

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

01.12. - МР. 2401 «С» 2023.12.29. 013 ПЗ

ШИМЧИК СЕРГІЙ ВОЛОДИМИРОВИЧ

2024 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет (ННІ) Конструювання та
дизайну

ПОГОДЖЕНО
Декан
факультету конструювання та дизайну
(назва факультету (ННІ))

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач кафедри
Надійності техніки
(назва кафедри)

Ружи́ло З.В.
(підпис) (ПІБ)
“ ” 2024 р.

Новицький А.В.
(підпис) (ПІБ)
“ ” 2024

р.

УДК 621.311.23-048.35

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

на тему «Дослідження технічного стану та підвищення довговічності
дискових органів ґрунтообробної техніки»

Спеціальність 133 «Галузеве
машинобудування»
(код і назва)

Магістерська програма «Технічний сервіс машин та обладнання
сільськогосподарського виробництва»
(назва)

Програма підготовки освітньо-професійна
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Керівник магістерської роботи:

К.Т.Н., доцент Банний О.О.
(науковий ступінь та вчене звання) (підпис) (ПІБ)

Виконав:

Магістр Шимчик С.В.

(підпис)

(ПІБ студента)

КИЇВ 2024
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСНИХ ВИДИВ УКРАЇНИ

Факультет Конструювання та
дизайну

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри Надійності
техніки
(назва кафедри)

к.т.н., доцент Новицький А.В.
(підпис) (ПІБ)

“ ” 2019 р.

ЗАВДАННЯ
ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ

Шимчик Сергій Володимирович
(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»
(код і назва)

Магістерська програма «Технічний сервіс машин та обладнання
сільськогосподарського виробництва»
(назва)

Програма підготовки освітньо-професійна
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Тема магістерської роботи: «Дослідження технічного стану та підвищення
довговічності дискових органів ґрунтообробної техніки»

затверджена наказом ректора НУБіП України від 29 грудня 2023р. № 2401
«С»

Термін подання завершеної роботи на кафедру 2024.11.14
(рік, місяць, число)

Вихідні дані до магістерської роботи Дискові борони сімейства БДТ-7
які використовуються в сільському господарстві. Провести аналіз і
визначення їх ресурсу та визначити їх основні дефекти.

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Виконати аналіз зносу робочих поверхонь підшипникового вузла
дискової борони
2. Визначити параметричні залежності експлуатаційних показників в
залежності від режимів технологічного процесу діагностики.

3. Розробити математичну модель процесу діагностики та прогнозування ресурсу підшипникового вузла БДТ-7.

Дата видачі завдання “12” жовтня 2023 року

Керівник магістерської роботи

К.Т.Н., доцент

(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

Банний О.О.

(ПІБ)

Завдання прийняв до виконання

(підпис)

Шимчик С.В.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1. СТАН ПИТАННЯ І ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	9
1.1 Обґрунтування вибору дискових борін як об'єкт дослідження.....	9
1.2 Аналіз відмов підшипникового вузла.....	16
1.3 Аналіз способів діагностики сільськогосподарських машин.....	21
1.4 Аналіз способів розрахунку потужності, необхідної на подолання тертя в підшипнику.....	28
1.5 Цілі і завдання дослідження.....	32
РОЗДІЛ 2. ТЕОРЕТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ОЦІНКИ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ПІДШИПНИКІВ ДИСКОВОЮ БОРОНОЮ МЕТОДОМ ІНФРАЧЕРВОНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ.....	33
2.1 Моделювання теплового стану підшипників дискових борін.....	33
2.2 Розробка моделі розподілу тепла в підшипниковому вузлі.....	45
2.3 Розробка методики інфрачервоної зйомки при діагностиці.....	60
РОЗДІЛ 3. МЕТОДИКИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	69
3.1 Методика підготовки підшипникових вузлів до випробувань.....	69
3.2 Методика складання підшипникових вузлів.....	76
3.3 Методика визначення коефіцієнта тепловіддачі підшипникових вузлів...	78
3.4 Методика визначення осьової сили навантаження при складанні підшипникових вузлів.....	79
3.5 Методика визначення потужності, що витрачається в підшипниках на подолання сил тертя при роботі.....	81
РОЗДІЛ 4. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ З РОЗРОБКИ МЕТОДИКИ ВИЗНАЧЕННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ПІДШИПНИКІВ ДИСКОВОЮ БОРОНОЮ НА ОСНОВІ ІНФРАЧЕРВОНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ.....	84
4.1 Розробка і методика підготовки стенду для проведення.....	84
4.2 Планування експерименту по дослідженню впливу осьового зазору і натягу на діагностичні параметри.....	90

ВСТУП

Методи і засоби діагностики технічного стану сільськогосподарських машин повинні забезпечувати високу ефективність, економічність, бути зручними в застосуванні.

У роботі розглянуто основні фактори, через які відбувається знос робочих органів обробних машин. Також представлений огляд методів і способів зміцнення робітників органів та їх вплив на зносостійкість. Знос робочих органів ґрунтообробних машин відбувається при безперервній взаємодії металу з ґрунтом. Інтенсивність і характер зносу металу залежать від припологи та властивостей ґрунту, а також від умов взаємодії з нею робочих органів. За заданих умов абразивного впливу в конкретному матеріалі протікає цілком певний процес зношування, Однак у різних матеріалах процеси зношування може бути різними. Механізм абразивного зношування пояснюють впливом абразивних частинок при їх впровадженні в матеріал деталі та поступовим руйнуванням його шляхом різання та сколювання. Дослідження виявили, що опір сталей зношування в ґрунтовій масі визначається двома факторами твердістю і вмістом вуглецю, утвореного в структурі надлишкови карбідів. При рівній макротвердості зносостійкість сталі в ґрунті тем вище, чим більше в її структурі карбідів, твердість яких перевищує твердість ґрунтових частинок. З досвіду експлуатації відомо, що для надання лапі культиватора необхідної міцності та зносостійкості вона повинна бути виготовлена із сталі із вмістом вуглецю не нижче 0,4 %. Одним з ефектів тивних шляхів збільшення термінів служби робочих органів сільськогосподарських машин є пошення зносостійкості лез робочих органів. Основними методами зміцнення на сьогоднішній день є: наплавлення або напилення сплавів зносостійких, термообробки і т.п. Однак більшість застосовуваних технологій досить трудомісткі чи малоефективні. Крім того, практично при всіх застосовуваних методах наплавлення для отримання зміцнюючих покриттів використовують зносостійкі сплави і композиції, що мають найвищу вартість.

Ключові слова: робітник орган, зношування, знос, твердість, зміцнення, хіміко-термічна проробота, наплавлення, борування.

На характер зношування робітників органів впливає близько двадцяти факторів. на підставі аналізу робіт [1, 2, 3] можна зробити висновок про те, що інтенсивність і характер абразивного зносу металів більшою мірою зависят від швидкості руху, тиску на лезо і складу ґрунти. Інші фактори, наприклад вологість, коефіцієнт тертя, основні чинійні розміри робочого органу і глибину оброботи, можна рахувати другорядними.

Ґрунтообробні органи сільськогосподарської техніки (ПОО) працюють у специфічних умовах (Знакомозмінні навантажі, удари, абразивний знос, корозія), що викликає швидке затуплення їх ріжучих крайок, зміна форми, профілю і меншення розмірів, що приводять до скорочення терміну служби, збільшення часу та трудомісткості обслуговування ґрунтообробних агрегатів і зниження загальної економічної ефективності тивності агрозаходів [1, 2]. Для збільшення ресурсу, поліпшення фізико-механічних характеристик ППО та підвищення зносостійкості кістки їх поверхню піддають зміцненню у різний спосіб.

Мета дослідження. Підвищення довговічності робочих органів посівних та ґрунтооброблювальних машин, схильних до зношівання шляхом вдосконалення технології їх виробництва і експлуатації.

Завдання дослідження. Дослідити найбільше перспективні методи зміцнення робочих органів посівних і ґрунтообробних машин для збільшення їх ресурсу і покращення фізико-механічних Показників.

Об'єкт дослідження. Об'єктом дослідновання є робочі органи (стрілчасті лапи, анкерні сошники) сівалки-культиватора СЗС-2,1 з різними видами зміцнення, лапи, диски, анкери сівалок-культиваторів зарубіжних посівних комплексів.

Методика дослідження

У зв'язку з розвитком фермерських господарств і малих сільськогосподарських підприємств виникає проблема відновлення та зміцнення робітників органів ґрунтообробних машин в умовах дрібносерійного виробництва.

У справжнє час для обробки ґрунту – використовуються робочі органи, конструкційні параметри яких були розроблені 40...50 років тому. І якщо до 90-х років минулого століття швидкість посіву не перевищувала 10 км/год, то сьогодні посів сучасними посівними комплексами виробляється на швидкостях 10 ... 15 км / год і більше. Враховуючи також, що до цього часу значно зросла маса тракторів і збиральних машин, що спричинило за собою підвищення ущільнюваності ґрунтів. А як слідство цього, навантаження на робітники органи ґрунтообробних машин виростили приблизно в 4 рази, хоча самі робочі органи не змінилися ні конструкційно, ні матеріалознавчо. Великий внесок у вивчення питань зношування робітників органів ґрунтообробних машин та розроблення заходів щодо підвищення їх роботи, здатності і довговічності внесли наступні вчені: Д. Б. Бернштейн, Ст. н. Виноградів, І. Ст. Крагельський, Ст. н. Ткачов, О. Ш. Рабінович, М. М. Севернєв, Г. н. Синьоок, М. М. Тіненбаум, М. М. Хрущов і багато інших вчених. На сьогоднішній день є велика кількість способів зміцнення робочих органів сільськогосподарських машин. Розглянемо декілька найбільш поширених та нових перспективних методів зміцнення робітників органів ґрунтообробних машин.

Найбільше поширення отримало зміцнення ПГО шляхом наплавлення на них разособистих твердих сплавів та інших матеріалів струмами високої частоти (ТВЧ), а також способу зміцнення в процесах хіміко-термічної обробки (ХТО). При ХТО основний метал дифузійно насичується різними неметалами або легуючими металами, у яких на поверхні деталі утворюється зносостійкий шар матеріалу, що наплавляється або шари різних бінарних або більше складних сполук заліза [3, 4]. Цей ПЗО методом індукційної наплавки характеризується високою вартістю наплавматеріалів, трудомісткістю,

наявністю яскраво вираженої межі поділу між поверхністю ПЗВ та зносостійким покриттям, а процеси ХТО тривалі (2-8 год) і часто дозволяють отримувати зносостійкі шари обніченої товщина.

Особливе місце серед процесів ХТО займають технології насичення поверхневого шару конструкційних та легованих сталей бором борування. При борування на поверхності сталевий деталі вдається отримувати шари завтовшки 300–600 мкм, відмінні високою твердістю та міцністю, абразивною та корозійною стійкістю, а також високим опором до зношування [5]. козачі борідних покриттів роблять їх перспективними для зміцнення ПГО, і тим не менше менш, тривалість процесу сильно стримується. ває його застосування.

У лабораторіях ДОСВІТИ розроблено технологія і обладнання для швидкісного електродугового зміцнення (ЕДУ) робітників органів. Даний метод полягає в термодифузійному насиченні поверхні деталі вуглецем за рахунок випаровування графітового електрода при горінні прямої та непрямої дуги. Твердість поверхні, що зміцнюється, отримується не вище 58–62 HRC, що для багатьох робітників органів виявляється недостатнім.

Значне підвищення твердості та зносостійкості робочих органів ґрунтообробкових машин можливо за рахунок їх електровібродугового зміцнення (ЕВДУ) металокерамічними матеріалами (МКМ). Застосування МКМ обумовлено їх дуже високою стійкістю до абразивного та корозійно-механічного зношування. При ЕВДУ на поверхню деталі у вигляді пасти наноситися МКМ і при горінні прямої дуги відбувається як термодифузійне зміцнення поверхні деталі бором, азотом, вуглецем (боронитроцементуція), так і вібродугове наплавлення металокерамічних покриттів. Коштувати відзначити, що при даному методі може використовуватися оксиди алюмінію Al_2O_3 , кремнію SiO_2 і беміт $AlO(OH)$. Застосування даного методу дозволяє отримати на поверхні зміцнюваного робітника органу: товщина металокерамічного покриття – 1,4... 1,5 мм, глибина термодифузійного зміцнення 1,3... 1,4 мм, твердість 80 ... 85 HRC.

Відоме застосування для відновлення та зміцнення робочих органів сільськогосподарських машин електроконтактної приварки (ЕКП) порошків зносостійких сплавів, здійснюваної без розплавлення основного і присадочного матеріалів. Вона має ряд переваг в порівнянні з іншими способами, основні з яких: менша енергоємність та висока продуктивність процесу; можливість отримання покриттів з різних матеріалів та сплавів на їх основі; незначительне термічне вплив на матеріал дітаци; високі механічні властивості з'єднань; відсутність вигорання легуючих елементів та сприятливі санітарно-виробничі умови роботи оператора. Завдяки цим перевагам електроконтактне нагрівання може використовуватися при зміцненні ріжучих елементів робітників органів ґрунтообробних машин без присадочних матеріалів.

РОЗДІЛ 1. СТАН ПИТАННЯ І ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

1.1 Обґрунтування вибору дискових борін як об'єкт дослідження

Врожайність культур, як відомо, визначається якістю насіннєвого матеріалу. Проведені дослідження дозволили виявити оптимальні технологічні параметри повітряно-решітної зерноочисної машини при поділі компонентів вороха [1–5]. Авторами доведено, що встановлення фотоелектронного сепаратора в складі технологічного зерноочисного комплексу дозволяє підвищити якість насіннєвого матеріалу [6]. Важливий фактор підвищення родючості ґрунту – внесення мінеральних добрив, відповідальне агротехнічним вимогам. Запропоновано конструкцію відцентрового апарату, що дозволяє знизити витрату добрив і повисити його ефективність [7]. Вибір режиму роботи і забезпечення поздовжньої стійкості трактори дозволяє методика, розроблена авторами [8, 9]. Матеріал і методи дослідження. У ресурсозаощаджують технологіях вирощування сільськогосподарських культур широке поширення отримують дискові робітники органи з розміщенням сферичних дисків паралельними рядами або, що рівнозначно, встановлення дисків на індивідуальній осі. Цих знарядь в порівнянні з традиційним батарейним розміщенням сферичних дисків зниження расхода палива і підвищення надійності роботи. Сферичний диск дискової борони прикріплений до рами на індивідуальною осі і в процесі двіження агрегату підрізає пласт і забезпечує

наступне фарбування.

Ведучі виробники дискових гармат з встановленням диска на індивідуальною осі: ВАТ

«Білагромаш-Сервіс імені В.М. Рязанова», м. Біл-Інтервал робочої швидкості руху дискової борони з 2 або 4-рядним розташуванням робочих органів становить 10 – 12 км/год. Кут атаки дисків дискової борони варіює в інтервалі 0–30°, частіше 25°.

На ринку сільськогосподарської техніки в останні роки з'явилися дискові мульчувальники з 2 або 4-рядним розташуванням сферичних дисків. Основне призначення цих дискових гармат крім підготовки ґрунту до посіву проведення мульчування ґрунту рослинними залишками. Відмінними особливостями дискового мульчувальника від дискової борони є більше висока робоча швидкість руху агрегата, встановлення кожного диска на пружною стійці, а сферичні диски встановлені під кутом 20° . Кожен сферичний диск 2-рядного дискового мульчувальника закріплений на індивідуальною спіральній стійці. У процесі руху агрегату диск здійснює коливання, що сприяє самоочищенню міждискового простору від рослинних залишків та вологою ґрунту. Інтервал робочої швидкості руху 2-рядного мульчувальника 12–18 км/год. У 4-рядному дисковий мульчувальника кожен диск встановлений на С-подібній стійці. У процесі руху мульчувальника з робочою швидкістю 12–15 км/год виникають низькочастотні коливання, які сприяють самоочищенню диска.

Результати дослідження. Якісні показуватимуть роботи дискового знаряддя залежать від величини навантаження на диск, відстані між сусідніми дисками в ряду та відстані між слідами дисків в паралельних лавах.

Нехай зброю має загальну масу Q , загальне кількість дисків становить n тоді величина маси, припадає на сферичний диск во час робітника ходу, складе:

місто, ТОВ "БДМ-Агро", м. Київ, і ряд інших гір. Аналіз дискових гармат цих виробників свідчить, що число рядів складає два або чотири, діаметр сферичного диска 560 мм. Розташування сферичних дисків на рамі дискова знаряддя повинна забезпечити їх встановлення так, щоб виникаючі сили від реакції ґрунту в горизонтальній площині були симетричні щодо поздовжній осі агрегату. Для виконання цього умови сферичні диски в паралельних рядах встановлюють так, що один ряд проводить обробку «в звал», а інший «в розвал». У сусідніх рядах сферичні диски встановлені з протилежним напрямом опуклості. При цьому загальне кількість рядів,

здійснюючих обробку «в звал», і загальне кількість рядів, здійснюють обробку «в розвал», повинно бути однаково для дискового знаряддя.

Від значення величини навантаження залежить стабільність глибини обробки по довжині робітника хода при зміні фізико-механічних властивостей ґрунти.

Якщо дискова зброя містить загальне колиство дисків n про a , а робоча ширина зброї, то відстань між сусідніми слідами дисків в паралельних рядах складе:

При числі дисків у рядку n r відстань між сусідніми дисками в ряду визначиться по вираженню дисків в паралельних рядах 4-рядного дискоого знаряддя менше, чим аналогічна величина у 2-рядного знаряддя. Зменшення відстані між слідами дисків в паралельних рядах сприяє більш якісному подрібненню ґрунту за робочого ширині захоплення.

У таблиці представлені деякі параметри технічної характеристики дискових гармат з їх встановленням на індивідуальною осі.

Параметри технічної характеристики дискових гармат з закріпленням сферичного диска на індивідуальною осі

Марка дискового знаряддя	Робоча ширина захоплення, м	Маса конструкції, кг	Кількість дисків		Відстань між слідами дисків		Виробляється гармат, га/год	Питоме навантаження на диск, кг
			у ряді	загальне	у ряді	між сусідніми дисками		
2-рядна дискова борона (навісний)								
БДМ 2×2	2,1	850	8	16	0,263	0,131	2,52	53,12
БДМ 2,4×2	2,4	970	9	18	0,267	0,133	2,88	53,88
БДМ 3,2×2	3,2	1300	12	24	0,267	0,133	3,84	54,167

4-рядна дискова борона (напівнавісний)								
БДМ 2,4×4	2,4	2656	6	24	0,40	0,10	3,60	110,67
БДМ 3,2×4	3,2	2899	8	32	0,40	0,10	4,80	90,59
БДМ 4×4	4,0	3335	10	40	0,40	0,10	6,0	83,38
БДМ 5×4	5,0	4128	12	48	0,42	0,10	7,50	86,0
БДМ 6×4	6,0	4764	14	56	0,43	0,11	9,0	85,07
2-рядний дисковий мульчувальник (напівнавісний)								
ДМ 3×2	3,0	3100	12	24	0,25	0,125	5,40	129,2
ДМ 4×2	4,0	3410	17	34	0,24	0,118	7,20	100,3
ДМ 5×2	5,0	5566	21	42	0,24	0,119	9,0	132,5
ДМ 6×2	6,0	6250	25	50	0,24	0,122	10,8	125,0
ДМ 7×2	7,0	6905	29	58	0,241	0,121	12,6	119,1
ДМ 9×2	9,0	9320	37	74	0,243	0,122	16,2	125,9
4-рядний дисковий мульчувальник (напівнавісний)								
ДМ 3,2	3,2	3402	8	32	0,40	0,10	4,80	106,31
ДМ 4	4,0	3821	10	40	0,40	0,10	6,0	95,53
ДМ 5,2	5,0	5100	13	52	0,40	0,10	7,8	98,08

З таблиці видно, що навантаження на диск у 2-рядного дискатора складає 53 54 кг, а у 2-рядного мульчувальника ДМ 5×2 ця величина складає 132,5 кг. Збільшення навантаження на диск досягається за рахунок збільшення конструктивної маси дискового знаряддя шляхом установки баластних вантажів на раму. З представлених в таблиці даних слідоме, що 4-рядне дискове зброю по порівнянні з 2-рядним має більше значення відстані між дисками в ряду, що знижує забивання між роботи агрегату від робочої ширини захоплення для кожного типу дискової борони та дискового

мульчувальника. На основі обробки даних технічної характеристики був побудований графік залежності вартувий продуктивності дискового знаряддя від робочої ширини при кількості рядів 2 або 4 для дискової борони та дискового мульчирівника. Цей графік представляє лінійну залежність.

Для визначення величини коефіцієнтів лінійного рівняння використано метод найменших квадратів. Розрахунки з оцінки гідвірності отриманої емпіричної залежності вартувий продуктивності дискового знаряддя від робочої ширини захоплення свідчили, що розбіжність фактичного і розрахункового значень величини продуктивності не перевищує 2%. Залежність вартувий продуктивності 2-рядний дисковий борони від робочої ширини захоплення

На Рис 1 представлена залежність вартувий продуктивності від робочої ширини захвату дисковий борони з 2-рядним розташуванням робітників органів.

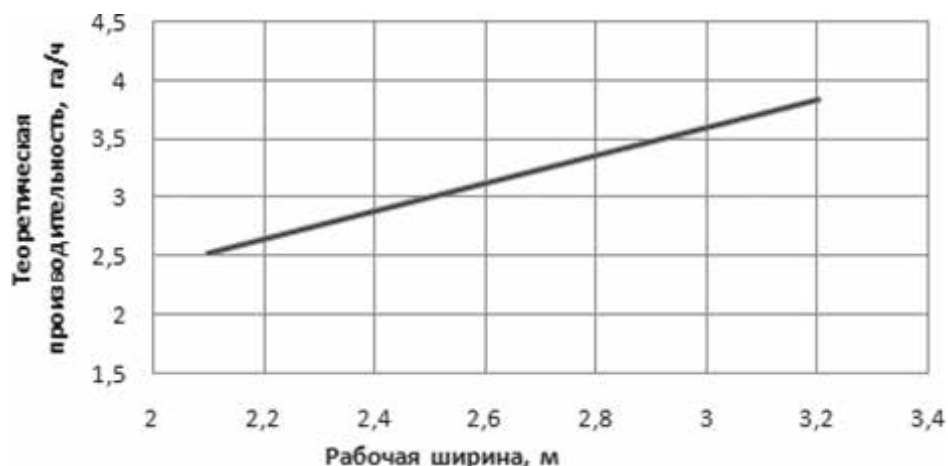


Рис. 1 – Залежність продуктивності дискової борони з 2-рядним розташуванням робітників органів від робочої ширини захоплення

Емпірична залежність теоретичної продуктивності напівнавісного 2-рядного дискового мульчувальника від робочої ширини захоплення має вигляд:

Графік залежності вартувий виробничності дискового мульчувальника з 2-рядним розстановищем робочих органів від робочої ширини захоплення представлений на рис 2.

