

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет
Кафедра експлуатації машинно-тракторного парку

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 довговічності культиваторів фірми
Case IH**

Виконав: студент 2 курсу, групи МГМ-1-20
за спеціальністю 208 «Агроінженерія»

_____ Марчук Ігор Андрійович

Керівник: _____ Макаренко Дмитро Олександрович

Рецензент: _____

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра експлуатації машинно-тракторного парку

Освітній ступінь: «Магістр»

Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

ЕМТП

(назва кафедри)

доцент

(вчене звання)

Деркач О.Д.

(підпис)

(прізвище, ініціали)

« ____ » _____ 2021 р.

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

Марчуку Ігору Андрійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. **Тема роботи:** Підвищення довговічності культиваторів фірми Case IH
керівник роботи Макаренко Дмитро Олександрович, к.т.н.

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від

«17» _листопада_ 2021 року № 3539_

2. **Строк подання студентом роботи** 29.11.2021

3. **Вихідні дані до роботи** Огляд існуючих конструкцій культиваторів та шляхів зменшення експлуатаційних витрат. Аналіз літературних джерел, останніх досліджень з обраної тематики

4. **Зміст розрахунково-пояснювальної записки** (перелік питань, які потрібно розробити) Огляд існуючих конструкцій культиваторів, які експлуатуються на території України вітчизняного та закордонного виробництва. Описати методику та програму досліджень. Представити результати досліджень та шляхи їх удосконалення. Розглянути вимоги безпеки праці при роботі з обладнанням лабораторії. Виконати техніко-економічну оцінку.

5. Перелік демонстраційного матеріалу

Мета і задачі досліджень. Аналіз (4 аркуші, А4). 2. Обґрунтування складу МТА (1 аркуш, А4). 3. Експериментальні дослідження (3 аркуші, А4). 4. Економічні показники (1 аркуш, А4). 5. Висновки (2 аркуші, А4).

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Макаренко Д.О., доцент		
2	Макаренко Д.О., доцент		
3	Макаренко Д.О., доцент		
4	Кравець В.В., доцент		
5	Вініченко І.І., професор		

7. Дата видачі завдання: 03.09.2021 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітичний (оглядовий)	до 16.09.2021 р.	
2	Програма та методика досліджень	до 30.09.2021 р.	
3	Експериментальний	до 07.10.2021 р.	
4	Охорона праці	до 20.10.2021 р.	
5	Економічний	до 29.10.2021 р.	
6	Демонстраційна частина	до 29.11.2021 р.	

Студент

_____ Марчук І.А.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ Макаренко Д.О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

УДК 631.331

АНОТАЦІЯ

Марчук І.А. Підвищення довговічності культиваторів фірми Case IH / Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «магістр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія» (спеціалізація «Механізація рослинництва»). – ДДАЕУ, Дніпро, 2021.

Дипломна робота складається з розрахунково-пояснювальної записки. Розрахунково-пояснювальна записка містить сторінки друкованого тексту, таблиці, рисунки, літературні джерела.

Мета дипломної роботи полягає у збільшенні ресурсу рухомих з'єднань стійки культиватора шляхом застосування прогресивних матеріалів у них, а також зміни конструкції з'єднання.

В першому розділі виконано аналіз машин для поверхневого обробітку ґрунту, що випускаються на території України. Вказані проблеми експлуатації агрегатів.

В другому розділі представлена дослідна частина, методика та матеріали, що використовувались.

В третьому розділі представлені результати лабораторних досліджень.

В четвертому розділі представлені питання охорони праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

В п'ятому розділі виконано економічне обґрунтування роботи.

Ключові слова: МАШИНИ ДЛЯ ПОВЕРХНЕВОГО ОБРОБІТКУ ҐРУНТУ, ВУГЛЕПЛАСТИК, ПОЛІМЕРНІ КОМПОЗИЦІЇ.

Публікації за темою: ДОСЛІДЖЕННЯ ВОДОПОГЛИНАННЯ ДЕТАЛЯМИ З ПОЛІМЕРНО-КОМПОЗИТНОГО МАТЕРІАЛУ.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1. АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ СУЧАСНИХ МАШИН ДЛЯ ПОВЕРХНЕВОГО ОБРОБІТКУ ГРУНТУ.....	10
1.1 Ринок культиваторів в Україні.....	10
1.2 Номенклатура експлуатації культиваторів закордонного виробництва на території України.....	25
1.3 Проблеми експлуатації культиваторів.....	29
1.4 Обґрунтування теми дипломної роботи.....	30
2. ПРОГРАМА ДОСЛІДЖЕНЬ.....	32
2.1 Методики досліджень.....	32
3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЗМІНИ В КОНСТРУКЦІЇ.....	41
3.1. Дослідження трибологічних показників.....	41
3.2. Фізико-механічні дослідження.....	45
3.3. Розробка конструкції вузла кріплення стійки культиватора.....	49
4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	53
4.1 Організація охорони праці на підприємстві.....	53
4.2. Вплив полімерних матеріалів на організм людини.....	54
4.3 Гігієнічні вимоги до виробів з ПМ.....	55
4.4 Розробка проекту інструкції з охорони праці при роботі на виробництві.....	56
4.5 Дії в надзвичайних ситуаціях і стан по ЦЗ для факультету.....	59
5. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ	61
5.1. Очікувана економічна ефективність від впровадження	

розробки.....	61
5.2. Розрахунок експлуатаційних витрат удосконаленої сівалки.....	62
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	68
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	69
ДОДАТКИ.....	71

ВСТУП

Питання раціонального використання часу обслуговування техніки, впровадження досконалих технологій технічного обслуговування невід'ємно пов'язане з підвищенням культури виробництва та технічного рівня машинно-тракторного парку.

Результати досліджень показують, що ефективність використання машинно-тракторних агрегатів у сільському господарстві залежить від багатьох факторів, основними з яких є:

- Якість використання операцій ТО;
- Якість обкатки нових та відремонтованих сільськогосподарських машин;
- Організація проведення ТО;
- Механізація праці при ТО.

Тому від ефективної організації системи ТО та ремонту в сільськогосподарських підприємствах у великій мірі залежать кінцеві показники роботи господарства. Беручи до уваги всі особливості технічного обслуговування, велику увагу приділяють розробці та впровадженню план-графіку технічного обслуговування тракторів, що за умов напруженої роботи дозволяє зменшити затрати часу на організаційні питання.

Україна має великий потенціал щодо можливості удосконалення сільськогосподарської техніки у тому числі і різними композитними матеріалами.

В даній дипломній роботі буде виконано удосконалення конструкції кріплення стійки культиватора фірми Case за для забезпечення якісного передпосівного обробітку ґрунту.

Виконаний комплекс робіт забезпечить якісне виконання операції культивування, збільшити час між проведенням операцій технічного обслуговування, та зменшення затрат праці.

При цьому надійність техніки суттєво підвищується.

Актуальність роботи. Враховуючи вищесказане нами було прийнято рішення удосконалити конструкцію шарнірного з'єднання стійки культиватору для суцільного обробітку ґрунту з використанням полімерно-композитних матеріалів та зміною конструкції кріплення даного вузла.

1. АНАЛІЗ КОНСТРУКЦІЙ СУЧАСНИХ КУЛЬТИВАТОРІВ

1.1 Ринок знарядь для суцільного поверхневого обробітку ґрунту в Україні

Передпосівний обробіток ґрунту насамперед виконується для розпушення верхнього посівного шару і створення ущільненого вирівняного посівного ложа, що є основою швидкого проростання насіння та отримання дружних сходів. Переваги структури ґрунту при підготовці якісного посівного ложа очевидні:

- дає змогу вільно поглинати вологу,
- сприяє її накопиченню та водночас запобігає випаровуванню вологи із нижніх шарів,
- створює умови, які забезпечують стійкість ґрунту до тріщин та ерозії.

Створення якісного посівного ложа не залежить від того, яка саме система обробітку ґрунту використовується. При нульовому обробітку посівне ложе створюється особливими робочими органами сівалки. Традиційна система передбачає застосування спеціальних агрегатів для його створення. При мінімальній технології можливий висів сівалками, які попередньо створюють посівне ложе, або ж використання культиваторів.

Посівне ложе складається з декількох ґрунтових шарів. Якщо подивитись його у розрізі, то на поверхні має бути шар великих ґрунтових агрегатів, що включає органічну речовину і захищає ґрунт від кіркоутворення та сонячних променів, потім — шар дрібніших часток, що запобігають випаровуванню вологи і створюють хороший контакт між ґрунтом і насінням. Тому ґрунтові частки, що лежать навколо насіння, не мають бути занадто великими.

Основна вимога до глибини проведення передпосівного обробітку ґрунту – щоб глибина висівання не перевищувала діаметр насінини більш ніж у 10 разів. Згідно із цим принципом сівби горох і бобові висівають глибше — де волога міститься у посівному ложі. Ріпакове насіння, навпаки, потрібно закладати не надто глибоко, але на таку глибину, де для нього є необхідна кількість вологи для проростання. Наприклад, насіння ріпаку в діаметрі становить 1,5–2,0 мм, отже, глибина висіву має становити приблизно 15–20 мм. Враховуючи зазначені вище вимоги, можна зробити простий висновок: насіння потрібно розміщувати у тверде посівне ложе. Тобто передпосівний обробіток ґрунту має бути на 0,5–1,0 см мілкішим, ніж глибина закладання насіння, і водночас шар ґрунту, яким присипається насіння, має бути розпушеним, дрібногрудкуватої структури в зоні закладання насінини, із незначним збільшенням ґрунтових агрегатів ближче до поверхні посіву.

Український ринок культиваторів для суцільного обробітку ґрунту

Український ринок пропонує досить широку гаму машин (культиваторів, дискових борін) для проведення передпосівного обробітку ґрунту. Пропозиція містить агрегати як іноземного, так і вітчизняного виробництва. Останнім часом більшість вітчизняних аграріїв віддають перевагу саме агрегатам українського виробництва. Насамперед це пов'язано із валютною ситуацією на ринку.

Пропонуємо огляд агрегатів чотирьох досить відомих українських виробників, які на сьогодні заслуговують на увагу як через технічне виконання, так і з огляду на відповідність технологічному призначенню.

