

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:

**Удосконалення використання техніки при вирощуванні сафлору з
удосконаленням важкої дискової борони**

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

_____ Бурмак Михайло Михайлович

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

Бурмак Михайло Михайлович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту: Удосконалення використання техніки при вирощуванні сафлору з удосконаленням важкої дискової борони

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 сафлору в Україні та вплив обробітку ґрунту на її врожайність. 2. Розробка плану механізованих робіт виробництва сафлору. 3. Удосконалення конструкції важкої дискової борони. 4. Розробка операційно-технологічної карти обробітку ґрунту. 5. Охорона праці та захист навколишнього середовища 6. Техніко-економічні показники важкої дискової борони. Висновки та пропозиції. Література.

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

1. Аналіз вирощування сафлору (А1) 2. План механізованих робіт вирощування сафлору (А1) 3. Борона дискова важка (вид загальний) (А1). 4. Рама середня (А2) 5. Батарея ліва передня (А2) 6. Шайба (А4). 7. Кронштейн (А4) 8. Планка (А4). 9. Кронштейн (А4). 10. Кронштейн (А4). 11. Кронштейн (А4). 11. Операційно-технологічна карта обробітку (А1) 12. Техніко-економічні показники (А1).

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)	до 12.05.2026 р.	
2	Розробка плану вирощування сафлору	до 19.05.2026 р.	
3	Конструкційний	до 26.05.2026 р.	
4	Операційно-технологічний	до 02.06.2026 р.	
5	Охорона праці	до 09.06.2026 р.	
6	Економічний аналіз	до 12.06.2026 р.	
7	Графічна частина	до 12.06.2026 р.	

Студент

_____ **Бурмак М. М.**
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник проєкту

_____ **Кабат О. С.**
(підпис) (прізвище та ініціали)

[illegible]

АНОТАЦІЯ

Бурмак М. М. Удосконалення використання техніки при вирощуванні сафлору з удосконаленням важкої дискової борони / Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «Бакалавр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія». – ДДАЕУ, Дніпро, 2026.

Метою роботи є підвищення ефективності використання техніки при вирощуванні сафлору шляхом удосконалення конструкції важкої дискової борони та обґрунтування її раціональних параметрів і режимів роботи.

У роботі розглянуто особливості вирощування сафлору в умовах України та обґрунтовано шляхи підвищення ефективності технології його виробництва шляхом удосконалення конструкції важкої дискової борони. Проведено аналіз сучасного стану вирощування сафлору, досліджено вплив технологій обробітку ґрунту на формування врожайності культури, а також проаналізовано сучасні конструкції дискових борін і особливості їх роботи.

Обґрунтовано комплекс механізованих технологічних операцій вирощування сафлору та виконано розрахунок основних елементів технології. Запропоновано удосконалену конструкцію важкої дискової борони з механізмом плавного регулювання кута атаки дисків. Визначено основні конструктивно-геометричні параметри борони, виконано аналіз навантажень, перевірочні розрахунки елементів механізму регулювання та оцінку міцності зварних з'єднань.

Розроблено операційно-технологічну карту виконання обробітку ґрунту важкою дисковою бороною, а також наведено заходи з охорони праці та захисту навколишнього середовища при експлуатації агрегату. Проведене техніко-економічне обґрунтування підтвердило ефективність впровадження удосконаленої конструкції, яка забезпечує підвищення продуктивності, зниження витрат пального та скорочення строку окупності.

Ключові слова: сафлор, дискова борона, обробіток ґрунту, дискові батареї, кут атаки, механізований агрегат, продуктивність, економічна ефективність.

Зміст

ВСТУП.....	7
1 СТАН ВИРОЩУВАННЯ САФЛОРУ В УКРАЇНІ ТА ВПЛИВ ОБРОБІТКУ ГРУНТУ НА ЇЇ ВРОЖАЙНІСТЬ.....	9
1.1 Народногосподарське значення сафлору	9
1.2 Аналіз посівних площ та рівня врожайності сафлору	12
1.3 Особливості впливу технологій вирощування на формування врожайності сафлору..	15
1.4 Особливості агротехнічних умов проведення боронування	18
1.5 Сучасні конструкції дискових борін та їх особливості	21
1.4 Висновки з розділу	24
2 РОЗРОБКА ПЛАНУ МЕХАНІЗОВАНИХ РОБІТ ВИРОБНИЦТВА САФЛОРУ ...	26
2.1 Обґрунтування комплексу основних технологічних операцій при вирощуванні сафлору	26
2.2 Обґрунтування та розрахунок елементів технології вирощування сафлору...	32
2.3 Висновки з розділу	37
3 УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ВАЖКОЇ ДИСКОВОЇ БОРОНИ.....	38
3.1 Конструктивно-технологічна характеристика об'єкта удосконалення	38
3.2 Визначення конструктивно-геометричних параметрів важкої дискової борони ..	42
3.3 Аналіз навантажень, що діють на секцію важкої дискової борони	45
3.4 Інженерна перевірка елементів механізму регулювання дискової борони	51
3.5 Оцінка міцності зварних швів механізму регулювання дискової борони .	53
3.6 Висновки з розділу	57
4 РОЗРОБКА ОПЕРАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ КАРТИ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ...	58
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	62
6 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ВАЖКОЇ ДИСКОВОЇ БОРОНИ....	66
ВИСНОВКИ	70
БІБЛІОГРАФІЯ	72
ДОДАТКИ	76

ВСТУП

Сафлор (Сафлор красильний) є перспективною олійною культурою для умов посушливого клімату та нестійкого зволоження, оскільки характеризується високою посухостійкістю, невибагливістю до умов вирощування та здатністю формувати стабільний урожай у регіонах ризикованого землеробства. В умовах сучасного агропромислового виробництва України підвищується зацікавленість у вирощуванні сафлору як альтернативної олійної культури, що зумовлено зростанням попиту на рослинні олії, необхідністю диверсифікації сівозмін та адаптацією сільського господарства до змін клімату.

Ефективність вирощування сафлору значною мірою залежить від якості виконання технологічних операцій обробітку ґрунту. Одним із найбільш енергоємних та відповідальних етапів є основний обробіток ґрунту, від якого залежать агрофізичні властивості ґрунтового середовища, накопичення та збереження вологи, рівномірність загортання рослинних решток і створення оптимальних умов для проростання насіння. Для виконання таких операцій широко застосовуються важкі дискові борони, які забезпечують інтенсивне подрібнення та перемішування ґрунту.

Разом із тим існуючі конструкції важких дискових борін не завжди забезпечують необхідну якість обробітку при роботі на ущільнених або пересушених ґрунтах, що призводить до підвищення енерговитрат, нерівномірності обробітку та погіршення умов вирощування культури. У зв'язку з цим виникає необхідність удосконалення конструктивно-технологічних параметрів важкої дискової борони та обґрунтування раціональних режимів її роботи при вирощуванні сафлору.

Актуальність теми полягає у необхідності підвищення ефективності використання техніки при вирощуванні сафлору шляхом удосконалення конструкції важкої дискової борони, що дозволить покращити якість обробітку ґрунту, зменшити енергетичні витрати та забезпечити підвищення продуктивності технологічного процесу.

Метою роботи є підвищення ефективності використання техніки при вирощуванні сафлору шляхом удосконалення конструкції важкої дискової борони та обґрунтування її раціональних параметрів і режимів роботи.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі основні завдання:

- проаналізувати сучасний стан вирощування сафлору в Україні, визначити вплив обробітку ґрунту на врожайність культури та дослідити особливості сучасних конструкцій дискових борін;
- обґрунтувати комплекс механізованих технологічних операцій вирощування сафлору та виконати розрахунок основних елементів технології;
- удосконалити конструкцію важкої дискової борони, визначити її конструктивно-геометричні параметри, дослідити навантаження на робочі органи та виконати перевірочні розрахунки елементів конструкції;
- розробити операційно-технологічну карту виконання обробітку ґрунту важкою дисковою бороною;
- обґрунтувати заходи з охорони праці та захисту навколишнього середовища при експлуатації агрегату;
- визначити техніко-економічну ефективність впровадження удосконаленої важкої дискової борони.

Об'єктом дослідження є технологічний процес обробітку ґрунту при вирощуванні сафлору.

Предметом дослідження є конструктивно-технологічні параметри важкої дискової борони та їх вплив на якість обробітку ґрунту і ефективність вирощування сафлору.

Практичне значення роботи полягає у можливості впровадження удосконаленої важкої дискової борони у технології вирощування сафлору для підвищення якості обробітку ґрунту, зменшення витрат пального та підвищення продуктивності машинно-тракторних агрегатів.

1 СТАН ВИРОЩУВАННЯ САФЛОРУ В УКРАЇНІ ТА ВПЛИВ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ НА ЇЇ ВРОЖАЙНІСТЬ

1.1 Народногосподарське значення сафлору

На сьогоднішній день світове виробництво Сафлор красильний становить близько 600 тис. тонн, а сама культура вирощується більш ніж у 60 країнах світу. Провідні позиції за обсягами виробництва займають Індія, Сполучені Штати Америки та Мексика. При цьому Індія забезпечує майже половину загальносвітового виробництва сафлору, хоча на зовнішній ринок надходить лише незначна частина отриманого врожаю. Крім зазначених країн, сафлор широко культивується також у Канаді, Австралії, Аргентині, Мексиці та Китаї. Австралія, Аргентина й Мексика експортують значну частину виробленої продукції до країн Європи та Японії. Щодо Китаю, то там сафлор вирощують переважно не як олійну культуру, а здебільшого для отримання квіткові сировини, тому врожайність цієї культури практично не враховується у світових статистичних даних. Разом з тим посіви сафлору займають майже всю територію країни, а найбільші площі його вирощування зосереджені в автономному районі Сіньцзян. В останні роки спостерігається підвищення популярності використання насіння сафлору як сировини для виробництва рослинної олії, що сприяло суттєвому розширенню площ під цією культурою. Основними країнами-експортерами сафлору є Російська Федерація, на яку припадає 44 % світового експорту, Казахстан – 15,7 %, Індія – 14,4 %, Нідерланди – 10,1 % та Туреччина – 3,84 %.

У зв'язку зі змінами кліматичних умов, які характеризуються збільшенням тривалості посушливих періодів улітку та підвищенням вологості в зимовий період, виникає необхідність перегляду структури вирощуваних сільськогосподарських культур і впровадження видів, адаптованих до умов екстремального землеробства. Традиційні культури поступово змінюватимуть

тривалість вегетаційного періоду, вимоги до сум активних та ефективних температур, а також рівень забезпеченості вологою. Пристосування відомих сільськогосподарських культур до нових кліматичних умов відбуватиметься шляхом впровадження більш посухостійких сортів та видів або ж заміни їх культурами, здатними ефективно переносити високі температури та посушливі умови Півдня України.

Останнім часом у світі спостерігається стійка тенденція до заміни тваринних жирів рослинними оліями, які не поступаються їм за харчовою та дієтичною цінністю. Крім того, рослинні олії набули широкого застосування в умовах інтенсивного розвитку промисловості, авіації та космічної галузі, де існує потреба у використанні мастильних матеріалів зі спеціальними властивостями, характерними саме для рослинних олій.

Однією з перспективних культур такого напрямку є жаро- та посухостійка олійна культура сафлор.

На початкових етапах використання сафлор вирощували переважно як фарбувальну рослину, однак із часом його основне призначення змінилося, і культура стала широко використовуватись для виробництва олії. З розвитком промисловості анілінових барвників більшість фарбувальних культур, у тому числі й сафлор, втратили своє значення як джерело натуральних барвників. Проте сафлор і сьогодні залишається важливою олійною культурою.

На сучасному етапі природні барвники сафлору майже повністю замінені аніліновими аналогами, тому головним напрямом використання культури є виробництво олії. У посушливих районах Індії, Пакистану, Афганістану, республік Середньої Азії, Азербайджану та східної частини Північного Кавказу сафлор традиційно розглядався як замітник соняшнику. Особливо великі надії на цю культуру покладалися у 1920-х роках, коли посіви соняшнику масово уражувалися міллю та вовчком (заразихою), що спричинило різке зростання інтересу до сафлору.

Сафлор має значну кількість переваг, серед яких однією з найважливіших є його роль як джерела рослинної олії у світовому виробництві. Серед олійних

культур він займає провідні позиції після соняшнику, льону, ріжю та гірчиці і широко використовується як у харчовій, так і в технічній промисловості. Важливою особливістю сафлорової олії є високий вміст рослинних жирів. Насіння сафлору містить до 60 % олії, а плоди – до 37 %. За якістю та складом ненасичених жирних кислот сафлорова олія перевершує соняшникову та не має вираженого стороннього присмаку.



Рисунок 1.1 – Напрями застосування сафлору красильного

Наукові дослідження встановили, що сафлорова олія містить до 82 % лінолевої кислоти, відомої як вітамін F. Ця кислота має важливе значення для зміцнення імунної системи людини, оскільки не синтезується в організмі та надходить виключно з їжею. Лінолева кислота сприяє перетворенню холестерину у легко розчинні сполуки та його виведенню з організму, що підвищує стійкість людини до вірусних і бактеріальних захворювань.

Саме тому сафлорова олія заслуговує на визнання як цінний і корисний продукт для харчування та підтримання здоров'я людини.

1.2 Аналіз посівних площ та рівня врожайності сафлору

Останніми роками в Україні помітно зростає зацікавленість у вирощуванні Сафлор красивий як перспективної олійної культури, пристосованої до посушливих умов вирощування. Така тенденція обумовлена насамперед кліматичними змінами, дефіцитом вологи, необхідністю урізноманітнення структури посівних площ та пошуком альтернатив традиційним олійним культурам, передусім соняшнику. Результати наукових досліджень свідчать, що сафлор характеризується високою стійкістю до спеки та нестачі вологи, що робить його перспективним для вирощування у степових і південних регіонах України.

Незважаючи на те, що площі посівів сафлору в Україні поки що залишаються відносно невеликими, спостерігається тенденція до їх поступового розширення. Найбільше поширення культура отримала в південних і східних областях, зокрема в Одеській, Запорізькій, Херсонській, Миколаївській та Дніпропетровській областях, де природно-кліматичні умови найбільше відповідають біологічним потребам сафлору. Поряд із цим інтерес до вирощування культури зростає також у Лісостеповій зоні та західних областях України, що пов'язано з поступовим підвищенням середньорічних температур і зменшенням кількості атмосферних опадів упродовж вегетаційного періоду.

Збільшення площ під сафлором пояснюється також його високою пристосованістю до вирощування на малородючих ґрунтах та порівняно невисокими витратами на технологію вирощування у порівнянні з іншими олійними культурами. Сафлор здатний забезпечувати формування врожаю навіть за несприятливих агрокліматичних умов, у яких продуктивність інших культур істотно знижується. Крім того, ця культура має важливе значення для

сівозмін, оскільки сприяє покращенню фітосанітарного стану посівів та позитивно впливає на структуру ґрунту.



Рисунок 1.2 – Стан виробництва сафлору в аграрному секторі України

Показники врожайності сафлору в Україні значною мірою визначаються ґрунтово-кліматичними умовами, біологічними особливостями сорту, строками сівби, густотою рослин та рівнем дотримання агротехнічних заходів. Відповідно до результатів досліджень Інституту олійних культур НААН, середня

врожайність сорту «Живчик» за оптимальних умов вирощування становила 1,43 т/га за ранніх строків сівби та густоти стояння 230 тис. рослин на гектар.

Дослідження, проведені в різних природно-кліматичних зонах України, показали, що врожайність сафлору може змінюватися в межах від 1,0 до 2,5 т/га залежно від особливостей технології вирощування. Зокрема, у дослідах із сортами «Добриня» та «Сонячний» максимальна біологічна врожайність досягала відповідно 2,55 та 2,52 т/га при ширині міжрядь 38 см та нормі висіву 300 тис. насінин на гектар.

За даними аграрних видань, у виробничих умовах південних та південно-східних регіонів України врожайність сафлору при дотриманні рекомендованих елементів технології вирощування зазвичай становить 10–18 ц/га. Це підтверджує достатньо високий потенціал культури навіть в умовах недостатнього зволоження.

Суттєвий вплив на рівень урожайності сафлору мають строки проведення сівби. Ранні строки сприяють кращому розвитку рослин та більш ефективному використанню запасів ґрунтової вологи. При запізненні із сівбою спостерігається зменшення продуктивності рослин, зниження маси насіння та загального рівня врожайності.

Важливу роль у підвищенні продуктивності культури відіграють також способи сівби та використання регуляторів росту. Результати досліджень свідчать, що застосування технології Twin row у поєднанні з регуляторами росту дає можливість підвищити врожайність сафлору на 11–28 %.

Отже, проведений аналіз посівних площ та рівня врожайності сафлору в Україні свідчить про значні перспективи цієї культури в умовах сучасного землеробства. Посилення посушливості клімату, потреба в оптимізації структури посівів та пошук альтернативних олійних культур сприяють подальшому поширенню сафлору. За умови вдосконалення технологій вирощування та застосування сучасних технічних засобів ця культура здатна забезпечувати стабільну врожайність і високі економічні показники виробництва.

1.3 Особливості впливу технологій вирощування на формування врожайності сафлору

Загальновідомо, що строки сівби є одним із найважливіших факторів, які визначають рівень урожайності польових культур. Особливо суттєвий вплив цей чинник має при вирощуванні Сафлор красильний на богарних землях, де інтенсивне підвищення весняних температур сприяє швидкому випаровуванню запасів ґрунтової вологи. У зв'язку з цим своєчасне проведення сівби та правильний вибір системи обробітку ґрунту мають вирішальне значення для забезпечення дружних сходів, оптимального росту рослин і формування високого врожаю.

Сафлор не потребує жорстко фіксованих строків сівби, що є однією з його біологічних переваг. Культуру можна висівати в різних ґрунтово-кліматичних зонах від осіннього періоду до пізньої весни. Пізні строки сівби зазвичай застосовують за наявності вільних площ або для пересіву загиблих озимих і ранніх ярих культур. Водночас для проростання насіння сафлору необхідна достатня вологість ґрунту, тому передпосівний та основний обробіток ґрунту мають бути спрямовані на накопичення та збереження вологи у посівному шарі.

Встановлено, що ранні строки сівби сприяють зменшенню пошкодження рослин шкідниками, підвищенню врожайності насіння та збільшенню його олійності. Крім того, ранній посів дозволяє отримати подвійний ефект: забезпечити вищий урожай та раніше звільнити поле для наступних культур у сівозміні. Так, для умов Індії оптимальними строками сівби вважається період із кінця вересня до кінця жовтня, тоді як у Мексиці – з середини листопада до середини січня.

Важливу роль у формуванні продуктивності сафлору відіграє система обробітку ґрунту. Основний обробіток має забезпечувати накопичення вологи, розпушення ущільненого шару, знищення бур'янів і створення оптимальної структури посівного горизонту. У посушливих умовах найбільш ефективними є енергоощадні та ґрунтозахисні системи обробітку, які сприяють збереженню

вологи в орному шарі. Використання дискових борін, чизельного та комбінованого обробітку дозволяє покращити водно-повітряний режим ґрунту, забезпечити рівномірне загортання рослинних решток та створити сприятливі умови для розвитку кореневої системи сафлору. Разом із тим надмірний або несвоєчасний обробіток може призводити до пересушування верхнього шару ґрунту, погіршення структури та зниження польової схожості насіння.

За результатами трирічних досліджень на каштанових важкосуглинкових ґрунтах із гідротермічним коефіцієнтом 0,5 встановлено, що запаси продуктивної вологи у метровому шарі ґрунту значною мірою визначалися погодними умовами, строками сівби та якістю передпосівного обробітку ґрунту. При ранніх строках сівби критичне зниження запасів вологи спостерігалось у фазі «цвітіння – дозрівання», тоді як при пізніх строках – уже у фазі «бутонізація – цвітіння». Пізні строки сівби скорочували тривалість вегетаційного періоду на 13–14 діб у порівнянні з ранніми, що негативно впливало на рівень урожайності. Вища продуктивність при ранньому посіві забезпечувалася насамперед за рахунок збільшення кількості кошиків, числа насінин у них та більшої густоти стояння рослин.

Значний вплив на врожайність сафлору має густота рослин у посіві. Зі зменшенням густоти покращуються умови забезпечення рослин вологою, поживними речовинами та світлом, що позитивно позначається на рості й розвитку рослин, площі листової поверхні та інтенсивності фотосинтезу. Проте врожайність визначається не лише продуктивністю окремої рослини, а й кількістю рослин на одиниці площі. Саме тому оптимальна густота стояння повинна встановлюватися окремо для кожної ґрунтово-кліматичної зони.

У роботі зазначається, що при вирощуванні сафлору на насіння оптимальна норма висіву становить 8–12 кг/га, тоді як для отримання зеленої маси, сіна або силосу її доцільно збільшувати до 14 кг/га. Для умов богарного землеробства Таджикистану ефективними виявилися посіви з густотою стояння 130–200 тис. рослин на гектар.

