

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИ-
ТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра тракторів і сільськогосподарських машин

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а

до дипломної роботи

освітнього ступеня «Магістр» на тему:

**Підвищення експлуатаційної надійності машинно-тракторних агрегатів
при поверхневому обробітку ґрунту**

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

_____ Руда Іван Володимирович

Керівник: _____ Сокол Сергій Петрович

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

Тракторів і сільськогосподарських машин

(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**

Руді Івану Володимировичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. **Тема роботи:** Підвищення експлуатаційної надійності машинно-тракторних агрегатів при поверхневому обробітку ґрунту

керівник роботи Сокол Сергій Петрович, к.т.н., доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ДДАЕУ від

«10» жовтня 2020 року № 2556

2. **Строк подання студентом роботи** 09.12.2020 р.

3. **Вихідні дані до роботи.** Технічні характеристики машинно-тракторних агрегатів на культивації. Навчальна література з сільськогосподарських машин та машиновикористання в рослинництві.

4. **Зміст розрахунково-пояснювальної записки** (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Огляд моделей культиваторів. 2. Методики досліджень. 3. Результати експериментальних досліджень. 4 Охорона праці та захист при проведенні лабораторних досліджень. 5. Розрахунок економічної ефективності. Загальні висновки. Бібліографічний список. Додаток.

5. Перелік демонстраційного матеріалу

1 - Титульний лист. 2 - Мета, завдання. 3, 4 – Огляд моделей культиваторів. 5,6 – Методики досліджень. 7, 8 – Результати експериментальних досліджень. 9 - Охорона праці та захист при проведенні лабораторних досліджень. 10. Розрахунок економічної ефективності. 11 - Загальні висновки.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Сокол С.П., доцент		
2	Сокол С.П., доцент		
3	Сокол С.П., доцент		
4	Кравець В.В., доцент		
5	Вініченко І.І., зав. каф., проф.		
Нормоконтроль			

7. Дата видачі завдання: 10.06.2020 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Розділ 1. Огляд моделей культиваторів	до 30.06.2020 р.	
2	Розділ 2. Методики досліджень	до 10.07.2020 р.	
3	Розділ 3. Результати експериментальних досліджень	до 29.10.2020 р.	
4	Розділ 4. Охорона праці та захист при проведенні лабораторних досліджень	до 12.11.2020 р.	
5	Розділ 5. Розрахунок економічної ефективності	до 01.12.2020 р.	
6	Демонстраційна частина	до 09.12.2020 р.	
7			

Студент
(підпис)

_____ Руда І.В.
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи
(підпис)

_____ Сокол С.П.
(прізвище та ініціали)

Реферат

Руда І.В. Підвищення експлуатаційної надійності машинно-тракторних агрегатів при поверхневому обробітку ґрунту / Випускова кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеню «магістр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія». – ДДАЕУ, Дніпро, 2020.

Робота виконана на кафедрі тракторів та сільськогосподарських машин.

Основні результати роботи доповідалися на конкурсі наукових доповідей всеукраїнської науково – практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених. м. Кропивницький, ЦНТУ. 11 – 13.04.2018 року.

Робота складається з 5 розділів, що містять: огляд моделей культиваторів, методики досліджень, результати експериментальних досліджень, охорону праці та захист при проведенні лабораторних досліджень та розрахунок економічної ефективності. В кінці пояснювальної записки містяться висновки, бібліографічний список, додатки. Всього 53 сторінок листів формату А 4. Додається демонстраційний матеріал, виконаний в середовищі PowerPoint.

Ключові слова: стрілчасті лапи, культиватор, машино – тракторний агрегат, відносна зносостійкість.

Апробація роботи

Конкурс наукових доповідей всеукраїнської науково – практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених. м. Кропивницький, ЦНТУ. 11 – 13.04.2018 року.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1. ОГЛЯД МОДЕЛЕЙ КУЛЬТИВАТОРІВ.....	7
1.1. Опис світових моделей культиваторів.....	7
1.2. Огляд робочих органів культиваторів.....	17
2. МЕТОДИКИ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	23
2.1. Лабораторне обладнання.....	26
3 . РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	31
3.1. Програма досліджень.....	31
3.2. Результати відносної зносостійкості	31
3.3. Результати оптичних досліджень	34
4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ ПРИ ПРОВЕДЕННІ ЛАБОРАТОРНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	37
4.1.Значення охорони праці.....	37
4.2. Охорона праці при проведенні наукових досліджень.....	39
4.3. Безпека праці при роботі з машиною для дослідження тертя та зносу СМЦ- 2 з абразивом.....	40
4.4. Розробка карти безпеки праці при проведенні лабораторних дослі- джень.....	40
5. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ.....	45
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	49
БІБЛЮГРАФІЧНИЙ СПИСОК.....	53
Додатки	

ВСТУП

Основою сільськогосподарського виробництва є землеробство, мета якого за допомогою сучасних досягнень науки і техніки отримати якомога високий врожай при найменших витратах із мінімальною шкодою для довкілля.

При цьому потрібно досягти максимального рівня реалізації біопотенціалу сільськогосподарських культур, їх сортів, тобто тієї величини врожайності, яка була отримана при сорто - випробуванні за певних ґрунтово-кліматичних умов на високому агрофоні з використанням сільськогосподарської техніки та повсякденного виконання технологічних операцій.

Обробіток ґрунту є одним із самих важливих засобів підвищення його родючості і збільшення врожайності вирощуваних сільськогосподарських культур.

Під впливом механічного обробітку змінюються фізико-хімічні якості ґрунту, а разом з цим водно-повітряний, тепловий режими, біологічні процеси, знищуються бур'яни, внаслідок чого повинні створюватись відповідні умови для більш повного генетичного потенціалу вирощуваних культур.

Оцінки довготривалого розвитку сільськогосподарського виробництва засвідчують про необхідність в найближче десятиліття вирішувати якісно нові задачі, які обумовлені зростаючим дефіцитом трудових і матеріальних ресурсів і збільшенням екологічних обмежень. В число таких задач входять: значне зниження витрат праці, збереження і підвищення родючості ґрунту, максимальний захист довкілля від забруднень хімікатами і відходами тваринництва, скорочення витрат сільськогосподарської продукції. Аналіз прогнозів розвитку сільськогосподарського виробництва дозволяє намітити загальні взаємопов'язані напрямки подальшого удосконалення його технологій.

1.ОГЛЯД МОДЕЛЕЙ КУЛЬТИВАТОРІВ

1.1.Опис світових моделей культиваторів

В процесі огляду світових виробників МТА для поверхневого обробітку ґрунту я обрав декілька варіантів, а саме:

- 1) Класичний навісний культиватор «Allrounder classic» від компанії «Kokerling» (Німеччина)



Рис 1.1 - класичний культиватор «Allrounder classic»

На рис.1.1 зображений класичний культиватор «Allrounder classic» від компанії Kokerling під час роботи.

Даний культиватор є знаряддям для передпосівної підготовки ґрунту та обробки стерні. На весні знаряддя застосовується, головним чином, для передпосівної підготовки після основного обробітку із застосуванням стрілкової лапи для поверхневого розпушування, яка працює по всій площині ґрунту. При цьому вирівнюється зяб і одночасно проводиться видалення бур'янів які зійшли. Гідравлічно регульований розрівнюючий щит, що знаходиться попереду знаряддя, є важливим інструментом, який дозволяє досягти оптимального вирівнювання ґрунтового горизонту. Каток з штригель бороною дозволяє досягти ідеального ущільнення, вирівнювання посівного горизонту, а також оптимального подрібнення і структури ґрунту для подальшого посіву. Даний культиватор виконує й інші завдання, такі, як заробка органічних решток, сидератів або

швидка аерація перед посівом. Знаряддя забезпечує високу продуктивність і легкість тяги при низькій витраті палива в межах 4,5 л/га. Високий прохід рами 60 см дозволяє уникати забивань знаряддя.



Рис. 1.2 Фронтальний вигляд під час роботи культиватора «Allrounder classic»

В залежності від робочої ширини захвату культиватора, на ньому застосовується різна кількість робочих органів – стрілочастих лап. Також, в залежності від технології вирощування сільськогосподарських культур, на даному культиваторі використовується чотири види котків, які будуть приведені в характеристиці. В цілому як правило це такі котки як: планчатий коток 350 мм, подвійний планчатий коток та STS коток. В залежності від ваги культиватора змінюється і тягове зусилля яке потрібно для роботи з даним культиватором, а саме: з вагою 900 кг – потрібно 80 к.с.; з вагою 1280 кг – потрібно 100 к.с.; з вагою 1505 кг – 120 к.с.; 1780 кг – 140 к.с.

Опис оснащення культиватора «Allrounder classic» :



Рис. 1.3 Телескопічне дишло

При наявності телескопічного дишла можна використовувати трактор зі спареними колесами. Маневреність культиватора від цього не змінюється.



Рис. 1.4 Передні опорні колеса

Масивні передні колеса витримують високі допустимі навантаження і забезпечують точну глибину обробітку.



Рис. 1.4 Сійки геркулес 70 x 12 мм

Ці стабільні пружинні сійки забезпечують оптимальне подрібнення ґрунту і надають культиватору легкий хід при низькій витраті палива.



Рис. 1.5 Подвійний STS коток

Коток додає машині значну стійкість. Крім того цей коток забезпечує чудову стабільність навіть на кам'янистих ґрунтах. Велика експлуатаційна надійність досягається розташуванням кілець катка, які при роботі самоочищаються від налипшої землі.



Рис. 1.6 Гідравлічний щит

Знаходиться попереду знаряддя гідравлічний щит «Levelboard» є важливим інструментом, що дозволяє досягти оптимального вирівнювання ґрунтового горизонту, особливо по плужній борозні. На важких ґрунтах розбиває великі грудки, до того як стійки починають свою роботу.



