

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра: Тракторів і сільськогосподарських машин

Пояснювальна записка
до дипломної роботи
освітнього ступеня «Магістр»
на тему

**Обґрунтування конструктивних параметрів і режимів роботи катка-
подрібнювача для роботи в умовах органічного землеробства**

Виконав : студент 2 курсу групи МГМ 1-18

За спеціальністю 208 «Агроінженерія»

_____ Третьяк Ілля Леонідович

Керівник _____ Волик Борис Анатолійович

Рецензент _____

Дніпро 2020

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Інженерно-технологічний факультет

Кафедра: Тракторів і сільськогосподарських машин

Освітній ступінь: "Магістр"

Спеціальність: 208 "Агроінженерія"

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач 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
Третяку Іллі Леонідовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема роботи: **Обґрунтування конструктивних параметрів і режимів роботи катка-подрібнювача для роботи в умовах органічного землеробства**

1. Керівник роботи: Волик Борис Анатолійович к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затвержені наказом вищого навчального закладу від «03» жовтня 2020 року

№ 2556

2. Строк подання студентом роботи: 03.12.2020 р.

3. Вихідні дані до роботи:

3.1. Агротехнічні вимоги до обробітку ґрунту.

3.2. Зменшення тягового опору і покращення на 10-15% якості кришення поверхневого шару ґрунту і подрібнення рослинних решток

3.3. Термін окупності вдосконаленої машини не більше 5 років.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити: 1. Огляд конструкцій робочих органів. 2. Обґрунтування конструктивних параметрів робочого органа. Теоретичні дослідження процесу взаємодії з ґрунтом модернізованого робочого органа. 3. Методика і результати експериментальних досліджень. 4. Охорона праці та захист

в надзвичайних ситуаціях. 5. Техніко-економічна ефективність впровадження вдосконаленого полицевого робочого органу. Загальні висновки та пропозиції

5. Перелік демонстраційного матеріалу:

1. Тема, мета та задачі роботи. 2 Аналіз існуючих конструкцій. 3 Конструктивна схема модернізованого робочого органу. 4. Елементи математичної моделі. 4 Програма та методика досліджень. 5. Загальний вид модернізованого плуга 6 Результати експериментальних досліджень та їх аналіз. 7. Охорона праці. 8. Техніко-економічні показники впровадження. 9. Загальні висновки та пропозиції.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	завдання прийняв
1	Волик Б.А., доцент		
2	Волик Б.А. , доцент		
3	Волик Б.А. , доцент		
4			
5			
нормоконтроль	Лепеть Є.І., асистент		

7. Дата видачі завдання: 11.10.2019 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного Проекту	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітичний (оглядовий)		
2	Теоретичний		
3	Експериментальний		
4	Охорона праці		
5	Економічний		
6	Демонстраційна частина		

Студент (підпис) _____ **Третяк І.Л.**
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи (підпис) _____ **Волик Б.А.**
(прізвище)

АНОТАЦІЯ

Третьяк І.Л. Обґрунтування конструктивних параметрів і режимів роботи катка-подрібнювача для роботи в умовах органічного землеробства/І.Л.Третьяк – Дипломна робота ступеня магістр за спеціальністю №208 «Агроінженерія. – ДДАЕУ, Дніпро,- 2018 – 70 с.

В роботі наведені результати аналітичних і експериментальних досліджень спрямованих на раціоналізацію конструктивних і кінематичних параметрів реберчасто-планчатого катка з метою його адаптації до роботи в якості подрібнювача рослинних решток .

Проведеними польовими дослідженнями підтверджена адекватність розробленої математичної моделі і раціональність обраних конструктивних рішень

Прогнозований економічний ефект від впровадження конструкції у виробництво становить 3391 грн в розрахунку на навантаження 200 га.

Ключові слова : каток реберчасто- планчатий, подрібнення рослинних решток, консолідація ґрунту, органічне землеробство

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 СТАН ПРОБЛЕМИ. ОГЛЯД КОНСТРУКЦІЙ І ДОСЛІДЖЕНЬ	10
1.1. Використання рослинних решток і сидератів в якості органічного добрива	10
1.1.1 Характеристика рослинних решток основних сільськогосподарських культур	10
1.1.2. Характеристика найбільш поширених сидератів	10
1.1.3. Способи використання рослинних решток	12
1.2. Огляд конструкцій катків	13
1.2.1. Класифікація катків. Основні принципи формування конструкції	13
1.2.2. Огляд типових конструкцій	14
1.2.3. Розробки кафедри ТСГМ ДДАЕУ	18
1.2.4. Останні інноваційні конструкції	20
1.3. Огляд аналітичних досліджень	23
Висновки	24
2. ОБГРУНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ. АНАЛІТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ	29
2.1. Обґрунтування конструктивних параметрів планки	29
2.2. Обґрунтування раціонального співвідношення діаметру барабана і діаметру описаного кола леза планок	32
2.3. Аналітична модель взаємодії з оброблюваним середовищем	34
2.3.1. Взаємодія ножа катка з окремо стоячим стеблом грубостеблової культури	34
2.3.2. Кінематика ножа. Зона розпушення ґрунту	35
2.3.3. Взаємодія ножа катка з укладеними на ґрунт рослинними рештками.	37
Висновки	38
3. ПРОГРАМА І МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	41
3.1. Агротехнічні вимоги	41
3.2. Програма експериментальних досліджень	42

3.3.	Приватні методики проведення досліджень	42
3.3.1.	Стандартні методики досліджень	42
3.3.2.	Методики відпрацьовані в ДДАЕУ	44
3.4.	Експлуатаційні показники	47
	Висновки	48
4.	РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	50
4.1.	Конструкція дослідного катка-подрібнювача	50
4.2.	Результати експериментальних досліджень	50
4.2.1.	Загальні результати досліджень по всім агрофонам	50
4.2.2.	Якісні показники виконання технологічного процесу по агрофонам основної конструкції катка	51
4.2.3.	Полеві дослідження облегшеного варіанту катка	56
5	Охорона праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях	59
5.1	Дослідження стану охорони праці в фермерському господарстві «Ірій» Новомосковського району Дніпропетровської області	59
5.2	Аналіз виробничого травматизму в господарстві	62
5.3	Розробка проекту інструкції з охорони праці при роботі з роздробленим агрегатом	63
5.4	Рекомендації щодо забезпечення безпеки та поєднання умов праці в господарстві	66
5.5	Дії в надзвичайних ситуаціях	67
	Висновки	68
6	ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ	69
6.1	Експлуатаційні витрати	70
6.1.1	Основна і додаткова заробітна плата	70
6.1.2	Амортизаційні відрахування	70
6.1.3	Витрати ПММ	71
6.1.4	Витрати на ТО, ПР і зберігання	71
6.2	Капітальні вкладення	52
6.3	Приведені витрати і річний економічний ефект	72
	Висновки	74

ВСТУП

Актуальність теми. Органічне землеробство передбачає максимальне використання в технологічному процесі рослинних залишків культури-попередника і сидератів. В обох випадках необхідне подрібнення зеленої маси, що знаходиться на поверхні плантації. Реберчато-планчастий каток-подрібнювач на даному етапі є найбільш ефективним засобом для виконання даної операції.

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 : «Обґрунтування параметрів ґрунтообробних машин методами моделювання технологічного процесу»,

№ 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 : Рациональне природокористування

Назва пріоритетного тематичного напрямку 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 – Покращення якісних показників обробітку ґрунту в умовах органічного землеробства шляхом адаптації реберчато-планчатого катка до умов експлуатації

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

Виконаний аналіз сучасних технологій і технічних засобів подрібнення рослинних решток і окреслені невирішені проблеми

обґрунтований прототип розроблюваної конструкції;

Обґрунтована компоновочна схема знаряддя;

Розроблена математична модель взаємодії робочого органа з ґрунтовим середовищем.

Виконані експериментальні дослідження на підтвердження адекватності розробленої математичної моделі;

Виконані техніко-економічні розрахунки ефективності досліджень.

Об'єкт дослідження – технологічний процес подрібнення рослинних решток реберчасто-планчастим катком .

Предмет дослідження – Залежність показників подрібнення рослинних решток і поверхневого обробітку ґрунту від конструктивних параметрів знаряддя.

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

Наукова новизна отриманих результатів.

Розроблена аналітична модель подрібнення рослинних решток і обґрунтована методика оцінки якості підготовки шару мульчі

Практичне значення отриманих результатів.

Використання розробленої конструкції дозволяє зменшити тяговий опір знаряддя і покращити якісні показники поверхневого обробітку ґрунту

Апробація результатів досліджень.

Основні положення і матеріали роботи доповідались на :

на II Міжнародній науково-практичній конференції «Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі, ТДАТУ ім Дмитра Моторного : Мелітополь: 2.11 2020 – 27.11. 2020.м.Мелітополь\URL:

<http://www.tsatu.edu.ua/tstt/c>

Публікації. За матеріалами роботи опублікована 1 стаття

Структура і обсяг роботи Роботу викладено на 88 листах з яких 78 основного тексту. Робота складається з вступу, 6 розділів, загальних висновків, списку використаних джерел з 23 назв, містить 34 рисунки, 3 таблиць, додатків на 17 листах.

1. СТАН ПРОБЛЕМИ, ОГЛЯД КОНСТРУКЦІЙ І ДОСЛІДЖЕНЬ

Каток подрібнювач – машина, яка призначена для поверхневого обробітку стерні і інших рослинних решток задля полегшення наступних обробіток ґрунту чи сівби за нульовими технологіями. Агрегат подрібнює рослинні рештки, частково обробляє верхній шар ґрунту, розрізає стебла, плющить їх та залишає на поверхні поля в тісному контакті рослин з ґрунтом, що прискорює діяльність мікроорганізмів у поверхневому шарі ґрунту.)

Розрізування та подрібнення стебел є надійним засобом механічної боротьби з шкідниками та хворобами, зокрема обробіток кукурудзи катком подрібнювачем знищує кукурудзяного метелика – найшкодочиннішого шкідника кукурудзи. Вирівнювання та рівномірний розподіл решток по поверхні поля. Локалізація осередків водної, вітрової та повітряної ерозії ґрунту. Сприяння накопичуванню ґрунтової вологи. Заробка органічних та мінеральних добрив, прискорення процесу розкладання рослинних решток та/чи сидератів. Провокування проростання бур'янів, що сприяє їх наступному вимерзанню.

1.1. Використання рослинних решток і сидератів в якості органічного добрива

1.1.1. Рослинні рештки основних сільськогосподарських культур

За урожайності зерна пшениці 4 т у полі залишається 4,5–5 т соломи. В ній міститься 20 кг азоту, 10 кг фосфору, 140 кг калію і кальцію, по 8–10 кг сірки та понад 400 г мікроелементів. Така кількість елементів живлення міститься: в 660 кг нітроаммофоски, в 100 кг хлористого калію, в 30 кг аміачної селітри, в 60 кг сульфату магнію та 6–8 кг висококонцентрованих мікродобрив.

1.1.2. Характеристика найбільш поширених сидератів

Кожен сидерат має унікальні властивості. Один добре розпушує ґрунт довгими корінням. Інший захищає від хвороб і насичує ґрунт величезною кількістю

азоту. Найчастіше плюсів і мінусів у сидерата рівну кількість, але знаходяться і більш універсальні культури з співвідношенням 4

Кращого сидерата, який буде ефективний на будь-якому ґрунті, в будь-який сезон і підійде до кожної культури не існує. Доведеться чимось жертвувати і вибирати один з наступних видів:

бобові

До бобових сидеральних культур відносяться: горох, сочевиця, люцерна, квасоля, люпин, конюшина, соя, віка, нут і конюшина. Головна перевага бобових - здатність генерувати в ґрунті велику кількість азоту. Велика частина актуальних для вирощування овочевих культур вкрай чутлива саме до цієї речовини, через що бобові сидерати особливо популярні.

Злакові

До злакових сидератів відносять: пшеницю, ячмінь, овес, жито і сорго. Їх відмінна риса - зміст великої кількості поживних білків, запас калію, часткова незалежність від типу ґрунту.

хрестоцвітні

До крестоцвітним сидератів відносяться: ярий ріпак, біла і сиза гірчиця, суріпиця і редька. Цей тип культур - досконале органічне добриво, яке дає фору будь-якому гною. У них потужна коренева система і їм плювати на температуру за бортом. Прекрасно справляються зі шкідниками і навіть мають фітосанітарні властивості.

гречані

Всього один представник - гречка. З плюсів: стрімке зростання, здатність до глибокого розпушування ґрунту і зниження її кислотність.

гідрофіли

Один представник - фацелія. Унікальна культура надає ґрунті великої кількості зеленої маси. Поліпшує структуру ґрунту, Не боїться холоду, легко уживається на будь-якому ґрунті і виживає при малій кількості світла.

складноцвіті

Представники: соняшник і календула. З соняшником за потужністю і глибиною коренів позмагається хіба що люпин (легко досягає двох метрів). З переваг: незрівнянна зелена маса і байдужість до типу ґрунту.

амарантові

Також один представник - амарант. Його суперздатність - стимулювати життєдіяльність корисних мікроорганізмів і поставляти азот, витримувати холод і не боятися хвороб і шкідників.

1.1.3.Способи використання рослинних решток

Традиційний спосіб - заорювання решток Процес їх розкладання розтягується на 2,5–3 роки, при цьому мікроорганізми мобілізують із гумусу мінеральний азот по 10 кг д.р. на 1 т соломи, зумовлюючи дефіцит і азотне голодування для наступних культур. При внесенні аналогічної кількості мінерального азоту процес розкладання дещо пришвидшується і баланс азоту під наступну культуру не змінюється. При заорюванні соломи, не розкиданої рівномірно по полю, на місцях валків з'являється висока концентрація мікроорганізмів, грибів, які для розкладання целюлози виділяють велику кількість ферментів із вмістом шкідливих для рослин фенольних речовин. При заорюванні буде розмножуватись весь аборигенний консорціум біоти – як корисних бактерій та грибів, так і шкідливих, що приводить до збільшення патогенного навантаження на ґрунт та поширення хвороб рослин тощо. Трансформація заораної соломи пришвидшує процес нітрифікації, але зменшує утворення гумусових складових. Нарешті, при розкладанні приораної соломи вуглець, що міститься в рештках, трансформується в метан, а не у вуглекислий газ, який життєво необхідний для ґрунтових мікроорганізмів. Позитив – створення природних умов для життєдіяльності мікроорганізмів: оптимальної температури ґрунту та наявності вологи.

Подрібнення і перемішування з ґрунтом. Позитив – рівномірне розміщення рослинних решток у верхньому шарі ґрунту. Більш сприятливі умови для аеробних мікроорганізмів, покращання водопроникнення та збереження ґрунтової вологи. Недоліки: високі температури уповільнюють життєдіяльність облігатних бактерій, що працюють в оптимальному діапазоні температур +18...28°C та вологості 40–60% вологоємності ґрунту.

Подрібнення і рівномірне розкидання по поверхні без перемішування з ґрунтом

Цей спосіб застосовується в системах No-till та Strip-till. Захищає ґрунт від надмірного перегріву, покращує водопроникнення та утримання вологи ґрунтом, захищає його від вітрової ерозії та стоку води після опадів. Активізується життєдіяльність аборигенних мікрорганізмів у місцях контакту поверхні решток і ґрунту. Недоліки: підвищення активності патогенів і шкідників, закріплення елементів живлення у верхньому шарі ґрунту, повільне розкладання решток і незначне зменшення урожайності в перші роки застосування цього способу.

1.2. Огляд конструкцій катків

1.2.1.Класифікація катків. Основні принципи формування конструкції

На даний момент використовують два основних види катків : гладкі і реберчасті. Історично, гладкі катки з'явилися першими і їх використовували для подрібнення великих грудок, що утворювались після оранки ущільнення і вирівнювання поверхневого шару.

Реберчасто-планчаті катки можна умовно поділити на легкі і важкі. Легкі використовують для проведення до і післяпосівного прикочування ґрунту при вирощуванні озимого ріпаку, люцерни і зернових культур. Для передпосівної підготовки ґрунту до сівби польових культур (особливо дрібнонасінневих) Часто катками комплектують ґрунтообробні машини де їх встановлюють по сліду основних робочих органів. Конструктивно всі катки виконані за єдиною схемою (рис.1.1) : барабан круглої форми, по периметру якого встановлені

планки (ребра). Ребра можуть бути круглої, прямокутної і хвилястої форми. Прямокутні пластини бувають прямі, з вирізами і зубчасті.