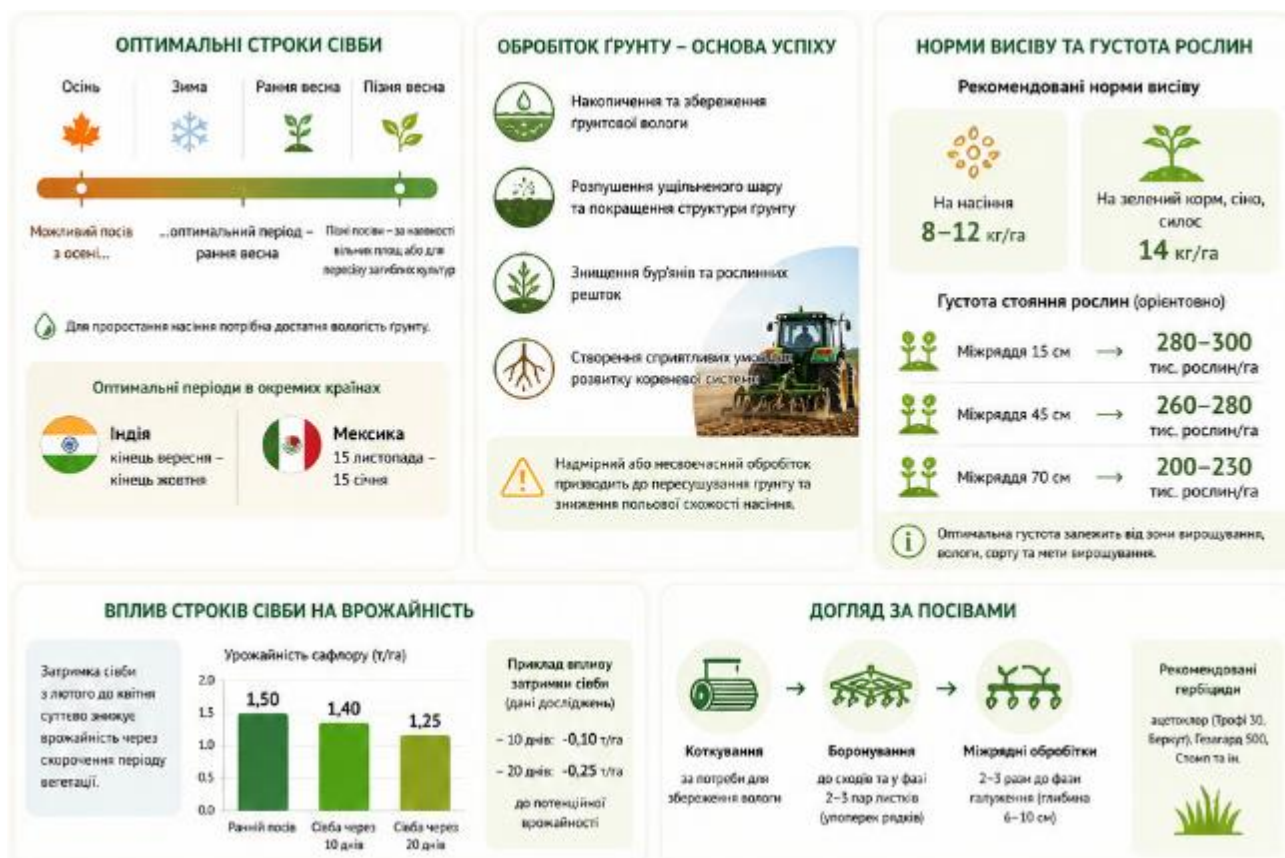


Рисунок 1.3 – Особливості впливу технологій вирощування на формування врожайності сафлору

У США високі показники продуктивності забезпечувалися при нормі висіву 17 кг/га, а при проведенні сівби у травні норму висіву збільшували до 28 кг/га. Для умов Центрального Таджикистану оптимальна густота рослин при грудневих строках сівби становила 120 тис. рослин/га, у лютневих посівах – 100 тис./га, а при пізніх березневих строках – близько 80 тис./га.

У виробничих умовах широкорядні посіви з міжряддям 70 см та нормою висіву 0,2 млн насінин/га забезпечили врожайність близько 10 ц/га, тоді як суцільний рядковий спосіб сівби з міжряддям 15 см і нормою висіву 0,8 млн насінин/га дозволив отримати до 12 ц/га.

Дослідження, проведені у 2020–2021 роках на світло-каштанових ґрунтах, показали, що найбільшу врожайність – 1,13 т/га – сформував сорт «Александрит» при ширині міжрядь 15 см та нормі висіву 350 тис. насінин/га. Найнижча врожайність – 0,61 т/га – була зафіксована у сорту «Камишинський 73» при

міжряддях 45 см і нормі висіву 450 тис. насінин/га. Отримані результати свідчать про суттєвий вплив норм висіву та сортових особливостей на рівень урожайності сафлору.

Результати багатьох досліджень підтверджують, що ефективність технологічних прийомів вирощування сафлору визначається поєднанням ґрунтово-кліматичних умов, рівнем вологозабезпечення, системою обробітку ґрунту, засміченістю посівів, сортовими особливостями та господарським призначенням культури.

Догляд за посівами сафлору загалом подібний до технології вирощування соняшнику та включає коткування, боронування до і після появи сходів, а також міжрядні обробітки. Особливе значення має передпосівний обробіток ґрунту, який забезпечує вирівнювання поверхні поля, створення дрібногрудочкуватої структури та оптимального ущільнення посівного шару. У широкорядних посівах рекомендується проведення 2–3 міжрядних культивацій, які сприяють боротьбі з бур'янами, руйнуванню ґрунтової кірки та покращенню аерації ґрунту. Перший міжрядний обробіток виконують у фазі 4–6 справжніх листків на глибину 6–8 см, а наступні – на 8–10 см.

Таким чином, строки сівби, густота стояння рослин, система обробітку ґрунту та комплекс агротехнічних заходів є визначальними чинниками формування високої врожайності сафлору. Раціональне поєднання цих елементів технології дозволяє максимально реалізувати біологічний потенціал культури та забезпечити стабільне виробництво насіння навіть у посушливих умовах.

1.4 Особливості агротехнічних умов проведення боронування

У системі агротехнічних заходів, спрямованих на підвищення родючості ґрунту та забезпечення стабільного зростання врожайності сільськогосподарських культур, важливе значення має раціональний обробіток ґрунту.

Обробіток ґрунту являє собою механічний вплив на ґрунтовий шар за допомогою робочих органів сільськогосподарських машин і знарядь. Основними завданнями обробітку є створення оптимально розпушеного орного шару для регулювання водного, повітряного, теплового та поживного режимів ґрунту, а також забезпечення сприятливих умов для розвитку кореневої системи рослин. Крім того, обробіток ґрунту сприяє знищенню бур'янів, шкідників і збудників хвороб, загортанню післяжнивних решток, органічних та мінеральних добрив, захисту ґрунту від водної й вітрової ерозії, а також створенню необхідних умов для якісної сівби та подальшого догляду за посівами.

До основних технологічних процесів обробітку ґрунту належать перевертання, розпушування, кришіння, перемішування, вирівнювання та ущільнення.

Перевертання ґрунтового шару забезпечує загортання на необхідну глибину рослинних решток, добрив, насіння бур'янів, шкідників і патогенних організмів, які за відсутності доступу повітря поступово гинуть. Найчастіше цей процес виконують плугами з полицями.

У результаті розпушування та кришіння зменшуються розміри ґрунтових агрегатів і змінюється їх взаємне розташування, що сприяє підвищенню пористості та зниженню щільності ґрунту. Це покращує водо- та повітропроникність, активізує діяльність аеробних мікроорганізмів і створює кращі умови для розвитку кореневої системи рослин. Крім того, під час розпушування формується мульчувальний шар, який зменшує втрати вологи через випаровування та руйнує ґрунтову кірку.

Перемішування ґрунту необхідне для формування однорідного орного шару та рівномірного розподілу в ньому добрив, вапна, піску, гіпсу та інших матеріалів, що позитивно впливає на ріст і розвиток рослин.

Вирівнювання поверхні поля сприяє зменшенню випаровування вологи, покращує умови проведення сівби, догляду за посівами та збирання врожаю.

Ущільнення ґрунту забезпечує збільшення капілярної пористості та зменшення некапілярної, запобігає надмірному загортанню насіння під час сівби.

У посушливих умовах ущільнення сприяє зменшенню втрат вологи через випаровування, а також запобігає пошкодженню кореневої системи та випадінню рослин.

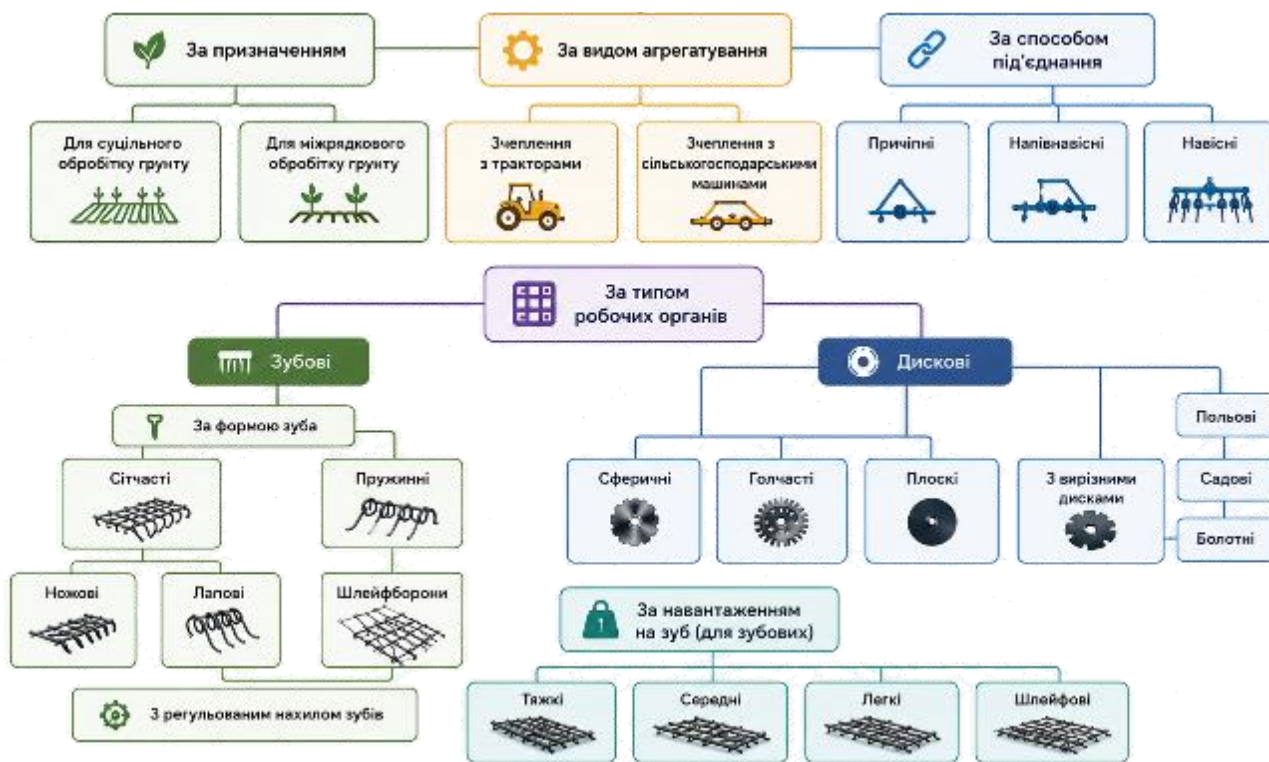


Рисунок 1.4 – Систематизація основних типів борін

Окремий вплив ґрунтообробних машин і знарядь на ґрунт називають прийомом обробітку ґрунту.

До основних прийомів обробітку належать оранка, лушення, культивация, боронування, шлейфування, коткування та фрезерування.

Одним із найбільш поширених прийомів поверхневого обробітку є боронування, технологічні особливості якого мають важливе значення при виконанні даної дипломної роботи.

Боронування забезпечує розпушування верхнього шару ґрунту, його часткове перемішування та вирівнювання поверхні поля, а також сприяє знищенню проростків і сходів бур'янів. Цей агротехнічний прийом застосовують для подрібнення грудок, руйнування ґрунтової кірки, вирівнювання гребенів та покращення структури поверхневого шару ґрунту.

Для виконання боронування використовують зубові, голчасті, дискові, сітчасті та пружинні борони.

Якість проведення боронування оцінюють за такими показниками, як своєчасність виконання операції, відповідність глибини розпушування агротехнічним вимогам, ступінь знищення бур'янів, а також відсутність великих брил і гребенів на поверхні поля.

1.5 Сучасні конструкції дискових борін та їх особливості

Дискові борони призначені для подрібнення скиб після оранки, весняного обробітку зябу, культивації парів, обробітку міжрядь у садах та подрібнення рослинних решток. За призначенням їх поділяють на легкі (польові й садові) та важкі.

Польові дискові борони використовують для післяоранкового розпушування, лущення стерні та обробітку задернілих площ. Садові борони призначені для роботи у міжряддях садів і забезпечують глибину обробітку до 10 см. Важкі дискові борони застосовують для обробітку цілинних і задернілих земель, заболочених ґрунтів, луків і пасовищ, а також для загортання добрив. Глибина їх обробітку може досягати 20 см.

Робочими органами легких дискових борін є сферичні сталеві диски діаметром 450–510 мм, тоді як важкі борони оснащують вирізними дисками діаметром до 660 мм, які краще заглиблюються у ґрунт та ефективніше подрібнюють рослинні рештки.

Декілька дисків, встановлених на осі, утворюють батарею. Диски розміщують на певній відстані один від одного за допомогою розпірних втулок. Батареї встановлюють на рамі під кутом до напрямку руху агрегату. Передні батареї працюють у розвал, а задні – усередину. Для покращення подрібнення ґрунту диски задніх батарей зміщують відносно передніх.

Кут між площиною обертання диска та напрямком руху агрегату називають кутом атаки. Зазвичай його змінюють у межах від 0 до 21°. При роботі

на сухих і щільних ґрунтах кут атаки збільшують, а на легких і вологих – зменшують. Під час руху диски заглиблюються в ґрунт, відрізають його шар, піднімають на сферичну поверхню та відкидають убік, у результаті чого ґрунт кришиться, частково переміщується та перевертається.

Глибину обробітку регулюють зміною кута атаки та величиною тиску дисків на ґрунт, який змінюють за допомогою баласту або натискних пружин. У порівнянні із зубовими боронами дискові менше забиваються рослинними рештками, краще перерізають корені бур'янів та перекочуються через великі рослинні залишки. Однак вони малопридатні для роботи на кам'янистих ґрунтах через небезпеку руйнування лез дисків.

Навісна дискова борона БДН-3 складається з чотирьох батарей зі змінною кількістю дисків. Конструкція дозволяє змінювати ширину захвату та кут атаки дисків у межах 12–21°. Глибина обробітку регулюється зміною кута атаки та масою баласту.

Причіпна борона БД-10 має чотири секції, гребенеріз та гідросистему. Шарнірне з'єднання секцій забезпечує копіювання рельєфу поля, а кут атаки дисків може змінюватися від 12 до 21°.

Важка борона БДВ-3 агрегатується з тракторами тягового класу 3 і оснащена вирізними сферичними дисками діаметром 660 мм. Глибину обробітку регулюють зміною кута атаки дисків, а переведення у транспортне положення здійснюється за допомогою гідроциліндра.

Борони БДВ-7 і БДВ-10 мають секційну конструкцію з шарнірним з'єднанням, що дозволяє копіювати нерівності поверхні поля. Їх застосовують для обробітку важких ґрунтів та подрібнення рослинних решток після збирання грубостеблових культур.

Садові борони БДСТ-2,5, БДС-3,5 і БДН-1,3А використовують для розпушування ґрунту та боротьби з бур'янами у міжряддях садів і ягідників. Вони відрізняються несиметричним розміщенням батарей та можливістю бокового зміщення відносно трактора для роботи під кронами дерев.

John Deere 2623VT



 Тип	причіпна, складана
 Ширина захвату	6,6 – 8,5 м
 Кількість дисків	44 – 60 шт
 Діаметр дисків	610 мм
 Рекомендована потужність трактора	від 200 к.с.
 Глибина обробітку	5 – 18 см
 Вага	4 850 – 6 650 кг
 Робоча швидкість	10 – 15 км/год
 Особливості	V-подібне розташування дисків, незалежна підвіска секцій, система копіювання рельєфу

Case IH True-Tandem 335 VT



 Тип	причіпна, складана
 Ширина захвату	6,1 – 9,1 м
 Кількість дисків	48 – 72 шт
 Діаметр дисків	610 мм
 Рекомендована потужність трактора	від 180 к.с.
 Глибина обробітку	5 – 16 см
 Вага	4 900 – 7 400 кг
 Робоча швидкість	10 – 14 км/год
 Особливості	Тандемне розташування дисків, гідравлічне регулювання глибини, міцна рама та висока прохідність

KUHN Optimert+ 6003-2



 Тип	причіпна, складана
 Ширина захвату	6,0 м
 Кількість дисків	48 шт
 Діаметр дисків	620 мм
 Рекомендована потужність трактора	від 160 к.с.
 Глибина обробітку	3 – 15 см
 Вага	5 150 кг
 Робоча швидкість	8 – 12 км/год
 Особливості	Диски з зубчастим профілем, необслуговувані підшипники, вирівнювальний планчатий каток

Lemken Rubin 10/600 KUA



 Тип	причіпна, складана
 Ширина захвату	6,0 – 7,0 м
 Кількість дисків	56 – 64 шт
 Діаметр дисків	620 мм
 Рекомендована потужність трактора	від 210 к.с.
 Глибина обробітку	5 – 14 см
 Вага	6 000 – 7 200 кг
 Робоча швидкість	10 – 15 км/год
 Особливості	Висока якість подрібнення, гідравлічна система захисту, широкий вибір котків

Рисунок 1.5 – Сучасні конструкції дискових борін та їх особливості

Для всіх дискових борін характерною особливістю є використання сферичних дисків із суцільним або вирізним лезом. Під час роботи диски не лише рухаються поступально разом із агрегатом, але й обертаються навколо власної осі під дією реакції ґрунту. Зазвичай диски встановлюють під кутом 15–20° до напрямку руху, що забезпечує ефективне кришення, перемішування та часткове перевертання ґрунту.

1.4 Висновки з розділу

Таким чином, проведений аналіз сучасних конструкцій дискових борін свідчить про їх важливе значення у системі основного та поверхневого обробітку ґрунту. Дискові борони забезпечують ефективне розпушування ґрунту, подрібнення рослинних решток, часткове перевертання та перемішування орного шару, що сприяє покращенню водно-повітряного режиму ґрунту та створенню сприятливих умов для росту і розвитку сільськогосподарських культур.

Сучасні конструкції дискових борін відзначаються широким різноманіттям технічних рішень, які відрізняються типом робочих органів, конструкцією рами, способом агрегатування, шириною захвату, кутом атаки дисків та глибиною обробітку. Використання сферичних та вирізних дисків дозволяє ефективно працювати як на легких, так і на важких, ущільнених або задернелих ґрунтах. Особливу увагу у сучасних конструкціях приділяють підвищенню продуктивності, зниженню енерговитрат, покращенню копіювання рельєфу поля та зменшенню забивання рослинними рештками.

Встановлено, що ефективність роботи дискових борін значною мірою залежить від конструктивно-технологічних параметрів, зокрема кута атаки дисків, їх діаметра, навантаження на робочі органи, швидкості руху агрегату та якості підготовки ґрунту. Рациональний вибір цих параметрів забезпечує необхідну глибину обробітку, якісне подрібнення ґрунту і рослинних решток, а також рівномірність обробітку поверхні поля.

Аналіз існуючих конструкцій показав, що поряд із численними перевагами сучасні дискові борони мають і певні недоліки, серед яких значні енергетичні витрати, нерівномірність заглиблення робочих органів на складному рельєфі, інтенсивне зношування дисків та обмежена ефективність роботи на кам'янистих ґрунтах. Це обумовлює необхідність подальшого удосконалення конструкцій дискових борін, підвищення їх адаптивності до різних ґрунтово-кліматичних умов та вдосконалення технологічних параметрів роботи.

Отже, подальший розвиток конструкцій дискових борін пов'язаний із впровадженням сучасних технічних рішень, спрямованих на підвищення якості обробітку ґрунту, зниження енергоємності технологічного процесу та забезпечення стабільної ефективної роботи машинно-тракторних агрегатів у різних умовах експлуатації.

2 РОЗРОБКА ПЛАНУ МЕХАНІЗОВАНИХ РОБІТ ВИРОБНИЦТВА САФЛОРУ

2.1 Обґрунтування комплексу основних технологічних операцій при вирощуванні сафлору

Ефективність вирощування сафлору в сучасних умовах сільськогосподарського виробництва значною мірою залежить від правильно обґрунтованого комплексу технологічних операцій, які забезпечують створення оптимальних умов для росту, розвитку та формування високої врожайності культури. Особливого значення це питання набуває в умовах зміни клімату, що супроводжується підвищенням температурного режиму, зменшенням кількості продуктивних опадів і збільшенням частоти виникнення посушливих періодів. За таких умов сафлор красильний розглядається як перспективна олійна культура, здатна ефективно використовувати ґрунтову вологу, витримувати високі температури та формувати стабільний урожай навіть у складних агрометеорологічних умовах. Однак реалізація біологічного потенціалу культури можлива лише за умови застосування науково обґрунтованої технології вирощування, яка передбачає використання сучасних високопродуктивних машинно-тракторних агрегатів і своєчасне виконання комплексу агротехнічних заходів.

Технологія вирощування сафлору включає систему взаємопов'язаних операцій, спрямованих на формування сприятливого агрофізичного стану ґрунту, накопичення та збереження продуктивної вологи, зниження рівня забур'яненості, оптимізацію поживного режиму, створення якісного насінневого ложа, забезпечення рівномірного висіву насіння та догляду за посівами впродовж усього періоду вегетації. Кожна технологічна операція виконує певну функцію, а їх сукупність визначає кінцеву ефективність виробництва.

Першочергове значення у технології вирощування сафлору має система обробітку ґрунту. Саме від якості її виконання значною мірою залежить

забезпечення культури вологою, рівномірність появи сходів і подальший розвиток кореневої системи. Сафлор характеризується потужною стрижневою кореневою системою, яка може проникати на значну глибину, тому одним із головних завдань є створення добре розпушеного орного шару без ущільнених горизонтів, здатного накопичувати і зберігати продуктивну вологу.

Після збирання попередника першою технологічною операцією є дискування стерні, яке доцільно виконувати потужним трактором John Deere 8R 340 у агрегаті з важкою дисковою бороною LEMKEN Rubin 10/700 KUA. Використання сучасної важкої дискової борони обумовлюється необхідністю ефективного подрібнення пожнивних решток, руйнування поверхневого ущільнення, закриття вологи та стимулювання проростання насіння бур'янів і падалиці попередньої культури. В умовах вирощування сафлору особливо важливо забезпечити максимальне збереження вологи в орному шарі ґрунту, оскільки саме початкові етапи розвитку культури є найбільш чутливими до її нестачі.

