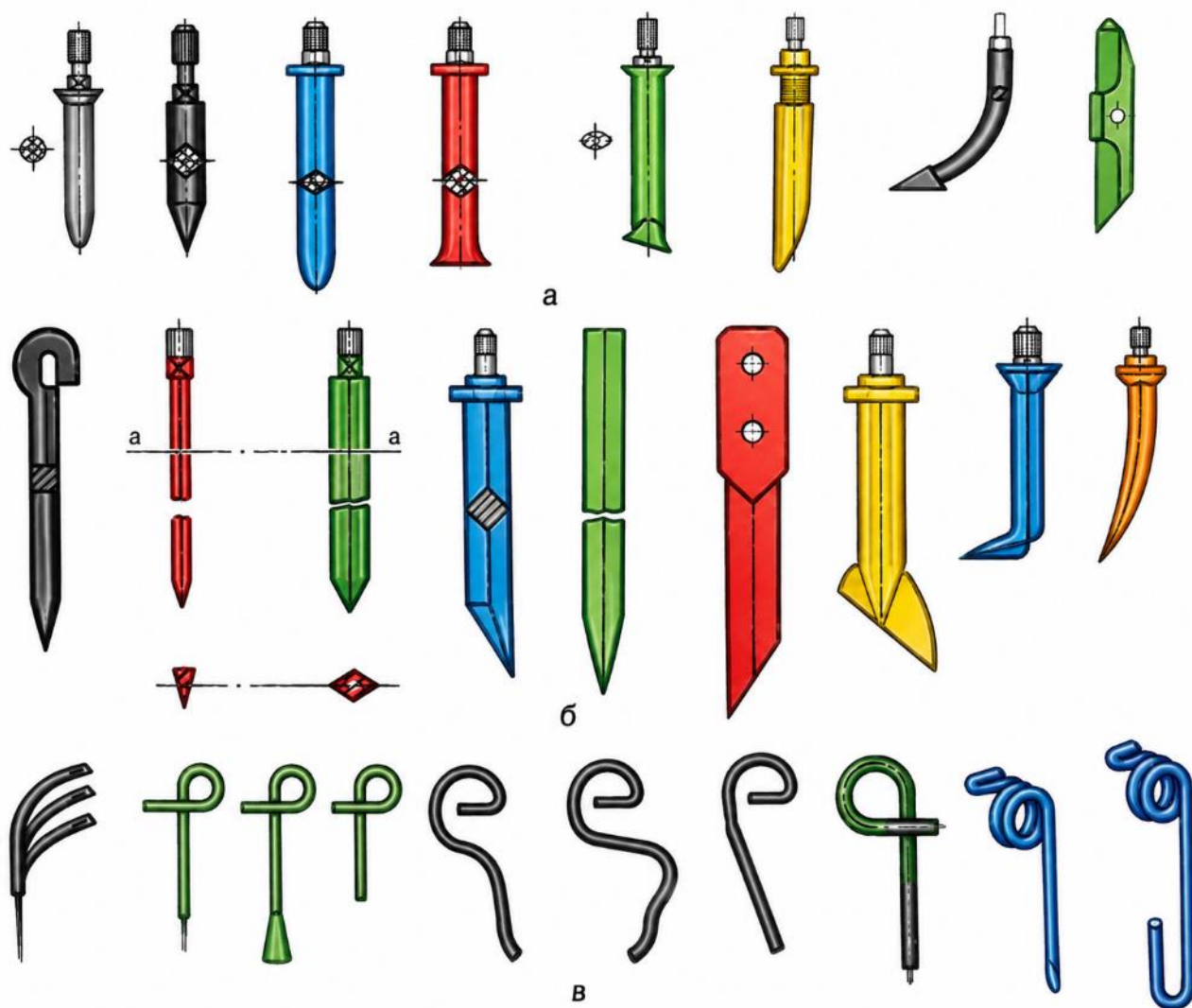


Рисунок 3.1 – Зубові робочі органи борін

У бороні голчастій причіпній гідрофікованій БИГ-3 робочими органами є голчасті диски, які розміщуються на осі на відстані 177 мм один від одного та формують чотири окремі батареї. Конструкція борони дозволяє встановлювати голчасті диски під кутами атаки 0° , 8° , 12° і 16° . Крім того, агрегат може працювати з активним розташуванням робочих органів на легких і середніх ґрунтах без демонтажу батарей шляхом перестановки причіпного пристрою на

передню або задню частину рами. Рама борони виконана у вигляді зварної конструкції з труб квадратного перерізу. Можливість встановлення нульового кута атаки значно розширює сферу застосування борони, зокрема для обробітку посівів зернових і просапних культур.

У важкій двослідній дисковій бороні БДТ-7,0 робочими органами є сферичні вирізні диски, встановлені на круглій осі. Крайній диск розміщується опуклою стороною назовні та спирається на спеціальну шайбу. Конструкція борони включає вісім батарей, гідросистему, центральну, праву і ліву рами, вісь із колесами та транспортні розтяжки. Агрегат застосовується для розпушування ґрунту, подрібнення післяжнивних залишків і обробітку пластів багаторічних трав.

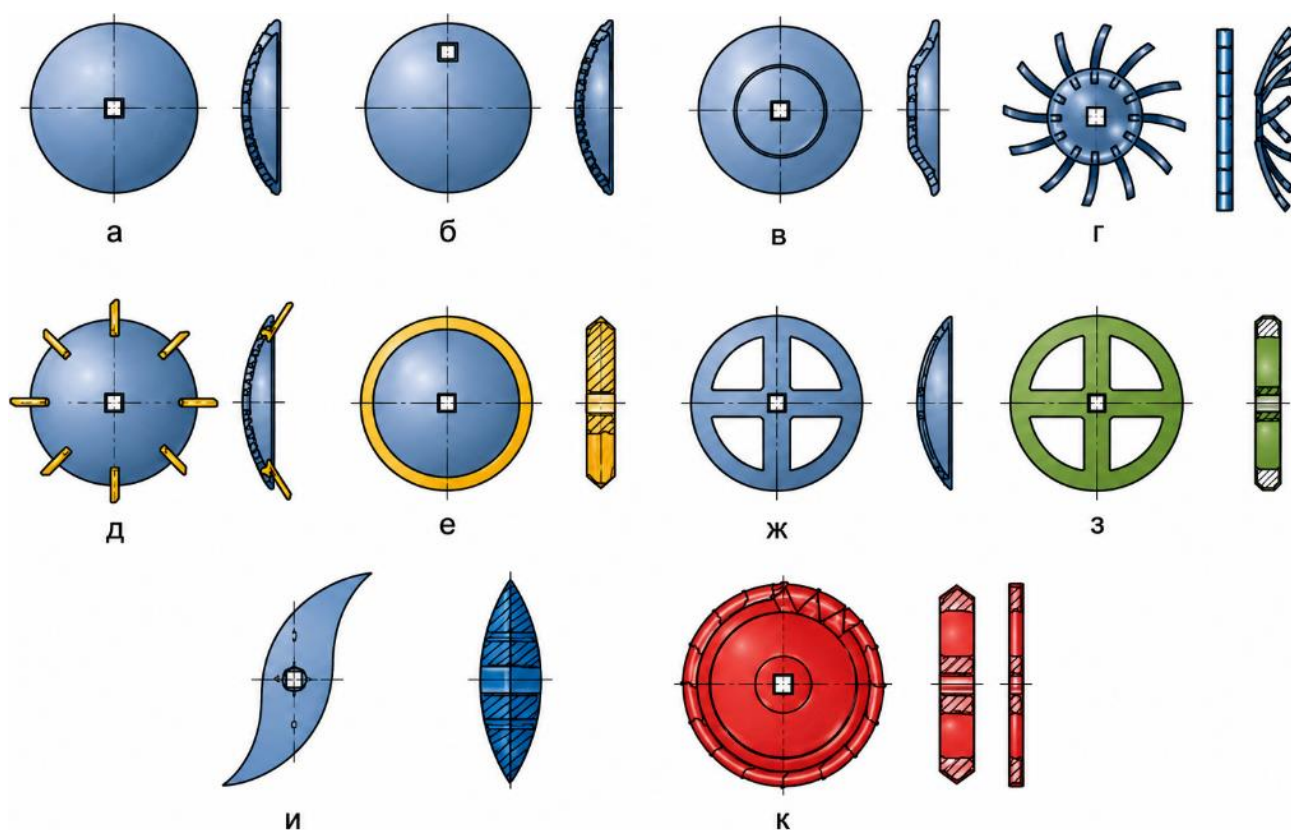


Рисунок 3.2 – Дискові робочі елементи

Робочими органами широкозахватних культиваторів КШУ-6, КШУ-12 і КШУ-18 є стрілочасті лапи шириною захвату 330 мм або розпушувачі шириною 150 мм. Додатково агрегати комплектуються вирівнювальними пристроями –

пружинними або роторними боронами. Ці культиватори призначені для суцільного передпосівного обробітку ґрунту та догляду за парами.

У деяких культиваторах, наприклад КШ-3,6А, робочим органом виступає штанга. Вона являє собою сталевий квадратний вал перерізом 25×25 мм і довжиною 3700 мм, який приводиться в обертання від ходового колеса агрегату.

На швидкісному причіпному культиваторі КПС-4 застосовуються універсальні стрілчасті лапи шириною захвату 270 мм і 330 мм. Вони встановлюються у два ряди. При обробітку слабо забур'янених полів у передньому ряду монтують лапи шириною 270 мм, а в задньому – 330 мм. На сильно забур'янених ділянках лапи меншої ширини встановлюють у другому ряду для забезпечення кращого підрізання бур'янів.

У конструкції важкого секційного причіпного культиватора КТС-10-2 використовується активний робочий орган – фрезерний барабан. Він являє собою зварний вал, виготовлений із труби з привареними дисками для кріплення Г-подібних ножів, елементами приводу та цапфами для встановлення у підшипниках. Крутний момент від центрального редуктора передається через ланцюгові передачі, запобіжні муфти та проміжні вали до бокових редукторів, а потім – до фрезерних барабанів. Усі приводи закриті захисними кожухами. Глибина обробітку регулюється гвинтовим механізмом шляхом зміни положення опорних коліс відносно барабана. Для вирівнювання поверхні поля та запобігання розкиданню ґрунту культиватор обладнаний спеціальними фартухами у вигляді вигнутих листів із ребрами жорсткості.

Для вирівнювання поверхні поля, руйнування грудок, ущільнення ґрунту до та після сівби застосовують кільчасті й гладкі котки. Кільчасто-зубовий коток ЗКК-6 складається з трьох секцій, кожна з яких містить дві батареї, розташовані одна за одною. На осях батарей вільно обертаються зубчасті диски діаметром 520 мм, виготовлені зі сталевого литва. Диски задньої батареї розміщуються між дисками передньої, що забезпечує самоочищення робочих органів від налиплого ґрунту.

Гладкий водоналивний коток КВГ-1,4 має три секції, робочими органами яких є гладкі порожнисті циліндри діаметром 700 мм і довжиною 1400 мм. У кожен циліндр можна заливати до 500 л води. Зміною кількості води регулюється тиск котка на ґрунт і ступінь його ущільнення.

Ротаційні робочі органи набули значного поширення у сучасних системах обробітку ґрунту завдяки високій ефективності роботи (рисунок 3.3).

