

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ
ТА ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ ІМ. ПРОФ. ОЛЕКСАНДРА СЕМКОВИЧА

ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ

на здобуття освітнього ступеня «Бакалавр»

на тему: „ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПОВЕРХНЕВОГО
ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ З ВИКОРИСТАННЯМ УДОСКОНАЛЕНОЇ
ДИСКОВОЇ БОРОНИ БГД-2,4”

Виконав: студент 4 курсу групи Аін-41
спеціальності 208 „Агроінженерія”
(шифр і назва)

Літовчук Роман Анатолійович
(прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., доцент Семен Я.В.
(прізвище та ініціали)

Рецензент: к.т.н., доцент Миронюк О.С.
(прізвище та ініціали)

Дубляни 2024

УДК 631.3. – 635.21

Підвищення ефективності поверхневого обробітку ґрунту з використанням удосконаленої дискової борони БГД-2,4. Літовчук Р. А. –Дипломний проєкт. Кафедра агроінженерії та технічного сервісу ім. проф. Олександра Семковича. –Дубляни, Львівський НУП, 2024.

55 с. текст. част., 10 рис., 1 табл., 23 джерела, 6 арк. графіч. част. формату А1.

Проведено аналіз способів та засобів для обробітку ґрунту. Встановлено, що для переважної більшості технологій притаманний дисковий обробіток, особливо після збирання стерньового попередника.

Запроектована операційна технологія поверхневого обробітку ґрунту з використанням удосконаленої ґрунтообробної борони БГД-2,4, розроблена операційна схема обробітку ґрунту.

Удосконалено конструкцію робочих органів ґрунтообробної борони, які забезпечують ефективне розпушування ґрунту та його перемішування з поживними рештками за змінного кута атаки. Запропонована схема технологічної налашки удосконаленої машини.

Розроблено питання охорони праці з визначенням травмонебезпечних місць і зон на удосконаленому МТА для поверхневого обробітку ґрунту. Проаналізовано стан екологічної безпеки виробництва.

Виконане економічне обґрунтування ефективності роботи удосконаленої ґрунтообробної борони БГД-2,4 показує зниження прямих затрат на 147,24грн./га, а затрат праці – на 0,18люд·год/га в порівнянні з використанням аналогічного агрегату на основі її базової моделі.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ПРОЕКТУВАННЯ	7
1.1 Способи механізованого обробітку ґрунту.....	7
1.2 Існуючі конструкції дискових знарядь.....	9
Висновки.....	15
2 ТЕХНОЛОГІЯ ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ ДИСКОВИМ ЗНАРЯДДЯМ	16
2.1 Агробіологічні особливості та агротехнічні вимоги.....	16
2.2 Організація й технологія виконання операції.....	17
2.3 Розрахунок операції.....	18
Висновки.....	26
3 УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ДИСКОВОЇ ҐРУНТООБРОБНОЇ БОРОНИ	28
3.1 Обґрунтування конструктивної розробки.....	28
3.2 Розрахунок запропонованого удосконалення.....	29
3.2.1 Розрахунок технологічних параметрів сферичних дисків.....	29
3.2.2 Визначення сил і моментів, що діють на диск.....	32
3.2.3 Попередній розрахунок стійки кріплення диска.....	34
3.2.4 Перевірочний розрахунок стійки диска.....	35
3.2.5 Розрахунок пальця фіксації секції на рамі борони.....	37
Висновки.....	38
4 ОХОРОНА ПРАЦІ	39
4.1 Окреслення чинників можливих травм та аварій під час поверхневого обробітку ґрунту.....	39
4.2 Розрахунок стійкості роботи МТА.....	41
4.3 Техніка безпеки при роботі на агрегаті для дискування.....	42
Висновки.....	44
5 ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ	45
5.1 Основні чинники негативного впливу на довкілля	

під час дискового обробітку ґрунту.....	45
5.2 Охорона та раціональне використання ґрунтів.....	46
5.3 Зберігання і використання паливно-мастильних матеріалів.....	47
5.4 Шляхи зниження негативної дії на довкілля об'єкту дослідження.....	47
Висновки.....	48
6 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ	
УДОСКОНАЛЕНОЇ ГРУНТООБРОБНОЇ БОРОНИ.....	49
Висновки.....	51
ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ.....	52
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.....	54

ВСТУП

Обробіток ґрунту – один із найвідповідальніших періодів у вирощуванні сільськогосподарських культур і його роль полягає в створенні найкращих умов для росту й розвитку рослин, організації використання МТА з метою отримання максимально-можливого врожаю.

Важливим агротехнічним заходом при цьому є відновлення повітряно-водного режиму ґрунту, подрібнення пожнивних решток з одночасним їх перемішуванням із землею на глибину до 0,22м. Для виконання вказаних вимог доцільно використовувати ґрунтообробні знаряддя з дисковими робочими органами. Проте їх використання на ділянках із складним рельєфом і підвищеною вологістю ґрунту не завжди ефективне, особливо на важких глинистих ґрунтах [3].

На сьогоднішній день використовувані технології дозволяють застосовувати ґрунтообробні агрегати з робочими органами, що адаптовані до ґрунтових умов середовища, де працює агрегат. Цьому сприяє розроблена система диференційованого обробітку, що враховує біологічні особливості кожної сільськогосподарської культури та механіко-технологічні властивості ґрунтів.

Поряд з цим, проведення операцій з обробітку ґрунту повинно здійснюватись з найменшими затратами енергії, матеріально-грошових ресурсів та відсутності негативного впливу на навколишнє середовище. Саме тому, створення агрегатів, робочі органи якого пристосовані до різних ґрунтово-кліматичних умов та складного рельєфу є актуальним і вимагає практичних рішень.

Тому метою дипломного проекту є проведення аналізу технологій, способів та засобів для обробітку ґрунту, обґрунтування технології виконання операції обробітку ґрунту з розробкою операційної карти на її виконання удосконаленим ґрунтообробним знаряддям на базі борони БГД-2,4 та заходів для покращання безпеки виробництва, охорони довкілля й захисту населення з економічним обґрунтуванням проектних рішень.

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ПРОЄКТУВАННЯ

1.1 Способи механізованого обробітку ґрунту

В умовах сьогодення обробіток ґрунту під окремі сільськогосподарські культури має бути диференційований з врахуванням ґрунтово-кліматичних зон в цілому, умов конкретного господарства, розміру і конфігурації полів, запроваджених сівозмін, які враховують попередники, ступінь і характер забур'яненості, вміст поживних речовин у ґрунті і їх розподіл на полі (карта поля) тощо [1, 3].

Основним завданням обробітку є створення найсприятливіших умов для росту й розвитку культурних рослин тобто найповноцінніше використання їх біологічного потенціалу. Для цього в ґрунті має бути достатньо вологи, в ньому має бути раціональний повітряно-водний режим, поліпшена система живлення рослин, відсутність бур'янів, хвороб та шкідників, якісно загорнуті поживні рештки і добрива тощо.

Якщо ґрунт обробляють після збирання стерньового попередника і відразу не розпушують, то інтенсивно втрачається капілярна волога він засихає, утворюються великі і малі брили, що вимагає додаткових енергозатрат і технологічних операцій на його підготовку. Це може призвести до збільшення проходів тракторів та іншої техніки, яка ущільнює ґрунт, руйнує (змінює) його структуру та об'ємну масу.

Тому основою для оптимізації стану ґрунту є саме вимоги культурних рослин до ґрунтового середовища, адже в ньому проростає насіння, розвивається і формується коренева система сільськогосподарських культур. Враховуючи вищесказане вже створені моделі ґрунтових середовищ, які є первинною основою для вибору оптимальних способів та засобів для механізованого обробітку. Вони дають змогу створити сприятливий для культурних рослин водно-повітряний режим, який дозволяє ефективно використовувати добрива та суттєво підвищити врожайність. Цього можна досягти, послідовно застосовавши кілька окремих груп ґрунтообробних машин для основного й поверхневого обробітків ґрунту, або комбіновані ґрунтообробні агрегати [3, 13, 17].

Серед відомих способів обробітку ґрунту виділяють основний, поверхневий та спеціальний. З врахуванням біологічних особливостей кожної сільськогосподарської культури і стану ґрунту традиційно застосовують глибокий безвідвальний обробіток – чизелювання, обробіток з перекиданням скиби – оранку лемішно-полицевими корпусами, ярусну оранку, дисковий обробіток плугами, боровами чи луцильниками, поверхневий обробіток на глибину до 20см.

Якщо сільськогосподарську культуру вирощують після багаторічних трав необхідно провести лушення дернини у два сліди на глибину 6-8см, застосувавши дискові знаряддя (переважно важкі борони БДВ-3,0; БДВ-6,0) або лемішні луцильники, які працюють на глибині 10-12см. Після такої технологічної операції в ґрунті нагромаджується волога, знищуються бур'ян, загортаються пожнивні рештки рослин, облегшується обробіток ґрунту під час наступної операції – оранки.

Після зяблевої оранки по багаторічних травах до сівби озимих культур проводять дво-триразовий обробіток ґрунту для остаточного знищення бур'янів, збереження вологи й вирівнювання поверхні поля, застосовуючи культиватори, дискові знаряддя (важкі та середні борони, луцильники). Спочатку проводять поглиблений обробіток на глибину 6-8 см, а останній – на глибину сівби.

Часто на незабур'яненних полях після зернобобових культур (гороху, кормових бобів, вики) за достатньої вологості ґрунту обмежуються поверхневим його обробітком в два сліди у взаємно-перпендикулярних напрямках на глибину 6-8см дисковими луцильниками, зокрема ЛДГ-10, ЛДГ-15 та ін. Якщо ґрунт ущільнений ходовими системами енергетичних засобів, відносно сухий, а поле не звільнене від післяжнивних решток, доцільніше застосовувати важкі дискові борони БДВ-3,0 або БДВ-6,0. У цьому випадку поверхнево оброблений ґрунт менш осідає, в ньому краще зберігається волога, забезпечується оптимальний розвиток і зимування культурних рослин [3].

Якщо сільськогосподарську культуру вирощують після вико-вівсяно-горохової суміші або інших бобово-злакових сумішок чи трав, ріпаку озимого, люпину на зелений корм, які рано звільняють поле, доцільно одразу провести лушення післяжнивних решток лемішними (на глибину 10-12см) або дисковими

(на глибину 6-8см) лушильниками. Через 10-12 робочих днів (одразу після про-
ростання бур'янів) поле орють на глибину 20-22см для зернових культур або 25-
27см для картоплі лемішно-полицевими плугами в агрегаті з зубовими боронами
або кільчасто-шпоровими котками й зубовими (пружинними) боронами.

Останніми роками широко застосовується система мінімальної обробки
грунту, базована на принципі виконання лише найнеобхідніших робіт. При
цьому всі агротехнічні заходи з обробки ґрунту здійснюються за 1-2 робочих
проходи МТА. В цьому плані ефективним є використання комбінованих ґрунтоо-
бробних агрегатів РВК-3,6; АКП-3,6; ЛК-4 та ін. [3, 17].

Мінімалізація обробки ґрунту забезпечується двома способами:

- мінімальний обробіток з зменшенням глибини обробки (розпушення), вер-
хня частина орного шару ґрунту при цьому деформується, перевертається, пере-
мішується та кришиться;
- нульовий обробіток, за якого сіють у зовсім необроблений ґрунт, або ґрунт,
верхній шар якого розпушений на глибину сівби.

Проте в умовах достатнього зволоження нульовий обробіток створює деякі
проблеми: пізніше прогрівається ґрунт, зменшується польова схожість рослин,
знижується мінералізація ґрунту азотом, зростає забур'яненість полів, відбува-
ється накопичення грибків та хвороботворних бактерій у прикореневій та корене-
вій системі рослин, які вражаються хворобами.

Тому після стерньових попередників обов'язковим має бути дисковий об-
робіток ґрунту на глибину до 22см.

1.2 Аналіз конструкцій дискових знарядь

Дискові борони – це універсальні знаряддя, які застосовують під час основ-
ного (на глибину 16-24см) обробки ґрунту переважно під зернові й зернобобові
культури, а також під час лушення на глибину 8-16см полів з великою кількістю
(понад 3 т/га) рослинних (післяжнивних) решток кукурудзи, соняшнику, сорго
тощо та мілкового (8-16см) дискування під час механічної боротьби з бур'янами,
шкідниками і хворобами с.-г. культур [3, 4, 15, 17].

Важка дискова борона БДВ-7 призначена для розпушення скиб, великих і малих брил після оранки цілинних земель та обробітку важких ґрунтів на глибину до 20см. Її можна також використовувати для догляду за луками й пасовищами.

Борона складається з середньої 8 (рисунок 1.1) і двох бічних 3 й 4 секцій. Середня 8 секція має чотири дискові батареї 1 та 9 з вирізними сферичними дисками, а бічні секції 3 і 6 – по дві батареї 4 та 5. Із робочого в транспортне положення секції борони переводять гідроциліндрами 2 та 7 механізмів піднімання, під'єднаних до роздільно-агрегатної гідросистеми трактора.