Вибір саме важкої дискової борони LEMKEN Rubin 10 обумовлений її високими експлуатаційними показниками та здатністю працювати в складних умовах значної кількості рослинних решток. Робочими органами борони є індивідуально підвішені сферичні диски великого діаметра, які забезпечують інтенсивне кришення ґрунту, якісне перемішування пожнивних залишків та рівномірну глибину обробітку. Конструктивною перевагою даної борони є стабільність роботи на високих швидкостях, можливість якісного загортання органічної маси та зменшення ризику утворення необроблених смуг. Саме ця операція створює основу для наступних агротехнічних заходів, оскільки недостатня якість дискування призводить до нерівномірності обробітку, надмірного пересихання верхнього шару ґрунту та зниження ефективності подальших технологічних операцій.

Повторне дискування доцільно проводити тим самим агрегатом через певний проміжок часу після першого проходу. Такий агротехнічний прийом спрямований на остаточне подрібнення рослинних решток, вирівнювання

поверхні поля, руйнування ґрунтової кірки та знищення сходів бур'янів, які проросли після першого обробітку. Подвійне дискування дозволяє створити більш рівномірний поверхневий шар ґрунту, покращити водопроникність і зменшити втрати вологи через капілярне випаровування.

Особливого значення в межах даної технології набуває удосконалення конструкції важкої дискової борони, оскільки саме якість дискування суттєво впливає на ефективність усієї технологічної схеми вирощування сафлору. Основними напрямками удосконалення можуть бути оптимізація кута атаки дисків, удосконалення системи копіювання рельєфу поля, зменшення енергоємності процесу, підвищення рівномірності заглиблення робочих органів та покращення якості подрібнення рослинних решток. За рахунок модернізації робочих органів можна підвищити ефективність використання ґрунтової вологи, зменшити тяговий опір агрегату та покращити агрофізичний стан ґрунту.

Наступною важливою операцією є внесення мінеральних добрив. Підвезення добрив здійснюється універсальним трактором John Deere 6120M із причепом Fliegl DK 140, після чого проводиться їх внесення за допомогою сучасного розкидача AMAZONE ZA-M 1500. Незважаючи на відносно невисокі вимоги сафлору до родючості ґрунту, культура добре реагує на збалансоване мінеральне живлення, особливо на внесення фосфорних і калійних добрив, які сприяють розвитку кореневої системи, підвищують посухостійкість рослин і стимулюють накопичення олії в насінні. Азотні добрива необхідно застосовувати помірно, оскільки їх надлишок може призводити до надмірного наростання вегетативної маси та зниження насіннєвої продуктивності.

Після внесення добрив виконується основний обробіток ґрунту шляхом оранки трактором John Deere 8R 340 у агрегаті з оборотним плугом LEMKEN Diamant 16. Основний обробіток має вирішальне значення для накопичення продуктивної вологи, покращення водно-повітряного режиму ґрунту та створення оптимальних умов для росту кореневої системи сафлору. Глибока оранка дозволяє усунути ущільнення, рівномірно розподілити пожнивні рештки,

загорнути добрива та бур'яни, що особливо важливо для підвищення ефективності наступних технологічних операцій.

Після проведення основного обробітку важливим етапом технології вирощування сафлору є ранньовесняне боронування, яке доцільно виконувати трактором John Deere 6120M у агрегаті з пружинною бороною типу Einböck Aerostar 900. Основним завданням цієї операції є закриття вологи, руйнування поверхневої ґрунтової кірки, вирівнювання мікрорельєфу поля та часткове знищення проростків бур'янів. У посушливих умовах ефективне збереження запасів вологи у верхньому шарі ґрунту має першочергове значення, оскільки від цього значною мірою залежить дружність сходів сафлору та рівномірність розвитку рослин. Використання сучасних пружинних борін забезпечує мінімальне пошкодження структури ґрунту, рівномірний розподіл рослинних решток та якісне поверхнєве розпушування.

Передпосівний обробіток ґрунту проводиться за допомогою трактора John Deere 6120M у агрегаті з культиватором LEMKEN Kompaktor K600A. Основною метою цієї операції є формування якісного посівного ложа, вирівнювання поверхні поля, остаточне знищення бур'янів та створення оптимальної структури верхнього шару ґрунту для рівномірного загортання насіння. Для сафлору особливе значення має рівномірність глибини посіву, оскільки це безпосередньо впливає на одночасність появи сходів і подальше формування продуктивності культури. Застосування сучасних комбінованих культиваторів дозволяє за один прохід забезпечити розпушування, вирівнювання та прикочування ґрунту, що сприяє зменшенню втрат вологи та скороченню кількості проходів агрегатів по полю.

Важливим елементом технології вирощування сафлору є система захисту рослин від бур'янів. Через відносно повільний ріст культури на початкових етапах органогенезу сафлор характеризується невисокою конкурентною здатністю щодо бур'янової рослинності. У зв'язку з цим доцільним є використання сучасних гербіцидів із застосуванням високопродуктивних обприскувачів. Для транспортування води та засобів захисту рослин

використовується трактор John Deere 6120M із цистерною МЖТ-6 та причепом Fliegl DK 140, а внесення гербіцидів здійснюється самохідним або причіпним обприскувачем AMAZONE UX 4200 Super.

Використання сучасного обприскувача забезпечує високу точність внесення препаратів, рівномірність покриття рослин робочим розчином та мінімізацію непродуктивних втрат пестицидів. Сучасні системи автоматичного контролю норми внесення, GPS-навігація та системи секційного відключення форсунок дозволяють значно зменшити перевитрати препаратів і підвищити екологічну безпечність технології. Особливо важливим є своєчасне внесення гербіцидів у фазу найбільшої чутливості бур'янів, що дозволяє мінімізувати конкуренцію за вологу, поживні речовини та сонячну енергію.

Однією з ключових технологічних операцій у вирощуванні сафлору є посів, оскільки саме від якості його виконання залежить рівномірність сходів, густота стояння рослин та реалізація біологічного потенціалу культури. Посів доцільно проводити трактором John Deere 6120M у агрегаті з високоточною просапною сівалкою Väderstad Tempo V8. Використання сучасної сівалки забезпечує високу точність дозування насіння, рівномірне розміщення його в рядку та стабільну глибину загортання, що є особливо важливим в умовах нестійкого зволоження.

Сівалка Väderstad Tempo V8 обладнана сучасною системою дозування, яка забезпечує точний висів навіть на підвищених робочих швидкостях, що дозволяє підвищити продуктивність агрегату без погіршення якості посіву. Для сафлору особливо важливим є забезпечення рівномірної густоти стояння рослин, оскільки надмірне загущення посівів може призводити до конкуренції за ресурси, а недостатня густота – до неефективного використання площі живлення.

Після сівби проводиться прикочування посівів за допомогою котка DALBO MaxiRoll 630. Основним призначенням цієї операції є ущільнення посівного шару, покращення контакту насіння з ґрунтом, підтягування вологи до насіннєвого ложа та створення сприятливих умов для проростання. Особливого

значення прикочування набуває в умовах дефіциту продуктивної вологи, характерних для регіонів вирощування сафлору.

Після появи сходів важливим елементом технології стає боронування до та після сходів, яке виконується штригельними боронами Treffler TS 620. Дана операція спрямована на руйнування поверхневої кірки, покращення аерації ґрунту та механічне знищення бур'янів у ранні фази розвитку. Сучасні штригельні борони дозволяють ефективно працювати навіть у фазі сходів культури, мінімізуючи пошкодження рослин сафлору та забезпечуючи ефективний контроль бур'янів без надмірного використання хімічних засобів захисту.

Упродовж вегетаційного періоду важливим агротехнічним заходом є проведення міжрядного обробітку, який виконується трактором John Deere 6120M у агрегаті з культиватором Einböck Chopstar 5-90. Міжрядна культивація сприяє розпушуванню ґрунту, руйнуванню капілярів, що зменшує втрати вологи, знищенню бур'янів та покращенню повітряного режиму ґрунту. Особливо ефективним є проведення двох міжрядних культивацій, що дозволяє підтримувати оптимальний фітосанітарний стан посівів і забезпечити рослини достатньою площею живлення.

Система захисту рослин у період вегетації також передбачає внесення інсектицидів і фунгіцидів залежно від фітосанітарного стану посівів. Для цього використовується обприскувач AMAZONE UX 4200 Super, який забезпечує високоточне внесення препаратів і дозволяє оперативно реагувати на загрозу розвитку шкідників або хвороб. Своєчасне застосування засобів захисту рослин дозволяє мінімізувати втрати врожаю та забезпечити належну якість насіння.

Завершальним етапом технології вирощування сафлору є збирання врожаю. Враховуючи біологічні особливості культури, зокрема відносно рівномірне досягання та низьку схильність до осипання насіння, найбільш доцільним є пряме комбайнування. Збирання пропонується здійснювати сучасним зернозбиральним комбайном Claas Lexion 7700, який характеризується

високою продуктивністю, мінімальними втратами зерна та можливістю ефективної роботи навіть у складних польових умовах.

Важливою перевагою сучасних комбайнів є наявність автоматизованих систем контролю втрат, регулювання молотильного апарата та очищення зернової маси. Це дозволяє мінімізувати механічні пошкодження насіння сафлору та забезпечити високу якість зібраної продукції. Після збирання насіння транспортується автомобілем MAN TGS 33.440 до місця первинної доробки.

Первинне очищення врожаю здійснюється на зерноочисному комплексі PETKUS K531, який забезпечує ефективне видалення домішок, сортування насіння та підготовку продукції до зберігання або реалізації. Якісна післязбиральна доробка дозволяє знизити втрати під час зберігання, підвищити товарні характеристики продукції та забезпечити збереження посівних якостей насіння.

2.2 Обґрунтування та розрахунок елементів технології вирощування сафлору

Рациональне формування технології вирощування сафлору потребує обґрунтованого підбору машинно-тракторних агрегатів, визначення їх продуктивності, витрат пального, трудових ресурсів та тривалості виконання технологічних операцій. Враховуючи агробіологічні особливості сафлору красильного, кліматичні умови зони вирощування та необхідність збереження ґрунтової вологи, було сформовано комплекс механізованих операцій, який включає основний та передпосівний обробіток ґрунту, внесення добрив, сівбу, догляд за посівами, захист рослин, збирання врожаю та післязбиральну доробку насіння. Розрахунок елементів технології проведено для площі вирощування 500 га при плановій урожайності 1,5 т/га.

Валовий збір насіння сафлору визначався як добуток площі посіву на прогнозовану врожайність:

$$M=S \cdot Y$$

де M – валовий збір насіння, т; S – площа посіву, га; Y – урожайність культури, т/га.

Для прийнятих умов розрахунок становить:

$$M=500 \cdot 1,5=750 \text{ т}$$

Отже, прогнозований валовий збір насіння сафлору становить 750 т, що є основою для подальшого визначення транспортних робіт та параметрів післязбиральної доробки продукції.

Важливим елементом технології є обґрунтування складу машинно-тракторних агрегатів. Для виконання енергоємних операцій, зокрема дискування та оранки, використано трактор John Deere 8R 340, який забезпечує достатній запас потужності для роботи з важкою дисковою бороною LEMKEN Rubin 10 та оборотним плугом LEMKEN Diamant 16. Для виконання інших технологічних операцій застосовано універсальний трактор John Deere 6120M, що характеризується високою маневреністю, економічністю та здатністю агрегатуватись із широким спектром сільськогосподарських машин.

Продуктивність машинно-тракторних агрегатів визначалась залежно від ширини захвату робочих органів, швидкості руху та коефіцієнта використання часу зміни. Теоретична годинна продуктивність агрегату визначається за формулою:

$$W=0,1 \cdot B \cdot v \cdot K$$

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

Для агрегату John Deere 8R 340 + LEMKEN Rubin 10 при робочій ширині захвату 7,0 м та швидкості руху 13 км/год продуктивність становить: $W=0,1 \cdot 7 \cdot 13 \cdot 0,86=7,8$ га/год.

Отримана продуктивність дозволяє виконати дискування площі 500 га за: $T=500/7,8=64,1$ год, де T – затрати часу, год.

Оскільки технологія передбачає дворазове дискування, сумарні витрати часу на дану операцію становитимуть 128,2 машино-години. Застосування важкої дискової борони дозволяє якісно подрібнити рослинні рештки,

покращити структуру ґрунту та зменшити втрати вологи, що особливо важливо при вирощуванні сафлору в умовах недостатнього зволоження.

Основний обробіток ґрунту виконується агрегатом John Deere 8R 340 + LEMKEN Diamant 16. За середньої продуктивності 2,6 га/год потреба часу на виконання оранки визначається: $T=500/2,6=192,3$ год.

Глибока оранка сприяє руйнуванню ущільнених шарів, накопиченню вологи та створенню сприятливих умов для розвитку стрижневої кореневої системи сафлору. Незважаючи на значну енергоємність цієї операції, її виконання є агротехнічно доцільним.

Передпосівна підготовка ґрунту проводиться агрегатом John Deere 6120M + LEMKEN Компактор K600A. Продуктивність агрегату становить 6,5 га/год, що забезпечує виконання роботи на площі 500 га за: $T=500/6,5=76,9$ год

Передпосівна культивування забезпечує вирівнювання поверхні поля, руйнування ґрунтової кірки та формування якісного насінневого ложа.

Посів сафлору виконується сівалкою Väderstad Tempo V8, яка характеризується високою точністю дозування насіння та стабільністю глибини загортання. При продуктивності 5,4 га/год тривалість посіву визначається: $T=500/5,4=92,6$ год.

Рівномірність висіву має важливе значення для сафлору, оскільки нерівномірні сходи негативно впливають на продуктивність культури та ускладнюють догляд за посівами.

Після сівби виконується прикочування ґрунту котком DALBO MaxiRoll 630. Основним призначенням операції є покращення контакту насіння з ґрунтом і підтягування вологи до посівного шару. При продуктивності 8,2 га/год витрати часу становлять: $T=500/8,2=61,0$ год.

У системі догляду за посівами передбачено боронування до і після сходів, а також дворазову міжрядну культивування. Для боронування використовується штригельна борона Treffler TS 620 із продуктивністю 9,5 га/год. Тривалість кожного проходу становить: $T=500/9,5=52,6$ год.

Міжрядна культивація виконується культиватором Einböck Chopstar 5-90. При продуктивності 4,8 га/год витрати часу на одну культивацію дорівнюють: $T=500/4,8=104,2$ год.

Важливою складовою технології є визначення витрат пального. Загальні витрати дизельного палива для кожної операції визначалися за формулою:

$$Q=S \cdot q$$

де Q – загальні витрати пального, л; S – площа робіт, га; q – питомі витрати пального, л/га.

Наприклад, для дискування при питомих витратах 8,5 л/га загальна потреба в паливі становить: $Q=500 \cdot 8,5=4250$ л.

Для оранки, яка є найбільш енергоємною операцією, потреба пального становить: $Q=500 \cdot 20,5=10250$ л.

Сумарні витрати дизельного палива на виконання всього комплексу польових робіт становлять близько 18 т, що відповідає сучасним технологічним нормативам вирощування олійних культур.

Затрати праці визначалися залежно від тривалості виконання операцій та кількості обслуговуючого персоналу. Загальна трудомісткість механізованих робіт складає близько 1200 люд.-год, що є прийнятним показником для сучасної механізованої технології вирощування сафлору.

Збирання врожаю виконується зернозбиральним комбайном Claas Lexion 7700 із продуктивністю 5,5 га/год. Тривалість збирання площі 500 га становить: $T=500/5,5=90,9$ год.

Після збирання насіння транспортується автомобілем MAN TGS 33.440 до місця первинної доробки, а очищення здійснюється на зерноочисному комплексі PETKUS K531 із продуктивністю 12 т/год.

Таким чином, виконані розрахунки свідчать, що запропонований комплекс технологічних операцій забезпечує своєчасне та якісне виконання всіх агротехнічних заходів при вирощуванні сафлору на площі 500 га. Використання сучасних високопродуктивних машинно-тракторних агрегатів дозволяє

скоротити строки виконання робіт, зменшити витрати пального та забезпечити ефективне використання трудових ресурсів.



Рисунок 2.1 – План механізованих робіт вирощування сафлору

Особливе значення у структурі технології має використання важкої дискової борони, яка є ключовим елементом підготовки ґрунту та обґрунтовує доцільність її подальшого конструктивного удосконалення.

2.3 Висновки з розділу

У результаті проведеного обґрунтування встановлено, що ефективність вирощування сафлору значною мірою залежить від раціонального підбору машинно-тракторних агрегатів, своєчасного виконання технологічних операцій та адаптації технології до ґрунтово-кліматичних умов вирощування. Запропонована технологічна схема включає комплекс операцій з обробітку ґрунту, внесення добрив, сівби, догляду за посівами, захисту рослин, збирання врожаю та післязбиральної доробки насіння.

Обґрунтовано використання сучасного комплексу техніки на базі тракторів John Deere 8R 340 та John Deere 6120M, що забезпечують якісне виконання польових робіт. Визначено, що ключове значення в технології має система основного обробітку ґрунту, зокрема використання важкої дискової борони LEMKEN Rubin 10, яка забезпечує ефективне подрібнення рослинних решток, вирівнювання поверхні поля та збереження ґрунтової вологи.

Проведені розрахунки для площі 500 га при плановій урожайності 1,5 т/га показали, що валовий збір насіння сафлору може становити 750 т. Сумарні витрати дизельного пального на виконання комплексу робіт складають близько 17,5–18,0 т, а загальна трудомісткість – 1170–1210 люд.-год.

Таким чином, запропонована технологія вирощування сафлору є технічно обґрунтованою та забезпечує своєчасне виконання агротехнічних заходів. Удосконалення конструкції важкої дискової борони є перспективним напрямом підвищення ефективності технологічного процесу вирощування культури.

3 УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІІ ВАЖКОЇ ДИСКОВОЇ БОРОНИ

3.1 Конструктивно-технологічна характеристика об'єкта удосконалення

Важка дискова борона БДВ-7 та її модифікація БДВ-3 призначені для поверхневого розпушування ущільнених ґрунтів, підрізання бур'янистої рослинності, подрібнення рослинних решток грубостеблових культур, розробки пластів після оранки, а також обробітку ґрунту без повторного переорювання зябу. Використання даного агрегату сприяє покращенню агрофізичних властивостей орного шару, вирівнюванню поверхні поля та підготовці ґрунту до наступних технологічних операцій.

Борона забезпечує ефективну роботу на ущільнених необроблених ґрунтах різного гранулометричного складу, по стерні як дрібностеблових, так і грубостеблових культур, а також після проходу плугів, глибокорозпушувачів та інших ґрунтообробних машин. Експлуатація знаряддя допускається за вологості ґрунту до 27 % та щільності до 3,5 МПа. Конструкція борони забезпечує глибину обробітку до 13 см за один прохід, а при повторному проході – до 21 см.

Конструктивно борона БДВ-7 (рис. 3.1) складається із трьох секцій: центральної та двох бокових, які з'єднані між собою шарнірним способом. Така схема з'єднання забезпечує високу адаптивність робочих органів до мікро- та макронерівностей рельєфу поля, що сприяє рівномірності обробітку ґрунту по всій ширині захвату агрегату. За потреби покращення вирівнювання поверхні поля шарнірні з'єднання можуть фіксуватися гідроциліндрами, що переводить конструкцію в більш жорсткий режим роботи.

Переведення борони з робочого положення у транспортне та навпаки здійснюється за допомогою гідравлічної системи трактора. При транспортуванні піднімання агрегату реалізується через підкочування коліс під раму за допомогою колінчастої осі, що приводиться в дію центральним гідроциліндром.

Одночасно бокові секції піднімаються у вертикальне положення двома крайніми гідроциліндрами, що забезпечує зменшення транспортних габаритів машини.

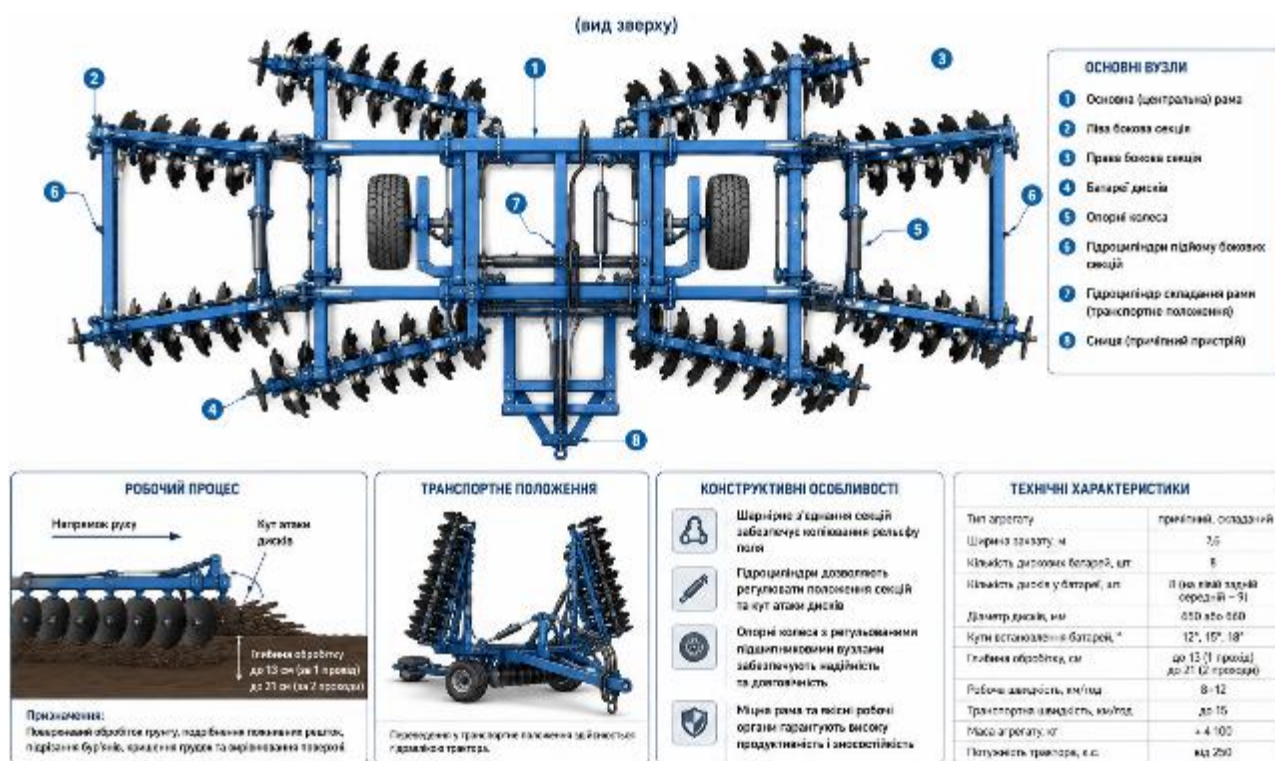


Рисунок 3.1 – Важка дискова борона БДВ-7

Середня рама борони БДВ-7 (рис. 3.2) являє собою просторову металеву конструкцію, що складається з переднього, поздовжніх та поперечних брусів, з'єднаних між собою косинками, болтовими з'єднаннями та хомутами. На окремих брусах передбачено приварені кронштейни для кріплення дискових батарей. При цьому частина кронштейнів має круглі отвори для жорсткого встановлення батарей, а інша – овальні, що забезпечують можливість регулювання кута атаки дисків.