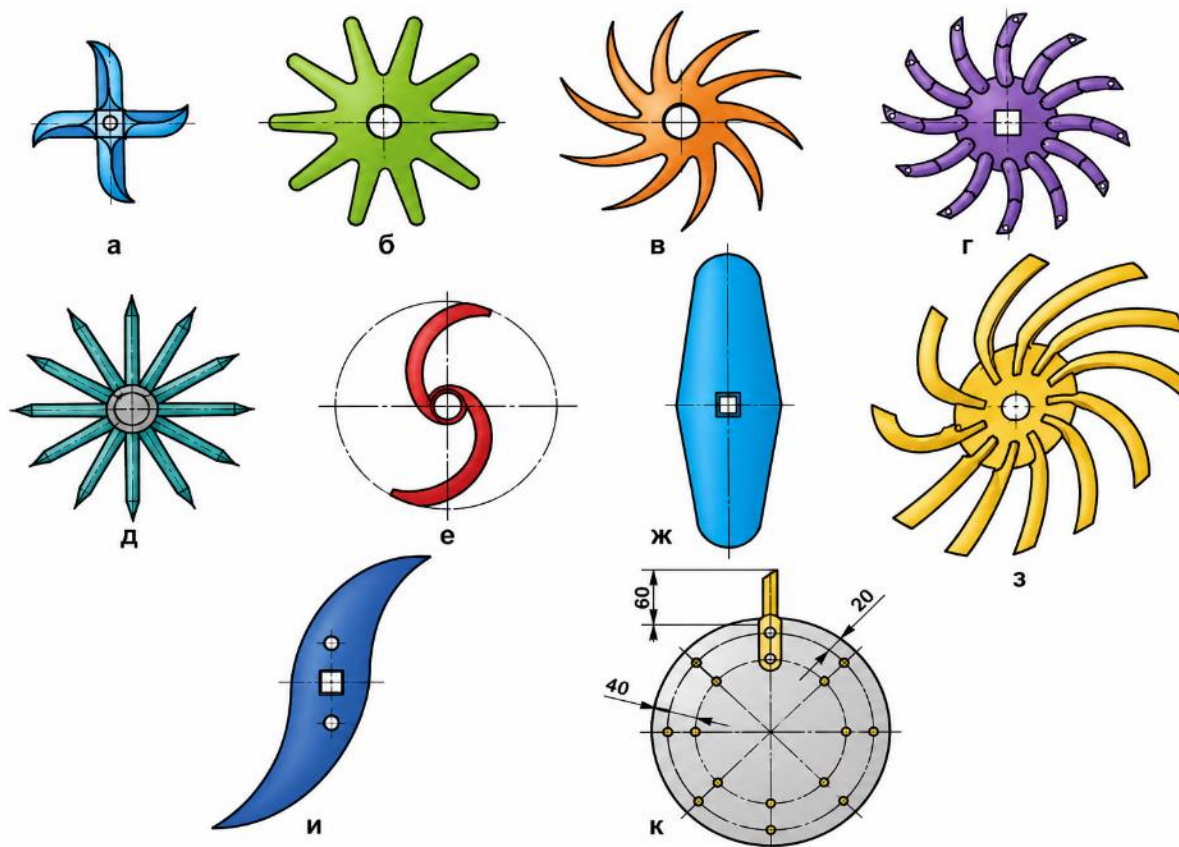


Рисунок 3.3 – Ротаційні робочі елементи

Значний інтерес становить борона Ханкмо (рисунок 3.3 а), яка використовується для лущення стерні, обробітку пластів багаторічних трав, мульчування, ранньовесняного боронування, закриття вологи та передпосівної підготовки ґрунту.

Робочі органи у вигляді зірочок (рисунок 3.3 б, в) широко застосовуються при догляді за посівами зернових і просапних культур, ранньовесняному боронуванні та боротьбі з ґрунтовою кіркою.

Особливу увагу привертає голчастий диск (рисунок 3.3 г), який використовується у боронах БИГ-3, БМШ-15 та БМШ-20. Незважаючи на окремі конструктивні недоліки, ці диски набули широкого поширення як в Україні, так і за кордоном, особливо у складі комбінованих ґрунтообробних агрегатів.

Робочий орган у вигляді голчастого ротора (рисунок 3.3 д) є модифікацією голчастого диска, розробленого УНДІМЕСГ для руйнування великих грудок ґрунту. Подібним за конструкцією є робочий орган ротор-чизель (рисунок 3.3 и). У разі фіксації він працює як культиваторний робочий орган, а при вільному обертанні функціонує як ротор, забезпечуючи інтенсивне подрібнення ґрунтових брил.

Робочі органи складної конфігурації (рисунок 3.3 е, з) нині перебувають на стадії випробувань, однак мають значні перспективи використання для боротьби з бур'янами та загортання органічних і мінеральних добрив.

Робочий орган диско-зубової борони також проходить випробування, проте вже створено конструктивні рішення на базі конічної диско-зубової борони. Для усунення борозен крайні диски таких борін зменшують у діаметрі.

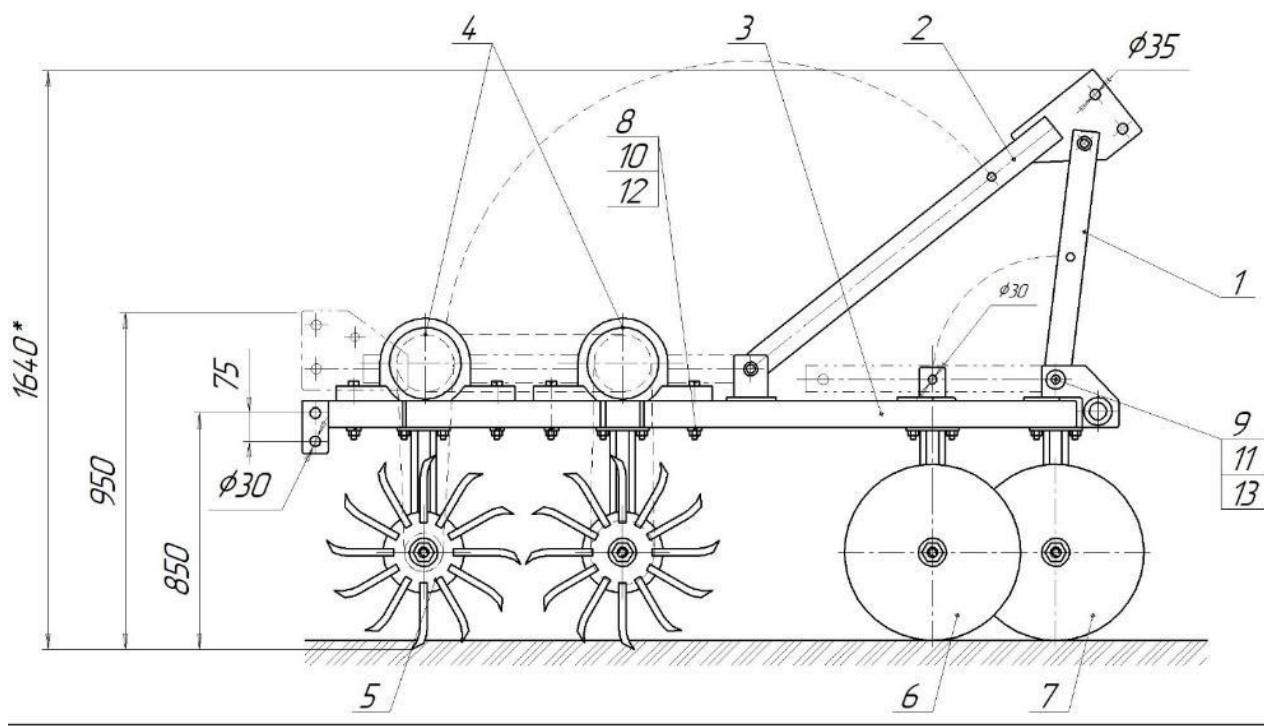


Рисунок 3.4 – Загальний схема удосконаленого посівного комплексу

Проведений аналіз конструкцій робочих органів показує, що найбільш важливе місце серед них займають дискові та ротаційні робочі органи. Саме вони забезпечують високу ефективність поверхневого обробітку ґрунту, інтенсивне подрібнення рослинних решток і формування якісного посівного шару. Правильний вибір типу робочих органів залежно від конкретних ґрунтово-кліматичних умов є основою ефективної підготовки ґрунту та підвищення врожайності сільськогосподарських культур.

3.2 Розрахунок кількості голок за радіальної схеми їх розміщення для поверхневого обробітку ґрунту

У комплексі машин для обробітку сільськогосподарських культур на ґрунтах, схильних до вітрової ерозії, а також у посушливих природно-кліматичних зонах, широкого застосування набули робочі органи голчастого типу. Їх використання забезпечує поверхнєве розпушування ґрунту, руйнування кірки, покращення аерації верхнього шару та одночасне збереження стерньових залишків на поверхні поля. Кількість голок на диску повинна визначатися виходячи з агротехнічних вимог і необхідної кількості уколів ґрунту, які забезпечують якісний поверхневий обробіток [22].

Розмір ділянки поля, яка обробляється однією голкою, залежить насамперед від форми голки, радіуса диска та глибини обробітку ґрунту. Радіус голчастого диска визначається з урахуванням максимальної глибини обробітку, середньої висоти стерні в зоні роботи агрегату та діаметра маточини диска, який обирається за конструктивними й експлуатаційними умовами [3]:

$$R = a_{\max} + h_{\text{ст}} + d / 2,$$

де $a_{\max}$ – максимальна глибина обробітку ґрунту, мм; $h_{\text{ст}}$ – висота стерні, мм; d – діаметр маточини диска, мм.

Підставивши значення: $a_{\max}=100$ мм; $h_{\text{ст}}=150$ мм; $d=50$ мм, одержимо:

$$R = 100 + 150 + 50 / 2 = 275 \text{ мм.}$$

Голчастий диск борони повинен забезпечувати ефективне руйнування верхнього шару ґрунту при максимальному збереженні стерні на поверхні поля. Аналізуючи траєкторію руху точок голки під час обертання диска, можна визначити довжину ділянки поля, на яку впливає кінець голки (рисунок 3.5).

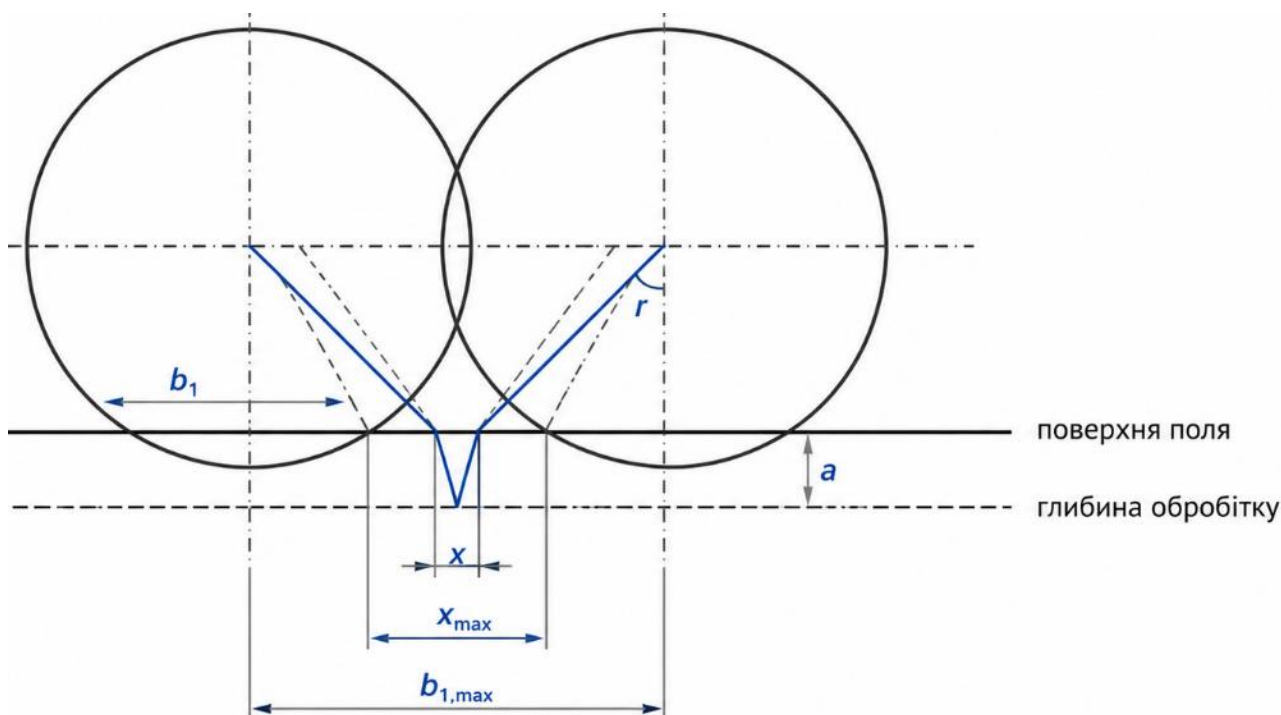


Рисунок 3.5 – Схема для розрахунку максимальної довжини обробленої ділянки поля однією голкою