Рисунок 1.1 Борона дискова важка БДВ-7:

1, 4, 5, 9 – батареї вирізних дисків; 2,7 – гідроциліндри; 3,6 – бічні секції;
8 – центральна секція

Важка дискова борона БДВ-6 також призначена для основного дискового обробітку на глибину до 20см та лушення ґрунту на глибину 8-16см. Вона містить центральну та бічні рами з батареями вирізних сферичних дисків діаметром 660мм, які у батареях розміщені на суцільній осі з відстанню між дисками 220мм і обладнані очищувачами.

Батареї з'єднані з центральною рамою таким чином, що здатні повертатися в горизонтальній площині. Батареї дисків монтують під кутом 70-80 град. до напрямку руху агрегату, що забезпечує різну глибину обробітку.

Під час роботи вирізні сферичні диски передньої і задньої батареї вирізають скиби ґрунту, розпушують їх і, частково обернувши, відкидають вбік. Оскільки передня батарея дисків, зміщує оброблений шар ґрунту разом з рослинними рештками в одному напрямку, то задня батарея зміщує оброблюваний шар ґрунту в протилежному (зворотному) напрямку, що забезпечує однаковий за якістю обробіток по всій ширині захвату борони.

Борона дискова модульна причіпна ANTARES 6x4 застосовується для ресурсоощадного основного (на глибину до 24см) і передпосівного (на глибину до 12см) обробітків ґрунту під зернові, зернобобові, технічні та кормові культури на ґрунтах з вологістю до 27% і твердістю до 3,5МПа. Її можна використовувати також для знищення бур'янів і подрібнення післяжнивних решток грубостеблових та інших сільськогосподарських культур [12].

Борона має раму 1 (рисунок 1.2), на якій в чотири ряди змонтовано індивідуальні стояки 2 з дисками, ущільнювальні шлейф-котки 3, ліву 6 і праву 7 секції, транспортний пристрій 4, та причіп (сницю) 5.

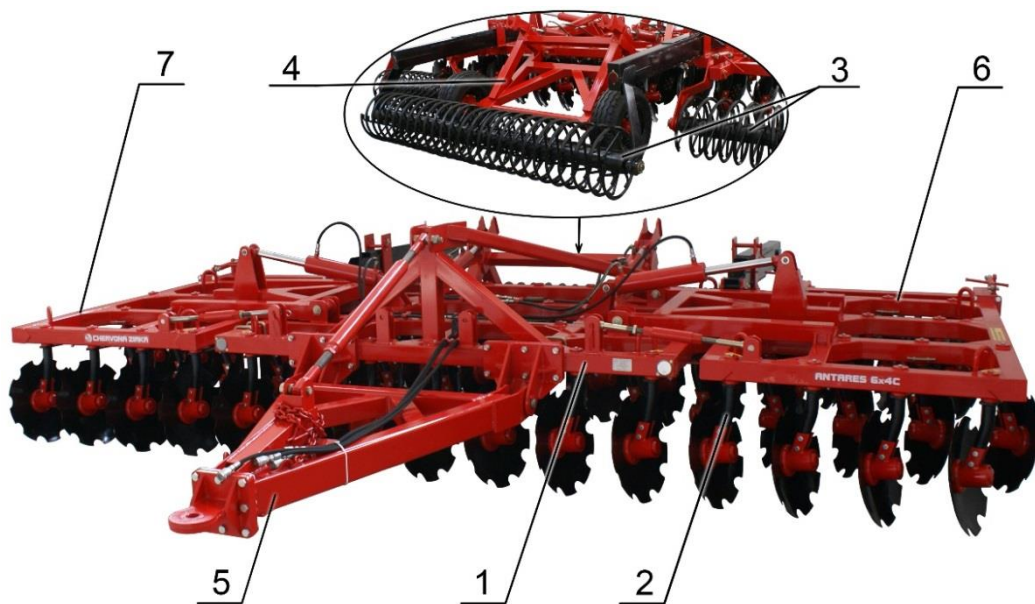


Рисунок 1.2 Борона дискова модульна причіпна «ANTARES 6x4»:

1 – рама, 2 – стояк з диском, 3 – ущільнювальні шлейф-котки, 4 – транспортний пристрій, 5 – причіп, 6 – секція ліва, 7 – секція права.

Рама має зварну конструкцію прямокутної форми. Вона складається з поздовжніх та поперечних зварних брусів.

Працює дискова борона ANTARES 6x4 аналогічно як БДВ-6. Особливістю роботи дискової борони ANTARES 6x4 є збільшена глибина обробітку завдяки індивідуальному кріпленню кожного диска до рами, а також додаткове ущільнення ґрунту за допомогою шлейф-котків 3, які кріпляться до задньої частини основної рами та бокових секцій.

Борона дискова напівначіпна PALLADA 6000 має таке саме призначення, що і дискова борона ANTARES 6x4 [12].

Вона має раму 1 (рисунок 1.3), ліву 6 і праву 7 секції, на яких в два ряди змонтовані індивідуальні стійки 2 з дисками, ущільнювальні котки 3, транспортний пристрій 4 та причіп 5.

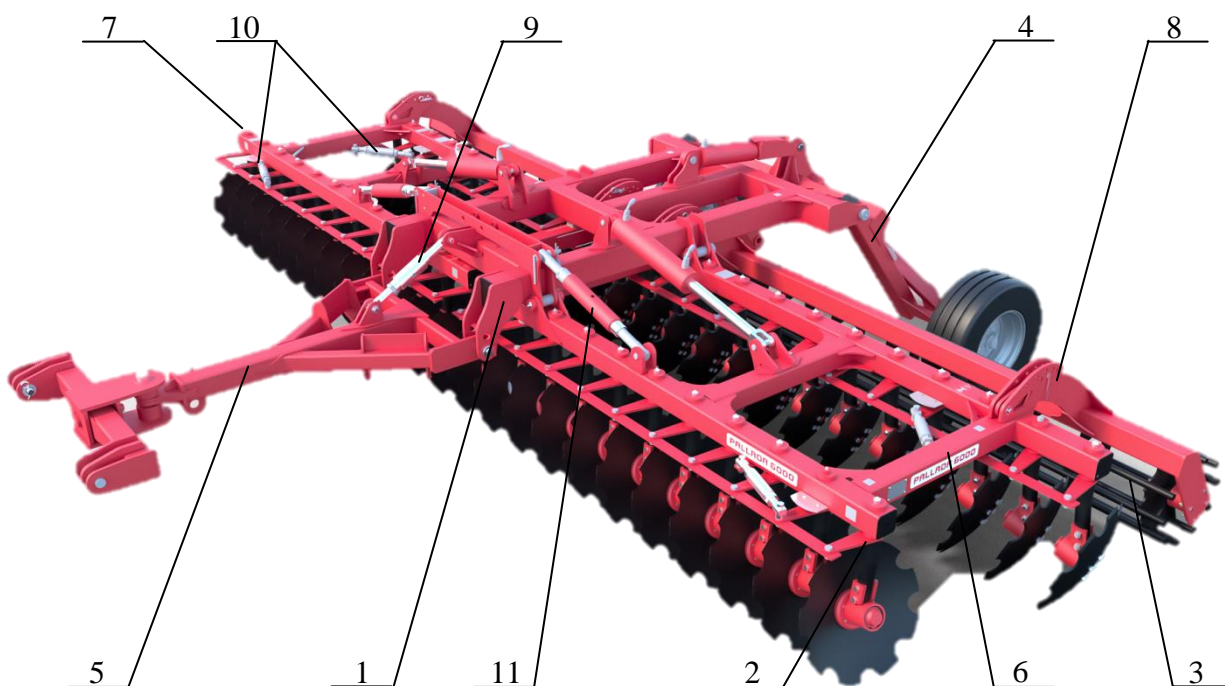


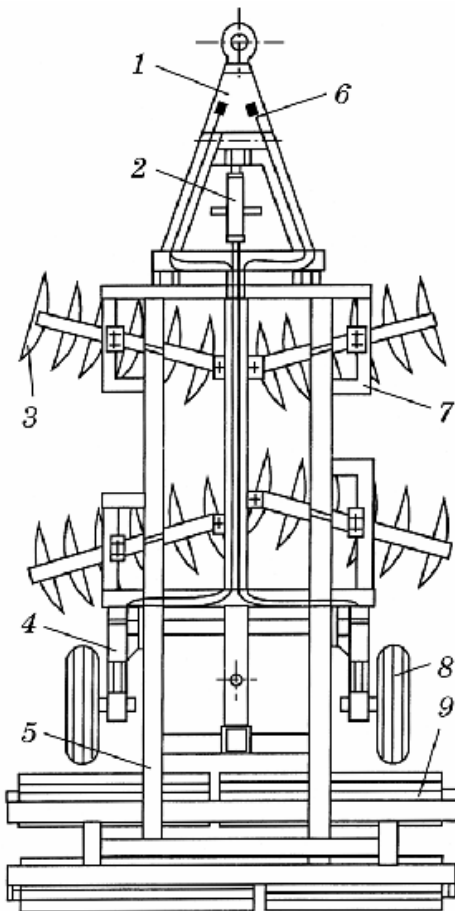
Рисунок 1.3 Борона дискова напівначіпна PALLADA 6000:

1 – рама; 2 – робочий орган (стійка з диском); 3 – котки ущільнювальні; 4 – пристрій транспортний; 5 – причіп; 6 – секція ліва; 7 – секція права; 8 – механізм регулювання глибини обробітку; 9, 10, 11 – талрепи.

Як і в попередній конструкції кожен диск борони кріпиться на індивідуальній стійці 2, що забезпечує краще обертання пласта, його кришіння, заробляння післяжнивних решток і добрив, а також зниження необхідного тягового зусилля енергетичного засобу. Встановлення сферичних вирізних дисків на окремих стійках 2 збільшує конструктивно-технологічний кліренс самого знаряддя, що дозво-

ляє пропустити між дисками без забивання більшу кількість рослинних решток. Змінювати кут атаки дисків можна за допомогою талрепів 10, а причепа – за допомогою талрепа 9.

Борона дискова важка БДВ-3М призначена для розпушення ґрунту та лушення стерні на глибину до 16см. За конструкцією і робочими органами на 70 % уніфікована з бороною БДВ-6, але може агрегатуватися з тракторами класів 1,4 та 2. Борона БДВ-3М має більш широкі функціональні можливості завдяки приєднання до заднього бруса основної рами 5 (рисунок 1.4) опорних котків-подрібнювачів 9. Завдяки цьому поверхня обробленого поля залишається вирівняною за меншу в 1,5-2 рази кількість проходжень агрегату. Для додаткового збільшення глибини розпушення особливо під час використання її на сухих ґрунтах борону обладнують баластними ящиками [3, 17].



подрібнювачів 9. Завдяки цьому поверхня обробленого поля залишається вирівняною за меншу в 1,5-2 рази кількість проходжень агрегату. Для додаткового збільшення глибини розпушення особливо під час використання її на сухих ґрунтах борону обладнують баластними ящиками [3, 17].

Рисунок 1.4 Борона дискова важка БДВ-3М:

1 – причіпний пристрій; 2 – вузол регулювання; 3 – секція дисків; 4 – колінчаста вісь; 5 – основна рама; 6 – гідравлічна система; 7 – вузол регулювання кута атаки батарей дисків; 8 – транспортне колесо; 9 – прутковий коток.

Дискова ґрунтообробна борона БГД-2,4 призначена для основного обробітку ґрунту на глибину 16-24см.

Конструктивною особливістю борони є те, що вирізні сферичні диски 3 (рисунок 1.5, а) в батареях установлені на окремих індивідуальних стояках 10 (рисунок 1.5, б), а батареї передньої 5 та задньої 7 секцій розміщені фронтально, з поперечним зміщенням задньої батареї відносно передньої. Передні та відповідні їм задні диски 3 утворюють у горизонтальній площині пари робочих органів з ку-

том між твірними площинами зовнішніх контурів вирізних сферичних дисків 50-70град. Кожен зі стояків 10 кріпиться до секцій 5 та 7 рами 6 за допомогою кронштейна 2 і розміщений перед вирізним сферичним диском 3 в напрямку руху та обладнаний очищувачем 11 [2, 3, 17].