До конструкції середньої рами також входять вузли кріплення корпусів підшипників опорної осі коліс, кронштейни для встановлення гідроциліндрів та елементи транспортних розтяжок. Для підвищення жорсткості й надійності конструкції кожний поздовжній брус додатково підсилений шпренгелями, що знижує деформації рами при роботі в умовах підвищених навантажень.

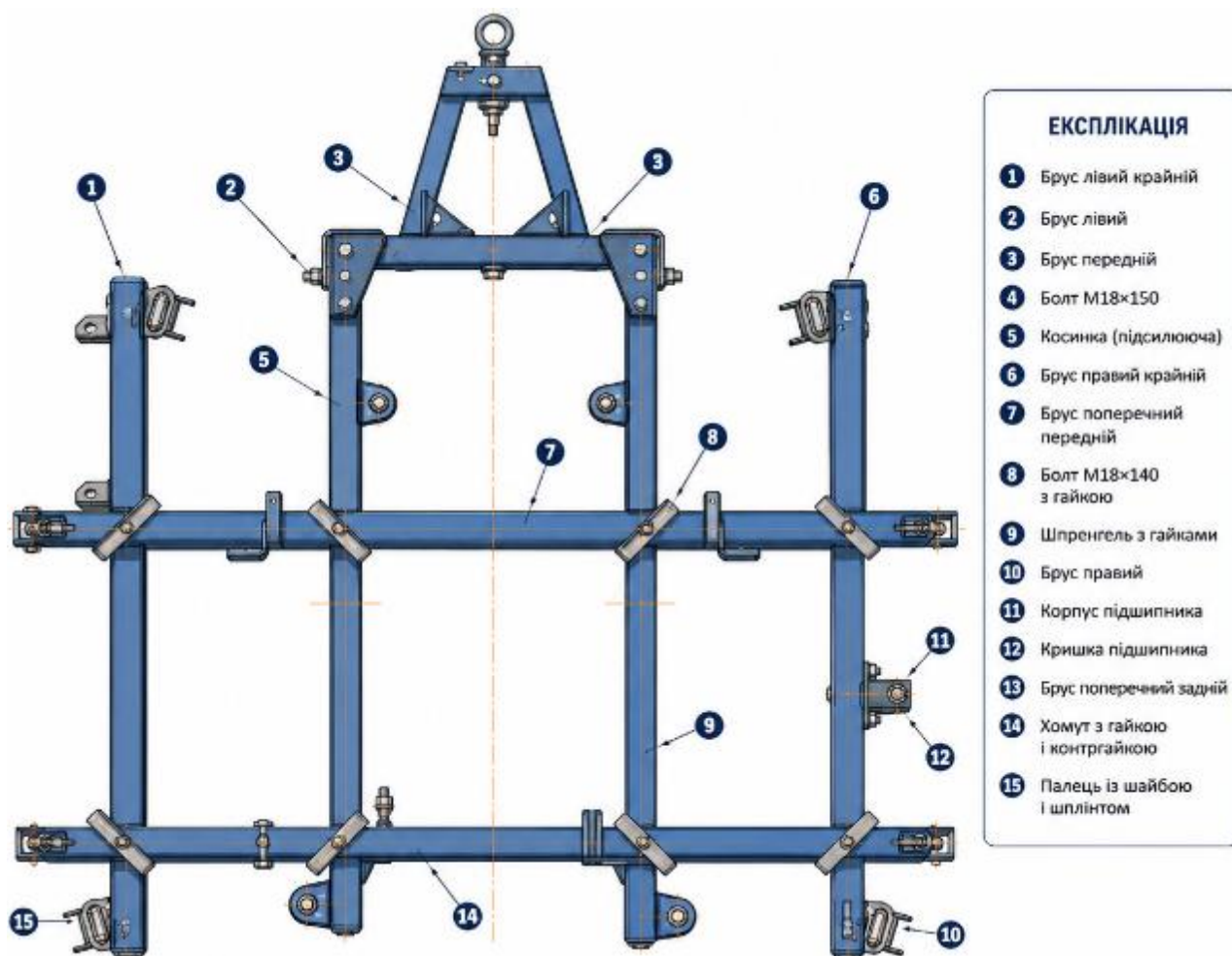


Рисунок 3.2 – Середня рама борони БДВ-7

Бокові секції мають аналогічну конструкцію та виконані зі зварних квадратних профільних труб. На них передбачені вузли кріплення дискових батарей, важелі для приєднання гідроциліндрів піднімання, а також стояки для транспортних розтяжок. Симетричне компонування бокових секцій забезпечує рівномірний розподіл навантаження під час роботи агрегату.

Транспортування борони здійснюється на двох пневматичних колесах, змонтованих на маточинах, які встановлюються на півосях через конічні роликові підшипники. Конструкція маточини передбачає регулювання підшипникового зазору шляхом підтягування корончатої гайки з подальшим її стопорінням шплінтом. Змащування підшипникових вузлів виконується через прес-маслянки, а захист від потрапляння пилу та забруднень забезпечується ущільнювальними манжетами.

Основними робочими органами борони БДВ-7 є дискові батареї (рис. 3.3), розміщені у два ряди. Загальна кількість батарей становить вісім, при цьому у більшості батарей встановлюється по вісім сферичних вирізних дисків, а на лівій задній батареї середньої секції – дев'ять дисків. За потреби задні батареї можуть комплектуватись гладкими сферичними дисками.

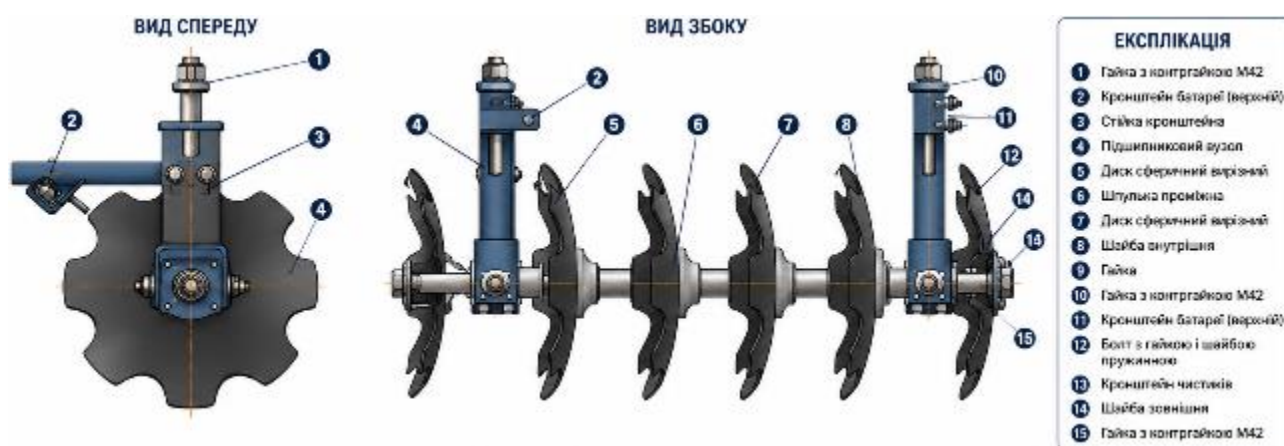


Рисунок 3.3 – Дискові батареї борони БДВ-7

Робочі диски встановлюються на осі батареї через проміжні штульпи та фіксуються гайковим з'єднанням із запобіжним механізмом від самовідгвинчування. У місцях встановлення підшипникових вузлів диски спираються на спеціальні упори, що забезпечують правильне позиціонування та зниження навантажень на вісь. Крім того, конструкцією передбачено чистики, які запобігають налипанню ґрунту на поверхню дисків та покращують стабільність роботи агрегату в умовах підвищеної вологості.

Підшипниковий вузол дискової батареї включає корпус, у якому розташовані два конічні роликові підшипники, встановлені на втулці. З обох сторін вузол герметизується кришками з ущільнювальними манжетами. Регулювання зазорів у підшипниках здійснюється комплектом прокладок, а подача мастильного матеріалу виконується через маслянку та систему внутрішніх каналів.

Технічні характеристики борони БДВ-7 свідчать про її високу продуктивність та адаптивність до різних умов експлуатації. Робоча ширина

захвату залежно від модифікації становить до 7,6 м, транспортна швидкість – до 15 км/год, а кут встановлення батарей може змінюватися в межах 12°, 15° та 18°. Робочими органами виступають сферичні вирізні диски діаметром 650–660 мм, які забезпечують інтенсивне подрібнення рослинних решток та якісний поверхневий обробіток ґрунту.

Глибина обробітку регулюється зміною кута атаки дискових батарей: зі збільшенням кута зростає ступінь заглиблення дисків у ґрунт та інтенсивність його кришення. Для роботи агрегату гідророзподільник трактора встановлюють у «плаваюче» положення, що дозволяє бороні копіювати поверхню поля, а навіску трактора переводять у нейтральний режим. Робота агрегату здійснюється на максимально допустимих швидкостях, що забезпечує підвищення продуктивності та якості дискування.

Проведений аналіз конструкції важкої дискової борони БДВ-7 дозволяє зробити висновок, що вона характеризується достатньо високою технологічною ефективністю, однак окремі конструктивні елементи можуть бути удосконалені з метою покращення якості обробітку ґрунту, підвищення надійності та зменшення енерговитрат під час виконання технологічного процесу.

3.2 Визначення конструктивно-геометричних параметрів важкої дискової борони

Лезо дисків загострюється з боку опуклої поверхні, а кут загострення зазвичай знаходиться в межах 10–20°. Товщину диска приймають залежно від його діаметра відповідно до співвідношення:

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

де D – діаметр диска, мм.

Діаметр диска визначають із залежності:

$$D = k \cdot h_0$$

де k – коефіцієнт, який приймають у межах 4–6; h_0 – максимальна глибина обробітку ґрунту, мм.

Приймаючи максимальну глибину обробітку $h_0=15$ см (150 мм), отримаємо: $D=(4...6) \cdot 150=600...900$ мм.

З урахуванням конструктивних особливостей важкої дискової борони та умов її роботи приймаємо діаметр диска $D=660$ мм.

Тоді товщина диска становитиме: $\delta=0,008 \cdot 660=5,28$ мм.

Для забезпечення інтенсивного подрібнення рослинних решток і кращого проникнення у ґрунт використовуються вирізні сферичні диски. Геометричні параметри вирізів диска (рис. 3.4) визначаються за такими залежностями:

$$E=3B/2, C=D/8$$

де E – ширина вирізу; B – ширина зубця диска; C – глибина вирізу; D – діаметр диска.

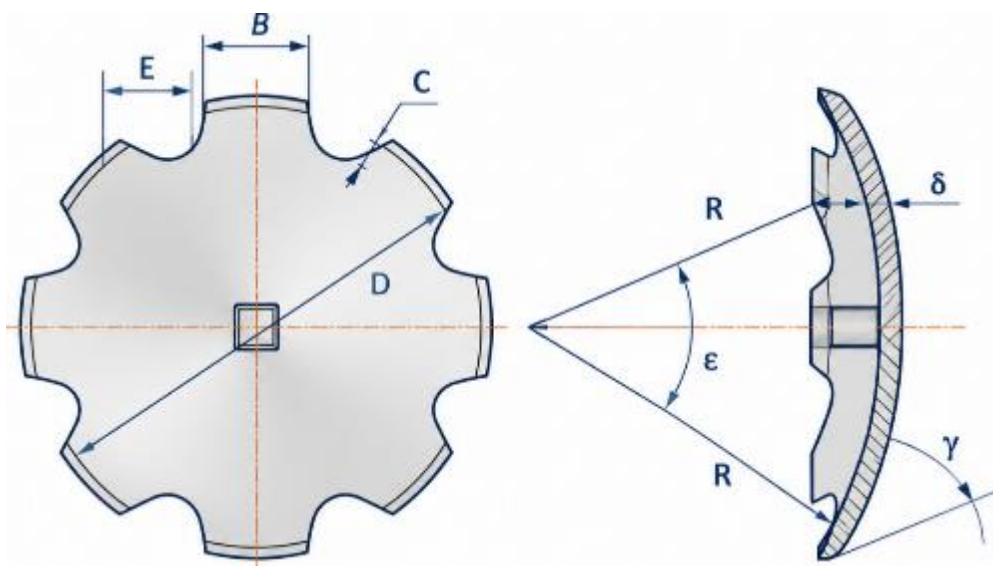


Рисунок 3.4 – Параметри сферичного диска

Кількість вирізів на диску зазвичай приймають у межах 6–12 шт. Для удосконаленої конструкції борони приймається 8 вирізів, що забезпечує оптимальне співвідношення між інтенсивністю кришення ґрунту та енергоємністю процесу.

Між діаметром диска та радіусом його сферичної поверхні існує залежність:

$$R = D / (2 \cdot \sin \varepsilon)$$

де ε – кут сферичності диска, який для борін приймають у межах 20–26°.

Приймаючи $\varepsilon = 22^\circ$, одержимо: $R = 660 / (2 \cdot \sin 22^\circ) = 881,7$ мм

Отже, радіус кривизни сферичного диска становить 881,7 мм.

Відстань між сусідніми вертикальними дисками в батареї борони визначається з урахуванням забезпечення необхідної якості обробітку та недопущення забивання робочих органів ґрунтом і рослинними рештками. При цьому кут встановлення дисків або кут атаки α для дискових борін зазвичай становить 15–20°. На ущільнених та засмічених ґрунтах рекомендується використовувати максимальні значення кута атаки, а на легких і пухких ґрунтах – зменшувати його.

Відстань між дисками b (рис. 3.5) повинна бути не меншою за 1,5 глибини обробітку, інакше можливе заклинювання шару ґрунту між сусідніми дисками. Отже, визначимо:

$$b > 1,5 \cdot h_0$$

Після підстановки значень отримаємо: $b = 1,5 \cdot 150 = 225$ мм

З конструктивних міркувань приймаємо відстань між дисками $b = 220$ мм.

Для покращення якості обробітку ґрунту у важких дискових боронах застосовується двослідна схема роботи, коли диски задньої батареї зміщуються відносно передньої у поперечному напрямку. Це дозволяє зменшити висоту гребенів і покращити вирівнювання поверхні поля. Величина зміщення визначається за формулою:

$$a = b / 2 \cdot \cos \alpha$$

де a – відстань між центрами борозен, утворених суміжними дисками; b – відстань між дисками; α – кут атаки дисків.

Приймаючи $b = 220$ мм та $\alpha = 18^\circ$, отримаємо: $a = 220 / 2 \cdot \cos 18^\circ = 104,6$ мм.

Отже, величина поперечного зміщення задньої батареї відносно передньої становить 104,6 мм, що забезпечує ефективне перекриття необроблених зон та зменшення гребенистості поверхні поля.

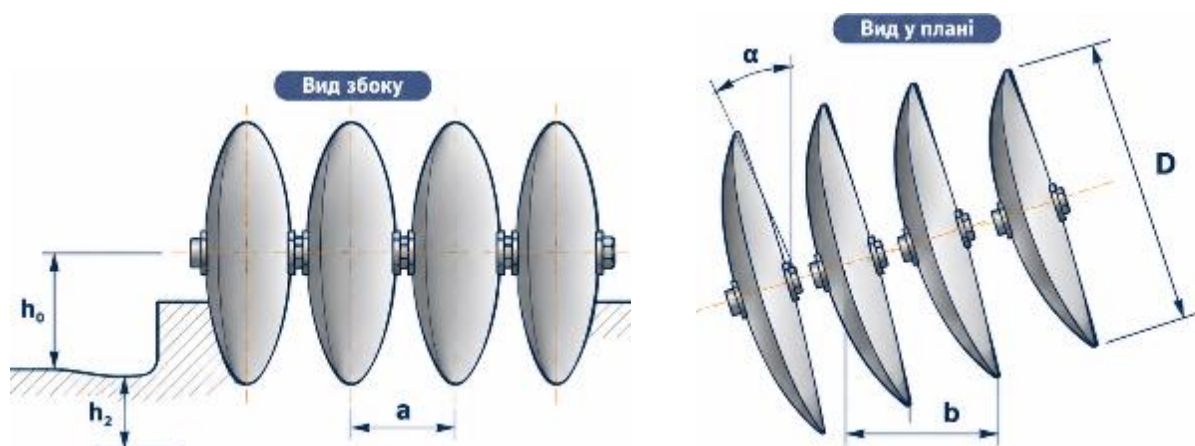


Рисунок 3.4 – Конструктивна схема взаємного розташування дисків у батареї

Завдяки двослідній схемі роботи висота новоутворених гребенів після проходження задньої батареї суттєво зменшується, що сприяє підвищенню якості передпосівної обробки ґрунту. Диски передніх батарей встановлюють увігнутою поверхнею назовні, а задніх – усередину, що забезпечує переміщення ґрунту в протилежних напрямках і сприяє кращому вирівнюванню поверхні поля. Якість роботи борони зберігається за умови, що робоча швидкість агрегату не перевищує 2,0 м/с.

3.3 Аналіз навантажень, що діють на секцію важкої дискової борони

В удосконаленій конструкції важкої дискової борони БДВ-7 передбачено застосування механізму плавного регулювання кута атаки дискових батарей у всьому діапазоні його зміни. Використання спеціального гвинтового механізму дає можливість встановлювати оптимальні значення кута атаки залежно від ґрунтових умов та агротехнічних вимог. Це дозволяє забезпечити раціональне співвідношення між якістю обробки ґрунту та величиною тягового опору агрегату. При виборі оптимального кута атаки зменшується опір дискових батарей, що створює умови для підвищення робочої швидкості агрегату без збільшення енергетичних витрат і, відповідно, сприяє зростанню продуктивності праці.

Для подальшого аналізу розглянемо конструкцію секції важкої дискової борони БДВ-7 (рис. 3.5).

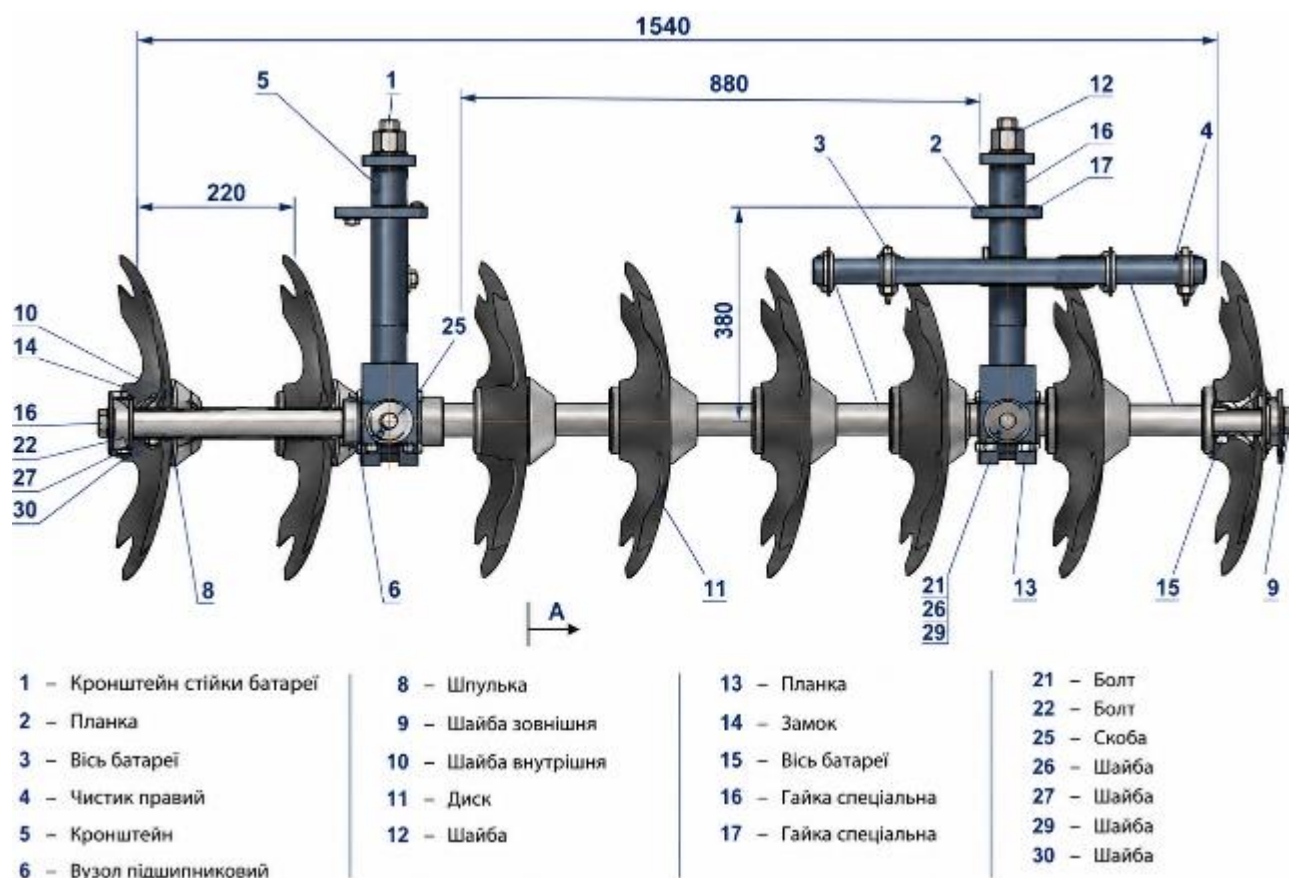


Рисунок 3.5 – Розрахункова схема батареї дискової борони

У базовій конструкції борони зміна кута атаки дисків здійснювалася ступінчастим способом, що обмежувало можливість вибору оптимального режиму роботи та не забезпечувало найкращого поєднання показників якості обробітку ґрунту й мінімального тягового опору. Запропоноване удосконалення дозволяє усунути зазначений недолік завдяки плавному регулюванню положення батарей.