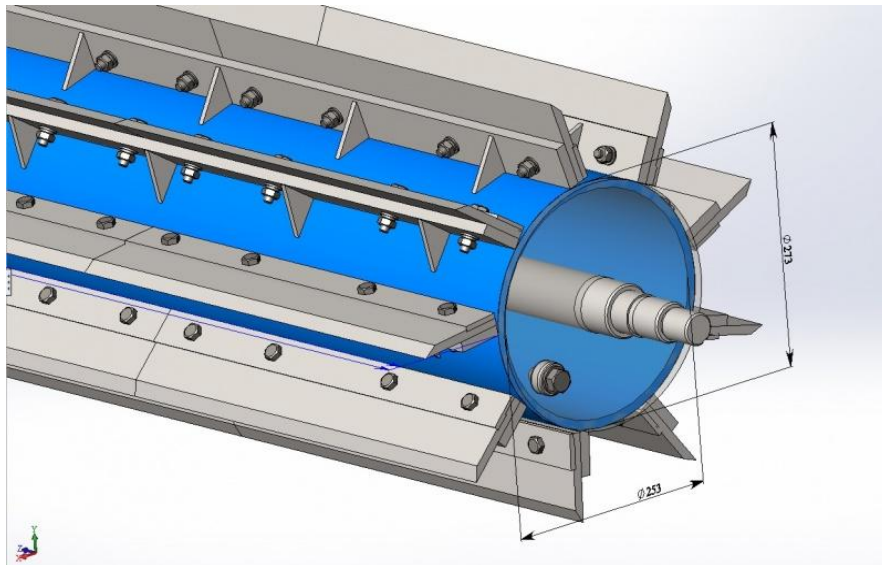


Рисунок 1.1 Типова конструкція реберчасто-планчатого катка
Особливість такої конструктивної схеми полягає в можливості використовувати барабан з різними модифікаціями планок.

1.2.2 Огляд типових конструкцій

Найпростіший варіант виконання : замість цільного барабана конструктивно використовують вал з закріпленими 8-гранними опорами. Прямолінійні планки кріплять до цих опор (рис.1.2)



Рисунок 1.2 – Найбільш поширена конструкція реберчасто-планчатого катка.

Каток даної конструкції конструктивно є найпростішим, має мінімально припустимі габарити і його часто використовують як комплектуючий елемент комбінованих ґрунтообробних агрегатів.

Друга конструкція (рис.2.2) має планки спіральної форми, що дозволяє виконувати зсув ґрунту. Така конструкція більш якісно формує поверхневий шар мульчі. Кінематика процесу нагадує роботу шнекового транспортеру.

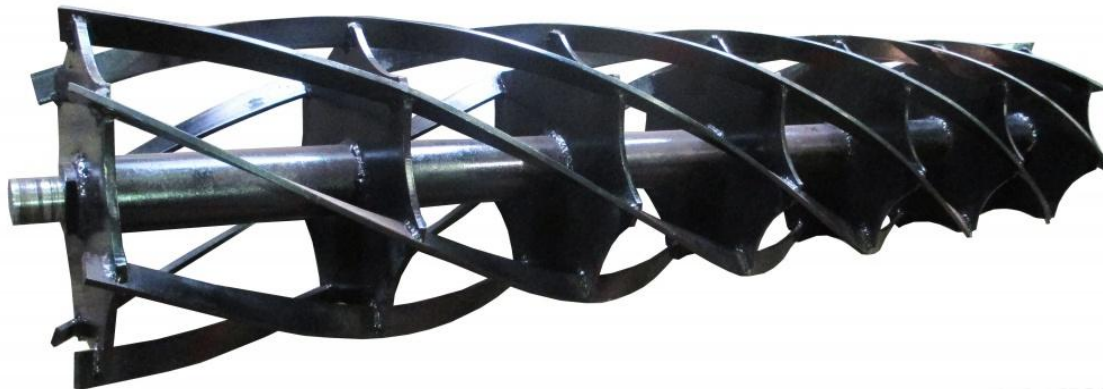


Рисунок 1.3 – Каток з планками спіралевидного типу

Складність виготовлення обох конструкцій полягає в тому що планки повинні бути виготовлені зі сталі типу 65Г. Ця сталь потребує особливого режиму зварювання, але все виправдовує ефект від використання агрегату.

При наявності на поверхні плантації рослинних решток грубостеблових культур використовують важкі катки рублячої дії, наприклад, Каток рублячий КПР-6 «Отаман» (рис.1.4.)

Барабан складаються з рифлених дисків. Диски литі, що спрощує їх виготовлення. Торцець дисків має Т- або Г – подібну форму. В процесі перекочування вони буквально переминають рослинні рештки до рівня мульчі. Для нормальної роботи потрібна швидкість 12-15 км/год, що враховуючі велику вагу (білше за 1200 кг) робить процес достатньо енергоємним. Ще один недолік – в процесі переминання стебла рослин виділяють вологу. Суміш ґрунту і таких решток має підвищену липучість. В результаті робочий орган стає менш ефективним.



Рисунок 1.4 - Каток рублячий КПР-6 «Отаман»

За рахунок щільного пакетного встановлення дисків їх окружна поверхня може розглядатись як поверхня суцільного ребристого диска, що спрощує створення аналітичної моделі взаємодії з ґрунтовим середовищем.

Каток даного конструктивного виконання використовують практично виключно, як окремий агрегат, бо його велика маса робить комбінований агрегат слабо керованим.

Наступну конструкцію (рис.1.5) можна розглядати як легкий каток сформований за принципом пакетного встановлення дисків



Рисунок 1.5 – Секція катка плоских рифлених дисків

В основу конструкції закладені плоскі диски. Диски закріплені на єдиному валу і виконують груповий обертальний рух. Диски можуть бути як суцільні, так і вирізні. Конструкція відносно легка (600-700кг), заглиблюється пагано, тому для роботи потребує великої швидкості ($V \geq 20-22$ км/год) і може працювати лише з вкладеними на ґрунт стеблами, або по стерні зернових культур. Перевага полягає в тому, що диски завдяки обертанню виконують різання з ковзанням, тому процес менш енергоємний.

Існує окрема група, так званих, спіралевидних катків. Каток являє собою навиту спіраль з труби діаметром 25 – 400 мм. Діаметр навивки спіралі 500-600 мм. Такий каток не може самостійно виконувати подрібнення і його використовують для формуванні рівномірного шару мульчі у складі з подрібнювачем, наприклад, турбодисковим культиватором (рис.1.6). Такий каток додатково використовують в якості опори всієї машини.

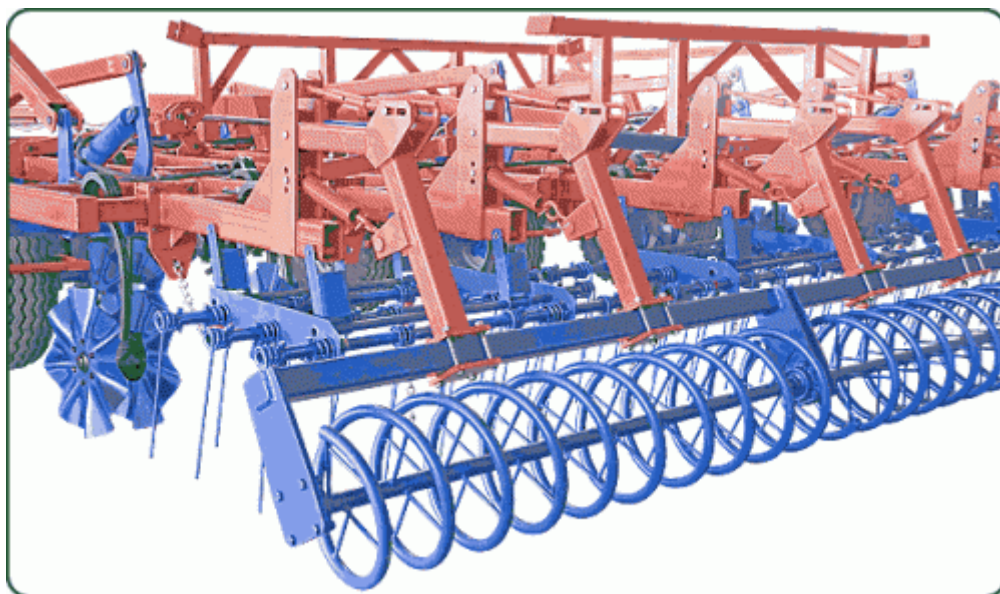


Рисунок 1.6 - Спіральний каток в складі комбінованого турбодискового агрегату

Трапляються випадки, коли сівалка, особливо це стосується мілконасінневих культур, вимагає більш ретельного подрібнення рослинних решток. Висока якість подрібнення досягається шляхом використання тандему катків з різними

діаметрами барабанів і відстанню між планками. Прикладом такого використання може служити секція реберчасто-планчатих катків ґрунтообробного агрегату серії АГК (рис.1.7).

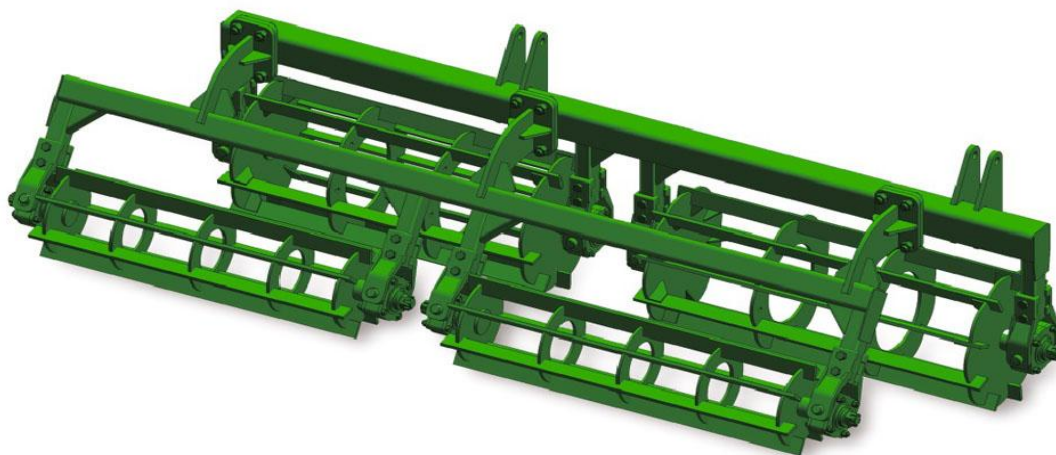


Рисунок 1.7 – Секція реберчасто-планчатих катків ґрунтообробного агрегату серії АГК

На завершення слід відмітити, що в основі всіх наведених вище конструкцій лежить звичайний плоский водоналивний каток (рис.1.8)



Рисунок 1.8 – Каток водоналивний гладкий КГВН-1,6

1.2.3. Розробки кафедри ТСГМ ДДАЕУ

Комбінований модульний подрібнювач барабанного типу

Існує проблема подрібнення рослинних решток в умовах смугового землеробства. Діло в тому, що після збирання культури-попередника смуга, що планується до обробітку з обох боків обмежена кореневою системою цього попередника. Її треба подрібнити і заорати. З цією метою кафедрою тракторів і сільськогосподарських машин був розроблений модульний ґрунтообробний агрегат[15] і складі стрільчастої лапи, яка підрізає коренево систему і дискової батареї, що її подрібнює (рис.1.9). Особливість конструкції полягає в тому, що в ній використана лапа підвищеної підрізаючої спроможності і додатково ретельно відпрацьована компоновочна схема. Агрегат носить блочну конструкцію, що дозволяє його використовувати як в складі широкозахватної машини, так і в агрегуванні з мотоблоком.

Каток-подрібнювач вібраційної дії.

Кафедрою були виконані дослідження з встановлення барабану катка на ексцентриковому валу (рис.[6]).



Рисунок 1.10 – Загальний вид барабану на ексцентриковій опорі. [6]

В процесі перекочування катка по поверхні ґрунту, планки виконували вібраційний рух з амплітудою 10 мм, що відбилося на підвищенні ефективності подріблення рослинних решток грубостеблових культур у стоячому стані. Польові випробування показали переваги такого конструктивного рішення. Але вібрація катка доволі великої маси передавалася на раму машини і відчувалась у кабіні трактора. Вихід з такої ситуації тільки один – підвищення маси машини в цілому.

1.2.4. Останні інноваційні конструкції

Типові конструкції катків-подрібнювачів не можна віднести до занадто складних і вони в основному задовольняють вимогам сучасного аграрного виробництва. Але, технології вирощування культур і машини для їх забезпечення постійно удосконалюються. Стосується це і катків-подрібнювачів. Діло в тому, що сучасні сівалки вже не задовольняє якість подрібнення рослинних решток і підготовки шару мульчі. Тому провідні виробники ґрунтообробної техніки постійно її удосконалюють. Стосовно катка-подрібнювача на сучасному етапі найбільш реально об'єктом раціоналізації конструкції може бути тільки ніж (планка) барабану. Розглянемо окремі найбільш знакові інноваційні рішення.

Найпростіше рішення – це суцільну планку поділили на ряд ножів і встановили їх у шахматному порядку, рис.1.11. Це розосередило навантаження на барабан і зробило обробіток посмуговим. Реально таке конструктивне рішення покращило рівномірність обробітку ґрунту за шириною захвату.



Рисунок 1.11 - Каток подрібнювач водоналивний шахматний КПШ-6

Інше технічне рішення відрізняється тим, що планки мають шевронний профіль (р.с.1.12). Як показали результати рядової експлуатації, такий профіль якісніше формує шар мульчі, а саме, робить його більш однорідним за



Рисунок 1.12 – барабан катка, оснащений планками шевронного профілю.

Але, недолік конструкції полягає в тому, що планки суцільні і повністю перекривають ширину захвату барабану. Каток-подрібнювач КМ-6 «Степ» поєднує в собі переваги наведених конструкцій. Вже не планки, а барабан розбитий на чотири окремих барабани, які встановлені у шахматному порядку. Планки мають шевронний профіль. Це поєднує переваги обох конструкцій



Рисунок 1.13 – Каток-подрібнювач КМ-6 «Степ»

Всі вище наведені конструкції не адаптовані до крушення грудки, тому для цієї операції розроблений спеціальний каток-грудкоподрібнювач з зубчатыми планками шевронного профілю (рис.1.14)



Рисунок 1.14 – Каток грудкоподрібнювач з зубчатыми планками шевронного профілю

Використовувати таку машину як окремий агрегат не доцільно, тому її використовують в складі комбінованих ґрунтообробних агрегатів.

1.3.Огляд аналітичних досліджень

Оглядом літературних джерел відмічено ряд досліджень по обґрунтуванню конструктивних параметрів барабану і елементи математичної його взаємодії з ґрунтовим середовищем [4,5]. На рис.1.11 представлена розрахункова схема до силового аналізу впливу барабану катка на ґрунт і на рис.1.16 схема до визначення мінімального радіусу барабану з точки зору перекочування через великі грудки.

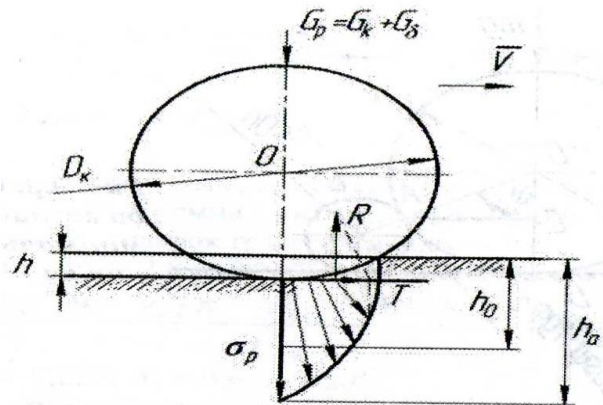


Рисунок 1.15 - Розрахункова схема до силового аналізу впливу барабану катка на ґрунт [5]

Як показали розрахунки рівномірна щільність під дією катка досягається на глибині

$$H_0 = 0,014 \tau \frac{\Delta}{\Delta_{кр}} \overline{q \tau D}, \quad (1.1)$$

де D – діаметр барабану;

q – питомий тиск на ґрунт

Δ – питома вологість ґрунту;

$\Delta_{кр}$ - критична вагова вологість [5].

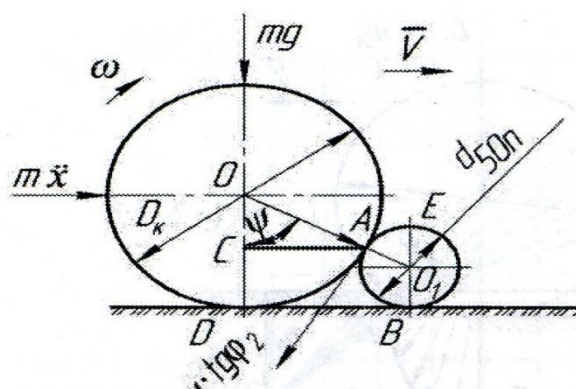


Рисунок 1.16 – Розрахункова схема до визначення мінімального радіусу барабану з точки зору перекочування через великі грудки [5].