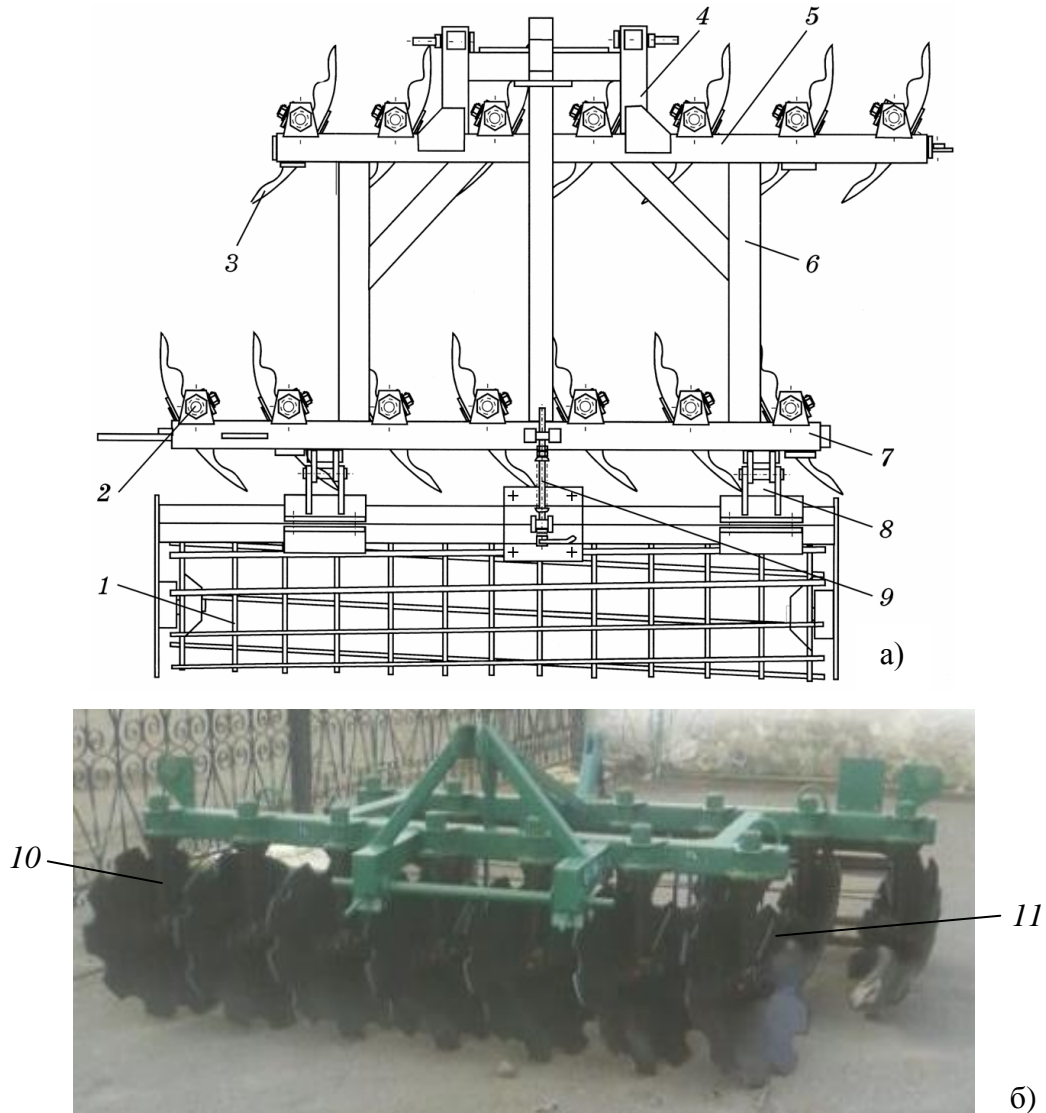


Рисунок 1.5 Борона ґрунтообробна дискова БГД-2,4:

а) схема; б) загальний вигляд; 1 – прутковий коток; 2 – кронштейн кріплення стояка диска до рами; 3 – вирізний сферичний диск; 4 – начіпний пристрій; 5 і 7 – передня та задня секції батарей дисків; 6 – рама; 8 – вузол з'єднання рамки котка з рамою; 9 – механізм регулювання глибини ходу, 10 – індивідуальний стояк дисків, 11 – очищувач.

Ротаційний коток 1 з вузлом приєднання 8 виконаний прутково-кільчастим, з однаковим кроком між кільцями й прутками. Він обладнаний також механізмом зміни положення ущільнювального котка 1 відносно секцій 5 та 7 батарей сферичних вирізних дисків у вертикальній площині. Встановлення вирізних сферичних

дисків 3 на двох фронтально змонтованих батареях секцій 5 та 7 дозволило зменшити відстань між ними за ходом борони і забезпечити підвищену рівномірність обробітку ґрунту по всій ширині захвату ґрунтообробної борони БГД-2,4. Монтування сферичних вирізних дисків 3 на окремих стояках 10 порівняно зі з'єднанням їх у батарею суцільною віссю дозволило майже вдвічі збільшити конструктивно-технологічний кліренс борони. Завдяки такому конструктивному рішенню борона здатна пропустити без забивання вдвічі більшу кількість рослинних решток й обробляти ґрунт на глибину до 24см.

Висновки

1. Серед відомих способів обробітку ґрунту перспективним є такий, що передбачає використання комбінованих агрегатів, які можуть поєднувати основний та поверхневий обробітки;
2. Під час вирощування переважної більшості озимих сільськогосподарських культур доцільно проводити дискування післяжнивних решток;
3. серед відомих моделей ґрунтообробних знарядь перспективними є машини, які відрізняються індивідуальним кріпленням дисків до стояків, що дозволяє збільшувати глибину обробки ґрунту до 0,24м.

2 ТЕХНОЛОГІЯ ОБРОБІТКУ ГРУНТУ ДИСКОВИМ ЗНАРЯДДЯМ

2.1 Агробіологічні особливості та агротехнічні вимоги

Ґрунт складається з твердої, рідкої та газоподібної з достатнім запасом теплової, хімічної енергії і енергії живих клітин, які в ньому є. Тверда фаза містить органічну частину (гумус), а також мікрофлору та мікрофауну. Рідка фаза – це водні розчини мінеральних, органічних солей і кислот, а до газоподібної входять різні гази й пари води, що є у повітрі [9, 10, 11, 13].

Цінність ґрунту характеризується процентним вмістом в ньому механічних елементів відповідного розміру і обсягу. Ґрунти, що мають високий процентний вміст мулистих частинок (глини) вважаються важкими. Із збільшенням в ґрунті саме мулистих частинок його опір зростає, такі ґрунти гірше поглинають вологу, менше прогриваються самі і рослинні (післяжнивні) рештки в ньому прогриваються теж повільно. А ґрунти, які характеризуються високим вмістом дрібної фракції (піску) обробляти легше. Такі ґрунти добре поглинають вологу, хоча погано її накопичують і зберігають. Вони також добре сприймають і утримують тепло, а рослинні рештки й добрива в них доволі легко розчеплюються. Найкращими за механічним складом можна вважати суглинкові й супіщані ґрунти, в яких вміст мулистих частинок (глини) коливається в межах 10-40% [4, 13].

Дисковий обробіток ґрунту під озимі культури потрібно проводити одразу після збирання стерньового попередника. Поле обробляють переважно на глибину до 22см в один або два сліди гоновим способом. Якщо поле достатньо вирівняне вказану технологічну операцію можна проводити поперек поля.

Якщо агротехнічні терміни обмежені по днях, поверхневий (основний) обробіток ґрунту важкими дисковими боронами під озимі культури необхідно проводити на глибину 12-16см дисковими знаряддями у яких діаметр дисків становить не менше ніж 600мм. Вказану технологічну операцію також слід проводити за 1-2 проходи МТА для дискування. Для підвищення ефективності і якості обробітку ґрунту другий прохід МТА потрібно проводити під кутом 30-45° по відношенню до першого.

Не залежно від рівня вологості ґрунту та кількості поживних залишків на поверхні поля важка дискова борона має працювати в діапазоні швидкостей 8-12км/год, навіть на важких суглинках. Для поліпшення якості подрібнення рослинних (післяжнивних) решток на дисковому знарядді встановлюють вирізні сферичні диски з діаметром 600-650мм.

Ступінь загортання рослинних (післяжнивних) решток під час основного дискового обробітку ґрунту має становити не менше ніж 65%; якість розпушення ґрунту – не нижче ніж 75% вмісту в ньому фракцій діаметром меншим за 50мм. Гребенистість поверхні не повинна перевищувати 50мм (відхилення глибини обробітку дисковими робочими органами від середнього значення не більше як $\pm 0,03$ м), висота гребенів на дні борозенки після одного проходу важкої дискової борони не повинна перевищувати 6см, а після двох – 4см. В цілому ступінь подрізання бур'янів має становити 95-100%.

З метою провокації росту і знищення бур'янів, подрібнення й перемішування рослинних (післяжнивних) решток у верхньому шарі ґрунту можна проводити дискове луцення (дискування) на глибину 8-16см. В цьому випадку необхідно комплектувати знаряддя дисками діаметром не меншим за 400мм. Дискування проводять одразу після збирання врожаю сільськогосподарської культури-попередника, але не пізніше ніж за 15 днів до початку основного обробітку (зяблевої оранки).

2.2 Організація та технологія виконання операції

Для високопродуктивного використання техніки під час дискового обробітку потрібно намагатися зменшити непродуктивні затрат часу під час роботи агрегату в загінці. Для цього потрібно насамперед підготувати поле до роботи, розробити шляхи (маршрути) переїзду агрегату для дискування з одного поля на інше, раціонально організувати і своєчасно проводити усі види технічних обслуговувань, заправку енергетичного засобу ПММ, оперативно усувати несправності, що виникають в процесі роботи.

Для глибокого загортання рослинних (післяжнивних) решток та якісного подрібнення стерні, покращення повітряно-водного режиму ґрунтового середовища, особливо під час роботи на схилах важку дискову борону доцільно обладнати додатковими робочими органами у вигляді розпушувачів з кутознімачами.

Для забезпечення високої якості виконання дискування потрібно контролювати роботу дискувального МТА. Для цього проводять оперативний контроль, який здійснює переважно сам механізатор декілька разів за зміну. На підставі отриманих результатів механізатор проводить необхідні відповідні регулювання чи усунення несправностей. Також після закінчення зміни або необхідного обсягу робіт проводять приймальний контроль, який встановлює відповідність виконання дискування заданим агротехнічним вимогам.

2.3 Розрахунок операції

Для виконання операції дискування вибираємо трактор КИЙ 14820 та удосконалену начіпну борону БГД-2,4.

Відповідно до технологічно-допустимої швидкості на виконання операції дискування вибираємо четверту робочу передачу трактора, для якої технологічна швидкість V_m становить 8,9 км/год, а гакове зусилля $P_c=14,0$ кН [22].

Визначаємо опір агрегату для поверхневого обробітку (дискування) за формулою, враховуючи, що робочими органами борони є диски та прутковий коток:

$$R_{азр} = k_1 \cdot B_1 + k_2 \cdot B_2, \quad (2.1)$$

де k_1, k_2 – питомий опір відповідно дискових робочих органів та котків борони, кН/м;

B_1, B_2 – робоча ширина захвату відповідно дискової борони та котків, м.

$$R_{азр} = 3,9 \cdot 2,4 + 1,5 \cdot 2,4 = 13,05 \text{ кН.}$$

Визначаємо коефіцієнт використання гакового зусилля агрегату для поверхневого обробітку (дискування) за формулою:

$$\eta = \frac{R_{азр}}{P_z}, \quad (2.2)$$

$$\eta = \frac{13,05}{14} = 0,93.$$

Коефіцієнт використання потужності двигуна енергетичного засобу:

$$\eta = \frac{N_{вен} + N_{зак}}{N_e}, \quad (2.3)$$

де $N_{зак}$, N_e – відповідно гакова та ефективна потужність двигуна енергетичного засобу, кВт,

$$N_{зак} = R_{азр} \cdot V_p, \quad (2.4)$$

V_p – робоча швидкість агрегату для поверхневого обробітку (дискування), м/с,

$$V_p = V_m \cdot (1 - \delta), \quad (2.5)$$

$$V_p = 8,9 \cdot (1 - 0,15) = 7,57 \text{ км/год} = 2,1 \text{ м/с}.$$

Тоді
$$N_{зак} = 13,05 \cdot 2,1 = 27,42 \text{ кВт}.$$

Підставивши отримані значення у формулу (2.3) отримаємо:

$$\eta = \frac{27,42}{66} = 0,42.$$

Після комплектування проводимо підготовку до роботи агрегату для поверхневого обробітку (дискування).

Для енергетичного засобу встановлюють тиск в шинах задніх коліс 0,1МПа, передніх коліс – 0,17МПа; встановлюють причіпний пристрій на енергетичному засобі й регулюють висоту причіпної скоби таким чином, щоб вона була на 100-150мм нижче осі ВВП енергетичного засобу.

Перевірити комплектність, справність, правильність складання, технічний стан, справність всіх вузлів, деталей, а також дискових робочих органів та ущільнювальних котків.

Перевіряємо правильність під'єднання гідроциліндрів борони до роздільно-агрегатної гідросистеми трактора та справність усіх рукавів гідросистеми.

Під час підготовки до роботи удосконаленої дискової борони особливу увагу приділяють стану дисків, надійності їх кріплення, наявності мастила в підшипниках. Перевіряють легкість обертання дисків у підшипниках і розміщення скребків відносно дисків. Нормальний зазор між диском і скребком 2-4мм. Глибину ходу дискової борони регулюють за допомогою зміни кута атаки батарей дисків за допомогою гідроциліндрів.