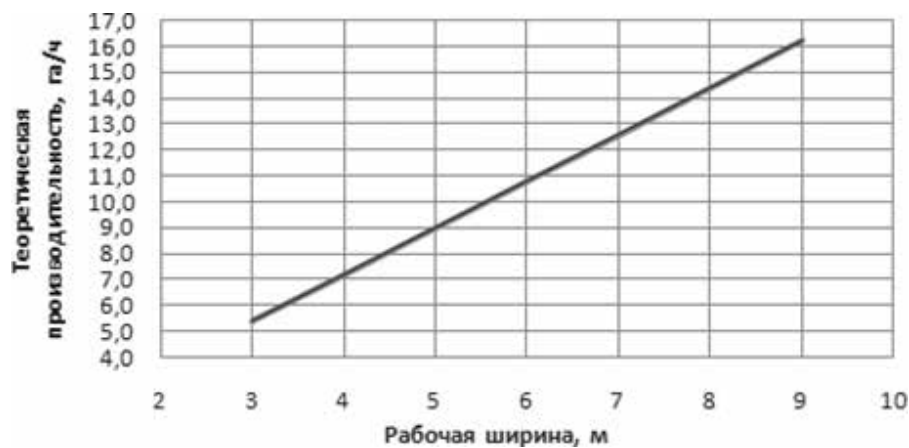


Рис. 2 Залежність продуктивності 2-рядного мульчувальника від робочої ширини захоплення

Залежність продуктивності 4-рядного дискового мульчувальника і 4-рядний дисковий борони від робочої ширини захоплення має вигляд:

Отримана залежність свідчить о рівність

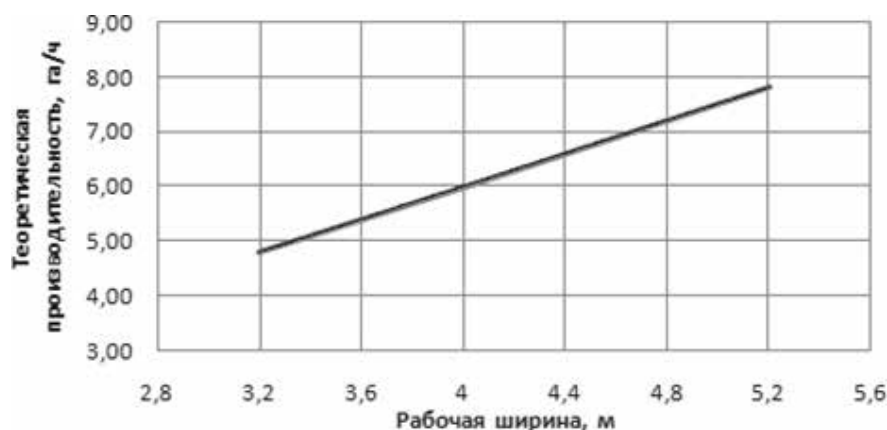


Рис. 3 – Залежність годинної продуктивності від робочої ширини захоплення 4-рядної дискової борони та 4-рядного дискового мульчировщика мульчувальника і дисковий борони з 4-рядним розташуванням сферичних дисків від робочої ширини захоплення. Однак робоча швидкість мульчировщика відрізняється незначно від дискової борони. Ця залежність представлена на малюнку 3. Висновки. Дискові знаряддя із встановленням кожного диска на індивідуальною осі мають кількість рядів 2 або 4, діаметр диска 560 мм, кут встановки дисків до 300.

Найбільше значення питомий навантаження на диск при фіксованою ширині захоплення має 2-рядний дисковий мульчувальник і складає до 129

кг. Навісні 2-рядні дискові борони мають величину навантаження на диск до 54 кг. величини цього параметра залежить стабільність глибини обробки по довжині робітника ходу.

Відстань між слідами дисків із 4-рядним їх розташуванням у паралельних рядах складає 0,1 м, що свідчить про інтенсивне подрібнення ґрунту по робочій ширині захвату в порівнянні з 2-дисковим знаряддям. Відстань між сусідніми дисками в ряду має найбільше значення у 4-рядного дискового зброї. Це знижує ймовірність забивання міждискового простору рослинними залишками і вологою ґрунтом;

При однаковою робочої ширині захоплення 4-рядної дискової борони та 4-рядної дискового мульчувальника вартова продуктивність цих знарядь однакова. Проте робочі швидкості руху цих дискових гармат відрізняються незначно.

Найбільше значення продуктивності має 2-рядний дисковий мульчувальник по порівнянні з аналогічною дисковою бороною при однаковій робочої ширині захоплення.

1. Дискові борони та луцильники у системі основний і передпосівний обробки ґрунту. Проблеми і шляхи їх рішення

Вважається, що частка обробки ґрунту у формуванні урожайності становить до 20% [1]. В даний час в сільсько- виробничому виробництві найбільшого поширення набули інтенсивна (Традиційна) технологія на основі відвальний оранки і мінімальна поверхнева технологія обробки ґрунту. Нульова технологія – прямий посів без попередньої обробки ґрунту (No Till) поки що знаходиться на стадії дослідження. вання і виробничої перевірки. Розробка сільськогосподар- машин і знарядь для обробки ґрунту вимагає знання технологій основної та передпосівної обробки ґрунту, враховуючи- уюча попередника, характеристику поля за попе- ючої операції, вихідні вимоги на операції.

Технології вирощування сільськогосподарських культур

визначаються ґрунтово-кліматичними умовами їх возделування в кожній зоні, які визначають типаж сільськогосподарських машин і, в особливості, ґрунтообробних машин та знарядь. Підготовка ґрунту починається зі своєчасної і якісного збирання врожаю попередньої культури. Тут має ся через збирання врожаю в найкоротші терміни з метою своєчасного та негайного початку підготовки ґрунту, якісне подрібнення та рівномірний розподіл поживних залишків по полю, як необхідна умова збереження вологи, якісної обробки ґрунту в передбачені терміни і підвищення продуктивності ґрунтообробних агрегатів.

Основними попередниками озимини колосових культур у сівозмінах Краснодарського краю є багаторічні трави, горох, кукурудза на силос, кукурудза на зерно, соняшник, цукор-буряк, озима пшениця (але не більше двох років на одному полі поспіль).

Після прибирання попередників, що рано прибираються (горох, кукурудза на силос, озима пшениця, ячмінь та ін.) за варіантом інтенсивної технології необхідно негайно провести лущення (мульчування) поля з метою збереження вологи, знищення пророслих бур'янів, дрібного загортання насіння бур'янів для отримання провокаційних сходів та наступного їх знищення або механічною обробкою або хімічним шляхом при оброботці гербіцидами з наступною негайною відвальний оранкою. Глибоку оранку необхідно доопрацювати до посівного стану дисковими боронами. Подальший догляд за полем полягає в підтримці його в чистому вигляді від бур'янів періодичною обробкою паровими культиваторами.

Підготовка ґрунту після просапних культур (кукурудзи, соняшнику, цукрових буряків та інших культур) має свої особливості. Часто збирання цих культур проходить при наступних термінах сівби озимих колосових культур, особливо, у північній зоні краї, де посів починається в більше ранні терміни. У цих умовах основним обробітком ґрунту є дискування поля дисковими боронами на глибину 10...12 см, яка дозволяє отримати більш високу якість кришення ґрунту. Така дрібна по глибині обробка ґрунту як варіант мінімальної обробки ґрунту дозволяє в стислий термін підготувати її до посіву з мінімальними витратами. Отже, з агротехнічної крапки зору в обох найбільш поширених технологіях возделування озимих колосових культур дискові ґрунтообробляючі знаряддя займають лідируюче становище в переліку всього комплексу знарядь для підготовки ґрунту. Аналогічний стан спостерігається і по інших культур. Цьому

підтвердженням яв-

ється і поява на ринку великого вибору вітчизняних та зарубіжних дискових борін та мульчувальників.

Дискові ротаційні знаряддя мають ряд цінних ка- ств, які роблять їх кращими в порівнянні з іншою ними знаряддями, призначеними для виконання тієї ж опера- ції, що і борони та мульчувальники. Це простота конструкції, більш висока технологічна надійність, здатність поверх- нісний обробки ґрунти, щодо низький знос робітниківорганів.

Дискові ґрунтообробні знаряддя нового покоління індивідуальним кріпленням робочих органів до рами, безумовно, придбали нові якості в результаті введення ряду принципів. ально нових та перспективних конструктивних елементів. Однак одночасно відкрилися і нові завдання, дозвіл яких може підняти ефективність цих знарядь на новий щабель. По- цьому аналіз особливостей конструкцій дискових ґрунтооброб- тивних знарядь і тенденцій їх розвитку, безумовно, є основою та програмою нових досліджень з метою подальшої- шого підвищення їх ефективності.

Насамперед слід зазначити, що необхідно роз- братися з різноманіттям схем розміщення та способів з'єднання робочих органів із рамою. У Росії її найбільшого поширення отримали дискові борони та луцильники з їх індивідуальним кріпленням на окремій стійці до рами. Таке з'єднання робо- чого органу з рамою дало можливість нахилити кожен диск до поверхні поля, що дозволило збільшити пропускну способ- ність у міждисковому просторі, а також підвищити технології надійність і ступінь перемішування пожнивних залишків. ків із ґрунтом. Крім цього індивідуальне кріплення полегшує ремонт борони або луцильника у разі поломки порівняно зі схемою батарейний складання, яка вимагає повної розбирання всією батареї, та заміни поламаної частини. Індивідуальне ж кріплення дозволяє виконати цю ж операцію легко в польових умовах, маючи при собі запасний диск. Схожі проблеми по- никають зі знаряддями батарейного типу при їх забиванні на вологу. них ґрунтах або наявності великої кількості пожнивних залишків. ків. У цих випадках для усунення проблеми, що виникла, частіше всього потрібна наявність підйомних засобів та витрат часу. До жаль, дискові знаряддя з індивідуальним кріпленням до рамі робочих органів суттєво дорожче. До цього слід ще додати, що в конструкціях зарубіжних дискових борін частіше всього зустрічаються саме схеми батарейного типу, а трьох - подружжя- рех рядні дискові борони з індивідуальним кріпленням практично відсутні, хоча кількість дисків на одиницю ши-

рини захоплення однаково з багаторядними. Таке становище в насамперед пояснюється створенням більш полегшених умов. вий роботи дискових борін. Це ґрунти з легшим фізико- механічним складом і більш ретельна підготовка поля при прибирання попередника відповідно до вихідних вимог. ями. Борони закордонного виробництва мають підвищену тех- нічну надійність. Однак їх висока вартість заважає більшого поширення. Отже, для проектування оптимального варіанта або рекомендації при виборі з перед- ставлених на ринку варіантів необхідно враховувати фізико- механічні властивості ґрунту, рівень культури підготовки поля при прибирання попередника і на їх основі вибрати варіант, задовольняючий вимогам технологічної надійності, ступеня кришення ґрунту, переміщення пожнивних залишків з оброблюваним шаром ґрунту, інших агротехнічних вимог - ній, технічної надійності, ремонтпридатності та терміну служби б. Рекомендується звернути особливу увагу на собівартість виконуваних робіт. Рішення кожного з перерахованих вимог пов'язано з необхідністю розробки нових конструкцій та оптимізації всіх їх параметрів.

Однією з важливих агротехнічних вимог є спо- здатність борони або луцильника заглиблюватися на задану ви- хідними вимогами глибину. Безперечно, що заглиблюваність дискових борін залежить від низки конструктивних параметрів. Од- якщо борони і луцильники зарубіжного виробництва у се- бя на «батьківщині» показують відмінні результати по заглиблюва- сти, то у більш жорстких ґрунтових умовах, наприклад, у цін- тральній зоні Краснодарського краю, цей показник, на жаль- ня, не підтверджується. Причина тут одна - низька вертикаль. навантаження на диск. Такі ж погані результати показують і більшість вітчизняних знарядь із аналогічним діагнозом. І це результат сліпого копіювання нашими виробниками за- рубіжних конструкцій, які не бажають вкладати кошти в но- ві розробки, що враховують відмінність ґрунтових умов. Слі- очевидно, необхідність розробки нових конструкцій, забезпе- печиваючих високу заглиблюваність борін і луцильників оче- видно.

Конструктивно дискові борони і мульчувальники дуже схожі. І ця схожість завадила нашим виробникам замі- ти їх принципова відмінність, що виходить від відмінності результат- них вимог до них. Згідно вимогам мульчування (луцення) необхідно проводити на глибині до 6 см, а боронова- ня - 8 ... 12 см. До операції мульчування пред'являються більше високі вимоги до ступеня кришення ґрунту, ніж

до боронування. Відомо також, що відповідно до теорії деформації ґрунту та його кришення найкращі результати можна досягти при меншому діаметрі і меншою кривизні сфери диска. Менший діаметр диска також легше заглиблюється в ґрунт при меншому навантаженні, припадає на один диск, його кутова швидкість вище. Усі вищеприведені параметри, властиві мульчувальникам, дають бо- найвищі показники якості обробки ґрунту. Однак біль- шинство мульчувальників вітчизняного виробництва забезпечено дисками такого ж діаметра що і борони (560) мм).

Як було сказано вище, мульчування ґрунту проводиться на глибині до 6 см з відхиленнями не більше ± 1 см. Такі тверді вимоги неможливо виконати без копіювання робітниками ор- ганами профіль поверхні поля. Однак у більшості батьківщини мульчувальників робочі органи закріплені жорстко рамі на ширині від 3 до 8 м. На такій ширині захвату нерівності поверхні поля співмірні з настановною глибиною оброб- ки ґрунту, а часом навіть перевищують його в кілька разів. Тому при проектуванні мульчувальників необхідно звернути увагу манія і на цей факт.

Одним з найважливіших параметрів дискових знарядь є кут атаки. Від кута атаки диска залежить ширина його захва- та, ступінь кришення ґрунту, заглиблення. При збільшенні кута атаки всі ці параметри підвищуються, але збільшується можли- ність забивання міждискового простору ґрунтом і пожнивно- ми залишками. Аналіз цього параметра на великому кількості знарядь показує, що кут атаки вибирається не більше 25° . На більшості знарядь вітчизняного виробництва кут атаки регулюється, але на жодному знарядді зарубіжного виробництва цей параметр не регулюється. На перший погляд створюється впе- чітлення, що регулювання кута атаки необхідно при зміню- умовах роботи для досягнення максимально можливого ефекту з одного боку, з іншого боку, як багато спеціа- листи помічають, користувачі часто виявляються нездатними правильно відповідно до конкретних умов вибрати ін- туїтивно найкращий варіант. До того ж ще слід мати на увазі ду, що система регулювання кута атаки теж подорожчає продукцію. У зв'язку з вищевикладеним, слід рекомендувати при розробленні вихідних вимог вирішити проблему необхідно- сти регулювання кута атаки. У цій ситуації треба проаналізувати потребувати частого регулювання цього параметра виходячи з параметрів умов експлуатації, що реально змінюються. Якщо розробник планує ввести в конструкцію знаряддя

регулювання кута атаки, то стійка диска очевидно повинна бути розташована лише із боку внутрішньої сфери диска. Відмова від регулювання кута атаки дає можливість встановити стійку вмісте з підшипниковим вузлом на зовнішній стороні сфери, забезпечитим самим більш безперешкодний підйом ґрунту по поверхності внутрішньої сфери і її прохід в міждисковому про-подорожі.

Мабуть найбільша плутанина в дискових гарматах при виборі котків, що прикочують. Можна перерахувати більше десятка. ка катків різний конструкції, придбані у різних хазяйствах з однаковими умовами експлуатації. ке, мабуть, найкращим варіантом буде випуск ковзанок до кожної борони у вигляді опцій для різних умов - крихітного типу для сухих та пересушених ґрунтів, спірального типу для вирівнювання поверхні поля, опорно-копіюючі для вологих і перезвожених ґрунтів і т. д. Вирішенням цього важливого питання повинні займатися не тільки виробники, а й фахівці виробводства. Розробка дискових борін і луцильників - ном порядку повинна враховувати технологічну ефективність та надійність, технічну надійність, рівновагу зброї та багатство інших параметрів, без вдалого вирішення яких не можна отримати у виробництві успіх. І цю досить складну. проблему покликані вирішити наукові та конструкторські організації. ції спільно зі фахівцями сільськогосподарського виробводства.

2. Призначення і типи дискових борон і луцильників

Призначення ротаційних дискових гармат, безумовно, в насамперед визначається їх роллю в технології обробітку-ня сільськогосподарських культур. Тому перевага тим або іншим дисковим знаряддям визначається ґрунтово- кліматичними умовами, набором сільськогосподарських культур, технологіями підготовки ґрунту до посіву, прийнятими результатними агротехнічні вимоги.

У технологіях, що передбачають після прибирання попереднього ственника дрібну обробіток ґрунту з метою збереження в ній вологи та боротьби з бур'янами, застосовують дискові луцильники, які призначені для обробітку ґрунту на глибину 4...6 см. У літературі більш ранніх видань часто зустрічається луцильні ки, призначені для обробітку ґрунту на глибині до 15 см. Ця відмінність пояснюється тим, що в той час важчі дискові борони застосовувалися тільки для передпосівної підготовки ґрунту після відвального оранки і не

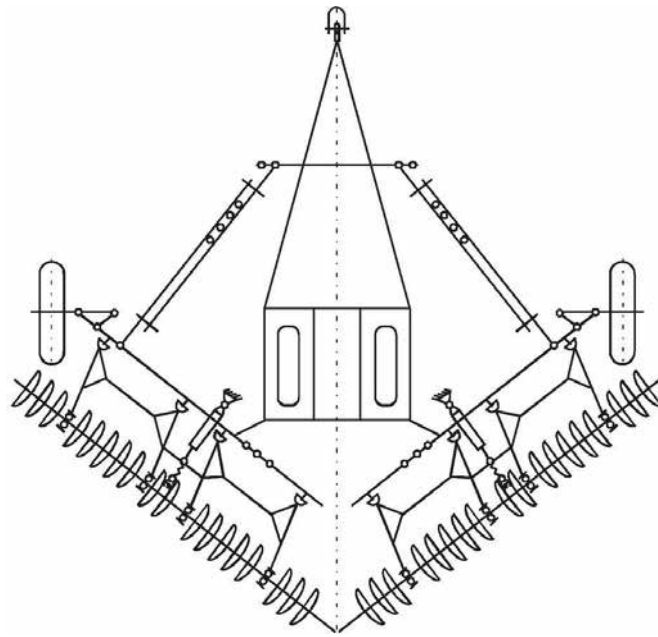
застосовувалися як самостійно- тельна зброя для основної обробітку ґрунту. Однак примі- досить легкі дискові луцильники, що йшли тоді, могли обробити ґрунт відповідно до агротехнічних вимог- ми лише внаслідок багаторазових проходів, а для дискових борон рекомендували навіть негативний потиличний кут, так як вони служили тільки для кришення брил і великих грудок ґрунту після відвального оранки і не були призначені для об- робітки ще незайманого ґрунту [27].

Розробка нових технологій та поява більш досконала. них дискових борон суттєво змінило розстановку диско- вих борін і луцильників за своїм призначенням. Згідно з мі- німальної обробки ґрунту, яка за останні роки отримує

дедалі більше визнання на відміну традиційної (інтенсивної) технології, потрібно проводити основну обробку ґрунту тільки на глибину 8...12 см з подрібненням пожнивних залишків і перемішуванням їх із ґрунтом. З такою обробкою, виходячи з осо- бенностей конструкції, не можуть впоратися підрізаючі роботи. чий органи культиваторного типу. У найбільшій ступеня цим вимогам відповідають ротаційні дискові робітники органи, які, перекочуючись ґрунтом, подрібнюють поживні залишки і одночасно обробляють ґрунт. Знаряддя з ротаційними робочими органами дозволяють на відміну від польових культивато- рів і, особливо, від плоскорізів, проводити обробіток ґрунту та на малих глибин. За останні роки на ринку дискових ротацій- них ґрунтообробних знарядь представлені нові дискові борони та луцильники - дискатори та мульчувальники. Конструк- тивно вони відрізняються від луцильників і борон батарейного типу тим, що у них кожен робочий орган має індивідуальне кріплення. лення до рами та крім регульованого кута атаки диски можуть бути нахилені до ґрунту, як у дискових плугів. Однак усі вихідні агротехнічні вимоги у мульчувальників збереглися в повної відповідності до вимог до дискових луцильників як і в дискових борін і дискаторів. Тому за своїм призначенню дискові ротаційні ґрунтообробні кричу- Дія можна поділити на два типи - на луцильники (мульчі- рівники) та борони.

Дискові луцильники з числа перших випусків, про- що жили багато років виробництва, ЛД-5 (10, 15 і 20), а потім і їх гідрофіковані модифікації, являли собою розпо- одружені в один ряд симетричні дискові робочі органи ді- метром 450 мм (рис.4.1). Для забезпечення кращого копіювання рельєфу поля диски були об'єднані в секції- батареї по 9...10

робітників органів. У секціях-батареях диски насаджені на квадрат-



ний вал.