Рис. 1.7 Штригель 13 мм

Штригельна борона являє собою простий інструмент з високою ефективністю. Вона розподіляє землю таким чином, щоб великі грудки, як захист від ерозії, залишалися на поверхні, одночасно служить для оптимального розподілу соломи і вирівнювання ґрунтового горизонту.

Табл 1.1. Характеристики культиватора «Allrounder classic» :

Робоча ширина, м	3	4	5	6
Транспортна ширина, м	3		2,70	
Кількість лап	21	25	33	39
Крок лап спереду, см	15			
Висота рами, см	60			
Вага, кг	900	1280	1505	1780
Коток	Планчатий коток 350 мм, подвійний планчатий коток 350 мм, STS коток 530 мм, трубчатий коток			
Вирівнювання	Гідравлічна планувальна дошка, нівелятор			
Штригель, мм	13 мм			
Необхідне тягове зусилля, к.с	80	100	120	140

Стрілчасті лапи, які використовуються на даному культиваторі:



Рис. 1.8 Різновиди робочих органів до культиватора «Allrounder classic»

З ліва на право:

Класична стрілчаста лапа 200 x 6 мм;

Двобічне долото 290 x 60 x 10 мм;

Стрілчаста лапа 180 x 6 мм;

Швидкознімне долото 60 x 13 мм;

Швидкознімна стрілчаста лапа 180 x 6 мм;

Посилене долото «Betek» 55 x 20 мм.

2) Культиватор «Vector» від виробника Kokerling (Німеччина)



Рис. 1.9 – Культиватор «Vector»

Це чотирирядне багатофункціональне знаряддя для мілкої поживної обробки, основної обробки і глибокого розпушування ґрунту до 40 см.

Унікальність знаряддя культиватора «Vector» полягає в системі регулювання глибини «Easy-Shift», за допомогою якої можна безступінчасто (без кліпс) регулювати глибину обробки без необхідності зупинки і виходу з кабіни. На полях з різноманітною структурою ґрунтових горизонтів, при переході з піщаного на глинистий ґрунт або на вологі низини, оператор може миттєво підлаштувати глибину обробки. Чи то переущільнення або порослі чагарником краї поля, глибокі колії або купи соломи, механізатор має можливість відреагувати на це шляхом зміни глибини обробки. Іншою особливістю знаряддя культиватора «Vector», яка не має аналогів в світі, є можливість використання однієї машини з різною робочою шириною:

1 – 4,6 м або 6,2 м

2 – 5,7 м або 8,0 м

3 – 7,0 м або 9,0 м робочої ширини.

Для цього потрібне лише прикріпити або зняти бічні секції, з'єднані на фланцях. Це унікальна можливість для господарств, після придбання більш по-

тужнішого трактора збільшити робочу ширину знаряддя шляхом до замовлення бічних секцій або навпаки, при недостатці тягової сили при глибокому розпушенні, просто зняти бічні секції і зменшити ширину захвату.

На культиваторі «Vector» встановлені стійки з блоком захисту на 650 кг, які надають змогу швидкого переобладнання як на невелику глибину, так і на глибоке рихлення. Широкі, передні чотири опорних колеса і тандемний каток «STS» є гарантом плавного ходу машини і точного дотримання робочої глибини, навіть при сильній вологості або на легких ґрунтах. Підресорена пружинна



Рис. 1.10. Vector

борона служить для оптимального розподілу органічних решток, вирівнювання і оптимального формування структури ґрунту.

Даний культиватор можливо оснастити системою «Boxer»* (рис 1.11) від компанії «Kokerling» - для внесення двох або одного видів мінеральних добрив в процесі обробітку ґрунту. Два роздільних бункера з двома повноцінними дозаторами. Та системою «Speed Drill»** (Рис 1.12) від компанії «Kokerling» - для посіву дрібнонасінних культур, ріпаку, трав, в процесі обробітку ґрунту. Ці компонування суттєво покращують роботу та підвищують продуктивність роботи культиватора, порівняно із культиватором без додавання даних агрегатів.



Рис. 1.11. Культиватор «Vector» із системою «Boxer»

*Boxer – машина для транспортування, дозування, змішування і розподілу насіння або добрив. Знаходиться між трактором і причіпним знаряддям. Агрегується з машинами, які мають власні шасі, можливий розподіл і внесення мінеральних добрив і насіння.



Рис. 1.12 Культиватор «Vector» із системою «Speed Drill»

**Speed Drill – система за допомогою якої є можливість ефективніше проводити посів сидератів одночасно із обробкою ґрунту.

Сівалкою «Speed Drill» можна оснащувати культиватори. Посів забезпечується великим бункером об'ємом 475 літрів. Насіннєвий матеріал розподіляється через сошники, що знаходяться точно за катком культиватора. Так насіння потрапляє на ущільнену землю і надійно прикривається за допомогою штригеля дрібноземом. Для контролю швидкості використовується радіолокаційний датчик. Привід вентилятора здійснюється гідравлічно, для досить великого потоку повітря. Таким чином досягається гарний розподіл насіння і на машинах з великою шириною захвату.

Робочі органи даного культиватора є аналогічними до культиватора «Allrounder classic».

Оснащення культиватора «Vector» майже ідентичне культиватора «Allrounder classic», але є і свої допоміжні опції, а саме:



Рис. 1.13 Гідравлічне регулювання глибини «EasyShift»

За допомогою «EasyShift» можливе регулювання обробки глибини під час роботи. При русі важеля гідравліки передні опорні колеса змінюють свою позицію. Зміна позиції передається на подвійний STS коток. Так підіймається або опускається весь культиватор паралельно до землі.

Табл. 1.2. Характеристики культиватора «Vector»:

Робоча ширина, м	4,60	6,20	5,70	7,00	8,00	9,00
Кількість лап	17	23	21	25	29	33
Кількість нівеляторів	8	12	10	-	14	16
Крок сліду лап, см	27					
Висота рами, см	88					
Коток	Подвійний STS – коток 530 мм					
Вага, кг	6300	7400	6850	8160	8430	9950
Необхідне тягове зусилля, к.с	200	240	260	350	350	450

1.2 Огляд робочих органів культиваторів.

Культиватори як і решта машинно-тракторних агрегатів для поверхневого обробітку ґрунту потребують надійних та якісних робочих органів, в даному розділі будуть представлені різноманітні робочі органи для культиваторів які ми розглядаємо, а саме: «Allrounder classic» та «Vector». В більшості випадків у багатьох виробників лапи схожі по своїх геометричних розмірах, але мають різну якість, як на міцність так і на зносостійкість. Рекомендовано використовувати саме ті лапи, які виготовляє та рекомендує завод постачальник у якого був придбаний культиватор. Підбір культиваторних лап з підвищеним ресурсом впливає на збільшення терміну служби до їх заміни, що тягне за собою економію часу на ремонт, зменшення витрат на заробітну плату трактористу тим самим збільшується продуктивність роботи в полі. Тобто в загальному балансі робочого часу збільшується доля оперативного часу, і зменшується оперативний час.

1) Класична стрілчаста лапа, розміри якої 200 x 6 мм (Рис.1.2.1)



Рис. 1.2.2 Стрілчаста лапа 200 x 6 мм

Данна лапа призначена для дрібного і суцільного обробітку ґрунту, яка підходить до стійки 50 x 13 мм та 50 x 12 мм.



Рис. 1.2.3 ТорМіх лапа 320 x 10 мм

Данна лапа виконує функцію екстримально мілкої обробки ґрунту. З глибиною від 0 до 5 см. З шириною зрізу пласта на 320 мм всю площину повністю однорідно.



Рис. 1.2.4 TopMix крило 350 x 10 мм

Комбінується разом з долотом. Ця комбінація робить суміш землі з соломою в робочому діапазоні від 5 до 15 см. У лапи ширина крила 350 мм і товщина матеріалу 10 мм.



Рис. 1.2.5 TopMix долото 80 x 14 мм

Для глибокого розпушення рекомендується використовувати долото без крил. 80 мм – ширина та 14 мм – товщина матеріалу товсте долото виготовлено

в спеціальному радіусі, щоб ґрунт спочатку підіймався, а потім розмішувався.
Переваги: Великі грудки редукуються і створюється мілкозем.



Рис. 1.2.6. Долотоподібна двостороння лапа 290 x 60 x 7

Оптимально для обробки ґрунту від 5 до 12 см. Лапа виробляє багато мілкозема і ефективно змішує.



Рис. 1.2.7. Вузька лапа 60 x 16 мм

Застосовується для глибокого розпушування ґрунту до 20 см. Особливо при дуже важких умовах вузька лапа грає важливу роль: мала лінійна відстань і вузькі лапи. Вхід в ґрунт гарантовано.



Рис. 1.2.8. ТорМіх долото лезо 40 x 20 мм

Для екстремально глибокого розпушування розроблено дане долото лезо. З шириною зрізу 40 мм ґрунт можна ефективно обробляти і на глибині від 20 до 30 см. Долото лезо з обох сторін має наплавку, а на наконечнику броньовану пластину.



Рис. 1.2.9. Долото ВЕТЕК армоване 55 x 20 мм

Долото має : чудовий ресурс стійкості; не потрібне регулювання глибини ходу, по причині зносу; економія часу і коштів завдяки тривалості служби; для меншого зносу вістря окантовуються міцною металевою пластиною.

Висновки по розділу. В розділі розглянули світові моделі культиваторів, оглянули їхні основні робочі органи, їх види та можливі їх компонування із різними додатковими знаряддями, які дають змогу одночасно здійснювати внесення мінеральних добрив та проводити посів сидератів одночасно із обробкою ґрунту. Виділили тенденцію, що лапи вищої якості забезпечують вищий ресурс.

Тому метою роботи визначити залежність величини відносної зносостійкості різних виробників культиваторних лап.