Довжина ділянки, на яку безпосередньо впливає кінець голки, визначається за залежністю:

$$b_1 = 2\left(R \arccos \frac{R-a}{R} - \sqrt{2Ra - a^2}\right),$$

Підставляючи значення:

$$b_1 = 2 \cdot \left(275 \arccos \frac{275-100}{275} - \sqrt{2 \cdot 275 \cdot 100 - 100^2}\right) = 60 \text{ мм.}$$

Оскільки руйнування ґрунту здійснюється не лише кінцем голки, а й усією її частиною в межах заглиблення, кожна точка заглибленої частини голки описує укорочену циклоїду. Тому фактична довжина обробленої ділянки визначається залежністю:

$$b=2x$$

де $x = R \arccos \frac{R-y}{r} - \sqrt{r^2 - (R-y)^2}$, r – відстань від центра голчастого диска до довільної точки, розташованої на голці.

Траєкторія точок голки в процесі роботи перетинає поверхню поля у двох точках, які можуть розташовуватися як всередині оброблюваного відрізка, так і за його межами.

Приймаючи у рівнянні значення $y=a$ та враховуючи параметр r як змінний, із дотриманням технологічних обмежень процесу обробітку ґрунту, після дослідження функції на максимум визначають умову:

$$r = \sqrt{R(R-a)}.$$

Після перетворення рівнянь отримують вираз для визначення максимальної довжини ділянки поля, обробленої однією голкою за один оберт диска [3]:

$$b_{1\max} = 2 \cdot \left(R \arccos \frac{R-a}{\sqrt{R(R-a)}} - \sqrt{R(R-a) - (R-a)^2} \right),$$

Підставляючи розрахункові значення, отримуємо:

$$b_{1\max} = 2 \cdot \left(275 \cdot \arccos \frac{275-100}{\sqrt{275(275-100)}} - \sqrt{275(275-100) - (275-100)^2} \right) = 90,2 \text{ мм.}$$

Оскільки довжина ділянки поля, що обробляється всіма голками за один оберт диска, дорівнює довжині кола диска, кількість голок визначається за формулою:

$$n = \frac{2\pi R}{b_{1\max}},$$

Після підстановки значень:

$$n = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 275}{90,2} = 19 \text{ шт.}$$

Отже, для забезпечення якісного поверхневого обробітку ґрунту та дотримання агротехнічних вимог при заданих параметрах робочого органа необхідно встановити 19 голок на голчастому диску. Така кількість забезпечує

оптимальну інтенсивність впливу на ґрунт, достатнє руйнування поверхневого шару та ефективне збереження стерньових залишків на полі.

3.3 Розрахункове обґрунтування кількості голок криволінійної форми за визначеним законом

Кількість голок, установлених на диску, може бути зменшена за умови, що кожна голка забезпечуватиме обробіток більшої площі поверхні поля. Цій умові найбільш повно відповідають голки зігнутої форми. Для спрощення проведення аналітичних розрахунків зігнуту голку доцільно подати у вигляді ламаної лінії (рисунок 3.6). При заміні кута ламаної дугою така лінія може бути перетворена у плавну криву.

Розглянемо голчастий диск у положенні, коли носок голки ОВ торкається поверхні поля, а інша голка ОА проходить через точки перетину кола радіуса з поверхнею ґрунту. У цьому випадку кут входження t прямої голки ОВ набуває додатного значення, що відповідає умові нормальної роботи робочого органа: $0 \leq t \leq 90^\circ$.

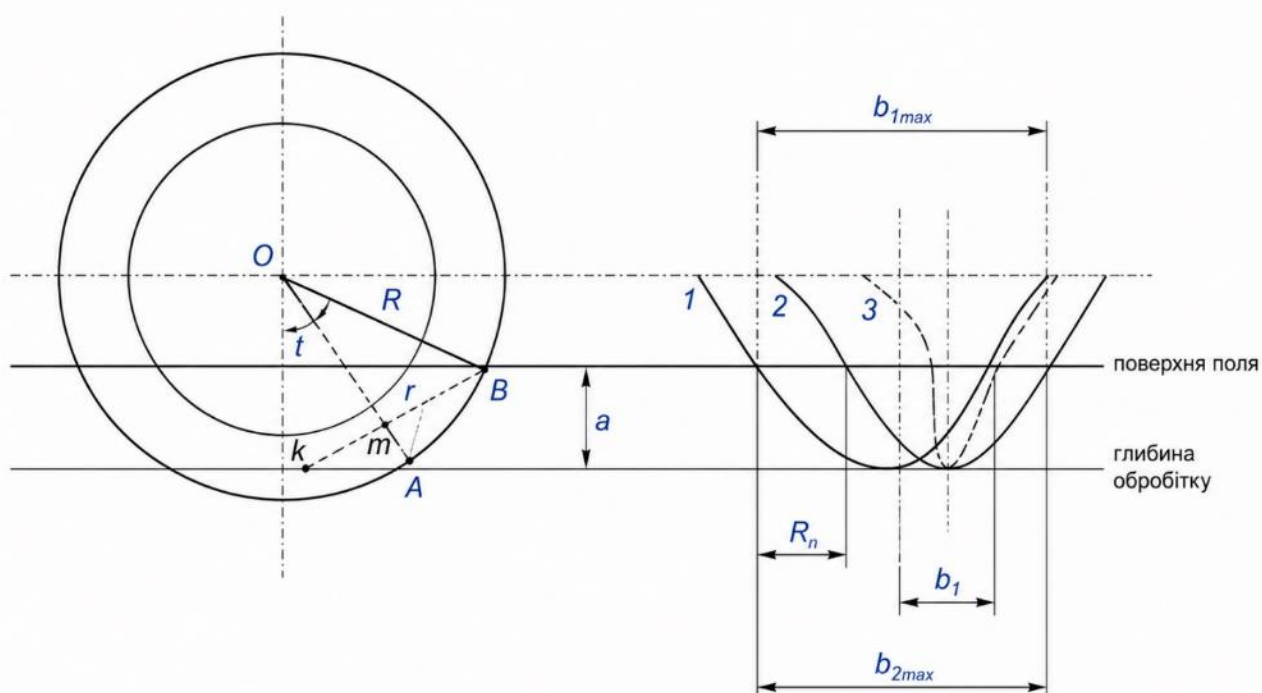


Рисунок 3.6 – Розрахункова схема

Кожна точка, розташована на колі радіусом r , під час обертання диска описує укорочену циклоїду, зміщену відносно іншої на величину [3]:

$$\Delta b = R \cdot \Delta t$$

де Δt – кут між положеннями голок ОА та ОВ, які проходять через точки k і m .

Довжина найбільшої ділянки поля, обробленої кінцями двох голок, дорівнює b_1 . Максимальна довжина ділянок, які обробляються прямою голкою ОВ у точці m та зігнутою голкою у точці k , становить $b_{1\max}$. При цьому зазначені ділянки зміщені одна відносно одної на величину Δb_1 .

Ділянка КВ голки розташована паралельно поверхні поля, тому така форма голки повністю відповідає умові: $0 \leq t \leq 90^\circ$.

Зсув укороченої циклоїди Δb , яку описує точка К працездатного диска, набуває максимального значення. Найбільша довжина ділянки поверхні поля, що обробляється зігнутою голкою, визначається за виразом:

$$b_2 \max = \frac{b_1 \max}{2} + \frac{b_1}{2} + R \Delta t.$$

Після підстановки значень b_1 , $b_{1\max}$ та t рівняння набуває вигляду:

$$b_2 \max = 2R \arccos \frac{R-a}{R} - \sqrt{2Ra - a^2} - \sqrt{Ra - a^2},$$

Підставляючи числові значення, отримуємо:

$$b_2 \max = 2 \cdot 2 \cdot 75 \arccos \frac{275-100}{275} - \sqrt{2 \cdot 275 \cdot 100 - 100^2} - \sqrt{275 \cdot 100 - 100^2} = 140 \text{ мм.}$$

З урахуванням коефіцієнта, який характеризує деформацію ґрунту, кількість голок на диску визначається залежністю:

$$n = 2\pi RK / b_{2\max}$$

де K – коефіцієнт деформації ґрунту, який приймають у межах $1,0 \dots 1,1$.

Після підстановки значень маємо: $n = 2 \cdot 3.14 \cdot 275 \cdot 1.140 = 12$ шт.

Проведені розрахунки показують, що за умов роботи котка-розпушувача, до складу якого входять голчасті диски без кута атаки та без урахування коефіцієнта ковзання, тобто при чистому коченні, кількість робочих елементів

для диска з радіально розташованими прямими голками становить 19 шт., тоді як для диска зі зігнутими голками – лише 12 шт.

Отримані результати свідчать про те, що використання зігнутих голок дозволяє зменшити кількість робочих елементів, а отже, знизити металоємність конструкції без погіршення якості поверхневого обробітку ґрунту. Крім того, така форма голок забезпечує збільшення площі впливу кожного робочого елемента та покращує технологічні показники роботи агрегату.

3.4 Визначення кількості робочих голок диска за умови неповного кочення

Процес поверхневого обробітку ґрунту голчастими дисками, які працюють у режимі пригальмовування, подібно до попереднього випадку, полягає у складному русі робочих органів, під час якого здійснюється руйнування верхнього шару ґрунту. Два сусідні робочі елементи голчастого диска, що послідовно взаємодіють із ґрунтом, описують однакові траєкторії, зміщені одна відносно одної на величину подачі на зуб (S). У результаті цього формується борозенка змінного поперечного перерізу з глибиною обробітку (a).

Характерною особливістю такого способу обробітку є нерівномірність поверхні дна борозни та утворення так званих гребінців. Вони виникають унаслідок перетину двох сусідніх траєкторій руху робочих елементів – циклоїд I та II – у точці (B), яка розташована на висоті (h_2) відносно нижньої точки (A) циклоїд (рисунок 3.7).

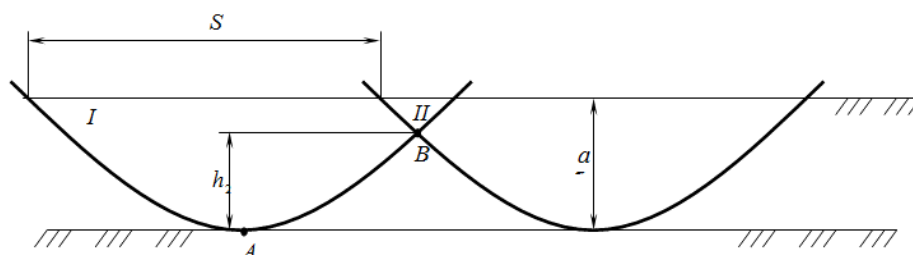


Рисунок 3.7 – Графічна схема визначення висоти нерівностей дна борозни при пригальмованому русі диска

Горизонтальна відстань між точками (А) і (В) дорівнює половині подачі на зуб: $x=S/2$.