Рис. 4.1 - Дисконий луцильник ЛДГ-10

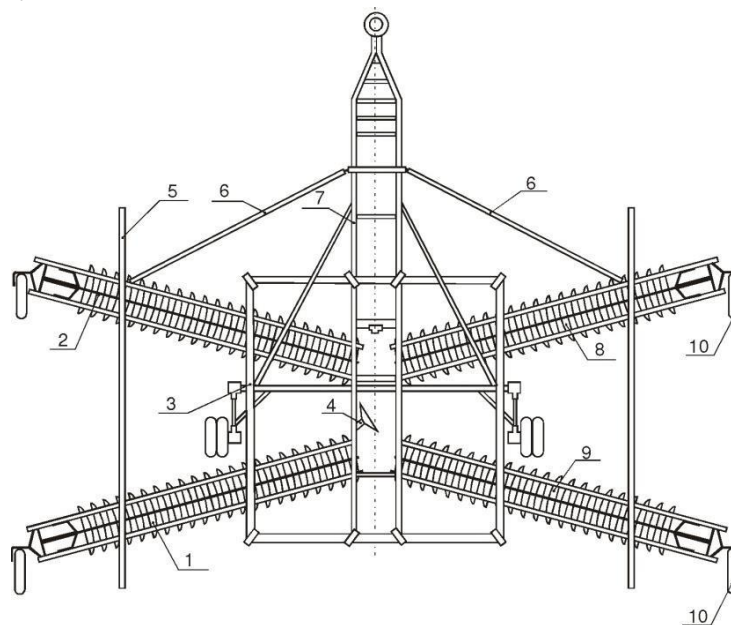
Для заглиблення робочих органів на секціях-батареях установлені ящики для додаткових вантажів. Кут атаки регулюється в межах $15^\circ \dots 35^\circ$. Глибину обробки ґрунту можна було регулювати не лише довантаженням у ящики, а й зміною кута атаки дисків, а також пружинами на кожній секції. Однак усі вищеперелічені регулювання установки глибини обробки ґрунту не забезпечували досягнення бажаних результатів. Вмістимість баластових ящиків, встановлених на секціях-батареях і заповнюваних землею і камінням, незначна і помітно навантаження на кожен диск не підвищує, результат інших регулювання рівок то ж залишається незначним. на якість роботи цих луцильників негативно впливало і низька якість підготовки поля до луцення. Пізні терміни початку обробки ґрунту після прибирання по різним причин (організаційним, технологією, що передбачає збирання соломи, недоліком техніки) приводили до пересушування ґрунту. Однак, все ж ці луцильники, випускалися тривалий час заводом «Сібісьмаш», зіграли позитивну роль в підвищенні рівня агротехніки при підготовці ґрунту. В даний час аналог луцильників типу ЛДГ випускається ВАТ «Білагромаш-сервіс» під маркою ЛДГ-12Б. При загальній масі 3750 кг навантаження на один диск не перевищує 45 кг, що в першу чергу обмежує їх ширше

застосування у всіх зонах. ЗАТ «Апшеронський завод «Лессель- маш» випускає дворядну дискову борону батарейного типу БД-10Б (рис 4.2), яку можна було б використовувати і як лу- щільник.

Але у цієї борони навантаження на диск при спільній масі 4450 кг та кількості встановлених дисків 120 шт. на ширині 10,5 м щенижче (37 кг на диск). Ці борони, які широко застосовувалися раніше, при переході на нові технології, що передбачають збереження всіх пожнивних залишків, опинилися в колишньому вигляді мало- придатними.

Згадані вже останні десятиліття згадувалися вже мульчувальники в певною ступеня перехопили першість в луценні ґрунти. Особливістю цих мульчувальників є:

- фронтальне дворядне розташування робітників органів;
- індивідуальне плаваюче з'єднання робітників органів зрамою;
- збільшене відстань між дисками в одному ряду(250...300 мм);
 - дискові робітники органи повинні бути не вирізні, тобто. зісуцільним лезом.

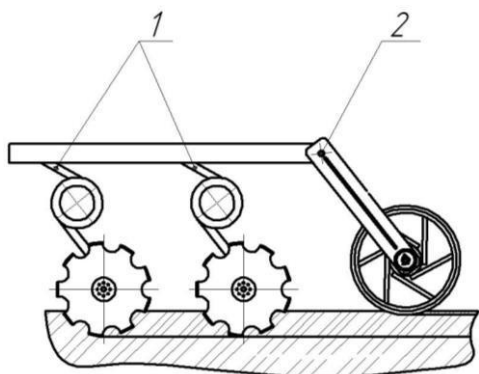


1,2, 8, 9 - секції; 3 - рама з транспортними колесами; гребінець; 5 - з'єднувач секцій; 6 - передня тяга; 7 - рама борони; 10 - самовстановлювальні колеса Рис. 4.2 - Дискова борона БД-10Б

Фронтальне розташування робочих органів дозволяє розпрацювати більше компактні конструкції дискових гармат, а дворядне розташування дисків у порівнянні з дисковими лу- щільниками типу

ЛДГ підвищує технологічну надійність, забезпечує більш повне підрізання бур'янів та ґрунту по всій ширині обробки. У конструкціях мульчувальників необхідно завжди передбачати систему копіювання робочими органами поверхні ґрунту, так як глибина обробки ґрунту при луці- ні (4...6 см) співмірна з варіацією профілю поверхні поля.

Найбільш близьку до викладеним вимогам конструкцію мульчувальника запропонувало ТОВ «Білагромаш-сервіс» (рис. 4.3). Запропоновано модельний ряд мульчувальників до тракторам різного класу тяги шириною захоплення від 3,2 м до 9,2 м. на них диски встановлені на індивідуальних спіральних стійках, ко-торі здатні копіювати мікронерівності поля і тим самим забезпечити потрібне якість роботи на малих глибин.



Однак при- зміна дисків зі суцільним лезом забезпечувало б найкраще подрібніше ня пожнивних залишків, що осо- біно важливо для малої глибини про-

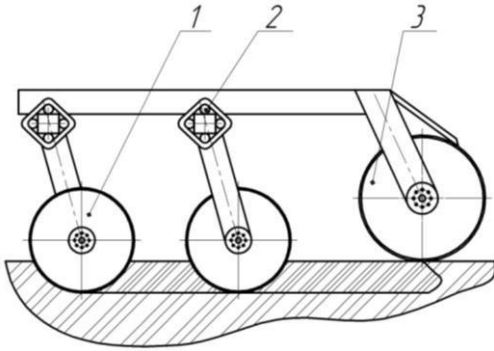
Рис. 4.3 – Дисківий мульчувальник ДМ-9,2. 1 – диски з різними органами на індиві-дуальні спіральні стійки; 2 – ковзанка

робітки ґрунту. Відстань між слідами дисків в 125 мм дворядних мульчування-ків серії ДМ не забезпечує підрізання ґрунту та бур'янів по всій ширині захоплення і, особливо, на малих глибинах мульчування (4...6) см за один прохід. Тирядний мульчувальник, єдиною відмінністю технології. ної схеми якого від дворядних є відстань між слідами дисків у плані (100 мм), що дозволяє за один прохід обробити ґрунт з повним його підрізанням на всьому діапазоні за-явленою глибини до 12 див.

На жаль, багато вітчизняних виробників іменують вироблені ними дворядні дискові знаряддя мульчиров-

ними, не роблячи при цьому різниці між мульчуванням (лу- щенням) і боронуванням ні з вихідних агротехнічних вимог- ванням, ні за вимогами копіювання рельєфу поля, ні за ви- бору типу робітника органу.

Інтерес представляє луцильник фірми Amazone (ФРН) Catros (рис.4.4). Цей луцильник забезпечений гладкими сферичними дисками діаметром 460 мм, встановлених окремо кожен на

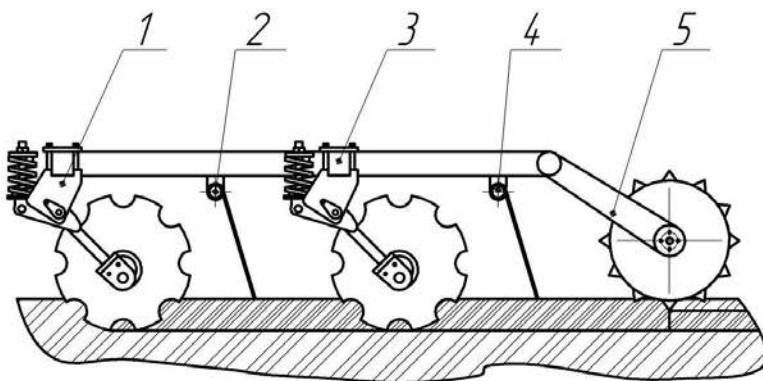


еластичних рези-нових демпфе-рах, які служать для копі-рування рельєфу поля і запобігатинітельного пристрої.

Висока уг- лова швидкість

1 – сферичний диск; 2 - еластичний рези- новий демпфер; 3 - гумово- клиновий каток Рис. 4.4 - Дискова борона-луцильник Catros фірми Amazone диска з відноси- тельно небо- шим діаметром сприяє бо-більш інтенсивному впливу на ґрунт і його кришенню. успіхом конструкції цього луцильника є можливість регулювання взаємного розташування рядів залежно від стану ґрунту та глибини його обробітку. складає всього 70 кг, але для збереження якості обробки поч- ви борона-луцильник забезпечується знімним додатковим бал- ластом як опція. Для комплектування цих знарядь в залежності. симості від ґрунтових умов пропонуються ковзанки різної конструкції, найбільш визнаним з яких є гумо- клинові ковзанки.

Велике поширення в Росії знайшли універсальні дискові борони- луцильники Рубін фірми Lemken (ФРН) (Рис.4.5). В основному ці знаряддя призначені для боронування на глибину до 14 див. Однак вони також відповідають більшості вимог та до луцильників. Плаваюча система підвіски дис- ков до рами, неглибокі вирізи по периметру диска, дворядне розташування, збільшені кут атаки та кут нахилу дисків вже на глибині 7 см дають суцільне підрізання ґрунту.



1,3 -дискові робочі органи; 2,4 – штригель; 5 – ковзанкаРис.

4.5 - Дискова борона Рубін 9 600/KU фірми Lemken (ФРН)

Однак заглиблюваність цих гармат в умовах важких чорноземів і при наявності великого кількості пожнивних залишків недостатня. Для їх якісної роботи потрібно бо- ліе ретельна підготовка поля при прибирання попередника.

З переходом на мінімальну обробку ґрунту на великих площах потреба в дискових гарматах різко підвищилася. Цей перехід на нову технологію підготовки ґрунту послужив приводом появи принципово нових у технологічному та конструктивному виконанні дискових

борін. Якщо раніше диско-

ші борони і луцильники випускалися для всієї країни практично чеськи одним заводом «Сібсільмаш» (Р. Новосибірськ), то вже тільки в Росії їх випускають кілька десятків невеликих підприємств. Ще більше на російському ринку представлено бо- рон зарубіжного виробництва.

Особливістю нового покоління дискових борін є встановлення кожного робочого органу - диска на окремі стійці та його нахил до вертикальної площини, як у дискових плугів. При цьому диски розташовуються фронтально в кілька рядів на попе- річкові балки. У Росії спочатку ідея встановлення плоских нахил- них дисків на окремих стійках була перевірено Сибірським науково-дослідним інститутом механізації та електрифікації кації сільського господарства (СІБІМЕ) спільно з ДСКБ на ма- шинах для поліпшення лук і пасовищ, але дослідження були припинені у зв'язку з ускладненням конструкції та суттєвим підвищенням вартості. На початку 1985 року Краснодарський НДІ сільського господарства опублікував вперше результати дослідження. ній експериментального зразка борони з похилими сферич- ськими дисками на окремих стійках [8]. Отримані результати показали високу результативність по всіх основних агротех- нічним результатам, але з тих же необґрунтованих причин і ці дослідження були припинено.

В даний час в Росії проводиться велика кількість- ство дискових борон, що виробляються численними малими та середніми підприємствами, що принципово мало відрізняються один від одного. Але їх можна розділити на групи за такими параметрам:

- борони батарейного типу і на індивідуальних стійках;
 - борони навісні і напівнавісні;
 - по кількості рядів (2-х, 3-х і 4-х рядні);
- за способом з'єднання робочих органів до рами (жорстке та плаваюче);

- за типом рами борони - жорстка цільна рама для ширини захоплення до 4-х метрів і секційна - при ширині захоплення більше 4-х метрів.

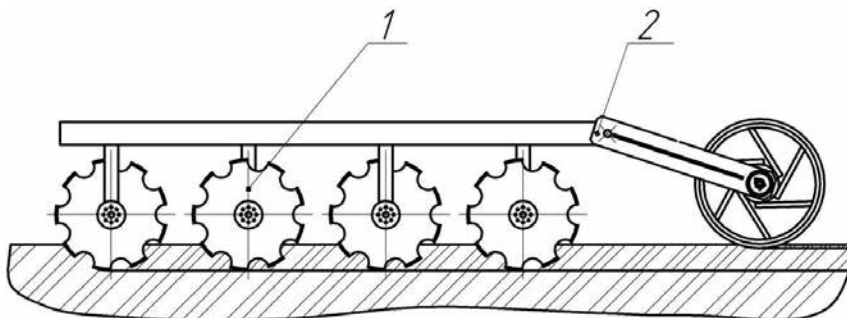
Важливою відмінністю багаторядних дискових борін (два і бо- лее ряду) є технологічна схема розміщення робочих ор- ганів, яка в великий ступеня вирішує якість обробки ґрунти. Вибір типу робочого органу та його параметри разом з оп- тимально обраною технологічною схемою визначають успіх операції обробки ґрунти і всієї дискової борони.

Основними виробниками дискових борін у Росії яв- ляються ТОВ «Білагромаш-сервіс» (Р. Білгород), ТОВ «БДМ- Агро» (м. Краснодар),

ЗАТ «Апшеронський завод «Лессельмаш», ТОВ «Промагро» та ін. Велику частку в реалізації дискових борон і луцильників займають багато зарубіжних фірм: Lemken та Amazone (ФРН), Väderstad (Швеція), Kuhn, Agrisem та Gregoire Besson (Франція), Gaspardo (Італія), Keis та Sanflorer (США) та ін. Російськими виробниками представлено найбільшу кількість стовбурових борон у чотирирядному виконанні, а закордонними – тільки дворядні. Розроблено і випускається весь модельний ряд борон для тракторів різного класу тяги. Борона ТОВ

«Білогромаш-сервіс» БДМ-4×4ПМ в чотирирядному виконанні з жорстким індивідуальним кріпленням до рами дисків (рис.4.6) призначена для основної обробки ґрунту після прибирання попередника на глибину до 14 см, подрібнення поживних залишків та перемішування їх з розпушеним ґрунтом, а також його вирівнювання та прикочування.

Для сухих ґрунтів, коли на поверхні ґрунту після проходу дисків залишається велика кількість великих грудок, борона комплектується кільчасто-шпоровим катком.



1 – дискові робочі органи; 2 – ковзанка

Рис. 4.6 - Дискова борона БДМ-4×4ПМ ТОВ «Білагромаш-сервіс»

У разі обробки легких ґрунтів з оптимальною вологістю спіральна ковзанка, яка випускається для цієї борони, краще вирівнює ґрунт. Відстань між дисками в одному рядку 400 мм, що майже вдвічі більше, ніж у борон батареїного типу. Тому ці борони мають дуже високою технологічною надійністю, близькою до 1. Кут атаки дисків регулюється до 30° і це дає можливість на сухих та твердих ґрунтах збільшити кут атаки, тим самим домагаючись позитивного потиличного кута. У випадку ж вологого або перезволоженого ґрунту кут атаки необхідно зменшити для запобігання забиванню дисків. При загальній масі борони 3462 кг та загальній кількості робочих

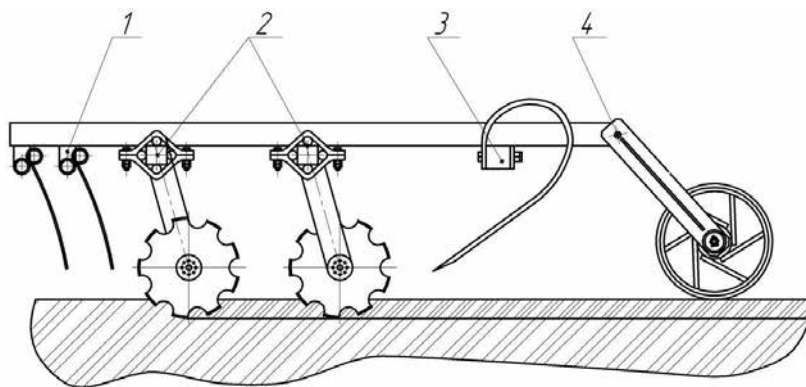
органів 40, питоме навантаження на диск складає 86 кг. На сухих і твердих ґрунтах, особливо за наявності великої кількості поживних залишків, такого навантаження на диск може виявитися недостатнім. точно для заглиблення борони на потрібну глибину. Тому для споживачів із жорсткими ґрунтовими умовами необхідно передбачити як додаткову опцію баласт, визначив заздалегідь місце їх установки.

Дискатор БДМ-8×4П виробництва БДМ-Агро (м. Краснодар) спроектований за аналогічною технологічною схемою. Дискатор шириною захоплення 8,1 м має секційну раму та забезпечує все вимоги для транспортування дорогами.

Навантаження на один диск при загальній масі 8025 кг та кількості дисків 79 складає 101 кг, що гарантує найкраще заглиблення у ґрунт. За бажанням замовника та в залежності від характеристики умов експлуатації борона може бути укомплектована різноманітними котками: спіральними - ШКС, шевронним - ШКШ, трубчастими - ШКТ, гумовими - ШКО.

Шведська фірма Väderstad випускає на основі дискових гармат багатофункціональну машину для обробки ґрунту Carrier, яка може розпушити ґрунт, рівномірно розподіляти по полю поживні залишки, подрібнювати їх і рівномірно перемішувати з ґрунтом, вирівнювати ґрунт і прикочувати його. При застосуванні Carrier все має бути спрямоване на підвищення її продуктивності: застосування агрегату з максимально можливою шириною захоплення, високі швидкості обробки ґрунту, круглодобовий режим роботи агрегату, підбір кваліфікованих механізаторів. Обробка ґрунту після збирання попередника в найкоротші терміни окупає себе підвищеною якістю обробки, створенням необхідних умов для проростання насіння та вегетації рослин, а також економією палива та витрат праці. Дискова зброя має кілька варіантів поєднання робочих органів.

Основний варіант дискової борони Carrier (рис.4.7) включає-єт два ряди фронтально встановлених на поперечних балках конічних дисків, встановлених на гумових стійки.



1 – розподільник поживних залишків; 2 – конічний диск; 3 –
Вирівнювач; 4 – ковзанка

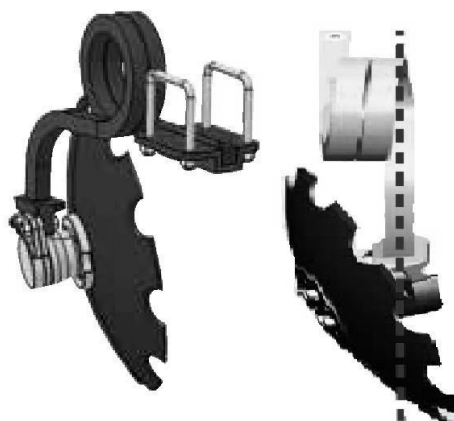
Рис. 4.7 - Дисківий культиватор Carrier фірми
Väderstad

За ними слідує вирівнювач ґрунту і прикочування ковзанки з сталевих кілець для розпушування та вирівнювання ґрунту. За наявності на поверхні ґрунту куп поживних залишків або нерівномірно розкиданої комбайном подрібненої соломи, на раму зброї встановлюється розподільник. Важливою особливістю цієї борони є те, що на ній встановлені не сферичні, як на всіх інших боронах, а конічні диски, які при зносі диска по діаметру робочий кут зберігають незмінним.

Дворядна фронтальна дискова борона Ufo (Італія) відзначається оригінальною конструкцією пружинної амортизуючої стійки.

Стійка диска є гвинтовою навивкою проволочки квадратного перерізу, горизонтальний кінець якого з'єднується з рамою, а вертикальний - з корпусом підшипникового вузла диска.

Така система підвіски дає можливість відхилитися диску при перевищенні чинною сили вище розрахункової. Це оберігає диск від поломок і за рахунок коливального руху євразійському



а - робочий орган дисковий борони Disk-O-Mulch; б – робочий орган дискової борони Ufo.

Рисунок 4.8 – Дискові робочі органи індивідуальних спіральних стійках навивки спіралі по відношенню до бічній силі (Рис. 4.8).

Добре зарекомендували себе дворядні дискові борони Diskomat фірми Farmet (Республіка Чехія). Диски на боронах цієї фірми мають внутрішнє заточення, а після кожного ряду встановлені дефлектори з гідравлічним керуванням робочої висоти. З метою якіснішого зворотного ущільнення поч- ви використовуються шини в два ряду.

Незважаючи на очевидні переваги дискових борон і луцильників з індивідуальним кріпленням робочих органів до рамі, не припиняється випуск та борон батарейного типу в Європі і особливо у Північній Америці. Це пояснюється тим, що приме- технологія збирання основних культур передбачає од- ночасне подрібнення і рівномірне розкидання пожнив-

них культур, наявність у господарствах достатньої кількості поч- вобробної техніки, підвищення їх продуктивності, що дозволяє своєчасне виконання всього обсягу робіт з обробці ґрунти на тих, хто звільняється полях.

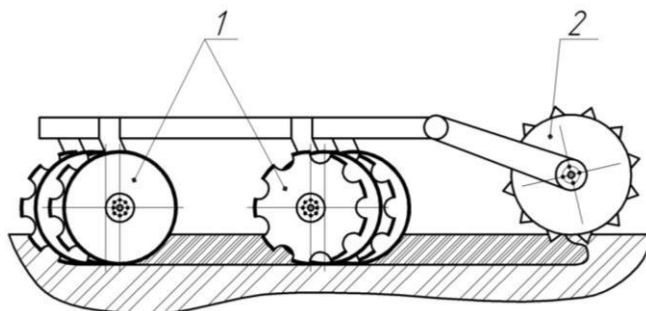
ЗАТ «Апшеронський завод Лессельмаш» виробляє диско- ши важкі борони батарейного типу БДТ-3, БДТ-7К-01, БДТ- 9,4, БДТ-10,2 і БДТ-12. Технологічні параметри цих боронне змінилися порівняно з боронами БДТ-7 та БДТ-3, які вироблялися раніше ТОВ «Сібсільмаш». рина захоплення і маса. пускає серію дисків батарейного типу БД-6,6, БД-4,2, БД-9,3/8 та ін Основною і дуже важливою перевагою дискових борін батарейного типу є їх нижчою ціною в порівнянні з боронами з індивідуальним кріпленням дисків до рамі.

За останні роки суттєво змінилися технології воз- вирощування сільськогосподарських культур. Скоротилася тради- нова технологія з відвальною обробкою ґрунту, і збільшилися площі із застосуванням ґрунтозахисної та мінімальної оброб- ки ґрунту. Підвищилася культура підготовки поля у період збирання попередника. Рідше стали застосовувати роздільну та копінку технології прибирання зернових колосових, які затримували початок обробітку ґрунту. З'явилася більш продуктивна убо- рочна техніка з подрібнювачами-розкидачами соломи. У зв'язку з цим зникли й деякі причини, які знижували якість. чність обробки ґрунту та продуктивність дискових луциль- ників та борін. У зв'язку з вищевикладеним багато виробників борін і

луцильників і досі не припиняють випуск цих гармат у батарейному виконанні, але ще більш досконалі та широкозахоплюючі, чим раніше.