Для досягнення мети необхідно вирішити такі задачі, як:

- Обрати стілочаті лапи різних виробників
- Провести лабораторні дослідження підібраних зразків стрілочастих лап
- На основі експериментальних досліджень провести ранжування зразків за критерієм відносної зносостійкості.

2. МЕТОДИКИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Для визначення величини відносної зносостійкості матеріалів, з яких виготовлені обрані зразки, проводили лабораторні випробовування на відповідному обладнанні: машині тертя з примусовим подаванням абразиву. Для випробувань були взяті 9 стрілчастих лап різних виробників, що конкурують між собою на ринку України (табл. 2.1). З них виготовляли 9 металевих зразків, за розмірами в межах 53×29×7 мм, що відповідало вимогам ГОСТу 23.208-79. Шорсткість зразків була доведена до 7-го класу відповідно до ГОСТу 2789-73. Параметр шорсткості R_a зразків для випробувань дорівнював 0,6...0,7 мкм. Визначення параметрів шорсткості відбувалося за допомогою профілометра-профілографа моделі 256 заводу «Калибр». Усім зразкам надали умовні позначення. (табл. 2.1). Для неупередженості результатів, зразки різних виробників нумерували.

Таблиця 2.1. Умовні позначення зразків

Шифр	Виробник*	Умовне позначення	Твердість HRC
Зразок 1	ПМ «Восход»	45	45
Зразок 2	Belotta	45-50 HRC	45...50
Зразок 3	Case IH	50 HRC	50
Зразок 4	Steel Brock	НЛО	45
Зразок 5	Frank	ІНС	45
Зразок 6	Велес Агро	Кейс	45
Зразок 7	Kokerling	К1	45
Зразок 8	Farmet	F1	45
Зразок 9	Farmet	F2	45

Зразки вирізали вручну зі стрілчатих лап (рис.2.1). А далі доводили розміри на фрезовому станку. Випробування проводили в ауд. 130 Міжфакультетської проблемної лабораторії технічного сервісу машин ДДАЕУ.





Рис.2.1. Загальний вигляд стрілочних лап, з яких були виготовлені зразки для випробування.

Виготовлені з робочих органів зразки відповідали ГОСТу 23.208-79 (рис.2.2).

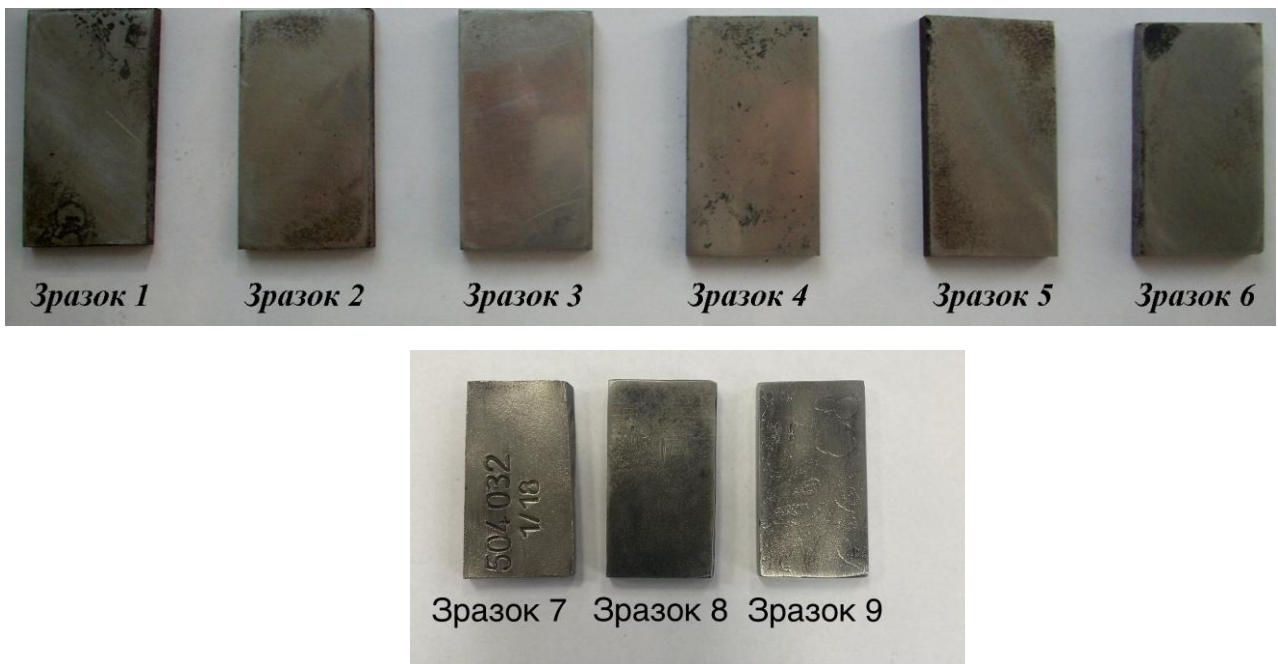


Рис. 2.2. Загальний вигляд підготовлених зразків.

2.1. Лабораторне обладнання. Дослідження зразків на відносну абразивну стійкість проводили згідно ГОСТ 23.208-79 на спеціально підготовленому лабораторному устаткуванні (рис. 2.3) на базі машини тертя СМЦ-2. Для досліджень також використовувалось таке обладнання: термошафа стаціонарна; аналітичні терези ВЛР-200 (рис.2.6) з точністю вимірювань 0,2 мг (0,0002 г); штангенциркуль ШЦ-125, клас 2, порядковий № Э99344; інше допоміжне нестандартне обладнання.



Рис. 2.3. Загальний вигляд машини тертя для абразивного зношування матеріалів

Суть методу полягала у тому, що за однакових умов проводили примусове зношування досліджуваного і еталонного зразків. В якості еталонного зразка використовували зразок 1. Зношування здійснювали за допомогою абразивного нежорстко закріпленого матеріалу (електрокорунд №16-Н, ГОСТ 3643-71), який подавався в зону тертя і притискався до зразка гумовим роликом, що обертається (рис. 2.4).

Перед випробуванням абразив просували до відносної вологості не більше 0,16 %. Припрацювання ролика проводили методом тертя об його поверхню шліфувального паперу типу 2 (ГОСТ 6456-75) із зернистістю № 8П (ГОСТ 3647-71), закріпленого в зразку-утримувачі на плоскій сталевій пластині. Після припрацювання ролик промивали в бензині. Умови випробування приведені в таблиці 2.

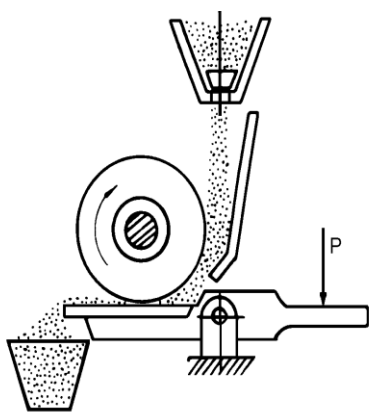


Рис. 2.4. Схема визначення зносостійкості об нежорстко закріплені абразивні частки.

З метою адекватної відтворюваності

результатів експерименти повторювали тричі. У разі співпадіння результатів до 15 % його вважали прийнятним. Таким чином, кожен зразок мав по три місця зношування (рис.2.5). після кожного разу зважували, щоб була змога порівнювати зразки на зносостійкість за рахунок втрати маси.



Рис.2.5 Зовнішній вигляд зразка після проведення досліджень.

Знос зразків, що випробовувались і еталонних визначали шляхом зважування до і після випробування з похибкою не більше 0,1 мг. Відносну зносостійкість досліджуваного матеріалу обчислювали за формулою:

$$K_u = \frac{g_e \cdot \rho_d \cdot N_d}{g_d \cdot \rho_e \cdot N_e},$$

де: ρ_e, ρ_d – густина еталонного і досліджуваного матеріалів, кг/м³;

N_e, N_d – кількість обертів ролика при випробуваннях еталонного і досліджуваного зразків;

g_e, g_d – знос еталонного і досліджуваного зразків, кг.



Рис.2.6. Аналітичні терези ВЛР-200,
на яких реалізовано гідростатичне зважування.

**Таблиця 2.1. Умови випробування при зношуванні об нежорстко
закріплені абразивні частки**

Навантаження, Н	Частота обертання, об/хв	Характеристика гумового ролика			
		Діаметр, мм	Ширина, мм	Твердість за ГОСТ 263- 75	Відносне остаточне подовження, %
44	60	50 мм	15±0,1	78-85	15-20

Густина зразків ρ визначали за методом гідростатичного зважування за ГОСТ 15139-69. Зразок, підвішений до коромисла аналітичних терезів, послідовно зважували у повітрі та у дистильованій воді за температури 293 К з точністю не нижче 0,0001 г. Густина розраховували за відношенням маси зразка у повітрі до різниці мас у повітрі й у воді. Середнє арифметичне значення густини, отримане в результаті не менше, як трьох вимірів, що відрізняються не більше ніж на 1 %, приймали за остаточний результат.

Безпосередньо проведення експерименту здійснювалося таким чином, що кожен кожний цикл випробувань відбувався за чотири хвилини (600 обертів ролика). Увесь цей час ролик з абразивом під дією тиску примусово зношував поверхню дослідного зразка (рис 2.7).