Для пруткового котка підготовка полягає у регулюванні натяжного механізму рами, що забезпечує відповідний тиск котка на ґрунт.

Після комплектування агрегату для поверхневого обробітку (дискування) виконуємо підготовку поля до роботи.

Поле, призначене для роботи агрегату для поверхневого обробітку (дискування) очищають від кушової рослинності, великих каменів (валунів) та інших предметів, що вимагають об'їзду. Поле не повинно мати високих звальних гребенів або розгінних борозен, бути максимально вирівняним.

Для агрегату для поверхневого обробітку (дискування) будемо застосовувати гоновий човникового спосіб його руху з петлевим розворотом у кінці загінки за годинниковою стрілкою.

Визначаємо мінімальну ширину поворотної смуги агрегату для поверхневого обробітку (дискування) за формулою

$$E_{\min} = 1,1 R + L_k + D_k; \quad (2.7)$$

де: R – радіус повороту агрегату для поверхневого обробітку (дискування), м;

L_k – кінематична довжина агрегату для поверхневого обробітку (дискування), м;

D_k – кінематична ширина захвату агрегату для поверхневого обробітку (дискування), м.

Радіус повороту агрегату для поверхневого обробітку (дискування) визначаємо за формулою:

$$R = 1,6 B_k; \quad (2.8)$$

$$R = 1,6 \cdot 2,4 = 3,84\text{м.}$$

Кінематична довжина агрегату для поверхневого обробітку (дискування):

$$L_k = L_{mp} + L_b + L_k \quad (2.9)$$

де L_{mp} , L_b , L_k – відповідно кінематична довжина трактора, борони та котка, м.

$$L_k = 1,4 + 2,4 + 1,6 = 5,4 \text{ м.}$$

Кінематичну ширину агрегату для поверхневого обробітку (дискування) визначаємо за формулою:

$$D_k = B_k + (L_{k.mp} / 2); \quad (2.10)$$

де $L_{k.mp}$ – ширина колії трактора, м.

$$D_k = 2,7 + (1,8 / 2) = 3,6 \text{ м.}$$

Підставивши значення у формулу (2.7) отримаємо:

$$E_{\min} = 1,1 \cdot 3,84 + 5,4 + 3,6 = 13,22 \text{ м.}$$

Оскільки фактична ширина поворотної смуги повинна бути кратною подвійній ширині захвату агрегату то знаходимо кратність ходів за формулою:

$$Z = E_{\min} / (2B_p), \quad (2.11)$$

$$Z = 13,22 / (2 \cdot 2,4) = 2,75.$$

Приймаємо $Z = 2$, тоді фактична ширина поворотної смуги:

$$E_{\phi} = 2B_z \cdot Z \quad (2.12)$$

$$E_{\phi} = 2 \cdot 2,4 \cdot 2 = 10,8 \text{ м.}$$

Для правильної організації роботи МТА для поверхневого обробітку (дискування) в загінці визначаємо її ширину та коефіцієнти робочих ходів.

Робоча довжина загінки поля для дискування становить:

$$L_p = L - E_{\phi}, \quad (2.13)$$

де L – довжина поля для дискування, м;

$$L_p = 700 - 2 \cdot 10,8 = 678,4 \text{ м.}$$

Визначаємо кількість робочих ходів на полі для дискування:

$$n_p = \frac{C}{B_p \cdot \beta}, \quad (2.14)$$

де C – ширина загінки для дискування, м;

β – коефіцієнт використання ширини захвату агрегату для поверхневого обробітку (дискування);

$$n_p = \frac{500}{2,4 \cdot 0,95} = 219.$$

Довжина одного петлевого грушоподібного повороту в кінці загінки:

$$L_n = 2 \cdot R_0 + 2 \cdot l. \quad (2.15)$$

$$L_n = 2 \cdot 3,84 + 2 \cdot 6,4 = 20,48 \text{ м.}$$

Кількість петлевих грушоподібних поворотів на загоні:

$$n_n = \frac{2 \cdot C}{B_p} - 1, \quad (2.16)$$

$$n_n = \frac{2 \cdot 500}{2,4} - 1 = 415.$$

Довжина одного безпетлевого повороту в кінці загінки:

$$l_{xn} = 1,52 \cdot R + X_n + 2e, \quad (2.17)$$

де X_n – довжина прямолінійної ділянки траєкторії повороту, м.

$$l_{xn} = 1,52 \cdot 3,84 + 34,8 + 2 \cdot 2,4 = 45,43 \text{ м.}$$

Кількість холостих ходів на всьому полі:

$$n_{xx} = n_p - 1, \quad (2.18)$$

$$n_{xx} = 219 - 1 = 218.$$

Визначаємо коефіцієнт робочих ходів:

$$\varphi = \frac{L_p \cdot n_p}{L_p \cdot n_p + L_{xn} \cdot n_{xx}}, \quad (2.19)$$

$$\varphi = \frac{678,4 \cdot 219}{678,4 \cdot 195 + 46,34 \cdot 219} = 0,84.$$

Визначаємо змінну продуктивність агрегату для поверхневого обробітку (дискування) за формулою:

$$W_{зм} = 0,1 \cdot B_p \cdot V_p \cdot \tau \cdot T_{зм}, \quad (2.20)$$

де τ – коефіцієнт використання часу зміни агрегату для поверхневого обробітку (дискування), що визначається за формулою:

$$\tau = T_p / T_{зм}, \quad (2.21)$$

Чистий робочий час агрегату для поверхневого обробітку (дискування) в загінці:

$$T_p = \varphi(T_{зм} - T_{зуп}), \quad (2.22)$$

де $T_{зм}$, $T_{зуп}$ – відповідно тривалість зміни агрегату для поверхневого обробітку (дискування) та зупинок трактора з працюючим двигуном, год.;

$$T_{зуп} = 0,1 \cdot T_{зм}, \quad (2.24)$$

$$T_{зуп} = 0,1 \cdot 7 = 0,7 \text{ год.}$$

Згідно формули (2.22) чистий робочий час агрегату для поверхневого обробітку (дискування) становить:

$$T_p = 0,84 (7 - 0,7) = 5,29 \text{ год.}$$

Тоді коефіцієнт використання часу зміни становить:

$$\tau = 5,29 / 7 = 0,76.$$

Підставивши отримані значення у формулу (2.20) будемо мати:

$$W_{зм} = 0,1 \cdot 2,4 \cdot 7,57 \cdot 0,76 \cdot 7 = 9,67 \text{ га/зм.}$$

Продуктивність МТА за годину:

$$W_{год} = W_{зм} / 7, \quad (2.25)$$

$$W_{год} = 9,67 / 7 = 1,38 \text{ га/год.}$$

Визначаємо затрати праці на одиницю роботи:

$$Z_{np} = \frac{m_{осн} \cdot T_{осн} + m_{доп} T_{доп}}{W_{зм}}, \quad (2.26)$$

де $m_{осн}$, $m_{доп}$ – відповідно кількість основних і допоміжних працівників;

$T_{осн}$, $T_{доп}$ – відповідно час роботи основних і допоміжних працівників, год.

$$Z_{np} = \frac{1 \cdot 7}{9,67} = 0,72 \text{ люд.} \cdot \text{год} / \text{га.}$$

Визначаємо прямі експлуатаційні затрати на роботу МТА за формулою:

$$B_e = Z_{зп} + Z_{зб} + Z_{ам} + Z_{рто} + Z_{нал}, \quad (2.27)$$

де $Z_{зп}$ – сума затрат на заробітну плату, грн/га;

$Z_{ам}$ – сума амортизаційних відрахувань всіх складових агрегату для поверхневого обробітку (дискування), грн/га;

$Z_{рто}$ – сума відрахувань на ремонт і технічне обслуговування всіх складових агрегату для поверхневого обробітку (дискування), грн/га;

$Z_{нал}$ – грошові затрати на ПММ, грн/га;

$Z_{зб}$ – затрати на зберігання всіх складових агрегату для поверхневого обробітку (дискування), грн/га.

Затрати на заробітну плату визначаємо за формулою:

$$Z_{зп} = \frac{n_{мех} P_{мех} + n_{доп} P_{доп}}{W_{зод}}, \quad (2.28)$$

де $P_{мех}$, $P_{доп}$ – погодинна оплата праці механізаторів та допоміжних, грн./год.

$$Z_{зп} = \frac{1 \cdot 110}{1,18} = 93,22 \text{ грн./га.}$$

Балансова вартість окремих складових агрегату для поверхневого обробітку (дискування) визначаємо за формулою

$$B = Ц + k \cdot Ц; \quad (2.29)$$

де $Ц$ – ціна енергетичного засобу (агрегату для поверхневого обробітку (дискування)), грн.,

k – коефіцієнт торгової націнки (0,1-0,2) до ціни,

для трактора: $B_{тр} = 1200000 + 0,1 \cdot 1200000 = 1320000$ грн.;

для удосконаленого агрегату для поверхневого обробітку (дискування):

$$B_M = 220000 + 0,1 \cdot 220000 = 242000 \text{ грн.}$$

Амортизаційні відрахування для елементів МТА для поверхневого обробітку (дискування):

$$Z_{ам} = \frac{B_{тр} \alpha_{рентр}}{100 W_z t_{трф}} + \frac{n_M B_M \alpha_{ренм}}{100 W_z t_{мф}}, \quad (2.30)$$

де $B_{тр}$, B_M – балансова вартість трактора та дискової борони з котками, грн.;

$\alpha_{рентр}$, $\alpha_{ренм}$ – коефіцієнт відрахувань на відновлення (реновацію, амортизацію) трактора та дискової борони з котками, %;

n_M – кількість дискових борін в агрегаті, шт.;

$t_{трф}$, $t_{мф}$ – тривалість фактичного річного використання трактора та удосконаленої дискової борони з котками, год.

$$Z_{ам} = \frac{1320000 \cdot 12,5}{100 \cdot 1,38 \cdot 1800} + \frac{242000 \cdot 12,5}{100 \cdot 1,38 \cdot 300} = 139,49 \text{ грн./га.}$$

Відрахування на ремонт і технічне обслуговування визначаються за формулою:

$$Z_{рто} = \frac{B_{тр} (\alpha_{кртр} + \alpha_{ртотр})}{100 W_z t_{пртр}} + \frac{n_M B_M \alpha_{ртом}}{100 W_z t_{прм}}, \quad (2.31)$$

де $\alpha_{кртр}$ – коефіцієнт відрахувань на капітальний ремонт трактора, %;

$\alpha_{ртоатр}$, $\alpha_{ртом}$ – норма відрахувань на поточний ремонт та технічне обслуговування трактора та удосконаленої дискової борони відповідно, %;

$t_{пртр}$, $t_{прм}$ – нормативне річне завантаження трактора та удосконаленої дискової борони, год.

$$Z_{рто} = \frac{1320000 \cdot (4 + 22)}{100 \cdot 1,38 \cdot 1800} + \frac{242000 \cdot 16}{100 \cdot 1,38 \cdot 300} = 231,69 \text{ грн./га.}$$

Затрати на паливно-мастильні матеріали становлять:

$$Z_{нм} = Q C_k, \quad (2.32)$$

де C_k – комплексна ПММ, грн./кг.

Q – максимальна експлуатаційна витрата палива, кг/га:

$$Q = \frac{G_{зм}}{W_{зм}} = \frac{G_p T_p + G_x T_x + G_z T_z}{0,1 B_p V_p T_{зм} \tau}, \quad (2.33)$$

де $G_{зм}$ – змінна витрата палива, кг/зм;

G_p, G_x, G_z – годинна витрата палива двигуном трактора відповідно при роботі з навантаженням, на холостому ходу та роботі двигуна під час зупинок МТА, кг/год;

T_p, T_x, T_z – час використання агрегату для поверхневого обробітку (дискування) на відповідних режимах роботи, год.

$$Q = \frac{14 \cdot 5,3 + 7,2 \cdot 1,0 + 1,3 \cdot 0,7}{9,67} = 8,95 \text{ кг/га.}$$

Згідно формули (2.32) отримаємо:

$$Z_{нм} = 8,95 \cdot 60,0 = 537,0 \text{ грн/га.}$$

Витрати на зберігання усіх складових агрегату для поверхневого обробітку (дискування) становлять:

$$Z_{зб} = 0,065 Z_{пто}. \quad (2.34)$$

$$Z_{зб} = 0,065 \cdot 231,69 = 15,06 \text{ грн./га.}$$

Підставивши отримані значення формулу (2.27) будемо мати:

$$B_e = 93,22 + 139,49 + 231,69 + 537,0 + 15,06 = 1016,46 \text{ грн/га.}$$

Виконані розрахунки показують, що на сьогоднішній день прямі затрати на обробіток ґрунту МТА, до складу якого входять трактор КИЙ 14820 та удосконалена дискова борона становлять 1016,46 грн/га.

