ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а

до дипломної роботи
освітнього ступеня «Магістр» на тему:

Обгрунтування параметрів конструкції та дослідження культиватора для передпосівного обробітку грунту під мілконасіннєві культури

Виконав: студент 2 курсу, групи МгМ-1-19
за спеціальністю 208 «Агроінженерія»

_____Магала Дмитро Станіславович

Керівник:_____Теслюк Геннадій Володимирович

Рецензент:_____

Дніпро 2020

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра тракторів і сільськогосподарских машин

Освітній ступінь: «Магістр»

Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ
В.о. завідувача кафедри
ТСГМ
(назва кафедри)
доцент
(вчене звання)
_____ Теслюк Г.В.
(підпис) (прізвище, ініціали)
«____» _____ 2020 р.

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Магалі Дмитру Станіславовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. **Тема роботи:** Обгрунтування параметрів конструкції та дослідження культиватора для передпосівного обробітку грунту під мілко насіннєві культури.

керівник роботи Теслюк Геннадій Володимирович, к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від
«08» жовтня 2020 року № 2556

2. **Строк подання студентом роботи** 02.12.2020 р.

3. **Вихідні дані до роботи** Огляд стану питання в галузі існуючих машин для обробітку грунту. Аналіз літературних джерел, останніх досліджень з обраної тематики.

4. **Зміст розрахунково-пояснювальної записки** (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Огляд способів, технологій та конструкцій технічних засобів обробітку грунту. 2. Обгрунтування конструкції. Аналітичні дослідження. 3. Програма і методика проведення польових досліджень. 4. Результати експериментальних досліджень 5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. 6. Економічна ефективність роботи Висновки. Список використаних джерел.

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1. Мета і задачі досліджень. 2. Огляд конструкцій комбінованих агрегатів. 3. Обгрунтування конструкції комбінованого агрегату. 4.Обгрунтування параметрів стрільчатої лапи. 5. Дослідні конструкції стрільчастих лап.. 6. Аналітичні дослідження. 7, 8. Результати експериментальних досліджень. 9. Економічні показники. 10. Висновки

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Теслюк Г.В., доцент		
2	Теслюк Г.В., доцент		
3	Теслюк Г.В., доцент		
4	Теслюк Г.В., доцент		
5			
6			
нормоконтроль			

7. **Дата видачі завдання**: 30. 04. 2020 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітичний (оглядовий)	до 10.09.2020 р.	Виконав
2	Теоретичний	до 30.10.2020 р.	Виконав
3	Експериментальний	до 19.11.2020 р.	Виконав
4	Охорона праці	до 25.11.2020 р.	Виконав
5	Економічний	до 31.11.2020 р.	Виконав
6	Демонстраційна частина	до 02.12.2020 р.	Виконав

Студент _____ _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

№строк	Формат	Позначення	Найменування	Кільк. листів	Номер листа	Примітка
			Документація			
	А4	52.ДР. 018. 000. 000.ПЗ	Розрахунково - пояснювальна			
			записка			
	А4	52.ДР. 018. 001.000.	Презентація	1	1	

Зм	Лист	№ докум	Підпис	Дата	52.ДР.018.000.000.ПЗ		
Розроб.		Магала Д.С			Відомість дипломної роботи	Літ	Лист / Листів
Перев.		Теслюк Г.В				І	
Н.Контр.		Теслюк .Г.В				*ДДАЕУ*	
Затв.		Теслюк ...Г					

РЕФЕРАТ

В даній магістерській роботі розглядаються питання пов′язані з якістю обробітку грунту під посів мілконасінневих культур в умовах органічного землеробства. На основі аналізу технологій і конструкцій сучасних грунтообробних комбінованих агрегатів , запропонована власна конструкція яка в своїй основі має стрільчасту лапу і дискову батарею. Параметри компоновочної схеми конструкції обгрунтовані експриментально шліхом випробувань машини в різному конструктивному виконанні. Аналітично проаналізований процес взаємодії робочого органа з грунтом, розроблена математична модель. Виконані експериментальні дослідження на підтвердження адекватності моделі.

Виконані техніко-економічні розрахунки показують, що від впровадження агрегату у виробництво можна отримати прогнозований річний економічний ефект становить 2780 грн в розрахунку на навантаження 5 га

Ключові слова: Комбінований агрегат, мілконасінневі культури, ролинні решткі, стрільчаста лапа, дискова батарея.

ЗМІСТ

	ВСТУП…….	8
1	СТАН ПИТАННЯ. ОГЛЯД КОНСТРУКЦІЙ І ДОСЛІДЖЕНЬ…	11
1.1	Огляд технічних засобів механізації сівби мілконасінневих культур…….	11
1.2	Огляд конструкцій комбінованих культиваторів вітчизняного виробництва…….	13
1.3.	Комбінований агрегат TopDown 300-900 ……..	19
1.4.	Комбіновані агрегати для умов смугового виробництва……	22
1.5	Робочі органи комбінованих ґрунтообробних агрегатів……..	24
1.5.1	Дискові робочі органи……..	24
1.5.2.	Аналіз конструкцій стрільчастих лап…….	26
1.5.3.	Катки-подрібнювачі……..	27
1.6.	Комбінований агрегат конструкції І.І.Лазаренка……...	28
1.7.	Огляд аналітичних досліджень……..	31
1.8.	Тяговий опір дискової батареї……..	32
	Висновки……	34
2.	ОБГРУНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ. АНАЛІТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ……	36
2.1.	Агротехнічні вимоги до роботи розробленого комбінованого агрегату……..	36
2.2.	Обґрунтування загальних конструктивних параметрів конструкції	37
2.3.	Обгрунтування конструкції стрільчастої лапи……..	39
2.4	Аналітична модель взаємодії з грунтом…….	42
	Висновки……	45
3	ПРОГРАМА І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ПОЛЬОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ……	47
3.1.	Програма досліджень…….	47
3.2.	Конструкція комбінованого робочого органу	47

3.2.1 Визначення механіко-технологічних властивостей грунту обраної ділянки до проведення досліджень……. 48
3.2.2. Показники агрофону обраної ділянки…… 51
3.2.3. Оцінка якості обробітку грунту…… 52
3.3. Експлуатаційні показники агрегату…… 55
Висновки…… 55
4. РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ…….. 56
4.1 Умови проведення досліджень……. 56
4.2. Загальні результати досліджень…… 57
4.3. Умови проведення досліджень…….. 58
4.4. Оцінка якості виконання технологічного процессу…… 59
4.5. Експериментальне визначення раціональних параметрів компоновки знаряддя…….. 60
4.6. Тяговий опір розробленого агрегату 61
Висновки…… 61
5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ…… 63
5.1 Вимоги безпеки праці при обробітку грунту…….. 63
5.1.1. Загальні положення…….. 63
5.2.2. Вимоги безпеки перед початком роботи…… 64
5.2.3. Вимоги безпеки під час виконання роботи…… 64
5.2.4. Вимоги безпеки в надзвичайних ситуаціях…… 65
5.2.5. Вимоги безпеки після закінчення роботи…….. 65
Висновки…… 66
6. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ…….. 67
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ…… 73
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ…… 75
ДОДАТКИ

ВСТУП

Актуальність роботи. Суттєвим резервом підвищення ефективності використання земельних ресурсів, збільшення врожайності сільськогосподарських культур є скорочення термінів і покращення якості виконання технологічних операцій обробітку ґрунту. Як показує практика, одноопераційні агрегати втратили свою актуальність. Світова тенденція – це використання комбінованих багатоопераційних агрегатів. В Україні такі агрегати випускають. Вони у своїй більшості за компоновкою практично являють собою копію відомих закордонних зразків, але створені на основі застарілої елементної бази, що не дозволяє повністю реалізувати переваги конструкції. Особливо це є актуальним в умовах ведення органічного землеробства, для якого характерна занижена консолідація поверхневого шару грунту. Тому, проблема полягає в створенні комплексу комплектуючих робочих органів, адаптованих до ефективної сумісної роботи.

В даній магістерській дипломній роботі нами запропоновано ряд технологічних і конструктивних рішень, здатних хоча б частково вирішити дану проблему.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами і темами. Дослідження, що складають основу магістерської роботи виконувались згідно з тематичним планом науково-дослідних робіт ДДАЕУ на 2017 – 2020 роки: «Обгрунтування параметрів грунтообробних машин методами моделювання технологічного ппроцесу»,

№ державної реєстрації : 0117 U 005305 від 04. 12. 2017р

Назва пріоритетного напрямку розвитку науки і техніки згідно з Законом України від 12.10.2010 № 2519-17 : Раціональне природокористування

Назва пріоритетного тематичного напряму наукових досліджень і науково-технічних розробок згідно з постановою Кабінету Міністрів України від 07.09.2011 №942 : Технології сталого використання, збереження і

збагачення біоресурсів та покращення їх якості і безпечності, збереження біорізноманіття.

Мета роботи – підвищення якості обробітку грунту шляхом адаптації робочих органів комбінованого агрегату до роботи в умовах сумісного використання

Задачі досліджень. Для досягнення поставленої мети були вирішені наступні завдання :

- на основі аналізу наведених в науково-технічній літературі результатів досліджень окреслена група грунтообробних робочих органів для роботи у складі комбінованого агрегату,
- проаналізовані невирішені проблеми та визначений напрямок аналітичних і експериментальних досліджень;
- виконані експериментальні дослідження на підтвердження адекватності висунутих робочих гіпотез і розроблених аналітичних моделей;
- проведені техніко-економічні розрахунки на підтвердження ефективності виконаних досліджень;

Об'єкт дослідження – процес групової взаємодії з грунтом комплексу обраних грунтообробних знарядь.

Предмет дослідження – вплив прийнятих конструктивних рішень на якісні показники обробітку грунту та надійності конструкції.

Методи дослідження – теоретичні дослідження виконані з застосуванням методів теоретичної і землеробської механіки, аналітичної та нарисної геометрії, прикладної математики. Експериментальні дослідження виконані виконані за спеціально розробленими методиками з залученням методів планування експерименту та регресійного аналізу.

Наукова новизна отриманих результатів.

Вперше розроблена аналітична модель групової роботи грунтообробних знарядь різного конструктивного виконання і призначення

Практичне значення отриманих результатів.

- обґрунтовані раціональна компоновочна схема комбінованого грунтообробного агрегату і основні конструктивні параметри робочих органів, що входять до його складу.

Апробація результатів досліджень. На Міжнародній науково-практичній інтернет-конференції «Інформаційне суспільство: технологічні економічні та технічні аспекти становлення» Випуск 52., 14 жовтня 2020 р., м. Тернополь.

Публікації. За матеріалами роботи опубліковані тези доповіді на тему: Огляд конструкцій культиваторів для обробітку грунту.

Структура і обсяг роботи Роботу викладено на 89 листах з яких 77 основного тексту. Робота складається з вступу, 6 розділів, загальних висновків, списку використаних джерел з 23 назв, містить 17 рисунок, 7 таблиць.

1. СТАН ПИТАННЯ. ОГЛЯД КОНСТРУКЦІЙ І ДОСЛІДЖЕНЬ

До дрібнонасінневих культур, відносять овочеві, олійні та майже всі види багаторічних злакових і бобових. Передпосівним обробітком грунту необхідно забезпечити отримання дрібногрудкової структури посівного шару. Обробіток ґрунту також спрямований на створення сприятливих умов для роботи сільськогосподарських машин на висіві, при догляді за посівами та збиранню врожаю. Вимоги агротехніки для створення найкращих умов проростання насіння та розвитку рослин носять районований характер для кожної окремої культури.

Умови органічного землеробства Вносять свої корективи в технологічні процеси обробітку грунту і сівби. Так особливістю сошників для дрібнонасінневих культур є те, що вони негативно реагують на рослинні залишки довжиною, що співставимі з шириною міжряддя сівалки.

Аналізом літературних джерел встановлено, що для більшості дрібнонасінневих культур раціональний приведений діаметр грудок становить 2 – 10 мм, довжина рослинних залишків до 50 мм.

1.1. Огляд технічних засобів механізації сівби мілконасінневих культур

Більшість дрібнонасінневих культур можна віднести до городини. Традиційно такі культури висаджують ручним способом. Існує ручна сівалка, виробництва фірми «РОСТА», яка допомагає механізувати процес (рис.1.1. особливість конструкції полягає у відсутності сошників. Машина просто вкладає насіння на поверхню поля і наступною операцією є боронування для занурення насіння у грунт. Висівний апарат котушкового типу має привід від опорних коліс. Безумовно, така сівалка розрахована на добре підготовлений грунт і відносно невелику площу плантації. Така конструкція вигідна тим, що

може з успіхом бути використана в умовах смугового землеробства. Ще одна перевага, це можливість змінювати ширину міжрядь.

Рисунок 1.1 – Сівалка дрібнонасіннєвих культур СМК-5 (ВМС27-10/4) Роста

Таким чином, сівалка «РОСТА» не утворює насіннєве, ложе, не вкладає насіння в борозну і не загортає насіння. Тому її використовують в основному на сівбі трави, в тому числі і на спортивних майданчиках.

Точний однонасінневий висів дрібнанасіннєвих культур при невеликій глибині вимагає надзвичайно делікатної роботи сівалки із насінням. В якості сівалки сучасного рівня розглянемо сівалку Tempo (рис.1.2) машина складається складається з вловлюючого колеса, що оснащується підвіскою, загортаючого колеса, із можливістю регулювання робочого кута та сіточкою для висівного пристрою.

Рисунок 1.2 – секція сівалки Tempo

Сівалка може бути використана в умовах точного землеробства.

1.2. Огляд конструкцій комбінованих культиваторів вітчизняного виробництва

Одноопераційним агрегатом підготовити грунт для роботи сівалки рівня Tempo. Не можливо. Тому в технологічному процесі повинні бути задіяні комбіновані агрегати. Агрегат комбінований ґрунтообробний АКГ-3 *(ВАТ «Уманьфермаш» рис.1.3.)*

Агрегат призначений для розпушення необроблених ущільнених ґрунтів з різним механічним складом, розробки задернілої скиби та брил після оранки, підрізання бур'янів на необроблених полях після збирання основних сільськогосподарських культур та подрібнення пожнивних решток, прикочування розпушеного ґрунту.

Рисунок 1.4 - Агрегат комбінований АКГ-3

Основними складовими вузлами агрегату є: рама, колісний хід, робочі органи, гідросистема та механізм переведення агрегату в транспортне і робоче положення, причіпний пристрій.

Рама зварної конструкції, виготовлена з труб прямокутного перерізу. За допомогою болтових з'єднань на ній встановлені всі інші вузли та деталі агрегату.

Колісний хід складається із чотирьох опорно-ходових коліс. Передні обладнані гвинтовими механізмами піднімання або опускання коліс відносно рами (регулювання глибини ходу стрілчастих лап). Ступиці задніх коліс прикріплені до важелів поворотного вала, з'єднаного шарнірно з основною рамою. Поворотний вал також має важелі, до одного з яких кріпиться шток гідроциліндра переведення агрегату з робочого положення у транспортне, і навпаки, а для іншого -- жорстка стяжка для фіксування агрегату у транспортному положенні.

Робочі органи агрегату -- стрілчасті лапи, сферичні диски, рубчасті котки. Стояки стрілчастих лап кріпляться до рами через пружинно-демпферні пристрої, що згладжують динамічні навантаження на лапи під час роботи. Сферичні диски мають постійний кут атаки, їх стояки жорстко прикріплені болтами до спеціальних кронштейнів, приварених на рамі. Регулювання глибини ходу дисків здійснюється шляхом зміни положення стояків по висоті відносно кронштейнів. Ззаду на рамі жорстко закріплені

рубчасті котки, положення яких у вертикальній площині регулюється суміщенням відповідних отворів кронштейнів підшипникових опор котків із отворами виносних кронштейнів рами.

Причіпний пристрій складається зі сниці, закріпленої до рами шарнірно (у вертикальній площині) і механізму регулювання положення сниці відносно поверхні землі. Під час переміщення агрегату по полю стрілчасті лапи заглиблюються у ґрунт, розпушують його, а сферичні диски подрібнюють рослинні залишки і перемішують їх з поверхневим шаром ґрунту.