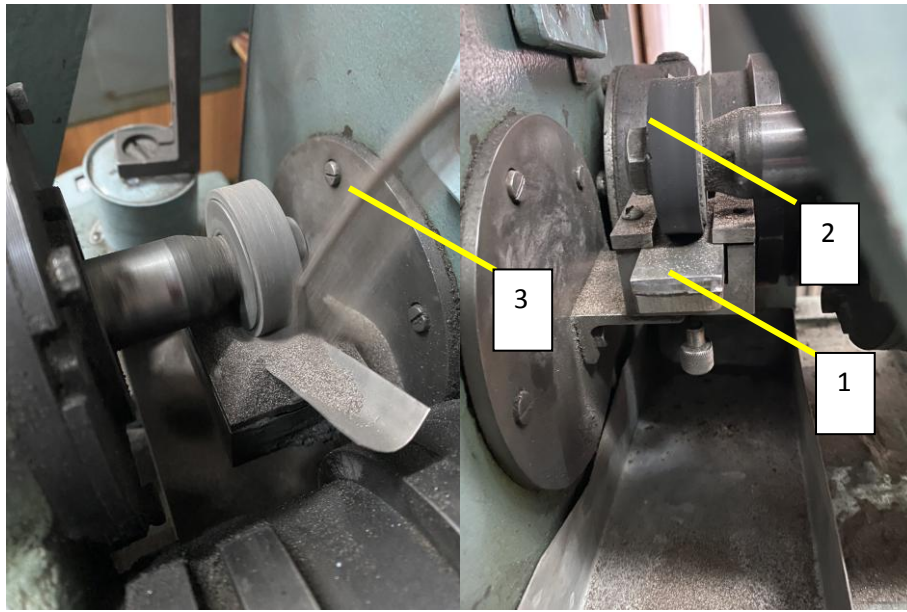


Рис. 2.7. Фрагменти проведення лабораторних досліджень на відносну зносостійкість металевих зразків: 1 – зразок, встановлений в тримач; 2 – ролик з гумовою обіймою; 3 – примусова подача абразиву.

Зразок 1 нерухомо встановлювали в тримач. До зразка 1 притискували ролик 2 і в зону тертя подавали абразив 3.

Оптичні дослідження здійснювали за допомогою оптичного мікроскопа МБИ-6 (рис.2.6), оснащеного камерою окулярною «Sigeta MDC-5005.0MP». Збільшення до $\times 450$. Фільтра не застосовувалися. Зображення з лінз передавалося у фокус окулярної камери, яка була приєднана до ноутбука. Таким чином, отримували зображення на екрані ноутбука.



Рис. 2.6. Оптичні дослідження проводив здобувач особисто.

Висновки. Для проведення лабораторних досліджень відносної зносостійкості матеріалів використовували спеціальне устаткування на базі машини тертя СМЦ-2, аналітичні терези ВЛР-200 та оптичний мікроскоп МБИ-6, оснащений камерою окулярною «Sigeta MDC-5005.0MP». Все перелічене обладнання розташоване в ауд. 130 Міжфакультетської проблемної науково-дослідної лабораторії технічного сервісу машин ДДАЕУ.

Провели ознайомлення із методикою проведення дослідження, ознайомились із лабораторним обладнанням. Підібрали, та підготували зразки для подальших лабораторних досліджень.

3. РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1. Програма досліджень

При роботі стрілчастих лап найбільший вплив на них чинить фактор абразивного зношування твердих частинок ґрунту. У меншій мірі на зношування впливають інші види фізико-механічних та силових діянь: тертя ковзання, тиск ґрунтової маси, удари сторонніх тіл (каменів, металевих залишків).

Тому, одним із основних швидкісних методів випробувань на зносостійкість стрілчастих лап є випробування на величину відносної абразивної стійкості групи зразків.

Для проведення лабораторних досліджень, розробили відповідну програму, яка включала наступні етапи:

- вибір стрілчастих лап різних виробників або різних моделей від одного виробника (вибрано такі: ТМ «Восход», Belotta, Case IH, Steel Brock, Frank, Велес Агро, Kokerling, Farmet (2 зразки)
- підготовка зразків для визначення відносної абразивної стійкості;
- обробка отриманих даних та надання рекомендацій щодо використання робочих органів різних виробників.

3.2. Результати відносної зносостійкості

Після проведення трикратних досліджень, обробляли результати за методикою, наведеною у Розділі 2.

Результати лабораторних досліджень показали наступне.

Для того, щоб отримати значення відносної зносостійкості зразків між собою, необхідно прирівняти їх значення до еталонного зразка. За одиницю ві-

дносної зносостійкості ($K_n = 1$) прийнята величина зношування еталонного матеріалу зразка № 1 (табл 3.1).

Виявлено, що густина матеріалів є близька між собою. Найбільше відхилення від еталону має зразок № 3, яке складає 0,64 %. У цілому, значення густини сталей складає близько $0,78 \text{ кг/м}^3$, і зразки відповідають цьому значенню.

Таблиця 3.1. Властивості матеріалів, що досліджуються

п/п	Щифр	Середнє арифметичне вагового зносу, г	Густина, кг/м^3	К-сть обертів ролика, шт	Відносна зносостійкість
1	Зразок 1	0,12171	7882	600	1 (еталон)
2	Зразок 2	0,11905	7880	600	1,022
3	Зразок 3	0,11161	7933	600	1,097
4	Зразок 4	0,14006	7907	600	0,872
5	Зразок 5	0,12200	7884	600	0,998
6	Зразок 6	0,12913	7868	600	0,941
7	Зразок 7	0,11805	7882	600	1,031
8	Зразок 8	0,12130	7880	600	1,003
9	Зразок 9	0,12800	7875	600	0,951

Аналіз одержаних даних (табл. 3.1) свідчить про те, що найвищу відносну зносостійкість мають зразки № 3 ($K_n=1,097$), № 7 ($K_n=1,031$) та зразок № 2 ($K_n=1,022$). Їх відносна зносостійкість є вищою за еталон. Має практично однакову зносостійкість з еталоном зразок № 8. Відносна зносостійкість інших досліджених зразків менша ніж у еталонного зразка № 1. Так, встановлено, що від-

носна зносостійкість зразків № 5 і № 6 складає відповідно 0,998 та 0,941, що усього відповідно на 0,2 та 5,9 % менше ніж у еталону. Зразок №4 має зносостійкість 0,872, що на 13% менше ніж у еталону.

Графічне уявлення про відносну зносостійкість зразків, що досліджувалися дає гістограма (рис.3.1). Побудувавши гістограму за законом спадання, можна візуально побачити відносні показники K_n між собою та надати перевагу певному виробнику. Як видно з рис. 3.1 найвищу зносостійкість, а отже і ресурс мають стріласті лапи виробництва Case IH. Дуже низьку зносостійкість навіть у порівнянні із продукцією вітчизняного виробника «Восход» мають робочі органи виробництва «Велес Агро» та Steel Brock. Причому, слід зауважити, що продукція ТОВ «Велес Агро» не є дешевою і конкурує з іншими виробниками за критерієм якості, а не низької ціни. Результати досліджень дають інший привід. Низьку зносостійкість лап Steel Brock можна пояснити у разі закупівлі їх у виробників з Китаю.

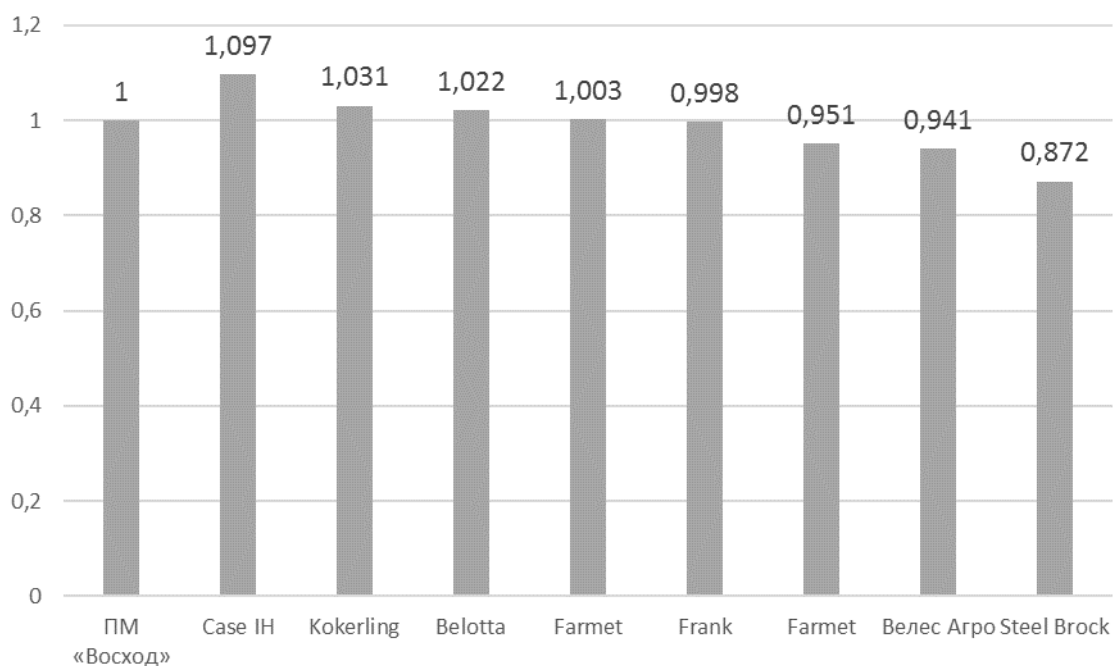


Рис.3.1. Порівняльна гістограма відносної зносостійкості зразків стріластих лап.

В цілому розкид показників відносної зносостійкості досліджуваних зразків склав 22,5 %. Можна припустити, що таким буде й діапазон ресурсу деталей. Однак, із даних досліджень не можна спрогнозувати абсолютні значення ресурсу, тобто, не можна сказати, який наробіток у гектарах чи годинах роботи будуть мати вищевказані стрілчасті лапи.