Величина подачі на зуб, а також висота гребінців (h_2), залежать від кінематичних та конструктивних параметрів голчастого диска. Відстань (S), яку проходить голчастий диск за час (t), протягом якого він повертається на кут ($2\pi/Z$), визначається залежністю:

$$S = V_n \frac{2\pi}{Z\omega},$$

де S – подача на зуб; V_n – швидкість руху агрегату; Z – кількість зубів голчастого диска; ω – кутова швидкість диска.

Швидкість руху диска через швидкість руху агрегату можна виразити:

$$V_n = \omega R \eta$$

де η – коефіцієнт пригальмовування голчастого диска.

Після підстановки попереднього виразу у формулу подачі на зуб отримуємо:

$$S = \frac{2\pi R \eta}{Z}.$$

Висота гребінців, які утворюються на дні борозни під час обробітку ґрунту, визначається рівнянням (рисунок 3.8):

$$h_2 = R(1 - \cos \mu^\circ),$$

де h_2 – висота гребінців, мм; μ – кут повороту робочого органа від вертикального положення, коли лезо переміщується з точки (А) у точку (В).

Якщо за початок координат прийняти точку (О) – центр голчастого диска в момент, коли лезо робочого органа знаходиться у точці (А), тобто на одній вертикалі з центром, то під час переміщення леза з точки (А) у точку (В) центр диска зміститься у точку (О₁), а сам робочий орган повернеться на кут.

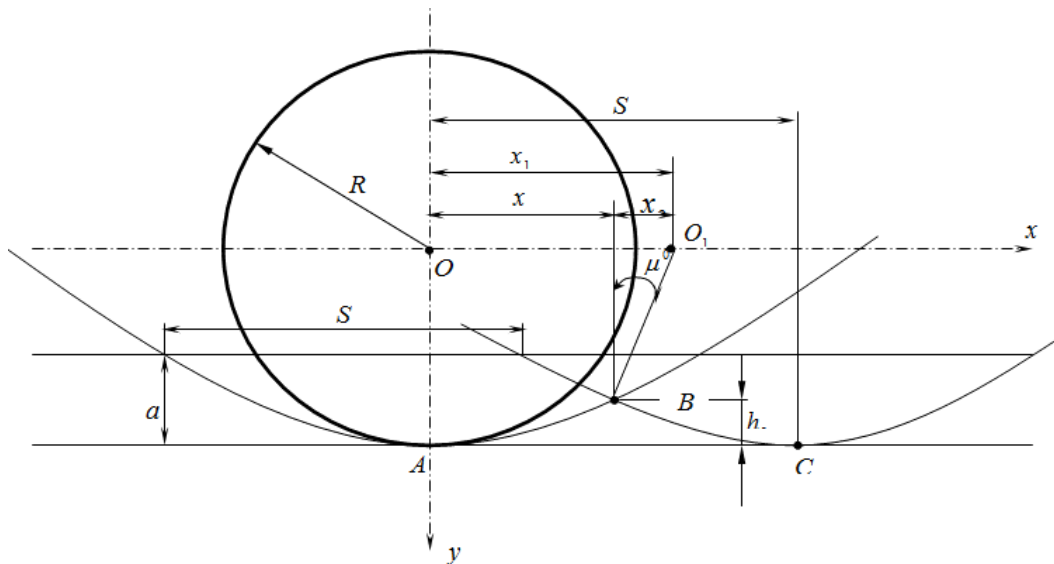


Рисунок 3.4 – Схема визначення геометричних параметрів голчастого диска

Позначивши відстань (OO_1) через (x_1), а відстань між точками (A) та (B) через ($x=S/2$), з урахуванням попередніх залежностей отримаємо:

$$x = \frac{\pi R_{\eta}}{z}.$$

З рисунка маємо:

$$x = x_1 - x_2.$$

Відстань переміщення центра робочого органа визначається:

$$x_1 = V_n \frac{\pi \mu^{\circ}}{180 \omega}.$$

Після підстановки значення швидкості руху диска отримаємо [3]:

$$x_1 = \frac{\pi R_{\eta} \mu^{\circ}}{180}.$$

Відстань (x_2) через радіус диска виражається:

$$x_2 = R \sin \mu$$

Підставивши отримані вирази у попередню залежність, маємо:

$$\frac{\pi R_{\eta}}{z} = R \left(\frac{\pi \mu^{\circ}}{180} - \sin \mu \right).$$

З урахуванням попереднього виразу запишемо:

$$\frac{2\pi R}{z} = \frac{S}{R} = R \left(\frac{\pi \mu^\circ}{180} - \sin \mu^\circ \right).$$

Отримане рівняння встановлює залежність між подачею на зуб, коефіцієнтом пригальмовування та кутом.

Із рівняння висоти гребінців значення кута визначається:

$$\mu^\circ = \arccos \left(1 - \frac{h_2}{R} \right).$$

Приймаючи висоту гребінців дна борозни ($h_2=30$) мм та радіус диска ($R=275$) мм, одержимо:

$$\mu = \arccos \left(1 - \frac{30}{275} \right) = 28,4^\circ.$$

Знаючи коефіцієнт пригальмовування, необхідну кількість зубів на диску визначають за залежністю:

$$\frac{3,14 \cdot 275}{z} = 275 \cdot \left(\frac{3,14 \cdot 28,4}{180} - \sin 28,4 \right) = \frac{2355}{z} = 253,5. \quad z = 9,13.$$

Після розрахунків отримуємо: $Z=9,13$.

Приймаємо кількість зубів голчастого диска: $Z=9$ шт.

Проведені розрахунки свідчать, що при роботі голчастого диска з пригальмовуванням кількість робочих елементів зменшується до 9 шт. При цьому коефіцієнт пригальмовування за незмінного діаметра диска істотно впливає не лише на кількість голок, а й на важливий технологічний параметр – швидкість руху кінця голки в початковий момент її взаємодії з ґрунтом.

Таким чином, застосування режиму пригальмовування дозволяє знизити кількість робочих елементів диска, зменшити металоємність конструкції та забезпечити необхідну якість поверхневого обробітку ґрунту.

3.5 Висновки з розділу

У результаті проведених досліджень та аналізу сучасних конструкцій ґрунтообробних машин встановлено, що підвищення ефективності поверхневого

обробітку ґрунту можливе шляхом удосконалення конструкції комбінованого ґрунтообробного агрегату та його робочих органів. Особливу увагу приділено голчастим і ротаційним робочим органам, які забезпечують якісне розпушування поверхневого шару ґрунту, руйнування ґрунтової кірки, зменшення випаровування вологи та збереження стерньових залишків на поверхні поля.

Проведені розрахунки дозволили обґрунтувати основні конструктивно-кінематичні параметри голчастого диска. Визначено, що для диска з радіальним розташуванням голок оптимальна кількість робочих елементів становить 19 шт., тоді як використання зігнутих голок дозволяє зменшити їх кількість до 12 шт. без погіршення якості обробітку ґрунту. За умови роботи диска з пригальмовуванням кількість голок може бути зменшена до 9 шт., що сприяє зниженню металоємності конструкції та енергетичних витрат.

Установлено, що застосування пригальмованого руху голчастого диска позитивно впливає на технологічний процес обробітку, забезпечуючи інтенсивніше руйнування ґрунтових грудок та покращення структури поверхневого шару. При цьому важливе значення мають коефіцієнт пригальмовування, геометричні параметри диска та форма робочих елементів, які визначають якість обробітку і висоту гребінців дна борозни.

Таким чином, удосконалена конструкція комбінованого ґрунтообробного агрегату забезпечує підвищення якості поверхневого обробітку ґрунту, зменшення енергетичних витрат, покращення вологонакопичення та створення сприятливих умов для вирощування сільськогосподарських культур в умовах ґрунтозахисного землеробства.

4 РОЗРОБКА ОПЕРАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ КАРТИ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ

Ефективність виконання технологічного процесу поверхневого та основного обробітку ґрунту значною мірою залежить від правильного вибору машинно-тракторного агрегату, раціональної організації роботи та дотримання агротехнічних вимог. Для забезпечення стабільної якості обробітку ґрунту необхідно створити умови для повного завантаження агрегату, оптимального використання енергетичних ресурсів і скорочення непродуктивних витрат часу. Важливе значення при цьому має своєчасне проведення регулювань робочих органів та усунення можливих несправностей у процесі експлуатації.

З метою оцінки ефективності роботи удосконаленого комбінованого ґрунтообробного агрегату виконується розробка операційно-технологічної карти для найбільш складних умов експлуатації. Такий підхід дозволяє більш точно визначити продуктивність агрегату, витрати пально-мастильних матеріалів, трудові витрати та рівень використання робочого часу. В умовах оптимальної вологості ґрунту, яка відповідає фізичній стиглості, забезпечення агротехнічних вимог до якості обробітку може бути досягнуте практично будь-якими робочими органами, однак саме у важких умовах найбільш повно проявляються переваги удосконаленої конструкції агрегату.

Характеристика умов роботи агрегату. Вихідні дані для розробки операційно-технологічної карти приймаються з урахуванням ґрунтово-кліматичних умов господарства. Для виконання технологічного процесу використовується трактор та модернізований комбінований ґрунтообробний агрегат. Обробіток проводиться на важкосуглинковому чорноземі по стерньовому агрофону.

Технологічний процес передбачає плоскорізний обробіток ґрунту з одночасним боронуванням на глибину до 18 см. Поле характеризується рівнинним рельєфом з ухилом до 1 %. Довжина гону становить 1000 м, ширина поля – 600 м. Експлуатаційна маса трактора дорівнює 7230 кг, а маса агрегату –

2960 кг. Конструктивна ширина захвату машини становить 3 м, а допустима робоча швидкість руху агрегату – до 11 км/год.

Агротехнічні вимоги до виконання обробітку ґрунту. Початок виконання робіт встановлюється відповідно до агротехнічних строків та стану ґрунту. Глибина основного обробітку повинна становити 16–18 см, а допустиме відхилення середньої глибини від заданого значення не повинно перевищувати 5 %.

Ступінь розпушування ґрунту після проходу агрегату має бути не менше 80 %, а кількість збережених стерньових решток на поверхні поля – не нижче 60 %. На схилах понад 3° обробіток необхідно проводити впоперек напрямку схилу для зменшення ерозійних процесів. Робочі органи агрегату не повинні забиватися рослинними залишками або ґрунтом, а на поверхні поля не допускається наявність необроблених ділянок.

Обґрунтування оптимального складу машинно-тракторного агрегату. Для визначення найбільш ефективного режиму роботи агрегату проводиться аналіз тягових характеристик трактора Т-150. Розрахунки виконуються для III та IV передач.

На III передачі швидкість руху агрегату становить 8,3 км/год, тягове зусилля – 34,1 кН, а годинна витрата палива – 26 кг/год. На IV передачі швидкість збільшується до 11 км/год, тягове зусилля становить 28,4 кН, а витрата палива – 28,7 кг/год.

Питомий тяговий опір агрегату визначається залежністю:

$$K = K_0 \cdot \left[1 + (V_p - V_0) \frac{\Delta C}{100} \right],$$

де K_0 – питомий тяговий опір при швидкості 5 км/год; V_p – робоча швидкість агрегату; ΔC – темп наростання тягового опору.

Для III передачі отримано: $K_{III}=7,02$ кН/м.

Для IV передачі: $K_{IV}=7,21$ кН/м.

Гранична ширина захвату агрегату визначається виразом:

$$B_{\text{пр}} = \frac{P_{\text{кр}} - G \cdot \sin \alpha}{K + S_{\text{м}} \cdot \sin \alpha + S_{\text{цл}} \cdot (f + \sin \alpha)},$$

де $P_{\text{кр}}$ – тягове зусилля трактора; G – вага трактора; $S_{\text{м}}$ – питомий тиск машини; α – ухил місцевості.