Ешелоноване розміщення лап (15 лап у 4 ряди) дозволяє встановлювати їх на рамі машини на порівняно великій відстані одна від одної. Відстань між лапами в ряду -- 800 мм, між рядами -- 630 мм, що сприяє проходженню робочих органів у ґрунті без порушень технологічного процесу.

Глибина ходу лап регулюється підніманням або опусканням передніх опорно-ходових коліс та рубчастих котків; сферичних дисків -- зміною їх положення відносно рами по висоті.

Рубчасті котки додатково подрібнюють грудки, вирівнюють та ущільнюють поверхневий шар ґрунту, запобігаючи втратам продуктивної вологи. Під час роботи агрегату задні (транспортні) колеса підняті догори і не чинять тиску на оброблену поверхню поля.

Агрегат комбінований дисковий Power CUTT-4 *(ВАТ «Хмільниксільмаш»)*. Призначений для екологічного та економічного обробітку ґрунту за один прохід по будь-якому агрофону (забур'яненому, стерні різних культур, наявність великої кількості органічної маси, кукурудза, соняшник та ін.) за один прохід під посів. Складається з двох «бульдозерів»; двох батарей 2-рядних дисків; двох батарей культиваторних лап підвищеної стійкості; гнучкої борони; прикочувальних котків.

Батареї дисків зібрані на коротких квадратних валах, що забезпечує високу жорсткість конструкції і рівномірний компенсаційний розподіл

зусиль, застосовуються підшипники, що центруються, з високим ресурсом напрацювання (2-3 тис. га), система захисту запобігає їх зносу при максимальних глибинах обробки, оригінальна система очищення дисків забезпечує якість обробки ґрунту навіть у дощову погоду. Використання високоякісних імпортних систем гідравліки і колісного ходу гарантує надійність при агрегатуванні з будь-якими видами тракторів.

Рисунок 1.4 - Агрегат комбінований дисковий Power CUTT-4

Універсальний комбінований напівнавісний агрегат для багатоопераційного обробітку ґрунту ЛКП-4.4 *(ВАТ «Львівський завод фрезерних верстатів»)*. Призначений для високоефективного обробітку ґрунту. Використання комбінатора на післяжнивних полях, по стерні з розстеленою соломою або після скошених інших культур дає можливість високоякісно підготувати угіддя під посів, посадку.

Комплексне використання механізмів комбінатора дає можливість одночасно проводити такі види операцій:

- прорізні диски прорізають ґрунт по осі симетрії збірної лемішної лапи, що сприяє зменшенню тягової сили на трактор, крім цього, ламається бур'ян, залишки культур на полі.

- лемішні, стрілчаті лапи розрихлюють ґрунти, підрізають стерню, бур'ян і заробляють їх землею.

- тарілчасті диски перемішують, роздрібнюють землю і заробляють нею стерню, солому, бур'ян і вирівнюють поле.

- здвоєні валки роздрібнюють і ущільнюють певний шар ґрунту, готують насіннєве ложе для посіву зі збереженням вологи.

Грунтообробна машина ЛКП-4.4 агрегатується із тракторами типу ХТЗ-17221 для легких ґрунтів, а для інших ґрунтів -- з тракторами більше 200 к.с.

Агрегати комбіновані АК-4, АК-6 *(ВАТ «Калинівське РП «Агромаш»*). Призначені для розпушення та підготовки під посів за один прохід необроблених, ущільнених ґрунтів, підготовки під посів у попередньо розпушеного (зораного або розпушеного без обороту скиби) ґрунту з частково подрібненими пожнивними рештками на поверхні, парового обробітку ґрунту в степовій, лісостеповій та поліській зонах України на ґрунтах різного механічного складу.

Агрегат комбінований АК-4 складається з рами, батареї дисків, транспортного ходу стрілчастих лап, пруткового котка, вирівнювача, кільчасто-шпорового котка.

Агрегат виконує 5 операцій за один прохід:

- сферичні диски підрізають, подрібнюють верхній шар ґрунту, не порушуючи його структури;

- три ряди стрілчатих лап у культивуючій частині обробляють посівний ґрунт глибиною до 20 см;

- перший ряд подрібнюючих барабанів проводить попереднє подрібнення ґрунту;

- вирівнювач у вигляді шини вирівнює верхній шар;

- котки забезпечують кінцеве подрібнення і ущільнення посівного шару ґрунту.

Технологічний процес проходить таким чином: диски, зібрані в батарею, розрізають верхній шар ґрунту: Три ряди стрілчатих лап підрізають та розпушують шар ґрунту. Прутковий коток і вирівнювач виконують подрібнення та вирівнювання поверхні поля. На завершальній стадії кільчасто-шпоровий коток здійснює остаточне подрібнення грудок і ущільнює ґрунт на глибину посіву.

Агрегат комбінований АК-6 компактний, універсальний, чотирьохопераційний культиватор із широким спектром застосування. Використовується як для поверхневого обробітку, так і для інтенсивної культивації з чудовим змішуванням пожнивних залишків на глибину обробітку від 5 до 25 см. Завдяки високій рамі та відстані між стійками пожнивні рештки добре змішуються навіть у найскладніших умовах.

Агрегат виконує такі операції за один прохід:

- передній ряд дисків «ромашка» виготовлений зі сталі 65Г за спеціальною технологією, що забезпечує довговічність і низькі витрати на технічне обслуговування. Диски подрібнюють пожнивні залишки, що залишились після збирання урожаю, і змішують їх із верхнім шаром ґрунту. Робоча глибина дисків плавно регулюється від 3 до 12 см. Можлива комплектація дисків трьох видів (гладкі, «ромашка», culter), а також регулювання трьох кутів атаки батареї дисків;

- культивуюча частина знаряддя АК-6 складається із чотирьох рядів лап, нерухомо закріплених на рамі агрегату, призначених для суцільної культивації нижче рівня роботи дисків, для розпушування ґрунту та підрізування бур'янів. Лапа проникає у ґрунт під кутом 10-15 градусів;

- сталевий планчатий барабан розбиває грудки і розрівнює ґрунт після проходження культиваторних лап;

- заключною частиною робочої конструкції є ряд важких котків, які подрібнюють та ущільнюють ґрунт.

У першу чергу ущільнення є важливим чинником при посушливих умовах. Робиться це для того, щоб насіння рослин і бур'янів, що залишились, сходили швидко і одночасно, а також створюється бар'єр для випаровування вологи.

При роботі агрегату комбінованого АК-6 вирізні диски змішують органічні і мінеральні добрива, солому, сидерати та інші пожнивні залишки з верхнім шаром ґрунту (0-6см).

1.3. Комбінований агрегат TopDown 300-900

Комбінована машина TopDown 300-900 – це багатофункціональний диско-лаповий культиватор, який здатний за один прохід якісно підготувати ґрунт. Здатність змінювати глибину обробітку відповідно до різних умов та потреб на полі культиватор TopDown є надзвичайно універсальним та довговічним. Використовуючи культиватор TopDown зменшується кількістю проходів по полі, при цьому зберігається ґрунтова волога, зменшуються витрати. Завдяки одночасному виконанню кількох операцій культиватор TopDown створює хороше насіннєве ложе з дрібногрудочкуватою структурою лише за один прохід. Основними його перевагами є збереження ґрунтової вологи, оптимальний ступінь ущільнення та заощадження часу

протягом напруженого періоду обробітку ґрунту. TopDown – це багатофункціональний культиватор, який в одній машині поєднує чотири робочих зони. Диски, розташовані з інтервалами 12,5 см, та закріплені на індивідуальних стійках з гумовими амортизаторами, забезпечують подрібнення стебел та соломи, перемішуючи їх у верхньому шарі. Потім лапи, з інтервалом між проходами 27 см, розпушують і ретельно перемішують ґрунт та пожнивні рештки на глибину до 30 см. На завершальному етапі вирівнювальні диски і коток якісно вирівнюють та прикочують поверхню ґрунту. Завдяки одночасному виконанню кількох операцій культиватор TopDown створює хороше насіннєве ложе з дрібногрудочкуватою структурою лише за один прохід. Основними його перевагами є збереження ґрунтової вологи, оптимальний ступінь ущільнення та заощадження часу протягом напруженого періоду обробітку ґрунту.

Рисунок 1.6 - Багатофункціональний диско-лаповий культиватор TopDown 300-900

Як і у більшості комбінованих агрегатів, в конструкції застосований ешелонований принцип розташування робочих органів. Сутність полягає в тому, що однотипні робочі органи згруповані в секції, які в певній послідовності встановлені на єдиній рамі. А ле на відміну від відомих агрегатів в утвореному ешелоні секції можна міняти місцями, що надає можливості адаптувати агрегат під конкретні умови експлуатації. Основна задача культиватора – сформувати мілкокомковату структуру грунту і

подрібнити рослинні рештки Досягається це за рахунок використання батарей з дисками різного конструктивного виконання. Розглянемо дві найбільш оригінальні конструкції дисків. На рис.1.7 представлена конструкція фрезерного диска. Оригінальність технічного рішення полягає в тому, що по периметру диска розташовані вирізи, які утворені двома концентрично розташованими сферами. Фактично ми отримуємо аналог фрези, але параметри вирізів обґрунтовані з точки зору раціонального різання без заклинювання рослинних решток.

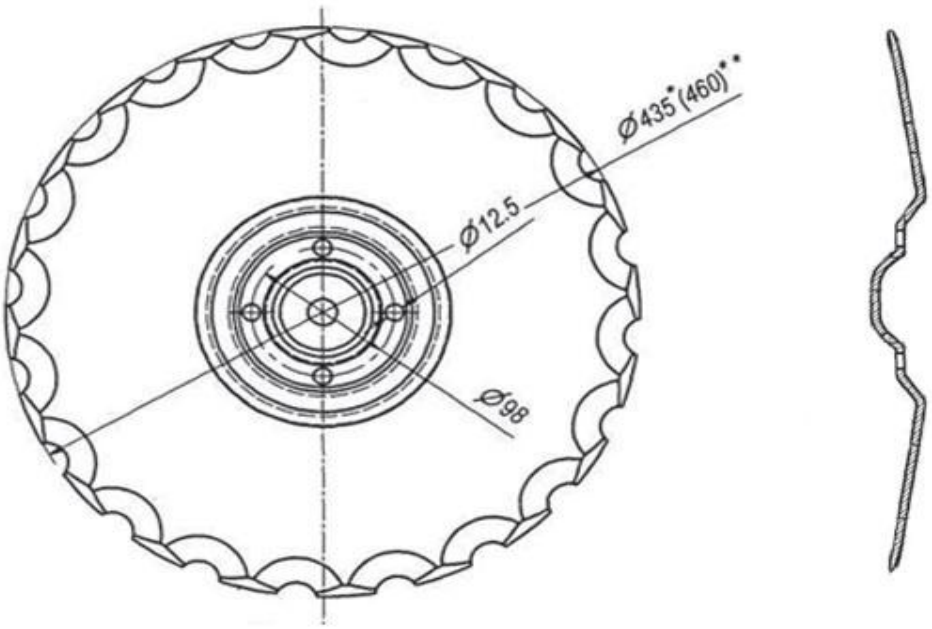


Рисунок 1.7 – Фігурний диск культиватора TopDown 300-900

Рисунок 1.8 – Лопатевий диск культиватора TopDown 300-900

Батарея рис.(1.8) утворена плоскими дисками серповидної форми індивідуально встановленими на стояках з можливістю зміни кута постановки до вертикалі. Призначення такого технічного рішення – підрізання кореневої системи стерні зібраної культури.

1.4. Комбіновані агрегати для умов смугового землеробства

Сьогодні багато аграріїв використовують технологію «стрип-тіл», або смуговий обробіток грунту. Це не просто модне захоплення а можливість сутєво збільшити прибутковість. «Стрип-тіл» – це економна технологія обробітку грунту, при якій виконують мінімальний обробіток грунту. При підготовці грунту по даній технології виконується прогрівання і підсушування грунту, руйнують ущільнення і вносять мінеральні добрива . Обробіток проводять тільки смуги куди буде виконаний посів шириною 20-30 см. та глибиною до 30 см. Дана технологія найбільш ефективна при підготовці до висіву пропашних культур. Враховуючи те, що тема нашої роботи пов′язана з мілконасінневими культурами, а це у своїй більшості городина, застосування системи смугового обробітку може бути досить

перспективним. Особливість технологічного процесу підготовки смуги до сівби полягає в тому, що рослинні рештки можна не дрібнити, а просто виносити за межі смуги, що і зроблено в комбінованому агрегаті АСОГ-8, рис(1.8.) АСОГ-8 виконує підготовку по технології стрип-тіл. Він має ширину захвату 5,6 м. і складається з 8 секцій, які розташовані на відстані 70 см. одна від одної і прикріплені до рами за допомогою пералелограмної навіски, що дозволяє секціям заглиблюватись рівномірно. Кожна секція виконує обробіток в смузі рядка і виконує 5 технологічних операцій.

Спочатку диск розрізає рослині рештки, потім очисник який складається з двохдисків звільняє смугу від рештків рослин. Розрихлюючий ніж виконує рихлення грунту на глибину до 30 см. і вносяться мінеральні добрива. Пара загортальних дисків не дозволяють розкидання грунту на міжряддя і формують гребінь. Даний гребінь сприяє прогріванню грунту та збереженню вологи. Каток закриває вологу, руйнує грудки та готує смуги до сівби. При обробітку на зиму каток не застосовують.

Рисунок 1.8 – Комбінований агрегат смугового землеробства АСОГ-8

Даний агрегат також випускається в модифікації, яка оснащена механізмом внесення мінеральних добрив, що робить його ще більш комбінованим (рис.1.9)

Рисунок 1.9 – Комбінований агрегат смугового землеробства АСОГ-8 обладнаний механізмом внесення добрив.

1.5. Робочі органи комбінованих ґрунтообробних агрегатів

1.5.1. Дискові робочі органи

Аналіз конструкцій показує, що в коибінованих агрегатах використовують практично всі відомі конструцкції дисків. Як в склади дискових батарей, так і на індивідуальному кріпленні. В зв'язку з тим, що розроблений нами агрегат не передбачає комплектацію сферичними дисками їх конструкції в огляді не наводимо. Взагалі, базовий варіант передбачає комплеатацію звичайними плоскими дисками в вигляді батареї з єдиним валом. Але батарея може бути укомплектована дисками іншого конструктивного виконання (рис1.10).