Фірма Gregoire Besson (Франція) випускає X-подібні дискові борони під трактори від 150 до 320 л.с. для різних

грунтово-кліматичних умов: Віq Pro-для легень умов (навантаження на диск 75...88кг), середня серія (навантаження на диск 113...121 кг) та важкі борони (навантаження на диск 150...161 кг) (Рис. 4.9.)



1 - батарея чергуються дискових робітників органів; 2 - як-струм

Рис. 4.9 - Дискова борона Gregoire Besson (Франція)

Борони оснащені оригінальними, легко доступними і зручними органами налаштування. Для зворотного ущільнення до борони можна підібрати найбільш придатні прикочують ковзанки. Аналогічну технологічну схему має і інша французька дискова борона Diskover. У боронах Diskover і Gregoire Besson гладкі та вирізні диски чергуються у рядах у цілях збереження суперечливих показників подрібнення поживних залишків та технологічної надійності.

Дискові борони батарейного типу випускають практично по схожою технологічної схемою фірми Salford (Канада), Gaspardo (Італія) і Krause (США).

Незважаючи на велику кількість дискових борін і луцильників отеческого та зарубіжного виробництва на нашому ринку все ж залишається ще багато проблем, рішення яких для ґрунтових умов кожної зони є спільним завданням дослідження. лей, конструкторів, технологів і фахівців виробництва.

РОЗДІЛ 2. ТЕОРЕТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ОЦІНКИ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ПІДШИПНИКІВ ДИСКОВОЮ БОРОНОЮ МЕТОДОМ ІНФРАЧЕРВОНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ

2.1 Моделювання теплового стану підшипників дискових борін

Моделювання експлуатаційних умов роботи підшипника дискової борони необхідно для розробки теоретичної моделі роботи підшипника.

Перед тим, як визначити момент тертя, що виникає в підшипнику дискової борони за різними формулами і встановити найбільш підходящу формулу для розрахунку моменту тертя підшипника, необхідно визначити параметри навантаження підшипника.

До основних технологічних параметрів робочих органів дискових борін і луцильників, що забезпечують якість обробки ґрунту відповідно до вихідних вимог, висока технологічна надійність та ефективність відносяться діаметр диска D та радіус кривизни сфери диска R . Від значення цих параметрів залежать багато технологічних показників роботи дискових борін і луцильників: якість кришення ґрунту, заглиблення, ємність, подрібнення та закладення поживних залишків, технологічна надійність, ширина захвату диска. Порядок розрахунку параметрів дисків залежить від фізико-механічних властивостей ґрунту, попередників, способу їх прибирання, які визначають умови роботи, технології підготовки ґрунту під наступну культуру, що визначає вихідні агротехнічні вимоги, а також від технологічної схеми борін та луцильників.

Залежно від умов роботи та вихідних вимог визначаються першочергові вимоги до якісних та експлуатаційним показниками роботи зброї. З урахуванням цих вимог - вань вибирають діапазон значень параметрів дисків, які коригуються під час розгляду інших показників. У науковій літературі зустрічається велика кількість аналітичних залежностей, симостей значень параметрів дисків та їх орієнтації у ґрунті від показників, що характеризують умови роботи, що супроводжуються експериментально

підтвердженими даними. Але, до жаль, в більшості випадків ці результати не відтворюються на практиці через умови змін, що постійно змінюються. Це про- стійкість вказує на необхідність проведення експери- ментальних досліджень в самих різних умовах, аж до

критичних. У таких складних об'єктах, як ґрунт та дослідження. нях пов'язаних з нею слід перевагу віддати експерименту тальним робіт. Теоретичні ж дослідження повинні при цьому служити початковим орієнтиром для вибору дій- ючих на об'єкт факторів і напрямки руху до оптимуму.

При обробітку озимих колосових культур по пізно прибирається просапним культур по сучасної технології основну обробку ґрунту проводять дисковими боронами. При При цьому умови роботи характеризуються часто підвищеною твердо- ністю ґрунту та наявністю великої кількості великостеблових пожнивних залишків. Після збирання зернових колосових культур зазвичай ґрунт легко обробляється і пожнивні культури не вимагають додаткового подрібнення - умови роботи диско- вих борін і лушчильників легші. У цьому випадку ранжирів- ка показників якості обробітку ґрунту змінюється. Цілком інший підхід буде потрібний для пересушеної або перезволоженої- ного ґрунту. Щоб не прогавити рекомендовані терміни сівби, як дуже суттєвий фактор для майбутнього врожаю, іноді при- ходить і в таких жорстких умовах починати обробку ґрунту.

Однак, при будь-якому стані поля, що підлягає обробці, слід в першу черга розглянути питання технологічного надійності, яка залежить від забивання ґрунтом та пожнивними залишками міждискового простору, коли неможливо про- продовжувати роботу. В силу конструктивних особливостей цей пара- метр є найбільш важливим для дискових борін батарейного типу. У цих борін міждискова відстань на одній батареї зі- ставить всього лише 220 мм і все диски обертаються синхронно. Ці два обставини є причиною частого забивання цих борін. Тому для борін батарейного типу слід розпочати.

вирішити проблему оптимізації параметрів диска з повного усунення забивання борони ґрунтом і поживними залишками.

Власне, в основному саме з цієї причини багато виробників. діти припинили випуск борін батарейного типу, хоча вони ще далеко не вичерпали свої можливості та мають низку переваг в порівнянні з боронами з фронтальним розташуванням дисків на рамі в кілька рядів на індивідуальних стійках. розміщення робочих органів міждислово відстань збільшує-ється в 1,5...2 рази в порівнянні з боронами батарейного типу. цих умовах відпадає проблема забивання ґрунтом і поживно-ми залишками міждислового простору і на перший план ви- ступає заглиблюваність дисків. важливим показником, бо від неї залежить і кількість проходів по полю для досягнення необхідної глибини.

Кришення ґрунту дисковими боронами та луцильниками за- висить не тільки від ґрунтових умов, а й від параметрів дис- ків, їх орієнтації у ґрунті та параметрів розміщення на рамі. Ґрунт, після відриву від моноліту піднімаючись по внутрішньому по- верхності сфери диска, кришиться від деформацій стиснення та

вигину. Чим менший радіус сфери, тобто. більше її кривизна, тим вище де- формація ґрунту, отже і крошення. Ступінь кришення ґрунту залежить також і від кута атаки дисків. Збільшення кута ата- кі дисків сприяє підвищення якості обробки ґрунту. Але надмірне захоплення цим параметром може призводити до за- бування борони ґрунтом та поживними залишками. Це поясн- еться тим, що при збільшенні кута атаки, залежно від умов- ний роботи, спостерігається протягування дисків без обертання, а також знижується прохідність ґрунтової маси в звужуванні просторі між дисками.

Підвищення швидкості обробітку ґрунту та збільшення кривіз- ні дисків сприяє кращому перемішування поживних залишків із ґрунтом. Але ці два фактори при цьому знижують заглиб- ляємість при одному і том ж діаметрі і збільшують опірлення ґрунту. Раніше в традиційних технологіях

прибирання та відвал-ної обробки ґрунту подрібненню пожнивних залишків не приділяють-лось достатньо уваги. Вся солома стягувалася з поля і скидалася. При мінімальній і ґрунтозберігаючій технології як підготовки ґрунту, в процесі збирання практично всіх основ-них одночасно з збиранням подрібнюється вся солома і залишається вирішити питання закласти її в ґрунт при обробці диско-ними боронами або залишити для захисту ґрунту від ерозії та де-фляції ґрунту при поверхневій його обробці плоскорізами. По-цьому проблема подрібнення пожнивних залишків дисковими знаряддями практично сьогодні перекочувала в область прибирання сільськогосподарських культур.

Підводячи підсумки вище викладеному, слід помітити, що вибір параметрів дисків для борін і лушчильників вимагає ком-плексного підходу.

Для дискових борін батарейного типу співвідношення між діаметром диска D борони батарейного типу і глибиною оброб-кі ґрунту a виражається залежністю [27].

де k - коефіцієнт, що враховує схильність до забивання між-дискового простору оброблюваним ґрунтом та пожнивними залишками.

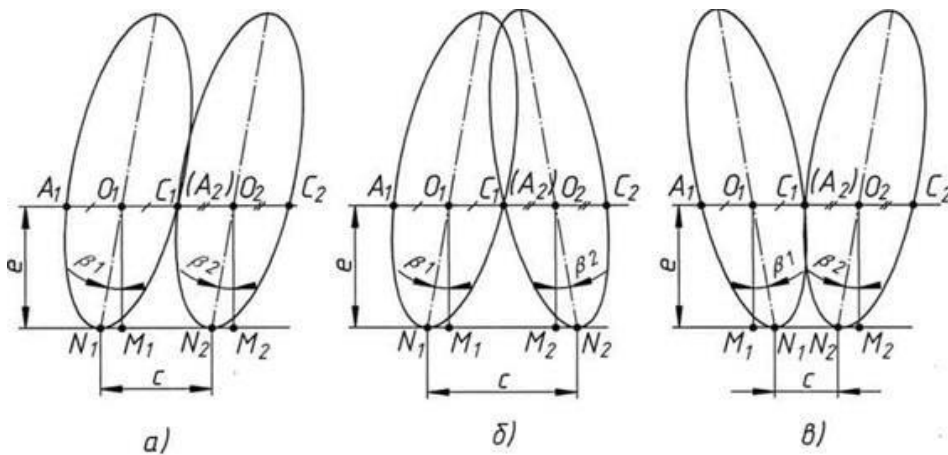
Коефіцієнт k , як встановила практика, для борон нахо-диться в межах 4...6. Для виключення забивання ґрунтом і по-життєвими залишками рекомендується відстань між дисками b теж вибирати в залежно від глибини обробки ґрунту.

При встановленні дисків на окремих стійках під кутом атаки α і нахилом його осі до горизонталі випадки забивання міждиско-ого простору лише зрідка спостерігаються при збільшенні відстані b до 300...400 мм. Але при виборі діаметра диска і роз-стояння між дисками на батареї необхідно врахувати і допусти-мою висоту гребенів e , що утворюється між сусідніми дисками. При батарейному розміщенні дисків відстань між дисками плані

одно
- діаметр диска на рівні допустимого значення висоти гребенів.

Отже, найважливішим показником якості обробки ґрунти дисковими боронами є дотримання висоти про- дольного гребеня dna борозни e , що створюється між дисками, про- працюючими суміжні смужки землі (рис. 5.1). диски можуть бути розташовані у різних рядах. диска, радіуса його сфери, кута заточування та інших параметрів хо- рошо освітлений у літературі [27].

У дискових боронах батарейного типу відстань між со- сидніми дисками в одній батареї визначається виходячи з прин- ципа виключення заклинювання ґрунту між ними. При такому навіть наявність другого, зміщеного щодо дисків першого ряду (передньої батареї), ряду (задньої батареї) не забезпеч- умова повного підрізання ґрунту без огріхів. Дискові багаторядні борони позбавлені цього нестачі.



а) - в одному напрямі; б) – в "розвал"; в) – у «звал»

Рисунок 5.1 – Схема визначення міждискової відстані при різному розташування дисків

Однак для оптимізації міждискової відстані дискової багаторядної борони в одному ряду та відстані між дисками, обробляють суміжні смужки землі з дотриманням агро- технічної вимоги на висоту гребеня на дні борозни, необ- ходимо визначити ширину захоплення одного окремо взятого дис- ка, що характеризується рядом параметрів: діаметра диска D , кута атаки α , кута нахилу до вертикалі β , допустимої висоти гребеня на дні борозни e (Рис.5.2).

Диск, встановлений на стійці під кутом нахилу β і з уг- лом атаки α проектується на фронтальну площину у вигляді ел- липса.

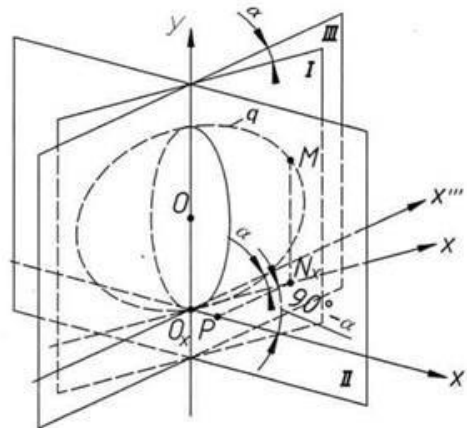


Рис 5.2 - Схема визначення рівняння еліпса

Розглянемо випадок, коли проекції суміжних дисків (еліп- си) орієнтовані на одному напрямі.

Розташуємо диски під кутами $\beta 1$ і $\beta 2$ до вертикалі (рис 2.1).

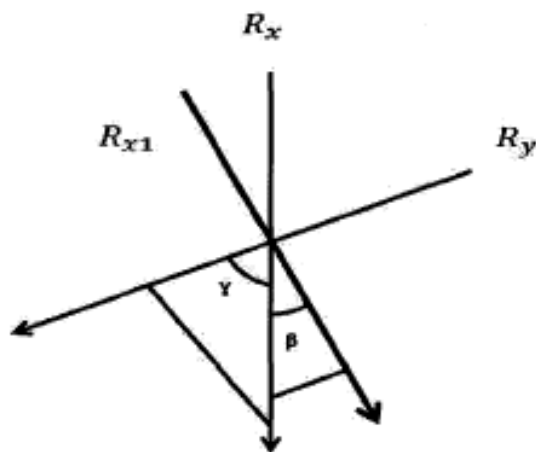


Рисунок 2.1 Сили, що діють на підшипниковий вузол робочих органів дискової борони

Сила опору, яка припадає на дискову батарею, залежить від швидкості руху, стану та властивостей оброблюваного ґрунту [60]. Швидкість руху

визначає частоту обертання підшипників. Частота обертання залежить від діаметра дисків. Діаметр нових сферичних вирізних дисків становить 0,66 м. При вимірюванні розмірів дисків дискової борони, колишньої в експлуатації, середній діаметр дисків склав 0,63 м. У технічних характеристиках дискових борін, випущених в 80-х роках 20-го століття, швидкість обробки ґрунту дисковою бороною становить 12 км/год [9]. Сучасні рекомендації встановлюють швидкість руху при обробці ґрунту 18-20 км / ч, так як при цій швидкості забезпечується найкраще підрізання рослинних залишків та їх перемішування, утворюється однорідний мульчувати шар.

Діагностику може проходити як нова дискова борона, так і колишня в експлуатації, тому для визначення частоти обертання дисків необхідно взяти середній діаметр між номінальним діаметром і середнім діаметром дисків D (м), що були в експлуатації ($D=0,65$ м). Частота обертання визначається за формулою:

$$m = \frac{50v}{3\pi D}, \quad (2.4)$$

n частота обертання дисків, хв

v швидкість руху дискової борони, ($v = 20$ км / год);

Частота обертання становить 160 хв⁻¹.

Сила навантаження підшипників дискової борони залежить від швидкості руху, яка для проведення розрахунків прийнята рівною 20 км / год, і від конструктивних параметрів підшипників, встановлених в підшипниковому вузлі.

Параметри навантаження, конструктивні параметри і умови змазування впливають на момент тертя, який визначає потужність, необхідну на подолання тертя в підшипнику [66]. Потужність, що витрачається в підшипнику на подолання тертя, визначає зміна його температури, тому для визначення технічного стану підшипника необхідно визначити фактори і їх вплив на потужність.

Зробимо розрахунок моменту тертя для однорядного радіально-упорного конічного роликowego регульованого підшипника дискової борони БДТ-7 типу 7212 за формулами 1.1 1.13 з метою визначення формули, яка буде використовуватися при дослідженнях в подальшому.

Значення коефіцієнтів, що використовуються при розрахунку, такі:

n частота обертання ($n = 160 \text{ хв}^{-1}$);

v кінематична в'язкість мастильного матеріалу ($v = 100 \text{ мм} / \text{с}$).

R_1, R_2 геометрична константа для моменту тертя ковзання ($R_1 = 1,84 \cdot 10^{-6}$; $R_2 = 1$);

F_r і F_a радіальна і осьова сили навантаження ($F_r = 5190 \text{ Н}$; $F_a = 0 \text{ Н}$);

d_m середній діаметр підшипника ($d_m = 85 \text{ мм}$).

μ_{sl} коефіцієнт тертя ковзання ($\mu_{sl} = 0,002$).

де S_1 геометрична константа для моменту тертя ковзання ($S_1 = 0,048$);

V_M коефіцієнт, що залежить від умов змазування ($V_M = 0,3 \cdot 10^{-4}$);

B ширина внутрішнього кільця підшипника ($B = 23 \text{ мм}$).

K_L, K_Z геометричні константи ($K_L = 6, K_Z = 0,7$).

P сила навантаження підшипника кг;

f_{np} усереднений динамічний коефіцієнт тертя ($f_{np} = 10,0 \cdot 10^{-3}$)

d внутрішній діаметр підшипника ($d = 60 \text{ мм}$).

D_0 середній діаметр підшипника ($D_0 = 85 \text{ мм}$);

f_0 коефіцієнт, що залежить від типу підшипника і умов мащення ($f_0 = 4$);

f_1 коефіцієнт, що залежить від типу підшипника і ступеня його навантаження ($f_1 = 0,0005$);

g_1 коефіцієнт, що залежить від співвідношення радіальної і осьової сил навантаження підшипника ($g_1 = 1$).

Результати розрахунку моменту тертя в підшипнику за формулами 1.1-1.8 наступні:

$$M_{rr} = 1,02 \cdot (100 \cdot 160)^{0,6} = 339,7 \text{ Нмм.}$$

$$G_{rr} = 1,84 \cdot 10^{-6} \cdot 85^{2,38} \cdot 5190^{0,31} = 1,02$$

$$\Phi_{ish} 1 / (1 + 1,84 \cdot 10^{-9} \cdot (160 \cdot 85)^{1,28} \cdot 100^{0,64}) = 0,993$$

$$M_{sl} = 9517,7 \cdot 0,002 = 19 \text{ Нмм.}$$

$$G_{sl} = 0,048 \cdot 85^{0,82} \cdot 5190 = 9517,7$$

$$M_{drag} = 10 \cdot 0,3 \cdot 10^{-4} \cdot 14,28 \cdot 10^{-12} \cdot 23 \cdot 84^4 \cdot 160^2 = 0,12 \text{ Нмм.}$$

$$K_{roll} = 6 \cdot 0,7 \cdot 170 \text{ л} 10^{-12} / 50 = 14,28 \cdot 10^{-12}.$$

$$M = 0,993 \cdot 339,7 + 19 + 0,13 = 356 \text{ Нмм}$$

Момент тертя в підшипнику склав 356 Нмм або 0,36 Нм.

Момент тертя в підшипнику, визначений за формулою 1.9 склав:

$$M = 0,5 \cdot 10,0 \cdot 10^{-3} \cdot 519 \cdot 0,06 = 0,16 \text{ Нм.}$$

Розрахунок моменту тертя в підшипнику за формулами 1.10 1.14 наступний:

$$v \cdot n = 100 \cdot 160 = 16000$$

$$M_0 10^{-7} \cdot 4 \cdot (100 \cdot 160)^{2/3} \cdot 85^3 = 156 \text{ Нмм}$$

$$M_1 = 0,0005 \cdot 5190 \cdot 85 = 220 \text{ Нмм}$$

$$M = 156 + 220 = 376 \text{ Нмм}$$

Момент тертя склав 376 Нмм або 0,38 Нм.

При збільшенні температури мастильного матеріалу від 0 ° С до 20 ° С відбувається випробувань підшипників дискової борони необхідно враховувати те, що при прогріванні електроприводу стенду споживана їм потужність зменшиться.

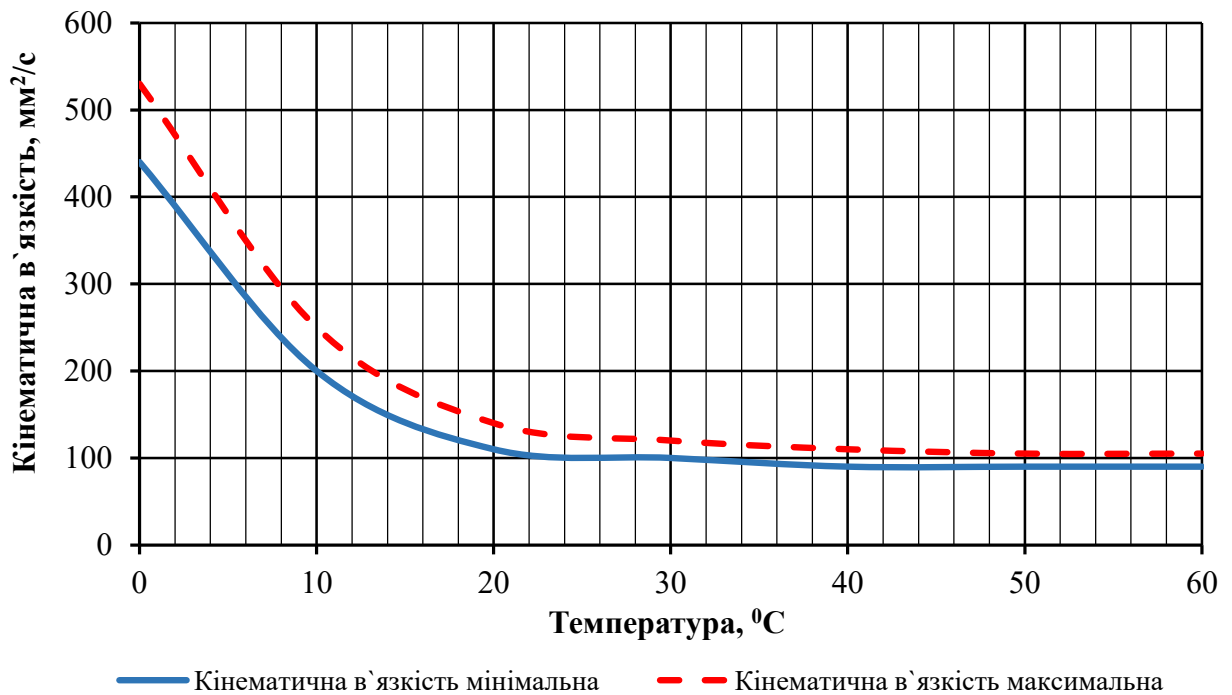


Рисунок 2.2 – Кінематична в'язкість литол-24 в залежності від температури

У розрахунках кінематична в'язкість мастильного матеріалу прийнята рівною 100 мм / с. температурі кінематична в'язкість мастильного матеріалу має діапазон, пов'язано це з тим, що різні партії мастильного матеріалу містять різні пропорції базових олив, що входять до його складу. Тому кінематична в'язкість визначається середньої в'язкістю з діапазону для певної температури [18].