Культиватор для суцільного обробітку ґрунту КПГ-11 («Велес Агро»)

Трактор культиватор причіпний КПГ-11 призначений для суцільного передпосівного обробітку ґрунту та обробітку парів з одночасним боронуванням і прикочуванням ґрунту із питомим опором до 0,5 кгс/см² (0,05 МПа) та вологістю до 27%.

На замовлення користувача причіпний трактор-культиватор може бути оснащено різними стрілочастими лапами (від 180 до 330 мм), у такому разі

змінюється кількість робочих органів агрегату. Завдяки розміщенню робочих органів у п'ять рядів забезпечується рівномірне проходження навіть грубостеблових пожнивних решток без забивання агрегату та повне перекриття зони обробітку ґрунту без допускання пропусків.

Для вирівнювання поверхні поля за робочими органами агрегату розташована пружинна гребінка (три ряди) із можливістю регулювання кута атаки. Остаточне подрібнення земляних брил і вирівнювання поверхні поля виконує трубчастий коток. Гребінка із котком виконані як окремий вузол і при потребі можуть бути частково або повністю демонтовані. До того ж весь цей механізм підпружинений, із можливістю регулювання притискового зусилля на ґрунт залежно від типу останнього. Також у цьому культиваторі є можливість окремого регулювання (незалежно від котка) глибини обробітку пружинними боронами та кута їхньої атаки.

Необхідна для роботи культиватора потужність трактора залежить від типу і вологості ґрунту, форми культиваторної лапи, кількості пожнивних решток на поверхні поля, глибини обробітку, робочої швидкості і багатьох інших факторів. За даними виробника, на один метр ширини захвату агрегату потрібна потужність становить як мінімум 20–27 к. с. Тобто наш 11-метровий культиватор агрегують із тракторами потужністю не менше 220 к. с.

Особливістю цього агрегату є використання спеціального кріплення стійки із пружинним механізмом, у якому пружини працюють на стиснення, а не на розтяг. У чому різниця? В пружині, яка працює на стиснення, є «мертва» точка, при досягненні якої лапа культиватора далі рухатись не може. Це убезпечує від пошкоджень механізм кріплення до рами.

Компанія-виробник сама виготовляє робочі органи до свого агрегату. Єдине, що використовується для цього з-за кордону, – шведська борована сталь для їхнього виготовлення.

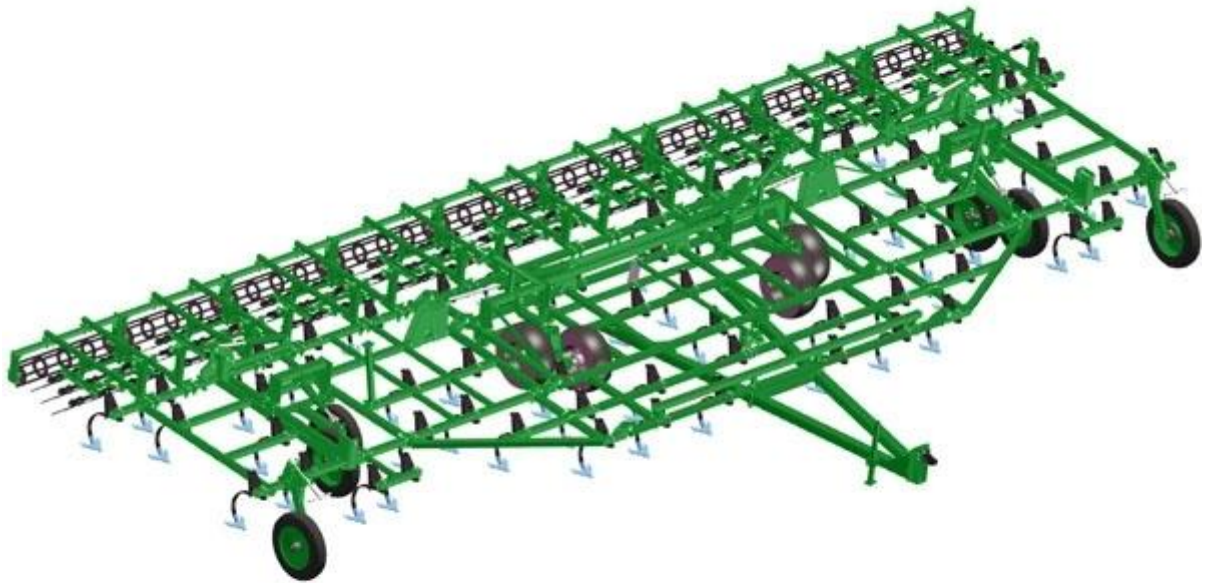


Рисунок 1.1. – Культиватор КПГ-11 (Велес-Агро)

Глибина обробітку ґрунту культиватора регулюється спеціальними проставками, які встановлюють на шток гідроциліндра, завдяки чому досягається оптимальна глибина обробітку ґрунту по всій ширині захвату. Крім того, ходова частина агрегату виконана у вигляді двох тандемних коліс, зміщених у напрямку руху агрегату. Таке рішення сприяє точнішому дотриманню норми загортання насіння навіть у разі наїзду агрегату під час роботи в полі на горби та переїзду ям.

Таблиця 1.1. – Характеристика культиватору КПГ-11 виробництва Велес-Агро

Найменування	Показник
Тип агрегату	Причіпний
Ширина захвату, м	11
Продуктивність за 1 годину основного часу, га/год.	7,7-13,2
Робоча швидкість руху, км/год.	7-12
Глибина обробітку, см	6,0-13,5
Кількість робочих органів, шт.	48
Ширина захвату лапи, мм	260
Маса агрегату, кг	5100
Довжина, мм	7650
Ширина (транспортна), мм	5600
Висота (транспортна), мм	4100
Потужність трактора, к.с.	220-270
Тяговий клас трактора, кН	40-50

Культиватор для суцільного обробітку ґрунту КПО («Лозовські машини»)

Культиватор КПО від компанії «Лозовські машини» є багатофункціональним агрегатом завдяки можливій комплектації різними робочими органами. Завдяки цьому агрегат здатен виконувати роботу, що відповідає вимогам практично всіх застосовуваних систем обробітку ґрунту.



Рисунок 1.2. – Культиватор КПО (Лозівські машини)

Робоча глибина агрегату регулюється у досить широких межах – від 3 до 15 см, що достатньо для створення посівного ложа практично для всіх сільськогосподарських культур. Культиватор також можна використовувати для проведення легкого стерньового обробітку, другого луцення стерні або боротьби із бур'янами під час догляду за парами.

Таблиця 1.2. – Характеристика культиватору КПО (Лозівські машини)

Найменування	Показник
Тип агрегату	Причіпний
Глибина обробітку, см	3-15
Марка	КПО-8 «Червонець»
Маса, кг	3300
Необхідна потужність трактора, к.с.	130-170
Продуктивність агрегату, га/год.	до 12
Робоча швидкість, км/год.	до 15
Ширина захвату, м	8
Ширина робочих органів, мм	70

Використання S-подібної пружинної стійки у ґрунтообробних агрегатах забезпечує створення сприятливих умов для оптимального водно-повітряного режиму в ґрунті. Пружинний ефект стійки зумовлює коливальний рух лап у ґрунті, які вібрують як у напрямку руху, так і вбік, при цьому рух у вертикальному напрямку мінімальний. Таке виконання стійки та відповідний йому принцип роботи органів гарантує чітке дотримання необхідної глибини обробітку, сприяє підвищенню якості кришення ґрунту, знижує тяговий опір. Також такі стійки запобігають забиванню робочого органу ґрунтом і рослинними рештками.

Відстань між робочими органами в агрегаті КПО становить 125 мм. Для безпроблемної роботи на будь-яких типах ґрунтів виробник пропонує у комплектації різні наконечники для стійки – стрілчасту лапу, «гусячу лапку» (рис. 1.3.), оборотний долотоподібний клин.



Рисунок 1.3. – Робочий орган культиватора КПО «гусяча лапка»

Останніми робочими органами описаного культиватора є план часті котки, які рівномірно ущільнюють ґрунт майже до глибини закладання насіння.

Таке ущільнення забезпечує вологою ґрунт, що сприяє проростанню дружніх рівномірних сходів. А значить, таке технологічне рішення гарантує збільшення урожаю і прибутку.

На маятниковому механізмі встановлено котки. Різний їх діаметр: передній – 330, задній – 270 мм. Таке виконання забезпечує краще подрібнення ґрунту. А саме розміщення їх на маятниковому механізмі забезпечує рівномірне розподілення тиску незалежно від рельєфу поля.

Глибина обробітку ґрунту регулюється шляхом переставляння залізних пальців у спеціальних регулювальних отворах, що значно скорочує час на налаштування і підвищує продуктивність агрегату в цілому.

Крім того, на агрегаті передбачено використання підпружиненої багатофункціональної планки, яку встановлюють із нахилом назад (у бік знаряддя). Таким чином усі нерівності ґрунту надійно усуваються за один прохід.

Як додаткове оснащення агрегат може комплектуватися зубовим механізмом для розпушування колії, що утворилась після проходження трактора. Механізм розпушування колії регулюється за висотою і шириною.

Культиватор для суцільного обробітку ґрунту серії АК («Технополь»)

Культиватори серії АК – це універсальні широкозахватні агрегати, призначені для:

- ресурсозберігаючої передпосівної і парової культивуації ґрунту;
- підрізання і вичісування бур'янів;
- вирівнювання ґрунту;
- створення посівного ложа;
- часткового ущільнення поверхні ґрунту під висів.

Культиватори виробництва компанії «Технополь» (рис. 1.4.) являють собою трисекційні машини із центральною основною секцією та двома боковими.