За результатами розрахунків: для III передачі $B_{\text{пр}}=4,82$ м; для IV передачі $B_{\text{пр}}=3,98$ м.

Оскільки конструктивна ширина агрегату становить 3 м, встановлено, що трактор може працювати з одним агрегатом як на III, так і на IV передачі.

Тяговий опір агрегату визначається залежністю:

$$R_a = n \cdot B_p \cdot K + G_m \cdot n \cdot \sin \alpha,$$

Після виконання розрахунків отримано: $R_{a\text{III}}=20,32$ кН; $R_{a\text{IV}}=20,86$ кН.

Коефіцієнт використання тягового зусилля трактора визначається за формулою:

$$\xi_p = \frac{R_a}{P_{\text{кр}} - G \cdot \sin \alpha}.$$

Для III передачі коефіцієнт становить: $\xi_{p\text{III}}=0,61$.

Для IV передачі: $\xi_{p\text{IV}}=0,75$.

На основі проведених розрахунків встановлено, що найбільш раціональною є робота агрегату на IV передачі, оскільки забезпечується максимальне використання тягової потужності трактора при наявності необхідного запасу потужності.

Підготовка агрегату до роботи. Перед початком роботи необхідно провести технічний огляд агрегату, перевірити стан вузлів і деталей, підтягнути ослаблені кріплення та усунути деформації робочих елементів.

Особливу увагу приділяють регулюванню глибини обробітку. Для цього раму агрегату встановлюють у горизонтальне положення за допомогою механізму навіски трактора. Лапи плоскорізів повинні торкатися поверхні майданчика носками, а їх задня частина має бути піднята на 5–10 мм.

Глибина роботи голчастих дисків регулюється зміною положення опорних труб у кронштейнах рами. Загальна глибина обробітку встановлюється за допомогою опорних коліс і регулювальних механізмів.

Підготовка поля до виконання робіт. Перед початком обробітку необхідно видалити або позначити перешкоди, які можуть ускладнювати рух агрегату. На полі виділяють поворотні смуги та розбивають його на загони. Лінію першого проходу визначають уздовж довшої сторони поля.

Для роботи агрегату приймається човниковий спосіб руху з грушоподібними поворотами на кінцях гону. Мінімальний радіус повороту визначається: $R_0 = b_k$, де b_k – конструктивна ширина захвату агрегату.

Для даного агрегату: $R_0 = 3$ м.

Ширина поворотної смуги приймається 18 м, що забезпечує безпечне виконання маневрування.

Визначення експлуатаційних показників агрегату. Довжина робочого ходу агрегату становить: $L_p = L - 2E$

Після підстановки значень: $L_p = 955,6$ м.

Час, необхідний для виконання одного робочого проходу: $t_p = 5,21$ хв.

Час холостого повороту: $t_x = 0,45$ хв.

Час очищення робочих органів приймається 2 хв. Загальний час циклу становить: $t_{\text{ц}} = 7,66$ хв.

Позациклові витрати часу, пов'язані з технічним обслуговуванням, контролем якості роботи та організаційними зупинками, складають: $t_{\text{н.ц}} = 41$ хв.

За тривалості зміни 480 хв кількість циклів за зміну становить 60.

Коефіцієнт використання часу зміни визначається як відношення часу корисної роботи до загального часу зміни та становить: $\tau = 0,93$.

Технічна продуктивність агрегату за годину змінного часу:

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

Після розрахунків отримано: $W_{\text{год}} = 3,07$ га/год.

Продуктивність агрегату за зміну становить: $F_3 = 16$ га.



Рисунок 4.2 – Операційно-технологічна карта обробітку ґрунту

Погектарні витрати палива визначаються з урахуванням роботи агрегату під навантаженням, холостих ходів та часу зупинок. Розрахунки показують, що використання удосконаленого комбінованого агрегату дозволяє забезпечити раціональне використання пального та знизити експлуатаційні витрати.

Трудові витрати визначаються залежно від кількості обслуговуючого персоналу та продуктивності агрегату. За результатами розрахунків встановлено, що застосування комбінованого агрегату дозволяє скоротити трудомісткість виконання технологічного процесу та підвищити ефективність використання машинно-тракторного парку господарства.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Під час вирощування соняшнику із застосуванням сучасних ґрунтозахисних технологій важливого значення набувають питання охорони праці та захисту навколишнього середовища. Виконання механізованих технологічних операцій пов'язане з використанням потужних енергетичних засобів, ґрунтообробних агрегатів, сівалок, обприскувачів і збиральної техніки, що створює підвищену небезпеку для працівників. Одночасно інтенсивне використання машинно-тракторного парку може негативно впливати на стан ґрунтів, атмосферного повітря, водних ресурсів та екологічну рівновагу агроландшафтів. Тому при розробці та впровадженні технології вирощування соняшнику необхідно забезпечити безпечні умови праці, зменшення виробничого травматизму та мінімізацію негативного впливу на довкілля.

Охорона праці в сільському господарстві являє собою систему організаційних, технічних, санітарно-гігієнічних та профілактичних заходів, спрямованих на збереження життя, здоров'я та працездатності працівників у процесі виконання виробничих операцій. Основними небезпечними виробничими факторами при вирощуванні соняшнику є рухомі частини машин і механізмів, підвищений рівень шуму та вібрацій, запиленість повітря, несприятливі метеорологічні умови, використання мінеральних добрив і засобів захисту рослин, а також ризик перекидання машинно-тракторних агрегатів під час виконання польових робіт.

До роботи на тракторах і самохідних сільськогосподарських машинах допускаються особи, які пройшли медичний огляд, спеціальне навчання, інструктаж з охорони праці та мають відповідне посвідчення на право керування технікою. Перед початком виконання польових робіт необхідно проводити вступний, первинний та повторний інструктажі з техніки безпеки. Особливу увагу приділяють правилам безпечної експлуатації ґрунтообробних агрегатів,

оскільки їх робочі органи мають значну масу та працюють на підвищених швидкостях.

Під час комплектування машинно-тракторного агрегату необхідно перевірити технічний стан трактора, справність гальмової системи, рульового керування, гідросистеми, електрообладнання та надійність з'єднання причіпних і навісних машин. Забороняється експлуатація агрегатів із несправними захисними кожухами, ослабленими кріпленнями або несправними робочими органами. Усі регульовальні та ремонтні роботи повинні виконуватися лише при заглушеному двигуні та повністю зупинених робочих органах.

Під час роботи комбінованих ґрунтообробних агрегатів значна увага приділяється безпечному маневруванню та виконанню поворотів у кінці гону. Перед початком руху тракторист зобов'язаний переконатися у відсутності людей у зоні дії агрегату та подати попереджувальний сигнал. Забороняється перебування людей поблизу робочих органів під час руху агрегату або очищення робочих органів без повної зупинки машини.

Одним із важливих факторів безпеки є забезпечення нормальних санітарно-гігієнічних умов праці механізатора. Під час виконання польових робіт у повітря робочої зони потрапляє значна кількість пилу, особливо при поверхневому та передпосівному обробітку ґрунту. Тривалий вплив пилу негативно впливає на органи дихання людини, тому кабіни сучасних тракторів повинні бути герметизованими та обладнаними системами вентиляції й очищення повітря. Рівень шуму в кабіні не повинен перевищувати допустимих норм, а для зниження впливу вібрацій застосовують амортизовані сидіння та віброізоляційні елементи конструкції.

Особливої уваги потребує безпечне використання мінеральних добрив та засобів захисту рослин. Під час роботи з пестицидами працівники повинні використовувати засоби індивідуального захисту: спецодяг, гумові рукавиці, захисні окуляри та респіратори. Приготування робочих розчинів необхідно проводити на спеціально обладнаних майданчиках із дотриманням санітарних

норм. Забороняється вживати їжу, палити або зберігати продукти харчування поблизу місць роботи з хімічними препаратами.

У процесі технічного обслуговування машин важливе значення має дотримання вимог пожежної безпеки. Сільськогосподарська техніка повинна бути обладнана вогнегасниками, а місця заправки паливом необхідно утримувати в належному протипожежному стані. Забороняється виконувати заправку техніки при працюючому двигуні або використовувати відкритий вогонь поблизу паливно-мастильних матеріалів. Особливо високою є пожежна небезпека в період досягання та збирання соняшнику через наявність сухої рослинної маси.

При роботі в темний час доби агрегати повинні бути оснащені справними світловими та сигнальними приладами. Для попередження аварійних ситуацій необхідно забезпечити достатню видимість робочої зони та дотримуватися встановленої швидкості руху. Під час транспортування широкозахватних машин дорогами загального користування слід використовувати транспортне положення агрегатів та попереджувальні знаки.

Важливим напрямком сучасного землеробства є зменшення негативного впливу сільськогосподарського виробництва на навколишнє середовище. Інтенсивний механічний обробіток ґрунту може спричиняти руйнування його структури, ущільнення, втрати гумусу та розвиток водної й вітрової ерозії. Саме тому при вирощуванні соняшнику дедалі ширше застосовуються ґрунтозахисні технології, які передбачають мінімалізацію кількості проходів техніки, збереження рослинних решток на поверхні поля та використання комбінованих агрегатів.

Застосування мінімального та поверхневого обробітку ґрунту дозволяє зменшити інтенсивність руйнування ґрунтової структури, зберегти вологу та підвищити протиерозійну стійкість ґрунту. Залишення стерні на поверхні поля знижує швидкість вітру біля поверхні ґрунту, сприяє накопиченню снігу та зменшує ризик дефляції. Одночасно мульчуючий шар рослинних решток зменшує випаровування вологи та покращує водний режим ґрунту.

Для зниження техногенного навантаження на ґрунт необхідно обмежувати кількість проходів техніки по полю та використовувати комбіновані агрегати, які виконують декілька технологічних операцій за один прохід. Це дозволяє не лише скоротити витрати пального й трудових ресурсів, а й зменшити ущільнення ґрунту колесами та рушіями тракторів.

Суттєве значення для охорони навколишнього середовища має раціональне використання мінеральних добрив і засобів захисту рослин. Надмірне внесення агрохімікатів може призводити до накопичення нітратів у ґрунті, забруднення поверхневих і підземних вод, а також погіршення екологічного стану агроландшафтів. Тому внесення добрив повинно здійснюватися відповідно до потреб культури та результатів агрохімічного аналізу ґрунту.

Одним із ефективних способів захисту навколишнього середовища є впровадження елементів точного землеробства. Використання систем GPS-навігації, автоматичного водіння та диференційованого внесення добрив дозволяє зменшити перевитрати матеріальних ресурсів і мінімізувати негативний вплив на довкілля. Крім того, сучасні системи контролю дають можливість оптимізувати режими роботи машинно-тракторних агрегатів та скоротити витрати пального.

Отже, дотримання вимог охорони праці та впровадження природоохоронних заходів є необхідною умовою ефективного вирощування соняшнику за сучасних ґрунтозахисних технологій. Забезпечення безпечних умов праці, раціональне використання техніки, мінімізація негативного впливу на ґрунт і довкілля сприяють підвищенню ефективності виробництва, збереженню природних ресурсів та формуванню екологічно безпечного аграрного виробництва.

6 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ УДОСКОНАЛЕНОГО КОМБІНОВАНОГО ГРУНТООБРОБНОГО АГРЕГАТУ

Метою техніко-економічного обґрунтування є визначення економічної доцільності впровадження удосконаленого комбінованого ґрунтообробного агрегату, розрахунок витрат на його виготовлення та експлуатацію, визначення продуктивності, витрат праці, строку окупності й очікуваного економічного ефекту.