При розрахунках моменту тертя підшипника для визначення найбільш підходящої радіально-упорного роликового підшипника $g_l = 2Y$. Y коефіцієнт осьової сили навантаження ($Y = 1,71$) [66].

Після обліку постійних і змінних параметрів, що впливають на момент тертя в підшипнику, отримана формула для визначення моменту тертя M (Нмм):

$$M = 156 + 0,0425 \cdot ((3,42 \cdot (F_a + F_n) + F_r + F_n), \quad (2.5)$$

де F_a осьова сила навантаження, H ;

F_r радіальна сила навантаження, H ;

F_n коефіцієнт що враховує дію сили навантаження від конструктивних особливостей підшипника, ($F_n = 3,42 \frac{0,5F_r}{Y}$).

Сила навантаження підшипників залежить від сили опору ґрунту при обробці, маси борони, швидкості обробки ґрунту. Сила опору ґрунту для проведення коефіцієнт g_l . Один підшипниковий вузол сприймає 280 кг маси дискової борони. Осьова сила навантаження F_a (Н) визначається за формулою:

$$F_a = P_{al} + R_Y, \quad (2.6)$$

де P_{al} осьова сила навантаження від осьового натягу, Н;

R_Y осьова сила навантаження підшипників визначається за формулою 2.2

Використовуваний підшипник регульований, тому при регулюванні можна створити осьової з параметрами гвинтової пари і кутом тертя для гвинтів з прямокутною різьбою (рисунок 2.3) [73].

$$M_p = P_{al} \operatorname{tg}(\beta + \alpha) \frac{d_v}{2}, \quad (2.7)$$

де M_p момент прикладений до гвинта, Нм;

P_{al} осьова сила навантаження, Н;

β кут підйому витка різьби;

α кут тертя в парі гвинт-циліндр;

d_v середній діаметр різьби гвинтів, мм.

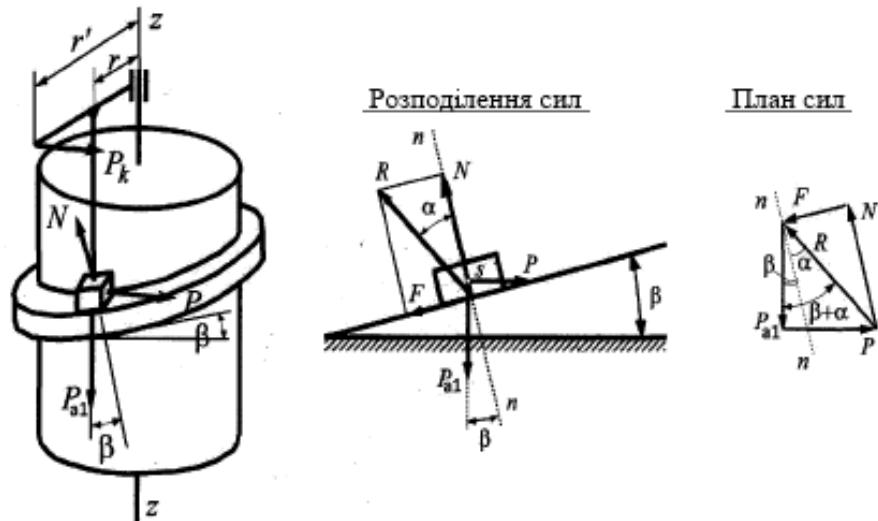


Рисунок 2.3 Розподіл сил в різьбі

У гвинтів, що кріплять кришку підшипникового вузла до корпусу, різьба метрична (рисунок 2.4), у якій кут профілю $\gamma = 60^\circ$. $\text{tg } \alpha' = \dot{f}_2$.

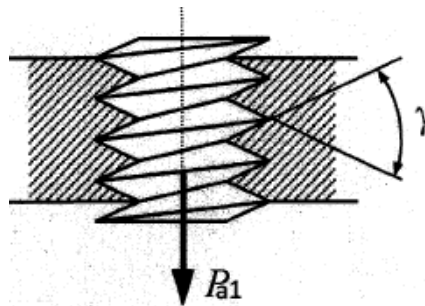


Рисунок 2.4 Профіль різьби гвинта

Для метричної різьби наведений коефіцієнт тертя \dot{f}_2 і дійсний коефіцієнт тертя f_2 пов'язані залежністю:

$$\dot{f}_2 = \frac{f}{\cos \frac{\gamma}{2}} = 1,155 f_2 \quad (2.8)$$

$$\alpha' = \text{arctg}(1,155 f_2)$$

Підставами в формулу (2.7) вираз (2.8), отримуємо:

$$M_p = P_{at} d (\beta + \text{arctd}(1,155 f_2)) \frac{d_v}{2}, \quad (2-9)$$

При затягуванні гвинта з боку ключа на гвинт діє момент затяжки M_Z , котра переборює моменту тертя в різьбі M_p і на торці болта M_m . Для визначення моменту затягування використовуємо формулу:

$$M_Z = M_p + M_T \quad (2.10)$$

Коефіцієнт тертя на торці гвинта визначається з рівняння:

$$M_T = P_{al} \frac{D_{sr}}{2} f_1, \quad (2.11)$$

де $D_{sr} = \frac{(S + D_v)}{2}$ середній діаметр опорної поверхні гвинта, мм;

S зовнішній діаметр опорної поверхні гвинта, мм;

D_v внутрішній діаметр опорної поверхні гвинта, мм.

Підставами в формулу (2.10) вираження (2.9) і (2.11):

$$M_Z = P_{al} (\operatorname{tg}(\beta + \operatorname{arctg} 1,155 f_2)) \frac{d_v}{2} + \frac{D_{sr}}{2} f_1 \quad (2.12)$$

Осьова сила, яку створює гвинт, визначається за формулою:

$$P_{al} = \frac{M_Z}{(\operatorname{tg}(\beta + \operatorname{arctg}(1,155 f_2)) \frac{d_v}{2} + \frac{D_{sr}}{2} f_1)} \quad (2.13)$$

Формула (2.13) дозволяє обчислити осьове зусилля, що виникає при затягуванні одного гвинта. Кожна кришка кріпиться до корпусу за допомогою чотирьох гвинтів, тому осьова сила створювана гвинтами дорівнює:

$$P = 4P_{al}, \quad (2.14)$$

Розрахунки, зроблені за формулою (2.14) дозволили визначити максимальну силу навантаження, яку створюють гвинти (24000 Н). Визначити залежність гвинтів з необхідним зусиллям 60 Нм осьової натяг становить 0,09 мм.

Радіальна сила навантаження F_r (Н) визначається за формулою:

$$F_r = R_z + R_{Xl} + F_n, \quad (2.15)$$

де R_z радіальна сила навантаження підшипника від маси дискової борони, Н, визначається за формулою 2.3;

R_{Xl} радіальна сила навантаження підшипника від опору ґрунту, Н, визначається за формулою 2.1.

Розрахунки, зроблені за формулою 2.5 для двох підшипників, так як в підшипниковий осьового зазору і попереднього натягу, представлені на рис. 2.5.

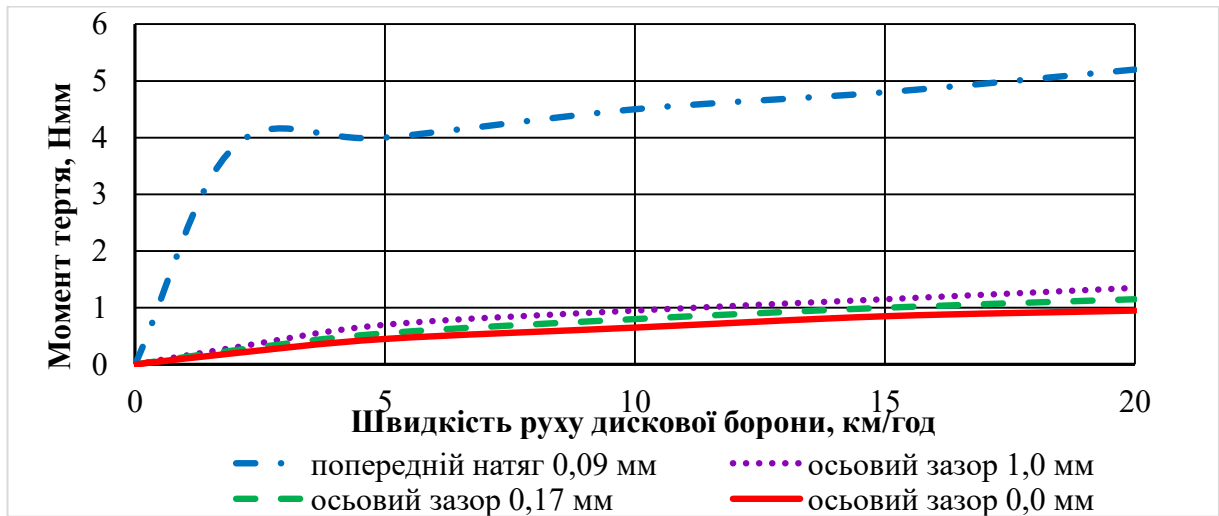


Рисунок 2.5 Залежність моменту тертя, що виникає в підшипниках при роботі, від швидкості руху дискової борони:

- 1 підшипники з номінальним осьовим зазором;
- 2 підшипники з допустимим осьовим зазором;
- 3 підшипники з осьовим зазором більше 0,17 мм;
- 4 підшипники з осьовим натягом 0,09 мм

Підставивши в формулу 1.14 формулу для розрахунку моменту тертя в підшипнику дискової борони, отримали формулу для розрахунку потужності, що витрачається на подолання моменту тертя, в підшипниках:

$$N = 1,05 \cdot 10^{-4} \frac{50v}{3\pi d} (4 \cdot 10^{-7} (100 \cdot \frac{50v}{3\pi d})^{2/3} 85^3 + 0,0425(3,42(P_{al} + 40v \cos(90 - \beta) + F_n) + R_z + 40v \cos \beta + F_n)) \quad (2.16)$$

На потужність, затрачену в підшипнику на подолання тертя впливають такі чинники: осьова і матеріалу, умови змащування, конструктивні параметри підшипника і його розмір.

Залежності потужності, що витрачається на подолання тертя в підшипнику, від на рис. 2.6.

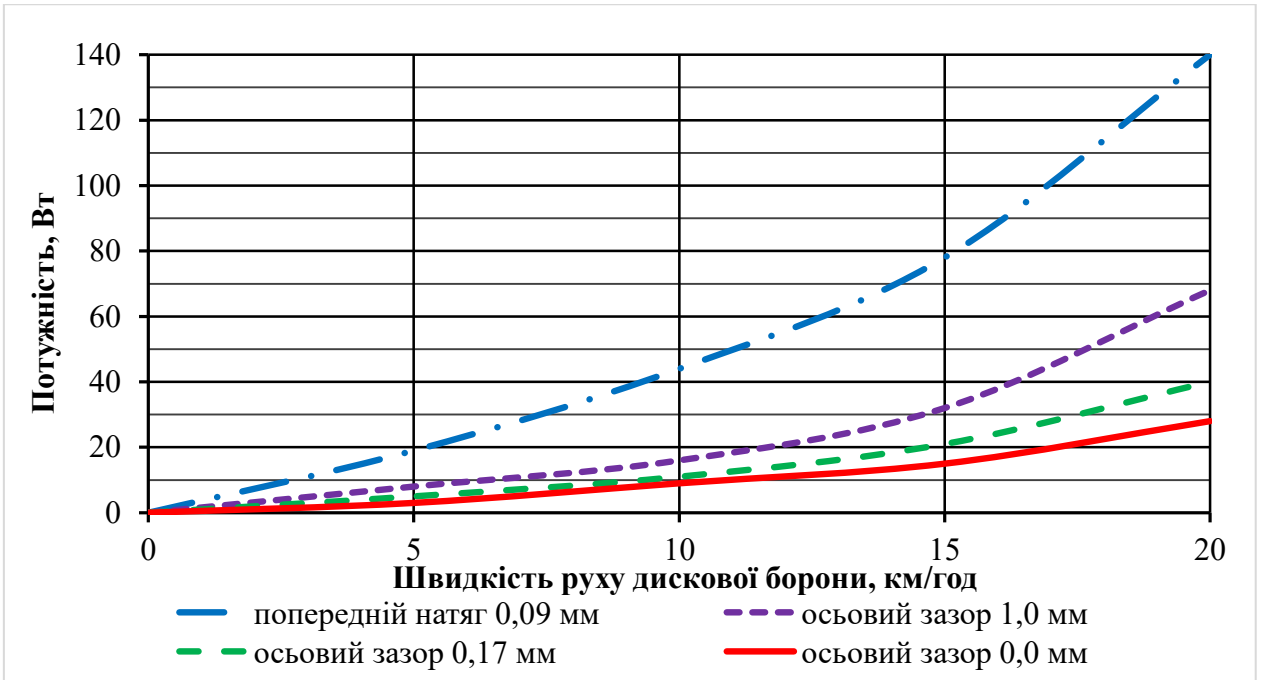


Рисунок 2.6 Залежність потужності, що витрачається в підшипнику на подолання тертя, від швидкості руху дискової борони:

- 1 підшипники з номінальним осьовим зазором;
- 2 підшипники з допустимим осьовим зазором;
- 3 підшипники з осьовим зазором більше 0,17 мм;
- 4 підшипники з осьовим натягом 0,09 мм

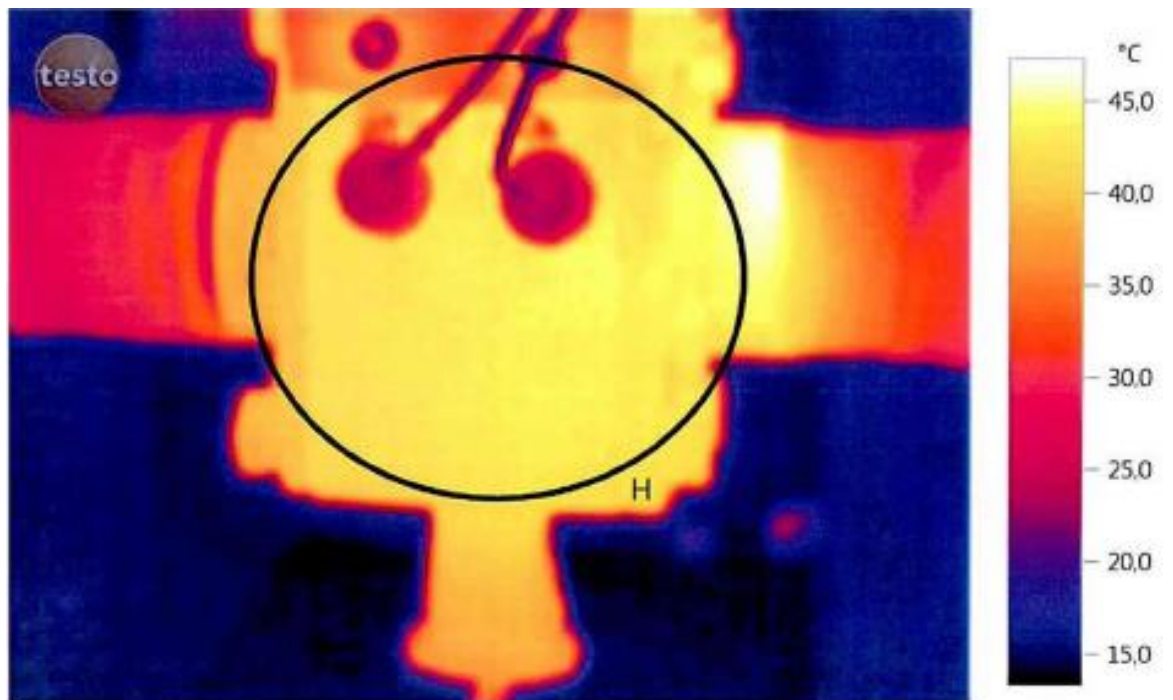


Рисунок 2.22 Визначення температури поверхні корпусу з використанням виділення у формі кола

РОЗДІЛ 3. МЕТОДИКИ ДОСЛІДЖЕНЬ

У розділі представлені загальні методики, необхідні для проведення теоретичних і експериментальних досліджень по розробці способу діагностики технічного стану підшипників дискової борони на основі інфрачервоного випромінювання.

Робочі органи дискових борін і луцильників у залежності від призначення, умов роботи, конструкції та форми поверхності діляться на окремі групи.

За призначенням дискові ґрунтообробні знаряддя бувають польові, садові та болотяні. Польові дискові борони призначені для основної обробки ґрунту після прибирання попередника та оброблення ґрунту після оранки. У сівозмістах з розривом по термінах від збирання попередника до післядобривної культури застосовують більше легені ґрунтообробляючі знаряддя - дискові луцильники для обробки ґрунту на невелику глибину (4...6) см з метою збереження вологи від випаровування та отримання провокаційних сходів бур'янів. Робочі органи таких знарядь характеризуються меншим діаметром, ший навантаженням на кожен диск, меншим радіусом кривизни сферичної поверхні диска, а також меншою відстанню між дисками в одному ряду в порівнянні з дисковими боронами. Це, що можна пояснити меншим обсягом ґрунту, переробленим луцильниками. Найпоширеніші дискові ґрунтообробні знаряддя - дискові борони постачаються гладкими сферичними дисками з суцільним або вирізним лезом, дисками конічної форми та сферичними з гофрованою поверхнею на глибину занурення у ґрунт. Гладкі сферичні диски зі суцільним лезом збільшеного діаметра (550...700 мм) застосовуються при обробці ґрунту на глибину до 14 см та наявності на її поверхні великостеблових пожнивних залишків. І навпаки диски меншого діаметра - при луценні ґрунту на глибину 4...6 см та наявності на поверхні ґрунту легень пожнивних залишків, як наприклад, подрібненої соломи. Диски зі суцільним лезом найбільш повно перерізають пожнивні залишки, але такі диски за певних умов (підвищені вологість і глибина обробки ґрунту)

легше забиваються через прояви явища протягування із втратою оборотів. Вирізні диски навіть при відносно невеликих діаметрах більш надійні, але захоплюють поживні залишки і перерізають їх або переста- пають через них, легше заглиблюються в ґрунт і більш постійно знаходяться в зачепленні з щільним дном борозни, що сприятиме ет збереження оборотів диска, отже, і виключення яв- лення протягування та забивання борін ґрунтом та поживними залишками. Форма та розміри вирізів дисків бувають різні в за- залежності від умов роботи. Диски з вирізами на периферії отримали назва "ромашка". Перші диски типу «ромашка» встановлювалися на боронах батарейного типу БДТ- 7, БДТ- 3 і

ін. і мали виріз трапецеїдальної форми (Рис. 6.1).

Згодом з'явилися диски з вирізами напівкруглий форми різних розмірів (Рис. 6.2). Диски з вирізами більшого

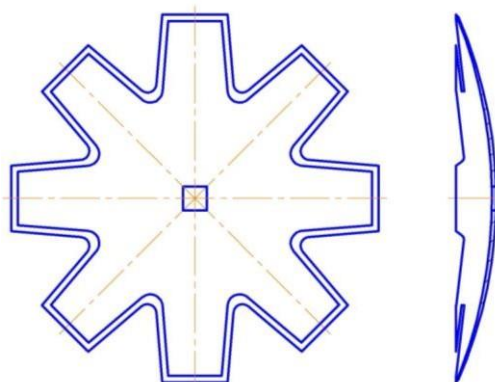


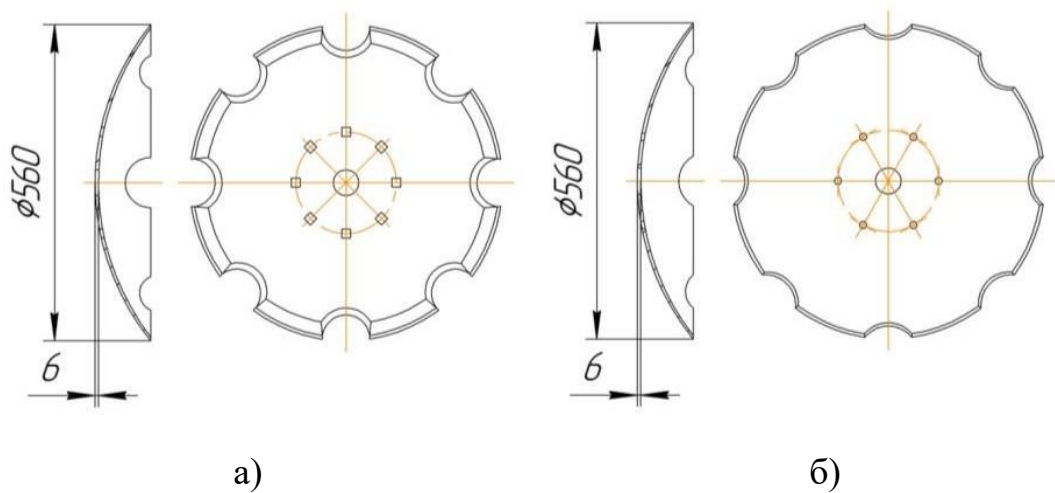
Рис. 6.1 - Диск борони «ромашка» з трапеціадальним вирізом

розміру з глибше- ням в диск до 30...60 мм (Рис. 6.2

а) призначені одночасно і для перерізання поживних залишків та для забезпечення більш надійного зчеплення з ґрунтом. Диски з вирізами радіусом до 30 мм (рис. 6.2 б) переважно призначені для забезпечення більше надійного обертання диска.

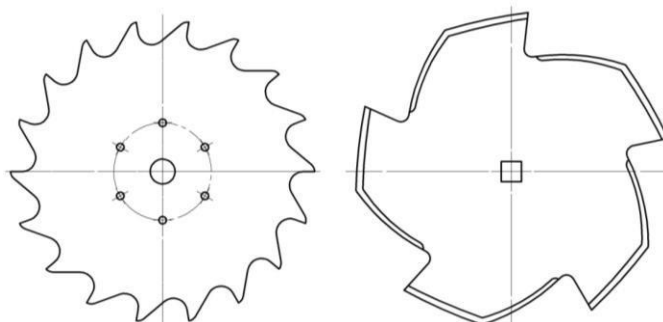
З метою забезпечення більш надійного обертання диска в со- відповідальності з поступальною швидкістю агрегату та перерізання великостеблових поживних залишків (кукурудзи, соняшниково- ка та ін.)