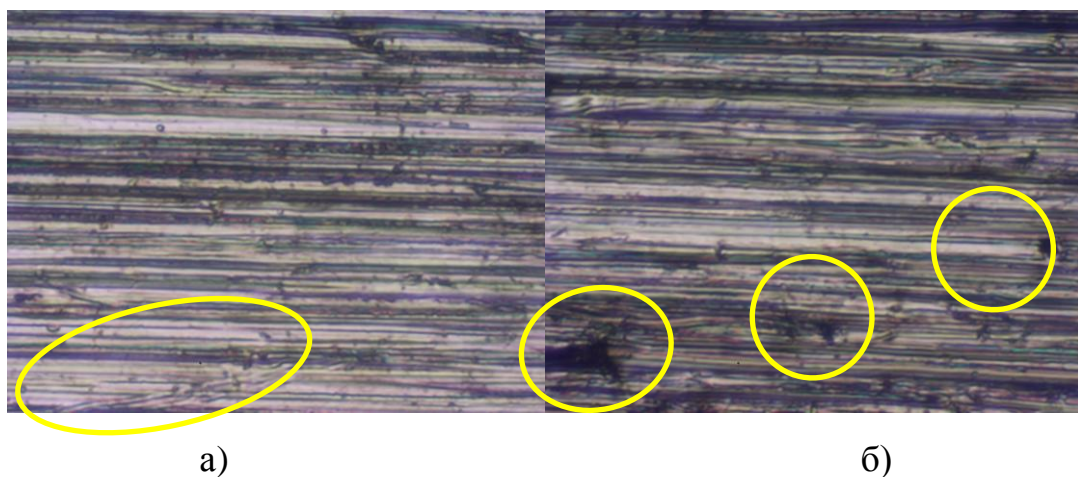
Вибір стрілчастих лап буде залежати ще й від цінової політики, річного обсягу навантаження та агрегату, на якому вони будуть застосовуватись.

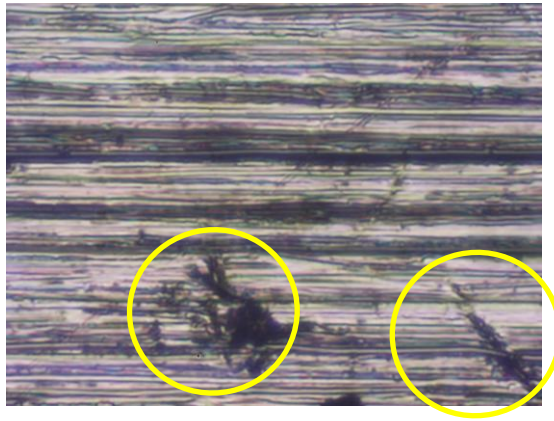
3.3. Результати оптичних досліджень

Науковий інтерес викликає визначення причин різної зносостійкості лап. Якщо хімічний склад лап або зразків, виготовлених з них ми перевіримо чи визначити не маємо ресурсів, то оптичні дослідження, очевидно, повинні показати характер зношення різних зразків.

Для оптичних досліджень обрали три зразки № 7, 8, 9. Це такі виробники: Kokerling ($K_n = 1,031$); Farnet₁ ($K_n = 1,003$); Farnet₂ ($K_n = 0,951$). Таким чином, обрані зразки мають досить велику різницю відносної зносостійкості.

Оптичні дослідження показали в цілому на схожий характер зношування (рис. 3.2). Для фото обирали характерні для всієї поверхні тертя, зони.





в)

Рис.3.2. Металографія поверхні зношування зразків: а – зразок № 7 (Kokerling); б – зразок № 8 (Farmet₁); в – зразок № 9 (Farmet₂).

Як можна побачити з рис.3.2, поверхня тертя зразка № 7 (рис.3.2, а) має стабільний рівний характер, для якого властиві неглибокі борозни проорювання, створені абразивом. У нижній частині (виділено еліпсом) характерні початкові руйнування від втомлюваності металу, розвиваються незначні напливи.

Більш різноманітний, з наявністю виривів та більш глибоких і широких борозн проорювання має характер зношування зразок № 8 (Farmet₁). На поверхні ми спостерігаємо невеликі вириви металу (обведені колом), що очевидно спричинені початковим скупченням абразиву (можливо, навіть через підвищену адгезію складників сталі). Іноді трапляються на поверхні тертя і великі «ями», однак їх наявність не є характерною для поверхні тертя зразка № 8.

Що стосується зразка № 9 (Farmet₂), то для цього матеріалу характерна менша кількість борозн, але більша їх масштабність: вони є глибшими та займають більшу площу, ніж у попередніх матеріалів. Це свідчить про інтенсивніший процес зношування, що ми і бачимо з результатів. Крім того характерним є велика наявність глибоких виривів (обведені колами). Цікаво, що є вириви металу, утворені впоперек руху абразивних частинок. Це свідчить про низьку зносостійкість поверхні металу, бо під час примусового потрапляння абразивних частинок, відбувається інтенсивне перемішування маси абразиву, притис-

нутого до поверхні тертя гумовим колесом. Поверхня металу виявила слабку стійкість до дії абразиву, що рухається під кутом до осі обертання.

Висновки по розділу. Проведені лабораторні дослідження показали, що найвищу відносну зносостійкість мають стрілчасті лапи виробників Case IH (1.09), Kokerling (1.03). Найменше значення цього показника мають лапи виробників: Steel Brock (0,872), «Велес-Агро» (0,94) та Farmet₂ (0,951).

Розкид показників відносної зносостійкості досліджуваних зразків склав 22,5 %.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ ПРИ ПРОВЕДЕННІ ЛАБОРАТОРНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1. Значення охорони праці.

Соціальне значення охорони праці полягає в сприянні зростанню ефективності суспільного виробництва шляхом безперервного вдосконалення і поліпшення умов праці, підвищення безпеки виробництва, зниження виробничого травматизму і захворюваності. У зв'язку з цим соціальне значення охорони праці виявляється, перш за все, у впливі на зміну наступних трьох основних показників, що характеризують рівень розвитку суспільного виробництва.

1. Зростання продуктивності праці в результаті збільшення фонду робочого часу за рахунок скорочення внутрішньо-змінних простоїв шляхом попередження передчасного стомлення, а також зниження кількості або ліквідації мікротравм, обумовлених несприятливими умовами праці. Попередження передчасного стомлення за допомогою раціоналізації умов праці, введення оптимальних режимів праці та інших заходів на підприємствах сприяє збільшенню ефективного використання робочого часу. Цей же результат дає ліквідація мікротравм, оскільки кожна супроводжується втратою до 2 годин робочого часу;

скорочення цілоденних втрат робочого часу в результаті зниження рівня або ліквідації тимчасової непрацездатності через виробничий травматизм, професійну і загальну захворюваність. Цей показник має важливе значення для виробництв, на яких кожна травма в даний час супроводжується втратою працездатності в середньому на 26 днів. [16]

2. Збереження трудових ресурсів і підвищення професійної активності тих, що працюють за рахунок: поліпшення стану здоров'я тих, що працюють, і збільшення середньої тривалості їх життя шляхом поліпшення умов праці, що також супроводжується збільшенням виробничого стажу тих, що працюють з

високою трудовою активністю: підвищення професійного рівня унаслідок зростання кваліфікації і майстерності у зв'язку із збільшенням виробничого стажу; - можливості використання залишкової трудової активності, великого практичного досвіду і професійних знань пенсіонерів і інвалідів на доступних для них роботах і забезпечення, відповідно до їх фізичних можливостей, умов праці.

3. Збільшення сукупного національного продукту за рахунок поліпшення вказаних вище показників і складових їх компонентів.

4. Збільшення фонду робочого часу. Воно одержується за рахунок скорочення цілоденних втрат через неояву на роботі в результаті виробничої травми або захворювання. Умови праці істотно впливають не тільки на професійну захворюваність, але й на виникнення і тривалість загальних захворювань. 25-30% загальних захворювань на виробництві пов'язано з несприятливими умовами праці. Результати досліджень НДІ праці свідчать про те, що перевищення допустимої температури повітря в робочій зоні виробничих приміщень на 10С супроводжується збільшенням витрат робочого часу через серцево-судинні захворювання в середньому на 4,1 дня з розрахунку на 100 робочих, а перевищення допустимого рівня шуму на робочому місці на 10-20 дБА збільшує тривалість тимчасової непрацездатності з тієї ж причини в середньому на 2,7 дня на 100 робочих.

5. Економія витрат на пільги і компенсації за роботу в несприятливих умовах праці. Такі пільги і компенсації, як скорочений робочий день і додаткова відпустка, пов'язані із значними трудовими втратами і супроводжуються виплатами великих грошових сум за фактично не відпрацьований час. Інші різновиди пільг і компенсацій (підвищені тарифні ставки, пільгові пенсії, лікувально-профілактичне живлення, безкоштовна видача молока) також супроводжуються

витрачанням значних грошових коштів. Створення умов праці, відповідних вимогам охорони праці, дозволяє повністю або частково відмінити ці пільги і компенсації, що дає значну економію витрат на ці цілі

6. Зниження витрат через плинність кадрів за умовами праці. Із загальної кількості тих, що звільнилися за власним бажанням, близько 21% складають особи, не задоволені умовами праці (важка фізична праця, несприятливі санітарно-гігієнічні умови, монотонність роботи, погіршення здоров'я і т.п.).

4.2. Охорона праці при проведенні наукових досліджень.

Охорона праці під час проведення наукових досліджень має особливо важливе значення, так як людина (дослідник) працює з експериментальним обладнанням, в нових режимах, за нових, штучно створених відповідно до експерименту, умов. Лабораторні дослідження повинні проводитися в сухому, добре вентиляваному та освітленому приміщенні, що має засоби індивідуального захисту, вогнегасники, заземлення, аптечки. Вказаним критеріям відповідає лабораторія № 130, що знаходиться в корпусі № 1 ДДАУ.