Для проведення теоретичного дослідження удосконаленої конструкції необхідно визначити розрахункові навантаження, які виникають у процесі роботи борони. З цією метою побудовано розрахункову схему секції дискової борони (рис. 3.6).

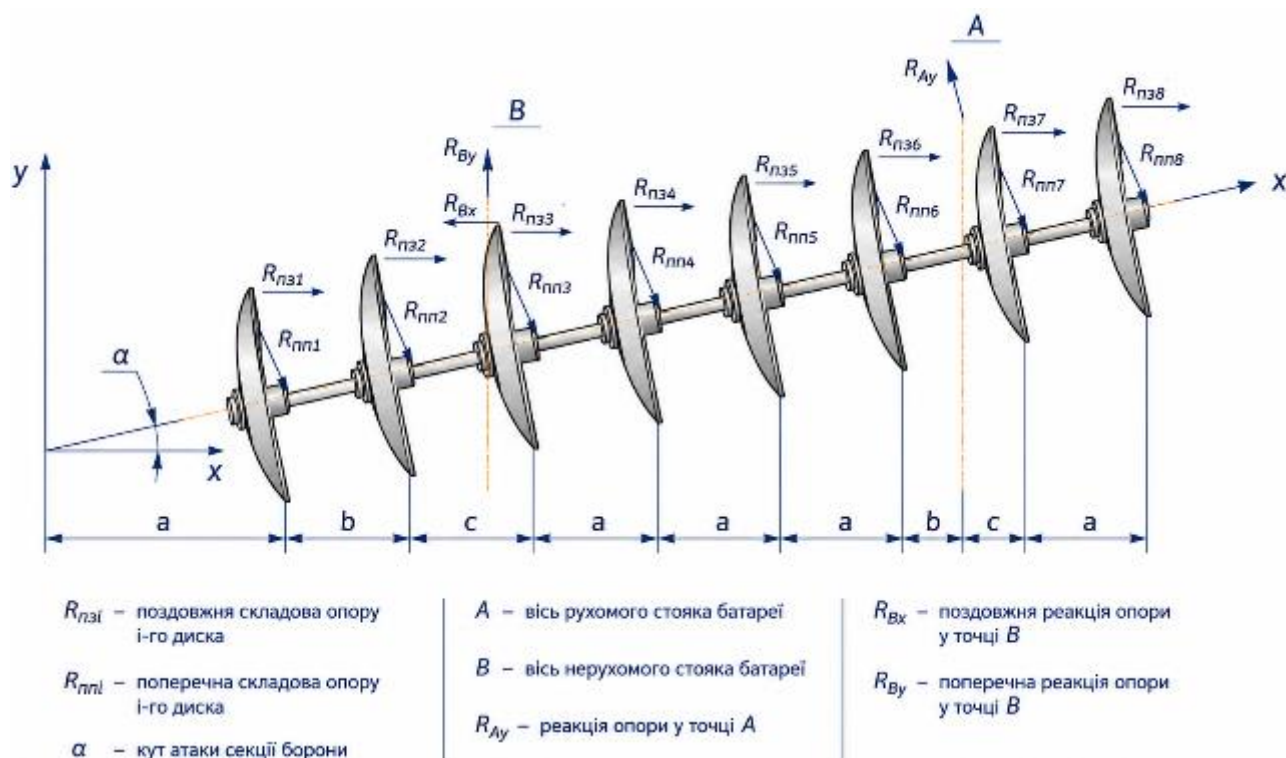


Рисунок 3.6 – Розрахункова схема секції дискової борони

На схемі позначено: $R_{пзи}$ – поздовжня складова сили опору ґрунту для i-го диска; $R_{ппi}$ – поперечна складова сили опору ґрунту для (i)-го диска; α – кут атаки секції борони; A – вісь рухомого стояка батареї; B – вісь нерухомого стояка батареї; R_{Ay} – реакція опори в точці A; $R_{вх}$ та $R_{вy}$ – відповідно поздовжня і поперечна реакції опори в точці B.

Реакція у поперечному напрямку в точці A відсутня, оскільки вісь стояка встановлена в кронштейні із зазором у поперечній площині.

Під час роботи на кожен диск діють три основні складові сили опору ґрунту: поздовжня $R_{пз}$, поперечна $R_{пп}$ та вертикальна R_v (рис. 3.7).

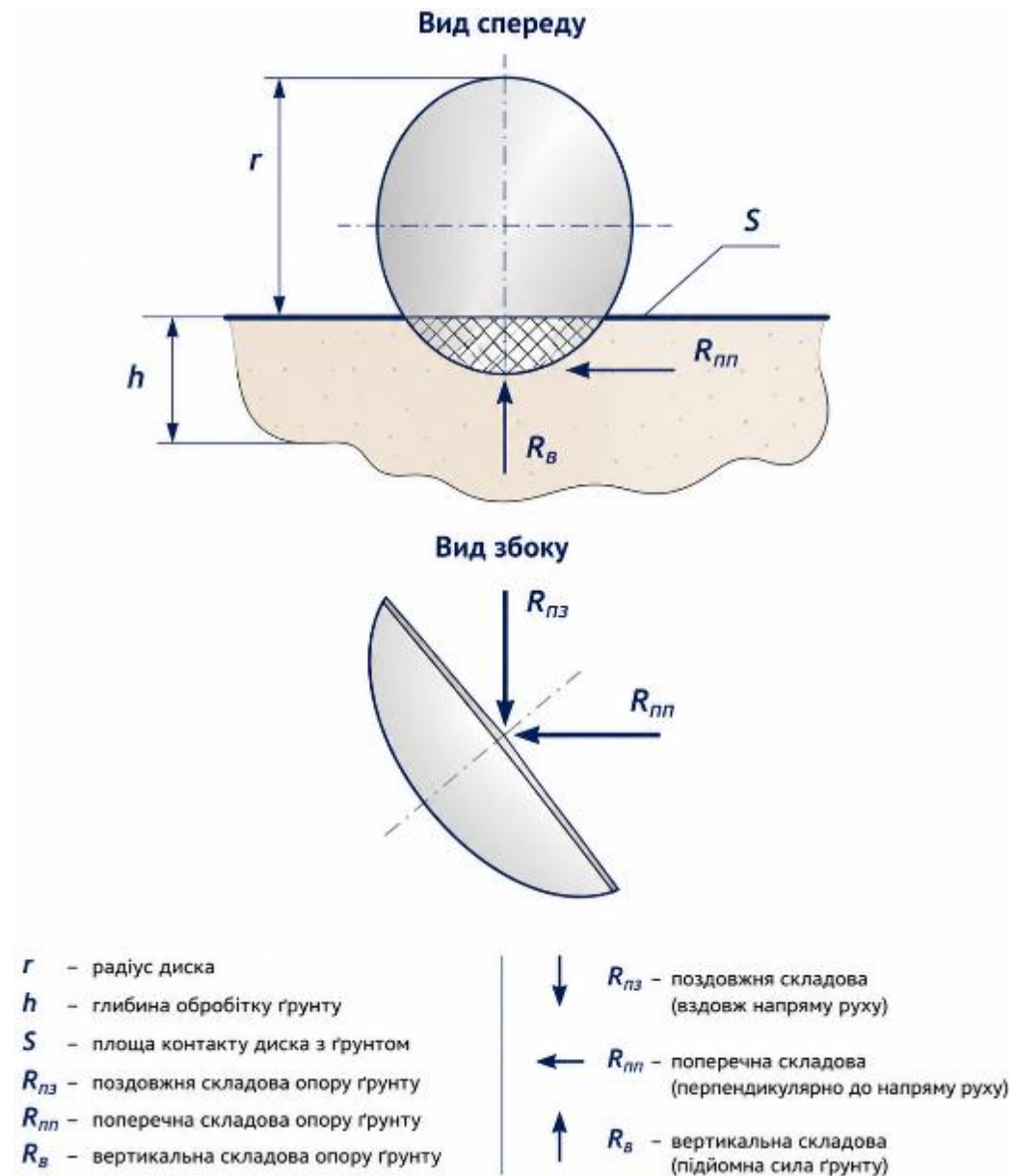


Рисунок 3.7 – Схема прикладання сил до диска

Поздовжню складову сили опору визначають за формулою:

$$R_{пз} = k \cdot S$$

де k – питомий опір ґрунту, Па; S – площа поперечного перерізу пласта ґрунту, що обробляється диском, m^2 .

Для розрахунків приймаємо питомий опір ґрунту: $k=30$ кПа.

Конструктивні параметри диска становлять: $a=220$ мм, $b=50$ мм, $c=170$ мм.

Площу поперечного перерізу пласта ґрунту (рис. 3.8) визначають через площу сектора кола радіусом (r), який відповідає радіусу диска.

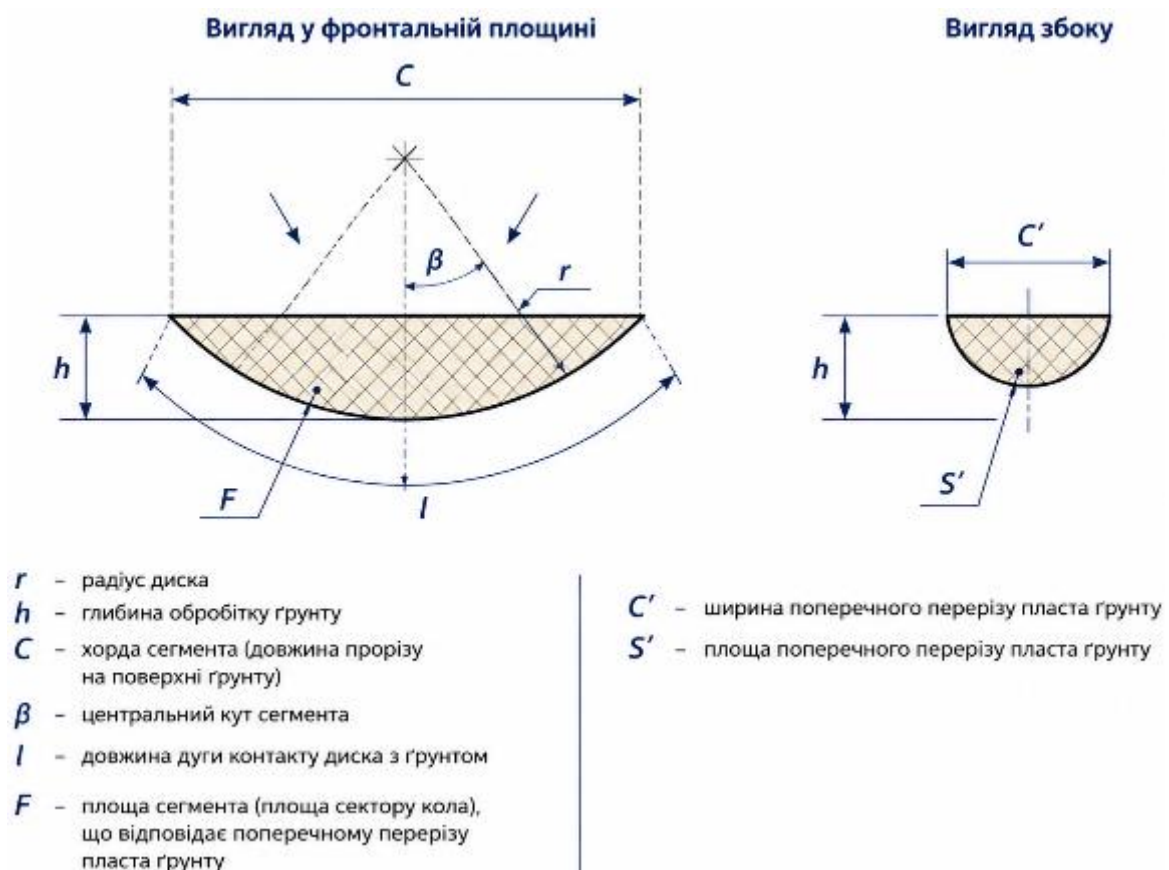


Рисунок 3.8 – Схема для визначення площі поперечного перерізу оброблюваного шару ґрунту

Площа поперечного перерізу визначається за виразом:

$$S = \frac{F \cdot c'}{c}$$

де площа сектора:

$$F = \frac{1}{2} (rl - c(r - h))$$

Параметри (l) та (c) визначаються залежностями:

$$l = 0,017545 \cdot r \cdot \beta$$

$$c = 2\sqrt{h(2r - h)}$$

Для розрахунку приймаємо діаметр диска $D=660$ мм, глибину обробітку $h=15$ см та кут атаки $\alpha=18^\circ$. Кут сектора визначається:

$$\beta = 2 \arccos \left(\frac{r-h}{r} \right)$$

Після підстановки числових значень отримаємо: $\beta=114^\circ$.

Тоді $c=0,55$ м, $l=0,66$ м.

Площа сектора: $F=0,0594 \text{ м}^2$.

Відповідно площа поперечного перерізу пласта: $S'=0,0195 \text{ м}^2$.

Оскільки диск має вирізи по периферії, реальну площу контакту коригують:

$$S = \frac{S'}{2}$$

Після розрахунку: $S=0,0098 \text{ м}^2$.

Тоді поздовжня складова сили опору ґрунту становитиме:

$$R_{\text{пз}}=30 \cdot 10^3 \cdot 9,8 \cdot 10^{-3}=294 \text{ Н.}$$

Поперечну складову визначають за залежністю:

$$R_{\text{пп}} = n \cdot R_{\text{пз}}$$

де $n=0,5$.

Отже: $R_{\text{пп}}=0,5 \cdot 294=147 \text{ Н.}$

Вертикальна складова сили опору визначається:

$$R_{\text{в}} = m \cdot R_{\text{пз}}$$

де $m=1,2$.

Після підстановки значень: $R_{\text{в}}=1,2 \cdot 294=353 \text{ Н.}$

Для визначення реакцій опор секції дискової борони складено рівняння рівноваги в горизонтальній площині. Після перетворень отримано значення реакції опори в точці В: $R_{\text{Ву}}=809 \text{ Н.}$

Аналогічно визначено реакцію опори в точці А: $R_{\text{Ау}}=1064,5 \text{ Н.}$

Перевірка правильності розрахунків за умовою рівноваги підтвердила достовірність отриманих результатів.

Поздовжню реакцію в опорі (В) визначено за формулою:

$$R_{\text{Вх}} = 8R_{\text{пз}} \sin \alpha + 8R_{\text{пп}} \cos \alpha$$

Після підстановки числових значень одержано: $R_{\text{Вх}}=1845,3 \text{ Н.}$

Отримані результати свідчать про те, що найбільше навантаження сприймає нерухомий стояк батареї та елементи кріплення секції. Це необхідно враховувати під час вибору конструктивних параметрів рами, підшипникових вузлів і механізму регулювання кута атаки дискових батарей.

3.4 Інженерна перевірка елементів механізму регулювання дискової борони

Механізм регулювання кута атаки дискової секції наведений на рис. 3.9 та представлений у графічній частині проєкту. Запропонована конструкція забезпечує плавну зміну кута атаки дискових батарей, що дає змогу адаптувати параметри роботи борони до різних ґрунтово-кліматичних умов та забезпечити необхідну якість обробітку ґрунту.

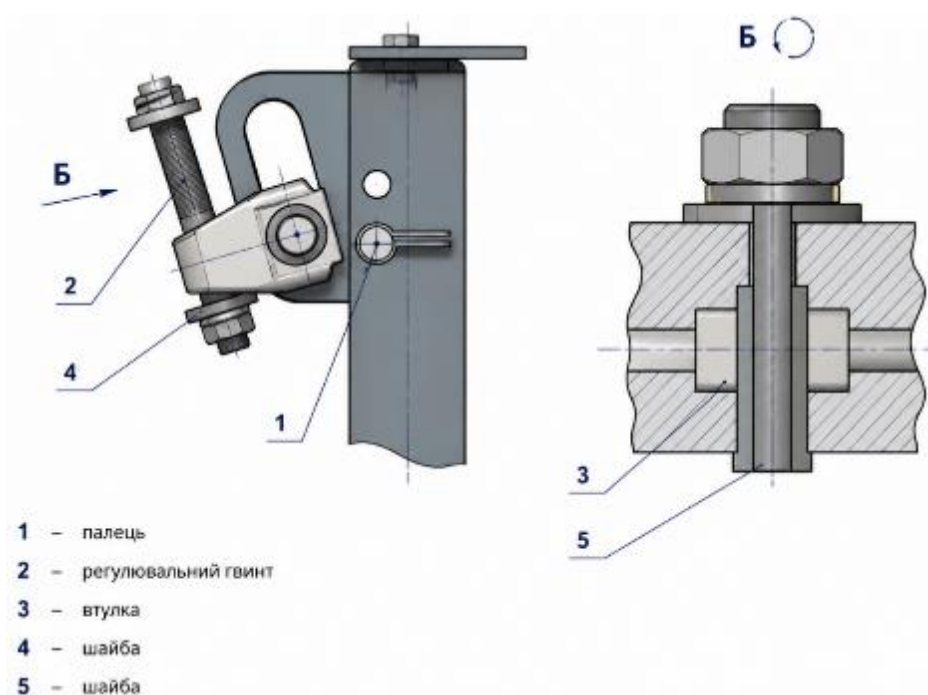


Рисунок 3.9 – Механізм налаштування кута атаки дисків

У процесі роботи в регулювальному гвинті механізму виникає осьове розтягувальне зусилля F , яке визначається за залежністю:

$$F = R_{Ay} \cdot \frac{l}{l_1}$$

де l – відстань між опорами А та В; l_1 – відстань від опори А до осі регулювального гвинта.

Для прийнятої конструкції: $l = 880$ мм; $l_1 = 955$ мм; $R_{Ay} = 1064,5$ Н.

Після підстановки числових значень одержимо: $F = 1064,5 \cdot 880 / 955 = 981$ Н.

З урахуванням динамічного характеру навантажень та умов експлуатації борони максимальне розрахункове навантаження визначається із застосуванням коефіцієнта запасу:

$$F' = F \cdot K_{\sigma}$$

де K_{σ} – коефіцієнт безпеки.

Приймаючи $K_{\sigma} = 6,5$, отримаємо: $F' = 981 \cdot 6,5 = 6376$ Н.

Матеріалом гвинта та гайки є сталь 35 із границею текучості: $\sigma_T = 300$ Н/мм².

Допустиме напруження розтягу визначається за формулою:

$$[\sigma]_p = \frac{\sigma_T}{[S]}$$

де S – коефіцієнт запасу міцності.

Приймаючи $S = 3$, маємо: $[\sigma]_p = 300/3 = 100$ Н/мм².

Мінімальний внутрішній діаметр різьби визначається за виразом:

$$d_1 = \sqrt{\frac{4F'}{1,3\pi[\sigma]_p}}$$

Після підстановки значень одержимо:

$$d_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot 6376}{1,3 \cdot 3,14 \cdot 100}} = 10,27 \text{ мм}$$

Розрахунковому значенню відповідає різьба М14, однак з конструктивних і технологічних міркувань приймаємо стандартну метричну різьбу М16, для якої: $d_1 = 13,836$ мм; $d = 16$ мм; $p = 2$ мм.

Мінімальна висота гайки з умови міцності витків на зріз визначається за формулою:

$$H = \frac{F'}{\pi d_1 k [\tau]_{зр} K_M}$$

де $k = 0,87$ – коефіцієнт, що враховує тип різьби; $K_M = 0,7$ – коефіцієнт нерівномірності навантаження витків.

Допустиме напруження зрізу визначається залежністю:

$$[\tau]_{зр} = 0,2\sigma_T$$

Тоді: $[\tau]_{зр} = 0,2 \cdot 300 = 60$ Н/мм².

Після підстановки значень у формулу отримаємо:
 $H = 6376 / (3,14 \cdot 13,836 \cdot 0,87 \cdot 60 \cdot 0,7) = 4,03 \text{ мм.}$

Мінімальну висоту гайки з умови міцності витків на зминання визначаємо за виразом:

$$H = \frac{4F' \cdot p}{\pi(d-d_1)[\sigma]_{\text{зм}} K_M}$$

де допустиме напруження зминання приймається: $[\sigma]_{\text{зм}} = 180 \text{ Н/мм}^2$.

Тоді: $H = (4 \cdot 6376 \cdot 2) / (3,14(16-13,836) \cdot 180 \cdot 0,7) = 2,01 \text{ мм.}$

Оскільки стандартна гайка М16 за ГОСТ 5915-70 має висоту 13 мм, а за ГОСТ 5916-70 – 8 мм, отримані результати підтверджують достатню міцність і надійність різьбового з'єднання механізму регулювання кута атаки дискової борони.

3.5 Оцінка міцності зварних швів механізму регулювання дискової борони

З урахуванням конструктивної будови механізму регулювання дискової борони найбільш навантаженим елементом є зварне з'єднання кронштейна батареї (рис. 3.10 та графічна частина проекту).