Надати перевагу одному з представлених дисків складно, бо всі вони добре зарекомендували себе в багатьох конструкціях. Таким чином вони всі можуть бути включені до базового варіанту комплектації розробленої машини. Конструкція може бути укомплектована і шпоровими дисками, такими як наприклад, розробки кафедри тракторів і сільськогосподарських машин (рис.1.11). Ця конструкція теж має в основі біологічний прототип – лісового їжака

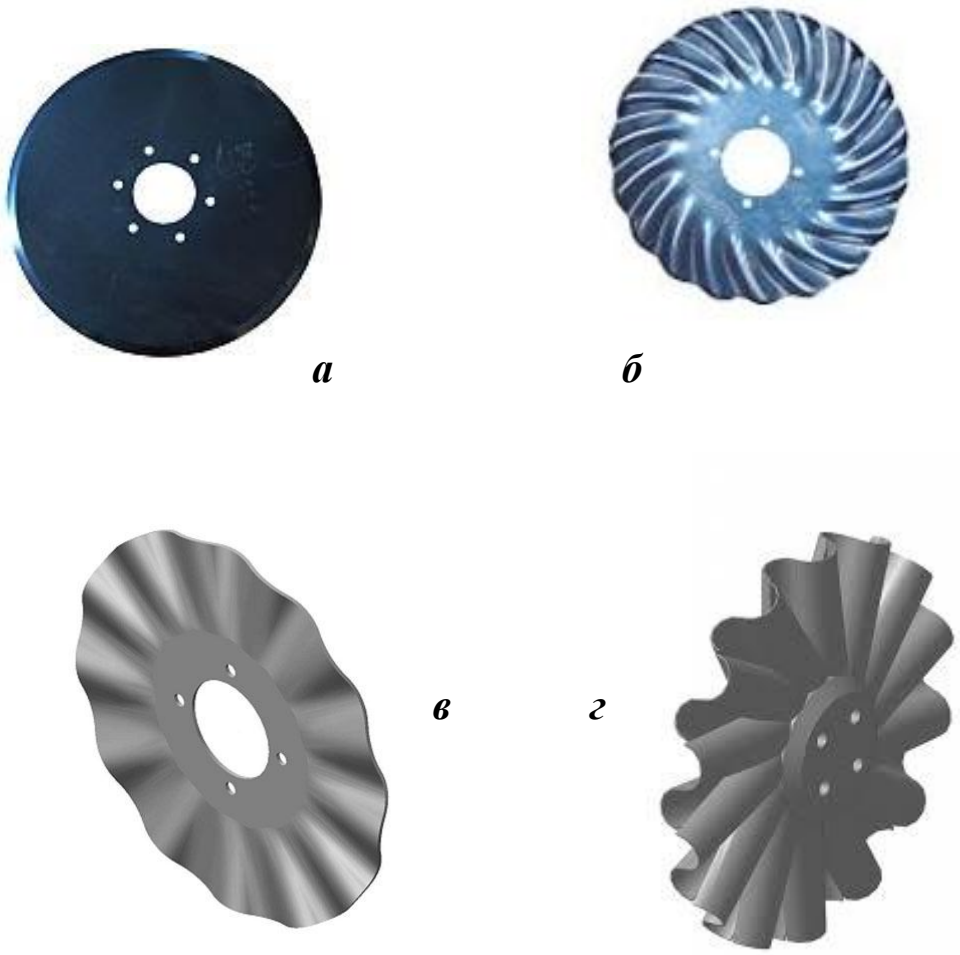


Рисунок 1.10. – Варіанти виконання дисків для комплектації розробленого комбінованого агрегату:

а-Плоский диск Bellota: ***б,в,г*** – турбодиски Great Plains

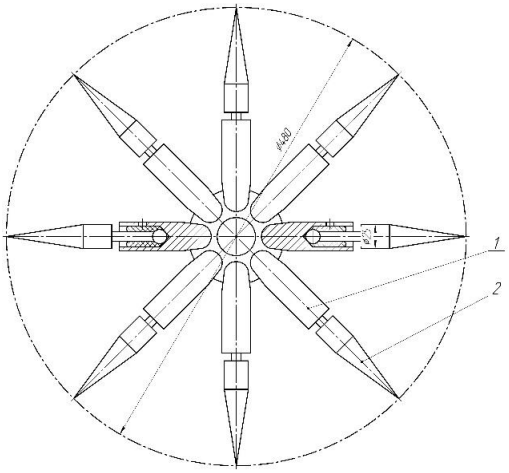


Рисунок 1.11 – шпоровий диск конструкції кафедри тракторів і сільськогосподарських машин ДДАЕУ : 1 – Ступиця; 2 - голка

1.5.2. Аналіз конструкцій стрільчастих лап.

В більшості комбінованих агрегатів використовують стрільчасті лапи традиційної конструкції. Їх легко отримати по кооперації і в умовах масового виробництва вони відносно дешеві. Але ряд виробників не зважаючи на витрати комплектують свої агрегати спеціально розробленими лапами (рис.1.12) . Їх параметри обгрунтовані для роботи в режимі покращеного крежиму різання з проковзуванням, або з метою підвищення надійності. Не зважаючи на більш високу собівартість виготовлення і відповідно ціну продажу. Такі лапи користуються хорошим попитом.

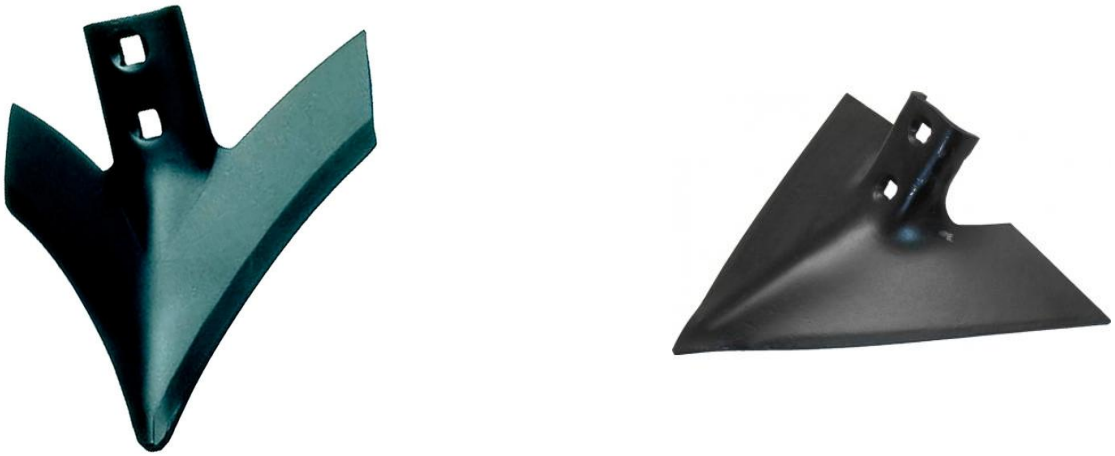


Рисунок 1.12 – окремі види інноваційних стрільчастих лап :

а – профіль леза логаріфмічної форми ; ***б*** – підвищеної стріловидності;

в – з нанесенням на лезо тугоплавкого матеріалу; ***г*** – профіль леза статечної форми

1.5.3 Катки-подрібнювачі

ЯК правило комбіновані ґрунтообробні агрегати комплектують катками-подрібнювачами, або їх використовують як окремий агрегат. Катки-подрібнбвачі мають два конструктивні виконання: барабанного (рис.1.13) і дискового (рис.1.14) типу

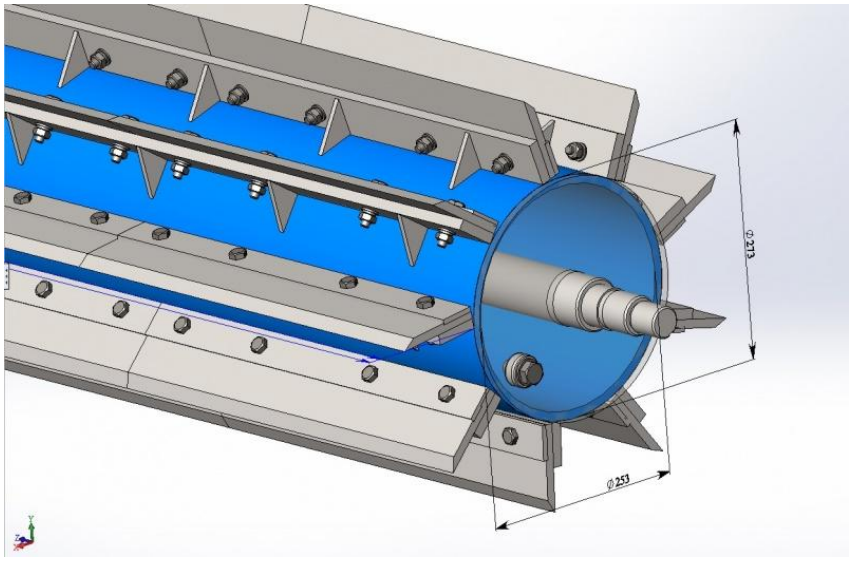


Рисунок 3.13 – Конструктивна схема типового катка-подрібнювача барабанного типу

Рисунок1.14 - каток-подрібювач дискового типу

Як показує досвід використання катків підприємством «Альфа-Агро» Петриківського району Дніпропетровської області. Обидва катки показують хороші результати роботи по вирівнюванню поверхні і подрібненню рослинних решток, як у стоячому так і у скошеному варіанті. Особливо ефективним є використання катків по агрофону грубостеблових культур.

1.6. Комбінований агрегат конструкції І.І.Лазаренка

Конструкцію цього агрегату необхідно навести в огляді по цілому ряду причин:

1. Комбінований агрегат є найпростішим, а може і найпримітивнішим втіленням самих сучасних технологій обробітку грунту. Причина на поверхні : Закордонні комбіновані агрегати являють собою конструктивні технічні рішення найсучасного рівня, але вони не адаптовані до наших грунтових умов, ще і плюс органічне землеробство в умовах чорнозему. Найраціональним було б рішення – це використання агрегату модульної конструкції, в якій модулі можна змінювати у відповідності до конкретних умов, але на даний момент такі конструкції відсутні. І.І. Лазаренко, враховуючи досвід експлуатації відомих закордонних машин, розробив власну конструкцію, але відсутність якісної вітчизняної комплектації сучасного рівня примусила шукати компромісні варіанти, які і являють собою конструктивно-технологічні рішення І.І.Лазаренка Тому, ця конструкція носять компромісний варіант між потребами і можливостями.

2. Іван Іванович вже тривалий час практикує органічне землеробство і досвід його роботи повинен бути систематизований і опрацьований пристосовно до грунтових умов Дніпропетровської області.

Технологічний процес відбувається наступним чином. При наявності на поверхні поля рослинних залишків грубостебельних культур, дискова батарея 3, їх подрібнює. Далі, стрільчасті лапи 4 розпушують грунт на глибину 5 – 8 см і вичосують бур′яни, що встигли дати паростки. Наступним

етапом турбодиски 6 занурюють рослинні рештки у грунт на глибину ходу стрільчастих лап. Завершує технологічний процес реберчастий каток, який ущільнює поверхневий шар грунту і подрібнює рослинні рештки на поверхні.

Основна ідея конструкції полягає в тому, що стрільчаста лапа підрізає грунт і завдяки рваній поверхні леза (рис.1.15.) вичісує рослинні рештки до глибини 2-3 см, тим самим створюючі ідеальні умови для роботи турбодисків. В подальшому, з метою зменшення кінематичної довжини агрегату, турбодискова батарея була винесена в окремий агрегат і зроблена двослідною.

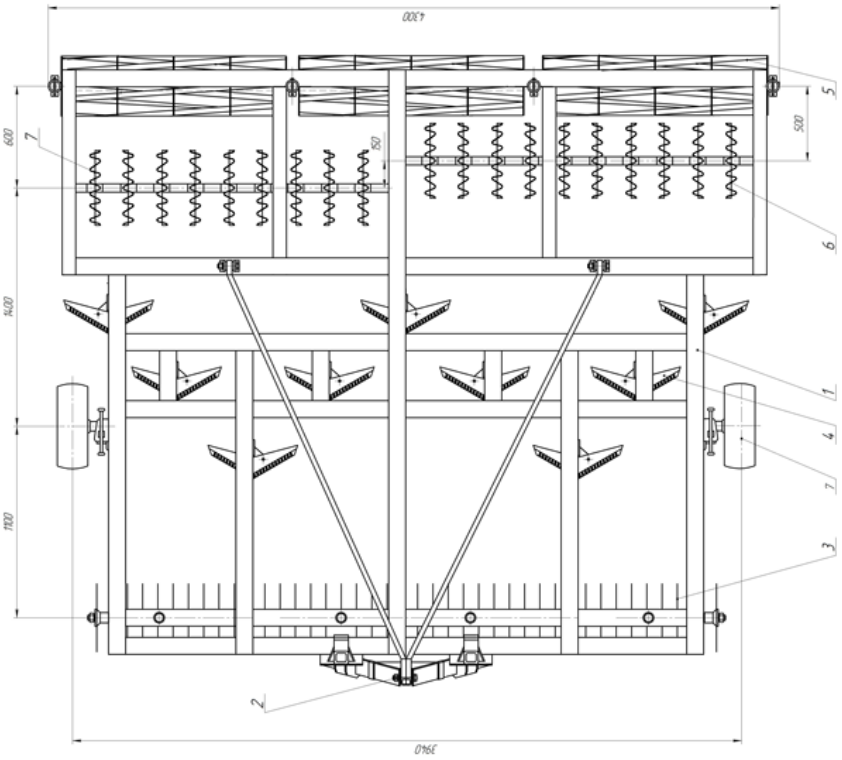


Рисунок 1.15 [6] – конструктивна схема комбінованого агрегату І.І.Лазаренка :1 – рама; 2 – начіпний пристрій; 3 – батарея дискова (встановлюється тільки при наявності рослинних решток грубостебельних культур великої довжини)), 4 – лапа стрільчаста; 5 – каток опорний; 6 – батарея турбодискова (в остаточному варіанті виділена в окремий агрегат.

Конструктивна ширина захвату лап 400 мм, перекриття 50 мм. Робота у умовах заниженої консолідації грунту забезпечується стріловидною лапи і

нанесенням на її поверхню рваного шару зносостійкого матеріалу, а як відомо рвана поверхня леза є гарантом підвищеної ріжучої спроможності. Наявність катка-подрібнювача в даній конструкції є обов′язковою. Бо потрібен механізм вирівнювання поверхні. На рис.1,16,б) можна чітко відслідити сліди лез барабана. За крайньої необхідності їх можна видалити шляхом боронування, але як показує досвід така проблема не виникає.

Можливості перевірити технологію не було, бо І.І.Лазаренко на час проведення дослідів не практикував посів жодної мілконасінневої культури.

а

б

Рисунок 11.6 – ***а*** **-** Стрільчаста лапа конструкції І.І. Лазаренко *б*- загальний вид плантації після проходу агрегату

Слід відмітити, що як видно на рис.1-16,а – стільчаста лапа є плоскорізною і кути підйому грудей і атаки крил. Малі: від 5 до 7 градусів.Це пояснюється тим, що винесення нижнього шару на поверхню категорично не припустиме. В ході практичної роботи встановлено, що раціональною робочою швидкістю для такого типу агрегатів є 14-18 км/год. При роботі по агрофону залишків грубостеблових культур і до 20 км/год поаргофону зернових культур.

1.7. Огляд аналітичних досліджень

Виходячи з того, що розроблена нами конструкція має в якості прототипу виконану раніше розробку кафедри сільськогосподарських машин [6]. Виконаємо огляд окремих найбільш визначальних елементів аналітичних досліджень наведених в [6].

В якості основи в моделі прийнята розрахункова схема (рис 1.17).

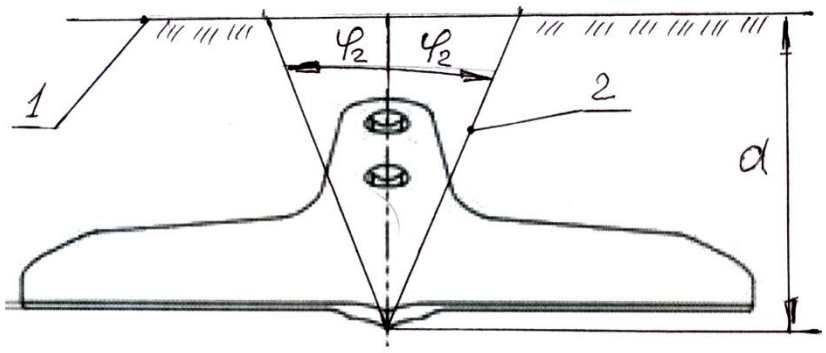


Рисунок 1.17 – Розрахункова схема до визначення діючих сил: 1 – рівень денної поверхні; 2 – пріоритетний напрямок розповсюдження ліній сколу

Послідовність взаємодії робочої поверхні з грунтом наступна.

Лобова частина лапи відділяє від загального масиву грунту призму сколу, яка потрапляє на поверхню лапи і в процесі її руху на поверхню діють сили нормального тиску і тертя. Тяговий опір буде являти собою проекцію на напрямок руху всіх діючих сил. Розглянемо їх послідовно.

У відповідності до [16], сила сколу призми дорівнює

$$F_{СК} = C_{ПИТ^т}\ S,$$

де $C_{ПИТ}$ – питоме зчеплення часток грунту в консолідованому стані;

S – площа поверхні сколотої призми.

Для визначення площі розглянемо розрахункову схему (рис. 1.17). Як відомо [16] від ріжучого елементу в поперечно-вертикальній площині розповсюджуються лінії сколу під кутом внутрішнього тертя до вертикалі.