З розрахункової схеми раціональна швидкість катка за умови перекочування через грудки з середнім приведеним діаметром d [5]:

$$V \geq \frac{g \cdot (\sin \psi + \cos \psi \cdot t g \varphi) \cdot d}{D - d} t_1 + C, \quad (1.2)$$

де φ – кут внутрішнього тертя ґрунту у консолідованому стані

t_1 - час від початку руху;

при $t_1 = 0$; $c = 0$.

Стосовно планок катка (ножів) принципним є висновок Л.Ф.Бабицького [2], що траєкторією руху ножа, при якій в шарі ґрунту буде формуватись раціональна структура є така, при якій буде формуруватись мікровибух, тобто напрямок дії леза на кінцевому етапі підкопування повинен бути спрямований до денної поверхні.

Ніж катка можна представити як конструкцію, що складається з нескінченної кількості нескінченно тонких голок. Дослідивши реакцію ґрунту на одну таку голку, шляхом інтегрування можна отримати реакцію на всю робочу поверхню. Таку нескінченно тонку конструкцію можна представити як диск, по периметру якого закріплені голки. Л.Ф. Бабицьким [2] було доведено, що для забезпечення мінімальних енерговитрат необхідно застосовувати диски з криволінійними голками і при цьому дотична до її профілю в точці входження в ґрунт А

(рис. 1.17.) повинна співпадати з напрямком поступового руху знаряддя [2].

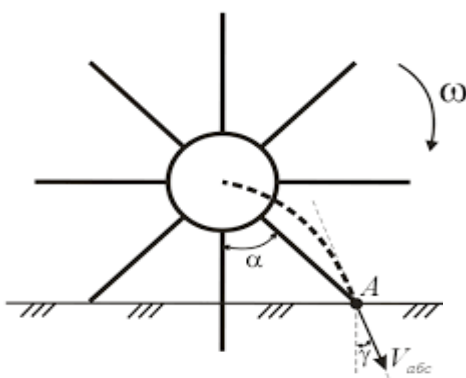


Рисунок 1.17 – Кінематична схема руху голки диска [2]

Аналітичними дослідженнями, виконаними за наведеною схемою аргументована наступна конструкція голки (рис.1.18). Траєкторія руху кінцевика голки виконує лопатовидний рух. Чим забезпечує вертикальний обробіток ґрунту. За аналогічною схемою можна розглядати і нож рубля чого катка.

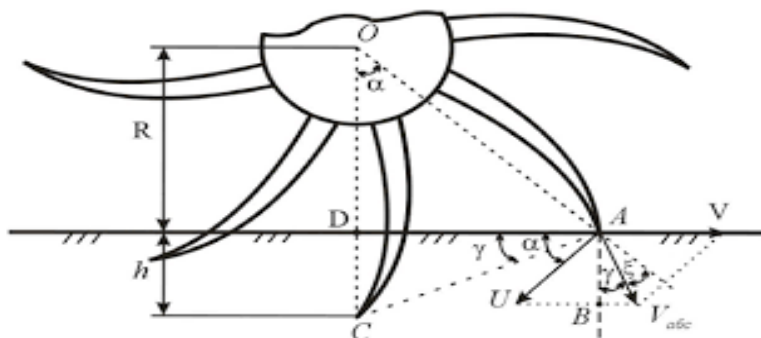


Рисунок 1.18– Загальний вид голки, запропонованої Л.Ф.Бабицьким [2]

Одним з найважливіших конструктивних параметрів є кількість ножів на барабані. В роботі [6] запропонована методика визначення їх кількості. За основу прийнята розрахункова схема (рис.1.19)

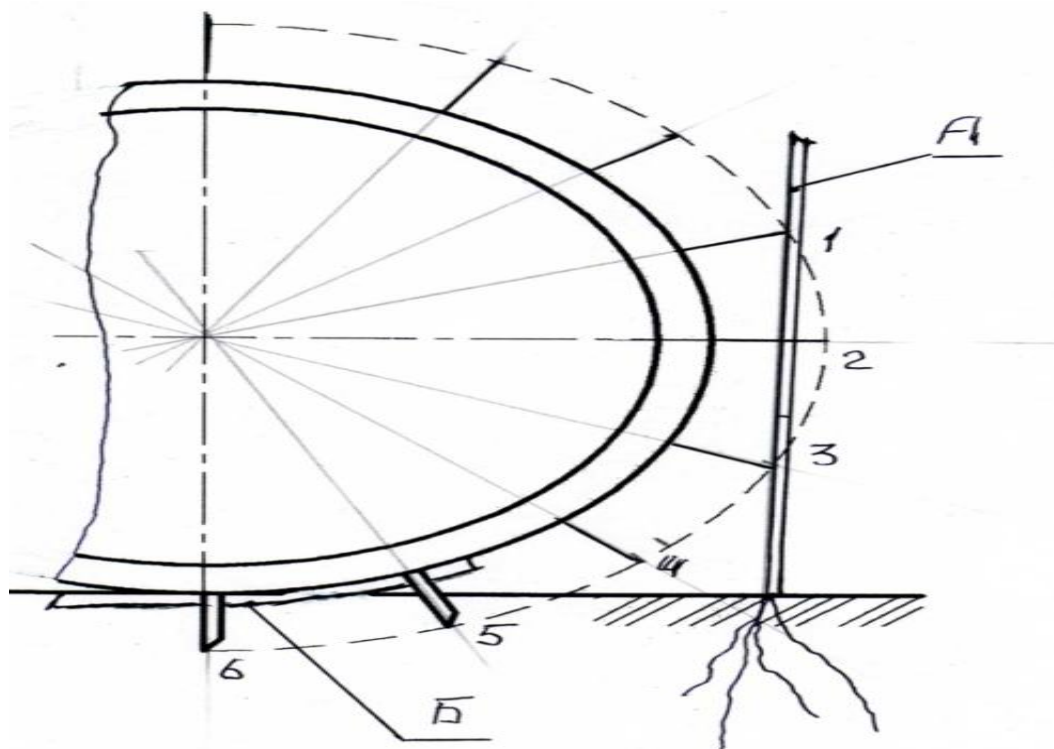


Рисунок 1.19 – Розрахункова схема до визначення кількості планок (ножів) на барабані [6]

Послідовність аналітичних досліджень наступна.

Один повний оберт ніж виконає за час

$$T = \frac{2 \cdot \pi \cdot R}{V} \quad (1.3)$$

Час між послідовними положеннями ножа

$$t = \frac{T}{n} = \frac{2 \cdot \pi \cdot R}{n \cdot V}, \quad (1.4)$$

де n – кількість ножів на барабані

Попередній ніж (точка A_1) підрізав свою ділянку і вийшов з зачеплення з стовбуром. Довжина відділеної частини стовбура

$$l_1 = \omega \cdot t \cdot R \quad (1.5)$$

Рациональною є схема в якій задіяні 3 ножі; ніж №1 входить в рослинну масу, ніж №2 активно її ріже, ніж №3 знаходиться на етапі виходу, ножі №4,5,6 подрібнюють рослинні рештки, що знаходяться на поверхні.

Для дотримання такої схеми необхідно, щоб між ножами був кут 22.5 градусів, або 16 ножів на барабані. Різання буде найбільш ефективним, коли швидкість леза ножа буде максимальною в напрямку руху агрегату, тобто в напрямку X . Швидкість в напрямку Y особливого значення не має, бо в цьому напрямку лезо ножа діє своєю боковою поверхнею і в основному відділяє масу від загального масиву. Хоча відділені рештки падають на ґрунт під власною вагою.

Швидкість леза в напрямку дорівнює перший похідній від рівняння траєкторії

$$V_x = \frac{dx}{d\varphi} = (R - a \cdot \sin\varphi) \cdot \cos\varphi - (R + a \cdot \cos\varphi) \cdot \sin\varphi + V \quad (1.6)$$

Технологічний процес машини розбитий на наступні складові:

- Ножі інтенсивно входять в стоячу масу стебел і перерізають стовбури на декілька відрізків, довжина яких визначається шагом постановки ножів і робочою швидкістю ;
- Рештки, утворені в ході першого етапу вкладаються на денну поверхню, де ножі їх остаточно подрібнюють в результаті підпірного різання.
- Ножі занурюються у ґрунт і на повну глибину до контакту барабану з поверхню ґрунту і закладають не перерізані рештки у поверхневий шар ґрунту;
- барабан перекочується по поверхні, сплющує залишені рештки і ущільнює поверхневий шар. Плющення є важливим елементом, бо порушує цілісність захисного шару стебла рослини що прискорює процес гуміфікації.

Аналітична модель має складові у відповідності до наведених етапів

Слід відмітити, що в моделі використаний кут внутрішнього тертя ґрунтового середовища. Цей кут за фізичною суттю суттєво відрізняється від кута у консолідованого ґрунту. В загалі, для умов насиченості ґрунту рослинними рештками цей кут має проміжне значення між кутом консолідованого і розпушеного ґрунту. Далі (розділ 3) нами пропонується методика визначення цього кута.

Висновки

Катки-подрібнювачі призначені для подрібнення рослинних залишків соняшнику, кукурудзи, бобових, зернових, сидератів і бур'янів в органічні добрива і рівномірного розподілу їх по всьому полю. Таким чином створюється шар мульчі, який запобігає втраті вологи, водній і вітровій ерозії, і так само стримує ріст бур'янів.

Коток подрібнювач рослинних залишків соняшнику може бути з діаметром барабанів 470 мм, такого діаметру цілком вистачає для того щоб подрібнювати залишки соняшнику на фракцію 5-12 см.

Коток подрібнювач рослинних залишків кукурудзи повинен мати більш масивну конструкцію з діаметром барабанів 550 мм або 880 мм. Стебло кукурудзи має більш жорстку і щільну структуру, тому маси стандартного котка може не вистачити.

Для гарантованого подрібнення пожнивних залишків використовують барабани з порожньою трубою великого діаметру, куди заливається вода. Такі моделі класифікують як водоналивні котки-подрібнювачі. Багато аграріїв використовують коток подрібнювач як агрегат для вертикальної обробки. Якщо зробити два проходи по діагоналі, то відбувається розпушування ґрунту на глибину до 5 см, чого цілком вистачає, щоб посіяти озимі культури. Даний спосіб значно скорочує витрати на паливо і зменшує час передпосівної підготовки поля.

Серед невирішених проблем можна відмітити :

1. Відсутність аналітичного обґрунтування співвідношення радіусу барабана і радіусу описаного кола ножів;
2. Не досліджено вплив на технологічну надійність співвідношення радіусу барабану і довжини стебел рослинних решток, що особливо важливим є для сидератів.
3. Відсутність досліджень по визначенню раціональній довжині подрібнення решток різних культур.
4. Відсутність методик оцінки якості виконання технологічного процесу.

2. ОБГРУНТУВАННЯ КОНСТРУКЦІЇ. АНАЛІТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

З огляду відомих конструкцій (розділ №1) можна зробити головний висновок, що покращення виконання катком технологічного процесу можна досягти шляхом удосконалення планки (ножа) в тому числі і за рахунок раціональної постановки на барабані як це зроблено в катку-подрібнювачі КМ-6 «Степ», рис.1.13. Постановка прямолінійного плоского ножа під кутом до осі обертання барабану інтенсифікує перемішування поверхневого шару, що сприяє формуванню більш однорідного середовища. На рис.2.1 представлена конструктивно-розрахункова схема запропонованої нами конструкції. За аналогією з прийнятим прототипом, приймаємо плоскі прямолінійні ножі. Але працездатність конструкції може бути забезпечена тільки при раціональних значеннях основних конструктивних параметрів. Таким чином, необхідно шляхом аналітичних досліджень обґрунтувати, рис.2.1. Конструктивні параметри, що підлягають аналітичному обґрунтуванню :

1. Діаметр барабану D_B ;
2. Довжина барабану L_B
3. Висота ножа h ;
4. Кут постановки ножа до осі обертання барабану α .

2.1. Обґрунтування конструктивних параметрів планки

Практикою рядової експлуатації доведено, що висота планка повинна дорівнювати 100-120 мм. Довжини лімітується довжиною барабану, як правило це 2,0-2,1 м.

Обґрунтування параметрів виконуємо виходячі з умов виконання технологічного процесу, а саме за аналогією з звичайною садовою лопатою планка повинна підкопати шар ґрунту і перенести його на відстань укладання. Такий режим можливий при відсутності проковзування шару ґрунту по поверхні планки У відповідності до розрахункової схеми (рис.2.1)

Даний режим роботи буде формуватись при $F_{TP} \geq F_{ЗС}$

де F_{TP} – сила тертя ґрунту о поверхню планки;

$F_{ЗС}$ – сила зсуву під дією поступового руху;

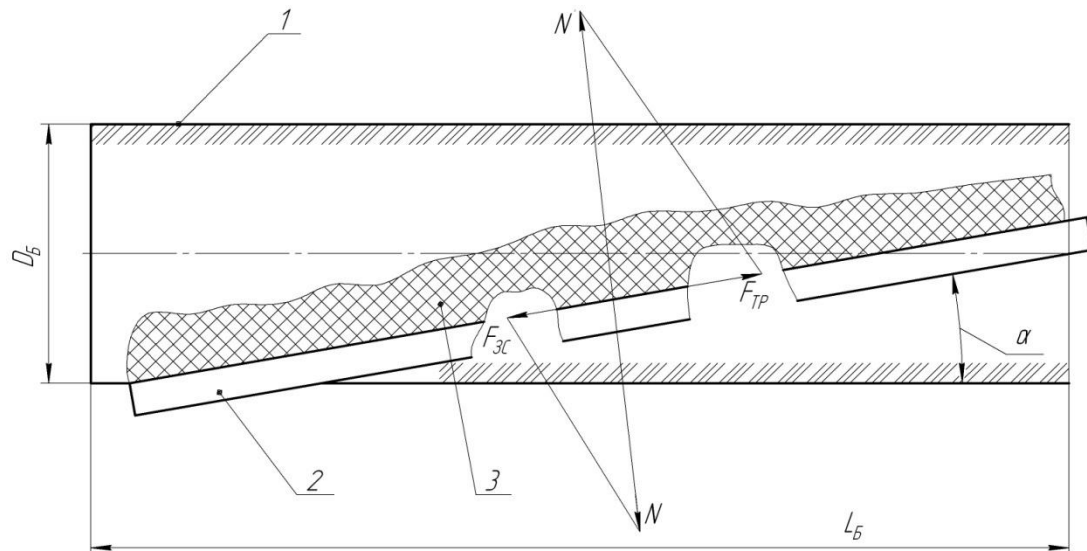


Рисунок 2.1 – Розрахункова схема до визначення кута постановки планки до осі обертання барабану: 1- барабан; 2 – планка 3 – шар ґрунту

В даному випадку, абсолютні значення діючих сил значення не мають.

$$F_{TP} = N \tau \operatorname{tg} \varphi_1$$

де φ_1 – кут тертя ґрунту по сталі;

N – нормальна реакція тиску на поверхню робочого органу

$$F_{ЗС} = N \tau \operatorname{tg} \alpha$$

де α – кут постановки планки до осі обертання барабану;

Таким чином умова підкопу чого різання з винесенням підкопаного шару з борозни виконується при $\alpha \leq \varphi_1 \leq 25^\circ$

де $\varphi_1 = 25^\circ$ – мінімальне заміряне значення кута тертя ґрунтового середовища по сталі, заміряне в базовому господарстві. Але на кут кріплення планки накладається і технологічне обмеження : не можливо забезпечити

повне прилягання обрізу планки до поверхні барабану. Саме кріплення легко забезпечується за допомогою Г- подібних кронштейнів (рис.4.1), але уникнути зазору не можливо. Оцінимо припустиме значення кута α з точки зору мінімально припустимого зазору. Виконувати обріз планки, адаптованим до прилягання сенсу не має, бо планка виготовляється з стандартної полоси і для такої операції потрібен складний штамп. Для ширини зазору «с» кут прилягання планки повинен становити

$$\alpha = \arctg \frac{c}{l}$$

де l – довжини лінії контакту

Величина зазору лімітується витіком через нього розпушеного ґрунту. Ґрунтообробний агрегат розрахований на обробіток ґрунту на глибину до 10 см, тобто він формуєш ар, в який буде висаджена рослина і в якому вона буде розвиватись на початковій стадії розвитку. Таким чином, в цьому шарі більш мілкі агрегати бажано розмістити на максимальній глибині, а більш крупні ближче до поверхні. Таким чином, агрономічно цінні агрегати, приведеним діаметром 0,25 – 10 мм можна пропустити через отвір між планкою і барабаном

Витік матеріалу через утворений отвір можна оцінити, скориставшись основними положеннями теорії витікання через отвори А.М.Панченко.