Висновки

1. Продуктивність удосконаленої ґрунтообробної борони в агрегаті з трактором КИЙ 14820 становить 9,67га/зм;

2. Для підвищення якості виконання операції обробітку ґрунту необхідно використовувати ґрунтообробну борону з індивідуальним кріпленням дисків, яка може поєднувати поверхневий та основний обробітку ґрунту;
3. Затрати праці на одиницю роботи складають 0,72люд·год/га;
4. Прямі експлуатаційні затрати під час використання агрегату для поверхневого обробітку (дискування) становлять 1016,46грн./га.

3 УДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ДИСКОВОЇ ГРУНТООБРОБНОЇ БОРОНИ

3.1 Обґрунтування конструктивної розробки

Для господарств з складним рельєфом доцільно використовувати малогабаритну ґрунтообробну техніку. Під час підготовки ґрунту під озимі культури доцільно поєднати основний та поверхневий обробітки. Найбільш ефективно в даному випадку працюватиме малогабаритна ґрунтообробна борона БГД-2,4, обробляючи ґрунт на глибину до 22см. Конструктивне виконання кріплень робочих органів (сферичних вирізних дисків) дозволяє виконати цю умову завдяки індивідуальному кріпленню кожного диска на стояках до рами. Але збільшена відстань між сусідніми сферичними вирізними дисками має доволі суттєвий недолік – під час технологічного процесу роботи борони нижній шар ґрунту має хвилеподібну основу, незважаючи на те, що батареї дисків розміщені у два ряди.

Ефективність роботи вказаної моделі дискової борони знижується також під час використання її на схилах та на полях, засмічених рослинністю та післяжнивними рештками через недостатнє кришіння пласта, його обертання й загорання рослинності, велика частина якої залишається поверх обробленої ділянки поля. Таке явище негативно впливає на процес її перегнивання, що вимагає виконання додаткових операцій, зокрема повторного обробітку ґрунту цією ж дисковою бороною.

Усунути вказаний недолік можна шляхом зміни конструкції рами (див. арк. 3 та 4 граф. частини), виконавши її з пристроєм для плавної зміни кута атаки дисків. Для цього додатково встановлюються два гідроциліндри, які через кронштейни управляють положенням секцій борони. Гідроциліндри можуть працювати синхронно або незалежно один від одного. Таким чином забезпечується незалежна зміна кута атаки передньої чи задньої секції.

Запропонована конструкція рами зі змінним (регульованим) кутом атаки дискового знаряддя дозволить розширити її технологічні можливості на полях зі складним рельєфом та засмічених рослинністю (пожнивними рештками).

3.2 Розрахунок запропонованого удосконалення

3.2.1 Розрахунок технологічних параметрів сферичних дисків

Основні технологічні регульовані параметри сферичних дисків запропонованої удосконаленої дискової борони – це кут β між площиною обертання самого диска і напрямком поступального руху агрегату (кут атаки).

Запропоноване удосконалення борони дозволить в автоматизованому режимі змінювати кут атаки дисків від 0 до 35 град.

Між діаметром диска D і глибиною обробітку a ґрунту дисковою бороною рекомендується таке співвідношення [4]:

$$D = k \cdot a, \quad (3.1)$$

де k – коефіцієнт, який для плугів лежить в межах від 3,0 до 3,5;

$$D = 3 \cdot 0,22 = 0,66 \text{ м, приймаємо } D = 0,65 \text{ м.}$$

Радіус r кривини сфери диска впливає на його здатність кришити, розпушувати й обертати скибу і залежить від його діаметра D і може бути визначений з умови

$$r = \frac{D}{2 \cdot \sin \varepsilon_1}, \quad (3.2)$$

де ε_1 – передній кут, град., $\varepsilon_1 = 22\text{-}26$ град.

Кут загострення i (змінюється в межах 10-20 град.) також має суттєвий вплив на технологічні можливості під час технологічного процесу роботи диска. Загострюють сферичні диски переважно з зовнішнього випуклого боку, а для роботи на твердих ґрунтах – із внутрішнього боку [4].

Кут ω нахилу фаски диска до його основи зв'язаний із переднім кутом ε_1 та кутом загострення i наступним співвідношенням:

$$\omega = i + \varepsilon_1, \quad (3.3)$$

$$\omega = 15 + 24 = 39 \text{ град.}$$

Кут різання α залежить від кута загострення i та заднього кута ε_2 , тобто:

$$\alpha = i + \varepsilon_2, \quad (3.4)$$

$$\alpha = 15 + 20 = 35 \text{ град.}$$

Товщина δ сферичних дисків для роботи на важких ґрунтах визначається за формулою

$$\delta = 0,008 \cdot D + 1, \quad (3.5)$$

$$\delta = 0,008 \cdot 650 + 1 = 6,2 \text{ мм.}$$

Кут атаки β сферичних дисків досить суттєво впливає на процес їх роботи – із його збільшенням покращується кришіння та розпушування ґрунту, краще підрізуються бур'яни і загортається їх насіння для примусового проростання і наступного знищення повторним дискуванням. Проте надмірне (понад 40град.) збільшення кута атаки ускладнює сповзання(самоочищення) часточок ґрунту з поверхні сферичного диска, що призводить до їх скупчення перед диском і утворення брил. Через те для запропонованого удосконаленого до дискової борони для її роботи на максимальній глибині 0,22м потрібно вибирати максимальний кут атаки β , що не перевищуватиме 35град.

Після проходу батареї дисків на полі кожним диском утворюються гребені, висота яких в цілому характеризує якість обробітку ґрунту. Вона залежить від діаметра диска D , кута атаки β та відстані між дисками b , взаємозв'язок між якими проглядається на рисунку 3.1.

З рисунка видно, що у прямокутному трикутнику OAB $OB=(D/2)$, $AO=(D/2)-h$ та $AB=(c/2)$.

Виходячи з цього, можна записати:

$$\left(\frac{D}{2}\right)^2 = \left(\frac{D}{2} - h\right)^2 + \left(\frac{c}{2}\right)^2, \quad (3.6)$$

Після перетворення формула (3.6) набере вигляду:

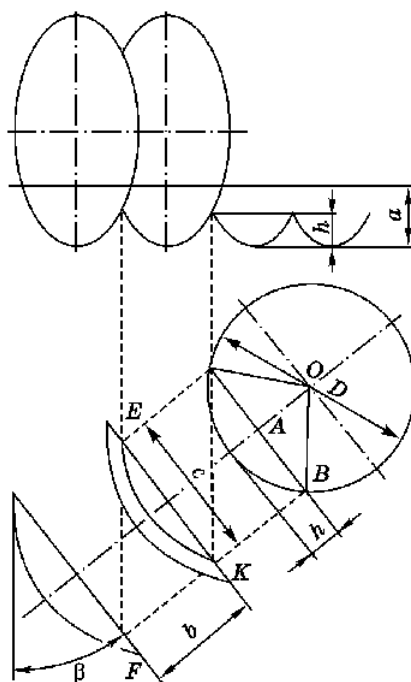


Рисунок 3.1 Схема для визначення висоти гребенів

$$h^2 - D \cdot h + \left(\frac{c}{2}\right)^2 = 0, \quad (3.7)$$

звідки

$$h = \frac{D}{2} - \frac{1}{2} \sqrt{D^2 - c^2}. \quad (3.8)$$

З трикутника EFK $c = b \operatorname{ctg} \beta$, тому

$$h = \frac{D}{2} - \frac{1}{2} \sqrt{D^2 - b^2 \cdot \operatorname{ctg}^2 \beta}. \quad (3.9)$$

Залежність (3.9) вказує на те, що висота гребенів h із збільшенням кута атаки β зменшується.

Відстань між дисками b потрібно вибирати з умови запобігання заклинюванню скиби ґрунту між сусідніми дисками в батареї. Цього можна досягти у випадку виконання умови:

$$b \geq 1,5a. \quad (3.10)$$

$$b \geq 1,5 \cdot 0,22 = 0,33, \text{ приймаємо } b = 0,35 \text{ м.}$$

Отже, для ефективної роботи удосконаленої дискової борони, обладнаної пристроєм для автоматичної зміни кута атаки для максимального кута $\beta = 35$ град., відстанню між дисками $b = 0,35$ м, величина h становитиме:

$$h = \frac{0,70}{2} - \frac{1}{2} \sqrt{0,65^2 - 0,35^2 \cdot \text{ctg}^2 35^\circ} = 0,09 \text{ м.}$$

3.2.2 Визначення сил і моментів, що діють на диск

Диски удосконаленої борони БГД-2,4 кріпляться до поперечної балки індивідуально за допомогою кронштейна. Зміна кута атаки β до 35град. призводить до зростання питомого опору борони, особливо на глибині обробітку понад 20см, особливо на полях з великою кількістю післяжнивних решток кукурудзи, соняшнику, ріпаку, сорго. Тому метою розрахунку є перевірка запропонованих конструктивних елементів кріплення диска до балки кожної з секцій.

Навантаження на підшипник А (рисунок 3.2) дискового робочого органу борони визначаємо з умови рівності моментів сил G , що характеризує спільну вагу секції та вертикальної сил R' , які діють у вертикальній площині тобто:

$$Gl_1 = R' \sin \gamma \cdot l_2. \quad (3.11)$$

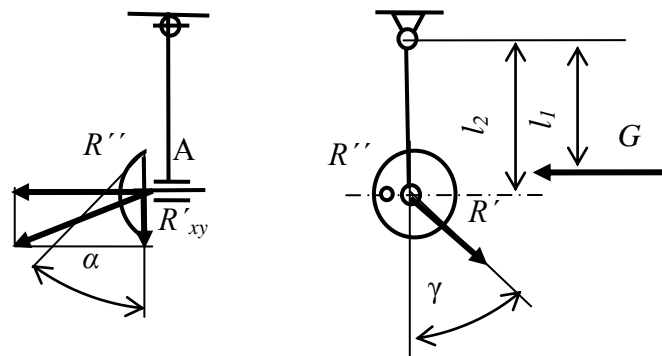


Рисунок 3.2 Схема сил, що діють на диск борони

Виходячи з (3.11) вертикальна сила становить:

$$R' = \frac{G \cdot l_1}{\sin \gamma \cdot l_2}, \quad (3.12)$$

де, l_1, l_2 – відповідно плече сили G і відстань від центра осі кріплення батареї до центра осі обертання диска, м,
 γ – кут між напрямком дії вертикальної сили R' і горизонтальною площиною, град.

$$R' = \frac{0,3 \cdot 0,5}{\sin 48 \cdot 0,6} = 0,34 \text{ кН.}$$

В осьовому напрямку на підшипник А (див. рисунок 3.2) нього діє сила $R'' = 2,47 \text{ кН}$, зумовлена опором ґрунту під час його обробітку, а в горизонтальній площині – радіальна сила, яку визначаємо з умови:

$$R'_{xy} = R' \cdot \cos \gamma, \quad (3.13)$$

$$R'_{xy} = 0,34 \cdot \cos 48 = 0,23 \text{ кН.}$$

Визначаємо момент, який намагається скрутити стійку кріплення диска за годинниковою стрілкою:

$$M_{кр} = \frac{R''(D - a)}{2}, \quad (3.14)$$

$$M_{кр} = \frac{2,47 \cdot (0,65 - 0,22)}{2} = 0,53 \text{ кН} \cdot \text{м.}$$

Поздовжня складова реакції ґрунту становить:

$$R_x = R'' \cdot \sin \alpha + R' \cdot \cos \gamma \cdot \cos \alpha, \quad (3.15)$$

$$R_x = 2,47 \cdot \sin 35 + 0,34 \cdot \cos 48 \cdot \cos 35 = 1,59 \text{ кН.}$$

Поперечна складова реакції ґрунту визначається за формулою

$$R_y = R'' \cdot \cos \alpha + R' \cdot \cos \gamma \cdot \sin \alpha, \quad (3.16)$$

$$R_y = 2,47 \cdot \cos 35 + 0,34 \cdot \cos 48 \cdot \sin 35 = 2,12 \text{ кН.}$$

Вертикальна складова реакції ґрунту визначається за формулою

$$R_z = R' \cdot \sin \gamma, \quad (3.17)$$

$$R_z = 0,34 \cdot \sin 48 = 0,25 \text{ кН.}$$

Отже, на підшипникову опору кріплення батарей дисків діє вертикальна складова $R_z = 0,25 \text{ кН}$, поздовжня складова $R_x = 1,595 \text{ кН}$ та поперечна складова $R_y = 2,12 \text{ кН}$ складові реакції ґрунту.

3.2.3 Попередній розрахунок стійки кріплення диска

Виходячи з умов індивідуального кріплення диска до поперечної балки секцій визначаємо матеріал та профіль (суцільний чи трубчастий вал) для виготовлення стійки.

Під час роботи на кожен стійку диска діють знакоперемінні навантаження під дією сил, що передаються на диск у вертикальній і горизонтальній площинах, а також крутний та згинальний моменти.

Визначаємо крутні моменти, які можуть передавати вали [23]:

- для суцільного вала :

$$M_k = 0.2 \cdot d^2 [\tau], \quad (3.18)$$

- для трубчастого вала:

$$M_k = 0.2 \cdot D^3 \cdot (1 - \alpha^4) [\tau], \quad (3.19)$$

де α – відношення внутрішнього діаметра трубчастого вала до зовнішнього, $[\tau]$ – допустиме напруження кручення, МПа.

$$\alpha = \frac{d}{D} = 0.82.$$

Визначаємо профіль вала за площею його поперечного перерізу.