В роботі [6] пропонується спочатку знайти загальну силу зколу, а потім її рівнодіючу спроектувати на напрямок руху. На наш погляд, це не є методично виправданим, бо не всі складові рівнодіючої мають складову повздовжньої реакції. Для малих глибин таке усереднення може бути виправдане тим, що лінія сколу розповсюджується на малих глибинах під кутом φ_2 до профілю леза [13,16] і частина площі зколу яка не співпадає з напрямком руху буде складати малий відсоток від загального зколу. але на глибинах коли треба підрізати кореневу систему, а це більше за 15 см, необхідно приймати напрямок $90^O + \varphi_2$.

У відповідності до [6] утворювана фігура являє собою перевернуту призму з параметрами

$R = a \cdot tg\varphi_2$ – радіус кола основи;

$L = a/\cos\varphi_2$ – утворююча призми.

Площа, утворюваної фігури дорівнює

$$S = 3{,}14 \cdot R \cdot L$$

де α – кут постановки лобової частини до дна борозни.

де a – глибина робочого ходу;

φ_2 – кут внутрішнього тертя консолідованого грунту.

Таким чином, проекція сили зколу на напрямок руху буде дорівнювати.

$$F_1 = F_{CK} \cdot \cos(90 - \alpha - \varphi_3),$$

де α- кут постановки лобової частини до дна борозни.

1.8. Тяговий опір дискової батареї

Модель виконана у відповідності до розрахункової схеми (рис.1.18)

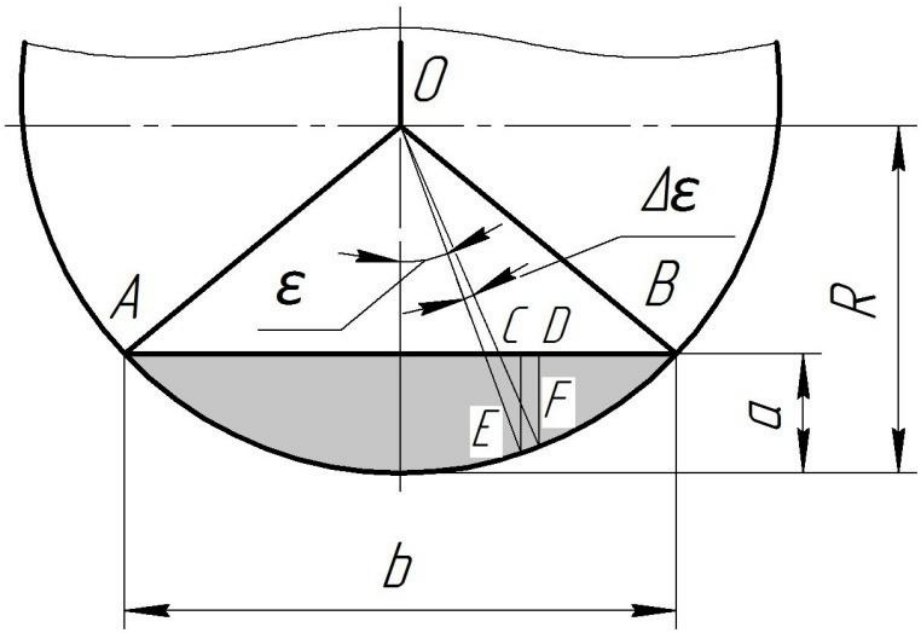


Рисунок 1.18 – Розрахункова схема до визначення сил, що діють на диск

Постійно на диск діють: сила різання шару грунту на глибину його занурення і сила тертя грунту.

Кут входження у грунт від'ємний, тому розгалуження тріщин не буде. Занурену частину диска (заштрихований сектор) можна розгдядати як вертикальну підпірну стінку Виріжемо на її поверхні нескінченно тонку елементарну ділянку CDFE і розглянео її як елементарну підпірну стінку. Висота ділянки

$$H = CE = a - R\cdot(1 - \cos\varepsilon)$$

Питомий тиск, що діє на виділену ділянку, спрямований перпендикулярно до її поверхні і доведений на висоті, що дорівнює 1/3 її висоти від нижнього обрізу.

$$E_a = \frac{\gamma \cdot H^2}{2} \cdot \operatorname{tg}(45^o - 0{,}5 \cdot \varphi_2), \qquad (1.5.)$$

де γ - питома вага грунту

φ_2 кут внутрішнього тертя

Ширина ділянки при $\varepsilon \to 0$

$$CD = R \cdot \Delta\varepsilon$$

де R – радіус диска.

Таким чином, загальний тиск грунту на виділену ділянку становить

$$P = E_a \cdot R \cdot \Delta\varepsilon \qquad (1.6)$$

Загальна сила тертя зануреної частини диска (з двох боків) при кількості дисків в батареї n = 6

$$F_Б = 12 \cdot \gamma \cdot tg(45^o - 0{,}5 \cdot \varphi_2) \cdot tg\varphi_1 R \cdot \int_0^{\omega} [a - R \cdot (1 - \cos\varepsilon)]^2 \cdot d\varepsilon, \qquad (1.7)$$

$$\text{де} \quad \omega = \frac{R - a}{R} \ ;$$

φ_1 – кут тертя грунту по сталі.

Диск рухається на невеликій 5-6 см глибині в розпушеному шарі грунту до того ж в умовах органічного землеробства консолідація грунту занижена. Тому, в роботі [6],прийняте, що сили зминання у порівнянні з силами тертя суттєво менші, тому їх не враховували.

Висновки

1. Обробіток грунту під мілконасінневі культури має відмінності від звичайного обробітку, що практикується під більшість культур. Основі лімітуючи показники – це якість кришення, ступінь подрібнення рослинних решток і повнота підрізання кореневої системи культури-попередника. Одноопераційним агрегатом виконати всі окреслені вимоги практично не можливо.

2. Одноопераційні ґрунтообробні агрегати на сучасному етапі втратили свою актуальність. Експлуатаційники віддають перевагу комбінованим агрегатам.

3 Склад комбінованих агрегатів практично є стабільним - це стрільчасті лапи, дискові батареї, каток-подрібнювач. Особливість компоновки агрегатів

полягає в ешелонованому розташуванні робочих органів скомплектованих по технологічним групам.

4. Використання комбінованих агрегатів в умовах органічного землеробства має свої особливості, пов′язані з заниженою консолідацією грунту і наявністю в оброблюваному шарі підвищеної кількості рослинних решток, що потребує віддавати перевагу робочим органам безпідпірного різання.

5. Сумісне використання стрільчастих лап і дискових робочих органів потребує ретельного узгодження їх конструктивних параметрів і взаємного розташування.

2.ОБГРУНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ. АНАЛІТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1. Агротехнічні вимоги до роботи розробленого комбінованого агрегату

Оглядом літературних джерел Не відмічено окремих систематизованих вимог до обробітку грунту під посів мілконасінневих культур. Відомі тільки окремі додаткові вимоги у додаток до агротехнічних вимог під інші польові культури. Нами систематизовано ці вомоги і з урахуванням досвіду вирощування овочевих культур підприємством «Адьфа-Агро» Периківського району Дніпропетровської області пропонується наступний перелік, який може бути реально досягнутий ґрунтообробною машиною.

- повинен забезпечуватися обробіток ґрунтів різного механічного складу на полях зі стернею колосових та інших культур суцільної рядкової сівби, а також із подрібненими рослинними залишками високостебельних попередників;
- важливо дотримуватися необхідної якості роботи за вологості від 17 до 20% і твердості ґрунту в оброблюваному шарі до 2,5 МПа; робота на схилах до 8º;
- наявність каміння, незібраних куп соломи, скупчення інших пожнивних залишків не допускається.
- глибина розпушування ґрунту — від 8 до 15 см, середньоквадратичне відхилення глибини обробітку — не більше 1,5 см; грудочок розміром до 50 мм — не менше 80%, а понад 100 мм не допускається;
- підрізання коренів бур’янів повне; збереження стерні рослинних решток на поверхні в разі необхідності — не менше 75%;
- вміст ерозійно-небезпечних часток розміром до 1 мм у поверхневому шарі ґрунту від 0 до 5 см не повинен збільшуватись порівняно з вихідною їх кількістю до проходу знаряддя;

- поверхня поля після проходу комбінованого агрегату має бути рівною: середня висота гребенів і глибина борозен по слідах стійок робочих органів — не більше 3 см.
- Коефіцієнт структурності [14]: $068 \leq К_С \leq 0{,}75$;
- Коефіцієнт різноподрібнення структурованих агрегатів [18] : $56 \leq К \leq 72$

Враховуючи те, що агрегат може бути використаний при агрегатуванні з мотоблоком, тобто в режимі ручного спрямування робочого органу, окремо слід відмітити, зщо величина поперечного рискання не повинна перевищувати 5 см, бо в противному випадку це суттєвує погіршує умови використання сівалки.

2.2. Обґрунтування загальних конструктивних параметрів конструкції

За основу роботи прийняті виконані раніше дослідження кафедри тракторів і сільськогосподарських машин. В роботі [6] була запропонована конструкція і обґрунтовані основні конструктивні параметри компактного комбінованого агрегату (рис.2.1) і (рис.2.2.).

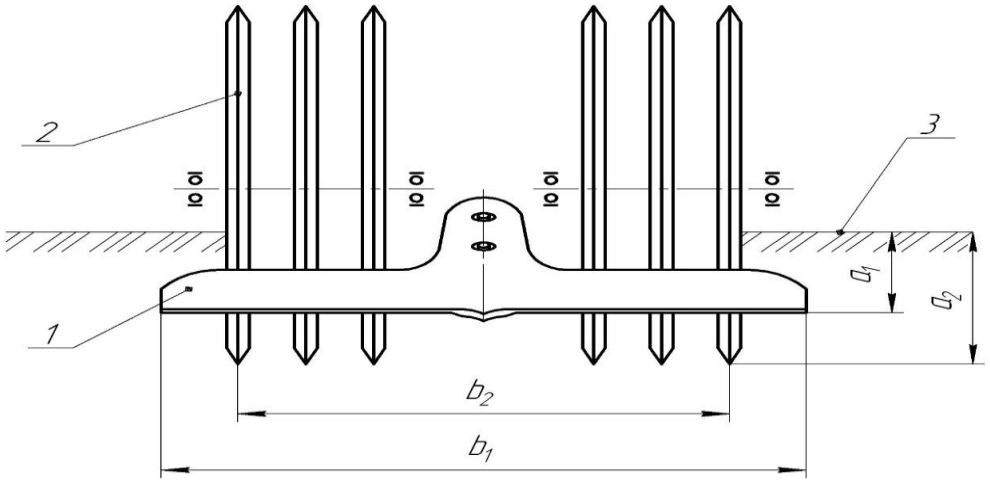


Рисунок 2.1- Розрахункова схема комбінованого агрегату [6] : 1 – лапа стрільчаста; 2 – дискова батарея; 3 – рівень денної поверхні

Конструктивна схема робочого органу аргументована наступним чином. Перш за все робочий орган повинен підрізати бур'яни. Краще за все це може зробити стрільчаста лапа, але вона працездатна в умовах підпірного різання і тому, повинна йти першою. В противному випадку дискова батарея розпушить поверхневий шар і підпору не буде. Після стрільчастої лапи дискова батарея подрібнить грудки, поріже рослинні рештки і кореневу систему бур'яну. В разі постановки під кутом до напрямку руху буде частково заорювати рослинні рештки у поверхневий шар, що є позитивним в разі ведення органічного землеробства. В роботі [6] аналітично обгрунтовані раціональні рішення по конструкції стрільчастої лапи і дискової батареї за умови їх сумісної роботи

Рисунок 2.3 – Загальний вид комбінованого агрегату, прийнятого у якості прототипу [6]

2.3. Обгрунтування конструкції стрільчастої лапи

В роботі [6] запропонована спеціальна стрільчаста лапа, яка на основі аналітичних досліджень повинна забезпечити виконання окреслених вище агротехнічних вимог.

Аналітичне обґрунтування полягало в тому, що профіль стрільчастої лапи був запозичений у чорноморського скату хвостоколу, який був принятий в якості біологічного аналогу. Використовуючи параметри тіла тварини, була розроблена геометрична, а потім і чисельна моделі стрільчастої лапи. В результаті було отримане регресійне рівняння регресії поверхні. (рис.2.3.). Поверхня була розбита на окремі елементарні ділянки, до яких було застосоване рівняння підпірної стінки Цитовича [21]. На основі аналізу системи отриманих рівнянь тягового опору для кожної елементарної ділянки був отриманий раціональний інтегральний профіль поверхні, який повинен був забезпечити потрібний рівень кришення грунту і, що на менш важливо, відрив кореневої системи стерні рослинних решток від загального массиву грунту з виносом її на денну поверхню.

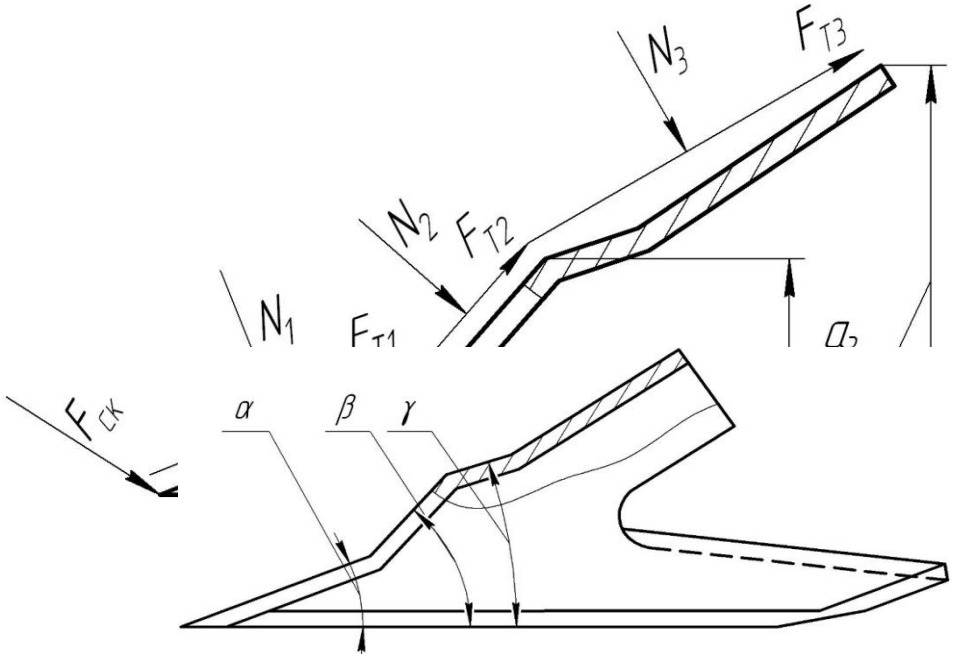


Рисунок 2.3 – Розрахункова схема профілю стрільчастої лапи

Але ідеалізований варіант аналітичної моделі не зовсім виправдав очікуваних результатів. В процесі польових випробувань технологічний процесс виконувався але з великою кількістю технологічних відмов, що і поставило питання про удосконалення конструкції. Було відмічено, що круті перегини поверхні в реальних грунтових умовах провокують нависання на них рослинних решток і поверхню слід зробити більш похилою. Нами запропоновано, використовуючи метод наіменших квадратів [22] випрямити поверхню з збереженням основних кутових параметрів і лінійних розмірів (рис.2.4)

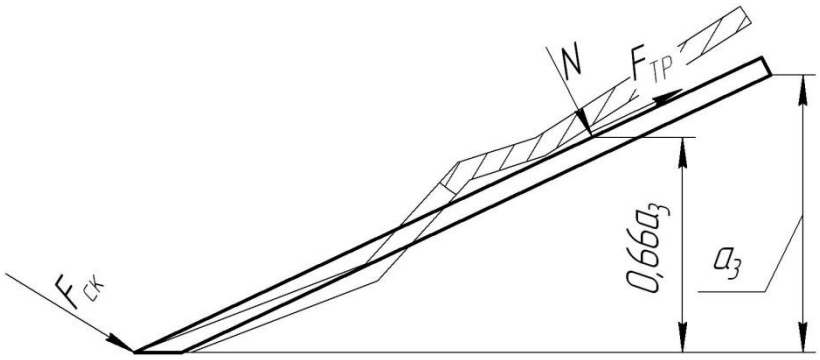


Рисунок 2.4 – Розрахункова схема до обґрунтування профілю робочої поверхні стрільчастої лапи

Слід відмітити, що наведений профіль відповідає перетину стрільчастої лапи по осі, тобто крила лап можуть мати звичайні добре відпрацьовані на серійних конструкціях конструктивні параметри, а по осі абгрунтовані нами. Варіант такого виконання лапи представлений на рис.2.5.)