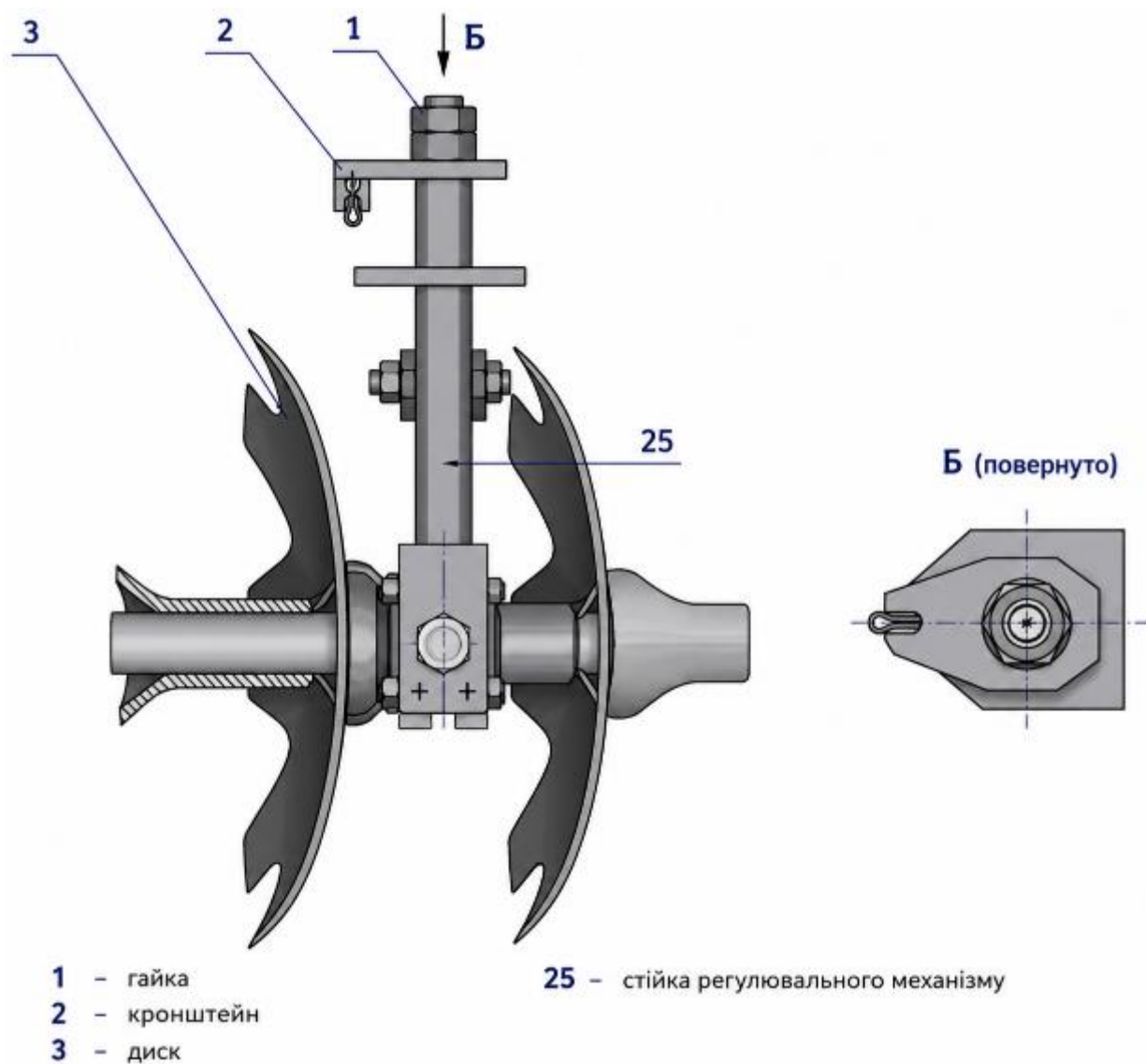


Рисунок 3.10 – Опорний елемент дискової батареї

Для оцінювання працездатності конструкції побудовано розрахункову схему зварного з'єднання, яка наведена на рис. 3.11.

Основні геометричні параметри зварного шва прийнято такими: $L = 50$ мм; $l = 12$ мм; $b = 40$ мм; $K = 10$ мм.

При розрахунках враховано циклічний характер навантаження, яке діє на шов. Максимальне розрахункове зусилля прийнято: $F' = 6376$ Н.

Коефіцієнт асиметрії циклу: $r = 0$.

Матеріалом елементів конструкції є сталь Ст3. Загальна кількість циклів навантаження за термін експлуатації: $N = 10^7$.

Дотичні напруження у зварному шві від дії згинального моменту визначаються за залежністю:

$$\tau'_M = \frac{F' \cdot L}{W_{шв}}$$

де $W_{шв}$ – момент опору зварного шва.

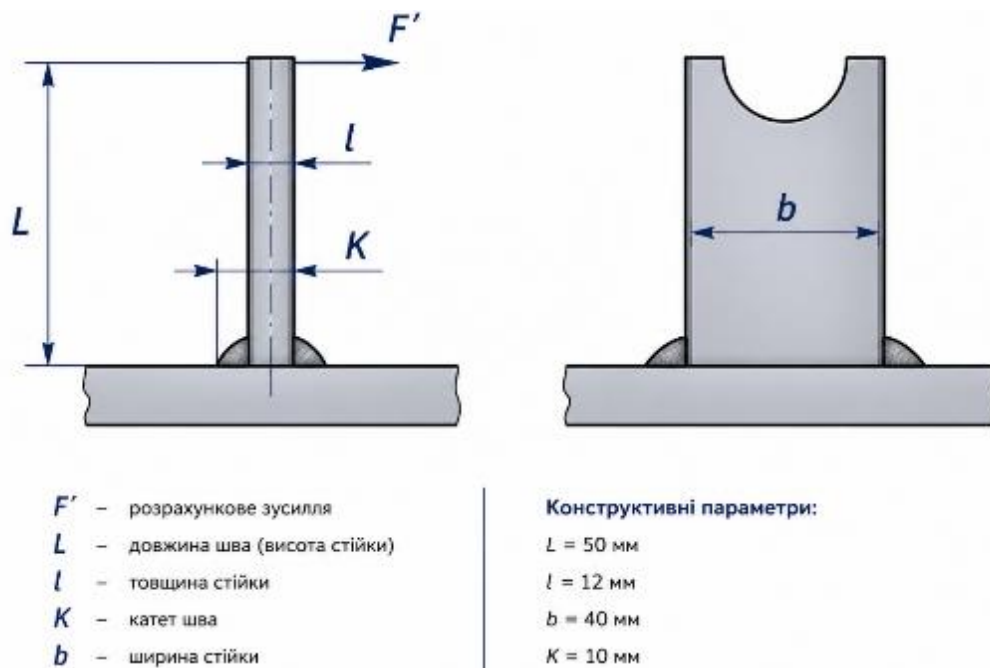


Рисунок 2.19 Схема перевірки міцності зварного з'єднання

Момент опору визначається за формулою:

$$W_{шв} = \frac{I'_{шв}}{\frac{l}{2} + K}$$

Розрахунковий момент інерції шва: $\Gamma'_{шв} = 0,7 I_{шв}$.

Момент інерції периметра шва визначається виразом:

$$I_{шв} = \frac{Kl^3}{12} + 2 \left(\frac{bK^3}{12} + bK \left(\frac{l+K}{2} \right)^2 \right)$$

Після підстановки числових значень отримаємо: $I_{шв} = 10,83 \cdot 10^4$ мм⁴.

Тоді: $\Gamma'_{шв} = 10,83 \cdot 10^4 \cdot 0,7 = 7,58 \cdot 10^4$ мм⁴.

Момент опору шва: $W_{шв} = 5,05 \cdot 10^3$ мм³.

Розрахункове дотичне напруження від згинального моменту становить:

$$\tau_M = (6376 \cdot 50) / (5,05 \cdot 10^3) = 63,12 \text{ Н/мм}^2.$$

Напруження у швах без урахування поперечних швів визначається за формулою:

$$\tau'_F = \frac{F'}{2 \cdot 0,7 K l}$$

У числовому вигляді: $\tau'_F = 6376 / (2 \cdot 0,7 \cdot 10 \cdot 12) = 37,95 \text{ Н/мм}^2$.

Сумарне дотичне напруження визначається як:

$$\tau'_\Sigma = \sqrt{\tau'^2_M + \tau'^2_F}$$

Після розрахунку отримаємо:

$$\tau'_\Sigma = \sqrt{63,12^2 + 37,95^2} = 73,65 \text{ Н/мм}^2$$

Допустиме напруження зрізу визначаємо за залежністю:

$$[\tau]'_{зр} = \frac{\beta K_L \tau_{lim}}{\varepsilon K_\tau}$$

де $\tau_{-1} = 100 \text{ Н/мм}^2$; $\psi_\tau = 0$; $\varepsilon = 0,9$; $K_\tau = 2$; $\beta = 1$.

Коефіцієнт довговічності визначається за формулою:

$$K_L = \sqrt[6]{\frac{N_0}{N_{LE}}}$$

де $N_0 = 3,4 \cdot 10^6$.

Еквівалентне число циклів: $N_{LE} = 2,8 \cdot 10^6$.

Тоді: $K_L = 1,033$.

Граничне значення витривалості: $\tau_{lim} = 110 \text{ Н/мм}^2$.

Після підстановки параметрів одержимо допустиме напруження:
 $[\tau]'_{зр} = 78,6 \text{ Н/мм}^2$.

Отримані результати підтверджують виконання умови міцності зварного з'єднання:

$$\tau'_\Sigma = 73,65 \text{ Н/мм}^2 < [\tau]'_{зр} = 78,6 \text{ Н/мм}^2$$

Таким чином, розрахунок показав, що міцність зварних з'єднань механізму регулювання дискової борони є достатньою для забезпечення надійної та довговічної роботи конструкції в експлуатаційних умовах.

3.6 Висновки з розділу

Проведено аналіз конструкції важкої дискової борони та обґрунтовано напрями її удосконалення шляхом застосування механізму плавного регулювання кута атаки дискових батарей. Запропоноване конструктивне рішення забезпечує можливість більш точного налаштування робочих органів залежно від умов обробітку ґрунту, що сприяє підвищенню якості технологічного процесу та зниженню тягового опору агрегату.

У результаті виконаних розрахунків визначено основні геометричні параметри дисків, параметри їх розміщення та величини навантажень, що діють на секцію дискової борони під час роботи. Встановлено, що прийняті конструктивні параметри забезпечують необхідну глибину обробітку та стабільність роботи агрегату.

Проведено перевірочні розрахунки елементів механізму регулювання кута атаки, а також оцінку міцності зварних з'єднань. Отримані результати підтвердили працездатність і достатній запас міцності конструкції в умовах експлуатаційних навантажень. Це свідчить про доцільність використання запропонованого удосконалення у конструкції важкої дискової борони.

4 РОЗРОБКА ОПЕРАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНОЇ КАРТИ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ

Ефективність виконання операцій основного та поверхневого обробітку ґрунту значною мірою залежить від правильного вибору складу машинно-тракторного агрегату, режимів його роботи та організації технологічного процесу. Для забезпечення високої продуктивності, зменшення енерговитрат і підвищення якості обробітку ґрунту необхідним є розроблення операційно-технологічної карти виконання технологічної операції. У даному розділі розроблено операційно-технологічну карту обробітку ґрунту важкою дисковою бороною при вирощуванні сафлору.

Для виконання дискування приймаємо сучасний машинно-тракторний агрегат у складі трактора John Deere 8335R та важкої дискової борони БДВ-7 із шириною захвату 7 м. Агрегат призначений для поверхневого розпушування ґрунту, подрібнення післяжнивних решток, вирівнювання поверхні поля та часткового знищення бур'янів. Робота агрегату здійснюється на глибину 12–15 см при робочій швидкості 10–12 км/год.

Площа поля, на якій виконується технологічна операція, становить 500 га. Ґрунтові умови характеризуються середньосуглинковими чорноземами з твердістю до 3,5 МПа та вологістю до 25 %. Довжина гону приймається 1000 м, рельєф поля рівнинний, що забезпечує можливість роботи широкозахватного агрегату на підвищених швидкостях.

Основним показником ефективності роботи агрегату є його продуктивність. Теоретичну продуктивність машинно-тракторного агрегату визначають за формулою:

$$W_T = 0,1 \cdot B \cdot V$$

де B – ширина захвату агрегату, м; V – робоча швидкість руху, км/год.

При ширині захвату борони $B = 7$ м та робочій швидкості $V = 11$ км/год теоретична продуктивність становитиме: $W_T = 0,1 \cdot 7 \cdot 11 = 7,7$ га/год.

Фактична експлуатаційна продуктивність визначається з урахуванням коефіцієнта використання часу зміни:

$$W_e = W_T \cdot \tau$$

де τ – коефіцієнт використання часу зміни.

Для дискових агрегатів приймаємо $\tau = 0,78$. Тоді експлуатаційна продуктивність агрегату буде: $W_e = 7,7 \cdot 0,78 = 6,0$ га/год.

Тривалість виконання операції на площі 500 га визначаємо за залежністю:

$$T = \frac{S}{W_e}$$

де S – площа обробітку, га.

Після підстановки числових значень отримаємо: $T = 500/6,0 = 83,3$ год.

При тривалості робочої зміни 10 год необхідна кількість змін становитиме: $n = 83,3/10 = 8,3$ зміни.

Отже, для виконання технологічної операції необхідно 9 робочих змін.

Одним із найважливіших показників роботи агрегату є витрата палива. Питомі витрати дизельного пального для важких дискових борін становлять у середньому 7–9 л/га. Для розрахунків приймаємо: $q = 8$ л/га.

Загальна витрата пального на весь обсяг робіт визначається за формулою:

$$Q = q \cdot S$$

Тоді: $Q = 8 \cdot 500 = 4000$ л.

Погодинна витрата пального становитиме:

$$G = Q/T$$

Після розрахунку: $G = 4000/(83,3) = 48$ л/год.

Для оцінювання енергетичної ефективності агрегату визначаємо тяговий опір борони. Орієнтовний тяговий опір дискових борін розраховується за формулою:

$$R = k \cdot B \cdot h$$

де k – питомий опір ґрунту, кН/м²; h – глибина обробітку, м.

Приймаючи $k = 45$ кН/м², $B = 7$ м, $h = 0,15$ м, отримаємо: $R = 45 \cdot 7 \cdot 0,15 = 47,25$ кН.

Потужність, необхідна для переміщення агрегату, визначається залежністю:

$$N = \frac{R \cdot V}{3,6}$$

де V – робоча швидкість, км/год.

Тоді: $N = (47,25 \cdot 11) / (3,6) = 144,4$ кВт.

Отримане значення не перевищує ефективної потужності трактора John Deere 8335R, що підтверджує правильність вибору енергетичного засобу.

Для забезпечення високої якості обробітку ґрунту необхідно правильно організувати рух агрегату по полю. Найбільш раціональним способом руху для широкозахватних дискових борін є човниковий спосіб із петльовими поворотами. Такий спосіб дозволяє зменшити непродуктивні витрати часу та підвищити коефіцієнт використання робочого часу зміни.

Ширину поворотної смуги визначають залежно від кінематичної довжини агрегату. Орієнтовна ширина поворотної смуги становить:

$$E = 2,5 \cdot l_a$$

де l_a – кінематична довжина агрегату.

При $l_a = 8$ м: $E = 2,5 \cdot 8 = 20$ м.

Контроль якості виконання технологічної операції здійснюється за такими показниками: дотримання заданої глибини обробітку, рівномірність розпушування, ступінь подрібнення рослинних решток, гребенистість поверхні поля та відсутність необроблених смуг. Відхилення фактичної глибини обробітку від заданої не повинно перевищувати ± 2 см.

Перед початком роботи виконують технічне обслуговування агрегату, перевіряють стан дискових батарей, надійність кріплень, тиск у шинах трактора та справність гідравлічної системи. Особливу увагу приділяють встановленню кута атаки дисків, який залежно від умов роботи приймають у межах $12\text{--}18^\circ$. На ущільнених і засмічених рослинними рештками ґрунтах кут атаки збільшують, що забезпечує інтенсивніше подрібнення ґрунту та рослинних залишків.

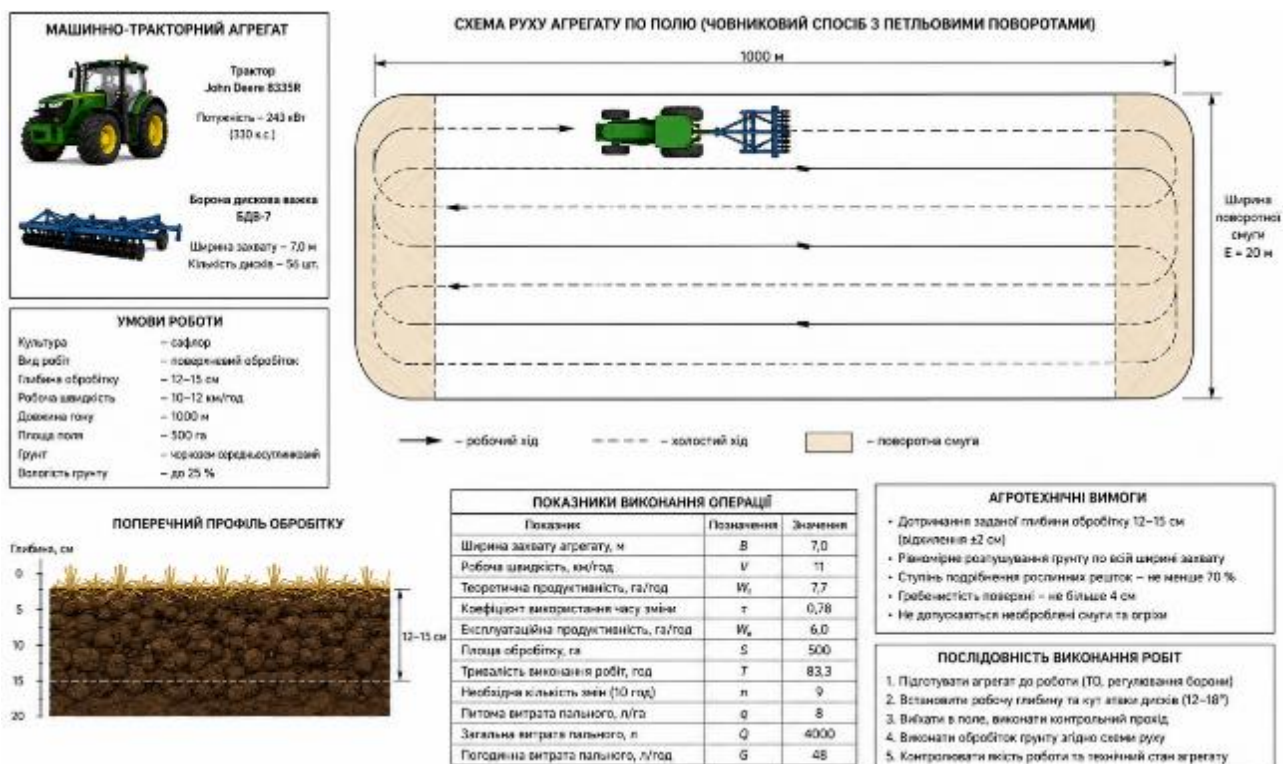


Рисунок 4.1 – Схема виконання технологічної операції – обробіток ґрунту важкою дисковою бороною

Таким чином, розроблена операційно-технологічна карта обробітку ґрунту важкою дисковою бороною забезпечує ефективне використання машинно-тракторного агрегату, високу продуктивність праці та належну якість виконання технологічного процесу. Застосування сучасного енергетичного засобу та удосконаленої дискової борони дозволяє знизити енерговитрати, скоротити строки виконання польових робіт і підвищити ефективність вирощування сафлору.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Під час виконання технологічних операцій із використанням важких дискових борін особливого значення набувають питання охорони праці, виробничої безпеки та захисту навколишнього середовища. Робота широкозахватних ґрунтообробних агрегатів пов'язана з дією підвищених механічних навантажень, рухомих робочих органів, шуму, вібрацій, пилу та значних тягових зусиль. Недотримання вимог безпеки під час експлуатації дискових борін може призвести до травмування обслуговуючого персоналу, аварійних ситуацій, пошкодження техніки та негативного впливу на довкілля.

Основними небезпечними та шкідливими виробничими факторами при роботі важкої дискової борони є рухомі дискові батареї, підвищений рівень шуму та вібрацій, можливість руйнування деталей під дією динамічних навантажень, запиленість повітря робочої зони, а також небезпека перекидання агрегату під час транспортування або виконання маневрів на схилах. Особливу небезпеку становлять обертові диски борони, які мають загострені крайки та працюють із високими контактними навантаженнями. Під час руху агрегату категорично забороняється перебування сторонніх осіб у зоні роботи борони, виконання будь-яких регулювальних операцій або очищення робочих органів.

До роботи з важкою дисковою бороною допускаються особи не молодше 18 років, які пройшли медичний огляд, вступний та первинний інструктажі з охорони праці, навчання безпечним методам роботи й мають посвідчення тракториста-машиніста відповідної категорії. Перед початком роботи механізатор повинен перевірити технічний стан машинно-тракторного агрегату, справність гальмової системи трактора, рульового керування, освітлювальних приладів, гідросистеми та надійність кріплення дискових батарей.

Особливу увагу необхідно приділяти стану механізму регулювання кута атаки дисків та вузлів кріплення батарей, оскільки їх пошкодження або ослаблення кріплень можуть призвести до виникнення аварійних навантажень і

руйнування конструкції під час роботи. Забороняється експлуатація борони при наявності тріщин у рамі, деформацій дисків, несправних підшипникових вузлів або витоків робочої рідини з гідросистеми.