При проведенні лабораторних досліджень використовувалося електро- та механічне обладнання: машина для дослідження тертя та зносу СМЦ-2; персональний комп'ютер, інше обладнання. Так як основну частину досліджень було виконано автором дипломної роботи, який є студентом, то постановка експериментів завжди виконувалася у присутності наукового керівника або асистентів кафедри ЕМТП (з метою підвищення рівня безпеки при виконанні робіт).

Проведення досліджень виконувались згідно всіх правил техніки безпеки та у повному спеціальному одязі, а саме: робочий халат, який унеможливорює попадання звисаючих предметів в обертаючі деталі дослідної машини; захисні рукавиці, захисні окуляри.

4.3. Безпека праці при роботі з машиною для дослідження тертя та зносу СМЦ-2 з абразивом

Машина для дослідження СМЦ-2 знаходиться під напругою 380В, тому перед її включенням потрібно перевірити заземлення та оглянути на наявність оголених проводів. Так як на машині однією із складових частин є обертаюча частина, потрібно перевірити затяг притискних болтів. Під час роботи ні в якому випадку не потрібно чіпати зразок який перед початком був надійно закріплений на машині для тертя та зносу. В момент початку досліду до обертаючої частини додається абразив, яким можливо травмувати як відкриті частини тіла так і очі, абразив міститься в металевій колбі, яка закріплена на машині то потрібно перевірити надійність закріплення. При появі сторонніх шумів і вібрації негайно вимкнути машину і повідомити викладачеві.

4.4. Розробка карти безпеки праці при проведенні лабораорних досліджень

Перед проведенням експериментів у лабораторії № 130, дотримувалися спеціально розробленої карти безпеки праці.[20]

Загальні вимоги перед початком роботи.

1. Перевірити чистоту робочого місця і, за наявності неполадок в роботі машини СМЦ-2, ознайомитися з ними і з прийняти заходами по їх усуненню.
2. Привести в порядок робочий одяг. Застібнути рукава, прибрати волосся під головний убір.
3. Перевірити стан підставки під ногами, її стійкість па підлозі.
4. Перевірити стан ручного інструменту: гайкові ключі повинні бути справними, і при закріпленні болтів (гайок) розмір їх повинен відповідати роз-

міру головки болта (гайки); не допускається застосування прокладок і їх подовження за допомогою труб.

5. Привести в порядок робоче місце: прибрати речі, що не будуть використовуватися під час експерименту, підготувати і обережно розкласти необхідні інструменти і пристосування так, щоб було зручно і безпечно користуватися ними (те, що треба брати лівою рукою, повинне знаходитися зліва, а то, що правою, - справа).

6. Перевірити стан машини: переконатися в надійності кріплення стаціонарних огорож, в справності електропроводки, заземлюючих (занулюючих) проводів, рукояток і маховичків управління стендом. Розмістити електричні дроти і інші комунікації, так, щоб була виключена можливість їх зіткнення з рухомими частинами верстата або зразками.

7. Підключити стенд до електромережі, включити місцеве освітлення і відрегулювати положення світильника так, щоб робоча зона була добре освітлена і світло не сліпило очі.

8. На холостому ході перевірити справність кнопок "Пуск" і "Стоп", дію і фіксацію важелів і ручок включення режимів роботи стенда, системи примусового змащування, а також системи охолодження. Далі провести або перевірити наладку стенда відповідно до технологічної документації.

9. Підготувати засоби індивідуального захисту і перевірити їх справність. Для попередження шкірних захворювань при необхідності скористатися засобами дерматологічного захисту.

10. Про всі виявлені недоліки, не приступаючи до роботи, повідомити керівника.

Загальні вимоги під час роботи.

11. Маса і габаритні розміри зразків повинні відповідати паспортним даним стенду: 53×29×7 мм.

12. При необхідності користуватися засобами індивідуального захисту. Забороняється працювати в рукавицях і рукавичках, а також із забинтованими пальцями без гумових напальчників, на стендах з досліджувальними зразками, що обертаються, або інструментами.

13. Перед кожним включенням випробувальної машини переконатися, що пуск ні для кого не небезпечний; постійно стежити за надійністю кріплення верстатного пристосування, досліджувального зразка.

14. При роботі стенду не перемикати рукоятку режимів роботи, вимірювань, регулювання і чищення. Не відволікатися від спостереження за ходом випробувань самому і не відволікати інших.

15. Правильно укладати досліджувальні зразки, не захаращувати підходи до стенду, періодично прибирати сміття і стежити за тим, щоб підлога не була забруднена абразивом, звертаючи особливу увагу на недопустимість попадання його під ноги.

16. При використанні для приводу стендових пристосувань стислого повітря стежити за тим, щоб відпрацьоване повітря відводилося убік від дослідника.

17. Обов'язково вимикати стенд при відході навіть на короткий час, при перервах в подачі електроенергії, при проведенні вимірювань досліджувального зразка, а також при регулюванні, прибиранні і змашуванні стенду.

18. При появі запаху електроізоляції, що горить, або відчуття дії електричного струму при зіткненні з металевими частинами машини негайно її зупинити і викликати майстра. Не відкривати дверець електрошкафів і не проводити яке-небудь регулювання електроапаратури.

Загальні вимоги після закінчення роботи.

19. Вимкнути стенд і привести в порядок робоче місце. Розкласти допоміжний і вимірювальний інструмент по місцях зберігання, заздалегідь прочистивши його.

20. Сміття змести в піддон або на совок щіткою; труднодоступні місця очистити кистю або дерев'яною загостреною паличкою, обернутою ганчіркою. Щоб уникнути нещасного випадку і попадання сміття (пилу) в механізми забороняється для чищення стенду використовувати стисле повітря.

21. Перевірити якість прибирання стенду, вимкнути місцеве освітлення і відключити стенд від електромережі.

22. Про всі неполадки в роботі стенду, якщо вони мали місце впродовж зміни, повідомити керівника або майстра.

23. Здійснити санітарно-гігієнічні заходи.

Окрім вказаного, кожен студент зобов'язаний:

- працювати тільки на тому стенді, до експлуатації якого він допущений, і виконувати ту роботу, яка доручена йому керівником лабораторії;
- без дозволу майстра не допускати до роботи на верстаті інших осіб;
- відмітивши порушення правил з охорони праці з боку інших студентів, попередити їх і зажадати дотримання вимог безпеки;
- в обов'язковому порядку вимагати від керівника лабораторії проведення позапланового інструктажу при перекладі на експлуатацію стенду іншої моделі або при залученні до разових робіт, що не входять в круг обов'язків студента;
- про всякий нещасний випадок або навіть незначне травмування негайно ставити в відомість керівника і звернутись в медичний пункт університету;

- уміти надавати першу допомогу постраждалому, застосовувати первинні засоби пожежогасіння і проводити роботи по усуненню наслідків аварійних ситуацій або пожежі.

Висновки. Показано, що охорона праці має винятково важливе соціально-економічне значення як під час виконання дослідницьких робіт, так і на виробництві.

Наукова лабораторія № 130 ДДАУ відповідає основним вимогам охорони праці і безпеки праці для виконання науково-дослідних робіт.

Розроблена карта безпеки праці при виконанні науково-дослідних робіт на випробувальній машині СМЦ-2, що розташована в аудиторії № 130 дозволить звести до мінімуму виникнення небезпечних ситуацій та оперативно прийняти заходи по їх ліквідації, якщо такі все ж сталися.

5. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

Економічна ефективність полягає у виборі якісних лап, які впливають на: зменшення витрат на технічне обслуговування і ремонт під час експлуатації.

Порівняємо два види лап для підприємства із земельним банком - 5000 га. Виробник, який по показнику зносостійкості один із кращих згідно лабораторних досліджень у розділі 3, а саме «Kokerling». Виробник, у якого показник зносостійкості на низькому рівні, а саме «Велес-Агро». Нормативний ресурс лап культиватора виробника «Kokerling» складає в середньому 1000 га, а згідно лабораторних досліджень у розділі 3 розкид показників зносостійкості склав 22,5 %, тобто ресурс культиваторних лап для виробника «Велес-Агро» - 700 га. На прикладі будемо комплектувати культиватор компанії «Kokerling» модель «Allrounder classic» який ми розглядали в розділі 1, візьмемо ширину захвату 6 м для якої кількість лап – 39 шт.

Серійна вартість (В) культиваторних лап виробника «Kokerling»:

- 376 грн.

Серійна вартість (В) культиваторних лап виробника «Велес-Агро»:

- 250 грн

Для обробки площі 5000 га культиватором обладнаним лапами виробника «Kokerling» потрібно 5 разів замінити всі робочі органи культиватора, а це 39 культиваторних лап кожен раз. Виходячи з цього отримуємо :

$$EB = B \cdot P, \quad (5.1)$$

де B – середня вартість культиваторних лап виробника грн.

P – кількість замінених деталей, шт.

Для культиваторних лап виробника «Kokerling»:

$$EB_k = 376 \cdot 195 = 73320 \text{ грн},$$

В цей же час для обробки площі 5000 га культиватором, обладнаним лапами виробника «Велес-Агро» потрібно 8 разів замінити всі робочі органи культиватора, а це 39 культиваторних лап кожен раз. Отримуємо:

$$EB_g = 250 \cdot 312 = 78000 \text{ грн.},$$

Як бачимо економічна ефективність за рахунок якісніших культиваторних лап, а загалом і ефективності використання у порівнянні з менш якісними лапами через 5000 га. складає:

$$E = EB_g - EB_k, \quad (5.2)$$

де E – економічна ефективність, грн.

$$E = 78000 - 73320 = 4680 \text{ грн.},$$

Витрати заробітної платні на заміну культиваторних лап що здійснює механік по ремонту складає 65 грн. за кожен раз заміни. Таким чином, витрати заробітної плати через 5000 га. складуть :

$$ЗП = 65 \cdot P, \quad (5.3)$$

де $ЗП$ – заробітна плата робітника, грн..