Розрахунки виконуються для умов центральної частини України при застосуванні ґрунтозахисної технології обробітку ґрунту. Як проектну модель прийнято комбінований агрегат, а як базову – серійний агрегат РР-3. Основними перевагами удосконаленої конструкції є зменшення проявів водної та вітрової ерозії, покращення накопичення продуктивної вологи та скорочення кількості проходів техніки по полю.

Продуктивність агрегату визначена в попередніх розділах і становить 3,05 га/год. Для оцінки економічної ефективності спочатку визначають галузеву собівартість виготовлення агрегату.

Галузеву собівартість розробленого комбінованого агрегату визначають за формулою:

$$C_o = P \cdot (\Pi \cdot H \cdot K_m + M) + D, \text{ грн},$$

де P – маса агрегату, кг; Π – коефіцієнт конструктивної складності; H – витрати на виробництво 1 кг конструкції; K_m – коефіцієнт зміни витрат; M – вартість матеріалів; D – транспортні витрати.

Для сучасних умов приймаємо:

- маса агрегату – 1100 кг;
- коефіцієнт конструктивної складності – 1,4;
- середня вартість виготовлення 1 кг металоконструкції – 85 грн/кг;
- коефіцієнт зміни витрат – 1,25;

- вартість матеріалу – 65 грн/кг;
- транспортні витрати – 25000 грн.

Тоді галузева собівартість становить: $C_o = 1100(1.4 \cdot 85 \cdot 1.25 + 65) + 25000 = 260125$ грн.

Нормативний прибуток визначається:

$$Ц_{нп} = C_o + П_n, \text{грн.}$$

де нормативна рентабельність $R_c = 12\%$.

$$P_n = 12 \cdot 260125 / 100 = 31215 \text{ грн}$$

Нижня межа ціни агрегату: $C_{нп} = 260125 + 31215 = 291340$ грн

З урахуванням коефіцієнта несерійного виробництва ($k_p = 1,1$) кінцева галузева ціна становить: $C_{л} = 291340 \cdot 1,1 = 320474$ грн

Отже, орієнтовна вартість удосконаленого комбінованого агрегату РРГ-3М становить близько 320 тис. грн.

Оцінювання економічної ефективності проводиться шляхом порівняння проектної моделі РРГ-3М із базовим агрегатом РР-3.

Витрати на оплату праці механізатора визначаються залежністю:

$$Z_{п} = \frac{f_{т}}{W_{год}}, \text{грн/га.}$$

Для сучасних умов тарифна ставка механізатора приймається 320 грн/год.

Для проектної моделі: $Z_{п.п} = 320 / 3,05 = 105$ грн/га.

Для базової моделі: $Z_{п.б} = 320 / 2,6 = 123$ грн/га.

Відрахування на ремонт та амортизацію трактора.

Для розрахунків приймаємо: вартість трактора Т-150 після капітального оновлення або сучасного аналога – 2 800 000 грн; нормативне завантаження – 900 год/рік; відрахування на ремонт і амортизацію – 18 %.

Витрати визначаються:

$$S_{от} = \frac{1,1 \cdot B_{т} \cdot (Q_{рт} + Q_{рт})}{100 \cdot T_{гт} \cdot W_{год}}, \text{грн/га.}$$

Для проектної моделі: $S_{от.п} = 200$ грн/га.

Для базової моделі: $S_{от.б} = 235$ грн/га.

Витрати на ремонт і амортизацію агрегату. Для проектної моделі:
 $S_{\text{ом.п}}=145$ грн/га.

Для базової моделі: $S_{\text{ом.б}}=265$ грн/га.

Вартість дизельного палива у сучасних умовах приймається 58 грн/л.

Витрати на паливо визначаються:

$$G_{\text{п}}=C_{\text{т}} \cdot g_{\text{п}}$$

Для проектної моделі при витраті 9,5 л/га: $G_{\text{м.п}}=58 \cdot 9,5=551$ грн/га.

Для базової моделі при витраті 13,2 л/га: $G_{\text{м.б}}=58 \cdot 13,2=766$ грн/га.

Загальні експлуатаційні витрати.

Сумарні витрати визначаються:

$$B=Z_{\text{р}}+S_{\text{от}}+S_{\text{ом}}+G_{\text{п}}$$

Для проектної моделі: $B_{\text{п}}=105+200+145+551=1001$ грн/га.

Для базової моделі: $B_{\text{б}}=123+235+265+766=1389$ грн/га.

Економія становить: $\Delta B=1389-1001=388$ грн/га

Питомі капітальні витрати визначаються:

$$S_{\text{п}} = \frac{1,1 \cdot B_{\text{т}}}{W_{\text{год}} \cdot T_{\text{гт}}} + \frac{1,1 \cdot B_{\text{т}}}{W_{\text{год}} \cdot T_{\text{гм}}}, \text{ грн / га.}$$

Для проектної моделі: $S_{\text{п.п}}=540$ грн/га.

Для базової моделі: $S_{\text{п.б}}=790$ грн/га.

Річний економічний ефект визначається:

$$E_{\text{р}} = \left[(B_{\text{б}} + E_{\text{б}} \cdot S_{\text{пб}}) - (B_{\text{п}} + E_{\text{п}} \cdot S_{\text{п.п.}}) \right] \cdot T_{\text{гм}} \cdot W_{\text{год}}, \text{ грн.}$$

При річному обсязі робіт 1200 га та нормативному коефіцієнті ефективності ($E_{\text{п}}=0,15$): $E_{\text{р}}=560000$ грн

Строк окупності визначається:

$$Q = \frac{Z_{\text{пр}}}{E_{\text{р}}}$$

За вартості виготовлення агрегату 320474 грн: $Q = 320474/560000\}=0,57$ року

Проведені техніко-економічні розрахунки показали, що використання удосконаленого комбінованого ґрунтообробного агрегату є економічно

доцільним. Запропонована конструкція забезпечує зниження витрат пального, скорочення експлуатаційних витрат і підвищення продуктивності роботи.

Таблиця 6.1 – Узагальнені техніко-економічні показники проекту

Показник	Одиниця виміру	Проектна модель	Базова модель РР-3	Відхилення (+/-)
Ширина захвату агрегату	м	3,0	3,0	–
Робоча швидкість	км/год	11	8,5	+2,5
Продуктивність агрегату	га/год	3,05	2,60	+0,45
Вартість агрегату	грн	320474	285000	+35474
Витрати на оплату праці	грн/га	105	123	-18
Витрати на ремонт і амортизацію трактора	грн/га	200	235	-35
Витрати на ремонт і амортизацію агрегату	грн/га	145	265	-120
Витрати на паливо	грн/га	551	766	-215
Загальні експлуатаційні витрати	грн/га	1001	1389	-388
Питомі капітальні вкладення	грн/га	540	790	-250
Річний обсяг робіт	га	1200	1200	–
Річний економічний ефект	грн	560000	–	–
Строк окупності	років	0,57	–	–
Економія витрат пального	%	28	–	–
Зниження експлуатаційних витрат	%	27,9	–	–

Проведене техніко-економічне обґрунтування показало, що використання удосконаленого комбінованого ґрунтообробного агрегату є економічно ефективним. Застосування агрегату дозволяє підвищити продуктивність роботи, зменшити витрати пального та скоротити експлуатаційні витрати порівняно з базовою моделлю. Установлено, що річний економічний ефект від впровадження розробки становить близько 560 тис. грн, а строк окупності – 0,57 року. Отримані результати підтверджують доцільність використання удосконаленого агрегату в системі ґрунтозахисного землеробства.

ВИСНОВКИ

1. Соняшник є однією з основних олійних культур України та має важливе продовольче, кормове й економічне значення. Навіть в умовах воєнного стану культура залишається стратегічно важливою завдяки високій рентабельності та стабільному попиту на продукцію переробки. У 2022–2026 рр. посівні площі соняшнику залишаються значними, а врожайність поступово зростає завдяки впровадженню сучасних технологій. Встановлено, що важливим фактором формування високого врожаю є якість сівби. Від рівномірності висіву, дотримання глибини загортання насіння та якості підготовки посівного шару залежать польова схожість, розвиток рослин і продуктивність посівів. Порушення агротехнічних вимог призводить до зрідження посівів і зниження врожайності. Дослідження показали, що застосування ґрунтозахисних технологій і сучасних комбінованих агрегатів сприяє покращенню структури ґрунту, збереженню вологи та створенню оптимальних умов для вирощування соняшнику. Використання ресурсозберігаючих технологій дозволяє підвищити ефективність виробництва, зменшити енергетичні витрати та забезпечити стабільне формування врожаю.

2. У результаті обґрунтування комплексу механізованих робіт при вирощуванні соняшнику встановлено, що застосування ґрунтозахисних технологій сприяє підвищенню ефективності виробництва та зниженню енергетичних витрат. Використання сучасних комбінованих агрегатів дозволяє скоротити кількість технологічних операцій, зменшити ущільнення ґрунту та покращити збереження вологи. Розроблений план механізованих робіт передбачає застосування високопродуктивних агрегатів для обробітку ґрунту, сівби, захисту рослин і збирання врожаю. Поєднання кількох операцій за один прохід дозволяє зменшити витрати пального на 25–40 % і скоротити трудові витрати. Проведені розрахунки показали, що загальні витрати пального становлять 20400 л, а трудові витрати – 0,75 люд.-год/га. Використання сучасних

машинно-тракторних агрегатів забезпечує своєчасне виконання робіт та створює оптимальні умови для формування врожаю соняшнику.

3. У результаті аналізу сучасних ґрунтообробних машин встановлено, що підвищення ефективності поверхневого обробітку ґрунту досягається шляхом удосконалення конструкції комбінованого агрегату та його робочих органів. Особливу увагу приділено голчастим і ротаційним робочим органам, які забезпечують якісне розпушування ґрунту, руйнування кірки, збереження вологи та стерньових залишків. Розрахунки дозволили обґрунтувати конструктивно-кінематичні параметри голчастого диска. Встановлено, що для диска з радіальним розташуванням голок оптимальна їх кількість становить 19 шт., для зігнутих голок – 12 шт., а при роботі з пригальмовуванням – 9 шт., що забезпечує зниження металоємності та енергетичних витрат. Установлено, що пригальмований рух голчастого диска покращує якість обробітку ґрунту, сприяє інтенсивнішому руйнуванню грудок і формуванню оптимальної структури поверхневого шару.

4. У результаті розробки операційно-технологічної карти обробітку ґрунту обґрунтовано раціональний склад машинно-тракторного агрегату та оптимальні режими його роботи. Встановлено, що використання комбінованого ґрунтообробного агрегату забезпечує якісне виконання технологічного процесу, зменшення витрат пального та підвищення продуктивності праці. Проведені розрахунки дозволили визначити основні експлуатаційні показники агрегату, зокрема робочу швидкість, продуктивність, коефіцієнт використання часу зміни та витрати пального. Установлено, що найбільш ефективною є робота агрегату на IV передачі трактора при швидкості 11 км/год. Розроблена операційно-технологічна карта забезпечує раціональну організацію виконання польових робіт, підвищення якості обробітку ґрунту та ефективності використання машинно-тракторного агрегату.

5. Дотримання вимог охорони праці та впровадження природоохоронних заходів є необхідною умовою ефективного вирощування соняшнику за сучасних ґрунтозахисних технологій. Забезпечення безпечних умов праці, раціональне

використання техніки, мінімізація негативного впливу на ґрунт і довкілля сприяють підвищенню ефективності виробництва, збереженню природних ресурсів та формуванню екологічно безпечного аграрного виробництва.