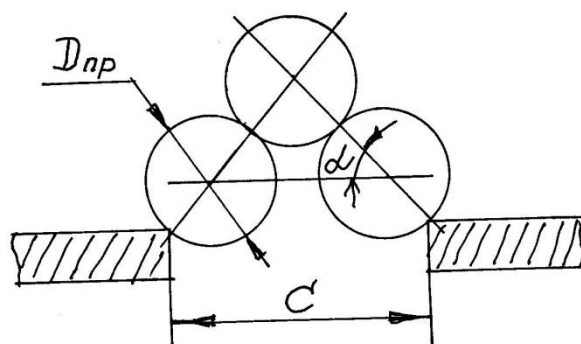


Рисунок 2.2 – Розрахункова схема витікання ґрунтових агрегатів через зазор між планкою і барабаном.

Уявимо, що ґрунтові агрегати близькі за розмірами до куль, діаметром $D_{\text{ГР}}$. Положення таких агрегатів характеризується кутом укладання α . Найбільш стійке положення утворюється тоді, коли цей кут становить 60° . Найменш стійке при $\alpha = 90^{\circ}$. Обидва ці положення мало імовірні, кут укладання знаходиться в діапазоні:

$$60^{\circ} < \alpha < 90^{\circ}$$

В розрахунках приймаємо проміжний варіант, рекомендований [11] : $\alpha = 73^{\circ}$

Діаметр агрегатів приймаємо з максимально припустимих $D_{\text{ГР}} = 10$ мм

Тоді припустиме значення зазору дорівнює

$$C = 3 \cdot D_{\text{ГР}} \cdot \cos 74 = 3 \cdot 10 \cdot 0,275 = 8,25 \text{ мм.}$$

Тоді, максимально припустимий кут нахилу планок до осі обертання становить

$$\alpha = \arctg \frac{C}{l} = 8,5^{\circ}$$

де $l = 500$ мм – довжини окремо взятої ділянки ножа (В зв'язку з тим, що єдину на всю довжину барабану планку з полоси Ст65 виготовити важко, більшість виробників ідуть по шляху застосування набірних леза ділянками по 500 мм, що значно легше і дешевше не зважаючи на додаткові кронштейни кріплення.

2.2. Обґрунтування раціонального співвідношення діаметру барабана і діаметру описаного кола леза планок

Аналіз більшості відомих конструкцій показує на різний підхід до функціонального призначення барабану. Діло в тому, що технологічний процес катка має два варіанти :

1. Планки-ножі першого ряду підрізають стовбури рослин у стоячому стані і вкладають на поверхню ґрунту. Далі каток своєю масою плющить рослинні рештки і другий ряд планок занурює їх у ґрунт при цьому інтенсивно перемішуючі утворювану суміш. Барабан в такому разі має підвищений діаметр від 450 до 600 мм.
2. Планки-ножі першого ряду підрізають стовбури рослин і вкладають на поверхню ґрунту. Процес плющення відсутній, ножі другого ряду подрібнюють за рахунок підпірного різання рослинні рештки і занурюють їх у ґрунт. Діаметр барабану в цьому разі значення не має, Тому часто просто використовується вал на всю довжину ширини захвату. Ножі кріпляться на дискових опорах. Замість валу часто для забезпечення жорсткості конструкції використовують трубу, діаметром 150-250 мм. Але у такої труби є ще одне призначення. В разі високої стерні вона являє собою протиріжучу опору для ножів
3. В даній магістерській роботі нами обраний другий варіант: труба діаметром 220 мм – стандартний профіль, що випускає промисловість. А розміри планок аргументуємо під використання з трубою цього діаметру.

Висота ножів(планок) в більшості конструкцій незалежно від діаметру барабана прийнята 100-120 мм. Оглядом літературних джерел аналітичної аргументації цього розміру не виявлено. Скоріше за все, це пов'язане з стандартними розмірами металевої полоси, що випускається промисловістю.

В даній роботі нами пропонується висоту ножа прийняти такою, що дорівнює максимальному діаметру стебла рослини, що перерізається. Це дозволить на кінцевому етапі забезпечити контакт стебла з трубою, тим самим забезпечивши остаточний розділ частин, що перерізають. З літературних джерел максимально заміряний діаметр стовбура кукурудзи 70 мм. Приймаємо висоту ножа 70 мм.

Таким чином діаметр описаного кола леза ножа становить

$$D_H = 220 + 140 = 360 \text{ мм.}$$

Співвідношення діаметрів

$$K = 360/220 = 1,64,$$

Цей параметр приймається за базовий для розробки дослідного зразка машини.

2.3. Аналітична модель взаємодії з оброблюваним середовищем

Аналітична модель складається з трьох окремих частин у відповідності до послідовності виконання технологічного процесу в якому задіяні тільки ножі катка.

1. Подрібнення стебла рослин, що знаходяться в стоячому стані;
2. Стебла рослин частково подрібнені і вкладені на поверхню ґрунту;
3. Поверхневий обробіток шару ґрунту;

Розглянемо послідовно ці складові.

2.3.1. Взаємодія ножа катка з окремо стоячим стеблом грубостеблової культури

Для розробленої конструкції треба окремо розглядати процес взаємодії з стеблом грубостеблової культури і стеблом трав'янистого виду, наприклад гірчиця. Різання в обох випадках без підпірне, але рослини трав'янистого виду мають суттєво меншу жорсткість, що взагалі вимагає збільшення швидкості робочого ходу ножа, тобто потрібен механізм приводу, що в нашій конструкції відсутнє. Подрібнення таких решток ножем відбувається в укладеному на поверхню ґрунту стані в режимі підпорного різання.

Розрахункова схема до випадку грубостеблових культур представлена на рис.2.3.

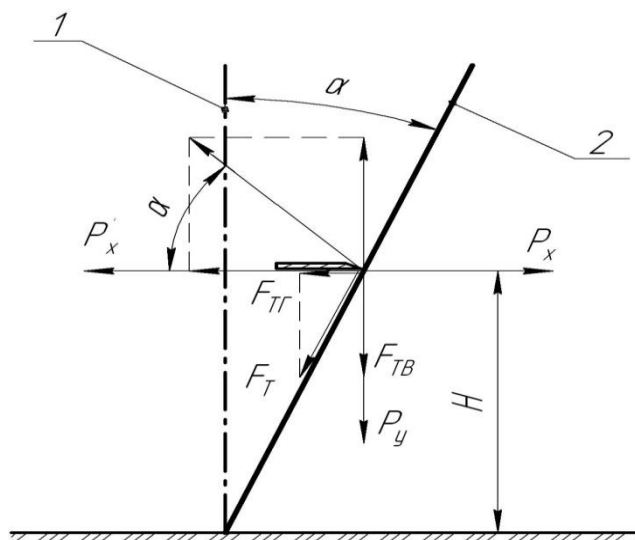


Рисунок 2.3 – Розрахункова схема до аналітичної моделі взаємодії ножа з стовбуром грубостеблової культури: 1 – вихідне положення стебла до початку різання; 2 – положення на момент перерізання.

У відповідності до розрахункової схеми

$$P_x = N_r \cos\theta + F_r \sin\theta = N_r (\cos\theta + \operatorname{tg}\varphi_r \sin\theta), \quad (2.1)$$

$$F = N_r \operatorname{tg}\varphi,$$

Після математичних перетворень отримуємо

$$P_x = N_r [\cos\theta + \operatorname{tg}\varphi_r \sin\theta + \cos\theta + \operatorname{tg}\varphi_r \sin\theta],$$

де φ – кут тертя стебла по сталі

θ – кут прогину на кінцевому етапі перерізання

Для консольно защемленої балки при великому прогині

$$N = \frac{2 \cdot E_r \cdot J_r \cdot \sin\theta_r}{H^2} \quad (2.2)$$

$E_r \cdot J = 500 \text{ Па}$ – усереднена жорсткість стебла кукурудзи [9]

H – висота точки різання над рівнем ґрунту

Остаточна горизонтальна складова сили, що витрачається на перерізання стебла

$$P_x = \frac{2 \cdot E_r \cdot J_r \cdot \sin\theta_r}{H^2} \cdot [\cos\theta + \operatorname{tg}\varphi_r \sin\theta + \cos\theta + \operatorname{tg}\varphi_r \sin\theta], \quad (2.3)$$

2.3.2. Кінематика ножа. Зона розпушення ґрунту

Як показує аналіз досліджень [18], найбільш раціональним з точки зору енерговитрат є технологічний процес обробітку ґрунту лопатою (рис.2.4). Фази копання забезпечують відокремлення шару його підйом і укладання у заданому місці. Необхідно відмітити, що основні фази процесу відбуваються за рахунок дії лопати знизу. Лопата добре кришить і розпушує ґрунт завдяки тому, що міцність ґрунту на стискання менша за розрив. Порівняємо дію планки катка з дією лопати. На рис.2.5 представлені фази абсолютного руху планки при взаємодії з ґрунтом. Процес має, як спільні, так і відмінні етапи.

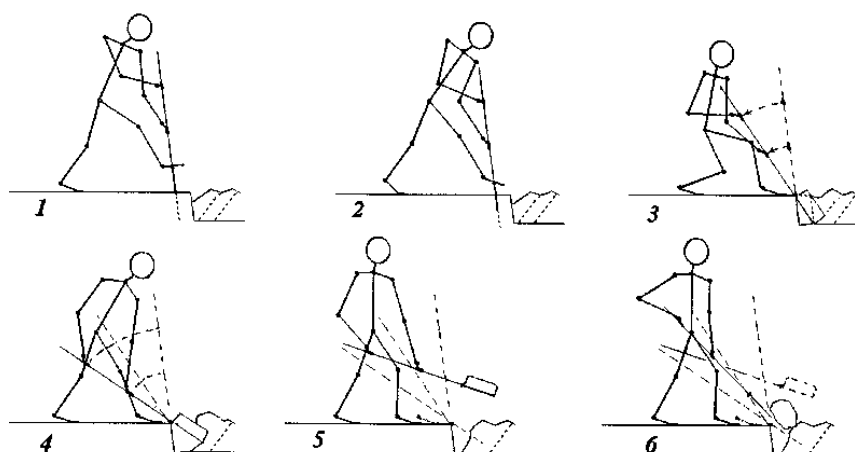


Рисунок 2.4 – Фази процесу ручного копання [18] :

1 – установка лопати у вихідне положення; 2 – занурення у ґрунт; 3 – відокремлення скиби; 4 – зсув скиби; 4 підйом скиби; 6 укладання скиби

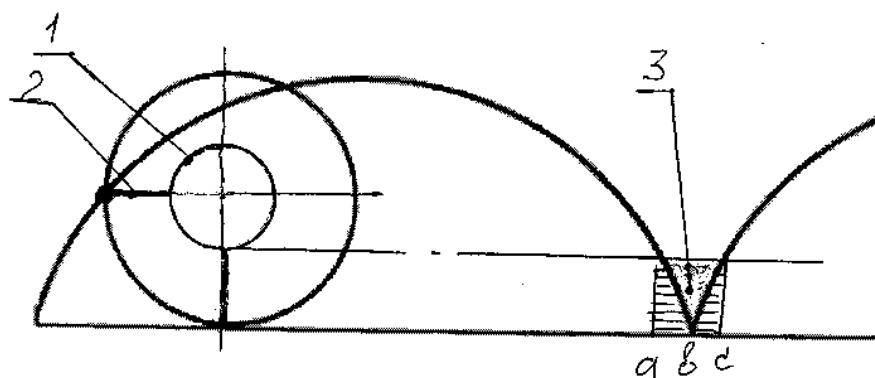


Рис. 2.5 – Абсолютна траєкторія руху леза планки : 1 - барабан;

2 – планка; 3 - об'єм розпушеної частини ґрунту

Абсолютна траєкторія руху планки складається з поступового руху машини і обертового руху катка. Траєкторія, яку описує лезо планки є циклоїда

Рівняння кривої в полярних координатах

$$X = R\tau - R\tau \sin\tau$$

$$Y = R - R\tau \cos\tau$$

де $R = 180$ мм – радіус описаного кола леза планки

τ – текуче значення кута обертання барабану.

Відмінність технологічних процесів полягає в тому, що планка входить у ґрунт площею бокової поверхні і на початковому етапі його зминає. Розпушення відбувається за рахунок сил стискання. Досягнув мінімального положення, планка починає рух у вертикальному напрямку, відділяє від загального масиву скибу, яка поверхнею планки вкладається на поверхню. Таким чином різниця технологічних процесів полягає тільки у відмінності першої фази етапу: стискання замість різання.

Для визначення енерговитрат знайдемо об'єм змятої частини ґрунту

$$V = b\tau \int_a^b f(x)\tau dx, \quad (2.4)$$

де b – ширина планки

$f(x)$ – рівняння циклоїди;

Енергетичні витрати на процес можна визначити за залежністю

$$P = K_{3M} \tau \int_a^b f(x)\tau dx, \quad (2.5)$$

де K_{3M} – коефіцієнт об'ємного зминання ґрунту [10].

2.3.3. Взаємодія ножа катка з укладеними на ґрунт рослинними рештками

Планка виконує подрібнення укладених на поверхню ґрунту стебел рослин. Специфіка процесу полягає в тому, що він складається з двох етапів : початкове зминання стебла за рахунок тиску бокової поверхні леза і остаточного перерізання лезом у напрямку наближеному до вертикального. Якщо розглядати спочатку перерізання окремо взятого стебла, а потім розповсюджувати отримані дані на всю сукупність рослин, то необхідно буде враховувати імовірнісне положення кожного стебла , що зробити практично не можливо, тому укладені на поверхню рештки розглядаємо як суцільну масу укладену на поверхню шаром товщиною h . Цей параметр в ході експериментальних досліджень можна дослідити. Визначення величини зминання агровимогами не передбачене. Перерізання шару решток відбувається за рахунок ваги катка, яку ми пропонуємо визначати по залежності

$$P = \sigma_{p\tau} \cdot h \cdot L \cdot \delta, \quad (2.6)$$

де $\sigma_p = 100\text{--}200 \text{ кн/м}^3$ межа міцності на зминання в залежності від виду рослин;

h – товщина укладеного шару;

L – довжина планки;

δ – товщина леза.

Для кукурудзи $\sigma_p = 200$ [9],

Загальна довжина планки $L = 500 \cdot 4 = 2000 \text{ мм} = 2 \text{ м}$;

товщина леза $\delta = 0,001 \text{ м}$

Тоді, для забезпечення процесу різання, вага катка повинна становити :

$G = 200 \cdot 2 \cdot 0,001 = 4 \text{ кн} = 400 \text{ кг}$, що відповідає середньостатистичній вазі відомих конструкцій катків.

Тяговий опір катка на кочення по поверхні $P_{\Pi} = f \cdot G$,

де G = вага катка;

f – коефіцієнт кочення. Аналітично оцінити не можливо, визначається експериментально для конкретного агрофону.

Важливим є показник залежності тягового опору від робочої швидкості агрегату. В абсолютній більшості аналітичних досліджень ґрунтообробних машин, залежність тягового опору від швидкісного напору визначають за формулою Ветрова [11]. Формула отримана на основі стохастичного моделювання залежності тягового опору робочого органу довільної геометричної форми. Нами ця залежність адаптована до катка наступним чином: В моделі робимо припущення, що в ґрунті рухається клин в напрямку вектору колової швидкості планки. Розіб'ємо опсане коло планки на елементарні ділянки. Миттєві значення напрямку руху завжди будуть співпадати з дотичною до дуги елементарної ділянки. Для кожної з таких елементарних ділянок застосовуємо рівняння Ветрова і підсумовуємо отримані значення по всім ділянкам. Отримувана сума дає сумарну залежність по всім планкам:

$$P_V = \frac{\gamma \cdot a \cdot L \cdot \sin \alpha \cdot \cos \theta}{\sin(\alpha + \theta)} \cdot v^2, \quad (2.7)$$

де γ – питома вага ґрунту;

α – кут постановки планки до осі обертання;

θ – задній кут леза планки;

a – глибина занурення планки у ґрунт;

L - довжина планки;

V – робоча швидкість.

Таким чином загальний тяговий опір визначається аналітичною залежністю

$$P_{\Sigma} = P_{\Pi} + P_V + P_X \quad (2.8)$$

Сила зминання шару ґрунту входить складовою частиною в опір на кочення катка

Результати виконаних розрахунків наведені за данною методикою наведені в розділі №4 у порівнянні з результатами заміряних в ході експерименту значень.

Слід відмітити, що

1. методика враховує тільки складові, що забезпечують виконання технологічного процесу;
2. методика не враховує вплив на технологічний процес вібрації барабана і машини в цілому.

Висновки

В розділі на основі виконаного огляду відомих технічних рішень обґрунтована конструктивно-розрахункова схема катка-подрібнювача власної конструкції.

1. Запропоновано відмовитись від барабану великого діаметру на користь виконаного з стандартної труби діаметром 220 мм. В цілому, конструкція орієнтована на максимальне використання існуючих комплектуючих серійного катка-подрібнювача.
2. Поетапно проаналізований процес взаємодії ріжучої планки з оброблюваним середовищем і запропоновані відповідні аналітичні моделі. Розроблена методика оцінки прогнозованого тягового опору.
3. Виконана диференціація вихідних параметрів по ступеню впливу на технологічний процес : на подрібнення стоячих стебел і підкопування шару ґрунту основний вплив має робоча швидкість, на подрібнення укладених на поверхню стебел – маса катка.