Рисунок 1.4. – Культиватор АК (Технополь)

Робочі органи культиватора розміщено у п'яти рядах, що сприяє його надійній роботі навіть на полях із великою кількістю пожнивних решток. На агрегаті встановлено 58 стійок зі стрілчастими лапами (рис. 1.5.). Робоча ширина лап становить 260 мм. Робочі органи кріпляться до рами з допомогою спеціального пружинного механізму, в якому пружина в робочому положенні працює за принципом стискання. Центральна рама культиватора та бічні секції опираються на тандемні колеса, що сприяє кращому дотриманню глибини обробітку. Параметр глибини обробітку встановлюється спеціальним механізмом в одній точці, що дуже зручно. Також здвоєні колеса використовуються під час транспортування агрегату, що сприяє рівномірному розподіленню ваги культиватора між двома колесами та дає змогу переміщувати його дорогами загального призначення з робочою швидкістю до 20 км/год.



Рисунок 1.5. – Кріплення робочого органу культиватора АК до рами

Робочими органами культиватора є імпортні комплектуючі, зокрема лапа іспанської фірми Bellota. А гідроциліндри для підймання/опускання культиватора із робочого положення та гідроциліндри складання культиваторних «крил» постачає компанія John Deere (США).



Рисунок 1.6. – Трирядна пружинна борінка і планчатий коток культиватора АК

Таблиця 1.3. – Характеристика культиватору АК виробництва «Технополь»

Найменування	Показник
Тип агрегату	Причіпний
Робоча швидкість, км/год.	до 12
Продуктивність за 1 годину основного часу, га/год.	3,2-4,8
Транспортна швидкість, км/год.	до 20
Робоча ширина захвату, м	4,0
Глибина обробки, см	5-12
Кількість ріжучих лап, шт.	19
Ширина захвату лапи, мм	260
Кількість котків, шт.	2
Кількість зубчастих борін, шт.	30
Габаритні розміри в робочому положенні, Д/Ш/В, м	7,55/4,0/0,8
Габаритні розміри в транспортному положенні, Д/Ш/В, м	7,55/4,0/0,8
Маса агрегату, кг	1700
Потужність трактора, к.с.	100

Завершують чергу робочих органів культиватора трирядна пружинна борінка та прикочувальний трубчастий коток (рис. 1.6.). Ці робочі органи приєднані до основної рами за допомогою пружинного механізму з можливістю регулювання притискного зусилля залежно від типу ґрунту, на якому використовується культиватор. Пружинні борони також мають окреме регулювання кута нахилу, що сприяє кращому вирівнюванню поверхні поля та інтенсивному вичісуванню бур'янів. За потреби цей механізм може бути повністю або частково демонтовано.

Також компанія-виробник виготовляє культиватори із шириною захвату 6,2; 8,5; 10 та 11,6 м. Ці агрегати використовують у ґрунтово-кліматичних зонах із вологістю ґрунту в межах 8-27% і твердістю оброблюваного шару – 0,4-1,6 МПа. Тому такий культиватор можна застосовувати як для передпосівного обробітку ґрунту, так і під час догляду за парами.

Культиватор для суцільного обробітку ґрунту серії «К» (Краснянське СП «Агромаш»)

Компанія «Краснянське СП «Агромаш» пропонує культиватори серії «К» (рис. 1.7.) власної розробки та виготовлення. Основне призначення культиваторів – передпосівний обробіток із одночасним подрібненням, вирівнюванням і ущільненням ґрунту.



Рисунок 1.7. – Культиватор серії «К» (Краснянське СП «Агромаш»)

Оригінальність культиваторів полягає у застосуванні спеціальних пружинних стійок, що забезпечують стабільну роботу стрічастих лап і якісний обробіток шару ґрунту на задану глибину за всією шириною захвату

агрегату. Така конструкція стійок сприяє і самоочищенню робочих органів під час роботи та поліпшує роботу культиватора на полях із великою кількістю рослинних решток.

Таблиця 1.4. – Характеристика культиватора серії «К» виробництва Краснянське СП «Агромаш»

Найменування	Показник
Тип агрегату	Причіпний
Робоча швидкість, км/год.	8-10
Продуктивність за 1 годину основного часу, га/год.	6,8-13,6
Транспортна швидкість, км/год.	до 15
Робоча ширина захвату, м	11,0
Глибина обробки, см	12
Кількість рядів лап, шт.	5
Ширина захвату лапи, мм	280
Висота стійки лапи, мм	520
Кількість зубчастих борін, шт.	30
Транспортна ширина, м	4,4
Питома витрата палива, л/га	8,0
Потужність трактора, к.с.	250-300

Стрілчасті лапи розміщені у п'ять рядів, що також сприяє безвідмовній роботі культиватора на полях і великою кількістю рослинних решток та з підвищеною вологістю ґрунту. Цьому також сприяє досить велика висота стійки культиватора, яка становить 520 мм.



Рисунок 1.8. – Пружинна борінка культиватора серії «К»



Рисунок 1.9. – Робочий орган культиватора серії «К»

Сам агрегат складається із трьох секцій – однієї центральної та двох бічних. У транспортному положенні бічні секції опираються на центральну,

утворюючи таким чином перевернуту букву П, а центральна та бічні секції культиватора, у свою чергою, – на тандемні колеса. Під час переїздив бічні секції агрегату фіксуються за допомогою спеціальної шини, що підвищує безпеку транспортування.

В цьому культиваторі для досягнення кращої стабільності глибини обробітку ґрунту використовуються передні опорні колеса. Тому агрегат точніше дотримується встановленої глибини обробітку, максимальне значення якої становить 12 см. Дещо нижча, порівняно із попередніми культиваторами, транспортна швидкість агрегату – лише 15 км/год. Робоча швидкість достатньо висока і становить 8–10 км/год. Як наслідок, при такій ширині захвату продуктивність цього агрегату 8–10 га/год. Завершувати чергу робочих органів культиватора можуть три їхні типи, зокрема: прикочуючі котки, пружини та зубові борони. Ці культиватори широко застосовують для післязбирального і передпосівного обробітків ґрунту, оранки, догляду за парами у всіх кліматичних зонах землеробства.

Також на території нашої країни є ще безліч фірм, які займаються проектуванням та виготовленням культиваторів для суцільного обробітку ґрунту так і для міжрядного.

1.2 Номенклатура експлуатації культиваторів закордонного виробництва на території України

Критеріями оцінки культиваторів українські аграрії якість виконання операції в цілому, а саме надійність машини, універсальність, адаптованість до українських реалій, організація технічного обслуговування, а також не менш важливим є – ціна-якість.

Найважливішим з показників для фермера стала собівартість культиваторів закордонного виробництва, як нових так і вживаних.

Зокрема, найпопулярнішими посеред аграріїв України моделлю стали культиватори John Deere 2210, John Deere 1010, John Deere 2230LL, John Deere 2230FH, John Deere 2330; культиватори фірми Case Tigermate II, та ін.

Розглянемо деякі з них.

Передпосівні культиватори завжди користувалися популярністю для швидкої підготовки полів під час весняного обробітку ґрунту. Культиватор John Deere 2210 (рис. 1.10) з плаваючою зчіпкою відрізняється надійністю та високою продуктивністю. Поєднання даних показників важливо при виборі будь-якого знаряддя, оскільки економія експлуатаційних витрат – важливий чинник в сільському господарстві.



Рисунок 1.10. – Культиватор John Deere 2210

За допомогою культиватора 2210 можна здійснювати менше проходів при основній та передпосівній обробці.

Таблиця 1.5. – Характеристика культиватору John Deere 2210

Найменування	Показник
Тип агрегату	Причіпний
Робоча швидкість, км/год.	12
Кількість стійок, шт.	54-89
Робоча ширина захвату, м	8-18
Глибина обробки, см	12
Кількість рядів лап, шт.	5
Ширина захвату лапи, мм	190-310
Кількість секцій, шт.	3-5
Тиск на ґрунт, кг	80-95
Тип стійки	С-подібна

Культиватори серій John Deere 1010, John Deere 2230LL, John Deere 2230FH, John Deere 2330 мають деякі зміни, але все ж модель John Deere 2210 є основною, тому описувати вказані моделі не будемо.

Ще одним з найпопулярніших культиваторів серед українських аграріїв являється Case Tigermate II (рис. 1.11).



Рисунок 1.11. – Культиватор Case Tigermate II

Компанія Case IH об'єднала в одному агрегаті найкращий у галузі культиватор Tiger-Mate 200 та ротаційну мотику для створення щільного, рівного посівного шару.

Додаткова одностороння вісь забезпечує обертання стабілізуючого колеса під час руху по внутрішньому радіусу повороту для підтримки необхідного рівня заглиблення та зняття бічних навантажень з колеса та шин. Вбудований стопор запобігає вилянню стабілізуючого колеса під час прямолінійного руху або зовнішньому радіусу повороту.

Для максимальної міцності та продуктивності використовується мостова конструкція рами. П'ятирядна рама складається з поперечних трубчастих елементів розміром 76×102 мм та поздовжніх трубчастих елементів розміром 51×51 мм. Для підвищення міцності та збільшення терміну служби рами використовуються зварні шви з накидом.

Унікальна рухлива структура борони з пружинними зубцями запобігає утворенню пропусків і борозен при проході нерівних ділянок і канав, і при цьому борона залишається рівною в поздовжньому та поперечному напрямку. Регулювання глибини та горизонтального положення проводити не потрібно, що забезпечує максимальну продуктивність під час роботи в полі.

Удосконалені системи Case IH для підготовки ґрунту сприяють підвищенню потенційного прибутку двома способами: покращуючи стан посівного шару, а отже й урожаю, а також підвищує ефективність роботи оператора. Як і у борони з пружинними зубцями Case IH, у цих систем відсутні регулювання глибини та горизонтального положення. Потрібно просто опустити культиватор на ґрунт та почати роботу.

Таблиця 1.6. – Характеристика культиватору Case Tiger mate II

Найменування	Показник
Тип агрегату	Причіпний
Робоча швидкість, км/год.	8-12
Кількість стійок, шт.	81-121
Робоча ширина захвату, м	12-18
Глибина обробки, см	4-15
Кількість рядів лап, шт.	5
Кількість секцій, шт.	5
Тиск на ґрунт, кг	68
Тип стійки	С-подібна
Розмір лапи, см	23
Потужність трактора, к.с.	240-550

1.3 Проблеми експлуатації культиваторів

Проблема експлуатації культиваторів в Україні полягає у використанні не якісних марок сталі для виготовлення складових та не досконалістю конструкції. В кінцевому результаті все це впливає на якісні показники виконання операції. Головною метою при виконанні культивації є рівномірність руху робочих органів в ґрунті. Використання металевих деталей призводить до збільшення маси культиватора, що в свою чергу призводить до збільшення ущільнення шару ґрунту. Це в свою чергу впливає на якісні та кількісні показники майбутнього врожаю.