6. Проведене техніко-економічне обґрунтування показало, що використання удосконаленого комбінованого ґрунтообробного агрегату є економічно ефективним. Застосування агрегату дозволяє підвищити продуктивність роботи, зменшити витрати пального та скоротити експлуатаційні витрати порівняно з базовою моделлю. Установлено, що річний економічний ефект від впровадження розробки становить близько 560 тис. грн, а строк окупності – 0,57 року. Отримані результати підтверджують доцільність використання удосконаленого агрегату в системі ґрунтозахисного землеробства.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Гамаюнова В. В., Кудріна В. С. Формування надземної маси і врожайності соняшнику під впливом окремих елементів технології вирощування // Вісник аграрної науки Причорномор'я. 2020. Вип. 1. С. 50–57.
2. Гангур В. В., Єремко Л. С., Кочерга А. А. Ефективність біостимуляторів за умови передпосівної обробки насіння соняшнику // Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2020. № 2. С. 36–42.
3. Гарбар Л. А., Ліщук У., Довбаш Н. І., Кнап Н. В. Ефективність удобрення у формуванні продуктивності соняшнику // Рослинництво та ґрунтознавство. 2021. № 12(1). С. 28–38.
4. Губенко Л. В., Задубинна Є. В., Тарасенко Т. В. Формування продуктивності соняшнику залежно від систем основного обробітку ґрунту і удобрення // Землеробство. 2018. Вип. 1. С. 27–31.
5. Гутянський Р. А., Попов С. І., Костромітін В. М. та ін. Вплив основного обробітку ґрунту та удобрення на забур'яненість посівів соняшнику // Вісник аграрної науки Причорномор'я. 2021. Вип. 1. С. 60–68.
6. Домарацький Є. О. Особливості водоспоживання соняшника за різних умов мінерального живлення // Наукові доповіді НУБіП України. 2017. № 1 (71).
7. Домарацький Є. О., Добровольський А. В., Домарацький О. О. Вплив поліфункціональних регуляторів на формування продуктивності гібридів соняшнику високоолеїнового типу // Таврійський науковий вісник. 2020. № 115. С. 32–41.
8. Єременко О. А., Онищенко О. В. Динаміка змін біометричних показників рослин соняшнику залежно від основного обробітку ґрунту та регулятора росту // Вісник Полтавської державної аграрної академії. 2020. № 4. С. 93–103.

9. Клименко І. І. Вплив регуляторів росту рослин і мікродобрив на урожайність насіння ліній та гібридів соняшнику // Селекція та насінництво. 2015. Вип. 107. С. 183–188.
10. Кобець А. С., Деркач О. Д., Макаренко Д. О. Методологія інтеграції даних цифрової пенетрометрії з програмним забезпеченням Locus Map у процесі точного землеробства при вирощуванні соняшнику // Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН. 2026. Вип. 40. С. 159–172. DOI: 10.36710/ІОС-2026-40-13.
11. Козлова А. П. Продуктивність соняшнику при застосуванні біопрепаратів та стимуляторів росту у технології вирощування на Півдні України : автореф. дис. ... канд. с.-г. наук. Херсон, 2019. 20 с.
12. Коковіхін С. В., Нестерчук В. В., Носенко Ю. М. Продуктивність та якість насіння гібридів соняшнику залежно від густоти стояння рослин та удобрення // Таврійський науковий вісник. 2015. Вип. 94. С. 37–42.
13. Кохан А. В. Біодобрива у технології вирощування соняшнику // Podilian Bulletin: Agriculture, Engineering, Economics. 2016. № 25. С. 34–39.
14. Кохан А. В. Ефективність різних способів обробітку ґрунту // Новітні агротехнології. 2016. № 4. С. 11–12.
15. Кудріна В. С. Формування продуктивності соняшнику залежно від елементів технології вирощування в умовах південного Степу України : дис. ... канд. с.-г. наук. Миколаїв, 2021. 175 с.
16. Маслійов С. В., Степанов В. В., Зіновий О. Б. Вплив основного обробітку ґрунту на продуктивність соняшнику в умовах Луганської області // Таврійський науковий вісник. 2020. № 112. С. 111–115.
17. Нікітенко О. В., Поляков О. І., Літошко С. В. Оптимальні регламенти вирощування – запорука високої продуктивності соняшнику // Науково-технічний бюлетень ІОК НААН. 2021. Вип. 31. С. 72–87.
18. Паламарчук В. Д., Підлубний В. Ф. Вплив системи основного обробітку ґрунту на продуктивність гібридів соняшнику // Сільське господарство та лісівництво. 2021. № 4(23). С. 25–35.

19. Поляков О. І., Нікітенко О. В., Літошко С. В. Економічна та біоенергетична ефективність вирощування соняшнику залежно від агроприйомів // Науково-технічний бюлетень ІОК НААН. 2021. Вип. 30. С. 84–95.
20. Поляков О. І., Нікітенко О. В., Літошко С. В. Удосконалена технологія вирощування гібридів соняшнику в умовах південного Степу України. Запоріжжя, 2020. 12 с.
21. Танчик С., Бабенко А. Вплив забур'яненості посівів соняшнику на водний режим ґрунту // Вісник аграрної науки. 2020. № 2. С. 24–28.
22. Танчик С. П., Бабенко А. І. Протибур'янова ефективність основних систем обробітку ґрунту під вирощування соняшнику // Рослинництво і ґрунтознавство. 2018. № 294. С. 67–74.
23. Теслюк Г. В., Алієв Е. Б., Золотовська О. В. Обґрунтування форми пазуреподібного прутка ґрунтообробного агрегату для передпосівного обробітку // Сільськогосподарські машини. 2024. Вип. 50. С. 7–17. DOI: 10.36910/ascm.vi50.1313.
24. Шокало Н. С. Вплив позакореневого підживлення на урожайність соняшнику // Теоретичні та практичні аспекти сучасних систем землеробства : матеріали міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. Харків, 2021. С. 162.
25. Ahmad I., Jadoon S. A., Said A. et al. Response of sunflower varieties to NPK fertilization // Pure and Applied Biology. 2017. Vol. 6, № 1. P. 272–277.
26. Ernst D., Kovar M., Černý I. Effect of two different plant growth regulators on production traits of sunflower // Journal of Central European Agriculture. 2016. Vol. 17, № 4. P. 998–1012.
27. Ozturk E., Polat T., Sezek M. The effect of sowing date and nitrogen fertilizer form on growth, yield and yield components in sunflower // Turkish Journal of Field Crops. 2017. Vol. 22, № 1. P. 143–151.

ДОДАТКИ

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

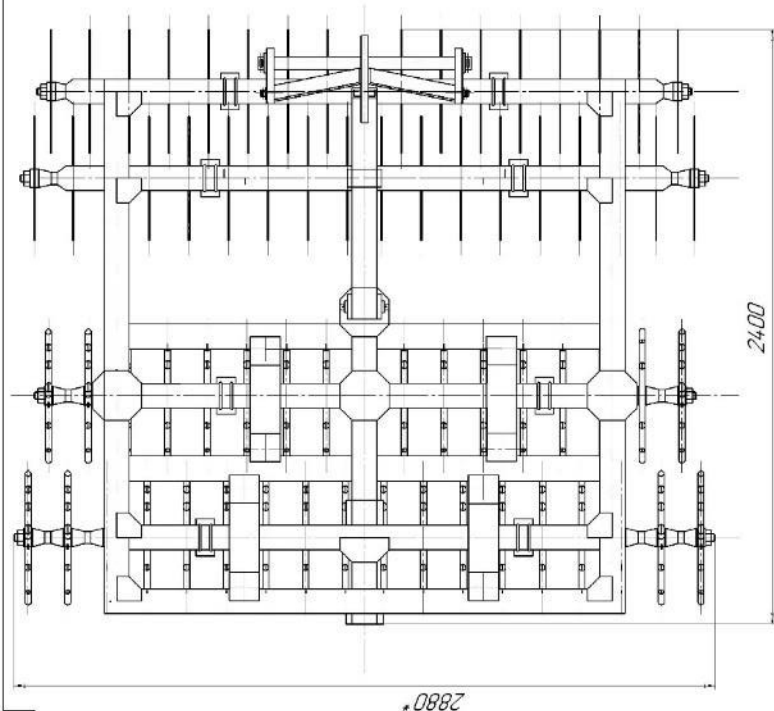
Ефективність використання ґрунтозахисних технологій при вирощуванні соняшнику

Демонстраційний матеріал до дипломного проєкту освітнього ступеня «Бакалавр»

Виконав: студент 4 курсу, групи АІ-3-22 за
спеціальністю 208 «Агроінженерія»
Лінько Олександр Андрійович

Керівник: д.т.н., проф.
Кабат Олег Станіславович

Дніпро, 2026



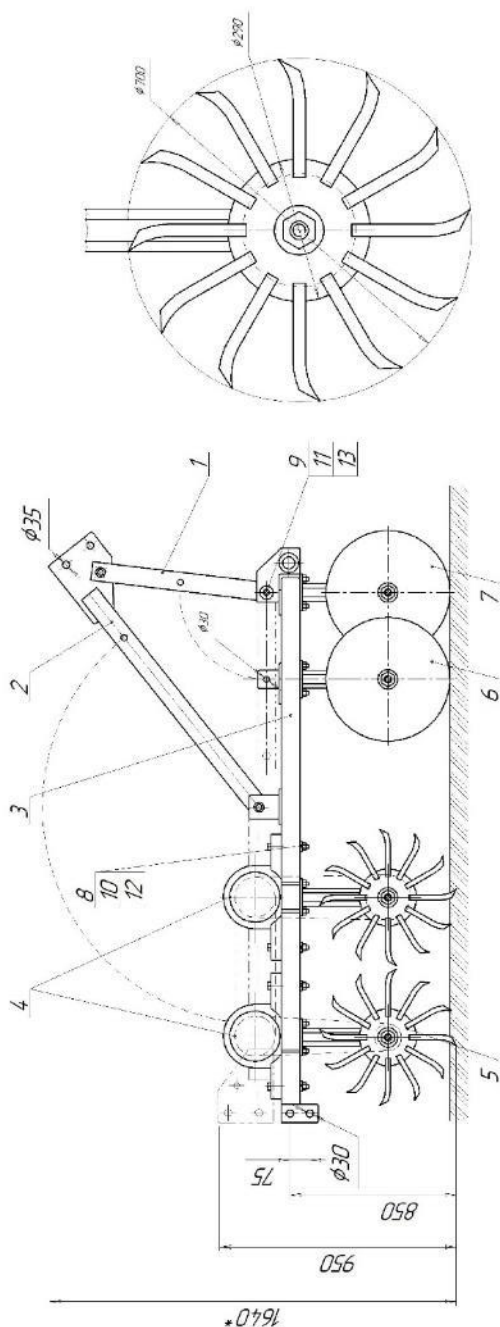
№	№	Получатель	Назначение	Вид	Подпись
1	4.40710204.0002020103		Акт приема-передачи денег	1	
2			Списание средств		
3	4.40710204.0002020104	Финансовый отдел	Финансовый отчет	1	
4	4.40710204.0002020105	Финансовый отдел	Финансовый отчет	1	
5	4.40710204.0002020106	Финансовый отдел	Финансовый отчет	1	
6	4.40710204.0002020107	Финансовый отдел	Финансовый отчет	1	
7	4.40710204.0002020108	Финансовый отдел	Финансовый отчет	1	
8			Списание средств		
9	4.40710204.0002020109	Финансовый отдел	Финансовый отчет	1	
10	4.40710204.0002020110	Финансовый отдел	Финансовый отчет	1	
11	4.40710204.0002020111	Финансовый отдел	Финансовый отчет	1	
12	4.40710204.0002020112	Финансовый отдел	Финансовый отчет	1	
13	4.40710204.0002020113	Финансовый отдел	Финансовый отчет	1	