4. Раціональне співвідношення радіусів барабану і описаного кола леза планки становить 1, 64.

3. ПРОГРАМА І МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Складність проведення експериментальних досліджень полягає в тому, що в літературних джерелах відсутні критерії оцінки якості виконання катком-подрібнювачем технологічного процесу, тобто такі критерії необхідно створити і перевірити їх адекватність в реальних умовах. Окрім того, каток планується використовувати для роботи з різними сільськогосподарськими культурами, механіко-технологічними властивості яких суттєво відрізняються. У зв'язку з відсутністю систематизованих агротехнічних вимог до процесу, нами пропонується прийняти їх на основі аналізу літературних джерел.

3.1. Агротехнічні вимоги

Агрегат повинен стало виконувати технологічний процес за певних умов агротехнічного фону плантації.

Робота повинна забезпечуватись як на оброблених, так і на ущільнених ґрунтах різного механічного складу, по стерні дрібно- і грубостебельних культур. При вологості ґрунту до 23-27%, вологості рослинних решток рослинних решток 15-35%. твердості ґрунту до 3,5 МПа і питомому счепленні часток до 5 Мпа.

Агрегат повинен зберігати працездатність на полях без великих скупчень пожнивних залишків у вигляді куп та валків;

Рел'єф і мікрорел'єф повинні бути рівними, в протилежному випадку виникне перекося катка і, як наслідок не будуть дотримуватись раціональні кути різання. Сторонні включення, а також углиблення в ґрунті абсолютно не припустимі. Ухил поверхні плантації не більше 8 градусів. Працювати впоперек ухилу не бажано, бо не буде витримана умова паралельності осі обертання барабана поверхні ґрунту.

При виконанні цих умов агрегат повинен забезпечувати

- Подрібнення решток до розміру 10-15 см,
- Заорювання решток на глибину до 10 см.
- Нерівномірність заорювання до $\pm 2,0$ см.
- Кришення ґрунту не є критичним показником для агрегату, бо він має інше призначення.

3.2. Програма експериментальних досліджень

1. аналітично обґрунтувати перелік і сутність показників, за якими будуть виконуватись дослідження
2. Визначитись з переліком сільськогосподарських культур відносно яких дослідження будуть проводитись. Перелік в основному обмежений можливостями базового господарства – ТОВ «Альфа-Агро» Петриківського району Дніпропетровської області
3. Дослідити роботу катка в реальних умовах рядової експлуатації і визначити показники якості виконання технологічного процесу у відповідності до окреслених.

3.3. Приватні методики проведення досліджень

В роботі використані як загально відомі і добре відпрацьовані методики, так і такі, що розроблені нами і пропонуються до використання.

3.3.1. Стандартні методики досліджень.

В математичній моделі в якості основного інтегрального показника, який характеризує механічні властивості ґрунту прийняте питоме зчеплення часток. Додатково використовуються твердість і межа несучої спроможності.

1. Питоме зчеплення часток ґрунту визначали твердоміром ДорНДІ за методикою [10]
2. Твердість і межу несучої спроможності ґрунту твердоміром В.П.Горячкіна за методикою [10].

3. Механічні властивості стебел досліджуваних культур – механічним копром за методикою [9]. Кут зовнішнього тертя визначали саморобним прибором (рис.3.1) Сутність визначення полягала в тому, що рослинні рештки вкладали на робочу поверхню приладу і гвинтовим механізмом збільшували кут нахилу поверхні до моменту початку руху досліджуваного матеріалу. Кут нахилу при якому рух починається і є кутом зовнішнього тертя спокою.

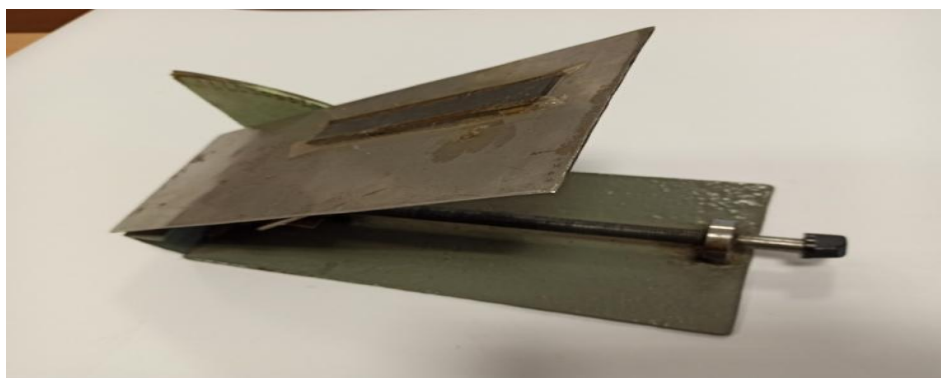


Рисунок 3.1 – Прибор для визначення коефіцієнту зовнішнього тертя спокою порослинних решток по сталі

4. Якість кришення ґрунту оцінювали за коефіцієнтом структурності [17] для чого взята проба ґрунту просіювалась на решеті з діаметром отворів 10 мм. (рис.3.2) Сам коефіцієнт визначався за спрощеною методикою як відношення просіяної частини до маси всієї взятої проби



а



б

Рисунок 3.2 – Робочий момент просіювання проб ґрунту:

а – до методики визначення коефіцієнту структурності;

б - до методики визначення кількості рослинних решток

5. Якість розпушення ґрунту Даний показник характеризується коефіцієнтом розпушення K_{PC} , який являє собою відношення об'єму ґрунту в борозні до і після проходження знаряддя. Він не є основним для оцінки якості роботи катка але опосередковано характеризує пористість середовища. Порядок його визначення представлений на рис.3.3.

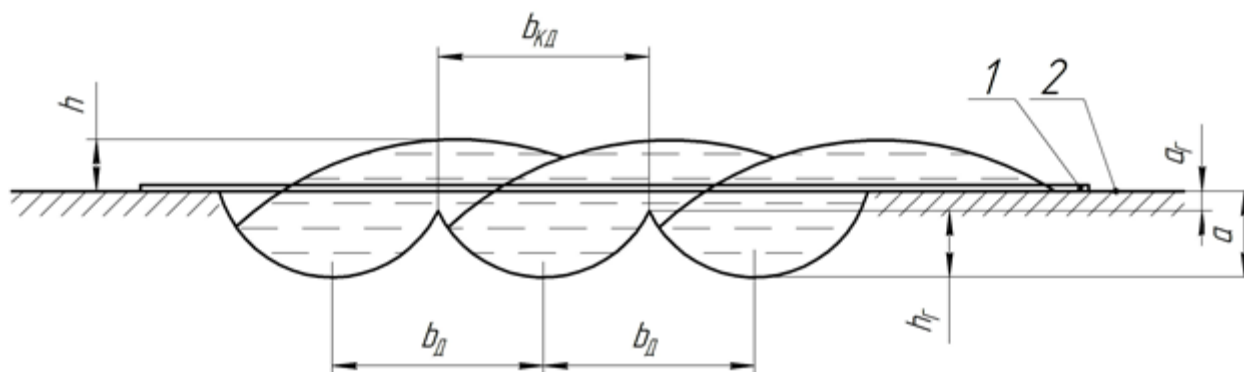


Рисунок 3.3. – Розрахункова схема до визначення якості розпушення ґрунту

$b_{кд}$ – контрольна ділянка; a – глибина робочого ходу; $a_{г}$ – глибина розташування непорушеного гребеня відносно денної поверхні; $b_{д}$ – відстань між дисками; h – максимальна висота спущення ґрунту; $h_{г}$ – висота непорушеного гребеня над дном борозни

$$\text{Коефіцієнт розпушення } K_{PC} = a/h$$

3.3.2. Методики відпрацьовані в ДДАЕУ

1. Ступінь подрібнення рослинних решток грубостеблових культур [6].

Для його визначення необхідно мати дві складові: інтегральний показник, що характеризує стан решток до проходження агрегату і після. Стан решток до проходження агрегату оцінюється за загальною довжиною стебел за формулою

$$L_{\Sigma} = n \cdot L_{C},$$

L_{C} – усереднена висота зрізу стоячого стебла

n – густина стеблестою

Для визначення стану решток після проходу агрегату відмічаємо ділянку розміром 1,0×1,0 м, відбираємо рештки довжиною більше за 5 см і знаходимо усереднене значення довжини.

Ступінь подрібнення визначаємо за формулою

$$K_{\text{ПД}} = L_{\Sigma} / (m \cdot L_{\text{СР}}),$$

де $L_{\text{СР}}$ – усереднена довжина решток

m – кількість відібраних решток

Рештки меншого розміру відносимо до мульчі.

2. Якість формування поверхневого шару ґрунту

Показник новий і в літературі не зустрічався, але за нашою думкою він є одним з найважливіших в роботі машини

Каток подрібнює рослинні рештки і заорує їх на глибину до 10 см. Якість формування поверхневого шару пропонується оцінювати за коефіцієнтом

$$K_{\text{П}} = m_{\text{р}} / m,$$

де $m_{\text{р}}$ – маса у взятій пробі рослинних решток довжиною до 5 см

m – маса взятої проби.

Обмеження довжини до 5 см обґрунтоване тим, що сучасні сівалки негативно реагують на наявність рослинних решток більше за 5 см.

Сутність методики полягає в наступному.

- Обираємо ділянку, розміром 1,0×1,0 м характерну за станом поверхні до обробленої плантації;
- З поверхні видаляємо всі рослинні рештки;
- Знімаємо в межах ділянки поверхневий шар ґрунту на глибину 8-10 см;
- Взяті проби зважуємо і визначаємо її загальну масу (m);

- Пробу просіваємо на решеті з діаметром отворів 10 мм.
- З частини проби, що залишилась у решеті відбираємо рослинні рештки, які підпадають під обмеження за довжиною і визначаємо їх загальну масу (m_p)

3. Якість формування шару мульчі.

У відповідності до визначення мульчування це вкриття рослинними рештками поверхні поля з метою покращення фізичних і агрономічних властивостей. Особливо важливим є те, що шар мульчі не дає випаровуватись волозі

Для грубостеблових культур важливим обмеженням є довжина рослинних решток яку рекомендовано обмежувати розміром до 15 см.[13,19]. Для кукурудзи цей розмір аргументований тим, що у більшості випадків це є меншим за відстань між вузлами стебла і така конструкція взимку краще промерзає, що призводить до загибелі кукурудзяного метелика.

Показник визначали наступним чином. В межах виділеної ділянки 1,0x1,0 м збирали рослинні рештки і відділяли фракцію ≤ 15 см. Коефіцієнт якості шару мульчі визначали як відношення

$$K_M = \frac{m_{15}}{m},$$

де m_{15} – маса фракції за розміром менше за 15 см;

m – загальна маса взятої проби.

4. Коефіцієнт внутрішнього тертя ґрунтового середовища

Зсувним приладом визначити не можливо, бо середовище є на повністю консолідованим. Застосувати традиційну методику [10] теж не можливо бо матеріал грубо дисперсний. Тому за допомогою лопати шляхом ущільнення формується конусоподібна горка. Далі, як показано на рис.3.3 за допомогою

лінійки і транспорту визначають кут нахилу φ_2 який і є кутом внутрішнього тертя.

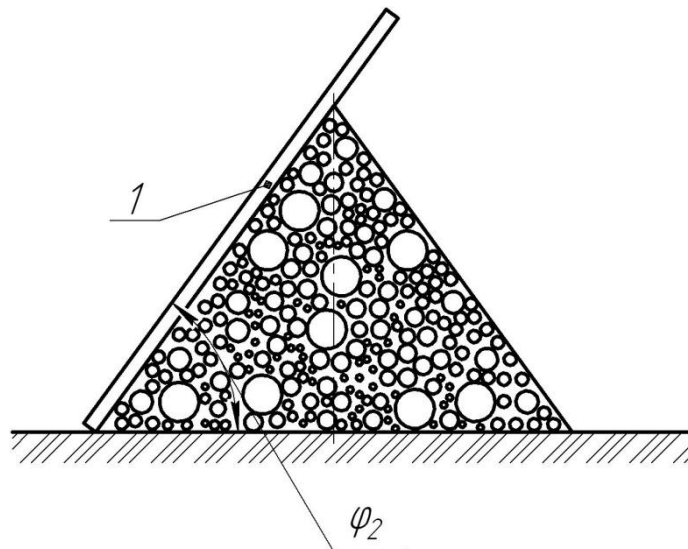


Рисунок 3.3 – Схема до визначення коефіцієнту внутрішнього тертя ґрунтового середовища збагаченого рослинними рештками

5. Тяговий опір агрегату не досліджувався в зв'язку з тим, що в конструкцію не вносились елементи, здатні суттєво вплинути на цей показник.

3.4. Експлуатаційні показники агрегату

Визначали тільки показники, які необхідні для виконання техніко-економічних розрахунків у відповідності до розділу 6.

Швидкість поступового руху 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.

$$W_{\text{ГОД}} = 0,1 \times B_p \times V_p \times \tau,$$

де B_p – робоча ширина захвату;

V_p – робоча швидкість;

$\tau = T_p / T_{\text{ЗМ}}$ – коефіцієнт використання робочого часу зміни;

де T_p – час чистої роботи, визначався шляхом хронометрування робочого процесу.

$T_{\text{ЗМ}}$ – час зміни.

Витрати ПММ визначали за допомогою витратоміру у відповідності з інструкцією до приладу.

Коефіцієнт кочення. Характеризує залежність тягового опору катка по різних агрофонам.

$$K_k = \frac{P_T}{P}$$

де P_T – заміряне значення тягового опору,

$P = 3,8$ кН – вага катка

Інтегральний коефіцієнт якості виконання технологічного процес.

Пропонується нами як узагальнюючий коефіцієнт, що характеризує виконання технологічного процесу в цілому

$$K_{\text{Я}} = \frac{n}{N},$$

де n – кількість визначених показників, виконання яких відповідає агротехнічним вимогам;

N – загальна кількість замінюваних показників виконання технологічного процесу.

Коефіцієнт вводиться нами вперше і як показали результати виконаних експериментальних досліджень може бути рекомендований до широкого використання

Висновки

1. Методики визначення механіко технологічних властивостей ґрунту плантації на момент проведення дослідів є загально відомими і добре відпрацьованими Сумніву в їх адекватності бути не може.
2. Ряд запропонованих нами методик в ході експериментальних досліджень нами відпрацьовані і показали на доцільність застосування.
3. Запропонована методика інтегральної оцінки якості виконання технологічного процесу в цілому введена нами вперше, аналогів не має і пропонується нами до обговорення.
3. Прийняті в роботі методики оцінки якості роботи агрегату є результатом візуальних спостережень і аналізу роботи катків подрібнювачів по різних агрофонам. Як показали виконані експерименти, вони цілком працездатні і їх можна рекомендувати до широкого використання.

4. РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1. Конструкція дослідного катка-подрібнювача

Для проведення експериментів в польових умовах був виготовлений дослідний зразок катка (рис.4.1.) За основу був прийнятий серійний зразок машини, яка відпрацювала свій ресурс і в технологічному процесі не використовувалась. Була запозичена рама, яку в зв'язку з суттєвим зносом прийшлося зміцнювати і були взяті також самі катки в яких у відповідності до розрахункової схеми були переварені кронштейни кріплення планок (ножів)



Рисунок 4.1 – Загальний вид дослідного зразка катка

4.2. Результати експериментальних досліджень.

4.2.1. Загальні результати досліджень по всім агрофонам

Візуальними спостереженнями встановлено, що агрегат стало виконувати технологічний процес по всім агрофонам, технічних і технологічних відмов не

відмічено. Коефіцієнт готовності $K_T = 0,92$ – імовірність того що в любий довільно взятий момент часу машина знаходиться в працездатному стані.

На відміну від конструкції, запропонованої в [6], агрегат в процесі роботи не генерує вібраційних коливань і відповідно вони не передаються на трактор.

Бокове рускання знаходиться в припустимих межах - до 10 см. Агрегат стало утримує прямолінійність ходу.

Суттєвих огріхів не відмічено.

Процес керування агрегатом не відрізняється від серійних машин.

Коефіцієнт використання робочого часу зміни знаходився в межах $0,88 \leq \tau \leq 0,91$, що в основному є результатом організаційного етапу роботи.

4.2.2. Якісні показники виконання технологічного процесу по агрофонам основної конструкції катка

У зв'язку з тим, що якісні показники виконання технологічного процесу залежать від агрофону, експерименти проводились на трьох різних агрофонах у відповідності до наявності таких в базовому господарстві – ТОВ «Альфа-Агро» Петриківського району Дніпропетровської області. : стебла кукурудзи в подрібненому і стоячому стані, сідерати (гірчиця)

Агрофон – стебла кукурудзи в подрібненому і укладеному на поверхню стані

Типовий стан поверхні плантації представлений на рис.4.2.