Рисунок 2.5 – Аналітично обґрунтована і прийнята до експериментальних досліджень стрільчаста лапа (варіант№1)

На рисунки видно, що центральна осьова частина носить випуклий характер. Слід також відмітити, що жаберні плавники тварини в даному випадку можна розглядати як елемент ідентифікації крил лапи. Тому нами розроблений варіант в якому крила виконані більш пропорційними до загальних розмірів конструкції у відповідності до пропорцій аналогу.

Рисунок 2.6 – Прийнята до експериментальних досліджень стрільчасти лапа (варіант №2)

З метою уніфікації конструкції базові конструктивні параметри прийняті аналогічними до прототипу

- ширина захвату стрільчастої лапи b = 330 мм
- діаметр диска d = 350 мм
-ширина захвату дискової батареї B = 240 мм
- кількість дисків в батареї – 5
- відстань між дисками в батареї $a = 60$ мм

Особливість процесу моделювання полягає в тому, що натурний зразок був виготовлений на основі, так званого, інтуїтивно-аналітичного

методу. Тобто, спочатку були виготовлені дослідні зразки стрільчастих лап, а вже потім розроблені їх геометрична і чисельні моделі, які лягли в основу розрахункових схем.

2.4. Аналітична модель взаємодії з грунтом

Традиційно аналітичною моделлю взаємодії ґрунтообробного знаряддя з грунтом вважається математична модель визначення тягового опору в залежності від конструктивних параметрів конструкції, кінематичного режиму роботи і механіко-технологічних властивостей грунту. І традиційно методичною основою досліджень є теорія взаємодії з грунтом робочого органа довільної геометричної форми А.М.Панченко [16].

Тяговий опір стрільчастої лапи. Враховуючи те, що стрільчасті лапи були виготовлені без аналітичного обґрунтування їх розрахункових схем, аналітичну модель взаємодії з грунтом треба розробляти не під математичні рівняння профілів робочих поверхонь і ріжучого периметра, а під конкретні чисельні значення конструктивних параметрів.

Для того, щоб можна було аналітично порівняти моделі роботи стрільчастих лап різної геометричної форми, як то : стандартної серійної, запропонованої в роботі [6] і обох, що запропоновані в даній магістерській роботі, необхідно мати єдину аналітичну модель взаємодії всіх конструкцій з грунтом. Аналізуючі конструктивні особливості всіх наведених стрільчастих лап ми прийшли до висновку, що в якості базової розрахункової схеми до моделі можна прийняти, запропоновану в роботі [6] розрахункову схему визначення складових тягового опору (рис.1.17). Послідовність взаємодії робочої поверхні з грунтом наступна.

Лобова частина лапи відділяє від загального масиву грунту призму сколу, яка потрапляє на поверхню лапи і в процесі її руху на поверхню діють сили нормального тиску і тертя. Тяговий опір буде являти собою проекцію на напрямок руху всіх діючих сил. Розглянемо їх послідовно. Відомі три моделі,

які можна прийняти як основу виконуваних нами досліджень. Перша [6] розглянута нами в першому розділі. Ця модель враховує тільки сили сколу. Аналізом величини доведених до ріжучого периметра довільної геометричної форми сил [16] встановлено, що сила сколу становить 80 -90% від загальної сили опору ріжучого периметра, що автоматично зменшує адекватність моделі [6] на 10 -20%. Друга модель [16] враховує сили тиску і тертя грунту, але вона працює з приведеними величинами конструктивних параметрів і тому не може враховувати конструктивні особливості стрільчастої лапи. Третя модель [15] відрізняється тим, що процесс сколу призми розбитий на елементарні нескінченно малі ділянки, які в розрахунках приймають зяк плоскі, що надає можливості застосувати рівняння підпірної стінки А.М.Цитовича [21] і теорію внутрішньої напруги А.М.Панченко [16]. Модель теж не враховує сили тиску і тертя апріорі прийнявши їх завідомо меншими за сили сколу.

Таким чином, як показує аналіз, більшість авторів сили тиску і тертя не враховують. Враховуючи також те, що розроблений нами агрегат розрахований на використання в умовах заниженої консолідації грунту, таке припущення можна вважати цілком правомірним.

За основу аналітичних досліджень приймаємо розрахункову схему (рис.2.7) кафедри сільськогосподарських машин ДДАЕУ [15]. Модель передбачає, що скол призми грунту відбувається від ріжучої кромки долота. Інші елементи робочої поверхні, в тому числі і крила, в сколі участі не приймають. Але конструктивні особливості запропонованих стрільчастих лап вносять корективи у це положення. Діло в тому, що перехідна частина крил може вважатись частиною долота і теж приймає участь у формуванні призми сколу. В запропонованій нами моделі це явище враховане. Зрозуміло, що та частина крила, що знаходиться вище лінії сколу від долота участі в сколі не приймає. Тому, для моделі вводимо поняття приведеної глибини різання ($a_{ПР}$)

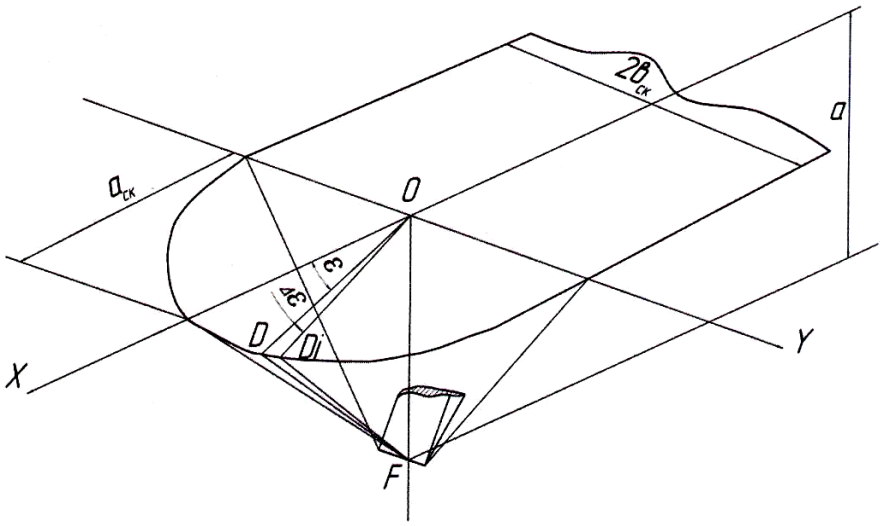


Рисунок 2.7 Розрахункова схема до визначення сили сколу призми ріжучою кромкою носка стрільчастої лапи [15].

У відповідності до 15] сила сколу дорівнює:

$$P_{СК} = a^2 \cdot C_{ПИТ} \cdot \int_0^{0,5\pi} \sqrt{[tg(\alpha+\varphi)\cdot cos\varepsilon]^2 + [tg\varphi \cdot sin\varepsilon]^2} \cdot \sqrt{[tg(\alpha+\varphi)\cdot cos\varepsilon]^2 + [tg\varphi \cdot sin\varepsilon]^2 + 1}\, d\varepsilon \quad , \qquad (2.1)$$

де a – дійсна глибина занурення у грунт;

α – кут нахилу дотичної до профілю долота в в місці перетину з лезом; φ – кут внутрішнього тертя грунту; ε – змінна інтегрування.

Рівняння легко вирішується методом чисельного інтегрування. Для гарантованого знаходження частини крила нижче лінії сколу від долота Приведена глибина з якої починається тріщиноутворення повинна становити

$$a_{ПР} = a + b \cdot \cos\gamma \cdot tg\beta,$$

де b – ширина носка лапи;

γ – кут розкриття крил лапи;

β – кут постановки крила лапи до дна борозни;

після математичних перетворень рівняння (2.1) прийме вид

$$P_{СК} = [a + b\tau \cos\gamma\tau \operatorname{tg}\beta]^2\tau \; C_{ПИТ}\tau \int_0^{0,5\pi} \sqrt{[tg(\alpha+\varphi)\cdot cos\varepsilon]^2 + [tg\varphi\cdot sin\varepsilon]^2}\cdot$$

$$\sqrt{[tg(\alpha+\varphi)\cdot cos\varepsilon]^2 + [tg\varphi\cdot sin\varepsilon]^2 + 1}\tau \; d\varepsilon \qquad (2.2)$$

Загальний тяговий опір агрегату В моделі [6] прийняте припущення, що диск занурюється вертикально під дією ваги агрегату і тому, враховуючі занижену консолідацію грунту можна з достатньою точністю прийняти, що опір диска визначається силами тертя грунту о бокові поверхні.

$$F_Б = 12\cdot\gamma\cdot\operatorname{tg}(45^\circ - 0{,}5\cdot\varphi_2)\cdot\operatorname{tg}\varphi_1 R\cdot \int_0^{\omega} [a - R\cdot(1-\cos\varepsilon)]^2\cdot d\varepsilon,$$

де ε – змінна інтегрування

Таким чином, загальний тяговий опір агрегату буде становити:

$$= [a + b\tau \cos\gamma\tau \operatorname{tg}\beta]^2\tau \; C_{ПИТ}\tau \int_0^{0,5\pi} \sqrt{[tg(\alpha+\varphi)\cdot cos\varepsilon]^2 + [tg\varphi\cdot sin\varepsilon]^2}\cdot$$

$$\sqrt{[tg(\alpha+\varphi)\cdot cos\varepsilon]^2 + [tg\varphi\cdot sin\varepsilon]^2 + 1}\tau \; d\varepsilon +$$

$$12\cdot\gamma\cdot\operatorname{tg}(45^\circ - 0{,}5\cdot\varphi_2)\cdot\operatorname{tg}\varphi_1 R\cdot \int_0^{\omega} [a - R\cdot(1-\cos\varepsilon)]^2\cdot d\varepsilon, \qquad (2.3)$$

Результати розрахунку за наведеною моделлю наведені в розділі 4 у порівнянні з результатами польових досліджень.

Висновки

Аналіз відомих математичних моделей взаємодії з грунтом використаних складових комплектуючих комбінованого агрегату показує, що вони побудовані за близькими схемами і використовують практично однакові припущення. Точність отримуваних за цими моделями розрахункових значень тягового опору становить до 20%, що не задовольняє вимогам проектних розрахунків.

Розроблена нами конструкція комбінованого агрегату максимально адаптована до експлуатації в умовах органічного землеробства, тобто в умовах заниженої консолідації грунту. Слід відмітити, що запропонована нами комплектація агрегату є мінімально можливою, але це не виключає подальшого розвитку конструкції шляхом додавання інших робочих органів, наприклад, катків і борін.

Запропонована нами модель взаємодії використаних в машині робочих органів з грунтом відрізняється від відомих переходом до нескінченно малих, що підвищує точність виконуваних розрахунків. Особливо слід відмітити, що модель базується на використанні питомого зчеплення часток. Як єдиного інтегрального показника всіх механіко-технологічних властивостей грунту.

3. ПРОГРАМА І МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ПОЛЬОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Мілконасінневі культури раціонально вирощувати за смуговою технологією землеробства. Тому розроблений комбінований агрегат перш за все повинен забезпечувати підготовку до сівби саме в таких умовах. Раціональний принцип утворення смуг – це щорічна зміна положення саме смуг і міжсмугової зони. Тому, агрегат повинен забезпечувати підрізання кореневої системи культури-попередника, якісне подрібнення залишків кореневої системи, і формувати раціональну структуру грунту за показниками кришення і розпушення. показники:

- ступінь підрізання кореневої системи культури-попередника

3.1. Програма досліджень

Програмою передбачено :

- перевірити розроблену конструкцію на працездатність;
- дослідити в умовах рядової експлуатації залежність якості кришення грунту від конструктивних параметрів конструкції
- дослідити якість підрізання кореневої системи і ступінь кришення рослинних решток;
- дослідити з використанням тензометричного візка залежність тягового опору від конструктивних параметрів конструкції;
- підтвердити адекватність розробленої аналітичної моделі:
- перевірити конструкцію на технічну і технологічну надійність.

3.2. Конструкція комбінованого робочого органу

Загальний вид робочого органу відповідає представленому на рис.2.2.

Робочий орган складається з стрільчастої лапи розробленої конструкції (досліджувались два варіанти виконання лап) і симетрично встановленої дискової батареї. В зв'язку з тим, що для нормальної роботи стрільчастої лапи їй необхідно забезпечити підпірне різання, вона встановлена попереду дискових батарей.

В зв'язку з тим, що лапа носить оригінальну конструкцію, для її виготовлення в промислових умовах необхідно попередньо виготовити спеціальну оснастку, що в межах магістерської роботи зробити не можливо. Тому був прийнятий компромісний варіанті : в якості прототипу була прийнята стрільчаста лапа виробництва ТД «Корсунь» і вручну доопрацьована до надання їй форми, наближеної до потрібної. В зв'язку з тим, що лапа оброблялась ковальським способом, по завершенні випробувань, був перевірений хімічний склад матеріалу. Як показав аналіз, склад наближений до 60-65Г. Конструкція адаптована до роботи з мотоблоком МБ-12, виробництва ПАТ «Мотор-Січ».

Приватні методики проведення досліджень. Приватні методики повинні забезпечити визначення якісних показників роботи агрегату в різних грунтових умовах у відповідності до його призначення. Експериментально визначались тільки ті показники, що використані в математичній моделі і ті, що мають найбільший вплив на розвиток висаджуваної культури.

3.2.1. Визначення механіко-технологічних властивостей грунту обраної ділянки до проведення досліджень.

Одна з основних прийнятих гіпотез полягає в тому, що питоме зчеплення визначає всі як фізичні, так і механічні властивості грунту. Тому, значення вологості в аналітичній моделі не враховується. Але визначення механіко-технологічних властивостей грунту необхідно виконувати при вологості, що відповідає стиглій почві. Рівень стиглості контролювали за допомогою універсального прибору (рис.3.1.)

Рисунок 3.1 – Визначення пенетрометром стиглості грунту за вологістю

Твердість грунту. Визначали твердоміром В.П.Горячкіна у відповідності до методики [15]. Питоме зчеплення часток грунту. Визначали за кількістю ударів твердоміра ДорНДІ (рис.3.2.)

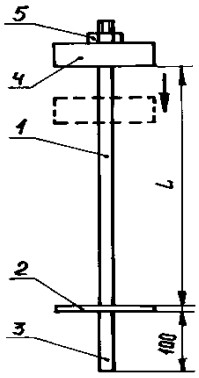
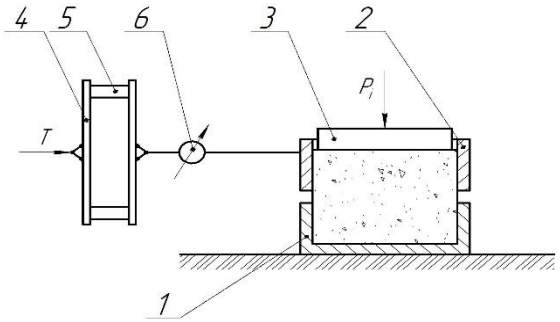


Рисунок 3.2 – Твердомір ДорНДІ [14]:
1 – направляюча; 2 – обмежувач;
3 – наконечник; 4 – вантаж;
5 – обмежуюча гайка.