Площа поперечного перерізу суцільного вала:

$$F_c = \frac{\pi \cdot d^2}{4}, \quad (3.20)$$

$$F_c = \frac{3.14 \cdot 46^2}{4} = 1661.06 \text{ мм}^2.$$

Площа поперечного перерізу трубчастого вала :

$$F_{mp} = \frac{\pi \cdot D^2}{4} (1 - \alpha^2), \quad (3.21)$$

$$F_{mp} = \frac{3.14 \cdot 56^2}{4} (1 - 0.82^2) = 555 \text{ мм}^2.$$

Визначаємо відношення поперечних перерізів для визначення оптимального профілю сталюого вала за $\alpha = 0.82$, а саме:

$$\frac{F_c}{F_{mp}} = \frac{1660.6}{555} = 2.99.$$

Таким чином, отримане відношення вказує на те, що стійку для індивідуального кріплення диска удосконаленої борони доцільно вибрати трубчастою з вищенаведеними перерізами.

3.2.4 Перевірочний розрахунок стійки диска

Мета розрахунку – визначити напруження згину та кручення і запас міцності за цими напруженнями в найбільш небезпечному перерізі стійки. Найбільш небезпечним перерізом є підшипникова опора зі сторони встановлення диска.

Визначаємо напруження згину за формулою [23]

$$\sigma_{зг} = \frac{M}{W_3}, \quad (3.22)$$

де W_3 - момент опору згину в перерізі, мм^3 ,

M – еквівалентний момент, що діє на стійку диска і враховує крутний і згинальний моменти, $\text{Н} \cdot \text{мм}$.

$$W_3 = \frac{\pi \cdot d^3}{32} \quad (3.23)$$

$$W_3 = \frac{3.14 \cdot 46^3}{32} = 6280 \text{ мм}^3.$$

Тоді
$$\sigma_{зг} = \frac{44.23 \cdot 10^3}{6280} = 7.04 \text{ Н/мм}^2.$$

Напруження кручення визначають за формулою [23]

$$\tau_{KP} = \frac{M}{W_{KP}} \quad (3.24)$$

де W_{KP} - момент опору кручення в перерізі, мм^3 .

$$W_{KP} = \frac{\pi \cdot d^3}{16} \quad (3.25)$$

$$W_{KP} = \frac{3.14 \cdot 46^3}{16} = 12560 \text{ мм}^3.$$

Тоді
$$\tau = \frac{44.23 \cdot 10^3}{12560} = 3.52 \text{ Н/мм}^2.$$

Запас міцності за напруженнями згину становить [23]:

$$\eta_{\sigma} = \frac{\sigma_T}{\sigma_{3T}} \quad (3.26)$$

де σ'_T - межа витривалості за симетричного циклу згину, Н/мм^2 .

$$\sigma'_T = \sigma_T \cdot \varepsilon_T, \quad (3.27)$$

де ε_T - масштабний коефіцієнт для нормальних напружень, $\varepsilon_T = 0.8$ [23].

$$\sigma'_T = 280 \cdot 0.8 = 224 \text{ Н/мм}^2,$$

$$\eta_{\sigma} = \frac{224}{7.04} = 31.82.$$

Запас міцності за напруженнями кручення

$$\eta_{\tau} = \frac{\tau'_{KP}}{\tau} \quad (3.28)$$

де τ'_{KP} - межа виносливості при симетричному циклі кручення, Н/мм^2 .

$$\tau'_{KP} = \tau_l \cdot \varepsilon_T, \quad (3.29)$$

$$\tau'_{KP} = 150 \cdot 0.8 = 120 \text{ Н/мм}^2$$

$$\eta_{\tau} = \frac{120}{3.52} = 34.09 \text{ Н/мм}^2$$

Визначаємо коефіцієнт запасу міцності за формулою [23]

$$S = \frac{\eta_{\sigma} \cdot \eta_{\tau}}{\sqrt{\eta_{\sigma}^2 + \eta_{\tau}^2}}, \quad (3.30)$$

$$S = \frac{31.82 \cdot 34.09}{\sqrt{31.82^2 + 34.09^2}} = 23.28 > [S].$$

Отже, умова міцності забезпечена, бо для нормальної роботи $[S] = 1.5 \div 1.7$. Враховуючи умови жорсткості рекомендується $[S] = 2.5 \div 3.0$. Отримане значення відповідає цим умовам.

3.3.5 Розрахунок пальця фіксації секції на рамі борони

Під час зміни кута атаки гідроциліндром, секція повертається навколо осі в кронштейні, а вільний її кінець фіксується на поздовжніх балках борони за допомогою пальця (рисунок 2,3).

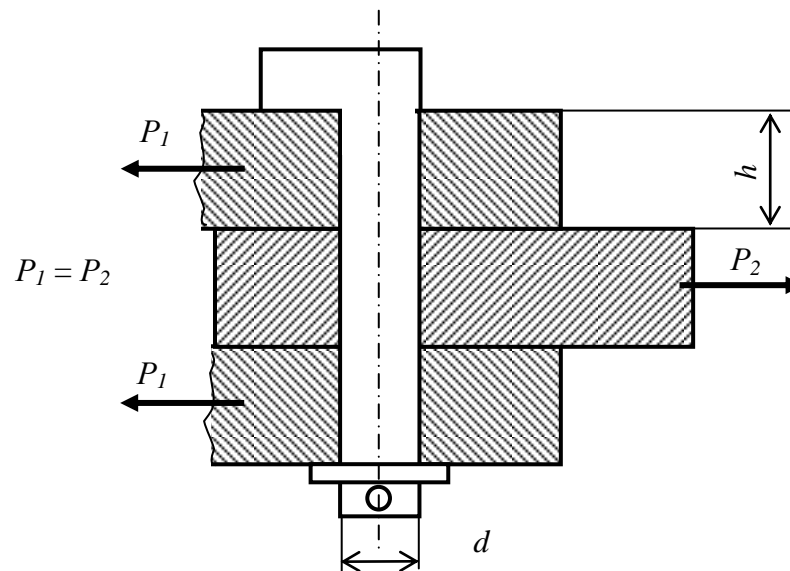


Рисунок 3.3 Схема для розрахунку діаметра пальця

З попередніх розрахунків відомі зусилля, що діють на секцію, які в свою чергу подаються до пальця-фіксатора кута атаки. Тому метою розрахунку є визначення діаметра пальця за відомими силами, що на нього діють, враховуючи максимально можливе навантаження у випадку набігання дискового знаряддя (секції) на перешкоду.

Палець виготовляємо з матеріалу Ст 3 для якого $[\tau]_{зр.} = 50 \text{ МПа}$ [5]. За відомим напруженням зрізу в найбільш небезпечному перерізі визначаємо діаметр пальця за формулою

$$d \geq \sqrt{\frac{4P}{n\pi[\tau]_{зр}}} \quad (3.31)$$

де P – сила, що діє на палець, Н;

n – кількість площин зрізу, $n=2$.

Сила P визначається, як максимально можлива величина тягового зусилля, що припадає на палець в процесі його роботи, тобто $P=7830\text{Н}$.

$$\text{Тоді} \quad d = \sqrt{\frac{4 \cdot 7830}{2 \cdot 3,14 \cdot 50}} = 9,98 \text{ мм.}$$

приймаємо $d=12\text{мм}$.

Перевіряємо міцність з'єднання на зминання, враховуючи що

$$\sigma_{зм} = \frac{P}{A_{зм}} = \frac{P}{2dh} \leq [\sigma]_{зм} \quad (3.32)$$

де h – товщина балки рами борони, мм

$$\sigma_{зм} \frac{7830}{2 \cdot 12 \cdot 60} = 5,44 \text{ МПа.}$$

Оскільки $[\sigma]_{зм} = 200\text{МПа}$, то умова (3.32) виконується.

Висновки

1. Для ефективної роботи удосконаленого агрегату за максимального кута атаки відстань між дисками має становити 0,35м, при цьому буде забезпечена глибина обробітку не менше 0,22м.
2. На підшипникову опору диска діє вертикальна складова $R_z = 0,25\text{кН}$, поздовжня $R_x = 1,51\text{кН}$ та поперечна $R_y = 2,12\text{кН}$ складові реакції ґрунту.
3. Для стійки диска доцільно вибрати трубчастий вал, зовнішній діаметр якого $D=56\text{мм}$, а внутрішній $d = 46\text{мм}$.
4. Для фіксації секції на рамі за відповідного кута атаки вибираємо палець, діаметром 12мм.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Окреслення чинників можливих травм та аварій під час поверхневого обробітку ґрунту

Поверхневий обробіток ґрунту проводиться агрегатом, до складу якого входить трактор КИЙ 14820 та удосконалена борона БГД-2,4.

Серед основних можливих чинників отримання травм та виникнення аварій необхідно виділити постійно небезпечні зони (рисунок 4.1).

Особливо небезпечною є зона приєднання (зачеплення) удосконаленої ґрунтообробної борони до трактора (заштрихована ділянка А), де розміщені елементи системи начіпки 1 трактора та гідроапаратура. Знаходиться в цій зоні при включеному ВВП забороняється. Під час навішування борони на трактор обов'язково зашплінтувати місця з'єднань. Необхідно слідкувати за справністю гідроапаратури та гідропроводів, які повинні з'єднуватись за допомогою розривних муфт.

Наступним травмонебезпечним місцем є гідроциліндри 2, що переводять секції на відповідний кут атаки. Необхідно слідкувати за надійністю їх кріплення до кронштейна рами та фіксацією болтових з'єднань, а також справністю гідрокommunікацій. Забороняється змінювати кут атаки секцій під час технологічного процесу з опущеними робочими органами на глибину понад 0,1 м.

Травмонебезпечними є робочі органи – сферичні диски 3 із загостреною різальною кромкою. Очищення їх від ґрунту, рослинних решок, проводити тільки після зупинки МТА. Загострювати різальні кромки дисків необхідно в стаціонарних умовах пошкоджені та з зазубринами диски слід замінювати.

Очищати робочі органи борін, які мають загострені кромки, від рослинних решток та бруду необхідно в рукавицях, користуючись спеціальними чистиками.

Прутковий коток 4 під час роботи обертається і може викидати за межі машини каміння, рослинні рештки чи грудочки землі. Необхідно своєчасно проводити регулювання тиску котка на ґрунт. Слід остерігатися обертових частин котка під час роботи агрегату в загінці.

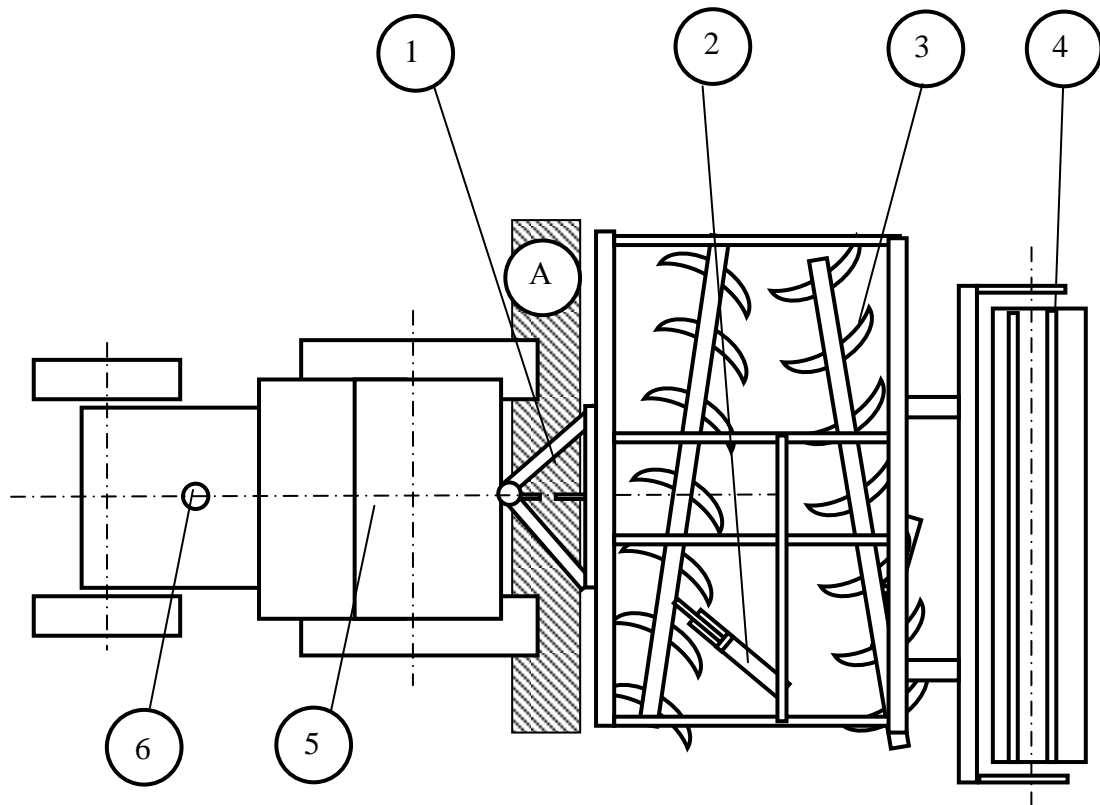


Рисунок 4.1 Схема розміщення постійних травмонебезпечних зон на агрегаті для поверхневого обробітку ґрунту (дискування):

1 – система начіпки борони; 2 – гідроциліндр; 3 – сферичні диски; 4 – прутковий коток; 5 – кабіна енергетичного засобу; 6 – відпрацьовані гази.