диски повинні мати асиметричні вирізи, забезпеч- різання зі ковзанням (рис. 6.3 а) [22]. Ці диски мають- ють вирізи, орієнтовані у бік центру диска, причому од- на бік вирізу до його вершини виконана радіально по пря- мій лінії, інша частина вирізу, сполучаючись з радіусом диска, про- разує лінію, що забезпечує різання зі ковзанням пожнив- них залишків, що потрапляють у виріз. Таким чином, наявність кон- структивних елементів у вигляді вирізів диска дозволяє захопити і зафіксувати стебло у ґрунті, забезпечити різання пожнивних залишків.



а - диски з вирізами 30 ... 60 мм; б - диск із вирізами до 30 мм
Рис. 6.2 - Диски з круглими вирізами по периферії диска

З аналогічними вирізами диски великого діаметру «Флео- Флео» фірми Quivogne (800...850 мм) (Рис. 6.3 б) застосовуються для обробки ґрунту на глибину до 20 см та подрібнення грубо- стеблових пожнивних залишків і чагарникових рослин.



а)

б)

а – диски з асиметричними вирізами; б – диски «Флео-Флео» фірми Quivogne

Рисунок 6.3 – Диски для обробки ґрунту та подрібнення великостеблових просапних культур і чагарникових рослин

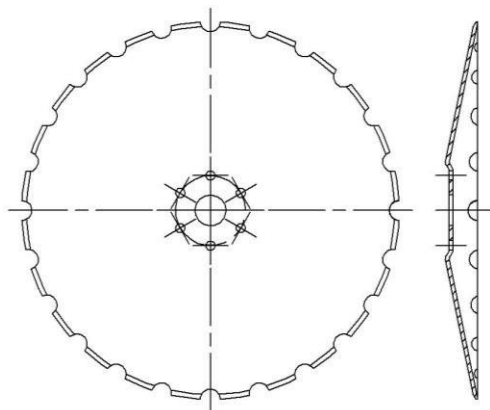


Рис. 6.4 - Диски конічної форми

Інтерес перед- ставляють диски ко- нічною форми (Рис. 6.4). У коніч- ських дисків завжди зберігається робітник кут (кут нахилу до горизонталі каса- тивної до поверхнево- сти диска) при зно- се. Такі диски легли до заглиблюються в ґрунт, але погано

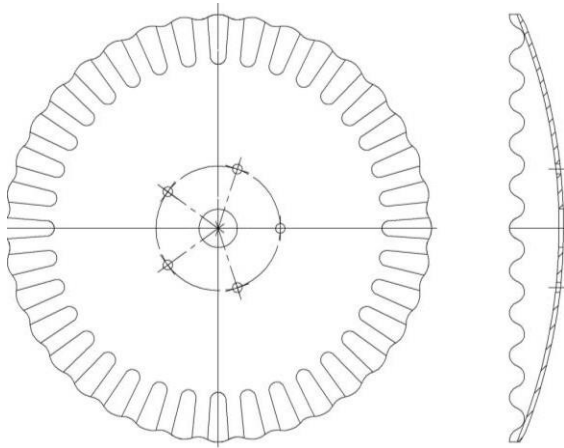
кришать ґрунт по мірі збільшення глибини її обробки.

Тому конічні диски у поєднанні з іншими робітниками органами з підвищеними крихітними властивостями показують Хороші результати. Диски діаметром 430 мм широко застосовують- ються на дискових боронах Carrier і в комбінованих агрегатах

фірми Väderstad (Швеція), а також на боронах Qualidisk фірми Kverneland Group діаметром 573 мм.

З метою більш інтенсивного подрібнення пожнивних залишків. ків, кришення ґрунту та їх перемішування деякі закордонні фірми застосовують на дискових боронах сферичні диски з рифленим лезом (рис.6.5). Диски такого типу випускають фірми Krause і Kuhn і під назвою А-диски (фірма

Bednar Strom).



Відома також і вітчизняна розробка (рис. 6.6) сферичного дискового ра-

бочого органу, периферійна частина поверхності якого виконано хвилястою для забезпечення плавного повторювання змінення кута атаки від його вихідного значення [20]. Хвиля диска починаючи з ріжучою кромки, виконано

спадаючою до центру диска з переходом в сферу. Обробка та-

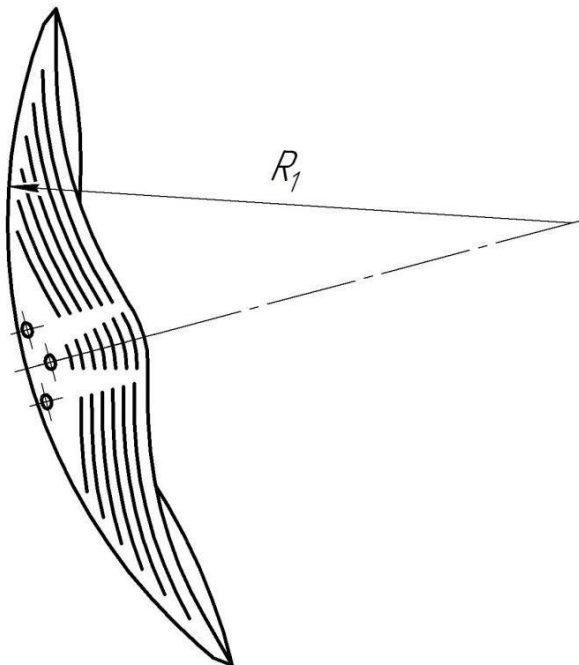


Рисунок 6.5 – Сферичні диски з рифліним лезом

ким робочим органом повинна забезпечити підвищення якості проробітки ґрунти при зниженні енергоємності.

Загальним недоліком всіх сферичних дисків є обра-

потиличного тиску на лезо при зовнішній заточці та опуклу зовнішню сферу, особливо на малих та середніх кутах атаки, що є однією з причин порушення курсової устойчивості дискової борони.

Рис. 6.6 - Сферичний диск з змінним кутом атаки

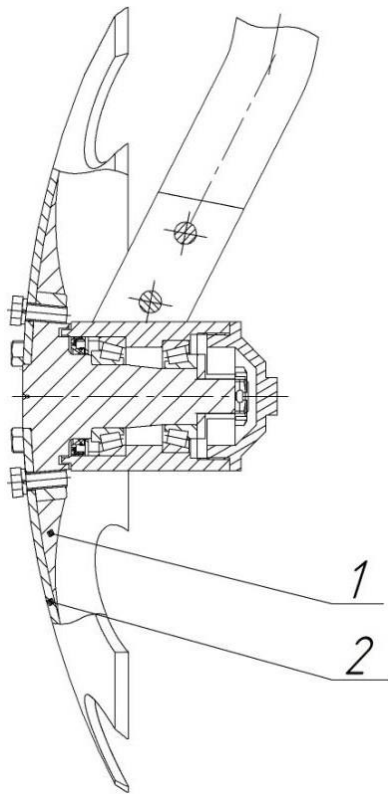
З метою усунення цього недоліку пропонуються дискові робочі органи з більш складною зовнішньою та внутрішньою поверхнею. При збільшенні кривизни диска, тобто зменшенні радіусу сфери ґрунт краще кришиться і інтенсивніше перемішується з подрібненими поживними залишками. Із збільшенням кривизни зменшується погіршується, знижується технологічна надійність. Збільшення ж внутрішнього радіусу сфери хоч і підвищує заглиблення, але знижується фарбування ґрунту. Бажання совмести в одному диску всі необхідні параметри - хороше заглиблення, підвищений ступінь кришення ґрунту та стійкість диска, призвело до необхідності розробки нового диска зі змінною радіусом сфери від леза диска до його центру (рис. 6.7) [27].

Такий диск має периферійну частину сфери диска на ділянці максимального заглиблення диска в ґрунт виконана по великому радіусу, а далі до центру зменшується по спіралі Архімеда або іншому закону з плавним зменшенням радіусу.

У центральній частині диска передбачена майданчик для кріплення диска до корпусу підшипникового вузла Кільце 1 в сонапрузі з внутрішньою поверхнею сфери диска 2 забезпечує отримання новою поверхні, яка представляє собою кільцевий криволінійний жолоб навколо підшипникового вузла при його установці на внутрішній сфері диска.

Цей кільцевий жолоб в залежності від висоти кільця і форми його перерізу забезпечує нову траєкторію обороту пласта з зменшуваним радіусом кривизни і підвищення кришення ґрунту. Кільце 1 змінне і може бути підібрано в залежності від типу ґрунту та його стану. Отримання форми

внутрішньої поверхнево-сти диска може мати



1 - Кільце; 2 – диск Рис. 6.7 - Сферичний диск

з змінним радіусом кривизни різне конструктивне виконання.

Підбиваючи підсумки вищевикладеного, слід зазначити, що вибір параметрів дисків для борін і лушпильників вимагає комплексного підходу.

Незважаючи на безліч різних типів дискових робочих органів, все ж таки найбільш поширеними залишаються сферичні диски. Класичний розрахунок параметрів таких дисків [25,7,30] позбавлений недоліків, але і понині залишаються найбільш підходящою з пропонованих теорій для прогнозування геометричних параметрів диска на першому етапі проектування.

Усі геометричні параметри сферичних дисків взаємозалежні і спільно визначають його якісні та енергетичські показники.

У зв'язку з неоднорідністю оброблюваного середовища - ґрунту, рекомендовані значення всіх параметрів дисків мають основним

інтервальний характер. Послідовність визначення параметрів дисків за різних схем їх розміщення відрізняється один від одного. Якщо прийняти, що слабкою ланкою для однорядних або дворядних дискових борін та лушчильників батареїного типу із синхронним обертанням дисків є забиваність міждискового простору, то слід спочатку вибрати параметри, яких залежить цей показник. Відомо, що забивання дискових борон і лушчильників залежить від фізико-механічних властивостей ґрунту, його вологості, наявності поживних залишків, діаметра диска, радіуса його сфери, міждискової відстані в батареї, глибини обробки ґрунту, і кута атаки дисків.

Як уже було зазначено, кожному поєднанню умов роботи відповідають свої оптимальні параметри дисків. Однак більшу частину параметрів неможливо регулювати в залежності від поточних умов. До них потрібно віднести такі параметри, як діаметр диска, його радіус сфери і кути заточки. Кут атаки диска і глибину обробки ґрунту слід віднести до регульованих параметрів. З урахуванням викладеної структури факторів, визначальних забиваність борон і лушчильників, слід провести попередні дослідження при самому складне поєднання умов роботи. Базовий рівень діаметра диска можна прийняти на основі попередніх розрахунків.

де i - кут загострення (кут між перпендикуляром до радіусу сфери в точках A або B і проекцією площини леза, реко- менюється приймати в межах $12^\circ \dots 25^\circ$).

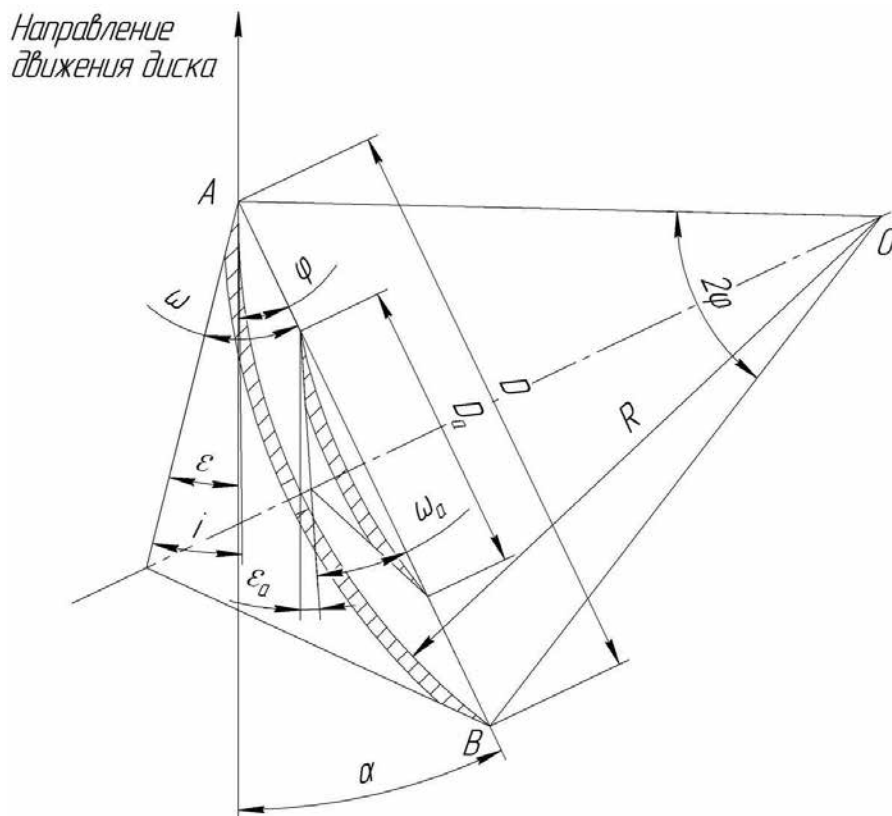


Рисунок 6.8 – Елементи геометрії сферичного диска. Однак це перетин не є робітником. Тому розгляну-

рим переріз диска на рівні ґрунту при заглибленні на макси- глибину a . Для цього перерізу кут атаки α дорівнює:

У даному виразі кут $\epsilon \alpha$ повинен бути більшим за 0° , щоб виключити явище потиличного тиску. Тому рекомендує- ся кут $\epsilon \alpha$ приймати в межах $3^\circ \dots 5^\circ$. За прийнятими значеннями α та $\epsilon \alpha$ знаходимо кут утворює конуса в перетині на висоті a від дна борозни $\omega \alpha$.

Для дискових борін нового покоління з індивідуальним кріпленням кожного робочого органу до рами та їх фронтальним розташуванням у кілька рядів на відміну від дискових гармат з батарейним розташуванням дисків заклинювання ґрунту між

дисками практично немає. Це пояснюється тим, що в цих знаряддях у зв'язку з розміщенням робочих органів у 3 та 4 ряди можливість забивання

міждискового простору малоімовірно. На, так як відстань між дисками в рядах в 1,5...2 рази більша, ніж у боролах батарейного типу. А для дискових лущильних ковпачків питання заклинювання ґрунту між дисками не представляє небезпеки через невелику глибину обробки ґрунту, тобто. і невеликого обсягу переробленої ґрунти. Отже, для борін і лущильників з індивідуальним кріпленням дисків до рами потрібно вибирати діаметр диска з інших принципів. У цьому разі головним показником виступає здатність диска перерізати пожнивні залишки. У будь-якому випадку діаметр диска слід вибирати мінімально допустимим, тому що від нього залежить заглибленість. При роботі сферичного неvirізного диска можливі випадки, коли пожнивні залишки, наприклад стрижень кукурузи, що виштовхується з кута, утвореного поверхнею поля і лезом диска. Щоб виключити таке явище необхідно увіvirізнити діаметр диска [25]. Щоб вирішити, що складається у виборі діаметра диска альтернативну обстановку, необхідно знову ставити експерименти щодо вибору оптимального діаметру диска з урахуванням інтересів заглиблення та перерізування пожнивних залишків без їх завантаження перед бороною з урахуванням умов роботи ґрунту. Однак для встановлення області постановки дослідів слід попередньо керуватися рекомендацією ями по діаметру дисків, виробленими раніше в умовах прежніх технологій. Одночасно необхідно в цьому ж досвіді визначити відстань між рядами дисків. При цьому необхідно діти для кожного ґрунтового умови випробувати диски різної конструкції: диски з гладким лезом без virізів, з virізами різної конфігурації, у тому числі з постійним кутом різання і ін. Вибір решти параметрів дисків для борон і лущильників з індивідуальним кріпленням робітників органів і гармат батарейного типу практично однакові.

І, нарешті, вибір типу та параметрів дисків, а також їх розміщення в обов'язковому порядку необхідно супроводжувати випробуваннями в самих екстремальних ґрунтових умовах. Такі умови дійсно рідко бувають, але не слід забувати, що і в цих окремих випадках необхідно підготувати

грунт і посіяти наступну по сівозміні культуру своєчасно.

Кут атаки диска α , його кут нахилу до вертикалі β і ско- зростання обробки ґрунту V мають важливе самостійне значення у підвищенні багатьох якісних та техніко-економічних по- козачів дискових борін і луцильників.

При застосуванні дискових знарядь раніше у всіх рекоменда- ціях відзначали швидкість 6...7 км/год як найбільш оптимальну. Нако тоді застосовували дискові знаряддя переважно лише для оброблення зораного ґрунту. У сучасних технологіях їх при- змінюють для основного обробітку ґрунту. досліджень показують, що при підвищенні поступальною швидкості сферичних дисків значно підвищується та тягове опір [30] Так, при $\alpha = 15^\circ$ підвищення швидкості від 5,8 до 10,8 км/год, тобто 1,86 разу, викликає зростання тягового опору. дисків від 40 до 80 %, а при $\alpha = 30^\circ$ на 25...65 %. зростання тягового опору відстає від зростання швидкості. а за одним цим показником є сенс у підвищенні обра- ботки ґрунту на підвищених швидкостях. Оков і І.М. Панов відзначають, що «зі збільшенням швидкості руху- ження трактора різко зростає дальність відкидання дисками ґрунту, тому швидкість руху дискових плугів і луцильні- ков не повинна перевищувати 7 км/год» [27]. шена на сучасних дискових гарматах. відбивачі ґрунтових грудок, відриваються від дисків при роботі на великих швидкостях, які не тільки перешкоджають від- кидання ґрунту хаотично в різні боки, але ще й ударяючись про відбивач додатково кришаться. Помічено також, що за обробці на підвищених швидкостях ступінь кришення ґрунту по- вивисується, знижуються технологічні простой через забивання знаряддя.

Вибір кута атаки є відповідальним етапом при розра- ботці вихідних даних для проектування борін і луцильні- ків. Діапазон регулювання кута атаки широкий. Так, для дискових луцильників він досягає $30 \dots 40^\circ$, у дискових борін - не більше 25° . На дискових боронах зарубіжного виробництва та деяких вітчизняних моделях кут атаки не регулюється і складає $18 \dots 20^\circ$. Від кута атаки залежить не тільки ступінь кришення ґрунту,

але й ширина захоплення диска і ступінь перемішування ґрунту та поживних залишків. Всі ці показники підвищуються в міру збільшення керування кута атаки. Але в залежності від геометричних параметрів рів дисків при збільшенні кута атаки знижується кутова швидкість диска, починається волочіння і, як наслідок, забивання міждискового простору ґрунтом та поживними залишками. При обробці ґрунту вертикально стоїть диском ґрунт сприймає в основному деформації відриву і зсуву, що піднімається на певну висоту, погано перемішується з поживними залишками і все це посилюється при обробці ґрунту на великій глибині. Кут нахилу дисків до вертикалі раніше рекомендували лише для дискових плугів. При нахилі диска полегшується підйом пласта та знижується тяговий опір. Однак від борін і мульчирівників з індивідуальним кріпленням робочих органів при мінімальній обробці ґрунту потрібно перемішувати ґрунт з поживними залишками, що неможливо виконати без підйому пласта на більшу висоту. І цю вимогу може виконати тільки нахилений диск, на який легше піднімається підданий пласт ґрунту. Таким чином, при розробленні вихідних вимог до дисковим робітником органам і визначенні оптимальних параметрів робочих органів слід врахувати не тільки умови їхньої роботи, а й тип борони, оскільки від останнього залежить порядок вирішення поставленої завдання.

3. ПІДВИЩЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ДИСКОВИХ БОРОН

Для поверхневий обробки ґрунту в справжнє час створені і розробляються нові комбіновані агрегати, що дозволяють скоротити кількість проходів по полю і підвищити якість обробки ґрунту. Найбільш простими з них являються комбіновані агрегати, збудовані по принципом національного поєднання пасивних робітників органів. Частіше все-го в таких агрегатах застосовуються сферичні диски і плоскорізи в поєднанні з іншими теж пасивними робітниками органами.

Дискові робітники органи при цьому мають ряд переважно-суспільств:

простота конструкції, щодо невеликий знос і ін [30]. ефективність сферичних дисків в значительній ступеня залежить і від їх розміщення на рамі, тобто. технологічної схеми і особливо на багаторядних дискових гарматах: при недостатнім відстані між дисками підвищується ймовірність заклинювання між ними пласта і відслучних брил ґрунту, а збільшення цього відстані заперечення-тельно дається взнаки на якості обробки ґрунту (низьке качество кришення ґрунту, високі гребені дна борозни, неповне підрізання бур'янів, поява огріхів).

Як було зазначено на вітчизняному ринку вперше з'явилися дискові борони новою конструкції з багаторядним фронтальним розташуванням дисків в 2000 року. Хоча вони ще були далеко недосконалі, але вже різко перевищували дискові знаряддя батарейного типу БДТ – 7 та його модифікації. Ці знаряддя вимагали багаторазового проходу по полю після прибирання пізно прибираються просапних великостеблових культур - кукурудзи, соняшнику, ріпани і ін. культур, плохого заглиблювалися і мали низьку технологічну надійність в здебільшого через забивання міждискового простору. то ж час в дискових борони з індивідуальним кріпленням робітників органів до рамі знаряддя в результаті їх широкою виробничої перевірки були виявлені теж не-статки, які суттєво знижували їх ефективність. Однак і після проходу нових борон з індивідуальним кріпленням ріжучих вузлів до рамі на поле залишалися відслучні необроблені смуги ґрунту, порушувалися практично-скі і все інші агротехнічні показники. це явлення наочніше було на малих глибин обробки ґрунту. З-за цього виробники дискових борон прагнули на днях поля демонструвати свої борони на великих глибин.

Проведений нами аналіз показав, що до вищевикладеному результату порушення якості обробки ґрунту приводить неправильне розміщення дисків на рамі.

При обробці ж ґрунту зі зрушенням її в бік відкритою борозни одним з дисків, між якими укладена ця по-лоска ґрунту, ширина борозни має

допуск:

Фрагмент технологічної схеми більшості фронтальних багаторядних дискових борон з індивідуальним міцнішенням робітників органів показаний на рис. 7.1 [16].

У цієї технологічної схеми зустрічається чотири варіанта взаємного розташування пар робітників органів, обробляючих суміжно розташовані смуги ґрунти, які показані на рис. 7.1 (пари 1-2, 2-4, 3-4 та 1-3).

Характерною особливістю в них є те, що в одній лише парі (3-4) (рис. 7.1) ззаду розташований диск сдвігає ґрунт в бік вже відкритою борозни попереду розпокладеним диском цієї ж пари дисків.