Межа несучої спроможності грунту. Визначали аналогічно за кількістю ударів твердоміра ДорНДІ[15]. Кут внутрішнього тертя консолідованого грунту. Визначали зсувним приладом (рис 3.3)



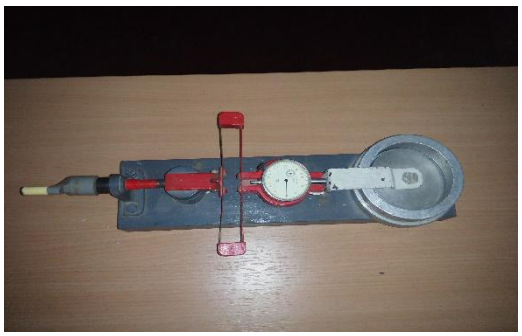


Рисунок 3.3 – Конструктивна схема і загальний вид зсувного приладу : 1 – обойма нерухома: 2 – обойма рухома; 3 – кришка: 4 – відтарований пружний елемент: 5 – упор; 6 – мікрометр.

Сутність визначення полягала в тому, що зразок консолідованого грунту циліндричної форми поміщали у простір, утворений нерухомою 1 і рухомою 2 обоймами. До зразка доводилось стискаюче зусилля σ і поступово збільшуючи зсувне зусилля, визначали момент руйнування зразка. Відносне переміщення обойм визначали мікрометром, зсувне зусилля як добуток жорсткості пружного елементу і відносного переміщення.

Експеримент повторювався двічи і за формулою (3.1) визначався коефіцієнт внутрішнього тертя.

$$f_2 = tg(\varphi_2) = \frac{\tau_2 - \tau_1}{\sigma_2 - \sigma_1}. \qquad (3.1).$$

*Кут зовнішнього тертя ґрунту по сталі. В*изначали за допомогою креслярської дошки (рис.3.4.)

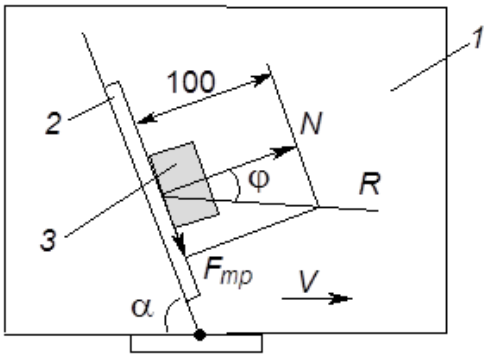


Рисунок 3.4 – Схема до визначення коефіцієнта тертя ковзання [11]. :
1 – стальний лист, закріплений на креслярській дошці.
2 – рейка; 3 – зразок грунту

На встановлену горизонтально креслярську дошку клали лист металу. Рейка встановлена під кутом $\alpha<90^0$ В довільній точці рейки клали зразок консолідованого грунту 3. Перед проведенням експерименту помічали напрямок нормально діючої сили N. В процесі переміщення рейки в напрямку V зразок 3 переміститься в напрямку R. Кут φ між векторами N і R є кутом зовнішнього тертя ковзання грунту по сталі.

3.2.2. Показники агрофону обраної ділянки

Основний показник- питома кількість рослин на 1 см^2. Визначали шляхом накладання на поверхню поля рамки На відміну від загальнопризнаних методик, питому кількість рослин визначали не поштучно, а за ваговим принципом.

В межах рамки знімався шар грунту 5-8 см. Знятий грунт просіювався на решеті (рис.3.5). Не просіяні рослинні рештки збирались, зважувались і визначалась питома вага в розрахунку на 1 см^2. Методика свого часу була запропонована і відпрацьована в ДДАЕУ [12].

а

б

Рисунок 3.5 – Визначення питомої кількості рослинних решток г/см^2

а – накладання обмежуючої рамки; *б* – просіювання знятої проби на решеті d = 10 мм.

3.2.3. Оцінка якості обробітку грунту

Основний показник – коефіцієнт структурності[15]. Визнаяався за спрощеною методикою як відношення маси грунтових агрегатів, просіяних через решето з діаметром отворів 10 мм до маси всієї взятої проби. Допоміжний показник глибистість поверхні. Визначався як відношення площі поверхні вкритої грудками з приведеним діаметром більше за 100 мм до загальної площі виділеної ділянки. Практично визначався наступним чином : в межах накладеної на оброблену поверхню рамки 1,0х1.0 м. збирались крупні грудки і зважували кожну грудку окремо. Далі, визначали об'єм кожної грудки. Як відношення маси до питомої ваги. Наступним етапом визначали приведений радіус і площу. Площа окремих грудак підсумовувалась і знаходилась глибистість.

Ступінь підрізання кореневої системи культури-попередника

На рис.3.6 зображено узагальнений вид кореневої системи культур, з якими найбільш імовірно буде взаємодіяти розроблений комбінований агрегат

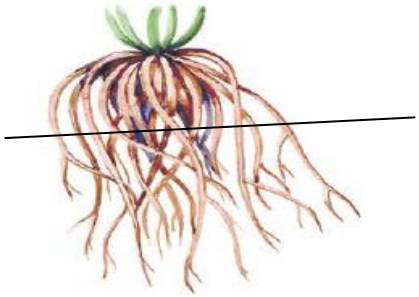


Рисунок 3.6 – Узагальнений вид кореневої системи стерні пшениці, жита, кукурудзи, цибулі, часника 1-1 рівень зрізу робочим органом

Розвиток і потужність кореневих систем залежить від індивідуальних особливостей рослин і умов, в яких вони живуть. Наприклад, для озимої пшениці загальна довжина коренів мичка з урахуванням кореневих волосків може сягати 600 км, при цьому добовий приріст її може становити 5 км. Безумовно, посів по рядку такого агрофону не можливий, тому кореневу систему необхідно як мінімум підрізати. Методики оцінки ступеня підрізання оглядом літературних джерел не знайдено. В той же час, показник для нашого випадку є важливим і може давати матеріал для порівняння агрегатів різного конструктивного виконання. Ми рекомендуємо власний показник, який нами відпрацьований і показав можливість якісної об′єктивної його оцінки.

У відповідності до методики. Перед проходом агрегату викопуємо 3-4 коренів і ретельно видаляємо зв′язаний грунт. Корені зважуємо і знаходимо середнє значення. Після проходу агрегату відбираємо такуж кількість коренів, зважуємо і знаходимо середнє значення. Коефіцієнт підрізання знаходимо за залежністю

$$К_П = \frac{m_1}{m_2}$$

де:m_1 – середня вага одиничної кореневої системи до проходу агрегату;

m_2 – відповідно після проходу агрегату.

Гребнистість поверхні

Аналізом літературних джерел встановлено, що більшість авторів схильни до методики визначення цього показника через середнє заміряне значення висоти гребенів над рівнем денної поверхності грунту. Сам показник визначається як процентне відношення усередненої максимальної висоти гребеня до середнього значення його висоти. Показник носить більш суб′єктивний ніж об′єктивний характер. Нами пропонується свій показник оцінки гребнистості поверхні, який полягає в наступному.

На поверхню грунту поперек борозни укладається мотузок, який повторює профіль поверхні. Довжину мотузка заміряємо і ділимо на реальну відстань між точками заміру (рис.3.7).

$$К_{ГР} = \frac{L_M}{L}$$

де L_M – заміряна довжина мотузка;

L – відстань по нрямій між крайніми точками заміру. Показник хоча і не вказує на абсолютну висоту гребенів, протее добре характеризує нерівномірність поверхні.

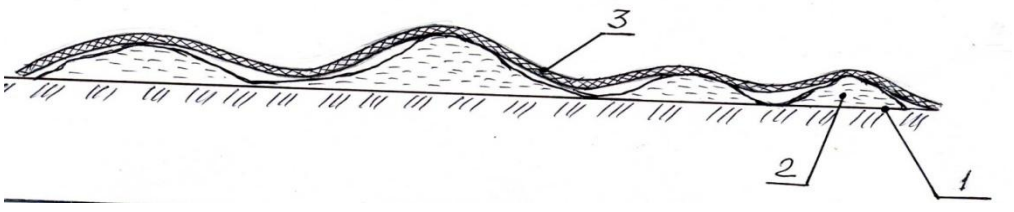


Рисунок 3.7 – Розрахункова схема до методики визначення гребнистості поверхні : 1 – рівень денної поверхні; 2 – гребінь; 3 - мотузок

3.3. Експлуатаційні показники агрегату

Швидкість поступового руху агрегату визначали шляхом хронометрування часу проходження агрегатом контрольних ділянок. Для цього намічали лінію проходу і дерев'яними стовбчиками відбивали на ній контрольні ділянки довжиною 10 м. За допомогою секундоміра визначали час проходження контрольних ділянок по осі заднього моста трактора і за результатами визначали дійсну робочу швидкість.

Годинна продуктивність . Розрахунки виконані у відповідності до методики [17] і у порівнянні з серійною машиною з метою оцінки ефективності виконаних досліджень.

$W_{ГОД} = 0,1 \times B_Р \times V_Р \times \tau$,

де $B_Р$ – робоча ширина захвату;

$V_Р$ – робоча щвидкість;

$\tau = T_Р / T_{зм}$ – коефіцієнт використання робочого часу зміни;

де $T_Р$ – час чистої роботи, визначався шляхом хронометрування робочого процессу, $T_{ЗМ}$ – час зміни.

Висновок

Запропоновані методики розроблені на підставі загально відомих [14,15], які добре опробовані і сумнівів в адекватності не викликають. Запропоновані нами оригінальні методики в ході експериментальних досліджень добре відпрацьовані і показали доцільність їх застосування.

4 РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Особливість польових досліджень полягає в тому, що агрегат розроблений під умови експлуатації з мотоблоком, тобто робоча швидкість залежить від фізичних можливостей оператора, який іде поруч з мотоблоком і ним керує. Швидкість пішохода в польових умовах як показали виконані нами заміри, знаходиться в межах 4-5 км/год, що відповідає 1,1 - 1,4 м/с. Зміна швидкості в такому діапазоні практично не впливає на основі показники виконання технологічного процесу, аналіз аналітичної моделі теж приводить до такого висновку. Тому залежність контрольованих параметрів від робочої швидкості не відстежувалась.

4.1. Умови проведення досліджень

Основні польові дослідження проводили на підприємстві «Альфа-Агро» Петриківського району Дніпропетровської області. Агрегат досліджувався у складі з мотоблоком. Дослідження тягового опору проводили на дослідній ділянці ДП «Гуляйпільський механічний завод» ПАТ «Мотор-Січ» з використанням тензометричного візка [19.20].

Рисунок 4.1 – Загальний вид агрегату у комплектації з модифікованою серійною стрільчастою лапою

4.2. Загальні результати досліджень

Агрегат стало виконує технологічний процес. Технічних відмов не відмічено. Окремі технологічні відмови пов′язані з наявністю на поверхні поля зверх середньостатистичної кількості рослинних решток. Агрегат легкий в керуванні. Поперечного рискання не відмічено. Прямолінійність ходу і постійність робочої швидкості витримуються легко в різних варіантах комплектації стрільчастими лапами. Візуально, якість кришення і розпушення є задовільними.

Рисунок 4.2 – Типовий загальний вид борозни після одиночного проходу агрегату

4.3. Умови проведення досліджень

Польові експерименти проводились за вологості грунту, що відповідає нормі за прибором (рис.3.1.)

Таблиця 4.1- Питоме зчеплення часток грунту ($С_{ПИТ}$) і межа несучої спроможності (К′)

№, контрольної ділянки	Кількість ударів ДорНДІ (С)	Середнє С	$С_{ПИТ}$, кН/м^2	К′, кН/м^2
1	24	25,9	6,1	1420
	27			
	23			
2	28			
	28			
	25			
3	25			
	26			
	27			

Таблиця 4.2 – Питома кількість рослин на ділянці

	Питома кількість рослин, г/см^2									
№ контрольної ділянки	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Середнє
	11	13	10	9	14	12	11	8	10	10,9

Кут внутрішнього тертя у консолідованому стані, град – 56

Кут зовнішнього тертя по сталі в консолідованому стані, град - 52

4.4. Оцінка якості виконання технологічного процессу

Таблиця 4.3.- Якісні показники виконання технологічного процесу за варіантами комплектації стрільчастими лапами : 1 – лапа у відповідності до прийнятого прототипу; 2 – Лапа серійного виробництва; 3 дослідний зразок (рис.2.5.); дослідний зразок 2.6.

Показник	Варіант виконання стрільчастої лапи			
	1	2	3	4
Коефіцієнт структурності грунту	0,65	0,69	0.67	0,70
Коефіцієнт різноподрібнення структурованих агрегатів	062	0,66	0,68	0,63
ступінь підрізання кореневої системи	1,23	1,25	1,26	1,28
Гребнистість поверхні	1,05	1,07	1,03	1,02
Комковатість поверхні	0,21	0,22	0,19	0,17

4.5. Експериментальне визначення раціональних параметрів компоновки знаряддя

В якості критерію раціональності прийнята кількість технологічних відмов в відношенні до довжини робочого ходу.

Таблиця 4.4 – Довжина робочого ходу до першої технологічної відмови для варіанту виконання стрільчастої лапи у відповідності до рис.(2.5).

Показник	Відстань від обрізу крила лапи до осі дискової батареї			
	250	270	300	320
Довжина робочого ходу, м	27	22	35	38

Таблиця 4.5 – Довжина робочого ходу до першої технологічної відмови для варіанту виконання стрільчастої лапи у відповідності до рис.(2.6).

Показник	Відстань від обрізу крила лапи до осі дискової батареї			
	250	270	300	320
Довжина робочого ходу, м	36	41	49	58

Аналіз даних табл.4.5 і табл. 4.6 показує, що виконання стрільчастої лапи у відповідності до рис.2.6. є кращім варіантом комплектації робочого органа. Довжина робочого ходу між технологічними відмовами, під якими розуміли забивання грунтом і рослинними рештками простору між стрільчастою лапою і дисковою батареєю починаючи з відстані між робочими органами в 250 мм, носить цілком припустимий характер при роботі по стерні зернових і залишкам овочевих культур. Дані по роботі на стерні грубостеблових культур і сидератам. Нами не контролювались бо це є малоімовірний варіант використання розробленого агрегату.

4.6. Тяговий опір розробленого агрегату та продуктивність.

За більшістю показників варіант комплектації агрегату стрільчастою лапою у відповідності до рис.2.6 є більш вдалим, тому приймаємо його в якості основного. Визначення тягового опору виконуємо саме для цього варіанту. Роботи виконані на дослідній установці [18]. Питоме зчеплення часток грунту 1,2 кН/м^2

Розраховане значення тягового опору, кН

стрільчаста лапа –0,415

дискова батарея – 0,113

агрегат в цілому – 0,528

Заміряне значення тягового опору, кН

Агрегат в цілому - 0,611

$$W_{ГОД} = 0,1 \times 0,330 \times 4,8 \times 0,76 = 0,12 \text{ га/год}$$

Раціональний варіант виконання стрільчастої лапи відповідає представленому на рис.2.6.

Висновки

1. Розроблений комбінований агрегат стало виконує технологічний процес. Технічних відмов не відмічено. Окремі технологічні відмови пов′язані з наявністю на поверхні поля збільшеної кількості рослинних решток.

2. Ступінь підрізання кореневої системи культури попередника дозволяє проводити сівбу по рядку цього попередника. В грунтових умовах чорнозему отримувані значення коефіцієнтів структурності і

різноподрібнення структурованих агрегатів знаходяться в припустимих межах для сівби мілконасіннєвих культур

3. Експериментально підтверджені раціональні конструктивні параметри конструкції :

- Діаметр диска d = 250 мм;
- Мінімальна припустима відстань від обрізу стрільчастої лапи до осі дискової батареї 250 мм;
- Ширина захвату стрільчастої лапи B_P = 330 мм;

  Рекомендоване конструктивне виконання стрільчастої лапи повідно відповідати рис.2.7, розділу 2 даної магістерської роботи.

4. Агрегат легкий в керуванні. Поперечного рискання не відмічено. Прямолінійність ходу і постійність робочої швидкості витримуються легко в режимі ручного керування. В ході польових експериментів підтверджена адекватність розробленої математичної моделі взаємодії комбінованого агрегату з грунтовим середовищем.