Перед виїздом у поле проводиться технічне обслуговування агрегату, яке включає перевірку затягування різьбових з'єднань, змазування підшипникових вузлів, контроль тиску у шинах трактора та очищення робочих органів від ґрунту й рослинних решток. Під час агрегування борони з трактором необхідно дотримуватися вимог безпеки при роботі з навісними та причіпними машинами. Зчіпку агрегату виконують тільки на рівному майданчику при заглушеному двигуні трактора та зафіксованому стоянковому гальмі.

Під час роботи агрегату механізатор повинен підтримувати встановлену швидкість руху та не допускати різких поворотів, особливо при піднятому транспортному положенні борони. На схилах рух дозволяється лише у напрямку, що виключає можливість перекидання агрегату. Під час транспортування по дорогах загального користування дискова борона повинна бути переведена у транспортне положення та надійно зафіксована транспортними упорами й гідравлічними замками. Швидкість транспортування не повинна перевищувати встановлених виробником значень.

Під час виконання польових робіт механізатор повинен використовувати засоби індивідуального захисту: спецодяг, захисне взуття, рукавиці та, за необхідності, засоби захисту органів слуху і дихання. В умовах підвищеної запиленості рекомендується застосування респіраторів, оскільки тривалий вплив пилу може негативно впливати на органи дихання.

Одним із важливих факторів безпечної роботи є дотримання правил пожежної безпеки. Під час роботи двигуна трактора та контакту нагрітих поверхонь із сухими рослинними залишками існує ризик займання. Трактор повинен бути обладнаний справним вогнегасником, а паливна система не повинна мати витоків. Забороняється паління та використання відкритого вогню поблизу агрегату під час заправлення паливом або технічного обслуговування.

У процесі виконання дискування значний вплив здійснюється на стан навколишнього середовища. Основними екологічними аспектами є ущільнення ґрунту, руйнування його структури, підвищення ризику водної та вітрової ерозії, забруднення атмосфери вихлопними газами та потрапляння паливно-мастильних матеріалів у ґрунт. Для зменшення негативного впливу на довкілля необхідно забезпечувати раціональне використання машинно-тракторних агрегатів та дотримуватися науково обґрунтованих режимів обробітку ґрунту.

Використання важких дискових борін повинно здійснюватися з урахуванням агротехнічних вимог та фізичного стану ґрунту. Проведення обробітку надмірно вологого ґрунту призводить до його ущільнення та руйнування структури, що негативно впливає на водно-повітряний режим і знижує врожайність сільськогосподарських культур. З метою збереження родючості ґрунтів необхідно дотримуватися оптимальної глибини дискування та уникати надмірної кількості проходів агрегату по полю.

Важливим заходом захисту навколишнього середовища є зниження витрат пального та токсичності вихлопних газів. Цього досягають завдяки використанню сучасних енергонасичених тракторів із економічними двигунами, підтриманню оптимального технічного стану паливної апаратури та правильному вибору режимів роботи агрегату. Раціональне комплектування машинно-тракторного агрегату дозволяє зменшити питомі витрати пального та викиди шкідливих речовин у атмосферу.

Особливу увагу слід приділяти запобіганню забрудненню ґрунтів паливно-мастильними матеріалами. Заправлення техніки паливом і мастилами повинно здійснюватися лише на спеціально обладнаних майданчиках. У разі потрапляння нафтопродуктів на поверхню ґрунту необхідно негайно провести очищення забрудненої ділянки та утилізацію забрудненого ґрунту відповідно до екологічних вимог.

Для зменшення ерозійних процесів доцільно використовувати ґрунтозахисні технології обробітку, при яких частина рослинних решток залишається на поверхні поля. Це сприяє зменшенню швидкості вітру біля

поверхні ґрунту, покращує накопичення вологи та знижує інтенсивність водної ерозії. Використання дискових борін із оптимально встановленим кутом атаки дисків дозволяє забезпечити необхідну якість обробітку без надмірного розпилення ґрунту.

Таким чином, дотримання вимог охорони праці при експлуатації важкої дискової борони забезпечує безпечні умови роботи механізаторів, попереджає виникнення аварійних ситуацій і підвищує надійність роботи агрегату. Одночасно впровадження екологічно обґрунтованих технологічних рішень дозволяє зменшити негативний вплив ґрунтообробної техніки на навколишнє середовище, зберегти родючість ґрунтів та підвищити ефективність сільськогосподарського виробництва.

6 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ВАЖКОЇ ДИСКОВОЇ БОРОНИ

Ефективність використання ґрунтообробної техніки визначається не лише її агротехнічними показниками, а й економічною доцільністю застосування. Тому при впровадженні удосконаленої конструкції важкої дискової борони необхідно оцінити її техніко-економічні показники у порівнянні з базовою моделлю. Основними критеріями оцінювання є продуктивність агрегату, витрати палива, трудомісткість виконання робіт, експлуатаційні витрати, річний економічний ефект та строк окупності додаткових капіталовкладень.

За базовий аналог приймаємо серійну важку дискову борону БДВ-7, технічні характеристики якої відповідають сучасним вітчизняним моделям дискових борін шириною захвату 7 м. (Харківський тракторний завод) Удосконалена конструкція відрізняється застосуванням механізму плавного регулювання кута атаки дискових батарей, що дозволяє оптимізувати тяговий опір агрегату та підвищити якість обробітку ґрунту.

Для економічних розрахунків приймаємо, що річний обсяг робіт становить 5000 га. Вартість серійної борони БДВ-7 за сучасними ринковими цінами становить близько 1 020 000 грн, тоді як вартість удосконаленої конструкції з урахуванням додаткових вузлів регулювання та посилених елементів рами складає 1 120 000 грн. Таким чином, додаткові капіталовкладення при впровадженні удосконаленої конструкції становлять:

$$\Delta K = 1120000 - 1020000 = 100000 \text{ грн}$$

Під час роботи базової борони середня експлуатаційна продуктивність становить 6,0 га/год, тоді як удосконалена конструкція за рахунок зменшення тягового опору та можливості оптимального налаштування кута атаки забезпечує продуктивність 6,8 га/год. Підвищення продуктивності агрегату дозволяє скоротити витрати робочого часу на виконання річного обсягу робіт.

Річні витрати часу визначаються за формулою:

$$T = S/W$$

де S – річний обсяг робіт, га; W – експлуатаційна продуктивність агрегату, га/год.

Для базової борони: $T_6 = 5000/6,0 = 833$ год.

Для удосконаленої борони: $T_y = 5000/6,8 = 735$ год.

Отже, економія робочого часу становить: $\Delta T = 833 - 735 = 98$ год.

При погодинній оплаті праці механізатора 260 грн/год річна економія трудових витрат становитиме: $E_{\text{зп}} = 98 \cdot 260 = 25480$ грн.

Важливим показником економічної ефективності є витрати паливо-мастильних матеріалів. Для серійної борони питомі витрати дизельного пального складають у середньому 8,0 л/га, тоді як для удосконаленої конструкції завдяки оптимізації кута атаки дисків та зменшенню тягового опору вони знижуються до 7,2 л/га.

Річна витрата пального для базової конструкції: $Q_6 = 5000 \cdot 8,0 = 40000$ л.

Для удосконаленої борони: $Q_y = 5000 \cdot 7,2 = 36000$ л.

Річна економія дизельного пального становить: $\Delta Q = 40000 - 36000 = 4000$ л.

При середній вартості дизельного пального 58 грн/л річний економічний ефект від зменшення витрат пального дорівнює: $E_{\text{п}} = 4000 \cdot 58 = 232000$ грн.

Витрати мастильних матеріалів приймаємо на рівні 4 % від витрат дизельного пального. Тоді річна економія мастильних матеріалів становитиме: $E_{\text{м}} = 232000 \cdot 0,04 = 9280$ грн.

При визначенні експлуатаційних витрат необхідно враховувати амортизаційні відрахування та витрати на технічне обслуговування. Норму амортизації для сільськогосподарської техніки приймаємо 15 % від балансової вартості.

Річні амортизаційні відрахування для базової борони: $A_6 = 1020000 \cdot 0,15 = 153000$ грн.

Для удосконаленої конструкції: $A_y = 1120000 \cdot 0,15 = 168000$ грн.

Незважаючи на деяке збільшення амортизаційних витрат, удосконалена борона забезпечує зменшення витрат на технічне обслуговування та ремонт завдяки більш рівномірному навантаженню робочих органів і підвищенню надійності вузлів регулювання.

Витрати на технічне обслуговування приймаємо у розмірі 8 % від балансової вартості машини для базової конструкції та 7 % — для удосконаленої.

Для базової борони: $TO_6 = 1020000 \cdot 0,08 = 81600$ грн.

Для удосконаленої: $TO_y = 1120000 \cdot 0,07 = 78400$ грн.

Річне зниження витрат на технічне обслуговування становить: $\Delta TO = 81600 - 78400 = 3200$ грн.

Загальний річний економічний ефект від впровадження удосконаленої конструкції визначається сумою економії за всіма статтями витрат: $E_p = 25480 + 232000 + 9280 + 3200 = 269960$ грн.

Строк окупності додаткових капіталовкладень визначається за формулою:

$$T_{ок} = \Delta K / E_p.$$

Після підстановки числових значень отримаємо:
 $T_{ок} = 100000 / 269960 = 0,37$ року.

Таблиця 6.1 – Порівняльна техніко-економічна характеристика важких дискових борін

Показник	Базова борона БДВ-7	Удосконалена борона
Вартість машини, грн	1 020 000	1 120 000
Ширина захвату, м	7,0	7,0
Експлуатаційна продуктивність, га/год	6,0	6,8
Річний обсяг робіт, га	5000	5000
Річні витрати часу, год	833	735
Питомі витрати пального, л/га	8,0	7,2
Річні витрати пального, л	40 000	36 000
Річні витрати на оплату праці, грн	216 580	191 100
Амортизаційні відрахування, грн	153 000	168 000
Витрати на технічне обслуговування, грн	81 600	78 400
Річний економічний ефект, грн	—	269 960
Строк окупності, років	—	0,37

Отже, строк окупності удосконаленої конструкції становить менше одного року, що свідчить про високу економічну ефективність її впровадження.

Проведені розрахунки показують, що незважаючи на дещо більшу вартість удосконаленої важкої дискової борони, її застосування є економічно доцільним завдяки зростанню продуктивності агрегату, зменшенню витрат паливо-мастильних матеріалів та скороченню трудових витрат. Крім того, удосконалена конструкція забезпечує кращу якість обробітку ґрунту та підвищення надійності роботи агрегату, що позитивно впливає на загальну ефективність технологічного процесу.

ВИСНОВКИ

1. Аналіз сучасних конструкцій дискових борін показав їх важливе значення у системі основного та поверхневого обробітку ґрунту. Вони забезпечують ефективне розпушування ґрунту, подрібнення рослинних решток і покращення структури орного шару. Встановлено, що ефективність роботи борін значною мірою залежить від конструктивно-технологічних параметрів, зокрема кута атаки дисків, їх діаметра та швидкості руху агрегату. Разом із перевагами сучасні дискові борони мають певні недоліки, серед яких значні енерговитрати та нерівномірність заглиблення робочих органів, що обумовлює необхідність подальшого удосконалення їх конструкцій. Перспективним напрямом розвитку є впровадження технічних рішень, спрямованих на підвищення якості обробітку ґрунту, зниження енергоємності та покращення ефективності роботи агрегатів..

2. У результаті проведеного обґрунтування встановлено, що ефективність вирощування сафлору значною мірою залежить від раціонального підбору машинно-тракторних агрегатів, своєчасного виконання технологічних операцій та адаптації технології до ґрунтово-кліматичних умов вирощування. Запропонована технологічна схема включає комплекс операцій з обробітку ґрунту, внесення добрив, сівби, догляду за посівами, захисту рослин, збирання врожаю та післязбиральної доробки насіння. Обґрунтовано використання сучасного комплексу техніки на базі тракторів John Deere 8R 340 та John Deere 6120M, що забезпечують якісне виконання польових робіт. Визначено, що ключове значення в технології має система основного обробітку ґрунту, зокрема використання важкої дискової борони LEMKEN Rubin 10, яка забезпечує ефективне подрібнення рослинних решток, вирівнювання поверхні поля та збереження ґрунтової вологи. Проведені розрахунки для площі 500 га при плановій урожайності 1,5 т/га показали, що валовий збір насіння сафлору може становити 750 т. Сумарні витрати дизельного пального на виконання комплексу робіт складають близько 17,5–18,0 т, а загальна трудомісткість – 1170–1210 люд.-год.

3. Проведено аналіз конструкції важкої дискової борони та обґрунтовано напрями її удосконалення шляхом застосування механізму плавного регулювання кута атаки дискових батарей. Запропоноване конструктивне рішення забезпечує можливість більш точного налаштування робочих органів залежно від умов обробітку ґрунту, що сприяє підвищенню якості технологічного процесу та зниженню тягового опору агрегату. У результаті виконаних розрахунків визначено основні геометричні параметри дисків, параметри їх розміщення та величини навантажень, що діють на секцію дискової борони під час роботи. Встановлено, що прийняті конструктивні параметри забезпечують необхідну глибину обробітку та стабільність роботи агрегату. Проведено перевірочні розрахунки елементів механізму регулювання кута атаки, а також оцінку міцності зварних з'єднань. Отримані результати підтвердили працездатність і достатній запас міцності конструкції в умовах експлуатаційних навантажень. Це свідчить про доцільність використання запропонованого удосконалення у конструкції важкої дискової борони.

4. Розроблена операційно-технологічна карта обробітку ґрунту важкою дисковою бороною забезпечує ефективне використання машинно-тракторного агрегату, високу продуктивність праці та належну якість виконання технологічного процесу. Застосування сучасного енергетичного засобу та удосконаленої дискової борони дозволяє знизити енерговитрати, скоротити строки виконання польових робіт і підвищити ефективність вирощування сафлору.

5. Результати техніко-економічного розрахунку свідчать про доцільність впровадження удосконаленої важкої дискової борони. Незважаючи на збільшення вартості машини на 100 тис. грн, удосконалена конструкція забезпечує підвищення експлуатаційної продуктивності з 6,0 до 6,8 га/год, зменшення річних витрат часу на 98 год та скорочення витрат пального на 4000 л за рік. Крім того, знижуються витрати на оплату праці та технічне обслуговування агрегату. Річний економічний ефект від використання удосконаленої борони становить 269960 грн, а строк окупності додаткових капіталовкладень – 0,37 року, що підтверджує високу економічну ефективність запропонованого конструктивного рішення.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Клименко Н. Г. Забезпечення продовольчої безпеки в умовах воєнного стану: стан, проблеми, перспективи // Публічне управління і адміністрування в Україні. 2022. № 30. С. 128–132. DOI: 10.32843/pma2663-5240-2022.30.22.
2. Іванов С. В., Юдіна С. В. Економіка та управління національним господарством // Економічний вісник Дніпровського державного технічного університету. 2022. № 2(5). С. 7–15. DOI: 10.31319/2709-2879.2022iss2(5).270417pp7-15.
3. Курман Т. В. Агробізнес та продовольча безпека: загрози та проблеми правового забезпечення в умовах воєнного стану // Аналітично-порівняльне правознавство. 2022. № 3. С. 122–126. DOI: 10.32702/2306-6792.2022.9–10.86.
4. Ніконенко О. А. Методичне забезпечення формування продовольчої безпеки України // Агросвіт. 2022. № 9–10. С. 86–92. DOI: 10.24144/2788-6018.2022.03.22.
5. Yeo J., Shahidi F., Smith J. Safflower Oil // Bailey's Industrial Oil and Fat Products. 2023. DOI: 10.1002/047167849X.bio052.pub2.
6. Nasiyev B., Bushnev A., Zhanatalapov N. et al. Initiation of safflower sowings in the organic farming system of Western Kazakhstan // OCL. 2022. Vol. 29. P. 21. DOI: 10.1051/ocl/2022015.
7. Erbaş S., Mutlucan M. Investigation of Flower Yield and Quality in Different Color Safflower Genotypes // Agronomy. 2023. Vol. 13, Issue 4. P. 956. DOI: 10.3390/agronomy13040956.
8. de Oliveira Neto S. S. et al. Adaptability and Stability of Safflower Genotypes for Oil Production // Plants. 2022. Vol. 11, Issue 5. P. 708. DOI: 10.3390/plants11050708.

9. Iriyanti N. et al. Modawy Abdelgader // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2022. Vol. 1041. P. 012062. DOI: 10.1088/1755-1315/1041/1/012062.
10. OECD. Safety Assessment of Transgenic Organisms in the Environment. Volume 9. Paris : OECD Publishing, 2022. DOI: 10.1787/e49bd2e8-en.
11. Oleynikova E. M. et al. *Carthamus tinctorius* L. development and productivity under the influence of ecological and climatic factors // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021. Vol. 723. P. 022082. DOI: 10.1088/1755-1315/723/2/022082.
12. Esmaeilzadeh M. et al. Growth, photosynthesis and production of safflower in response to different levels of salinity and drought // International Agrophysics. 2022. Vol. 36, Issue 2. P. 93–104. DOI: 10.31545/intagr/147892.
13. Nazir M. et al. Safflower (*Carthamus tinctorius*) Seed // Oilseeds: Health Attributes and Food Applications. Singapore : Springer, 2021. DOI: 10.1007/978-981-15-4194-0_17.
14. Bezpalko V., Zhukova L., Stankevich S. Productivity of varieties of dyeing safflower depends on investigated factors in the eastern forest steppe conditions // Integration vectors of sustainable development: economic, social and technological aspects. 2023. P. 313–322.
15. Jaffar R. A.-A., Al-Refai S. I. Response of safflower to NPK fertilizer combinations and plant distribution // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021. Vol. 923. P. 012056. DOI: 10.1088/1755-1315/923/1/012056.
16. Temirbekova S. et al. Features of cultivation of oilseeds – safflower in contrasting soil and climatic conditions of Russia // Journal of Biochemical Technology. 2020. Vol. 11, Issue 2. P. 33–40.
17. Voronov S. et al. Tillage system and seeding rate impact on yield, oil accumulation and photosynthetic potential of safflower // Agronomy. 2022. Vol. 12, Issue 11. P. 2904. DOI: 10.3390/agronomy12112904.

18. Sukhareva E. P., Belikina A. V. Yield of dye safflower varieties influenced by row spacing and seeding rates // *Research on Crops*. 2022. Vol. 23, Issue 3. P. 590–594. DOI: 10.31830/2348-7542.2022.ROC-863.
19. Поляков О. І., Алієва О. Ю. Особливості водоспоживання сафлору під впливом прийомів догляду за посівами // *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. 2021. № 30. С. 77–83. DOI: 10.36710/ioc-2021-30-08.
20. Поляков О. І., Алієва О. Ю. Забур'яненість посівів сафлору під впливом агроприйомів по догляду // *Вісник Харківського національного аграрного університету*. 2021. № 1. С. 129–142.
21. Ведмедєва К. В., Поляков О. І., Леус Т. В., Алієва О. Ю., Нікітенко О. В. Сафлор : монографія. Київ : Аграрна наука, 2022. 160 с.
22. Алієв Е. Б., Миколенко С. Ю., Сова Н. А. та ін. Техніко-технологічне забезпечення безвідходної переробки зернової сировини у харчові продукти і корми. Дніпро : ЛПРА, 2022.
23. Борона дискова важка БДВ-7. Інструкція по експлуатації. Дніпропетровськ, 1999. 48 с.
24. Заїка П. М. Теорія сільськогосподарських машин. Т. 1, ч. 1 : Машини та знаряддя для обробітку ґрунту. Харків : ОКО, 2001. 444 с.
25. Kozachenko O., Aliiev E., Sedykh K. Results of investigation of the spring shank disc harrow performance // *U.P.B. Scientific Bulletin, Series D*. 2021. Vol. 83, Issue 4. P. 123–140.
26. Kozachenko O., Aliiev E., Dyakonov S., Pakhuchyi A., Volkovskii O., Luts P. Multi-criteria optimization of disk tillage implements with adjustable elastic shanks by substantiating design and operating parameters // *Journal of Engineering Sciences*. 2026. Vol. 13, Issue 1. P. D14–D25. DOI: 10.21272/jes.2026.13(1).d2.
27. Aliiev E., Tesliuk H., Puhach A., Kobets O., Zolotovska O., Boiko V. Improving the work process efficiency of a tillage module for pre-sowing tillage // *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2023. Vol. 4, Issue 1(124). P. 60–71. DOI: 10.15587/1729-4061.2023.284597.

28. Kobets A., Aliiev E., Tesliuk H., Aliieva O. Simulation of the interaction between the working bodies of tillage machines and the soil in Simcenter STAR-CCM+ // *Machinery & Energetics*. 2023. Vol. 14, Issue 1. P. 9–23. DOI: 10.31548/machinery/1.2023.09.
29. Aliiev E., Tesliuk H. Analytical justifications of constructive parameters of bionic colters for vertical soil treatment // *Machinery & Energetics*. 2024. Vol. 15, Issue 3. P. 129–139. DOI: 10.31548/machinery/3.2024.129.
30. Алієв Е. Б., Теслюк Г. В. Перспективи чисельного моделювання взаємодії ґрунтообробних робочих органів із ґрунтом у Simcenter STAR-CCM+ // Олійні культури: сьогодення та перспективи : збірник тез Міжнародної наукової інтернет-конференції (21 березня 2023 р.). Запоріжжя : ІОК НААН, 2023. С. 120–121.
31. Лабатюк Ю. М., Алієв Е. Б. Математичне моделювання процесу взаємодії робочого органу глибокорозпушувача з ґрунтом // *Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету*. 2015. Вип. 5, т. 2. С. 133–140.