Стосовно машин закордонного виробництва, то при їх виготовленні використовуються більш якісні сталі та краще виконуються розрахунки на стадії проектування з ліцензійним програмним забезпеченням. Але цілий ряд недоліків все ж таки присутній. Крім цього, як у вітчизняних машинах так і в машинах закордонного виробництва, присутні шарнірні з'єднання які є мало захищеними або навіть зовсім не захищені від чинників зовнішнього впливу,

і з періодичністю, встановленою виробником, необхідно виконувати технічне обслуговування або заміну зношених деталей.

Перелічені чинники негативно впливають на добову продуктивність агрегату – зменшуючи її.

1.4 Обґрунтування теми дипломної роботи

Під впливом дії різних чинників на шарнірні з'єднання культиваторів, таких як атмосферні опади, пил, бруд, корозія, та інші, виникає потреба в обслуговуванні таких або повній заміні елементів конструкції. Такі проблеми присутні і в культиваторах фірми Case, а саме в кріпленні стійки до кронштейна приєднання до основної несучої рами (рис. 1.12).



Рисунок 1.12. – Сійка культиватора Case Tiger mate II у зборі

Даний вузол в процесі роботи з часом має проблеми з втратою рухливості в заданих траєкторіях. Таким чином унеможлиблюється його повноцінна робота і як наслідок невиконання технологічної операції. Через це з'являються пропуски після проходу культиватора на ширину лапи.

Нами було прийнято рішення з удосконалення конструкції приєднання стійки культиватора до кронштейна застосувавши полімерно-композитні матеріали в з'єднанні, а також виконати необслуговувемим.

Висновки: Проаналізовано ринок виробників техніки для поверхневого обробітку ґрунту та виявлено проблемні вузли, які через недосконалість конструкції або неправильне застосування обраних матеріалів не може виконувати поставлені задачі для виконання технологічних операцій. Тому для підвищення ресурсу рухомих з'єднань культиваторів було прийнято рішення використання конструкційних матеріалів не полімерного походження в рухомих з'єднаннях з використанням удосконалення (переобладнання) конструкції вузла.

2. ПРОГРАМА ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Методики досліджень

Для розв'язання задач, викладених у пункті 1.3, проводили дослідження у такому порядку: виявили проблемні вузли робочих органів культиваторів вітчизняного та закордонного виробництва, обґрунтували доцільність застосування полімерно-композитних деталей у рухомих з'єднаннях.

За допомогою трибологічних та міцнісних характеристик було досліджено конструкційний пластик, на основі УПА-6-30 та деяких його варіацій.

Дослідження проводились в проблемній науково-дослідній лабораторії технічного сервісу машин ДДАЕУ. Лабораторія створена наказом міністерства аграрної політики України від 13.07.2001 р. №212, розташована на кафедрі ЕМТП.

2.1.1 Виготовлення зразків для досліджень

Для дослідження властивостей матеріалів виготовляли зразки. Виготовлення здійснювалось методом лиття під тиском на ливарній машині ручного типу ПЛ-32 (рис. 2.2), яка реалізовує необхідні технологічні засоби, розроблені для виготовлення вказаним вище способом зразків з полімерних матеріалів.

Перед засипкою матеріалу в машину вуглепластик має вигляд циліндричних гранул довжиною 2...6 мм, і діаметром 2 мм. Матеріал попередньо був висушений у термо-шафі з застосуванням конвекції (рис. 2.1) на протязі 4-х годин з товщиною шару матеріалу в сушильній ємності ≈ 2 см. Сушіння відбувалося з температурою 110 ± 10^0 С. При цьому масова частка

вологи в матеріалі становила 0,29%, що відповідає заявленому показнику заводу виробника.



Рисунок 2.1 – Термошафа сушильна СНОЛ 67/350

Ливарна машина (рис.2.2) має гідравлічну систему до якої входять такі агрегати: електродвигун, масляний насос, резервуар для оливи, розподільник, гідроциліндр, трубопроводи високого тиску. Вихідний матеріал засипається в нагрівальний циліндр 2, який попередньо підігрітий до температури розплаву. Температуру в нагрівальному циліндрі контролювали за допомогою термopари. Тиск лиття здійснювали за допомогою манометра 1, який встановлено безпосередньо в гідроциліндрі 2 машини. Управління виконували з панелі керування 6. Задана температура підтримувалася в межах $\pm 5^{\circ}\text{C}$. Відливання розплаву матеріалу у прес-форму здійснювали через наконечник 4, з отвором діаметром 3,5 мм. Зразки з прес-форми мали однорідну структуру циліндричної форми висотою 15 мм і діаметром 10 мм. Прес-форма для виготовлення даних зразків показана на рис. 2.3.

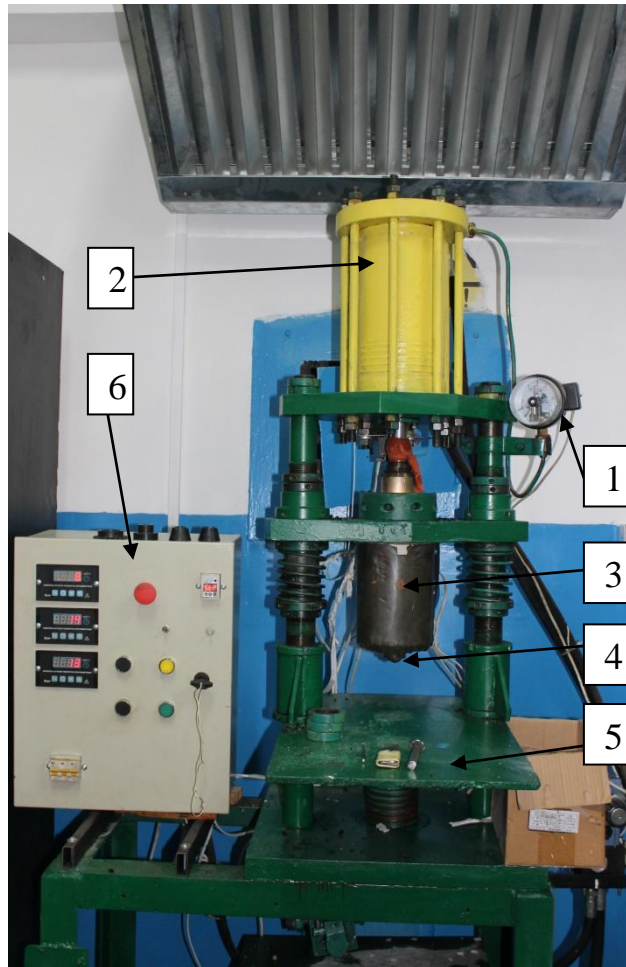


Рисунок 2.2 – Ливарна машина ручного типу ПЛ-32



Рисунок 2.3 – Прес-форма для виготовлення зразків циліндричної форми

2.1.2 Фізико-механічні показники

Дослідження міцнісних властивостей здійснювали на випробувальній машині FP-100/1 (рис. 2.4), згідно ГОСТ 4651-82. Випробувальна машина – машина для випробування зразка на розрив під час розтягування з метою визначення механічних властивостей матеріалів (сили опору, деформації чи енергії, витраченої на руйнування), а також для випробувань деталей, складальних одиниць та виробів шляхом пошкодження чи руйнування (стиску зразків). Для стиску використовувались зразки діаметром 10 мм і висотою 15 мм. Машина оснащена індукційним силовимірювачем, а також вдосконаленим діаграмним апаратом. Передбачена можливість вільного руху діаграмної стрічки із заданою швидкістю, що дозволяє при тарованій швидкості руху затискачів машини отримати бажану розгортку первинної діаграми розтягування. Розривна машина складається з випробувальної установки і блоку керування.



Рисунок 2.4 – Випробувальна машина FP-100/1

Розрахунки виконувались за допомогою програмного забезпечення в Microsoft Excel.

Також на ливарній машині відливались образчики для ударної в'язкості (рис. 2.5), з такими геометричними розмірами $6 \times 4 \times 50$ мм. Ударну в'язкість визначали на копрі моделі КМ-0,4 (рис. 2.6) за методом Шарпі згідно ГОСТ 4647-80 за температури $23 \pm 2^{\circ}$ С і відносною вологістю повітря $50 \pm 5\%$.

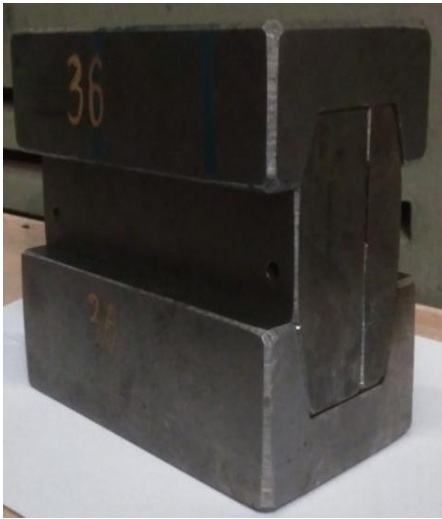


Рисунок 2.5 – Прес-форма для виготовлення зразків для перевірки ударної в'язкості



Рисунок 2.6 – Маятниковий копр КМ-0,4

Для більш точного проведення дослідів, матеріал перед висушуванням зважували в однакових пропорціях на вагах ВТД-Т1-ЖК (рис. 2.7). Точність вимірювання 0,5 г.