5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1. Вимоги безпеки праці при обробітку грунту

5.1.1. Загальні положення

Виробляються загальні вимоги, безпеки роботи при операції обробітку грунту під посів озимого ріпакаі:

- до керування трактором допускаються трактористи які пройшли спеціальне навчання і права, на водіння трактора даної категорії;
- перед початком виконання технологічного процесу тракторист обслуговуючий агрегат проходить інструктаж з охорони праці і розписується в журналі реєстрації, одержує на руки пам'ятку по техніці безпеки;
- одяг механізатора не повинний мати довгих звисаючих частин і кінців, дозволяється працювати тільки в застебнутої, ретельно заправленому одягу і головному уборі, робота у фартуху також забороняється;
- категорично забороняється буксирування трактора разом з комбінованим грунтообробним агрегатом;
- у кабіні трактора повинна знаходитися аптечка з повним комплектом медикаментів;
- надійність роботи гальм і рульового керування повинна перевірятися систематично;
- забороняється перевезення вантажів на рамі комбінованого агрегату чи використання його не за призначенням;
- забороняється заходити чи входити в кабіну трактора до його повної зупинки;
- постійно стежити за справним станом агрегату і наявністю справних захисних протипожежних засобів (вогнегасник з кріпленням, лопата);
- господарствам забороняється вносити конструктивні зміни в агрегат без узгодження з органами держтехнадзору.

5.2.2. Вимоги безпеки перед початком роботи

Перевірте відсутність тріщин, налипань, сторонніх предметів тощо на лопатнях вентилятора двигуна та на шківу пускового двигуна.

Перевірте справність деталей і цілісність проводів пристрою, що запобігає запуску двигуна на ввімкненій передачі.

До заправного пункту пально-мастильними матеріалами під'їжджайте так, щоб вихлопна труба знаходилась з протилежного боку від пункту, загальмуйте агрегат, вимкніть двигун.

Перевірте комплектність причіпного пристрою агрегатованого знаряддя (машини), відсутність на його деталях пошкоджень, тріщин, деформацій.

5.2.3. Вимоги безпеки під час виконання роботи

Крім перерахованих загальних вимог безпеки, варто враховувати специфічні умови роботи агрегату на поле і ряд додаткових небезпек зв'язаних з цим. Вимоги враховуючі ці фактори перераховані нижче:

- трактористу забороняється передавати роботу на агрегаті особам не закріпленим за даним агрегатом ;
- під час роботи забороняється знаходитися перед агрегатом;
- не можна робити ремонт чи регулювання вузлів під час роботи і пересування агрегату, усі види регулювань і технічне обслуговування робити після повної зупинки агрегату при виключеному двигуні;
- не доторкатися до рухливих деталей машин при працюючому двигуні;
- під час роботи агрегату забороняється надягати ремені і ланцюги на шківи і зірочки, а також змазувати підшипники;
- після зупинки агрегату варто переводити важіль коробки передач у нейтральне положення;

- у секторі повороту агрегату не повинні знаходитися люди і транспортні засоби;
- після проведення яких-небудь регулювальних чи ремонтних робіт забороняється залишати на агрегаті інструмент чи інші сторонні предмети;
- з наступом темряви дозволяється робота тільки з включеними в достатній кількості фарами.

5.2.4. Вимоги безпеки в надзвичайних ситуаціях

У випадку виникнення аварійних ситуацій або пожежі необхідно:

1. Припинити роботу;
2. Як найшвидше сповістити про аварію (пожежу) керівництво структурного підрозділу;
3. Приступити до ліквідації (локалізації) аварії (пожежі) наявними засобами;
4. За необхідності викликати інші аварійно-рятувальні (пожежні, медичні тощо) підрозділи.

5.2.5. Вимоги безпеки після закінчення роботи

1. Вигнати агрегат із загінки і, по затвердженим у господарстві маршрутам руху, поставити його на місце стоянки. Заглушити двигун, загальмувати трактор, у холодний період року злити воду і впевнитись, що вона повністю витекла з системи охолодження.
2. Очистити агрегат від бруду, пилу, рослинних решток. Оглянути та усунути виявлені недоліки.
3. Зняти одяг, вмитися, по-можливості прийняти душ.

Висновок

У даному розділі представлені вимоги охорони праці при підготовці грунту комбінованим грунтообробним агрегатом. Представлено перелік заходів які зменшують травмування під час виконання робіт, перед початком виконання робіт і під час аварійних ситуацій.

6. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ

Розрахунки техніко-економічних показників виконуємо у порівнянні з серійним робочим органом + мотоблок МБ-12. Основна відмінність агрегатів – за рахунок оптимізації конструктивних параметрів машина має менший тяговий опір, що дозволяє експлуатувати її на більшій швидкості і це підвищує продуктивність агрегату.

Вихідні дані для розрахунків зведено до табл.6.1.

Таблиця 6.1.

Вихідні дані до техніко-економічних розрахунків.

№	Показник	Розмірність	Технологічна машина	
			Серійна	Модернізована
1	Річний обсяг гоботи	га	5	5
2	Продуктивність	га/год	0,1	0,15
3	Витрати ПММ	кг/га	8,25	7,10
4	Вартість: - мотоблоку - машини - Всього	Грн	 19700 1100 20800	 19700 1200 20900
5	Кількість обслуговую-чого персонала		1	1

Кількість нормо-годин у обсязі робіт:

Базовий

$$К_{НГ} = \frac{W_{СЕЗ}}{W_{ГОД}} = \frac{5}{0,1} = 50,0\,год$$

Проект

$$К_{НГ} = \frac{W_{СЕЗ}}{W_{ГОД}} = \frac{5}{0,15} = 33,33\,год$$

Витрати праці:

Базовий Проект

$В_П = К_{НГ} \cdot n = 50,0 \cdot 1 = 50,0$ год $В_П = К_{НГ} \cdot n = 33,33 \cdot 1 = 33,33$ год,

де n =1- кількість обслуговуючого персонала.

Експлуатаційні витрати.

Експлуатаційні витрати складаються з основної і додаткової заробітньої плати, амортизаційних відрахувань, витрат на паливо-мастильні матеріали, витрат на технічне обслуговування, ремонт і зберігання агрегата.

Основна і додаткова заробітна плата.

Основна і додаткова заробітна плата з нарахуваннями:

$$П = \frac{C_T}{W_{ГОД}} \cdot K_1 \cdot K \ , \qquad (6.1)$$

де $С_Т = 59,5$ - тарифна ставка, грн/год;

$К_1 = 1,2$ – коефіцієнт, що враховує додаткову оплату (20%);

$К_2 = 2,2$ – коефіцієнт, що враховує нарахування на соціальні мироприємства.

Базовий Проект

$П = \frac{59,5}{0,1} \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 2,2 = 1570,8$ грн/га $П = \frac{59,5}{0,15} \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 2,2 = 1047,20$ грн/га

Амортизаційні відрахування.

Норма амортизації для трактора – 15%, грунтообробної машини – 15%.

Нормативне завантаження на рік:

- мотоблоку - 1550год;
- машини - 580год

Базовий Проект

М: $А_{ТР} = \frac{19700 \cdot 15}{100 \cdot 1550 \cdot 0,1} = 19,06$ грн/га $А_{ТР} = \frac{19700 \cdot 15}{100 \cdot 1550 \cdot 0,15} = 12,71$ грн/га

машина: $А_М = \frac{1100 \cdot 15}{100 \cdot 580 \cdot 0,1} = 2,84$ грн/га $А_М = \frac{1200 \cdot 15}{100 \cdot 580 \cdot 0,15} = 2,07$ грн/га

Всього: $А_\Sigma = 19,06 + 2,84 = 21,9$ грн/га

$А_\Sigma = 12,71+2,07 = 14,78$ грн/га

Витрати на ПММ.

Базовий

$В_{ПММ} = Ц_{ПММ} \cdot В_{ПММ} = 28 \cdot 8,25 = 231$ грн/га

Проект

$В_{ПММ} = 28 \cdot 7,1 = 198,8$ грн/га

Витрати на ТО, ТР, зберігання.

Норма витрат на ТР, ТО і зберігання:

- $\alpha_{ТО} = 11\%$ - норма відрахувань на ТО;
- $\alpha_З = 0,2\%$ - норма відрахувань на зберігання;
- $\alpha_{ТР} = 8\%$ - норма відрахувань на ремонт.

Витрати на ТО, ТР і зберігання:

$$В = \frac{B_Б \cdot (\alpha_{ТО} + \alpha_З + \alpha_{ТР})}{100 \cdot K_{НГ} \cdot W_{ГОД}} \cdot K, \qquad (6.2)$$

де $В_Б$ – балансова вартість, грн;

К – коефіцієнт переводу трактора у еталонний.

Базовий

Мотоблок: $В_{ТР} = \cdot \frac{19700 \cdot (11+8+0,2)}{100 \cdot 50,0 \cdot 0,1} = 756,48$ грн/га

Проект

$$В_{ТР} = \frac{19700 \cdot (11+8+0,2)}{100 \cdot 33,33 \cdot 0,15} = 756,56 \text{ грн/га}$$

Базовий

Машина: $В_М = \frac{1100 \cdot (11+8+0,2)}{100 \cdot 50,0 \cdot 0,1} = 42,24$ грн/га

Проект

$В_М = \frac{1200 \cdot (11+8+0,2)}{100 \cdot 33,33 \cdot 0,15} = 46,08$ грн/га

Всього по агрегатам:

$В = В_{ТР}+В_М = 756,48+42,24 = 798,72$ грн/га

$В = 756,56+46,08 = 802,64$ грн/га

Всього експлуатаційних витрат на 1 га:

Базовий

$Е_В = 1570,8 + 21,9+231+798,72 = 2622,42$ грн/га

Проект

$Е_В = 1047,20+14,78+198,8+ 802,64 = 2063,42$ грн/га

Експлуатаційні витрати на весь обсяг роботи:

Базовий

$Е_\Sigma = Е_В \cdot W_{СЕЗ} = 2622,42 \cdot 5 = 13112,1$ грн

Проект

$Е_\Sigma = 2063,42 \cdot 5 = 10317,1$ грн

Капітальні вкладення на 1 га:

Базовий

Мотоблок: $К_В = \frac{B_Б}{W_{СЕЗ}} = \frac{19700}{5} = 3940$ грн/га

Машина: $К_В = \frac{1100}{5} = 220$ грн/га

Всього:

$К_В = 3940 + 220 = 4160$ грн/га

Проект

$К_В = \frac{19700}{5} = 3940$ грн/га

$К_В = \frac{1200}{5} = 240$ грн/га

$К_В = 3940 + 240 = 4180$ грн/га

Приведені витрати на 1га:

$$П_В = Е_В + 0,15 \cdot К$$

Базовий

$П_В = 2622,42 + 0,15 \cdot 4160 = 3246,42$ грн/га

Проект

$П_В = 2063,42 + 0,15 \cdot 4180 = 2690,42$ грн/га

Приведені витрати на весь обсяг робіт:

Базовий

$П_{В\Sigma} = П_В \cdot W_{СЕЗ} = 3246,42 \cdot 5 = 16232,1$ грн

Проект

$П_В = 2690,42 \cdot 5 = 13452,1$ грн

Річний економічний ефект:

$$Е_Е = 16232,1 - 13452,1 = 2780 \text{ грн}$$

Строк окупності додаткових капітальних витрат

$$N = \frac{1200 - 1100}{2780} = 0,1$$

Результати розрахунків представлено у табл. 6.2.

Таблиця 6.2. Економічна ефективність роботи

№	ПОКАЗНИКИ	Варіант	
		Базовий	Проект
1	Вид роботи	Поверхневий обробіток грунту	
2	Об"єм роботи,га	5	5
3	Склад агрегата: Мотоблок Машина	БМ-12 Робочий орган	БМ-12 Робочий орган М
4	Продуктивність, га/год	0,1	0,15
5	Кількість нормо-годин у обсязі робіт	50,0	33,33
6	Кількість обслуговуючого		

	персоналу	1	1
7	Витрати праці, люд.·год/га	50,0	33,33
8	Тарифний розряд роботи	V	V
9	Тарифна ставка, грн/год	59,5	59,5
10	Норма витрати пального, кГ/га	8,25	7,10
11	Балансова вартість, грн: - мотоблока - машини	 19300 1100	 19300 1200
12	Комплексна ціна ПММ, грн/кГ	28	28
13	Експлуатаційні витрати, грн/га у тому числі: а. Основна і додаткова заробітна плата б.Амортизаційні відрахування в. Витрати на ПММ г.Витрати на ТО, ТР, зберігання	2622,42 1570,8 21,9 231 798,72	2063,42 1047,20 14,78 198,8 802,64
14	Капітальні вкладення, грн/га	4160	4180
15	Приведені затрати, грн/га На весь обсяг роботи, грн	3246,42 16232,1	2690,42 13452,1
16	Річний економічний ефект, грн	-	2780
17	Строк окупності, років	-	0,1

Висновок

Як показують розрахунки, проведена модернізація комбінованого агрегату покращила основні його техніко-економічні показники. За результатами розрахунків прогнозований річний економічний ефект становить 2780 грн у розрахунку на обсяг роботи 5 га.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Аналізом літературних джерел встановлено, що для більшості дрібнонасінневих культур раціональний приведений діаметр грунтових відмінностей (грудок) повинен становити 2 – 10 мм при довжині рослинних залишків до 50 мм. Одноопераційним агрегатом досягти такого рівня обробітку грунту не можливо. Тому використанню комбінованих агрегатів альтернативи немає. Аналізом відомих конструкцій провідних заводів-виробників окреслений необхідний і достатній перелік базових робочих органів до комбінованих ґрунтообробних агрегатів. Це перш за все стрільчасті лапи і диски різного конструктивного виконання. Більшість підприємств використовують ешелоноване розташування робочих органів, що спрощує їх адаптацію до сумісної роботи. В той же час модульна комплектація конструктивно більш вигідна, але вимагає адаптації робочих органів до сумісної роботи.

2. В даній магістерській роботі пропонується конструкція саме модульного блоку комбінованого агрегату. Аналітичними дослідженнями доведена правомірність конструктивного виконання з параметрами конструкції

- ширина захвату стрільчастої лапи b = 330 мм
- діаметр диска d = 350 мм
-ширина захвату дискової батареї B = 240 мм
- кількість дисків в батареї – 5
- відстань між дисками в батареї $a = 60$ мм

3. В процесі експериментальних досліджень отримані хороші техніко-експлуатаційні показники. Машину доцільно агрегатувати з мотоблоком при використанні в системі смугового землеробства. В цілому, в процесі експериментальних досліджень підтверджена адекватність розробленої математичної моделі. Розбіжність розрахункових і отриманих експериментально показників тягового опору не перевищує 20%, що можна вважати цілком задовільним результатом. Агрегат забезпечує отримання

коефіцієнту структурності: 068 ≤ $К_С$ ≤0,75; коефіцієнту різноподрібнення структурованих агрегатів : 56 ≤К≤ 72 при твердості ґрунту в оброблюваному шарі до 2,5 МПа.

4. Розроблена нами конструкція комбінованого агрегату максимально адаптована до експлуатації в умовах органічного землеробства, тобто в умовах заниженої консолідації грунту. Слід відмітити, що запропонована нами комплектація агрегату є мінімально можливою, але це не виключає подальшого розвитку конструкції шляхом додавання інших робочих органів, наприклад, катків і борін.

5. Внесені конструктивні зміни не погіршили стану охорони праці і навколишнього середовища. Виконаними розрахунками підтверджена хороша ефективність від впровадження розробленої конструкції у виробництво. Прогнозований річний економічний ефект становить 2780 грн. при навантаженні 5 га.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1 Апроксимация фукции одной переменной : анлайн калькулятор/ електронний ресурс/ код доступу https://planetcalc.ru/5992/

2 Ветров Ю. А. Резание грунтов землеройными машинами / Ю. А. Ветров. - М. : Машиностроение, 1971. – 357 с.