Рисунок 4.2 – Типова поверхня плантації з частково подрібненими і укладеними на поверхню рештками стебел кукурудзи

Агрофон – стебла кукурудзи в укладеному на поверхню стані

Характеристика умов проведення експерименту :

1. Навантаження - 56 га

2. Механіко-технологічні властивості ґрунту

- питоме зчеплення часток ґрунту 1,9 кН/м²

- твердість 5 кг/см²;

- межа несучої спроможності 385 кН/м²

3. Властивості рослинних решток

- Довжина 10 – 36 см;

- Середня відстань між вузлами стебла – 25см;

- Середній діаметр стебла – 45 мм

- межа міцності на зріз – 170 - 185 Н.

- коефіцієнт тертя по сталі – 56 - 64°

4. Якісні показники роботи

- Коефіцієнт структурності ґрунту в межах утворюваної ножем борозни -0,51-58

- Коефіцієнт різноподрібнення структурованих агрегатів – 64 – 73

- Коефіцієнт подрібнення рослинних решток $K_{ПД} = 0,66 – 0,74$;

Коефіцієнт якості формування поверхневого шару $K_{\Pi} = 0,5 - 0,6$;

Коефіцієнт якості формування шару мульчі $K_M = 0,78 - 0,85$

Агрофон – стерня кукурудзи в стоячому стані

Виконаний аналіз літературних джерел показує, що найбільш ефективно збирати тільки зернову частину таких культур як кукурудза і соняшник, Стебла доцільно лишати стоячими на зиму. Така технологія економічно вигідна, сприяє накопиченню вологи у зимовий період, попереджає ерозію ґрунту.

Характеристика умов проведення експерименту :

Навантаження - 92 га

Як показали дослідження, механіко-технологічні властивості ґрунту відрізняються від наведених вище, що пояснюється менш щільним шаром мульчі.

- питоме зчеплення часток ґрунту $2,1 \text{ кН/м}^2$

- твердість $5,4 \text{ кг/см}^2$;

- межа несучої спроможності 395 кН/м^2

Властивості рослинних решток ідентичні.

Якісні показники роботи

- Коефіцієнт структурності ґрунту в межах утворюваної ножем борозни $-0,48-55$

- Коефіцієнт різноподрібнення структурованих агрегатів – $70 - 82$

- Коефіцієнт подрібнення рослинних решток $K_{\PiД} = 0,60 - 0,66$;

Коефіцієнт якості формування поверхневого шару $K_{\Pi} = 0,45 - 0,51$;

Коефіцієнт якості формування шару мульчі $K_M = 0,75 - 0,83$

Як показує аналіз якісних показників обробітку рослинних решток, в варіанті стоячих стебел, основні показники на 5-7% гірші. Це не є критичним для технологічного процесу, до того ж гарантовано компенсується перевагами варіанту з залишеними стеблами у стоячому виді.



Рисунок 4.3 – Типовий стан поверхні з стоячими залишками стебел

Агрофон – гірчиця в якості сідерату

Особливість роботи по данному агрофону витікає з суттєво меншою жорсткістю стебел. Робочій момент подрібнення сідератів представлений на рис.4.4.

Перш за все, слід відмітити, що не всі технології передбачають подрібнення сідератів перед заорюванням. Існують доволі аргументовані погляди, що сідерати треба заорювати в неподрібненому стані. Але в прийнятій нами технології у відповідності до тематики магістерської роботи, досліджувався саме варіант подрібнення. Діло в тому, що базове господарство використовує гірчиць перед садінням помідорів і баклажанів, тобто мілконасінневих культур, сівалки яких не працездатні в умовах рослинних решток великої довжини.

Лід відмітити, що раціональна, експериментально визначена робоча швидкість по досліджуваним варіантам суттєво відрізняється

Варіант укладання рослинних решток на поверхню ґрунту. Ножі виконують підпірне різання. Визначальною є вага робочого органу. Припустиве значення швидкості лімітується тільки економічними міркуваннями. В дослідах було прийняте 9 км/год

Варіант стоячих стебел кукурудзи. Різання без підпірне, але жорсткість стебла досить висока, але це в сукупності потребує збільшення робочої швидкості. В експерименті прийнята робоча швидкість 15 км/год.

Варіант сидератів. Різання безпідпірне. Жорсткість стебла мала. Робочу швидкість прийшлося підняти до 20 км/год.

варіанті стебла кукурудзи в укладеному на поверхню стані робоча швидкість не є критичним параметром бо ножі виконують підпірне різання і вага катка практично вирішує все процес досліджувався в діапазоні швидкостей 12-20 км/год

В варіанті стерні кукурудзи в стоячому стані різання безпідпірне, що потребує швидкості $V = 15$ км/год.



Рисунок 4.4- Робочій момент по агрофону гірчіці

Характеристика умов проведення експерименту :

1. Навантаження - 90га

2. Механіко-технологічні властивості ґрунту

- питоме зчеплення часток ґрунту 2.5 кН/м^2
- твердість $5,8 \text{ кг/см}^2$;
- межа несучої спроможності 435 кН/м^2

3. Властивості стебел рослини

- Довжина $50 - 65 \text{ см}$;
- Середній діаметр стебла $9 - 12 \text{ мм}$
- межа міцності на розрив $90 - 105 \text{ Н}$.
- коефіцієнт тертя по сталі $58 - 69^\circ$

4. Якісні показники роботи

- Коефіцієнт структурності ґрунту в межах утворюваної ножом борозни $0,50-0,55$
- Коефіцієнт різноподрібнення структурованих агрегатів $68 - 79$
- Коефіцієнт подрібнення рослинних решток $K_{\text{ПД}} = 0,71 - 0,75$;

Коефіцієнт якості формування поверхневого шару $K_{\text{П}} = 0,45 - 0,6$;

Коефіцієнт якості формування шару мульчі $K_{\text{М}} = 0,73 - 0,81$

Аналіз отриманих результатів показує, що агрегат цілком працездатний і забезпечує прийнятливі показники виконання технологічного процесу.

4.2.3. Польові дослідження облегшеного варіанту катка

На підтвердження робочої гіпотези про вирішальну роль маси катка в подрібненні рослинних решток, по агрофону гірчиці, який можна вважати відносно легким

були проведені дослідження катка-подрібнювача облеженої конструкції, але з планками, встановленими до аргументованого нами кута нахилу (рис.4.4)



Рисунок 4.4 – каток облеженого конструктивного виконання

В ході проведення експериментів по агрофону гірчиці, було встановлено що при малій швидкості $V \leq 7$ км/год каток вкладає стебло без подрібнення (рис.4.5), що можна розглядати як варіант формування шару мульчі.



Рисунок 4.5 – Укладання стебел гірчиці катком при швидкості менше за 7 км/год

Висновки

1. Обрана концепція удосконалення конструктивних параметрів катка-подрібнювача є виправданою.
2. Каток більш адаптований до подрібнення культур з підвищеною жорсткістю стебла, але його використання є цілком виправданим і по агрофону сідератів.
3. У порівнянні з серійною моделлю розроблена конструкція забезпечує більш якісне формування структури поверхневого шару ґрунту і утворення шару мульчі, при практично рівних інших показниках виконання технологічного процесу, що свідчить про вірність обраного конструктивного рішення.

5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1. Дослідження стану охорони праці в фермерському господарстві «Ірій» Новомосковського району Дніпропетровської області області,

Характеристика базового господарства.

Фермерське господарство «Ірій», 51254, Дніпропетровська область, Новомосковський район, с. Миколаївка, .

Види діяльності : Вирощування зернових культур (крім рису), бобових культур і насіння олійних культур Вирощування овочів і баштанних культур, коренеплодів і бульбоплодів Виробництво фруктових і овочевих соків

Організація виробничих процесів у малих фермерських господарствах суттєво відрізняється від організації виробництва у великих сільськогосподарських підприємствах та агрохолдингах. Це обумовлюється невеликими площами, що знаходяться в обробітку та малою чисельністю працюючих. Проте, такі підприємства у сільському господарстві складають більшу частину всіх аграрних підприємств.

Працівники фермерських господарств з мінімальною кількістю сільськогосподарської техніки та устаткування виконують весь цикл технологічних робіт у сільському господарстві – обробіток ґрунту, посів, догляд за посівами, обробіток агрохімікатами та пестицидами, збір врожаю, вантажно-розвантажувальні роботи, заготівля та зберігання кормів. Часто один працівник суміщає декілька професій та спеціальностей, наприклад: механізатор, слюсар, зварник тощо. Обсяг робіт, що виконуються та їх сезонний характер спонукають голову фермерського господарства до мінімізації затрат на охорону праці і на утримання найманих працівників. Проте, виробнича необхідність, пов'язана із залученням до робіт непідготовленого персоналу, часто призводить до нещасних випадків на виробництві. Тож власникам малих сільгоспідприємств треба ретельно ставитись до безпеки свого персоналу. Адже відповідно до ст. 153 Кодексу

законів про працю саме вони мають забезпечувати безпечні та нешкідливі умови праці.

Виходячи з фінансових можливостей та чисельності працюючих, створити службу охорони праці у фермерських господарствах просто не можливо. Але це не звільняє голову фермерського господарства від дотримання вимог Конституції України та прийнятих нормативно-правових актів, які становлять основу правової бази охорони праці в аграрному секторі економіки. Діяльність фермерських господарств повинна базуватися на Кодексі законів про працю України, Господарському кодексі України, Законах України «Про охорону праці»[21] , «Про фермерське господарство»[22], «Про пестициди і агрохімікати» [23], «Про пожежну безпеку», «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення» та ряду інших чинних законодавчих нормативно-правових актів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності в сільському господарстві.

Одним із основних законодавчих нормативно-правових актів, що безпосередньо регулюють організацію та охорони праці в фермерських господарствах, є «Правила охорони праці у сільськогосподарському виробництві». Відповідно до цих правил систему організації охорони праці у фермерських господарствах слід розділити на декілька складових:

- вимоги безпеки до виробничого обладнання та організації робочих місць;
- безпека праці під час експлуатації сільськогосподарської техніки;
- поводження з мінеральними добривами та пестицидами, їх зберігання та використання;
- вимоги безпеки під час обробітку ґрунту, сівби і догляду за посівами, під час збирання та зберігання продукції рослинництва;
- безпека праці під час збирання та заготівлі соломи, сіна, сінажу і силосу;
- вимоги безпеки під час одержання продукції тваринництва, правила поводження з тваринами;
- пожежна безпека та робота з електроприладами.

Документи з охорони праці, які мають бути у фермерського господарства:

- посадові інструкції, правила внутрішнього трудового розпорядку;
- положення, переліки, інструкції та інші акти з охорони праці, що діють у межах господарства та встановлюють правила виконання робіт і поведінки працівників на території підприємства, у виробничих приміщеннях, робочих місцях відповідно до нормативно-правових актів з охорони праці;
- порядок і графік проведення навчань та перевірки знань з питань охорони праці працівників та спеціалістів.

Залежно від наявної матеріально-технічної бази, голова фермерського господарства повинен отримати в територіальних органах Держпраці дозвільні документи або задекларувати роботи підвищеної небезпеки. Також до його основних обов'язків належить:

- забезпечення фінансування та організацію проведення попереднього (під час прийняття на роботу) і періодичних (протягом трудової діяльності) медичних оглядів працівників, зайнятих на важких роботах, роботах із шкідливими чи небезпечними умовами праці або таких, де є потреба у професійному доборі;
- забезпечення працівників спецодягом, іншими засобами індивідуального захисту, мийними та знешкоджувальними засобами;

За нормативними законодавчими актами для організації охорони праці у фермерських господарствах повинна бути створена служба охорони праці. Так, як чисельність працюючих у фермерських господарствах мала, її організація та діловодство з охорони праці виконують за договором зі сторонньою організацією, де є постійно діюча служба охорони праці підприємства.

Незалежно від обсягу виробництва та кількості працюючих господар повинен усвідомлювати необхідність створення безпечних та здорових умов праці для попередження виробничого травматизму та професійних захворювань в порядку встановленому чинним законодавством. Впровадження заходів з охорони праці та техніки безпеки матиме значний

позитивний вплив на профілактику виробничого травматизму та допоможе зберегти життя і здоров'я працівників під час трудової діяльності.

5.2 Аналіз виробничого травматизму в господарстві

Для кількісної характеристики виробничого травматизму використовують такі показники:

Коефіцієнт частоти травматизму:

$$K_{\text{ч}} = \frac{T}{P} \cdot 1000$$

Коефіцієнт важкості травматизму:

$$K_{\text{в}} = \frac{D}{T}$$

Коефіцієнт втрат робочого часу:

$$K_{\text{вт}} = \frac{D}{P} \cdot 100, \text{ де}$$

T - кількість нещасних випадків (травм) за досліджуваний період;

P - середньоспискова кількість працівників, чол.;

D - сумарна втрата днів працездатності в результаті нещасного випадку, днів.

Основні показники травматизму та розрахункові показники наведені в таблиці 5.1

Таблиця 5.1. Основні показники травматизму та розрахункові показники фермерського господарства «Ірій» Новомосковського району Дніпропетровської області

Показники	Роки		
	2017	2018	2019
Кількість <u>працюючих</u> , чол.	12	14	14
Кількість нещасних випадків	0	1	1
Втрати <u>днів</u> непрацездатності від Травматизму	0	7	11
Втрати від травматизму, <u>тис.</u> Грн	0	8,4	10,2

Коефіцієнт <u>частоти</u> травматизму	0	7,15	7,15
Коефіцієнт <u>важкості</u> травматизму	0	7	10,2
Коефіцієнт втрат робочого часу	0	600	710

5.3. Розробка проекту інструкції з охорони праці при роботі з розробленим агрегатом

Загальні вимоги безпеки при роботі на агрегаті на базі мотоблока

Розроблений агрегат рекомендований до експлуатації на малих присадибних ділянках, тобто він планується до експлуатації безпосередньо власником, або членами його родини. Таким чином, всю відповідальність за охорону праці несе власник, найчастіше це голова родини. Це накладає певні специфічні вимоги до охорони праці.

Розроблений нами розпушувач має механізм збудження автоколивань. Він може створити певну небезпеку в процесі роботи, але він не може бути запущений при нерухомому агрегаті, а в процесі роботи оператор знаходиться на безпечній відстані. Ріжучі кромки лез мають конструктивну товщину 0,5 мм і порізи малоімовірні. Тому, вимоги стосуються в основному мотоблоку.

Перш за все необхідно чітко дотримуватись інструкції заводу-виробника.

Мотоблоки широко продають у роздрібній мережі і згідно з чинним законодавством вони не потребують документів на право керування. Перед придбанням треба переконатись, що передпродажний сервіс повністю виконаний. Перевірити комплектність і наявність супровідної документації.

Перед першим запуском двигуна ретельно ознайомитись з вимогами охорони праці, можливими небезпеками і порядком дій, у разі їх виникнення.

Власник мотоблоку несе повну відповідальність за його подальшу експлуатацію. Тому, всіх членів родини треба ознайомити з правилами експлуатації, особливо що стосується неповнолітніх (інструкції заводів-

виробників у своїй більшості вимагають не допускати до керування осіб молодше за 16 років, але цією вимогою часто нехтують).

Розроблена конструкція не вимагає наявності валу відбору потужності. Тому, якщо мотоблок ним оснащений, бажано зняти пасок клино-пасової передачі.

Перед початком експлуатації перевірити, чи спрацьовує автоматичне вимикання трансмісії, якщо відпустити важіль керування.

Вимоги охорони праці перед введенням агрегата у експлуатацію. Мотоблок не зважаючи на простоту конструкції має суттєві відмінності від трактора і мінітрактора. Тому, перед тим, як приступити до роботи необхідно ретельно ознайомитись з заводською інструкцією з експлуатації. Перед пробним запуском видалити консерваційну смазку та ретельно перевірити надійність кріплення всіх вузлів і деталей, комплектність машини. Особливу увагу приділити надійності фіксації пружини віброзбуджувача, бо вона стискається при значному зусиллі. Перед першим запуском треба уникати занадто різкого натискання на рукоять зчеплення і не робити цього в момент запуску. Виконати обкатку машини у холостому режимі протягом 30 – 40 хв. і перевірити витрати пального. В разі не відповідності витрат паспортним даним припинити роботу і звернутись у гарантійну службу.

Аналіз потенційних небезпек при експлуатації агрегату.

Під час роботи в полі перед тим, як рухатись заднім ходом чи виконувати поворот необхідно виглибити робочі органи.

Не дозволяється зменшувати швидкість шляхом відключення зчеплення в процесі руху.

Забороняється повертати рукояті керування мотоблоком під час запуску двигуна і при русі на великій швидкості.

Не передавати роботу на агрегаті стороннім особам, особливо дітям. Під час роботи не дозволяти знаходитись будь-кому попереду агрегату.