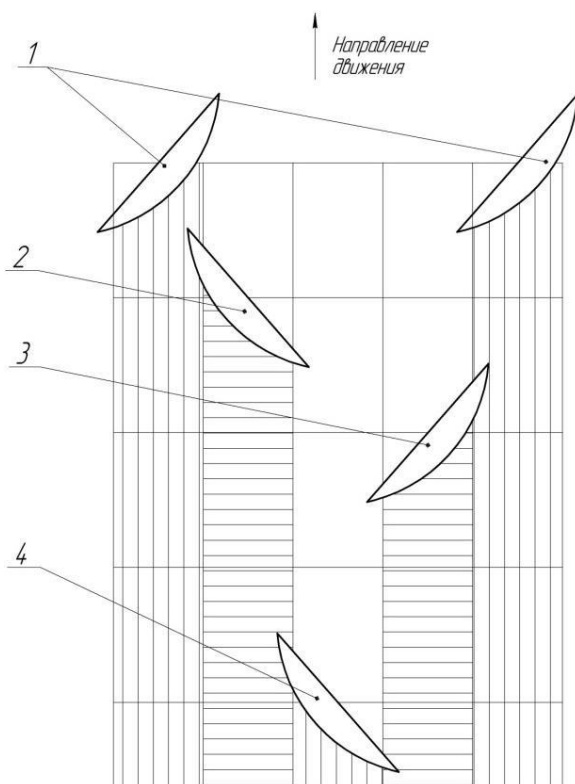


Рисунок 7.1 – Фрагмент технологічної схеми дискової борони за патентом на корисну модель №108265

При цьому ширина оброблюваної смужки ґрунти більше на величину зсуву і складає $1,3 b l$ [29]. В інших же парах (1-2, 2-4 і 1-3) вищевказаний ефект зсуву ґрунту між дисками не відбувається. Але, до на жаль, у всіх дискових борон з аналогічною технологічною схемою

відстань між

дисками b^* у всіх пар однаково і складає:

(7.4)

де U - міждискове відстань в одному ряду,

n – кількість рядів.

Це призводить до того, що в парах дисків, де не відбувається відрив і зрушення ґрунти, міждискова смужка ґрунти повністю не обробляється, на поле залишаються недоторкані продольні смужки ґрунти. А в парах дисків зі зрушенням ґрунти

можна було б і збільшити міждискове відстань b^* . У дискових боронах з технологічної схемою, наведеною на рисунці 7.1 з чотирьох пар дисків, освічених дисками, працюючими одне міждискове відстань U в трьох парах обробка ґрунти відбувається без зсуву ґрунти і лише в одній парі - зі зрушенням.

При найбільш поширених параметрах дискових борін:

Цей приклад показує, що міждискова відстань для конкретно розглянутою чотирирядний дисковий борони не має перевищувати 322 мм при умови, що ґрунт має бути підрізана по всій ширині захоплення борони. З 322 мм міждискової відстані в одному ряду між дисками 3-4 обробляється 94 мм, а інші пари дисків - По 76 мм.

У дисковій бороні [18] із технологічною схемою (рис.7.2) міститься не одна, а дві пари дисків, що обробляють ґрунт між ними зі зрушенням (пари 2-3 та 2-4).

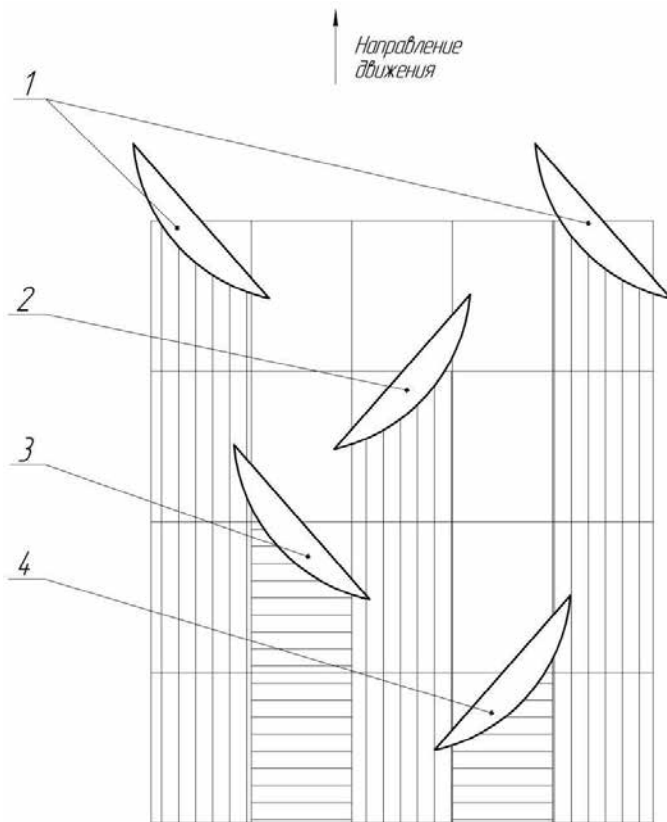


Рисунок 7.2 – Фрагмент технологічної схеми дискової борони за патентом на винахід №2292695

Це дає можливість ще більше розширити відстань між дисками в одному ряду та довести до 350 мм. І нарешті, в дисковій бороні [17] з технологічної схемою (рис. 7.3) з тре- парами дисків, що обробляють ґрунт зі зсувом міждиско- ше відстань в ряду досягає 375 мм.

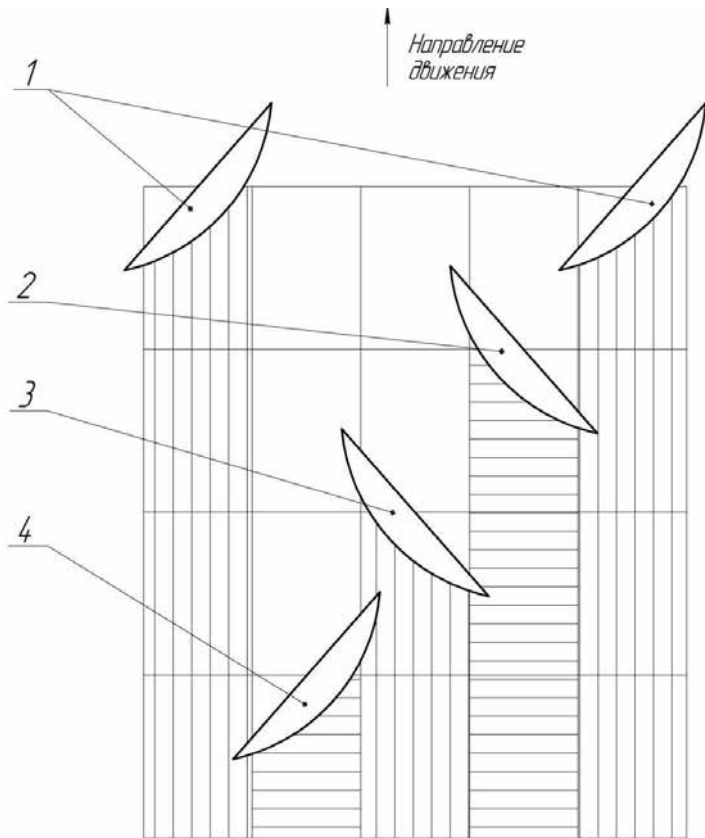


Рисунок 7.3 – Фрагмент технологічної схеми дискової борони за патентом на винахід №2185044

Викладений метод розміщення робітників органів на рамі дискової борони дозволяє оптимізувати практично всі найважливіші її технологічні параметри – повне підрізання ґрунту і бур'янів по всій ширині захоплення, підвищити технологічну надійність борони, зменшити необхідне кількість дисків та підвищити якість обробки ґрунту.

4. ПІДВИЩЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ НАДІЙНОСТІ ДИСКОВИХ БОРОН І ЛУЩИЛЬНИКІВ

Технологічна надійність машинно-тракторних агрегатів є однією з найважливіших складових комплексу техніко- економічних та якісних показників. Згідно з вихідними вимогам, коефіцієнт технологічної надійності диско- вих борін і луцильників має бути не нижче 0,99. Однак у дискових борін та луцильників батарейного типу БДТ-7, ЛДГ- 5(10,15,20) і їх модифікацій цей показник складає 0,75 ... 0,85. Це пов'язано з невеликою міждисковою відстанню та синхронним обертанням дисків батареї. Також на зниження ко- ефекту технологічної надійності, при заглибленні боро- ни від середньої до максимальної глибини в межах вихідних вимог 8...12 см., впливають ґрунтові умови, що характеризують- щіся підвищеною вологістю і (або) підвищеним кількіс- ством поживних залишків на поверхні ґрунту⁷³ (6...8 т/га). Дискові луцильники типу ЛДГ при роботі на сухих ґрунтах, причини малого навантаження припадає на один диск (40...50 кг), заглиблюються лише на 2...3 см. Об'єм ґрунту, що розпушується при цьому явно недостатній, щоб забивати міждискове про- подорож. На легких і вологих ґрунтах, коли луцильник заглиб- ється легко, міждисковий простір забивається швидко. на луцильниках і боронах батарейного типу цьому сприяє також і загальний вал батареї, на який намотуються поживні залишки. Однією з причин, що викликали появу фронтально- належних багаторядних дискових борон з індивідуальним кріпленням на окремій стійці кожного робочого органу, єся низька технологічна надійність дискових борін і луциль- ників батарейного типу. Однак з появою нових борін по- з'явилися і нові проблеми, або посилилися старі проблеми бо-

рон батарейного типу. Раніше не ставилося завдання повного підрі- пізнання ґрунту та знищення пророслих бур'янів за один прохід агрегату, і виконання цього показника вихідних вимог вирішувалося шляхом багаторазового проходу, кількість яких визначалося конкретними умовами їх

експлуатації, іноді доходять до 4...6 проходів. В екстремальних умовах ці борони були непридатні для обробки ґрунту. У посушливі години, коли твердість ґрунту доходить до граничних значень, рабочі органи дискових борін БДТ практично не заглиблюються в ґрунт. При підвищенні вологості ґрунту понад 30% міждискове простір забивається ґрунтом та поживними залишками, часто перетворюючись на суцільний каток. З цієї ж причини виходять із ладу підшипникові вузли та ламаються диски.

У класичній літературі по землеробській механіці питання технологічної надійності приділено мало уваги. Вся відома теорія будується стосовно однієї приватної конструкції батарейного розташування дисків на одній спільній осі, уявляючи, що з конструктивних параметрів на забиваність міждискового простору впливає тільки діаметр диска, визначається за висловом [27]:

74

$$D = ka, \quad (8.1)$$

де D - діаметр диска, м;

a - глибина обробки ґрунту, м;

k - Коефіцієнт (для борон 4-6).

При виборі величини коефіцієнта k слід враховувати габаритні розміри розпірних катушок та підшипників, довжину батареї, її здатність пристосовуватися до нерівностей поля та наявності на поверхні поля стерні та бур'янів, так як від перелічених факторів залежить можливість запресовування ґрунту

між дисками. Чим важчі умови роботи, тим більше повинен бути коефіцієнт k . При визначенні відстані b вздовж осі батареї між сусідніми дисками слід керуватися тими ж міркуваннями, тобто.

$$b = 1,5a \quad (8.2)$$

де b - міждискове відстань, м;

a - глибина обробки ґрунту, м;

Це практично і є всі рекомендації для запобігання. ня заклинювання ґрунтом та пожнивними залишками міждискового простору для конкретних конструкцій з батареїним розпо- кладанням дисків. Однак все в цьому питанні іде набагато складніше, а можливостей його вирішення побільшало з появою борін і луцильників з індивідуальним кріпленням робочих ор- ганів до рами.

Дискові борони новою конструкції покращили все каче- показники обробки ґрунту, збільшився коефіцієнт технологічної надійності Цей результат досягнуто за рахунок розширення міждискового відстані в лавах, застосування від-ділової стійки для кожного робочого органу замість батареї дис- ків із загальною віссю. Однак розширення міждискової відстані викликало необхідність збільшення кількості рядів, що по- діло нові ⁷⁵ проблеми, пов'язані з збільшенням спільної довжини знаряддя і втратою стійкості («виляння»).

Завданням пошуків є аналіз причин, що викликають заби- вання міждискового простору і розробка конструкцій, усувають повністю або частково цей технологічний не- достаток.

Слід визнати, що вирішення поставленого завдання у фор- малізованому вигляді не представляється можливим з огляду через-

чайно великої складності процесу забивання міждискового про- подорожі, що залежить від багатьох показів, що постійно змінюються. телів фізико-механічного складу ґрунту, характеристики по- жнивних залишків та їх кількості, параметрів робочих органів, технологічної схеми їх розміщення, а також вихідних вимог вань на луцення та дискування ґрунту. Така багатофакторність з нерегульованими параметрами не тільки прямої дії, а й взаємодії робить недоцільним шукати залежності в у вигляді регресійних моделей. Саме ця обставина приво- дит до необхідності розробки конструкцій та схем на основі відомих положень землеробської механіки з

обов'язковою їх експериментальною перевіркою, а в необхідних випадках опти- мізацією їх параметрів [12].

Процес забивання міждискового простору відбувається з різних причин та ситуацій. Насамперед до головних причин з умов експлуатації можна віднести підвищену вологість ґрунту, його липкість, наявність на поверхні ґрунту по- підвищеної кількості поживних залишків (понад 5 т), нерівно- мірність їх розподілу по поверхні поля та наявність від- ділових куп. З технологічних настрайовальних параметрів різко негативно на прохідність ґрунту між дисками впливає надмірно велика глибина налаштування борін, завищений кут атаки, низька швидкість руху агрегату (менше 6...7 км/год). З конструктивно-технологічних параметрів слід виділити не- правильний вибір параметрів диска - його діаметра, радіуса сфе- ри і кута нахилу диска до вертикалі, якщо конструктивно не передбачено її регулювання. Важливе значення у забезпеченні високої прохідності ґрунту між робочими органами 76 диско- виття борони грає правильний вибір технологічної схеми розстановки, що сприяє вільному проходженню маси міждисковому просторі. Важливим моментом є розра-

ботка конструктивних елементів, що забезпечують ефективне забезпечення очищення міждискового простору своєчасно вогнищ забивання ґрунтом в самому початку їх виникнення.

У вихідних вимогах дискування ґрунту не рекомендує- ся проводити при вологості ґрунту понад 30 % через низько- го якості обробітку ґрунту та головне через залипання та частого забивання борони. У той же час слід зауважити, що цінність сільськогосподарських машин та знарядь багато в чому оцінюється їх здатністю хоча б задовільно функціонувати і в екстремальних умов їхньої експлуатації. На жаль, дехто- рі виробники дискових борон і луцильників завищують рівень вологості ґрунту, при якому ще зберігаються висока якість обробітку ґрунту та прохідність. Така недобросовісність реклама своєї продукції з боку бізнесу та небажання витратити кошти на розробку нових борін з дійсно роз- ширеним діапазоном

умов їх експлуатації з необхідним набором технічних пристроїв та рекомендацій налаштування нано- сіт шкода сільським товаровиробникам в екстремальних умовах, спричинених погодними явищами. При цьому необхідно- Може зауважити, що розрив у термінах між прибиранням поперед- ка та оптимальними термінами посіву наступної культури міні- мальний через пізні дозрівання та погодні умови, прибирання попередника і посіву наступною культурою. Наприклад, прибирання таких достатньо поширених попередньо-рослин для озимих колосових культур як кукурудза на зерно, соняшник, цукрові буряки, деякі овочеві культури та ін. проходить в інші роки так пізно, що на підготовку ґрунту під посів у оптимальні терміни не залишається жодного дня. Це випадок, коли, як жартують у народі, поле треба починати засівати до закінчення збирання. Усі вищевикладене є підтвердження необхідності обробки дисковими боронами не тільки «спе-

77

лих ґрунтів» з оптимальною вологістю, але і перезволожених ґрунтів.

Як уже зазначалося, досі вважалося, що основними умовами для винятки заклинювання міждискового про- подорожі є правильний вибір міждискової відстані та діаметр дисків. І справді ці параметри відіграють важливу роль, але вони не є єдиними і вичерпними ме- рами.

У дискових боронах і луцильниках батарейного типу сусід- ня диски батареї характеризуються двома параметрами їх взаємодії. ного розташування.

де $b_{\text{пін}}$ - поперечне відстань між сусідніми дисками привугіллі атаки α м;

$b_{\text{прод}}$ - поздовжнє відстань між дисками при вугіллі атаки α , м;

b - міждискове відстань при вугіллі атаки $\alpha = 0$, м.

Кут атаки дисків регулюється поворотом батареї. При

цьому змінюється як кут атаки дисків, а й відстані між дисками, як у поперечному, так і поздовжньому напрямку залежно від кута атаки та міжdiskової відстані вздовж осі батареї. Зі збільшенням кута атаки зменшується поперечне роз- стояння між дисками, що знижує прохідність ґрунту та по- жнивних залишків між ними і збільшує подовжню відстань. явище, що знижує забиваність.

У межах зміни кута атаки дисків $\alpha = 0^\circ \dots 20^\circ$ попе- річкова відстань зменшується лише на 13 мм, а подовж- ня відстань між дисками, що обробляють суміжні по- лоси ґрунти, збільшується на 75 мм, при $b = 220$ мм.

У нових фронтальних дискових борін з автономним кріпленням. ленням кожного диска до рами зміна кута атаки не впливає на відстань між рядами дисків, а між дисками ні спільної осі, що полегшує прохід ґрунту.

На відміну від дискових борін та лушильників батарейного. типу борони нових моделей з кріпленням кожного робочого орга- на окремих ⁷⁸ стійці дозволяють вжити конкретних заходів для запобігання забиванню міжdiskового простору. Зрізай- вання робочих органів, зменшення кута атаки сприяють бо- вільному проходженню між сусідніми дисками в одному ряду перезволоженою ґрунти.

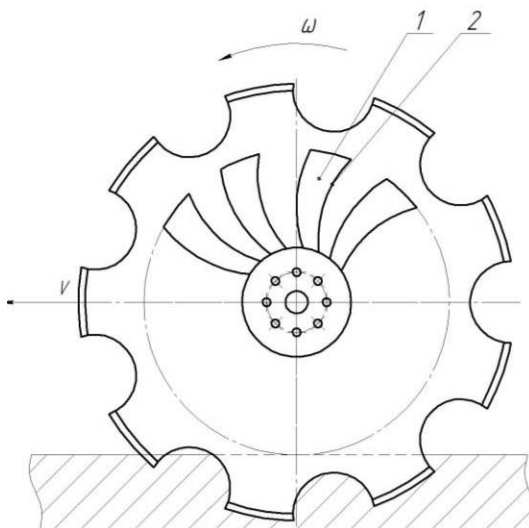
Недоліком сферичних дисків, встановлюваних на зі- тимчасових боронах, є налипання ґрунту в середній та цін- тральній частині диска, тобто. у зоні розташування осі, через низький питомої тиску вже розпушеною ґрунти. Це наводить до збільшення тягового опору диска, падають оберти по- слідчого, починається явище протягування та запресовування ґрунти між дисками.

З метою зниження площі, де можливе залипання ґрунту, та збільшення нормальних напруг для більш ефективного очищення частини, що залишилася, від налипання ґрунту запропоновано сфе- річний диск з прорізами [21] (рис.8.1).

У запропонованому диску, завдяки прорізам, у середній частині диска зменшено загальну площу контакту диска з ґрунтом, що призводить до

збільшення питомого тиску ґрунту в місцях кон- такта при постійною спільної величині нормального тиску. Завдяки цьому налиплий ґрунт очищається і запобігає його налипанню у процесі роботи. Також прорізи диска виконані в вигляді криволінійного чотирикутника 1 з радіальними сторо- нами, виконаними по кривій 2, що забезпечує різання зі ковзанням окремих стебел, потрапили в проріз во чароботи диска. Для цієї цілі в прорізах криво- лінійні радіальні сторони опуклою сто- роною орієнтовані в напрямку обертання диска і мають шаблевид- ну форму.

Помічено, що про- цес заклинювання ґрунту в міждисківому про- подорожі прогресує, якщо кутова швидкість дисків сповільнюється при синхронному обертанні сусідніх дисків. лення ми і спостерігаємо в дискових боронах бата-



79

1 – проріз; 2 - ребро прорізи, викон-нена по кривий

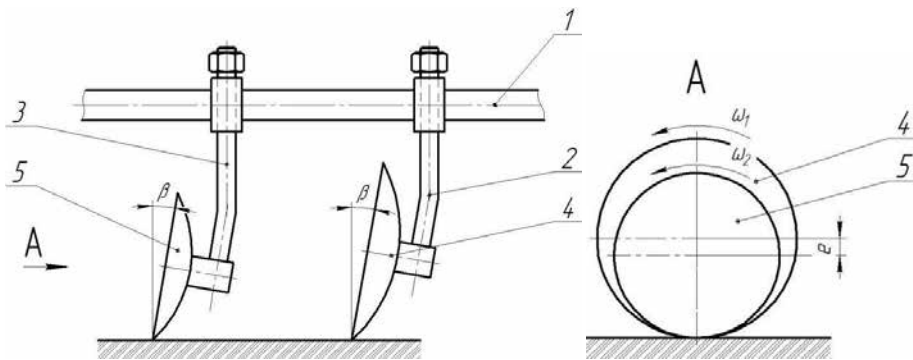
Рисунок 8.1 – Диск ґрунтооброб-ного знаряддя

рейнного типу, де всі диски однієї батареї, насаджені на одну вісь, обертаються синхронно. У таких випадках, якщо хоча б в одному міждисківому просторі виникає вогнище заклинювання ґрунтом, то одночасно падає кутова швидкість обертання дисків, що призводить до забивання всієї батареї, перетворюючи її на суцільний ка- Струм.

Одним з ефективних методів боротьби із забиванням поч- вій пожнивними залишками є обертання сусідніх дисків у ряду або в батареї з

різними кутовими швидкостями [19].

Обертання рядом встановлених дисків в одному ряду з різною кутовою швидкістю може забезпечити по всьому периметру одразу погашення вогнищ забивання міждискowego простору. Для цієї цілі на поперечних балках 1 борони автономно встановлені стійки 2 і 3 з різною довжиною для дисків 4 і 5 з різними діаметрами, нижня ріжуча кромка яких перебуває в одному рівні (рис.8.2). Диски наступного ряду розташовані щодо дисків попереднього ряду таким чином, що за диском малого діаметра зі зміщенням слідує диск великого діаметра і навпаки, за диском великого діаметра зі зсувом слідує диск малого діаметра.