3 Вознесенский В.А. Статистические методы планирования эксперимента в технико-экономических исследованиях / В.А. Вознесенский. – М.: Финансы и статистика, 1981.- 263 с.

4 Гаврильченко О.С. Обгрунтування параметрів та розробка конструкції культиваторних лап з криволінійним лезом:дис.. …канд.техн.наук :спец.05.05.11/О.С.Гаврильченко – Глеваха, 205.- 160 с.

5 Пугач А.М. Обгрунтування параметрів культиваторних лап, оснащених елементами локального зміцнення /А.М. Пугач автореф. дис... канд. техн. наук: 05.05.11 – машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва/ А.М.Пугач – ВІнниця 2010. – 20с.

6 Степанець О.І. Обгрунтування параметрів і конструкції комбінованого грунтообробного агрегату, побудованого на принципах біоніки: дипломна робота на звання магістр / Степанець Олександр Іванович – Дніпро: ДДАЕУ, 2019. – 74с.

7 Теслюк Г. Грунтообробний агрегат для роботи в системі Strip-Till / [Теслюк Г., Волик Б., Пугач А., Когут І.] - .] // Техніка і технології в АПК: науково-виробничий журнал. – Дослідницьке, УкрЦВТ. – 2015. – Вип.11(74). – С.16-19.

8 Карпенко А.Н., Халанский В.М. Сельскохозяйственные машины /Учебник для студентов высших учебных заведений по агрономическим и экономическим специальностям. 6-е изд., перераб. и доп. — М.: Агропромиздат, 1989. — 527 с.

9 Кобець А. С. Ґрунтообробні машини: теорія, конструкція, розрахунок: монографія / А. С. Кобець, Б. А. Волик, А. М. Пугач. - Дніпропетровськ:

Свідлер А.Л., 2011. - 140 с.

10 Корчак М. М. Теоретичні дослідження впливу розподільника на процес розподілу розрізаних рослинних залишків грубостеблових культур з міжрядь на рядки посіву / М. М. Корчак // Збірник наукових праць Подільського державного аграрно-технічного університету. - 2010. - Вип. 18. - С. 517-524. –
Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/ZnpPdatu_2010_18_113

11 Механико-технологические свойства стеблей сельскохозяйственных культур. Приборы и методы их изучения/Електронний ресурс ; код доступу; https://mehanik-ua.ru/lektsii-po-mtsskhm/183-tekhnologicheskie-svojstva-steble.html

12 Мансуров М. Т., Расулов А. Д. Теоретическое обоснование параметров выравнивателя-уплотнителя комбинированной машины по системе push-pull для предпосевной обработки почвы // Молодой ученый. — 2016. — №8. — С. 256-259. — URL https://moluch.ru/archive/112/27101

13 Механіко-технологічні властивості сільськогосподарських матеріалів: навчальний посібник / А. С. Кобець, Т. Д. Іщенко, Б. А. Волик, О. А. Демидов. – Дніпропетровськ: РВВ ДДАУ, 2009. – 84 с.

14 Основи наукових досліджень в агрономії: Підручник / В.О.Єщенко, П.Г.Копитко, В.П.Опришко, П.В.Костогриз; за ред.. В.О.Єщенко. – К.: Дія. – 2005. – 288 с.

15 Моделювання якості розпушення долотом / [Кобець О.М., Теслюк Г., Волик Б., Лепеть Є.] // Техніка і технології в АПК: науково-виробничий журнал. – Дослідницьке, УкрЦВТ. – 2015. – Вип.6(69). – С.31-33

16 Панченко А.Н. Теория измельчения почв почвообрабатывающими орудиями / А. Н. Панченко..- Днепропетровск: ДГАУ, 1999. – 140 с.

17 Практикум з використання машин в рослинництві / [ІльченкоВ.Ю., Кобець А С., Мельник В.П та ін]. – Дніпропетровськ : Дніпроп. держ агр. ун-т. – 2002 – 212с.

18 Пугач А.М. Польові дослідження сферичного диска на пружному

кріпленні / А.М.Пугач //Техніка і технології АПК. Науково-виробничий журнал №11(98, 2017. _ С.23-25.

19 Рослинні рештки в технології Ноу-Тілл, правила управління- Блог компанії «Агромир» /Електронний ресурс/ Код доступу : http://blog.agromir-notill.com/ua/roslinni-reshtki-v-texnologi%D1%97-nou-till-pravila-upravlinnya/

20 Цилюрик Я. Поверхневий обробіток і рослинні рештки / Електронний ресурс/код доступу: https://www.zerno-ua.com/journal/2019/may-2019-god/poverhneviy-obrobitok-i-roslinni-reshtki

21 Цытович Н.А. Механика грунтов (краткий курс): учебник для строит. вузов / Н. А. Цытович. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1983. – 288 с.

22 Штерензон В. А. Моделирование технологических процессов: конспект лекций / В. А. Штерензон. Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2010. 66 с. : електронний ресурс, код доступу: http://www.rsvpu.ru/filedirectory/3468/shterenzon.pdf

23 Шевчук В.В. Обгрунтування параметрів та режимів роботи гольчастої борони автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн.наук /В.В. Шевчук – Львів, 2015. – 24с.

ДОДАТКИ

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно – технологічний факультет
Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

Обгрунтування параметрів конструкції та дослідження культиватора для передпосівного обробітку грунту під мілконасіннєві культури

демонстраційний матеріал
до дипломної роботи освітнього ступеня «магістр»

Виконав: студент 2 курсу, групи МгМ-1-1 9
Магала Дмитро Станіславович
Керівник: к.т.н., доц. Теслюк Геннадій Володимирович

2

МЕТА І ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕНЬ

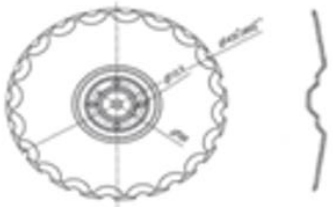
- **Мета роботи –** підвищення якості обробітку грунту шляхом адаптації робочих органів комбінованого агрегату до роботи в умовах сумісного використання
- **Задачі досліджень.** Для досягнення поставленої мети були вирішені наступні завдання :
- на основі аналізу наведених в науково-технічній літературі результатів досліджень окреслена група грунтообробних робочих органів для роботи у складі комбінованого агрегату,
- проаналізовані невирішені проблеми та визначений напрямок аналітичних і експериментальних досліджень;
- виконані експериментальні дослідження на підтвердження адекватності висунутих робочих гіпотез і розроблених аналітичних моделей;
- проведені техніко-економічні розрахунки на підтвердження ефективності виконаних досліджень;

3

ОГЛЯД КОНСТРУКЦІЙ КОМБІНОВАНИХ АГРЕГАТІВ

Багатофункціональний дисково-лаповий культиватор TopDown 300-900

Агрегат грунтообробний комбінований АКГ-3

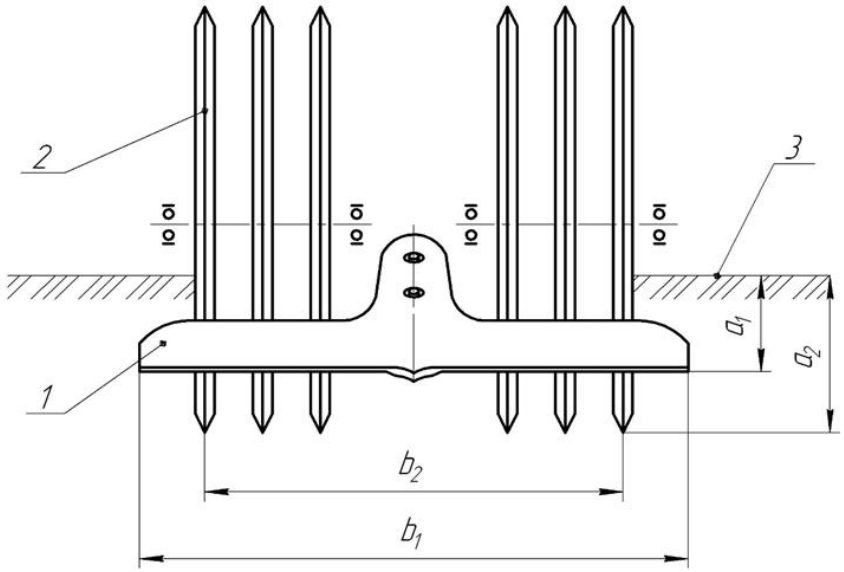


Комбінований агрегат смугового землеробства АСОГ-8

Фігурний диск культиватора TopDown 300-900

4

ОБГРУНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ КОМБІНОВАНОГО АГРЕГАТУ

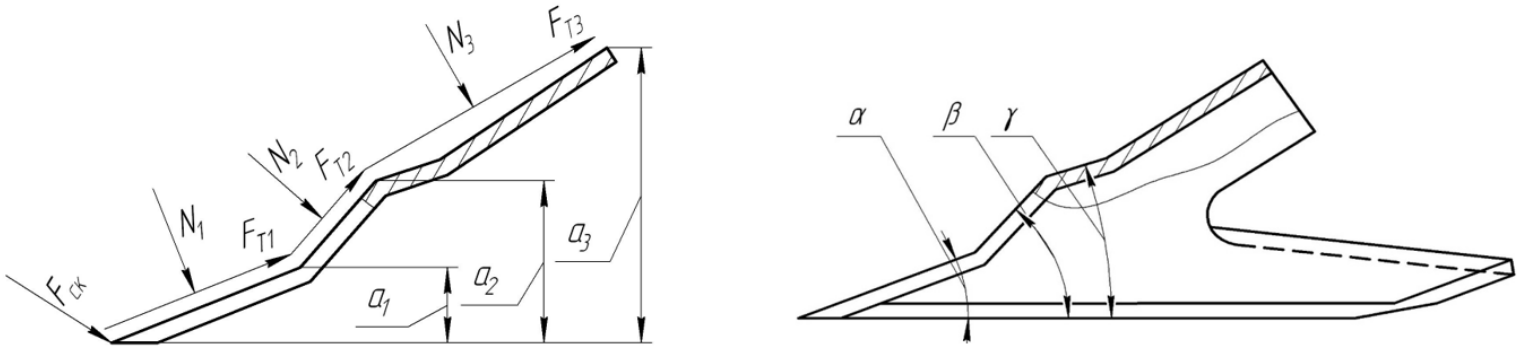


Розрахункова схема комбінованого робочого органу

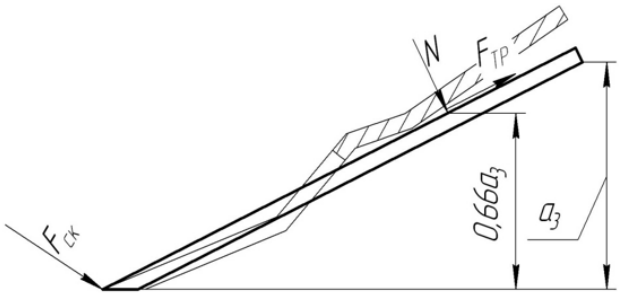
Загальний вид розробленої конструкції

5

ОБГРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ СТРІЛЬЧАСТОЇ ЛАПИ



Конструктивнна схема прототипу



Принцип формування розробленої конструкції

6 ДОСЛІДНІ КОНСТРУКЦІЇ СТРІЛЬЧАСТИХ ЛАП

Кут підйому груді $\alpha = 5^{O}$

Кут розкриття крил $\gamma = 60^{O}$

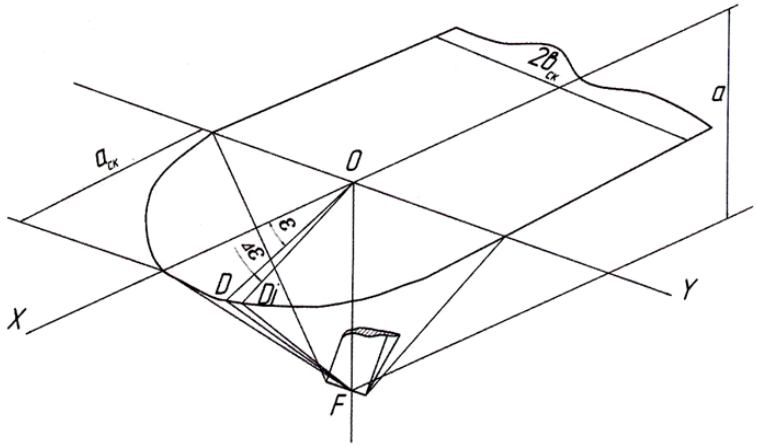
Ширина захвату B = 170 мм

Кут підйому груді $\alpha = 5^{O}$

Кут розкриття крил $\gamma = 75^{O}$

Ширина захвату B = 330 мм

7 АНАЛІТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ВЗАЄМОДІЇ З ГРУНТОМ



Розрахункова схема до визначення сили сколу призми ріжучою кромкою носка стрільчастої лапи

сила сколу:

$$P_{СК} = a^2 \cdot C_{ПИТ} \cdot \int_0^{0,5\pi} \sqrt{[tg(\alpha+\varphi)\cdot cos\varepsilon]^2+[tg\varphi\cdot sin\varepsilon]^2}\cdot \sqrt{[tg(\alpha+\varphi)\cdot cos\varepsilon]^2+[tg\varphi\cdot sin\varepsilon]^2+1}\ d\varepsilon \quad ,$$

де а – глибина занурення у грунт; α – кут нахилу дотичної до профілю долота в в місці перетину з лезом; φ – кут внутрішнього тертя грунту; ε – змінна інтегрування.

8 РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

(Показники агрофону дослідної ділянки)

Механічні властивості грунту: питоме зчеплення часток ($С_{ПИТ}$) і межа несучої спроможності (К′)

№, контрольної ділянки	Кількість ударів ДорНДІ (С)	Середнє С	$С_{ПИТ}$, кН/м^2	К′, кН/м^2
1	24	25,9	6,1	1420
	27			
	23			
2	28			
	28			
	25			
3	25			
	26			
	27			

Питома кількість рослин на ділянці

	Питома кількість рослин, г/см^2									
№ контрольної ділянки	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Середнє
	11	13	10	9	14	12	11	8	10	10,9

Кут внутрішнього тертя у консолідованому стані, град – 56;

Кут зовнішнього тертя по сталі в консолідованому стані, град - 52

9

РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Робочій момент досліджень

Якості кришення і розпушення

Стрільчаста лапа В = 170 мм

Типовий вид борозни після проходу агрегату

Подрібнення кореневої системи попередника $К_П$ = 75%

Стрільчаста лапа В = 330 мм

Робоча швидкість V = 3 – 5 км/год

Глибина робочого ходу стрільчастої лапи а = 80 мм

10

Економічна ефективність роботи

№	ПОКАЗНИКИ	Варіант	
		Базовий	Проект
1	Вид роботи	Поверхневий обробіток грунту	
2	Об”єм роботи,га	5	5
3	Склад агрегата: Мотоблок Машина	 БМ-12 Робочий орган	 БМ-12 Робочий орган М
4	Продуктивність, га/год	0,1	0,15
5	Кількість нормо-годин у обсязі робіт	50,0	33,33
6	Кількість обслуговуючого персоналу	1	1
7	Витрати праці, люд.·год/га	50,0	33,33
8	Тарифний розряд роботи	V	V
9	Тарифна ставка, грн/год	59,5	59,5
10	Норма витрати пального, кГ/га	8,25	7,10
11	Балансова вартість, грн: – мотоблока – машини	 19300 1100	 19300 1200
12	Комплексна ціна ПММ, грн/кГ	28	28
13	Експлуатаційні витрати, грн/га у тому числі: а. Основна і додаткова заробітна плата б.Амортизаційні відрахування в. Витрати на ПММ г.Витрати на ТО, ТР, зберігання	2622,42 1570,8 21,9 231 798,72	2063,42 1047,20 14,78 198,8 802,64
14	Капітальні вкладення, грн/га	4160	4180
15	Приведені затрати, грн/га На весь обсяг роботи, грн	3246,42 16232,1	2690,42 13452,1
16	Річний економічний ефект, грн	-	2780
17	Строк окупності, років	-	0,1