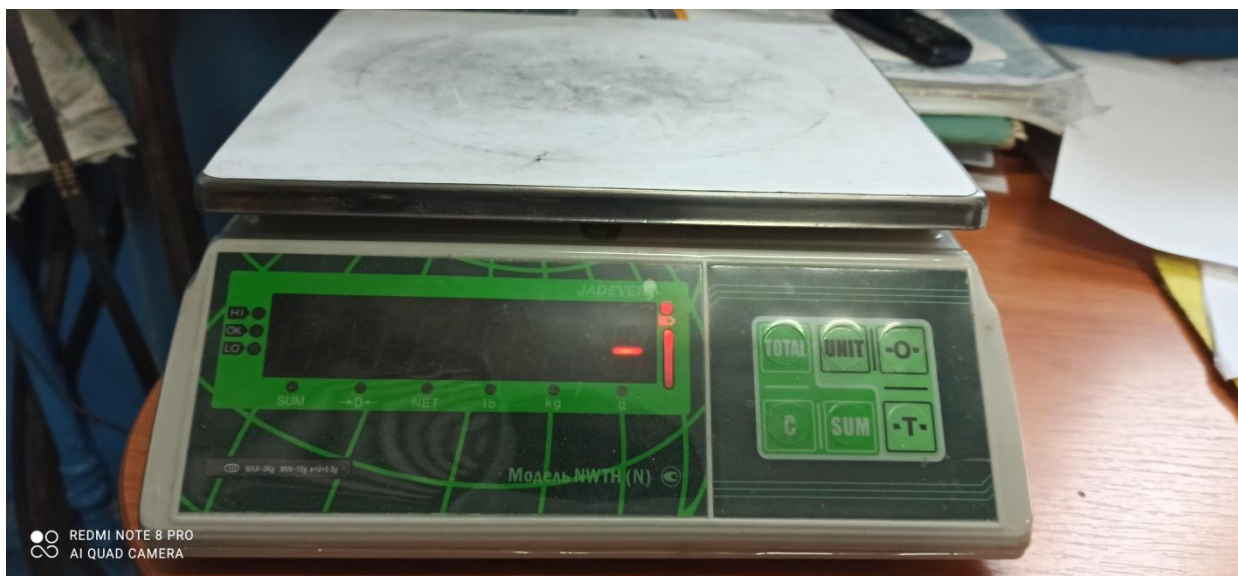


Рисунок 2.7 - Ваги

2.1.3 Дослідження трибологічних показників

Дослідження трибологічних показників здійснювали за допомогою машини тертя 2070 СМТ-1 (рисунок 2.7), за умов сухого тертя, де реалізували такий режим випробувань:

- навантаження на зразок, МПа – 0,5...1,0;
- лінійна швидкість ковзання, м/с – 0,25...0,75;
- шлях випробувань, км – 1.

Показники потенціометра КСП-2 фіксувались на спеціальному папері ГОСТ 7826-75. Випробування виконували за схемою «диск – палець». Радіус диска становить $R = 0,025$ м.



Рисунок 2.8 – Машина тертя 2070 СМТ-1

Перед випробуванням зразки готували шляхом притирання. Це зроблено для придання зразку сферичної форми, для кращого прилягання до поверхні контр-тіла. Зразок використовували діаметром 10 і висотою 15 мм, при цьому площа зразка становить $S = 0,785 \text{ см}^2$. У процесі випробувань матеріал намазується на контр-тіло. Така його властивість заважає отримати точні результати вимірювань. Перед проведенням досліджень машина попередньо була повірена (додаток А). Режими випробувань наведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Режими випробувань досліджуваних матеріалів (фактор PV)

P V	0,5	0,75	1,0
0,25	0,125	0,187	0,250
0,5	0,250	0,375	0,500
0,75	0,375	0,562	0,750

Висновок: враховуючи вищевикладений матеріал можемо стверджувати, що для досягнення поставленої мети дипломної роботи обладнання та можливостей машин проблемної науково-дослідної лабораторії цілком достатньо.

3. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА КОНСТРУКЦІЙНІ ЗМІНИ ВУЗЛА

3.1. Дослідження трибологічних показників

Для отримання більш точних результатів кожен з режимів, що вказані в таблиці 2.1, проводили трикратно. Потім підраховували коефіцієнт ковзання в Microsoft Excel. По середнім даним, побудовані лінійні графіки залежності коефіцієнта тертя від шляху для кожного з факторів PV.

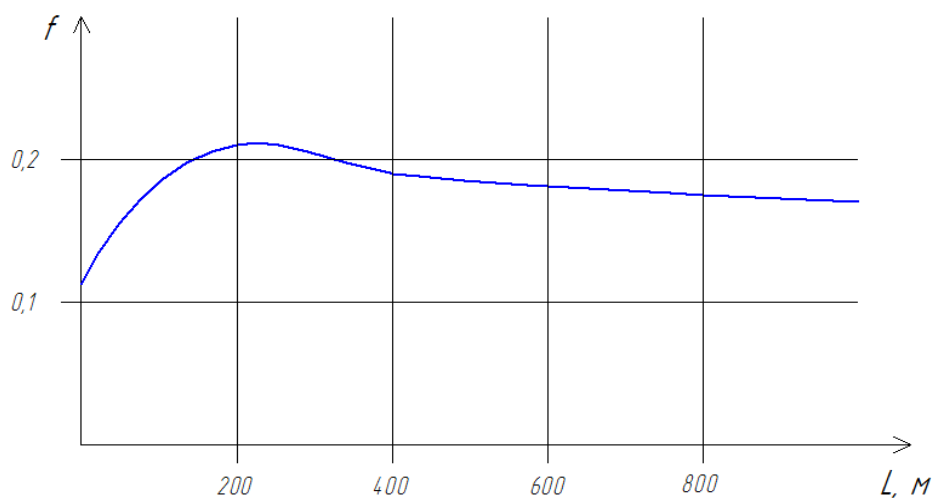


Рисунок 3.1. Залежність коефіцієнта тертя f від шляху L полімерного матеріалу УПА-6-30 при $PV = 0,125$

З рисунка (рис. 3.1) бачимо, що з початку коефіцієнт знаходиться на відмітці 0,112, через деякий час поступово підвищується до 0,21. При цьому шлях становить $L = 210$ м. Ще через деякий час коефіцієнт поступово знижується, і вирівнюється, до значення 0,172. Це пояснюється тим, що матеріал «намазується» на робочу поверхню диску (рис. 3.2).

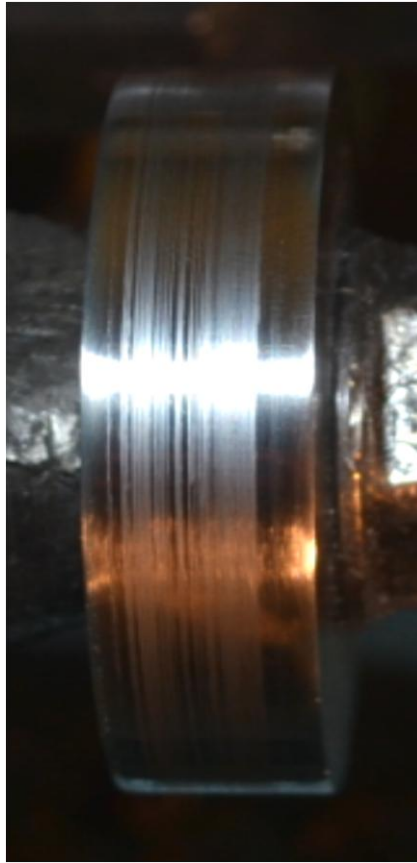


Рисунок 3.2. – Робоча поверхня диску після проведення дослідів

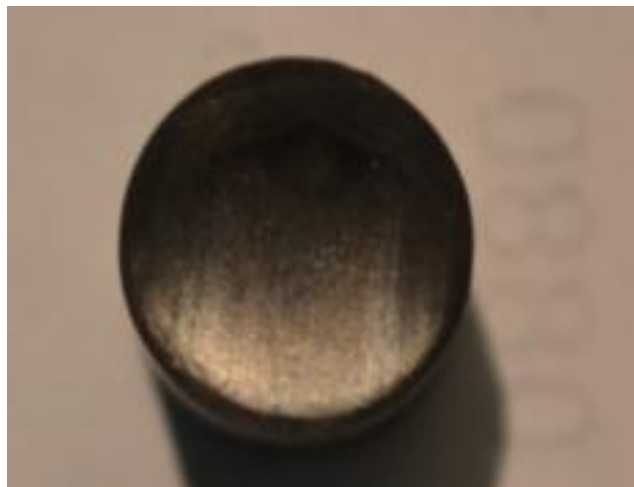


Рисунок 3.3. – Робоча поверхня тертя матеріалу УПА-6-30

Матеріал при збільшенні температури «висмикується» із своєї структури, попадаючи на поверхню контр-тіла, і заповнює мікровпадини, таким чином збільшується площа тертя і сприяє зменшенню коефіцієнта тертя. В таблиці 3.1 зазначені результати дослідів коефіцієнта тертя відповідно до фактора PV , для кожного значення вказаного в таблиці 2.1.

Таблиця 3.1 – Значення коефіцієнта тертя для заданого фактору PV

P V	0,50	0,75	1,00
0,25	0,172	0,169	0,203
0,50	0,168	0,176	0,198
0,75	0,152	0,183	0,269

Як бачимо (табл. 3.1) при зростанні лінійної швидкості L коефіцієнт f зменшується, тобто відбувається проковзування між матеріалом і диском в зоні контакту.

Розрахунок коефіцієнта тертя здійснювали такою формулою:

$$f = \frac{M_{кр}}{N \cdot \Delta}, \quad (3.1)$$

де $M_{кр}$ - крутний момент, що виникає на окружності диска, Н·м;

N - навантаження на зразок, Н. для всіх дослідів однакова величина

$$N = 50 \text{ Н};$$

Δ – крок паперу, м. Для всіх дослідів однаковий, $\Delta = 0,0025$ м.

Крутний момент, що виникає на окружності диска визначали за формулою:

$$M_{кр} = 0,0236 \cdot \left(\frac{L_3}{\Delta}\right) + 0,0567, \quad (3.2)$$

де L_3 - заміряне на папері значення відстані від нульового значення до лінії коефіцієнта тертя, м.

Також проводили досліди з введенням поліаміду марки ПА-6,6 до УПА-6-30. Проведення дослідів і знаходження коефіцієнта тертя розраховували за аналогією.