Для культиваторних лап «Kokerling»:

$$ЗП_k = 65 \cdot 195 = 12675 \text{ грн.},$$

Для культиваторних лап «Велес-Агро»:

$$ЗП_g = 65 \cdot 312 = 20280 \text{ грн.},$$

Отже, економічна ефективність за рахунок скорочення витрат на заробітну плату складає:

$$E_{zn} = ЗП_g - ЗП_k, \quad (5.4)$$

Для більш якісних культиваторних лап «Kokerling»:

$$E_{zn} = 20280 - 12675 = 7605 \text{ грн.},$$

Загальна сумарна економічна ефективність від застосування більш якісних культиваторних лап становить:

$$E_{\text{сум}} = \sum (E + EE_{zn}), \quad (5.5)$$

$$E_{\text{сум}} = 4680 + 7605 = 12285 \text{ грн.},$$

Результати розрахунків заносимо в таблицю 5.1.

Таблиця 5.1. Економічні показники

Показники	Варіанти	
	«Велес-Агро»	«Kokerling»
Кількість лап в агрегаті, од.	39	39
Вартість однієї лапи, грн.	250	376
Ресурс стрілчастих лап, га	700	1000
Витрати на ремонт, грн. всього:	78000	73320
в т.ч. заробітна плата з нарахуваннями, грн.	20280	12675
Економічна ефективність за рахунок якісніших культиваторних лап, грн.	-	4680
Економічна ефективність за рахунок скорочення витрат на заробітну плату, грн.	-	7605
Загальна сумарна ефективність, грн.	-	12285

Висновки. Розрахунками доведено, що економічна ефективність від застосування стрілчастих лап «Kokerling» у порівнянні з дешевшим аналогом «Велес-Агро» складає 12 285 грн. у розрахунку на 5000 га.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. В розділі наведено огляд світові моделі культиваторів, оглянули їхні основні робочі органи, їх види та можливі їх компонування із різними додатковими знаряддями, які дають змогу одночасно здійснювати внесення мінеральних добрив та проводити посів сидератів одночасно із обробкою ґрунту. Виділили тенденцію, що лапи вищої якості забезпечують вищий ресурс.

2. Для проведення лабораторних досліджень відносної зносостійкості матеріалів використовували спеціальне устаткування на базі машини тертя СМЦ-2, аналітичні терези ВЛР-200 та оптичний мікроскоп МБИ-6, оснащений камерою окулярною «Sigeta MDC-5005.0MP». Все перелічене обладнання розташоване в ауд. 130 Міжфакультетської проблемної науково-дослідної лабораторії технічного сервісу машин ДДАЕУ.

3. Проведені лабораторні дослідження показали, що найвищу відносну зносостійкість мають стрілчасті лапи виробників Case IH (1.09), Kokerling (1.03). Найменше значення цього показника мають лапи виробників: Steel Brock (0,872), «Велес-Агро» (0,94) та Farnet₂ (0,951). Розкид показників відносної зносостійкості досліджуваних зразків склав 22,5 %.

4. Наукова лабораторія № 130 ДДАУ відповідає основним вимогам охорони праці і безпеки праці для виконання науково-дослідних робіт. Розроблена карта безпеки праці при виконанні науково-дослідних робіт на випробувальній машині СМЦ-2, що розташована в аудиторії № 130 дозволить звести до мінімуму виникнення небезпечних ситуацій та оперативно прийняти заходи по їх ліквідації, якщо такі все ж сталися.

5. Економічно порівнявши зразок з найвищою зносостійкістю, тобто з більшим ресурсом напрацювання, порівняно зі зразком який має гіршу зносостійкість ми за допомогою підрахунків з'ясували, що економічно вигідніше використовувати лапи з високою зносостійкістю, тим самим ми : збільшуємо продуктивність нашого культиватора тому, що за нашими підрахунками лапи з бі-

льшою зносостійкість потрібно замінювати рідше чим лапи з гіршою зносостійкість і це впливає на тривалість роботи в полі нашого агрегату, тобто поки механізатори будуть замінювати лапи з гіршою зносостійкість, культиватор у якого якісніші лапи – буде працювати. Зменшується кількість замін тим самим зменшуючи вартість замін за сезон. Зменшується сума заробітної плати, за рахунок зменшення кількості замін.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Сільськогосподарські та меліоративні машини: Підручник / [Д.Г. Войтюк, В.О. Дубровін, Т.Д. Іщенко та ін.]; За ред. Д.Г. Войтюка. — К.: Вища освіта, 2004. — 544 с.;
2. Прийоми обробітку ґрунту [Електронний ресурс]. — 2016 р. — С 9. — Режим доступу : <http://poznayka.org/s36133t1.html>;
3. Культиватор [Електронний ресурс]: Вікіпедія – вільна енциклопедія. – 2016. – Режим доступу : <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D1%83%D0%BB%D1%8C%D1%82%D0%B8%D0%B2%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80#.D0.9A.D0.BB.D0.B0.D1.81.D0.B8.D1.84.D1.96.D0.BA.D0.B0.D1.86.D1.96.D1.8F>;
4. Коток польовий [Електронний ресурс]: Вікіпедія – вільна енциклопедія. – 2016. – Режим доступу : https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%BE%D1%82%D0%BE%D0%BA_%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D0%B9;
5. Борона [Електронний ресурс]: Вікіпедія – вільна енциклопедія. – 2017. – Режим доступу : <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%BD%D0%B0>;
6. Типы луцильников. Их назначение и регулировки. [Електронний ресурс] – 2014-2017 рр. – С 55. – Режим доступу: <http://helpiks.org/2-95403.html>;
7. Система кріплення лап до рами та стійкість ходу по глибині. [Електронний ресурс]. – С. 103. – Режим доступу: <https://studfiles.net/preview/5063510/page:16/>
8. «Аграрна техніка та обладнання». – 2017. №1 (38). – С. 35 – 36.
9. Обзор культиватора ORTHMAN для полосовой обработки почвы. [Електронний ресурс] : Агропрактик. – 2012 р. – Режим доступу : http://agropraktik.ru/blog/Strip_till/42.html

10. Україну спасет продуктивное село? [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://topor.od.ua/ukrainu-spaset-produktivnoe-selo/>
11. Основы надежности сельскохозяйственной техники / [В.И. Прейсман]; За ред. Д.Г. Войтюка. — К.: Вища школа, 1988. — 17-18 с.
12. Деркач А.Д. Разработка системы повышенной корректности копирования поверхности почвы / А.Д. Деркач, Д.А. Макаренко, А.Н. Шаповал // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве: Материалы Международной научно-технической конференции посвященной 70-летию со дня образования РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства». Минск. – 2017. С. 180-184.
13. Деркач О.Д. До питання створення широкозахватних посівних комплексів з підвищеним ресурсом рухомих з'єднань / О.Д. Деркач, М.М. Науменко, Д.О. Макаренко [та ін.]. – Х: Вісник ХНТУСГ ім. Петра Василенка. – 2015. – №159. – С. 186-193.
14. Деркач О.Д. Підвищення ефективності посівних машинно-тракторних агрегатів впровадженням сучасних матеріалів / О.Д. Деркач, Д.О. Макаренко, О.В. Клименко // Розумна агротехніка для ефективного землеробства: наук.-практ. конф., 20-21 жовтня 2016 р.: тези доп. – Х: ХНТУСГ ім. Петра Василенка. – 2016. – С. 25.
15. Надійність сільськогосподарської техніки : підручник / М. І. Черновол, В. Ю. Черкун, В. В. Аулін, Є. К. Солових, С. Г. Гранкін, О. В. Гранкіна. - Кіровоград : КОД, 2010. - 320 с.
16. Основы охорони праці: підручник / В.І. Голінько; М-во освіти і науки України; Нац. гірн. ун-т. – 2-ге вид. – Д.: НГУ, 2014. – 271 с.
17. В.Ю. Ільченко. Практикум з використання машин у рослинництві. [В.Ю. Ільченко, А.С. Кобець, П.М. Кухаренко та ін.]. Навч. посібник. Дніпропетровськ, РВВ ДДАЕУ, 2002 р., 212 с.
18. Машиностроение. Энциклопедия. Ред. Совет: К.В. Фролов и др. – М.: Машиностроение. Т.IV-3. 2003 – 593 с.

19. НПАОП 0.00-1.04-07 “Правила вибору та застосування засобів індивідуального захисту органів дихання”, затвердженого наказом Держгірпромнагляд від 28.12.2007 за № 331, зареєстрованого в Мін’юсті України 04.04.2008 за № 285/14976”

20. Правила безпечної роботи з інструментом та пристроями, затверджено наказом Мінпраці України від 05.06.01 за № 252 НПАОП 0.00-1.30-01

Додатки

Первинні дані експериментів та вихідні дані для їх обробки

1) Маса зразків (сухих)

Зразок 7 : 63,440110 г.

Зразок 8: 74,12865 г.

Зразок 9 : 71,53515 г.

2) Маса зразків підвішених у воді (для визначення густини):

Зразок 7 : 56,84740 г.

Зразок 8: 66,04930 г.

Зразок 9 : 63,81900 г.

Вага проволочки : 1,41555 г.

3) Дослід:

№ 1(перший дослід):

Зразок 7 : 63,38025 г.

Зразок 8: 74,07605 г.

Зразок 9 : 71,47170 г.

№ 2(другий дослід):

Зразок 7 : 63,32140 г.

Зразок 8: 74,02340 г.

Зразок 9 : 71,40815 г.

№ 3(третій дослід):

Зразок 7 : 63,25300 г.

Зразок 8: 73,96750 г.

Зразок 9 : 71,3080 г.

4) Визначення щільності:

Зразок 7 : 5 283

Зразок 8: 6 138

Зразок 9 : 5 931

*Переводимо грами в кілограми:

Зразок 7 : 56,84740 г. = 0,0568474 кг.