Не проводити ремонт і регулювання агрегату під час його роботи або руху. Усі технологічні регулювання і технічне обслуговування проводити після повної зупинки агрегату і при непрацюючому двигуні трактора.

Не торкатись до рухомих органів машини.

Після зупинки обов'язково переводити важіль коробки передач нейтральне положення і вимикати вал відбору потужності, якщо він використовується.

Механізатор повинен слідкувати за рухомими органами, щоб у випадку аварійних ситуацій вчасно зупинити агрегат.

В місцях повороту агрегату не повинні знаходитись люди і транспортні засоби.

Після проведення будь яких ремонтних робіт в польових умовах не можна залишати інструмент або сторонні предмети на капоті.

З настанням темноти працювати з включеною фарею.

Вимоги охорони праці при проведенні технічного догляду

Під час догляду і регулювальних робіт користуватись тільки справним інструментом і технічно придатними пристроями.

Не чистити руками корпус розпушувача, а проводити тільки за

допомогою призначеного для цього скребків, які прикладаються до сільськогосподарської машини. Очистку і усі роботи про проведенню технічного догляду проводити можна тільки при вимкненому двигуні.

Під час роботи і у випадку проведення технічного обслуговування, у випадку необхідності його піддомкращування, слід користуватись підставками, які забезпечують його стійке і безпечне положення. Домкрат встановлювати тільки в призначених для цього місцях.

При роботі лежачи біля агрегату слід класти дошки, лист фанери, мати або користуватись лежаками з підголівниками.

Виконувати заміну клинопасового ременя виключити двигун і поставити механізм передачі у нейтральне положення. При заміні шківів ні в якому разі не ставити шківів більшої величини.

При демонтажі диска ведучого колеса випустити повітря.

Вимоги охорони праці по закінченні робіт

При постановці агрегату на тимчасове зберігання очистити його від пилу та рослинних решток. Корпус розпушувача встановити на дерев'яну підставку, під опорні колеса покласти бруски. Машину не класти набік, бо в такому разі долото розпушувача буде виступати за межі рами і можливе травмування о його загострені кромки.

По закінченню роботи знеструмити електрообладнання.

Перевірити надійність вузлів кріплення.

5.4. Рекомендації щодо забезпечення безпеки та покращення умов праці в господарстві

1. Заборонити робітникам працювати з нестандартною оснасткою в процесі технічного обслуговування і ремонту техніки.

2. Провести ремонт покриття на стоянці техніки.

3. Місця відпочинку працюючих обладнати ємностями для утилізації сміття, в тому числі недопалків.

4. Покращити стан пішохідних доріжок

5.5. Дії в надзвичайних ситуаціях

Специфіка роботи розробленого комбінованого агрегату – обробіток ґрунту на глибину 15-18 см на невеликих ділянках, в тому числі на неугіддях, тобто там, де великі агрегати не працюють. Це означає, що орний шар може містити сторонні предмети, в тому числі і вибухонебезпечні. Визначити це спеціалісту вибуховий це предмет чи ні, досить складно. Тому в будь-якому разі з ним треба поводитись як з небезпечним. Якщо, такий предмет знайдений, то :

- не підходити до предмету та ні в якому разі не чіпати підозрілий предмет не торкатися і не пересувати його
- не допускати до знахідки інших людей, особливо дітей
- не користуватися поряд із предметом засобами радіозв'язку, мобільними телефонами. Вони можуть спровокувати вибух
- припинити всі види робіт у районі виявлення ВВП
- організувати охорону небезпечного місця шляхом спостереження здалеку
- по прибуттю відповідних служб вказати час та місце виявлення ВВП

Необхідно виходити з того, що Правильно і безпечно знешкодити вибухонебезпечні предмети здатні лише досвідчені фахівці. Ні в якому разі не намагатись робити це самому, адже це може призвести до трагічних наслідків

Керівникам підприємств під час надзвичайної ситуації

1. Варто посилити пропускний режим на територію вашої організації, а також щоденно перевіряти та оглядати місце роботи на наявність вибухонебезпечних речовин. Це допоможе своєчасно виявити підозрілі предмети та вчасно знешкодити їх.

2. У випадку здачі приміщення в оренду, рекомендується включати у договір пункти, які дають змогу перевіряти їх в будь-який час.

У випадку виявлення вибухонебезпечних речовин керівникам установ, слід:

1. Повідомити до органів про небезпечну ситуацію, яка виникла

2. Дати вказівки співробітникам перебувати на безпечній відстані від невідомого предмета, а за необхідності евакуювати людей відповідно до наявного плану

3. Слід забезпечити безперешкодний проїзд до виявленого предмета автомашинам правоохоронних, медичних та рятувальних служб.

4. Дати вказівку співробітникам: не наближатися, не чіпати, не розкривати та не перемішувати об'єкт.

Висновки

1. Як показує виконаний аналіз в господарстві вимоги охорони праці в цілому виконуються. Зафіксовані випадки легкого травматизму пов'язані з безпечністю працюючих і переоцінкою своїх фізичних можливостей. Випадків травмування жінок і підлітків на сезонних роботах (збирання городини) не відмічено

2. Як показує аналіз розроблена конструкція комбінованого агрегату не погіршує стану охорони праці в господарстві.

РОЗДІЛ 6. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ РОБОТИ

Розрахунки техніко-економічних показників виконуємо у порівнянні суцільного і смугового обробітку ґрунту. Відмінність машин полягає в тому, що модернізована машина має менший тяговий опір і тому працює на більшій швидкості. Як наслідок, продуктивність вище. 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 роботи	га	200	200
2	Продуктивність	га/год	4,5	4,9
3	Витрати ПММ	кг/га	5,81	4,92
4	Вартість:	грн		
	- Трактора		170000	170000
	- Машини		16500	18500
	- Всього		186500	188500
5	Кількість обслуговую-		1	1

	чого персоналу			
--	----------------	--	--	--

Кількість нормо-годин у обсязі робіт

$$K_{\text{НГ}}^{\text{б}} = \frac{W_{\text{СЕЗ}}}{W_{\text{ГОД}}} = \frac{200}{4,5} = 44,4 \text{ ГОД} \qquad K_{\text{НГ}}^{\text{п}} = \frac{W_{\text{СЕЗ}}}{W_{\text{ГОД}}} = \frac{200}{4,9} = 40,82 \text{ ГОД} \quad (6.1)$$

Витрати праці:

$$V_{\text{П}}^{\text{б}} = K_{\text{НГ}} \cdot n = 44,4 \cdot 1 = 44,4 \text{ год} \qquad V_{\text{П}}^{\text{п}} = K_{\text{НГ}} \cdot n = 40,82 \cdot 1 = 40,82 \text{ год}, \quad (6.2)$$

де $n = 1$ - кількість обслуговуючого персоналу.

6.1. Експлуатаційні витрати

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

6.1.1. Основна і додаткова заробітна плата

Основна і додаткова заробітна плата з нарахуваннями:

$$\Pi = \frac{C_{\text{T}}}{W_{\text{ГОД}}} \cdot K_1 \cdot K_2, \quad (6.3)$$

де C_{T} - тарифна ставка, 12,00 грн./год;

$K_1 = 1,2$ – коефіцієнт, що враховує додаткову оплату (20%);

$K_2 = 1,375$ – коефіцієнт, що враховує нарахування на соціальні міроприємства.

$$\Pi^{\text{б}} = \frac{12}{4,5} \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1,375 = 4,4 \text{ грн./га} \qquad \Pi^{\text{п}} = \frac{12}{4,9} \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 1,375 = 4,04 \text{ грн./га}$$

6.1.2. Амортизаційні відрахування

Норма амортизації для трактора – 17.5%, машини – 14.2%.

Нормативне завантаження на рік:

- трактора - 1550год;
- машини - 580год

Трактор:

$$A_{\text{ТР}}^{\text{б}} = \frac{170000 \cdot 17.5}{100 \cdot 1550 \cdot 4.5} = 4,27 \text{ грн./га}$$

$$A_{\text{ТР}}^{\text{п}} = \frac{170000 \cdot 17.5}{100 \cdot 1550 \cdot 4.9} = 3,92 \text{ грн./га}$$

машина: $A_{\text{М}}^{\text{б}} = \frac{16500 \cdot 17.5}{100 \cdot 580 \cdot 4.5} = 1,11 \text{ грн./га}$

$$A_{\text{М}}^{\text{п}} = \frac{18500 \cdot 17.5}{100 \cdot 580 \cdot 4.9} = 1,14 \text{ грн./га}$$

Всього: $A_{\Sigma}^{\text{б}} = 4,27 + 1,11 = 5,38 \text{ грн./га}$

$$A_{\Sigma}^{\text{п}} = 3,92 + 1,14 = 5,06 \text{ грн./га}$$

6.1.3. Витрати на ПММ

$$B_{\text{ПММ}}^{\text{б}} = C_{\text{ПММ}} \cdot V_{\text{ПММ}} = 22 \cdot 5,81 = 127,82 \text{ грн./га}$$

$$B_{\text{ПММ}}^{\text{п}} = 22 \cdot 4,92 = 108,24 \text{ грн./га}$$

6.1.4. Витрати на ТО, ПР, зберігання

Норма витрат на ПР, ТО і зберігання:

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

Витрати на ТО, ПР і зберігання:

$$B = \frac{B_{\text{б}} \cdot (\alpha_{\text{ТО}} + \alpha_{\text{з}} + \alpha_{\text{ТР}})}{100 \cdot K_{\text{НГ}} \cdot W_{\text{ГОД}}} \cdot K, \quad (6.4)$$

де $B_{\text{б}}$ – балансова вартість, грн;

K – коефіцієнт переводу трактора у еталонний.

Трактор: $B_{\text{ТР}}^{\text{б}} = \frac{170000 \cdot (11 + 8 + 0,2)}{100 \cdot 71,4 \cdot 4,5} = 163,36 \text{ грн./га}$

$$B_{\text{ТР}}^{\text{п}} = \frac{170000 \cdot (11+8+0,2)}{100 \cdot 40,82 \cdot 4,9} = 163,19 \text{ грн./га}$$

Машина: $B_{\text{М}}^{\text{б}} = \frac{16500 \cdot (8+0,2)}{100 \cdot 44,4 \cdot 4,5} = 15,86 \text{ грн./га}$

$$B_{\text{М}}^{\text{п}} = \frac{18500 \cdot (8+0,2)}{100 \cdot 40,82 \cdot 4,9} = 17,76 \text{ грн./га}$$

Всього по агрегатам:

$$B^{\text{б}} = B_{\text{ТР}} + B_{\text{М}} = 163,36 + 15,86 = 179,22 \text{ грн./га}$$

$$B^{\text{п}} = 163,19 + 17,76 = 180,95 \text{ грн./га}$$

Всього експлуатаційних витрат на 1 га:

$$E_{\text{В}}^{\text{б}} = 4,40 + 5,38 + 127,82 + 179,22 = 316,82 \text{ грн./га}$$

$$E_{\text{В}}^{\text{п}} = 4,0,4 + 5,06 + 108,24 + 180,95 = 298,29 \text{ грн./га}$$

Експлуатаційні витрати на весь обсяг роботи:

$$E_{\Sigma}^{\text{б}} = E_{\text{В}} \cdot W_{\text{СЕЗ}} = 316,82 \cdot 200 = 63364 \text{ грн.} \quad E_{\Sigma}^{\text{п}} = 298,21 \cdot 200 = 59640 \text{ грн.}$$

6.2. Капітальні вкладення

Капітальні вкладення на 1 га:

Трактор: $K_{\text{В}}^{\text{б}} = \frac{B_{\text{Б}}}{W_{\text{СЕЗ}}} = \frac{170000}{200} = 850 \text{ грн./га}$

$$K_{\text{В}}^{\text{п}} = \frac{170000}{200} = 850 \text{ грн./га}$$

Машина: $K_{\text{В}}^{\text{б}} = \frac{16500}{200} = 82,5 \text{ грн./га}$

$$K_{\text{В}}^{\text{п}} = \frac{18500}{200} = 92,5 \text{ грн./га}$$

Всього:

$$K_{\text{В}}^{\text{б}} = 850 + 82,5 = 932,5 \text{ грн./га}$$

$$K_{\text{В}}^{\text{п}} = 850 + 92,5 = 942,5 \text{ грн./га}$$

6.3. Приведені витрати і річний економічний ефект

Приведені витрати на 1 га:

$$\Pi_{\text{В}} = E_{\text{В}} + 0,15 \cdot K_{\text{В}}$$

$$\Pi_{\text{В}}^{\text{б}} = 316,82 + 0,15 \cdot 932,5 = 456,62 \text{ грн./га}$$

$$\Pi_{\text{В}}^{\text{п}} = 298,29 + 0,15 \cdot 942,5 = 439,665 \text{ грн./га}$$

Приведені витрати на весь обсяг робіт:

$$\Pi_{\text{вс}}^{\text{б}} = \Pi_{\text{в}} \cdot W_{\text{сез}} = 456,62 \cdot 200 = 91324 \text{ грн.}$$

$$\Pi_{\text{вс}}^{\text{п}} = 439,665 \cdot 200 = 87033 \text{ грн.}$$

Річний економічний ефект:

$$E_{\text{е}} = 91324 - 87033 = 3391 \text{ грн.}$$

Строк окупності додаткових капітальних вкладень

$$n = \frac{2000}{3391} = 0,59$$

Висновки

Як показують розрахунки, модернізована машина має хорошу ефективність і її можна рекомендувати у впровадження.

Прогнозований річний економічний ефект складає 3391 грн при сезонному навантаженні 200 га.

Строк окупності додаткових капітальних вкладень 0,59 сезону.

Таблиця 6.2

Економічна ефективність проекту

№	ПОКАЗНИКИ	Варіант	
		Базовий	Проект
1	Вид роботи	Поверхневий обробіток	
2	Об'єм роботи, га	200	200
3	Склад агрегату: Трактор Машина	Т-150К КТД-4	Т-150К КТД-4М
4	Продуктивність, га/год	4,0	4,8
5	Балансова вартість, грн: - трактора - машини	170000 16500	170000 18500

6	Експлуатаційні витрати, грн./га В тому числі: Основна і додаткова заробітна плата Амортизаційні відрахування Витрати на ПММ Витрати на ТО, ТР, зберігання	316,82 4,40 5,38 127,82 179,22	298,29 4,04 5,06 108,24 180,95
7	Капітальні вкладення, грн./га	932,5	942,5
8	Приведені затрати, грн./га На весь обсяг роботи, грн.	456,62 91324	439,665 87033
9	Річний економічний ефект, грн.		3391
10	Строк окупності додаткових капітальних вкладень, років		0,59

ВИСНОВКИ

1. Оглядом літературних джерел встановлена ефективність використання катків-подрібнювачів для подрібнення на денній поверхні і наступного занурення рослинних решток у поверхневий шар ґрунту. Така технологія дозволяє підтримувати родючість ґрунту і обмежити непродуктивне випаровування вологи конструкційно катки-подрібнювачі виконані за єдиною схемою – це гладкий барабан з встановленими по периметру ріжучими елементами у вигляді ножевих планок. Аналізом також окреслено ряд проблем, які обмежують якісні показники виконання технологічного процесу. По-перше, існуючі конструкції катків розраховані на всі можливі варіанти агрофону, що обмежує отримання якісних показників роботи в конкретних умовах використання. По-друге, немає єдиного погляду на раціональну кінцеву довжину решток отримувану за результатами подрібнення.
2. В роботі запропонована концепція удосконалення конструктивних параметрів катка-подрібнювача, шляхом внесення можливості зміни кута постановки ріжучої планки до осі обертання барабану. Таке рішення дозволяє в різних умовах експлуатації отримувати раціональну її траєкторію.