Введення поліаміду ПА-6,6 в кількості 10% мас. в УПА-6-30 призводить до вкрай незначного збільшення коефіцієнту тертя на всіх режимах, що знаходиться в межах похибки. При збільшенні фактору PV коефіцієнт тертя стає близьким до значень базового. Залежність коефіцієнту тертя від навантаження та лінійної швидкості ковзання для обох матеріалів представлені на рис. 3.4.

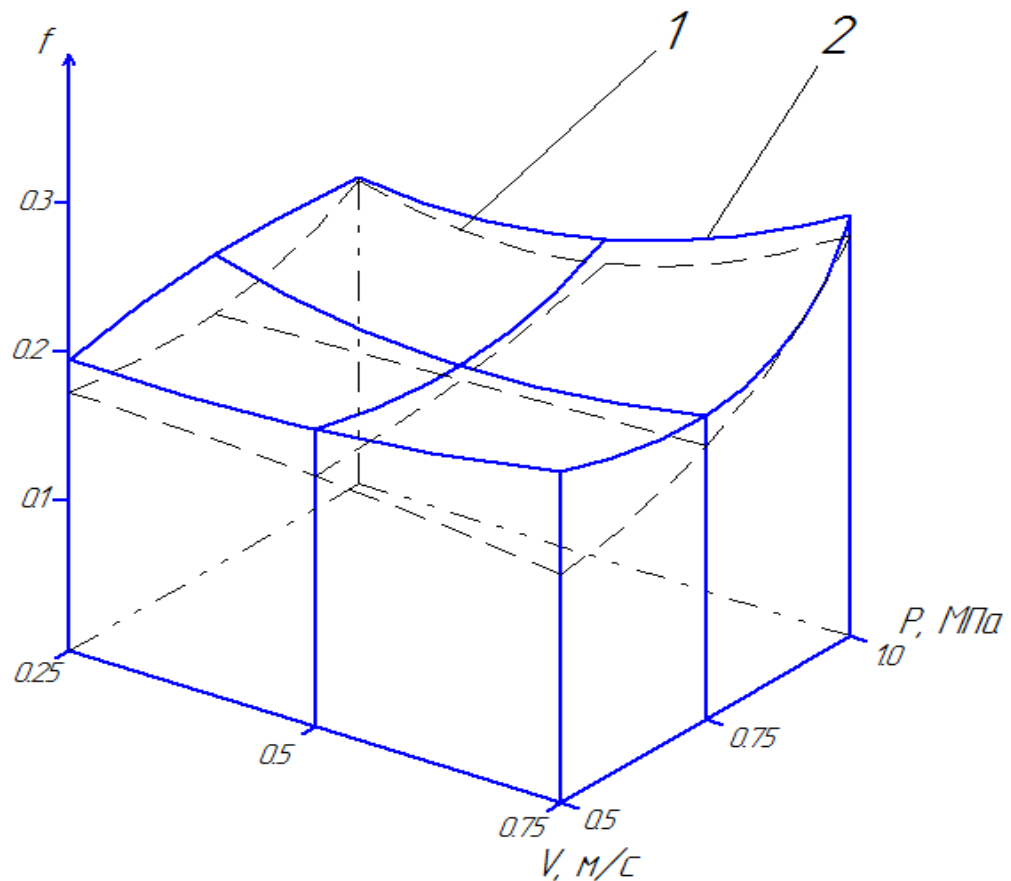


Рисунок 3.4. – Залежність коефіцієнту тертя від навантаження P та лінійної швидкості ковзання V : 1 – УПА-6-30; 2 – УПА-6-30 + ПА-6,6.

Різниця збільшення коефіцієнту тертя від базового у відсотках в залежності від фактору PV наведена в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Різниця збільшення коефіцієнту тертя від базового, %

PV	0,50	0,75	1,00
0,25	11,3	19,1	0,5
0,50	15,6	4,87	7,9
0,75	31,2	10,3	4,61

Після проведення дослідів на режимах експлуатації, характерних для рухомих з'єднань культиваторів, ідентичних фактору PV в межах 0,25...0,75 МПа·м/с фізикомеханічні властивості допрацьованого матеріалу (УПА-6-30+10%ПА-6,6) ідентичні прототипу. Таким чином, допрацьований матеріал цілком можна застосовувати замість матеріалу марки УПА-6-30 у рухомих з'єднаннях.

3.2. Фізико-механічні дослідження

Міцнісні властивостей виконували за допомогою на випробувальній машини FP-100/1 (рис. 3.5), згідно ГОСТ 4651-82. Розривна випробувальна машина – машина для випробування зразка на розрив під час розтягування або стискання з метою визначення механічних властивостей матеріалів (сили опору, деформації чи енергії, витраченої на руйнування), а також для випробувань деталей, складальних одиниць та виробів шляхом пошкодження чи руйнування. В машині встановлено індукційний силовимірвач, а також вдосконалений діаграмний апарат. Передбачена можливість вільного руху діаграмної стрічки із заданою швидкістю, що дозволяє при тарованій швидкості руху затискачів машини отримати бажану розгортку первинної діаграми розтягування. Розривна машина складається з випробувальної установки і блоку керування.

Для дослідження границі міцності при стисканні використовували все ті ж зразки: діаметром 10 і висотою 15 мм. При цьому опорні площини зразків мають знаходитись в межах відхилень 0,1 % до напрямку, перпендикулярному дії навантаження.



Рисунок 3.5. – Випробувальна машина FP-100/1

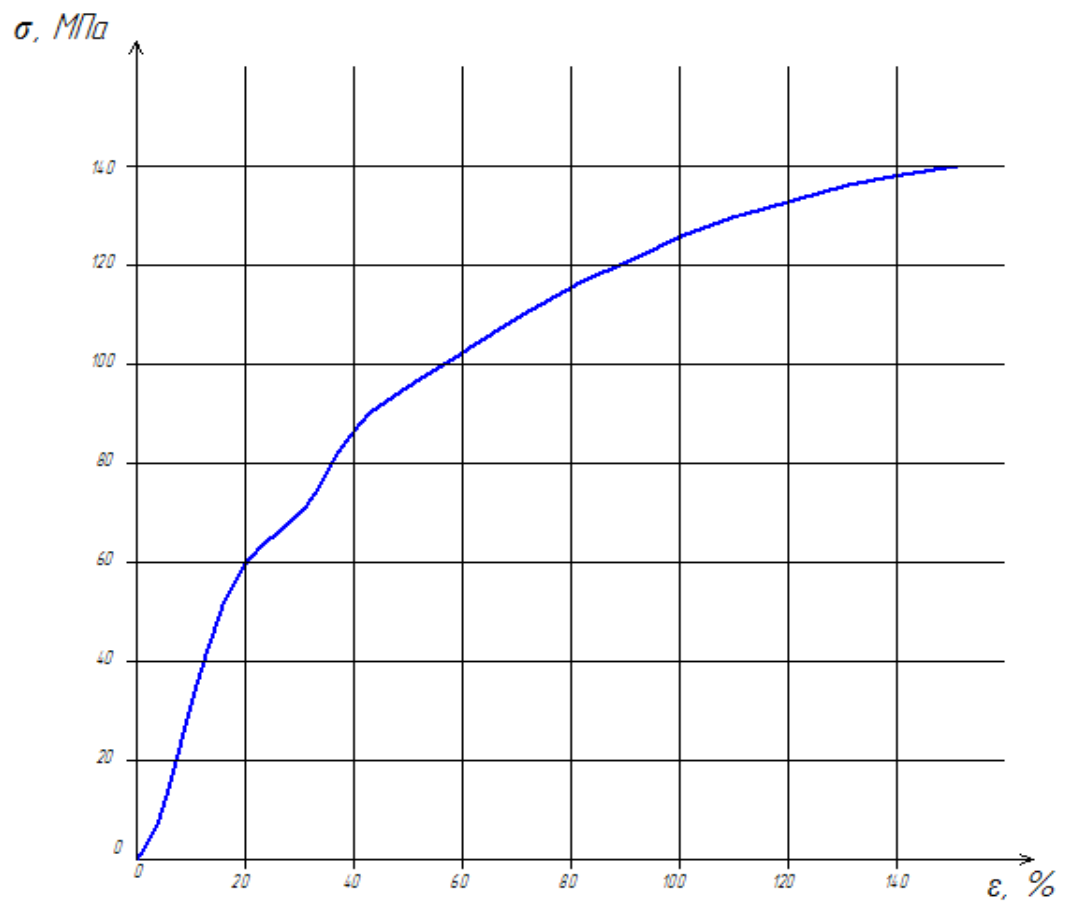


Рисунок 3.6. – Залежність напруження σ (МПа) від відносної деформації ϵ (%) матеріалу УПА-6-30+ПА-6,6

Границю міцності при стисканні (σ) розраховували за формулою:

$$\sigma = \frac{P}{F}, \quad (3.3)$$

де P - навантаження, МПа;

F - мінімальна площа поперечного перерізу зразка, мм²;

$$F = \pi \cdot \frac{d^2}{4}, \quad (3.4)$$

де d - діаметр зразка, мм.

Відносну деформацію (ε) знаходили за формулою:

$$\varepsilon = \Delta h_{p.c.} \cdot 100/h_0, \quad (3.5)$$

де $\Delta h_{p.c.}$ - величина зменшення висоти зразка при руйнуванні, мм;

h_0 - початкова висота зразка, мм.

Для визначення модуля пружності (E) по діаграмі знаходили показник значень, які відповідали величинам відносної деформації 0,1 і 0,3% (ГОСТ 9550-81). Розрахунок здійснювали за співвідношенням:

$$E = \frac{(F_2 - F_1) \cdot h_0}{A_0 \cdot (\Delta h_2 - \Delta h_1)}, \quad (3.6)$$

де F_1 - навантаження, що відповідає відносній деформації 0,1%, Н;

F_2 - навантаження, що відповідає відносній деформації 0,3%, Н;

h_0 - початкова висота зразка, мм;

A_0 - площа поперечного перерізу зразка, мм²;

Δh_1 - зміна висоти, яка відповідає навантаженню F_1 ;

Δh_2 - зміна висоти, яка відповідає навантаженню F_2 .

За остаточний результат випробувань приймали середнє арифметичне всіх паралельних досліджень.