Робочі органи борони становлять певну небезпеку у випадку переведення їх у робоче або транспортне положення. Під час виконання такого маневру необхідно слідкувати за положенням важеля гідророзподільника. Опускати машину слід обережно, щоб не пошкодити робочі органи агрегату. Виконуючи такий маневр, необхідно впевнитись у відсутності біля агрегату сторонніх осіб. У транспортному положенні необхідно зафіксувати борону на безпечній висоті.

Робоче місце механізатора 5 розглядаються також як елемент, в якому при певних умовах можуть виникати поломки чи пошкодження, що призведе до аварій. Так енергетичний засіб повинен рухатися з певною швидкістю, особливо на поворотах та при роботі на схилах. Кабіна трактора теж вимагає до себе уваги, оскільки в ній повинен забезпечуватися певний мікроклімат, відсутність угарних газів 6, освітленість робочого місця. Сидіння є основним компонентом робочого

місця. Зручність його визначається відповідністю розміром тіла людини і можливістю зміни робочої пози. Робоча поза впливає як на рівень продуктивності праці, так і на стан здоров'я працюючого.

За відсутності даних вимог механізатор може зазнати травм, пошкоджень або захворюти.

4.2 Розрахунок стійкості роботи МТА

Під час руху агрегату по криволінійній ділянці виникає відцентрова сила, яка діє на МТА для дискування у напрямку від центра повороту. Якщо своєчасно не знизити швидкість, то внаслідок бокового ковзання коліс (занос) може статися перекидання.

Тоді швидкість руху трактора на повороті, при якій починається перекидання, можна визначити за формулою [6, 7]:

$$V_{max} = \sqrt{\frac{B \cdot R \cdot g}{2 \cdot h_y}}, \quad (4.1)$$

де B – ширина колії, м;

R – мінімальний радіус повороту, м;

g – прискорення вільного падіння, м/с²;

h_y – висота центру ваги трактора, м;

$$V_{max} = \sqrt{\frac{1,8 \cdot 4,3 \cdot 9,8}{2 \cdot 1,4}} = 5,35 \text{ м/с.}$$

У сучасних тракторах спочатку відбувається занос (бокове ковзання коліс), а вже потім перекидання.

Визначаємо швидкість руху на повороті при якій виникає початок заносу:

$$V_{max} = \sqrt{R \cdot g \cdot \varphi}, \quad (4.2)$$

де φ – коефіцієнт поперечного зчеплення коліс з дорогою.

$$V_{max} = \sqrt{4,3 \cdot 9,8 \cdot 0,45} = 4,31 \text{ м/с.}$$

Якщо агрегат працює на схилі, то його поперечний максимальний кут буде становити:

$$\beta = \arctg K_c, \quad (4.3)$$

де K_c – коефіцієнт статичної стійкості;

$$k_c = \frac{B}{2 \cdot h_y}, \quad (4.4)$$

$$k_c = \frac{1,8}{2 \cdot 1,4} = 0,64.$$

Тоді

$$\beta = \arctg 0,64 \approx 32 \text{ град.}$$

Дані розрахунки показують, що швидкість агрегату для поверхневого обробітку ґрунту (дискування) на поворотах повинна бути обмежена до 4,31 м/с для запобігання виникнення травмонебезпечних ситуацій, а максимальний кут схилу для його роботи не повинен перевершувати 32 град.

4.3 Техніка безпеки при роботі на агрегаті для дискування

Для безпечної роботи на МТА для поверхневого обробітку ґрунту (дискування) потрібно дотримуватись наступних правил:

- не допускати до роботи осіб без посвідчення машиніста–тракториста на керування машиною і тих, що не пройшли інструктаж з техніки безпеки, про що має бути зроблений відповідний запис в журналі;
- стороннім особам категорично забороняється знаходитися на працюючій машині, а також в безпечній близькості від неї;
- забороняється проводити ремонт або регулювання вузлів машини під час її руху;
- всі види регулювань і технічного догляду слід виконувати тільки після повної зупинки машини і вимкненому двигуні трактора;

- забороняється проводити будь-які регулювання або роботи під дисковою ґрунтообробною бороною, якщо під колеса енергетичного засобу не поставлені противідкочувальні башмаки;
- забороняється робота на агрегаті в не заправленому одязі із звисаючими полами і рукавами;
- перед початком роботи потрібно впевнитися в повній справності всього агрегату, перевірити наявність і міцність кріплення всіх захисних щитків і огорож;
- забороняється знаходитися спереду агрегату під час його руху;
- інструменти, пристосування і обладнання для технічного обслуговування мають відповідати своєму призначенню, бути справними і забезпечувати безпечність проведення робіт;
- категорично забороняється знаходитися на агрегаті під час його руху;
- в кабіні трактора треба мати аптечку і слідкувати за поповненням її всіма необхідними медикаментами;
- не допускати перевезення вантажу на машині;
- під час роботи агрегату не можна стояти на рамі чи сніці знаряддя;
- перед тим як зійти з трактора механізатор повинен вимкнути важіль гідропіднімача та опустити на землю начіпну машину;
- категорично забороняється вмикати важіль гідропіднімача, стоячи на землі біля ґрунтообробної борони. Важіль вмикають тільки із сидіння трактора;
- не можна працювати, якщо несправні знаряддя або гідросистема трактора;
- при поворотах, розворотах і при їзді по похилій дорозі швидкість зменшити до 3-4км/год ;
- після зупинки машини обов'язково перевести важіль коробки передач в нейтральне положення і виключити ВВП;
- обганяти транспортні засоби, швидкість руху якого рівна або перевищує вказану транспортну швидкість руху машини, забороняється.
- під час роботи не можна курити; перед прийманням їжі слід вимити руки і сполоснути водою порожнину рота;

- на агрегаті не дозволяється працювати безперервно впродовж двох змін одним і тим самим механізаторам;
- суворо дотримуватися прийнятої технології робіт;
- перед експлуатацією агрегату механізатор зобов'язаний уважно ознайомитися з інструкцією щодо будови, складання, догляду і експлуатації його.

Висновки

1. На МТА для поверхневого обробітку ґрунту, що складається з трактора КИЙ 14820 і дискової борони БГД-2,4 виділяються 7 основних травмонебезпечних зон і місць.
2. Для безпечної роботи агрегату його швидкість руху на поворотах не повинна перевищувати 4,31 м/с.
3. Перекидання агрегату може відбутися ,якщо його швидкість на повороті буде вищою за 5,35 м/с ,а максимальний кут схилу – 32 град.

5 ОХОРОНА ДОВКІЛЛЯ

5.1 Основні чинники негативного впливу на довкілля під дискового обробітку ґрунту

Екстенсивне використання земельних та водних ресурсів шляхом збільшення залучування до виробництва земельних площ, вирощування сільськогосподарських культур в посушливих районах завдяки їх зрошенню, широке використання хімічних та біологічних засобів для збільшення врожаю – все це є причиною глобальної зміни клімату, порушення температурного і водного балансів [6].

Використання енергетичних засобів на окремих механізованих операціях під час вирощування і збирання усіх сільськогосподарських культур, особливо під час обробітку ґрунту призводить до надмірного ущільнення його поверхневого шару. Ходові системи енергетичних засобів, які рухаються полем, негативно діють на ґрунт, що призводить до зниження їх родючості та зменшення гумусового шару, утруднюється доступ вологи, повітря та поживних речовин до кореневих систем культурних рослин.

Шкідливого впливу завдає нерозумне використання пестицидів – хімічних засобів захисту рослин від шкідників і хвороб, які діють вони швидко і ефективно, проте їх застосування має також негативні наслідки для довкілля і здоров'я людини. Негативно впливаючи на ґрунт, пестициди знижують їх родючість. Через поглинання і накопичення пестицидів відбувається забруднення ними сільськогосподарської продукції. Також при надмірному використанні мінеральних добрив вони в ґрунті повністю не розчиняються. Велика частина їх залишається, що зумовлює зменшення врожайності, а цим самим зцементовує ґрунт.

Сучасне сільськогосподарське виробництво не можливо уявити без застосування мінеральних добрив та мікродобрив методом поверхневого розподілу або прикореневим підживленням. За неправильної організації їх внесення добрива є серйозними забруднювачами навколишнього середовища через те, що стічні води забруднюють ґрунт та водойми, а аміак та сірководень надходять до атмосфери. Тому, щоб забезпечити екологічну чистоту атмосферного повітря й запобігти не-

гативному впливу добрив на ґрунт необхідно правильно організувати роботу МТА, які готують, транспортують та вносять добрива у ґрунт.

5.2 Охорона та раціональне використання ґрунтів

Ґрунт – найважливіший ресурс людства. Вони відіграють активну роль очищенні природних і стічних вод, ґрунтово-рослинний покрив є регулятором водного балансу суші. Багатовікове використання землі з ураженням ерозійними процесами призвели до значного зливу і видування ґрунтів, утворення ярів, наносів пісків, замулення ставків, водойм, річок.

Тому в кожному господарстві необхідно щорічно проводиться заходи щодо покращання родючості цих ґрунтів, зокрема вапнування, гіпсування, ерозійні заходи.

Значних збитків сільському господарству завдає ерозія. Тому, одним з найважливіших природоохоронних засобів є боротьба з ерозією. Ерозія – руйнування ґрунту потоками води або вітру, а також технічними засобами [16]. Найбільш ефективним заходом щодо недопущення ерозійних проявів в часі виконання окремих механізованих операцій під час вирощування і збирання основних сільськогосподарських культур є правильна організація використання МТА, особливо на схилах з доцільним для цих умов вибором їх способу руху. За необхідності доцільно використовувати розширювачі колісних рушіїв і спарювання опорних коліс, щоб зменшити їх негативний вплив на ґрунт.

Практика господарства переконливо показує, що проблема боротьби з ерозією ґрунтів має розвиватись на основі планового проведення комплексу протиерозійних заходів. Найбільш поширеними заходами є організаційно-господарські, протиерозійні, агротехнічні, агролісомеліораційні та гідротехнічні. Вони передбачають безпечно в ерозійному відношенні сільськогосподарське використання земель і найбільш ефективно використання різних способів і методів боротьби з ерозією. Боротьба з водною ерозією ведеться різними способами, а саме проводиться ґрунтозахисна сівозміна. А боротьба з вітровою ерозією передбачає захист полів від вітру, збереження в ґрунті вологи.

Під час поверхневого обробітку ґрунту дисковими знаряддями, особливо в роки з підвищеною вологістю ґрунтів забороняється використовувати вузькопрофільні шини на ґрунтообробних агрегатах.

5.3 Зберігання і використання паливно-мастильних матеріалів

Пасивне відношення до паливно-мастильних матеріалів також призводить до забруднення довкілля.

Спалюючи велику кількість палива, самохідна сільськогосподарська техніка викидає у повітря дуже багато шкідливих газів, що спричиняють забруднення повітря. Тому правильне зберігання і використання нафтопродуктів – один із найважливіших чинників охорони атмосферного повітря.

Під час поверхневого обробітку ґрунту потрібно вибирати такі режими роботи МТА, які відповідають екологічній його роботі. Особливо це стосується ділянок поля, що прилягають до кущових насаджень або польових доріг.

5.4 Шляхи зниження негативної дії на довкілля об'єкту дослідження

Кожен вид матеріального виробництва передбачає перетворення енергії і матеріальних ресурсів, утворюючи при цьому як енергетичні така і матеріальні відходи. При плануванні впровадження нових технологічних підходів чи організаційних заходів під час обробітку ґрунту насамперед має звертатися увага на використання ресурсо- та енергоощадних технологій, вирішення проблем створення екологічно чистих виробництв. Запропоноване нововведення, крім його технічної чи технологічної доцільності, має бути кроком в напрямку реальної мінімізації екологічного впливу на довкілля (вода, повітря, ґрунт, безпека для життя і здоров'я людей) та появи непридатних матеріально-речовинних і енергетичних відходів. Має забезпечуватися, по можливості, концентрація відходів, їх повторне використання, можливі чи передбачувані технологічні шляхи видалення чи захоронення відходів.