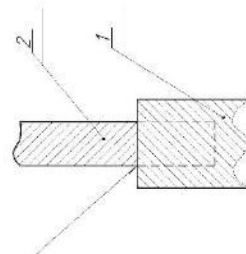
Технічна характеристика

- | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 | 61 | 62 | 63 | 64 | 65 | 66 | 67 | 68 | 69 | 70 | 71 | 72 | 73 | 74 | 75 | 76 | 77 | 78 | 79 | 80 | 81 | 82 | 83 | 84 | 85 | 86 | 87 | 88 | 89 | 90 | 91 | 92 | 93 | 94 | 95 | 96 | 97 | 98 | 99 | 100 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-----|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 | 55 | 56 | 57 | 58 | 59 | 60 | 61 | 62 | 63 | 64 | 65 | 66 | 67 | 68 | 69 | 70 | 71 | 72 | 73 | 74 | 75 | 76 | 77 | 78 | 79 | 80 | 81 | 82 | 83 | 84 | 85 | 86 | 87 | 88 | 89 | 90 | 91 | 92 | 93 | 94 | 95 | 96 | 97 | 98 | 99 | 100 |

Технічні вимоги:

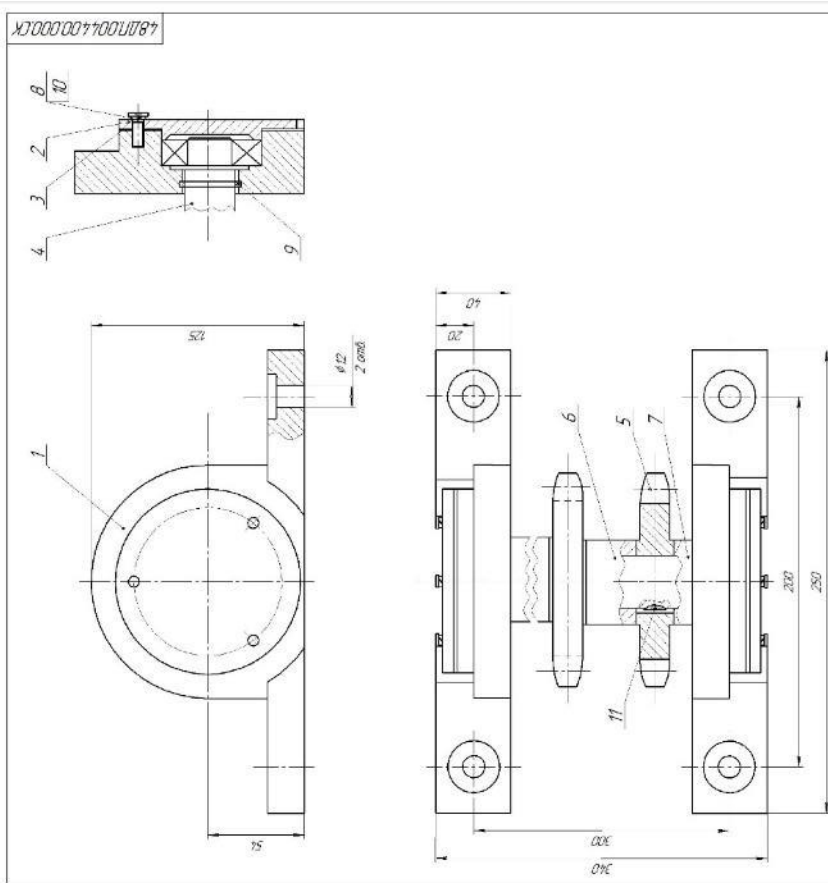
- [illegible]





№ п/п	№	Наименование	Наименование	Мат	Примечание
			Домовладения		
			Складовый комплекс	1	
			Дорога		
			Города	12	
			Воск	1	

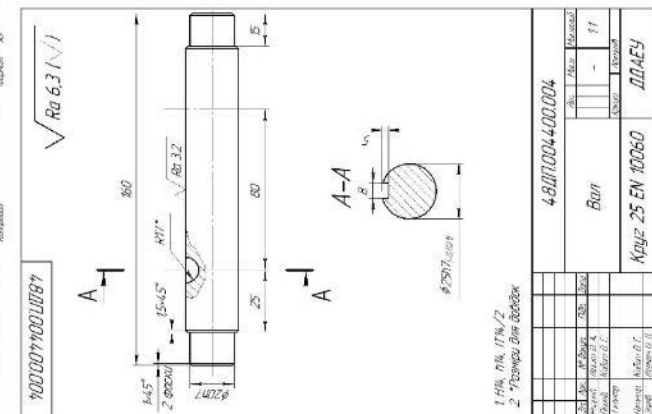
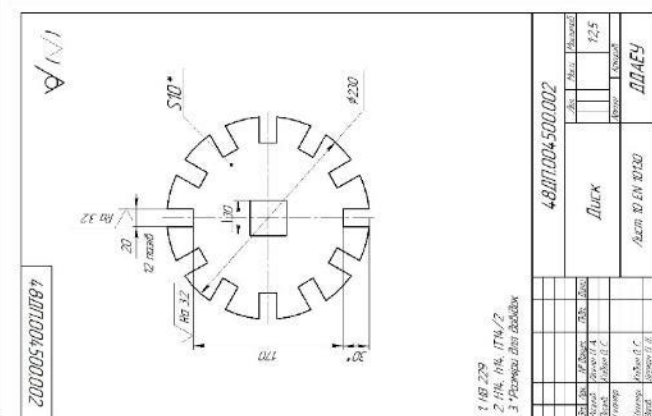
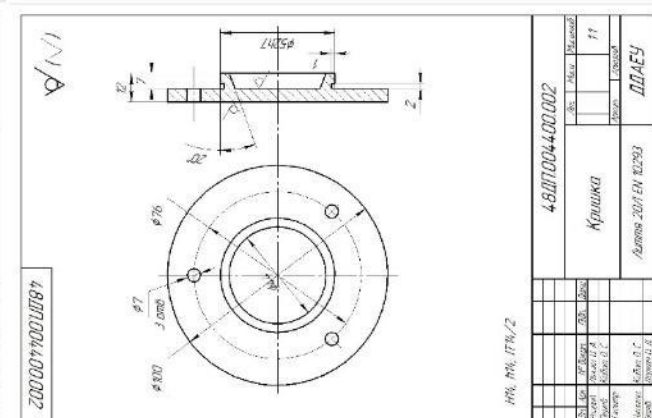
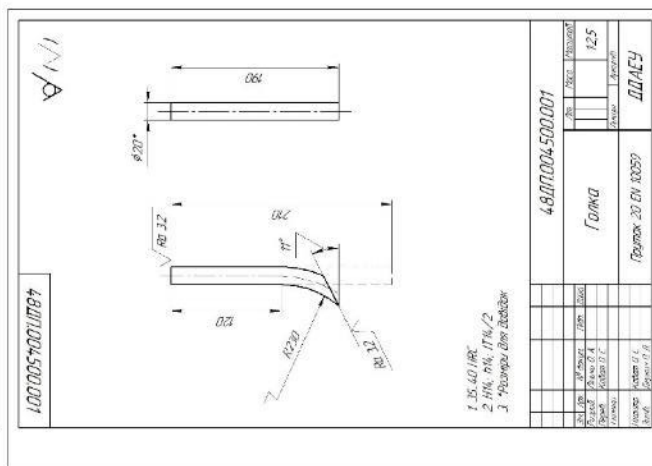
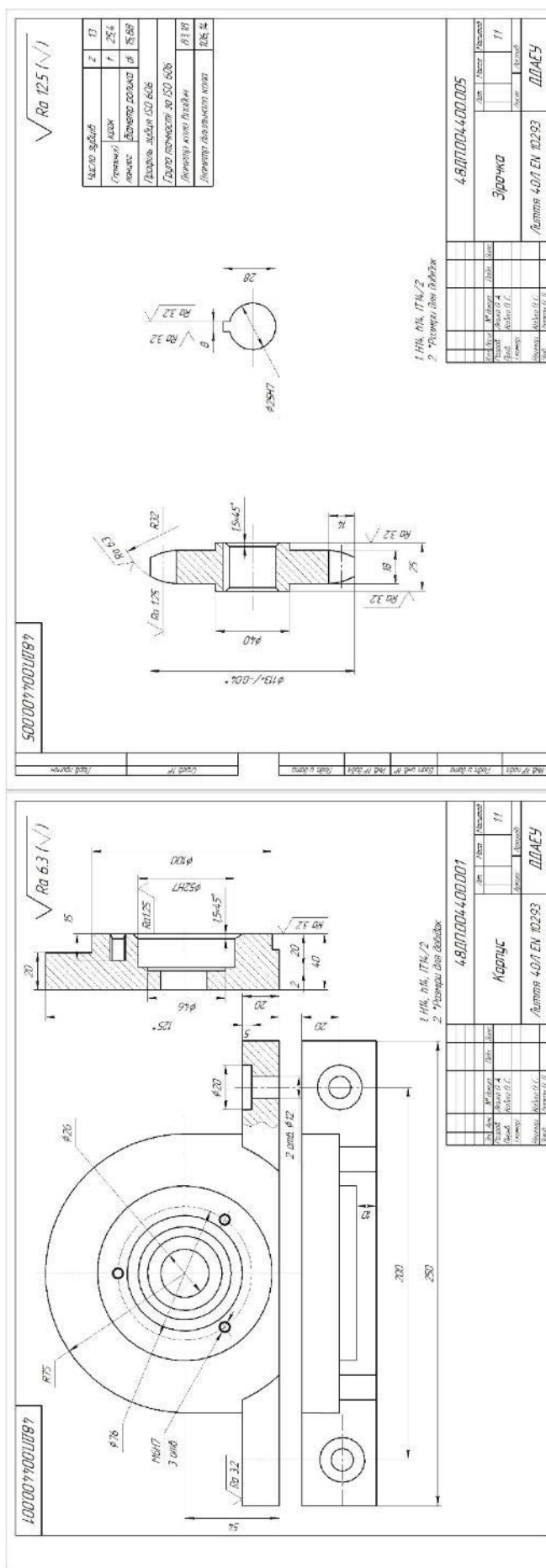
1. Еременко В. П. А ГИТ 9467-75
2. Труды Института по изучению дефектов и возмущениях

[illegible]

№ п/п	№	Назначение	Наименование	Вид	Содержимое
			Инициализация		
			Настройка параметров	1	
			Загрузка		
	1	4.6.01.024-4.6.01.011	Контроль	2	
	2	4.6.01.024-4.6.01.012	Контроль	2	
	3	4.6.01.024-4.6.01.013	Загрузка	1	
	4	4.6.01.024-4.6.01.014	Ввод	1	
	5	4.6.01.024-4.6.01.015	Загрузка	2	
	6	4.6.01.024-4.6.01.016	Инициализация	1	
	7	4.6.01.024-4.6.01.017	Контроль	2	
			Завершение работы		
	8		Получение данных	6	
	9		Контроль параметров	2	
	10		Инициализация	6	
	11		Загрузка параметров	2	

1. HIL: 11/14/2
2. *Pisangipal Bana Bhatkoti*

[illegible]



Показник	Одиниця виміру	Проектна модель	Базова модель РР-З	Відхилення (+/-)
Ширина захвату агрегату	м	3,0	3,0	-
Робоча швидкість	км/год	11	8,5	+2,5
Продуктивність агрегату	га/год	3,05	2,60	+0,45
Вартість агрегату	грн	320474	285000	+35474
Витрати на оплату праці	грн/га	105	123	-18
Витрати на ремонт і амортизацію трактора	грн/га	200	235	-35
Витрати на ремонт і амортизацію агрегату	грн/га	145	265	-120
Витрати на паливо	грн/га	551	766	-215
Загальні експлуатаційні витрати	грн/га	1001	1389	-388
Питомі капітальні вкладення	грн/га	540	790	-250
Річний обсяг робіт	га	1200	1200	-
Річний економічний ефект	грн	560000	-	-
Строк окупності	років	0,57	-	-
Економія витрат пального	%	28	-	-
Зниження експлуатаційних витрат	%	27,9	-	-