Рисунок 3.7 – Зразок після проведення дослідів (УПА-6-30+ПА-6,6)

Дослідження міцнісних характеристик матеріалів виявили, що при додаванні ПА-6,6 в кількості 10% мас. модуль пружності та межа текучості зменшуються на 5,22% та 5,19% відповідно. Значення цих показників для матеріалів УПА6-30 і УПА-6-30+ПА-6,6 представлені на рис. 3.8. До незначного зменшення цих показників в удосконаленого матеріалу спонукає також дольове зменшення вуглецевих волокон, які відіграють роль «арматури» в структурі ВП.

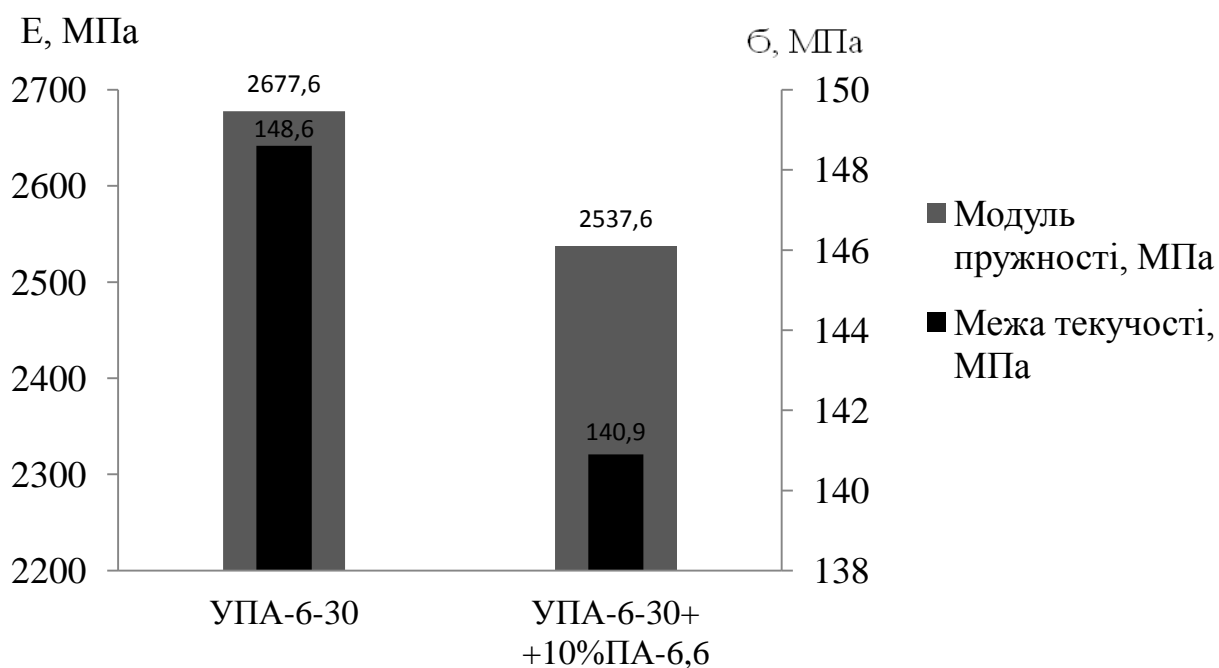


Рисунок 3.8. – Залежність модуля пружності E та межі текучості σ при стисканні базового (УПА-6-30) та удосконаленого ПКМ (УПА-6-30+10%ПА-6,6)

Додавання ПА-6,6 в УПА-6-30 в кількості 10% мас. призводить до вкрай незначних змін триботехнічних та міцнісних характеристик, але при цьому собівартість отриманого ПКМ зменшується на 8,2%.

3.3. Розробка конструкції вузла кріплення стійки культиватора

Як відомо, кожна конструкція має свої певні недоліки. З різних причин вони йдуть у виробництво без виправлень. У подальшому саме це заважає фермеру виконати ті чи інші агротехнічні операції на полі у поставлені строки. В кінцевому результаті все це впливає на майбутній урожай – і як наслідок до зниження прибутку.

Недоліки має і кріплення стійки до кронштейна культиватора Case Tiger mate II (рис. 1.12). В процесі експлуатації даний вузол зазнає значних навантажень в різних площинах, відбувається його зношення і як наслідок порушення роботи в цілому.

Саме за рахунок потрапляння пилу в зону тертя деталей, а саме між проміжною втулкою 4 і втулкою під запресовану шпильку 3, які обертаються відносно один одного в протилежних напрямках, при цьому залишаються на одній осі. Через їх знос стійка лапи культиватора 2 з часом починає торкатися кронштейна 1 зтираючи його. Враховуючи перелічені недоліки робочий орган починає здійснювати поперечні коливання, що для культиватора недопустимо. Після проходження такого культиватора по полю можна спостерігати огріхи у вигляді необроблених смуг. При більш детальному огляді порушується глибина обробки в межах 1,5-2 см. Наприклад при підготовці поля до сівби гірчиці такі відхилення є катастрофічними. В такому випадку ґрунт буде або зовсім не обробленим або оброблений занадто глибоко.

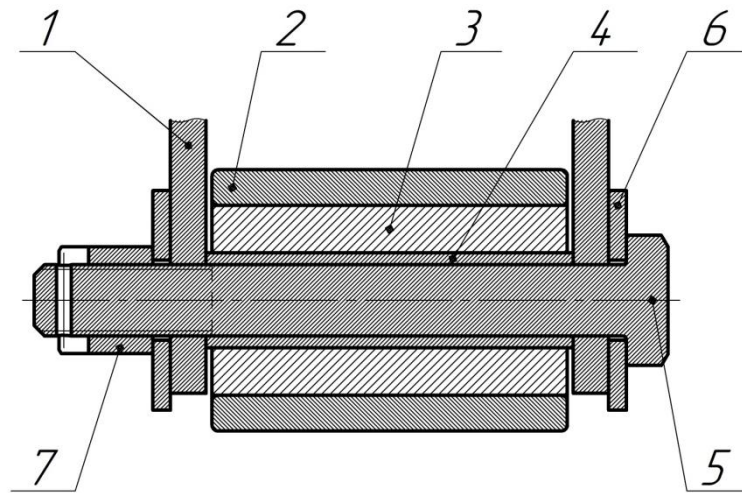


Рисунок 3.9. – Вузол кріплення стійки культиватора до кронштейна Case
(завод)

При детальному аналізі нами було прийнято рішення щодо удосконалення вищеописаної конструкції полімерно-композитними деталями з деякою зміною конструкції (рис. 3.10). Дані зміни дозволяють в подальшому повернутися до стандартного виконання.

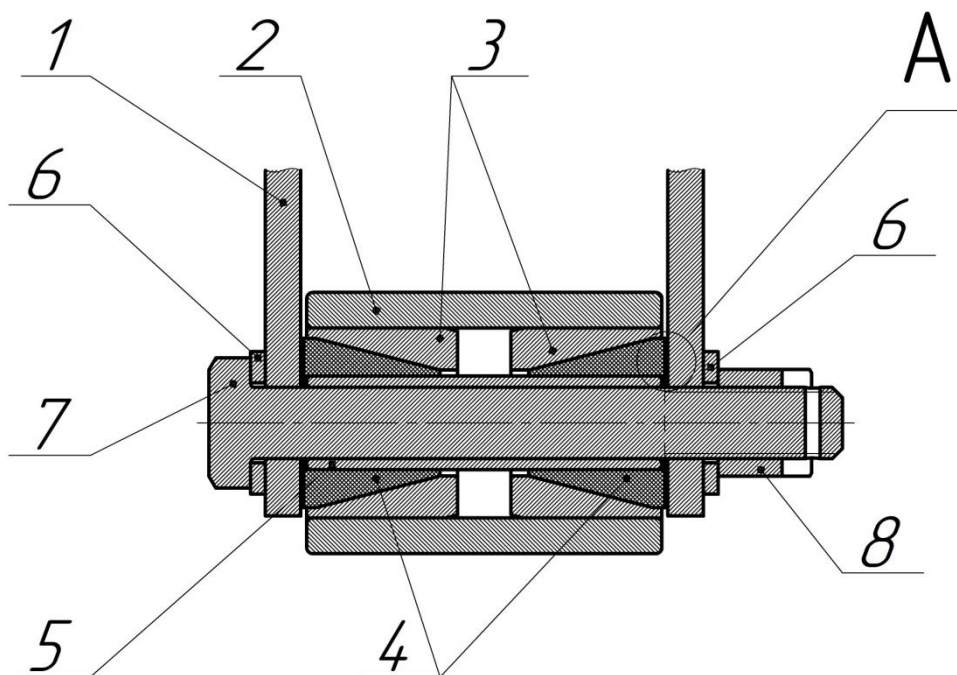


Рисунок 3.10. – Удосконалений вузол кріплення стійки культиватора до кронштейна Case (модернізований).

Вказана конструкція дає можливість регулювання технологічного зазору в спряженнях шляхом встановлення регулювальних шайб (рис. 3.11).

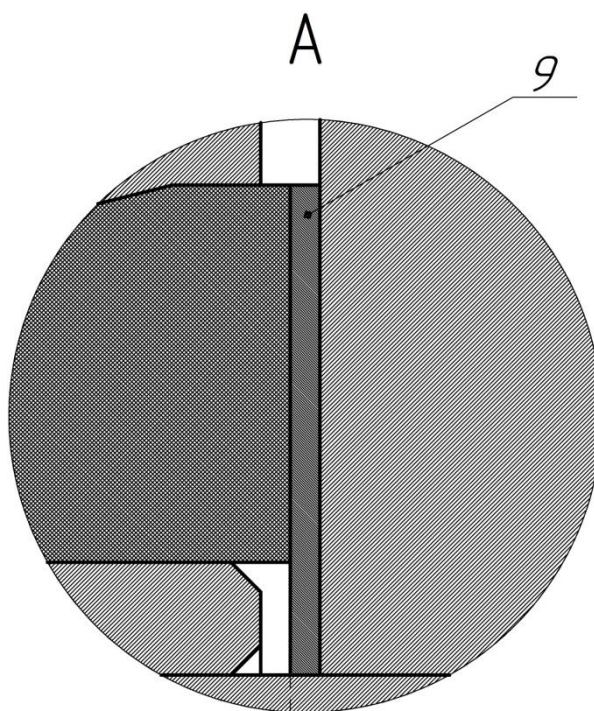


Рисунок 3.11. – Шайба для регулювання технологічного зазору

Регулювання потрібно провести таким чином, щоб зазор в sprzęженні не перешкоджав руху стійки у кронштейні навколо осі болта 7 і не мав занадто великих переміщень в поперечній площині відносно руху культиватора по полю.