Зменшення негативного впливу від ущільнення ґрунту засобами механізації під час обробітку ґрунту можна досягнути наступними конструктивними та організаційними заходами:

- використання гусеничних тракторів та тракторів з напівгусеничною ходовою частиною, у яких питомий тиск на ґрунт значно нижчий ніж у колісних;
- використання розширювачів колісних рушіїв і спарювання опорних коліс;
- раціональне комплектування машинно-тракторних агрегатів;
- широке використання енергонасичених тракторів в агрегаті із широкозахватними комплексними агрегатами, які забезпечують зменшення кількості проходів на полі;
- використання тракторів, що працюють на підвищених швидкостях.

Висновки

1. Під час поверхневого обробітку ґрунту дисковими знаряддями, особливо в роки з підвищеною вологістю ґрунтів на ґрунтообробних агрегатах потрібно використовувати вузькопрофільні шини,
2. Для запобігання негативної дії МТА для обробітку ґрунту необхідно правильно вибирати його спосіб руху й розвороту в кінці загінки,
3. Усі відпрацьовані технологічні матеріали, що мають шкідливу дію мають бути утилізовані.

6 ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ УДОСКОНАЛЕНОЇ ГРУНТООБРОБНОЇ БОРОНИ

Суть розрахунку економічної ефективності застосування удосконаленої грунтообробної борони полягає у визначенні й порівняльній оцінці техніко-економічних показників обробітку ґрунту за різних умов роботи машин, що виконують [13, 16, 20].

Для порівняння вибираємо базову операційну технологію, яка передбачає використання грунтообробної борони БГД-2,4 в базовій комплектації, яка агрегується з трактором КИЙ 14820.

Таким чином розрахунки техніко-економічних показників зводяться до визначення кращої із варіантів операційної технології. Якщо вважати, що грунтообробна борона без удосконалення може працювати на швидкості до 8,0 км/год. (вибираємо другу передачу трактора), а тому необхідно провести перерахунок даної операції за методикою, наведеною в розділі 2 дипломного проекту.

Продуктивність МТА (див. формула 2.20):

$$W_{зм} = 0,1 \cdot 2,4 \cdot 7,2 \cdot (1 - 0,15) \cdot 0,76 \cdot 7 = 7,81 \text{ га/зм.}$$

Продуктивність МТА за годину (див. формула 2.24):

$$W_{год} = 7,81 / 7 = 1,12 \text{ га/год.}$$

Визначаємо затрати праці на одиницю роботи (див. формула 2.25):

$$Z_{пр} = \frac{1 \cdot 7}{7,81} = 0,90 \text{ люд. \cdot год / га.}$$

Затрати на заробітну плату визначаємо за формулою (2.28):

$$Z_{зп} = \frac{1 \cdot 110,0}{1,12} = 98,21 \text{ грн./га.}$$

Балансова вартість базової моделі борони БГД-2,4 (див. формулу 2.29):

$$B_m = 190000 + 0,1 \cdot 190000 = 209000 \text{ грн.}$$

Амортизаційні відрахування для елементів МТА (див. формулу 2.31):

$$Z_{ам} = \frac{1320000 \cdot 12,5}{100 \cdot 1,12 \cdot 1800} + \frac{209000 \cdot 12,5}{100 \cdot 1,12 \cdot 300} = 159,60 \text{ грн./га.}$$

Відрахування на ремонт і технічне обслуговування (див. формулу 2.32):

$$Z_{рмо} = \frac{1320000 \cdot (4 + 22)}{100 \cdot 1,12 \cdot 1800} + \frac{209000 \cdot 16}{100 \cdot 1,12 \cdot 300} = 269,76 \text{ грн./га.}$$

Максимальна експлуатаційна витрата палива (див. формулу 2.34):

$$Q = \frac{14 \cdot 5,3 + 7,2 \cdot 1,0 + 1,3 \cdot 0,7}{7,81} = 10,31 \text{ кг/га.}$$

Затрати на паливно-мастильні матеріали (див. формулу 2.33):

$$Z_{пм} = 10,31 \cdot 60,0 = 618,6 \text{ грн/га.}$$

Витрати на зберігання машин (див. формулу 2.35):

$$Z_{зб} = 0,065 \cdot 269,76 = 17,53 \text{ грн./га.}$$

Прямі експлуатаційні затрати (див. формулу 2.28):

$$B_e = 98,21 + 159,60 + 269,76 + 618,6 + 17,53 = 1163,70 \text{ грн/га.}$$

Отриману суму всіх розрахованих складових прямих експлуатаційних затрат й отримані результати розрахунків зводимо в таблицю 6.1 для остаточного аналізу ефективності використання МТА.

Таблиця 6.1–Показники використання МТА під час обробітку ґрунту

Показники	Базовий агрегат	Удосконалений агрегат	Відхилення, +/-	
			абсолютні	відносні, %
Склад МТА	КІЙ 14820+ +БГД-2,4	КІЙ 14820+ +БГД-2,4	4	5
1	2	3	4	5
Продуктивність, га/зм.	7,81	9,67	+1,86	+19,23
Затрати праці, люд.год./га	0,90	0,72	-0,18	-20,0
Сума прямих затрат, грн./га	1163,70	1016,46	-147,24	-12,65
в т.ч. на заробітну плату	98,21	93,22	-4,99	-5,08
- на амортизацію	159,60	139,49	-20,11	-12,60
- на ремонт і ТО	269,76	231,69	-38,07	-14,11

Продовження табл. 6.1

1	2	3	4	5
- на зберігання	17,53	15,06	-2,47	-14,11
- вартість ПММ	618,6	537,0	-81,6	-13,19

Як видно з таблиці використання удосконаленої ґрунтообробної борони БГД-2,4 для поверхневого обробітку ґрунту дозволить знизити затрати праці на 0,18люд·год/га в порівнянні з використанням аналогічного агрегату на основі її базової моделі. Відбулося й аналогічне зниження суми прямих затрат на 147,24грн/га, що становить 12,65%.

Висновки

1. Прямі затрати на виконання одиниці обсягу робіт удосконаленою бороною БГД-2,4 знижуються на 147,24грн./га в порівнянні з використанням аналогічного агрегату на основі її базової моделі.
2. Затрати праці при використанні удосконаленої борони зменшуються на 0,18люд·год/га.

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

На підставі виконаного аналізу стану механізації виконання окремих технологічних процесів, проведених розрахунків у технологічній, конструктивній, економічній частинах можна зробити наступні висновки й пропозиції.

1. Серед відомих способів обробітку ґрунту перспективним є такий, що передбачає використання комбінованих агрегатів, які можуть поєднувати основний та поверхневий обробітку;
2. Під час вирощування переважної більшості озимих сільськогосподарських культур доцільно проводити дискування післяжнивних решток;
3. Серед відомих моделей ґрунтообробних знарядь перспективними є машини, які відрізняються індивідуальним кріпленням дисків до стояків, що дозволяє збільшувати глибину обробки ґрунту до 0,24м.
4. Продуктивність удосконаленої ґрунтообробної борони в агрегаті з трактором КИЙ 14820 становить 9,67га/зм;
5. Затрати праці на одиницю роботи складають 0,72люд·год/га;
6. Прямі експлуатаційні затрати під час використання агрегату для поверхневого обробітку (дискування) становлять 1016,46грн./га.
7. Для ефективної роботи удосконаленого агрегату за максимального кута атаки відстань між дисками має становити 0,35м, при цьому буде забезпечена глибина обробітку не менше 0,24м.
8. На підшипникову опору диска діє вертикальна складова $R_z = 0,25\text{кН}$, поздовжня $R_x = 1,51\text{кН}$ та поперечна $R_y = 2,12\text{кН}$ складові реакції ґрунту.
9. Для стійки диска доцільно вибрати трубчастий вал, зовнішній діаметр якого $D = 56\text{мм}$, а внутрішній $d = 46\text{мм}$.
10. Для фіксації секції на рамі за відповідного кута атаки вибираємо палець, діаметром 12мм.
11. На МТА для поверхневого обробітку ґрунту, що складається з трактора КИЙ 14820 і дискової борони БГД-2,4 виділяються 7 основних травмонебезпечних зон і місць.

12. Перекидання агрегату може відбутися, якщо його швидкість на повороті буде вищою за 5,35м/с, а максимальний кут схилу – 32 град.
13. Для запобігання негативної дії МТА на ґрунт необхідно правильно вибирати його способи їх руху.
14. Усі відпрацьовані технологічні матеріали, що мають шкідливу дію мають бути утилізовані.
15. Прямі затрати на виконання одиниці обсягу робіт удосконаленою бороною БГД-2,4 знижуються на 147,24грн./га в порівнянні з використанням аналогічного агрегату на основі її базової моделі.
16. Затрати праці при використанні удосконаленої борони зменшуються на 0,18люд·год/га.

СПИСОК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Бендера І.М., Грубий В.П., Роздорожнюк П.І. та ін. Експлуатація машин та обладнання. Кам'янець-Подільський: ФОП Сисин Я.І. 2013. 576 с.
2. Борона дискова БГД-2,4. Електронний ресурс: URL: <https://t-it.com.ua/ua/borona-diskovaya-bgd-24/>
3. Войтюк Д.Г., Аніскевич Л.В., Іщенко Т.Д. та ін. Сільськогосподарські машини: підручник. Київ: Агроосвіта, 2015. 679 с.
4. Войтюк Д.Г., Барановський В.М., Булгаков В.М. та ін. Сільськогосподарські машини. Основи теорії та розрахунку: Підручник. Київ. Вища освіта, 2005. 464 с.
5. Гайдамака А.В. Деталі машин. Основи теорії та розрахунків. Електронний ресурс: URL: <https://repository.kpi.kharkov.ua/server/api/core/bitstreams/fc3fab8f-ed29-45e7-9d84-52d75700d4f6/content>.
6. Жидецький В.Ц., Джигерей В.С., Сторожук В.М. Практикум з охорони праці. Навчальний посібник. Львів: Афіша, 2000. 352 с.
7. Купчик М.П., Гандзюк М.П., Степанець І.Ф. та ін. Основи охорони праці. Київ: Основа, 2000. 416 с.
8. Лехман С.Д., Рубльов В.І., Рябцев Б.І. Запобігання аварійності і травматизму у сільському господарстві. Київ : Урожай, 1993. 268 с.
9. Лихочвор В.В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур. 2-е вид., виправ. Київ: Центр навчальної літератури, 2004. 808 с.
10. Лихочвор В.В., Петриненко В.Ф., Іващук П.В., Корнійчук О.В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур 3-є вид., виправ., допов. Львів: НВФ «Українські технології», 2010. 1088 с.
11. Основні технології обробітку ґрунту. Електронний ресурс: URL: <https://propozitsiya.com/ua/osnovni-tehnologiyi-obrobitku-gruntu>.
12. Офіційний сайт АКЦІОНЕРНЕ ТОВАРИСТВО «ЕЛЬВОРТИ». Електронний ресурс: URL: <https://elvorti.com/>.

13. Порівняння систем обробітку ґрунту – переваги та недоліки. Електронний ресурс: URL: <http://vnis.com.ua/useful-information/advice-to-the-agronomist/Porivnyannya-system-obrobitku-gruntu%E2%80%93perevahy-ta-nedoliky>.
14. Павловський М.А. Теоретична механіка: Підручник. -2-ге вид., стереотип. Київ: Техніка, 2004. 512 с.
15. Рибарук В.Я., Ріпка І.І. Сільськогосподарські машини. Практикум з розрахунку і досліджень робочих процесів. Львів : ЛДАУ, 1998. 264 с.
16. Ріпка І.І., Семен Я.В., Крупич О.М., Бендера І.М., Рудь А.В. Основи механізації сільськогосподарського виробництва: Навч. посібник. Львів: ЛНАУ, 2013. 224 с.;
17. Рудь А.В., Бендера І.М., Войтюк Д.Г. та ін. Механізація, електрифікація та автоматизація сільськогосподарського виробництва: підр. У 2 т.: Т1. Київ. Агроосвіта, 2012. 584 с.; іл.
18. Рудь А.В., Бендера І.М., Войтюк Д.Г. та ін. Механізація, електрифікація та автоматизація сільськогосподарського виробництва: підр. У 2 т.: Т2. Київ. Агроосвіта, 2012. 432 с.; іл.
19. Семен Я.В., Чухрай В.Є., Крупич О.М., Рис В.І., Буртак В.В. *Методичні рекомендації для виконання дипломного проекту студентами спеціальності 208 «Агроінженерія» ОС «Бакалавр»*. Львів. Сполом. 2023. 72 с.
20. Сосновська О.О., Ярошенко П.П., Іванюта М.В. Техніко-економічне обґрунтування господарських рішень у рослинництві: Навчальний посібник. Київ : Центр навчальної літератури, 2006. 384 с.
21. Стандарт підприємства: дипломні і курсові проекти (роботи), загальні вимоги до оформлення. Львів: ЛНАУ, 2017. 13 с.
22. Трактор КИЙ 14820. Електронний ресурс: URL: <https://traktor-trade.com.ua/traktora/traktor-kij-14820/>.
23. Шваб'юк В.І. Опір матеріалів: навч. посіб. Київ: Знання, 2009. 380 с.