3. У порівнянні з серійною моделлю розроблена конструкція забезпечує більш якісне формування структури поверхневого шару ґрунту і утворення шару мульчі, при практично рівних інших показниках виконання технологічного процесу, що свідчить про вірність обраного конструктивного рішення. Проведеними експериментальними дослідженнями підтверджена ефективність такого рішення.
4. Розроблена аналітична модель взаємодії катка з оброблюваним середовищем. Адекватність моделі підтверджена шляхом експериментальних досліджень в умовах рядової експлуатації машини.
5. Виконаними техніко-економічними розрахунками підтверджена ефективність впровадження розробки у виробництво. Прогнозований річний економічний ефект становить 3391 грн. при навантаженні 200 га.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- 1 Апроксимация функции одной переменной : онлайн калькулятор/ электронный ресурс/ код доступа <https://planetcalc.ru/5992/>
- 2 Бабицкий Л. Ф., Соболевский И. В., Куклин В. А. Обоснование оптимальной формы игл почвообрабатывающих игольчатых дисков/Ученые записки Крымского инженерно-педагогического университета. Выпуск 43. Технические науки – с.86-88
- 3 Волик Б.А., Брижаний І.Ю., Коновий А.В. Модельні уявлення ґрунту як елемент загальної математичної моделі ґрунтообробного знаряддя / Аграрна наука та освіта в ХХІ столітті : проблеми, перспективи та інновації // Зб. наукових-праць(17-18 травня 2018 року, м.Ніжин) / За наук. Ред. В.С. Лукача [та ін.].—Ніжин, 2018—С. 194-198.
- 4 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.
- 5 Коновий А.В.,Волик Б.А. Обґрунтування конструкції катка-подрібнювача для роботи по агрофону рослинних решток грубостеблових культур./ Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі: матеріали І Міжнар. наук.-практ. Інтернет-конференції

- (Мелітополь, 01-24 квітня 2020 р.) / ТДАТУ:- Мелітополь: ТДАТУ, 2020. – С.167-171.
- 5 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.
 - 6 Колеуш С.І. Обґрунтування конструкції і режиму роботи подрібнювача рослинних решток грубостеблових культур / С.І. Колеуш – Дипломна робота ступеня магістр за спеціальністю №208 «Агроінженерія. – ДДАЕУ, Дніпро,- 2018 – 74 с.
 - 7 Коновий А.В.,Волик Б.А. Обґрунтування конструкції катка-подрібнювача для роботи по агрофону рослинних решток грубостеблових культур./ Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі: матеріали I Міжнар. наук.-практ. Інтернет-конференції (Мелітополь, 01-24 квітня 2020 р.) / ТДАТУ:- Мелітополь: ТДАТУ, 2020. – С.167-171.
 - 8 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.
 - 9 Механико-технологические свойства стеблей сельскохозяйственных культур. Приборы и методы их изучения/Електронний ресурс ; код доступу; <https://mehanic-ua.ru/lektcii-po-mtsskhm/183-tehnologicheskie-svoystva-steble.html>
 - 10 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.
 - 11 Панченко А. Н. Теория измельчения почв почвообрабатывающими орудиями / А. Н. Панченко.- Днепропетровск: ДГАУ, 1999. – 140 с.
 - 12 Практикум з використання машин в рослинництві / [Ільченко В.Ю., Кобець А С., Мельник В.П та ін]. – Дніпропетровськ : Дніпроп. держ агр. ун-т. – 2002 – 212с.

- 13 Писаренко В.М. Система органічного землеробства агроеколога С.С. Антонця / В.В. Писаренко, А.С. Антонєць, Г.В. Лук'яненко, П.В.Писаренко. – URL: <https://www.pdaa.edu.ua/sites/default/files/node/3483/sistemaorganichnogozemlerobstvaantoncya.pdf>
- 14 Степанєць О.І. Обґрунтування параметрів і конструкції комбінованого ґрунтообробного агрегату, побудованого на принципах біоніки: дипломна робота на звання магістр / Степанєць Олександр Іванович – Дніпро: ДДАЕУ, 2019. – 74с.
- 15 Тєслюк Г. Ґрунтообробний агрегат для роботи в системі Strip-Till / [Тєслюк Г., Волик Б., Пугач А., Когут І.] - .] // Техніка і технології в АПК: науково-виробничий журнал. – Дослідницьке, УкрЦВТ. – 2015. – Вип.11(74). – С.16-19.
- 16 Теория, конструкция и расчет сельскохозяйственных машин: учебник для вузов сельскохозяйственного машиностроения / Е. С. Босой, О. В. Верняев, И. И. Смирнов, Е. Г. Султан-Шах.]; под ред. Е. С. Босого. -2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1977. –
- 17 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.
- 18 Улексін В.О., НАдикто М.Т. Обробіток ґрунту у мостовому землеробстві / Вісник ХНТУСГ «Технічний сервіс в АПК» : Харків – 2005. – С.163-168
- 19 Эффективность мульчирования в полеводстве/
URL : <http://www.kaicc.ru/otrasli/rasteniievodstvo/effektivnost-mulchirovanija-v-polevodstve>
- 20 Циліорик Я. Поверхневий обробіток і рослинні рештки / Електронний ресурс/URL: <https://www.zerno-ua.com/journal/2019/may-2019-god/poverhneviy-obrobitok-i-roslinni-reshtki>
- 21 Законах України «Про охорону праці». Документ 2694-ХІІ, чинний, поточна редакція — Редакція від 16.10.2020, підстава - [124-ІХ](#)
URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12#Text>

- 22 Законах України «Про фермерське господарство». Документ 973-IV, **чинний**, поточна редакція — Редакція від 15.08.2020, підстава - [819-IX](#)
URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/973-15#Text>
- 23 Законах України «Про пестициди і агрохімікати». Документ 86/95-ВР, **чинний**, поточна редакція — Редакція від 16.10.2020, підстава - [124-IX](#)
URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/86/95-%D0%B2%D1%80#Text>

ДОДАТКИ

ДНШРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

Обґрунтування конструктивних параметрів і режимів роботи катка-подрібнювача для роботи в умовах органічного землеробства

Доповідач **Третьяк Ілля Леонідович**

студент 2 курсу, групи МГМ-1-19 за

спеціальністю 208 «Агроінженерія»

Керівник доцент **Волик Борис Анатолійович**

Мета роботи –Покращення якісних показників обробітку ґрунту в умовах органічного землеробства шляхом адаптації реберчасто-планчатого катка до умов експлуатації

Задачі досліджень.

Виконаний аналіз сучасних технологій і технічних засобів подрібнення рослинних решток і окреслені невирішені проблеми

обґрунтований прототип розроблюваної конструкції;

Обґрунтована компоновочна схема знаряддя;

Розроблена математична модель взаємодії робочого органа з ґрунтовим середовищем.

Виконані експериментальні дослідження на підтвердження адекватності розробленої математичної моделі;

Виконані техніко-економічні розрахунки ефективності досліджень.

Шев
ронн
ий
проф
іль
план
ки



Базо
ва
моде
ль
катк
а-
подр
ібню
вача

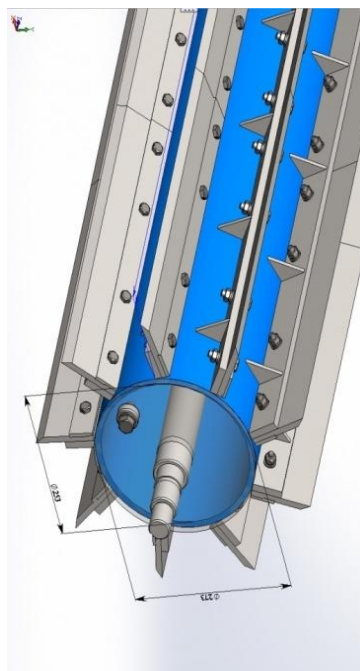


2. О Г Л Я Д К О Н С Т Р У

Ка
то
к-
по
др
іб
ню
ва
ч
К
М
-6
«С
те
п»



Типо
ва
конс
трук
ція
бара
бану



3. ЗАГАЛЬНИЙ ВИДИМОДЕРНІЗОВА

Облегший вариант тка-подріб



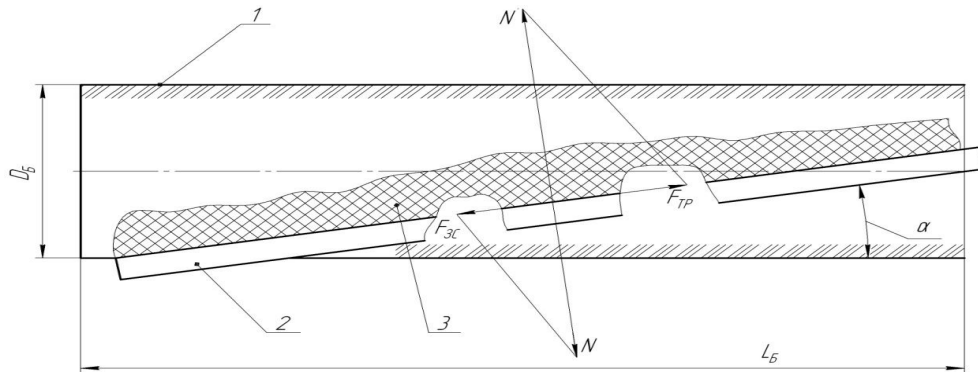
Варіант на основі трубчатого барабану



4. АНАЛІТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Режим працездатності : $F_{TP} \geq F_{ЗС}$

F_{TP} – сила тертя ґрунту о поверхню планки; $F_{ЗС}$ – сила зсуву під дією поступового руху;



Розрахункова схема до визначення кута постановки планки до осі обертання барабану:

1- барабан; 2 – планка 3 – шар ґрунту

$$F_{TP} = N \tau \operatorname{tg} \varphi_1$$

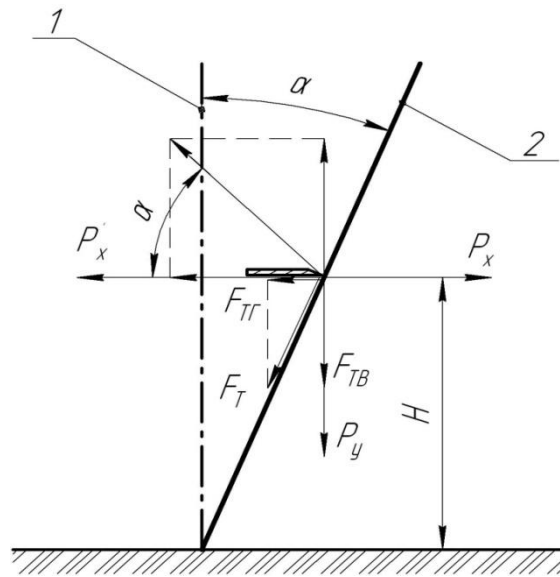
де φ_1 – кут тертя ґрунту по сталі; N – нормальна реакція тиску на поверхню робочого органу

$$F_{ЗС} = N \tau \operatorname{tg} \alpha$$

де α – кут постановки планки до осі обертання барабану;

$$\alpha \leq \varphi_1 \leq 25^\circ$$

5. АНАЛІТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ (2)



$$P_x = N_T \cos\theta + F_T \sin\theta = N_T (\cos\theta + \operatorname{tg}\varphi_T \sin\theta), \quad F = N_T \operatorname{tg}\varphi,$$

$$P_x = N_T [\cos\theta + \operatorname{tg}\varphi_T \sin\theta + \cos\theta + \operatorname{tg}\varphi_T \sin\theta],$$

де φ – кут тертя стебла по сталі θ – кут прогину на кінцевому етапі перерізаня

Для консольно защемленої балки при великому прогині

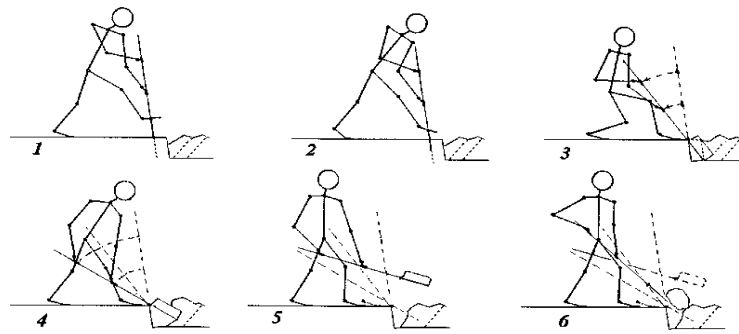
$$N = \frac{2 \cdot E_T \cdot J \cdot \sin\theta_T}{H^2}$$

$$E_T \cdot J = 500 \text{ Па} -$$

усереднена жорсткість стебла кукурудзи

$$P_x = \frac{2 \cdot E_T \cdot J \cdot \sin\theta_T}{H^2} \cdot [\cos\theta + \operatorname{tg}\varphi_T \sin\theta + \cos\theta + \operatorname{tg}\varphi_T \sin\theta],$$

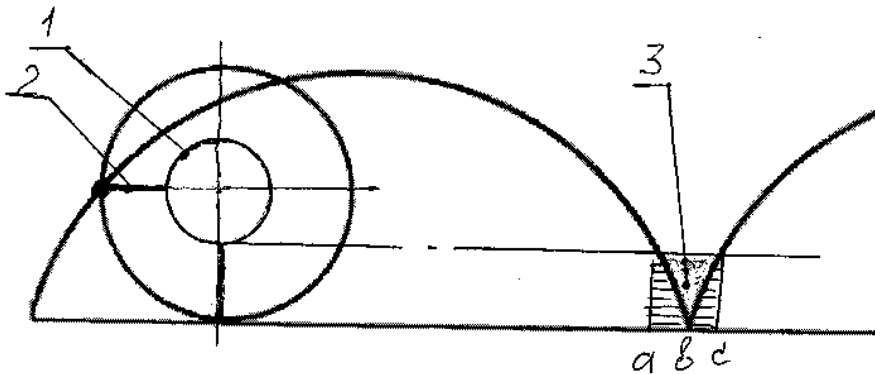
6. АНАЛІТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ (3)



Фази процесу ручного копання :

1 – установка лопати у вихідне положення; 2 – занурення у ґрунт; 3 – відокремлення скиби; 4 – зсув скиби; 5 – підйом скиби; 6 укладання скиби

$$P = K_{3M} \tau b \int_a^b f(x) \tau dx$$



Абсолютна траєкторія руху леза планки : 1 - барабан;
2 – планка; 3 - об'єм розпушеної частини ґрунту τ – тепуче значення кута обертання барабану.

3. Властивості рослинних решток

Якісні показники роботи
- Коефіцієнт структурності
грунту в межах утворюваної
уЗЛожем борозни -0,48-55

- Коефіцієнт
45 зноподрібнення
структурованих агрегатів –
)- 82

70 - Коефіцієнт подрібнення
рослинних решток $K_{ПД} = 0,60$
- 0,66;
галі

Коефіцієнт якості
ормування поверхневого
шару $K_{П} = 0,45 - 0,51$;

Коефіцієнт якості
ормування шару мульчі
 $M = 0,75 - 0,83$

4. Механіко- технологічні властивості грунту

- твердість 5
М²;

- межа несучої



7.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ

І
Б
Е
Е
З
У
Л
Б
Т
А
Т
И
Е
К
С
П
Е
Р
И
М
Е
Н
Т

9.

№	ПОКАЗНИКИ	Варіант	
		Базовий	Проектний
1	Вид роботи	Поверхневий обробіток	
2	Об'єм роботи, га	200	200
3	Склад агрегату: Трактор Машина	Т-150К КТД-4	Т-150К КТД-4
4	Продуктивність, га/год	4,0	4,0
5	Балансова вартість, грн: - трактора - машини	170000 16500	170000 18500
6	Експлуатаційні витрати, грн./га В тому числі: Основна і додаткова заробітна плата Амортизаційні відрахування Витрати на ПММ Витрати на ТО, ТР, зберігання	316,82 4,40 5,38 127,82 179,22	298,82 4,04 5,06 108,2 180,9
7	Капітальні вкладення, грн./га	932,5	942,5
8	Приведені затрати, грн./га На весь обсяг роботи, грн.	456,62 91324	439,6 8703
9	Річний економічний ефект, грн.		339,5
10	Строк окупності додаткових капітальних вкладень, років		0,59

**ТЕХН
ІКО-
ЕКОН
ОМІЧ
НІ
ПОКА
ЗНИК
И**

ВИСНОВКИ

1. Оглядом літературних джерел встановлена ефективність використання катків-подрібнювачів для подрібнення на денній поверхні і наступного занурення рослинних решток у поверхневий шар ґрунту. Така технологія дозволяє підтримувати родючість ґрунту і обмежити непродуктивне випаровування вологи конструкційно катки-подрібнювачі виконані за єдиною схемою – це гладкий барабан з встановленими по периметру ріжучими елементами у вигляді ножевих планок. Аналізом також окреслено ряд проблем, які обмежують якісні показники виконання технологічного процесу. По-перше, існуючі конструкції катків розраховані на всі можливі варіанти агрофону, що обмежує отримання якісних показників роботи в конкретних умовах використання. По-друге, немає єдиного погляду на раціональну кінцеву довжину решток отримуваних за результатами подрібнення.
2. В роботі запропонована концепція удосконалення конструктивних параметрів катка-подрібнювача, шляхом внесення можливості зміни кута постановки ріжучої планки до осі обертання барабану. Таке рішення дозволяє в різних умовах експлуатації отримувати раціональну її траєкторію.
3. У порівнянні з серійною моделлю розроблена конструкція забезпечує більш якісне формування структури поверхневого шару ґрунту і утворення шару мульчі, при практично рівних інших показниках виконання технологічного процесу, що свідчить про вірність обраного конструктивного рішення. Проведеними експериментальними дослідженнями підтверджена ефективність такого рішення.
4. Розроблена аналітична модель взаємодії катка з оброблюваним середовищем. Адекватність моделі підтверджена шляхом експериментальних досліджень в умовах рядової експлуатації машини.
5. Виконаними техніко-економічними розрахунками підтверджена ефективність впровадження розробки у виробництво. Прогнозований річний економічний ефект становить 3391 грн. при навантаженні 200 га.