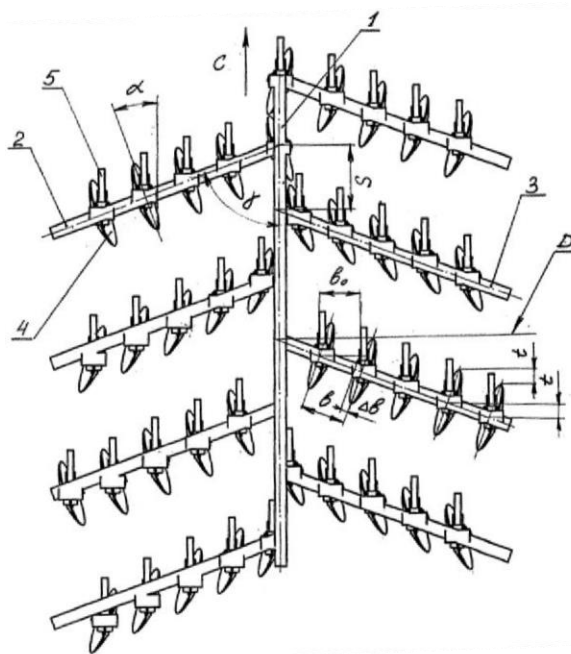
1 - поперечна балка; 2, 3 - стійка робітника органу; 4, 5 - диск

Рис. 8.2 - Взаємоочисні диски великого і малого діаметра

Така схема розміщення робочих органів дискової борони дозволяє підвищити її технологічну надійність навіть в екстремальних умовах експлуатації. Ще вищі результати по запобіганню запресовування вологою ґрунтом міждискowego простору можна отримати, якщо диски і малого та великого діаметрів виготовити з щілинними прорізами.

Як вказувалося вище однією з переваг дискових борон і луцильників батарейного типу є те, що зі зростанням кута атаки зростає і поздовжня відстань між сусідніми дисками, батареї. Однак у цей час зменшується і поперечне відстань. При цьому якщо збільшення поперечного відстані

підвищує технологічну надійність, то зменшення поперечного відстані знижує її, хоча більш інтенсивне зростання продольного відстані, чим зниження поперечного відстані в діапазоні зміни кута атаки в результаті підвищує технологічну надійність. Розглянуту ситуацію можна суттєво покращити, якщо диски встановлюватимуть на окремих стійках. Це дає можливість незалежно один від одного встановлювати бажаний кут атаки та кут нахилу балки, на якій встановлений ряд дисків. Пристрій, що реалізує перевагу установки дисків на окремих стійках на регульованих по кутку нахилу балках, показано на малюнку 8.3 [23].



1 – хребтова балка; 2,3 – балка; 4 – дисковий робочий орган; 5 – шарнір кріплення

Рис. 8.3 - Дискова борона

У разі потреби обробляти ґрунт на небагату глибину, тобто. її мульчування (4...6 см) треба відвести балки з робочими органами навколо їх шарнірного кріплення 5 до хребтової балки на кут, що забезпечує міждисківу відстань, розраховане для суцільного підрізання ґрунту. цей пристрій здатний забезпечувати за допомогою простих регулювань незалежний один від друга вибір параметрів як для мульчування ґрунту на

глибину не більше 6 см, так і для бороно-вання на глибину до 14 см з повним підрізанням ґрунту та високою прохідністю ґрунти, забезпечуючи високу технологічну надійність.

5. ЗАГЛУБЛЯЮЧА ЗДАТНІСТЬ ДИСКОВИХ БОРОН І ЛОСИЛЬНИКІВ

Глибина обробітку ґрунту – головний технологічний параметр обробітку ґрунту. Її не дотримання може призвести до сні-врожайності, а її перевищення – до перевитрати енергії. Більшість вітчизняних і зарубіжних дискових гармат, екстремальних умовах роботи, коли ґрунт характеризується по-вишенькою твердістю, не заглиблюються на задану глибину. Цей факт призводить до багаторазових проходів по полю, розпилюванню. ню ґрунти рушіями енергетичних коштів, перевитрати палива. Відомо, що заглиблюваність дисків залежить від багатьох. факторів: навантаження ⁸² на диск, його геометричних параметрів і орієнтації в ґрунті.

Навантаження на диск є одним із найбільш суттєвих факторів, визначальних заглиблюючу здатність дискової борони та луцильників.

Аналіз вітчизняних борін за цим параметром показує (табл.8.1), що навантаження однією диск зростає з 50...60 кг за малої ширині захвату (2...3 м), до 130...140 кг при великих шириних захоплення борони (6...8 м). Якщо знаряддя і малої і великої ширини захоплення призначені працювати з тракторами різного класу тяги, але в однакових ґрунтових умовах, можна припустити що розробники не були орієнтовані у вихідних вимогах оптимальне навантаження однією диск. Підвищені навантаження на диск на боронах з великою шириною захоплення виходили через бо-складної рамної конструкції, наявності додаткового об-рудування для перекладу зброї з робочого становища в транс-кравець, додаткових сполучних вузлів та ін, тобто. за рахунок збільшення загальної маси.

Таблиця 8.1

Статистика параметрів дискових гармат

Тип, марка модель борони	Діаметр дисків, мм	Кількіс ть. дисків, шт.	Маса Гармат и, кг	Наванта ження на диск, кг	Кут атаки, град.	Глибин а оброб., см	Раб. швидк . км/год	Трактор, к
1	2	3	4	5	6	7	8	9
ЗАТ «Апшеронський завод «Лессельмаш», м. Апшеронськ								
БДТМ-8	560	82	11000	134	0...25	6..16	6...15	7-9
БДТМ-6	560	62	8920	144	0...25	6...16	6...15	6-7
БДТМ-4x4	560	40	4280	107	0...25	6...12	6...15	4-5
БДТМ-3П-О3А	560	32	2960	93	0...25	6...12	6...15	3-4
БДТМ-7,5 x3	560	66	9770	148	0...25	6...12	6...15	7-9
БДТМ-6x3	560	48	6440	134	0...25	6...12	6...15	4-5 ⁸³
БДТМ-5,5-04Б	560	51	6015	118	0...25	6...12	6...15	4-5
БДП-6x2А	650	44	5900	134	0...25	6...12	6...15	7
БДП-4x2	560	28	3100	111	0...25	6...12	6...15	1,4-3
БДН-4x2	560	28	2100	75	0..25	6...12	6...15	4-5, навісні
БДМ-2,5	560	18	1144	64	0...25	6..12	6...15	1,4-3, навіс
БДМ-1,8	560	14	736	53	0...25	6...12	6...15	1,4, навісні
ТОВ «БДМ- АГРО», м. Краснодар								
БДМ-2,2 x2	560	16	900	56	0...25	12...20	12-17	0,8-1,4, навісні.
БДМ-3-2П	560	22	1824	83	0...25	12...20	12-17	1,4-2
БДМ-7-2П	560	53	5180	98	0...25	12...20	12-17	5-7
БДМ-4x4	560	39	2330	60	0...25	12...20	12-17	4-5

Продовження таблиці 8.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
БДМ-6х4П	560	55	4750	86	0...25	12...20	12-17	5-7
БДМ-8х4П	560	79	8025	102	0...25	12...20	12-17	8-9
ВАТ «Білогромашсервіс», м. Білгород								
БДМ-2х2Н	560	16	850	53	0...30	до 16	8...12	0,8-1,4, навісні.
БДМ-3,2 х4/0,9	560	32	3780	118	0...30	до 16	8...12	1,4-2
БДМ-6х4П	560	56	4804	86	0...30	до 16	8...12	5-7
БДР-10х4	560	98	9550	97	0...30	До 16	8...12	6-7
Компанія «Нью Тон», м. Волзький								
ARGO-3,2х4П	560	32	2900	91	0...20	до 18	8..15	2-3
ARGO-6, 1х4ПК	560	64	7500	118	0... 20	до 18	8..15	6-7
Lemken, Німеччина								
Геліодор 8/300	465	24	805	34	0... 25	2... 15	12...20	1,4-2 ⁸⁴
Геліодор 8/500	465	40	1883	47	0...25	2...15	12...20	2-3
РУБІН 9/300 U	620	24	1640	68	0...25	2...12	12...20	2
РУБІН 9/400 U	620	32	1960	61	0...25	2...12	12...20	2-3
Amazone, Німеччина								
КАТРОС 3001	460	24	1700	71	0... 25	3... 12	12...20	1,4
КАТРОС 4001	460	32	2050	64	0... 25	3... 12	12...20	2
КАТРОС 6001-2	460	48	3300	69	0... 25	3... 12	12...20	3

Слід зауважити, що дискові борони зарубіжного виробництва водства відрізняються меншим навантаженням на диск, що викликано, здебільшого, легшими ґрунтовими умовами, ніж, наприклад, у Краснодарському краї, на важких чорноземах. Знаряддя закордонного виробництва мають навантаження на один диск (40 ... 70 кг) ственно менше, чим знаряддя вітчизняного виробництва (50 ... 140кг). Однак і закордонні фірми (Лемкен, Рабі, Сал-форд, Кун, Краузе та ін) теж випускають важкі гармати з дисками діаметром 600 ... 700 мм і навантаженнями на диск до 200 кг, для обробітку важких ґрунтів на глибині до 20 см і більше і з наявністю великої кількості пожнивних залишків. На дискових плугах діаметром до 850 мм навантаження на диск має бути 500...600 кг [7].

Щоб підвищити заглиблюваність, виробники дискових борін і луцильників пропонують у вигляді додаткових опцій баласт для підбору необхідного навантаження на диск залежно від конкретних ґрунтових умов. Деякі фірми для звеличення навантаження на диски борін і луцильників заповнюють порожнини труб рами водою, встановлюють більше масивні розпірні втулки на боронах батарейного типу і навіть окремо на кожен диск, якщо вони з'єднані з рамою плаваючою системою копіювання рельєфу поля. У більшості випадків баластові вантажі встановлюються на раму борони або на батареях у місцях, забезпечують рівномірний розподіл навантаження на всі робітники органи. Принаймні зносу леза диска, тобто його затуплення, також знижується заглиблюваність дискових робочих органів, що робить необхідним збільшувати вертикальне заглиблююче навантаження, а це можливо тільки через заздалегідь передбачені баластові вантажі.

На здатність диска, що заглиблює, суттєвий вплив надають також і ряд інших його конструктивних параметрів

(діаметр, радіус сфери, товщина диска, його заточування) та параметрів орієнтації в оброблюваній ґрунті (кут атаки, кут нахилу диска до вертикалі), а також швидкість руху агрегату. З фізико-механічних властивостей ґрунти,

що впливають на заглиблюваність дискових робітників органів в ґрунт можна виділити твердість ґрунту, його вологість, липкість, засміченість. Істотний вплив дія також надає наявність на поверхні ґрунту поживних залишків

За визначенням проф. Г.М. Синьоокова [27] діаметр D і радіус кривизни R диска пов'язані залежністю (рис.6.8):

(9.1)

При збільшенні діаметра диска його заглиблюваність знижується, так як збільшується площа опори диска, що торкається ній з ґрунтом. Але при цьому збільшується радіус сфери, тобто. кривизна зменшується, що призводить до зниження ступеня кришення ґрунту. Крім того, з міркування, щоб ґрунт між сідними дисками не забивалась, діаметр диска в залежності від глибини обробки ґрунту виражається співвідношенням:

Зменшення діаметра диска наводить до зменшення здрібніння пожнивних залишків, оскільки погіршується защемлення великих стебел між лезом диска і поверхнею поля та спостерігається явище звантажування пожнивних залишків та ґрунту чи забивання ними міждискового простору. Отже, від діаметра диска залежить не тільки його заглиблюваність, а й якість ство кришення ґрунту, подрібнення пожнивних залишків, а також забиваність міждискового простору ґрунтом та пожнивними залишками.

Зрештою діаметр диска в залежності від умов роботи необхідно вибирати найменшим з допустимих його значень. Це, як було вже зазначено, забезпечить максимально можливу заглиблюваність диска та фарбування ґрунту. Але для цього необхідно забезпечити максимальне подрібнення пожнивних залишків та рівномірний їх розподіл за поверхнею поля під час прибирання попередника і багаторядне розміщення щення робочих органів для забезпечення високої прохідності ґрунту. У випадку неможливості забезпечення вищевказаних умов необхідно підвищити діаметр диска до значення, забезпечуючого виняток забиваємості і забезпечення подрібнення пожнивних залишків, виходячи з більш важких умов у співвідповідальності з виразом (9.5). У цьому випадку заглиблюваність необхідно буде підвищити іншими прийомами.

Важливе значення у забезпеченні заглиблюваності має радіус сфери диска, тобто. його кривизна. При переході від більшого радіусу сфери до меншого, потиличний кут ε_a (рис. 6.8) становиться негативним, що призводить до потиличного тиску. У свою

черга потиличний тиск призводить до викочування диска з ґрунту і,

особливо, це відбувається на твердих ґрунтах. У результаті взаємодії з ґрунтом фаски леза диска та опуклою части сфери частина ґрунту перетворюється в пил, порушується рівнові-

це знаряддя в горизонтальною площині. Потилічний кут $\square a$

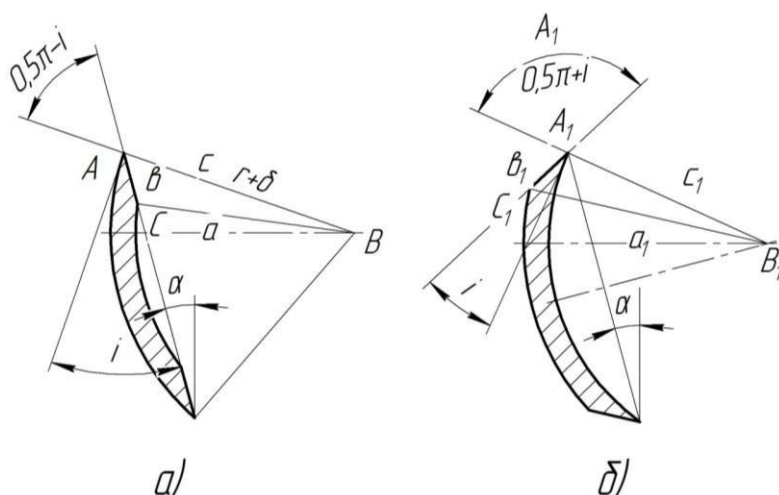
зменшується, наближаючись до нуля при збільшенні глибини обробки ґрунту, а кут ωa збільшується.

Якщо прийняти величину радіусу сфери в перерізі диска на рівні глибини обробки $a = 100$ мм через $R a = 600$ мм, то напів-чим такі результати: $i = 7,8^\circ$, $b_H = 38$ мм і $b = 87$ мм. При таких значеннях ширини фаски диск впроваджуватиметься в ґрунт досить легко і перерізати пожнивні залишки, але при цьому на досить великій довжині товщина диска буде зменшуватися суттєво, що, безумовно, стане причиною інтенсивного зменшення діаметра диска через абразивне зношування. Такі параметри фаски можна було б прийняти тільки за суттєвого підвищенні міцності та стійкості абразивного зносу матеріалу диска. Кут загострення леза дисків i рекомендується для борін і луцильників у межах $10^\circ \dots 20^\circ$ [27]. Якщо прийняти цю рекомендацію, то ширину фаски можна знайти з розгляду перерізу диска на рівні його заглиблення. Для варіанти диска з

внутрішнім заточенням розглянемо (рис.9.1, а) трикутник АВС, в якому

$\square A \square 0,5 \square \square i$, з якого згідно теореми косінусів:

88



а – внутрішнє заточування; б – зовнішня заточка Рис. 9.1 – Схема заточування диска

Для варіанти з зовнішній заточуванням (Рис. 9.1, б) з трикутника

Підсумовуючи викладене, можна дійти невтішного висновку, що вибір параметрів, від яких залежить заглиблюваність дисків, не перед- є можливим визначити однозначно лише по отримано- ним заздалегідь формальним залежностям. Але отримані залеж- мости є необхідною основою для творчого, більш усвідомленого, логічного міркування, при призначенні деко- рих параметрів залежно від умов експлуатації та основ- них вихідних агротехнічних вимог. Найбільш вдале рішення із заглиблюваністю можна знайти при появі більше міцних і стійких абразивному зносу матеріалів.

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ДИСКОВИХ БОРОН І ЛУЩИЛЬНИКІВ

Економічна ефективність окремих технічних розробок і комплексів машин визначається в здебільшого ціною, продуктивністю і річним завантаженням. При однаковому річному завантаженні оцінюваних машин і гармат, визна- ляемий технологією підготовки ґрунту при участі дискових борон і луцильників, залишається враховувати ціни порівнюваних гармат і їх продуктивність, які визначаються по результатам машиновипробувальних станцій. Але і при цьому необхідно знати і річну завантаження для більше повного уявлення обсягів застосування дискових борон і луциль- ників з обліком агротермінів виконання операцій і розрахунку їх економічною ефективності [11].

Річна завантаження дискових борон і луцильників залежить від природно-кліматичних умов зони ведення сільсько- яйцевого виробництва, фізико-механічних властивостей поч- ви, прийнятою системи сівозмін, технології підготовки ґрунту до посіву і агротермінів виконання операцій. І, без- умовно, кожен раз отримуємо різну річну завантаження. По- цьому, є сенс обговорити загальний підхід до по- ставленому питання визначення річний завантаження. Для цієї цілі, до наприклад, розглянемо технології обробітку ґрунту при обробітку озимий пшениці, кукурудзи на зерно і на силос, соняшнику, сої та цукрової буряків.

При обробітку озимих колосових культур після ку- курузи і соняшнику ґрунт обробляють дисковими кричу- діями на глибину 8...10 см або стерневими культиваторами на глибину 10 ... 16 см. Найкращі результати дає обробка ґрунту дисковими боронами батарейного типу в 2..3 сліду або

в 1...2 сліду боронами з 3...4 рядним розміщенням дисків з індивідуальним кріпленням робітників органів до рамі в зависимості від стану ґрунти і її фізико-механічних властивостей. Такий вибір ґрунтообробного знаряддя можна обґрунтувати тим, що дискові знаряддя по порівнянні з лаповими гарматами краще кришать ґрунт, подрібнюють поживні залишки і перемішують їх з ґрунтом, краще зберігають свою працездатність і в екстремальних умовах. Усі це дозволяє проводити сівбу озимих в найкращі агротехнічні строки, враховуючи, що терміни прибирання попередника і терміни посівки часто мають розрив всього лише кілька днів, а то і збігаються. За цією технології дискові борони обробляють в Краснодарському краї за останні роки близько 500 тис. га.

Підготовка ґрунти під кукурудзу та соняшник після колосових культур з подрібненням і розкиданням соломи по поверхні ґрунти полягає в негайному проведенні лушення на глибину 4...6 см з одночасним прикочуванням важкими катками з метою прискорення отримання дружних і повних сходів бур'янів від обсіпаних насіння з підсущим їх знищенням механічним способом або гербіцидів. При масовому появі сходів багаторічних кореневид-прискових бур'янів поле ще раз обробляють дисковою бороною на глибину до 14 см, а потім проводять відвальну оранку плугом.

При підготовці ґрунти під сою після озимих колосових культур проводиться обробка ґрунти в 1...2 сліду дисковими боронами, а потім орють відвальними плугами на глибину 20...22 див.

Підготовка ґрунти під цукрову буряк після озимих колосових проводиться аналогічно вище наведеною техно-

логії основний обробки ґрунти під кукурудзу і сою по частині застосування дискових борон і луцильників.

Із застосуванням дискових борон і луцильників обробляється ґрунт під кормові, овочеві і баштанні культури, а також у садах та виноградниках.

Таким чином, дискові борони і луцильники застосовуються практично на всій площі, оброблюваної усіма сільськогосподарськими культурами. Вони застосовуються з ранньої весни і до закінчення прибирання всіх культур. Такий завантаження не має ні одне сільськогосподарське зброю для обробки ґрунту, як дискові борони і луцильники. за цього показником ці знаряддя потрібно при- знати самими ефективними.

Ціна і продуктивність дискових борон і луцильників змінюється в досить широких межах у залежності від ширини їх захоплення, умов експлуатації, агрегування і інших факторів. для достовірного визначення економі- ческою ефективності потрібно, щоб порівнювані варіан- ти мали однакові конструктивні, технологічні і ре- жимні параметри налаштування. Але навіть і при відсутності та- ких умов можна порівняти нове зброю з базовим. мість дискових борон з індивідуальною підвіскою до рамі робітників органів, розміщених на поперечних балках в 2...4 ряду в 1,2...1.5 рази дорожче дискових борон батарейного типу при однаковою ширині їх захоплення. Однак це перевищення ціни погашається легко за рахунок зниження кількості проходів дисковими боронами нового типу на 1...2 сліду по одному і тому ж полю для доведення ґрунту до стану , удвле- творця агротехнічним вимогам до дисковим боро- нам по якості підготовки ґрунту до посіву, а також за рахунок підвищення технологічної надійності. як покази- ють проведені розрахунки, в кінцевому результаті, виробник дискових борон з індивідуальним кріпленням робо- чих органів до рамі перевищує продуктивність борон ба- рабованого типу в залежності від умов їх експлуатації в 1,5... 2 рази, до того ж, що продуктивність, як параметр ефективності, надає найбільше вплив на ефективний- ність, чим інші параметри. Ціна серійно що випускається ма- шини і її річна завантаження достатньо стабільні і практики- чески не впливають на зміни умов роботи. І, враховуючи, що змін найбільш схильна продуктивність і її логічну зв'язок з наведеними витратами за годину роботи як і продуктивність, можна

отримати наведені за- витрати на одиницю виконаною роботи як їх ставлення.

З обліком необхідного кількості проходів дисковий

бороною БДТ-7 з трактором Т-150 для задоволення агро- технічних вимог підготовки ґрунту до посіву озимих ко- лосових культур після кукурудзи на зерно агрегатом Т- 150+3СЗ-3,6 наведені витрати вдвічі вищі, ніж при посіві агрегатом Т-150+2ППА-3,6 після одноразовий обробки бороною БДТМ-3 в агрегаті з трактором Т-150 [28]. Багаторядні дискові борони і луцильники з збільшеним відстанню між дисками в одному ряду (у 1,5 ... 2 рази) про- володіють ще одним суттєвим перевагою - здатна- сть обробляти ґрунт і в екстремальних умовах, коли

інші ґрунтообробні знаряддя в силу особливостей своєю конструкції для цих умов непридатні. Це дозволя- ляє підготувати ґрунт і своєчасно в встановлені сро- кі провести сівбу. Однак економічну вигоду цього пре- майна складно підрахувати без спеціальних дослідів і по- цьому обмежимося лише згадкою про це. Таким обра- зом, багаторядні дискові борони і луцильники з індиві- дуальним кріпленням робітників органів до рамі, поступаючись диско- вим боронам батарейного типу в ціні в 1,2...1,5 рази при однаковою їх завантаженні, виграють в продуктивності в 1,5...2 рази з урахуванням підвищеного якості обробки ґрунти і технологічної надійність.

ДОДАТКИ