Зразок 8: 66,04930 г. = 0,0660493 кг.

Зразок 9 : 63,81900 г. = 0,063819 кг.

*Переводимо розміри зразків із мм – в метри. Та знаходимо об'єм (м³)

53 x 29 x 7 мм. = 0,053 x 0,029 x 0,007 м.

$V=a*b*h = 0.000010759 \text{ м}^3.$

Диплом 1 ступеню конкурсу наукових доповідей всеукраїнської науково – практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених.

м. Кропивницький, ЦНТУ. 11 – 13.04.2018.



ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА ТРАКТОРІВ ТА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН

Тема :
Підвищення експлуатаційної надійності машинно-тракторних агрегатів при поверхневому обробітку грунту

Виконав: студент 2 курсу,
групи МГМ-1-19
за спеціальністю 208 «Агроінженерія»
Руда Іван Володимирович

Керівник: к. т. н., доц. Сокол С.П.

Дніпро 2020

Мета роботи – визначення залежність величини відносної зносостійкості різних виробників культиваторних лап.

Для досягнення мети необхідно вирішити такі задачі, як:

- обрати стілчасті лапи різних виробників;
- провести лабораторні дослідження підібраних зразків стрілчастих лап;
- на основі експериментальних досліджень провести ранжування зразків за критерієм відносної зносостійкості

ОГЛЯД МОДЕЛЕЙ КУЛЬТИВАТОРІВ



Універсальний культиватор
Kokerling «Allrounder classic».



Культиватор John Deere 2210 для
мінімальних та енергоощадних
технологій

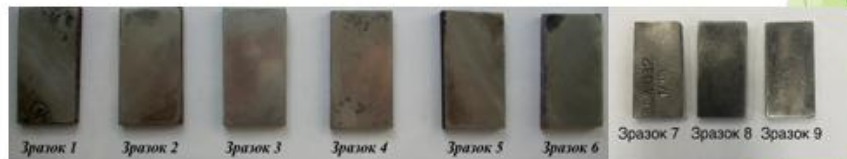


Культиватор Kokerling «Vector».



Культиватор «Altair 4.2» для
просапних культур

МЕТОДИКИ ДОСЛІДЖЕНЬ



Стрілчасті лапи та виготовлені з них зразки

ЛАБОРАТОРНЕ ОБЛАДНАННЯ



Загальний вигляд машини тертя СМЦ-2 для абразивного зношування матеріалів

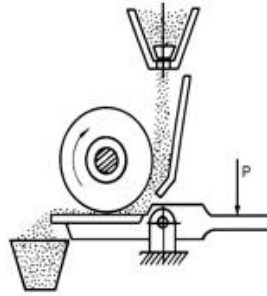


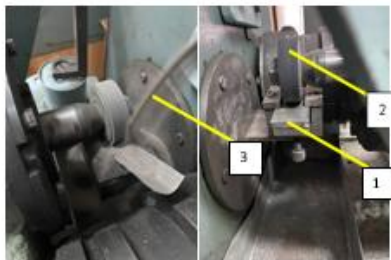
Схема визначення зносостійкості об нежорстко закріплені абразивні частки



Аналітичні терези ВЛР-200, на яких реалізовано гідростатичне зважування

Лабораторні дослідження виконувались в лабораторії № 130

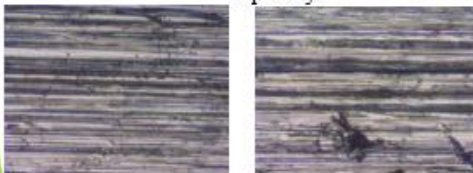
ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ



Фрагменти проведення лабораторних досліджень на відносну зносостійкість металевих зразків: 1 – зразок, встановлений в тримач; 2 – ролик з гумовою обоймою; 3 – примусова подача абразиву.



Оптичні дослідження зразків

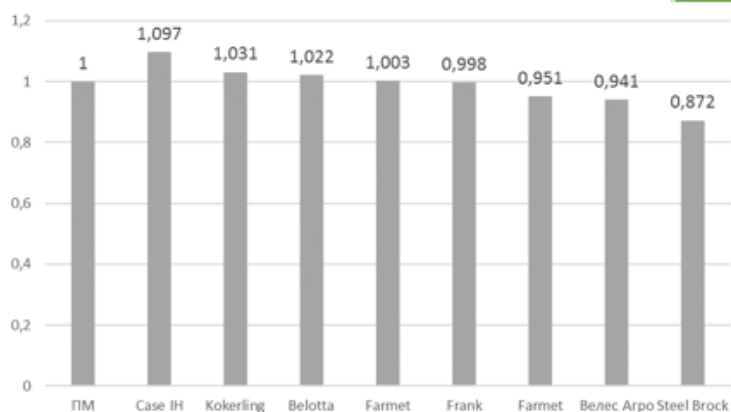


Металографія поверхні зношування зразків



Зовнішній вигляд зразка після проведення досліджень.

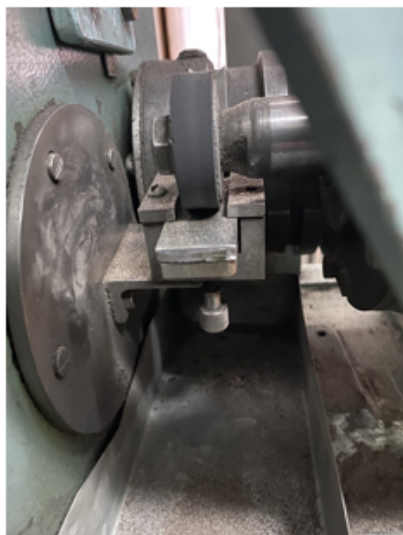
РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ



Порівняльна гістограма відносної зносостійкості зразків стріластих лап

Проведені лабораторні дослідження показали, що найвищу відносну зносостійкість мають стріласті лапи виробників Case IH (1.09), Kokerling (1.03). Найменше значення цього показника мають лапи виробників: Steel Brock (0,872), «Велес-Агро» (0,94) та Farnet (0,951). Розкид показників відносної зносостійкості досліджуваних зразків склав 22,5 %.

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ ПРИ ПРОВЕДЕННІ ЛАБОРАТОРНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ



Об'єкт небезпеки СМЦ-2 під час експерименту

Наукова лабораторія № 130 ДДАУ відповідає основним вимогам охорони праці і безпеки праці для виконання науково-дослідних робіт.

Розроблена карта безпеки праці при виконанні науково-дослідних робіт на випробувальній машині СМЦ-2, що розташована в аудиторії № 130 дозволить звести до мінімуму виникнення небезпечних ситуацій та оперативно прийняти заходи по їх ліквідації, якщо такі все ж сталися.

РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

ПОКАЗНИКИ	ВАРІАНТИ	
	«Велес-Агро»	«Kokerling»
Кількість лап в агрегаті, од.	39	39
Вартість однієї лапи, грн.	250	376
Ресурс стрілочастих лап, га	700	1000
Витрати на ремонт, грн. всього:	78000	73320
в т.ч. заробітна плата з нарахуваннями, грн.	20280	12675
Економічна ефективність за рахунок якісніших культиваторних лап, грн.	-	4680
Економічна ефективність за рахунок скорочення витрат на заробітну плату, грн.	-	7605
Загальна сумарна ефективність, грн.	-	12285

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

- В розділі наведено огляд світові моделі культиваторів, оглянули їхні основні робочі органи, їх види та можливі їх комбонування із різними додатковими знаряддями, які дають змогу одночасно здійснювати внесення мінеральних добрив та проводити посів сидератів одночасно із обробкою ґрунту. Виділили тенденцію, що лапи вищої якості забезпечують вищий ресурс.
- Для проведення лабораторних досліджень відносної зносостійкості матеріалів використовували спеціальне устаткування на базі машини тертя СМЦ-2, аналітичні терези ВЛР-200 та оптичний мікроскоп МБИ-6, оснащений камерою окулярною «Sigeta MDC-5005.0MP». Все перелічене обладнання розташоване в ауд. 130 Міжфакультетської проблемної науково-дослідної лабораторії технічного сервісу машин ДДАЕУ.
- Проведені лабораторні дослідження показали, що найвищу відносну зносостійкість мають стрілочасті лапи виробників Case IH (1.09), Kokerling (1.03). Найменше значення цього показника мають лапи виробників: Steel Brock (0,872), «Велес-Агро» (0,94) та Farnet, (0,951). Розкид показників відносної зносостійкості досліджуваних зразків склав 22,5 %.
- Наукова лабораторія № 130 ДДАУ відповідає основним вимогам охорони праці і безпеки праці для виконання науково-дослідних робіт. Розроблена карта безпеки праці при виконанні науково-дослідних робіт на випробувальній машині СМЦ-2, що розташована в аудиторії № 130 дозволить звести до мінімуму виникнення небезпечних ситуацій та оперативно прийняти заходи по їх ліквідації, якщо такі все ж сталися.
- Економічно порівнявши зразок з найвищою зносостійкістю, тобто з більшим ресурсом напрацювання, порівняно зі зразком який має гіршу зносостійкість ми за допомогою підрахунків з'ясували, що економічно вигідніше використовувати лапи з високою зносостійкістю, тим самим ми збільшуємо продуктивність нашого культиватора тому, що за нашими підрахунками лапи з більшою зносостійкістю потрібно замінювати рідше чим лапи з гіршою зносостійкістю і це впливає на тривалість роботи в полі нашого агрегату, тобто поки механізатори будуть замінювати лапи з гіршою зносостійкістю, культиватор у якого якісніші лапи – буде працювати. Зменшується кількість замін тим самим зменшуючи вартість замін за сезон. Зменшується сума заробітної плати, за рахунок зменшення кількості замін.