ДОДАТКИ

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

Удосконалення використання техніки при вирощуванні сафлору з удосконаленням важкої дискової борони

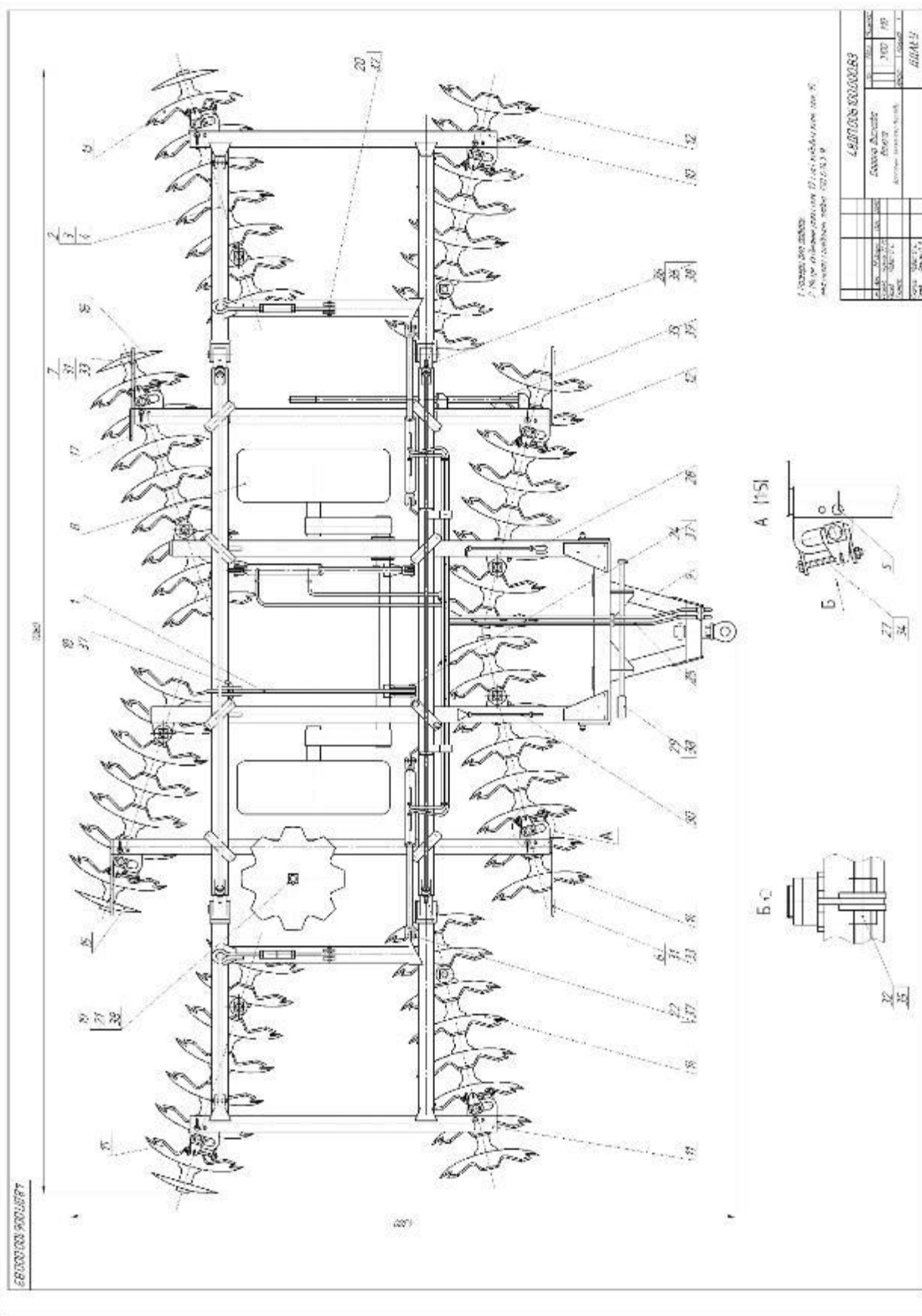
Демонстраційний матеріал до дипломного проекту освітнього ступеня «Бакалавр»

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

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

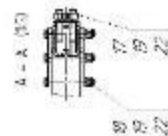
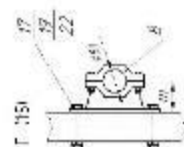
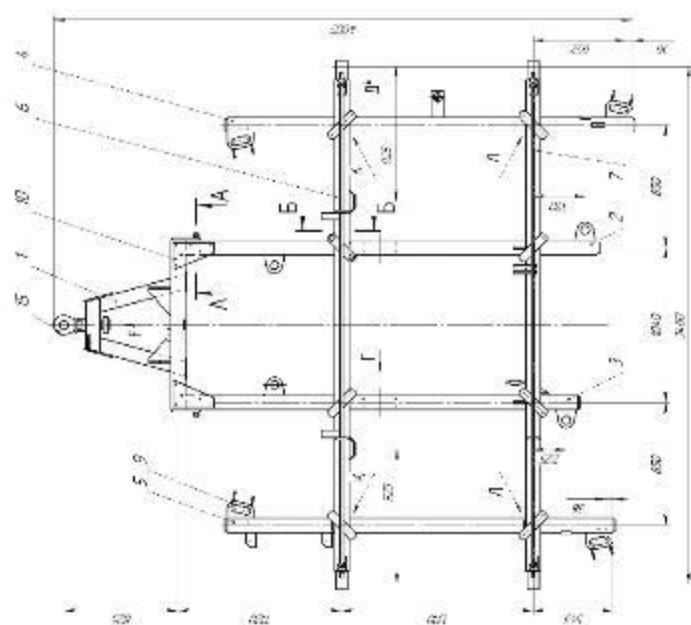
Дніпро, 2026

[illegible][illegible]



5

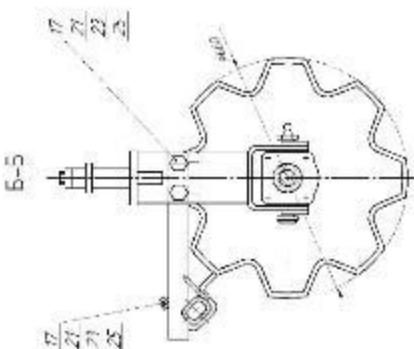
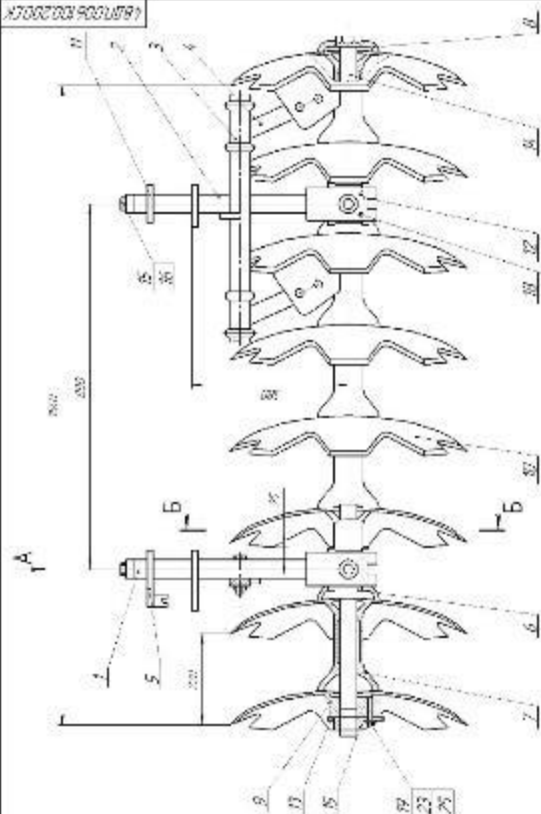
4.8.01.016.002.0001X



1. Проверка деталей
2. Сборка деталей (с) 4.8.01.016.002.0001X
3. Проверка сборки

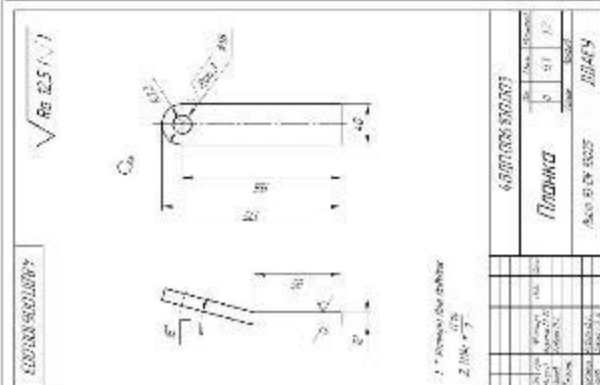
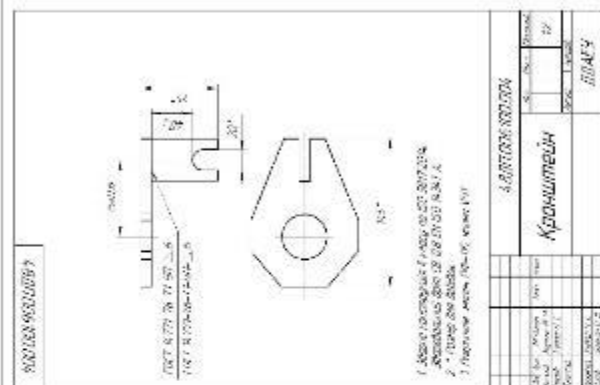
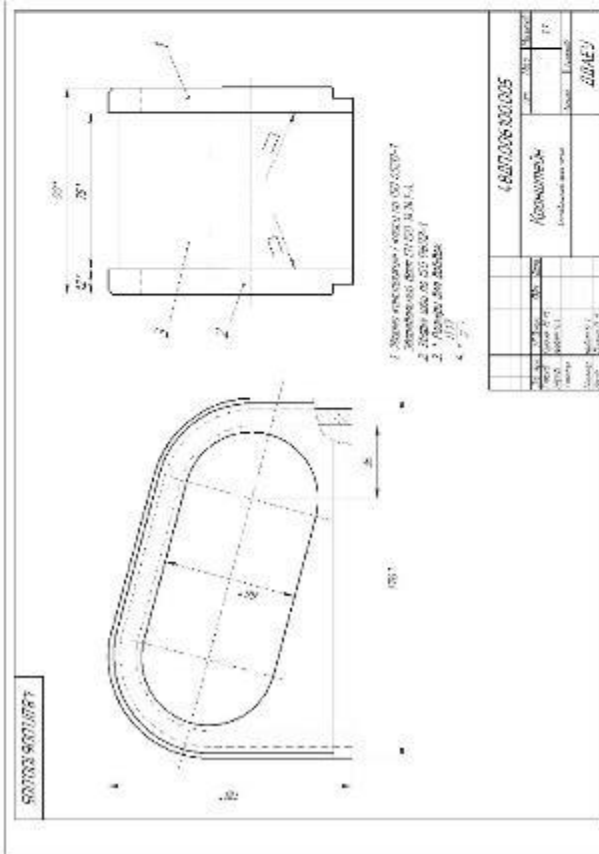
4.8.01.016.002.0001X			
№	Имя	Дата	Стр.
1	Иванов И.И.	10.10.2010	1
2	Петров П.П.	15.10.2010	2
3	Сидоров С.С.	20.10.2010	3
4	Кузнецов К.К.	25.10.2010	4
5	Лебедев Л.Л.	30.10.2010	5
6	Зинин З.З.	05.11.2010	6
7	Березин Б.Б.	10.11.2010	7
8	Васильев В.В.	15.11.2010	8
9	Попов П.П.	20.11.2010	9
10	Смирнов С.С.	25.11.2010	10
11	Морозов М.М.	30.11.2010	11
12	Новиков Н.Н.	05.12.2010	12
13	Харин Х.Х.	10.12.2010	13
14	Мухомов М.М.	15.12.2010	14
15	Иванов И.И.	20.12.2010	15
16	Петров П.П.	25.12.2010	16
17	Сидоров С.С.	30.12.2010	17
18	Кузнецов К.К.	05.01.2011	18
19	Лебедев Л.Л.	10.01.2011	19
20	Зинин З.З.	15.01.2011	20
21	Березин Б.Б.	20.01.2011	21
22	Васильев В.В.	25.01.2011	22
23	Попов П.П.	30.01.2011	23
24	Смирнов С.С.	05.02.2011	24
25	Морозов М.М.	10.02.2011	25
26	Новиков Н.Н.	15.02.2011	26
27	Харин Х.Х.	20.02.2011	27
28	Мухомов М.М.	25.02.2011	28
29	Иванов И.И.	30.02.2011	29
30	Петров П.П.	05.03.2011	30
31	Сидоров С.С.	10.03.2011	31
32	Кузнецов К.К.	15.03.2011	32
33	Лебедев Л.Л.	20.03.2011	33
34	Зинин З.З.	25.03.2011	34
35	Березин Б.Б.	30.03.2011	35
36	Васильев В.В.	05.04.2011	36
37	Попов П.П.	10.04.2011	37
38	Смирнов С.С.	15.04.2011	38
39	Морозов М.М.	20.04.2011	39
40	Новиков Н.Н.	25.04.2011	40
41	Харин Х.Х.	30.04.2011	41
42	Мухомов М.М.	05.05.2011	42
43	Иванов И.И.	10.05.2011	43
44	Петров П.П.	15.05.2011	44
45	Сидоров С.С.	20.05.2011	45
46	Кузнецов К.К.	25.05.2011	46
47	Лебедев Л.Л.	30.05.2011	47
48	Зинин З.З.	05.06.2011	48
49	Березин Б.Б.	10.06.2011	49
50	Васильев В.В.	15.06.2011	50
51	Попов П.П.	20.06.2011	51
52	Смирнов С.С.	25.06.2011	52
53	Морозов М.М.	30.06.2011	53
54	Новиков Н.Н.	05.07.2011	54
55	Харин Х.Х.	10.07.2011	55
56	Мухомов М.М.	15.07.2011	56
57	Иванов И.И.	20.07.2011	57
58	Петров П.П.	25.07.2011	58
59	Сидоров С.С.	30.07.2011	59
60	Кузнецов К.К.	05.08.2011	60
61	Лебедев Л.Л.	10.08.2011	61
62	Зинин З.З.	15.08.2011	62
63	Березин Б.Б.	20.08.2011	63
64	Васильев В.В.	25.08.2011	64
65	Попов П.П.	30.08.2011	65
66	Смирнов С.С.	05.09.2011	66
67	Морозов М.М.	10.09.2011	67
68	Новиков Н.Н.	15.09.2011	68
69	Харин Х.Х.	20.09.2011	69
70	Мухомов М.М.	25.09.2011	70
71	Иванов И.И.	30.09.2011	71
72	Петров П.П.	05.10.2011	72
73	Сидоров С.С.	10.10.2011	73
74	Кузнецов К.К.	15.10.2011	74
75	Лебедев Л.Л.	20.10.2011	75
76	Зинин З.З.	25.10.2011	76
77	Березин Б.Б.	30.10.2011	77
78	Васильев В.В.	05.11.2011	78
79	Попов П.П.	10.11.2011	79
80	Смирнов С.С.	15.11.2011	80
81	Морозов М.М.	20.11.2011	81
82	Новиков Н.Н.	25.11.2011	82
83	Харин Х.Х.	30.11.2011	83
84	Мухомов М.М.	05.12.2011	84
85	Иванов И.И.	10.12.2011	85
86	Петров П.П.	15.12.2011	86
87	Сидоров С.С.	20.12.2011	87
88	Кузнецов К.К.	25.12.2011	88
89	Лебедев Л.Л.	30.12.2011	89
90	Зинин З.З.	05.01.2012	90
91	Березин Б.Б.	10.01.2012	91
92	Васильев В.В.	15.01.2012	92
93	Попов П.П.	20.01.2012	93
94	Смирнов С.С.	25.01.2012	94
95	Морозов М.М.	30.01.2012	95
96	Новиков Н.Н.	05.02.2012	96
97	Харин Х.Х.	10.02.2012	97
98	Мухомов М.М.	15.02.2012	98
99	Иванов И.И.	20.02.2012	99
100	Петров П.П.	25.02.2012	100

4.8.01.016.002.0001X



1. Проверка деталей
2. Сборка деталей (с) 4.8.01.016.002.0001X
3. Проверка сборки

4.8.01.016.002.0001X				
№	Имя	Дата		Стр.
		2010	15	
1	Иванов И.И.	2010.10.15		1
2	Петров П.П.	2010.10.15		2
3	Сидоров С.С.	2010.10.15		3
4	Кузнецов К.К.	2010.10.15		4
5	Лебедев Л.Л.	2010.10.15		5
6	Зинин З.З.	2010.10.15		6
7	Березин Б.Б.	2010.10.15		7
8	Васильев В.В.	2010.10.15		8
9	Попов П.П.	2010.10.15		9
10	Смирнов С.С.	2010.10.15		10
11	Морозов М.М.	2010.10.15		11
12	Новиков Н.Н.	2010.10.15		12
13	Харин Х.Х.	2010.10.15		13
14	Мухомов М.М.	2010.10.15		14
15	Иванов И.И.	2010.10.15		15
16	Петров П.П.	2010.10.15		16
17	Сидоров С.С.	2010.10.15		17
18	Кузнецов К.К.	2010.10.15		18
19	Лебедев Л.Л.	2010.10.15		19
20	Зинин З.З.	2010.10.15		20
21	Березин Б.Б.	2010.10.15		21
22	Васильев В.В.	2010.10.15		22
23	Попов П.П.	2010.10.15		23
24	Смирнов С.С.	2010.10.15		24
25	Морозов М.М.	2010.10.15		25
26	Новиков Н.Н.	2010.10.15		26
27	Харин Х.Х.	2010.10.15		27
28	Мухомов М.М.	2010.10.15		28
29	Иванов И.И.	2010.10.15		29
30	Петров П.П.	2010.10.15		30
31	Сидоров С.С.	2010.10.15		31
32	Кузнецов К.К.	2010.10.15		32
33	Лебедев Л.Л.	2010.10.15		33
34	Зинин З.З.	2010.10.15		34
35	Березин Б.Б.	2010.10.15		35
36	Васильев В.В.	2010.10.15		36
37	Попов П.П.	2010.10.15		37
38	Смирнов С.С.	2010.10.15		38
39	Морозов М.М.	2010.10.15		39
40	Новиков Н.Н.	2010.10.15		40
41	Харин Х.Х.	2010.10.15		41
42	Мухомов М.М.	2010.10.15		42
43	Иванов И.И.	2010.10.15		43
44	Петров П.П.	2010.10.15		44
45	Сидоров С.С.	2010.10.15		45
46	Кузнецов К.К.	2010.10.15		46
47	Лебедев Л.Л.	2010.10.15		47
48	Зинин З.З.	2010.10.15		48
49	Березин Б.Б.	2010.10.15		49
50	Васильев В.В.	2010.10.15		50
51	Попов П.П.	2010.10.15		51
52	Смирнов С.С.	2010.10.15		52
53	Морозов М.М.	2010.10.15		53
54	Новиков Н.Н.	2010.10.15		54
55	Харин Х.Х.	2010.10.15		55
56	Мухомов М.М.	2010.10.15		56
57	Иванов И.И.	2010.10.15		57
58	Петров П.П.	2010.10.15		58
59	Сидоров С.С.	2010.10.15		59
60	Кузнецов К.К.	2010.10.15		60
61	Лебедев Л.Л.	2010.10.15		61
62	Зинин З.З.	2010.10.15		62
63	Березин Б.Б.	2010.10.15		63
64	Васильев В.В.	2010.10.15		64
65	Попов П.П.	2010.10.15		65
66	Смирнов С.С.	2010.10.15		66
67	Морозов М.М.	2010.10.15		67
68	Новиков Н.Н.	2010.10.15		68
69	Харин Х.Х.	2010.10.15		69
70	Мухомов М.М.	2010.10.15		70
71	Иванов И.И.	2010.10.15		71
72	Петров П.П.	2010.10.15		72
73	Сидоров С.С.	2010.10.15		73
74	Кузнецов К.К.	2010.10.15		74
75	Лебедев Л.Л.	2010.10.15		75
76	Зинин З.З.	2010.10.15		76
77	Березин Б.Б.	2010.10.15		77
78	Васильев В.В.	2010.10.15		78
79	Попов П.П.	2010.10.15		79
80	Смирнов С.С.	2010.10.15		80
81	Морозов М.М.	2010.10.15		81
82	Новиков Н.Н.	2010.10.15		82
83	Харин Х.Х.	2010.10.15		83
84	Мухомов М.М.	2010.10.15		84
85	Иванов И.И.	2010.10.15		85
86	Петров П.П.	2010.10.15		86
87	Сидоров С.С.	2010.10.15		87
88	Кузнецов К.К.	2010.10.15		88
89	Лебедев Л.Л.	2010.10.15		89
90	Зинин З.З.	2010.10.15		90
91	Березин Б.Б.	2010.10.15		91
92	Васильев В.В.	2010.10.15		92
93	Попов П.П.	2010.10.15		93
94	Смирнов С.С.	2010.10.15		94
95	Морозов М.М.	2010.10.15		95
96	Новиков Н.Н.	2010.10.15		96
97	Харин Х.Х.	2010.10.15		97
98	Мухомов М.М.	2010.10.15		98
99	Иванов И.И.	2010.10.15		99
100	Петров П.П.	2010.10.15		100



№	Напис	Кіл.	№	Напис	Кіл.			
				Деталі				
19	48ДП.006100.002			Гайка спеціальна	1			
20	48ДП.006100.003			Палець	4			
21	48ДП.006100.004			Диск	3			
22	48ДП.006100.005			Палець	6			
23	48ДП.006100.006			Вісь батареї	1			
24	48ДП.006100.007			Палець	1			
25	48ДП.006100.008			Трубка	1			
26	48ДП.006100.009			Вісь	4			
27	48ДП.006100.010			Гвинт	8			
28	48ДП.006100.011			Різак	1			
29	48ДП.006100.012			Подавжувач	1			
30	48ДП.006100.013			Чистик	1			
				Стандартні вироби				
31				Болт М10-6gx20.58.019				
				ГОСТ 7796-70	16			
32				Гайка М18-6Н5.019				
				ГОСТ 15525-70	24			
				Шайба ГОСТ 6402-70				
33				10.65Г.019	16			
34				18.65Г.019	8			
				Шайба ГОСТ 11371-78				
35				16.02.019	16			
			48ДП.006100.000.ВЗ					
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата	Борона дискова	Арк.	Аркш	Аркш
Розроб.		Бурбак М. М.					2	
Перев.		Кабат О. С.			важка	ДДАЕУ		
Нормув.		Кабат О. С.						
Затв.		Держак О. Д.						