Застосування у вказаному вузлі полімерно-композитних матеріалів дозволяє йому працювати в умовах без змащування. Мащення відбувається під час збирання і налаштування вузла. В процесі експлуатації операції з технічного обслуговування даного вузла виконувати не потрібно, окрім після наробітку 50 годин роботи необхідно виконати підтягування з'єднань. Підтягування потрібно задля того, що за такий час у КПМ-сталь відбувається притирання поверхні контакту.

В результаті проведених дослідів можна зробити наступні **висновки**.

За результатами досліджень трибологічних показників виявлено, що удосконалений ПКМ (УПА-6-30+ПА-6,6) призводить до незначного збільшення коефіцієнта тертя у порівнянні з базовим (УПА-6-30), що знаходиться в межах похибки вимірювань. Це пояснюється зменшенням

вуглецевих волокон у структурі матеріалу, які є основним чинником зниження коефіцієнта тертя.

Дослідження міцнісних характеристик матеріалів виявили, що при додаванні ПА-6,6 в кількості 10 % мас. модуль пружності та межа текучості зменшуються на 5,22% та 5,19% відповідно.

Додавання ПА-6,6 в УПА-6-30 в кількості 10% мас. призводить до вкрай незначних змін триботехнічних та міцнісних характеристик, але при цьому собівартість отриманого ПКМ зменшується на 8,2%.

Зміна конструкції позитивно впливає на роботу культиватора в цілому та має ряд переваг у порівнянні зі стандартною компоновкою, а саме:

- можливість роботи вузла в умовах без мащення;
- можливість регулювання технологічного зазору в спряженні;
- стабільна глибина обробки поля;
- унеможливлення заклинювання вузла;
- заміна зношених деталей на нові зводиться до мінімуму – в межах кількох хвилин.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Загальні поняття і положення

Охорона праці – це комплекс соціально-економічних та інших заходів направлених на збереження життя та здоров'я персоналу та робітника окремо.

Комплекс заходів охорони праці в проблемній науково-дослідній лабораторії технічного сервісу машин, яка створена за наказом міністерства аграрної політики України від 13.07.2001 р. №212, знаходиться на кафедрі експлуатації машинно-тракторного парку в аудиторії 250, 130. Вона має необхідне обладнання для проведення дослідів, спрямована на збереження життя і працездатності студентів-«дослідників» та виконавчого персоналу, лаборантів та консультантів дипломного проекту, який виконує студент [2], а також для якісного та безпечного для життя проведення дослідів. Ефективним методом організації охорони праці в лабораторії є системний підхід, тобто об'єднання розрізаних заходів з охорони праці в єдину систему цілеспрямованих дій на всіх рівнях і стадіях управління виробництвом шляхом створення і забезпечення функціонування системи управління охороною праці.

Об'єкт підвищеної небезпеки – об'єкт, на якому використовуються, виготовляються, переробляються, зберігаються або транспортуються одна або кілька небезпечних речовин чи категорій речовин у кількості, що дорівнює або перевищує нормативно встановлені порогові маси, а також інші об'єкти як такі, що відповідно до закону є реальною загрозою виникнення надзвичайної ситуації техногенного та природного характеру.

Метою управління охороною праці є збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці, поліпшення виробничого побуту, попередження травматизму і профзахворювань.

Об'єктом управління охороною праці є діяльність структурних підрозділів, функціональних служб і всього колективу підприємства по забезпеченню здорових і безпечних умов виконання роботи на виробничих ділянках.

Керівники підрозділів розробляють за участю профспілок і реалізують комплексні заходи для досягнення встановлених вимог з охорони праці, впроваджують прогресивні технології, досягнення науки, техніки, засоби з охорони праці.

Забороняється вживати спиртні напої і наркотичні речовини, а також приступати до роботи в стані алкогольного або наркотичного сп'яніння. Палити не дозволяється зовсім.

При захворюванні або травмуванні, як на роботі, так і поза нею необхідно повідомити про це керівника, тобто завідувача кафедрою і звернутися до лікарні.

При настанні нещасного випадку потрібно надати допомогу постраждалому відповідно до інструкції з надання допомоги, викликати працівника медслужби. При цьому зберегти до розслідування обстановку на робочому місці такою, якою вона була в момент випадку, якщо це не загрожує життю і здоров'ю присутніх і не призведе до аварії.

При виявленні несправності обладнання, пристосування, інструмента повідомити про це керівника. Користуватися і застосовувати в роботі несправні обладнання і інструменти забороняється.

4.2 Вплив полімерних матеріалів на організм людини.

Полімери – сполуки, молекули яких складаються з багаторазово повторюваних структурних одиниць – ланок (мономерів) з малою молекулярною вагою. Турбота про здоров'я народу викликала до життя новий напрям профілактичної медицини в нашій країні – гігієна застосування полімерів.

У зв'язку з широким використанням у господарстві та побуті різних хімічних засобів і полімерних матеріалів (ПМ) співвідношення темпів змін у навколишньому середовищі з адаптивними можливостями людського організму стає не на користь останнього. Перед профілактичною медициною виник комплекс нових завдань, що зажадав вирішення теоретичних і методичних питань її нового напрямку – гігієни застосування полімерів.

Гігієна полімерів виділилася в самостійну область практичних і наукових знань профілактичної медицини, що використовує методичні, наукові прийоми і принципи санітарної хімії, токсикології та мікробіології, а також досягнення інших профільних наук (комунальної гігієни, гігієни харчування, особистої гігієни і т.п.).

Метою гігієни полімерів є вивчення потенційної небезпеки застосування ПМ і виробів з них для здоров'я людини, а також розробка рекомендацій з виробництва та безпеки їх використання.

4.3 Гігієнічні вимоги до виробів з ПМ

У зв'язку з постійним збільшенням масштабу випуску і використання ПМ, призначених для застосування в житловому, водопровідному будівництві, харчовій промисловості, побуті, для виготовлення одягу, взуття та інших областях однією з провідних завдань гігієни є розробка і здійснення науково-обґрунтованих санітарно-профілактичних заходів, що виключають можливість шкідливого впливу хімічних речовин, що виділяються з ПМ.

Основним принципом гігієнічної регламентації застосування ПМ є неприпустимість виділення в навколишнє середовище таких кількостей хімічних речовин, які при будь-яких можливих умовах могли б несприятливо діяти на організм людини.

4.4 Розробка проекту інструкції з охорони праці при роботі на виробництві.

До складу проблемної науково-дослідної лабораторії технічного сервісу машин входить три кафедри університету та велика кількість випробувальних, дослідних машин та додаткового обладнання.

До роботи з обладнанням та устаткуванням допускаються особи, що пройшли відповідний медичний огляд і віком не молодше 18 років.

Магістрант має пройти відповідний інструктаж та добре володіти теоретичними і практичними навичками роботи з лабораторним обладнанням.

До роботи з електрифікованим інструментом і обладнанням допускаються особи, які пройшли відповідне навчання і інструктаж, а також мають першу кваліфікаційну групу з електробезпеки.

Під час роботи виконавець повинен мати індивідуальні засоби захисту: костюм, перчатки, взуття, засоби захисту органів дихання, зору і слуху та користуватися вентиляцією.

4.4.1 Вимоги безпеки перед початком роботи.

Для зниження рівня впливу шкідливих речовин необхідно застосовувати наступні засоби індивідуального захисту:

для захисту органів зору використовувати захисні окуляри закритого типу ЗП2-84 і ЗП3-84, ЗП1-90, напівмаски, що прикривають обличчя і шию; використовувати додаткове захисне обладнання – щити.

4.4.2 Вимоги безпеки під час роботи.

При роботі на випробувальній машині FP-100/1 згідно ГОСТ 4651-82 потрібно використовувати захисний щит при виконанні дослідів на розрив

під час розтягування з метою визначення механічних властивостей матеріалів (сили опору, деформації чи енергії, витраченої на руйнування), а також для випробувань деталей, складальних одиниць та виробів шляхом пошкодження чи руйнування.

Розривна машина складається з випробувальної установки і блоку керування.

Випробувальна установка приводиться в дію від електродвигуна та карданної передачі.

До небезпечних частин відносяться верхній тримач, нижній тримач, а також карданна передача та щит керування.

4.4.3 Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях.

Основними причинами виникнення виробничих аварій при роботах із застосуванням пожежонебезпечних і шкідливих речовин є: порушення вимог безпеки технологічних процесів; невідповідність вимогам безпеки виробничого устаткування, його розміщення, організації робочих місць; порушення вимог безпеки при збереженні, транспортуванні вихідних матеріалів, готової продукції і відходів виробництва; низька трудова дисципліна, недбалість та неухважність працівника в процесі виконання робіт; незастосування засобів захисту працюючих.

У разі виникнення аварійних ситуацій потрібно негайно вивести потерпілого з небезпечної зони та знеструмити випробувальну установку за допомогою щита живлення, що знаходиться на вході в лабораторію, негайно повідомити керівника, а також негайно надати потерпілому першу долікарську допомогу.

Всі предмети, що є на місці де скоїлась подія не можна чіпати до приїзду розслідуючої комісії.

При виникненні пожежі негайно повідомити пожежну частину зателефонувавши за телефоном «101».

4.4.4 Вимоги безпеки після закінчення роботи.

Після завершення дослідів необхідно виконати наступні дії:

розвантажити машину;

відключити живлення машини;

очистити робочі поверхні від залишків та бруду;

перевірити кріплення вузлів;

повідомити керівника про закінчення роботи та виявлені несправності чи відхилення від норм;

зняти спецодяг та помістити його в спеціальну шафу.

На рис. 4.1 схематично показана машина FP-100/1 а також найбільш небезпечні зони.

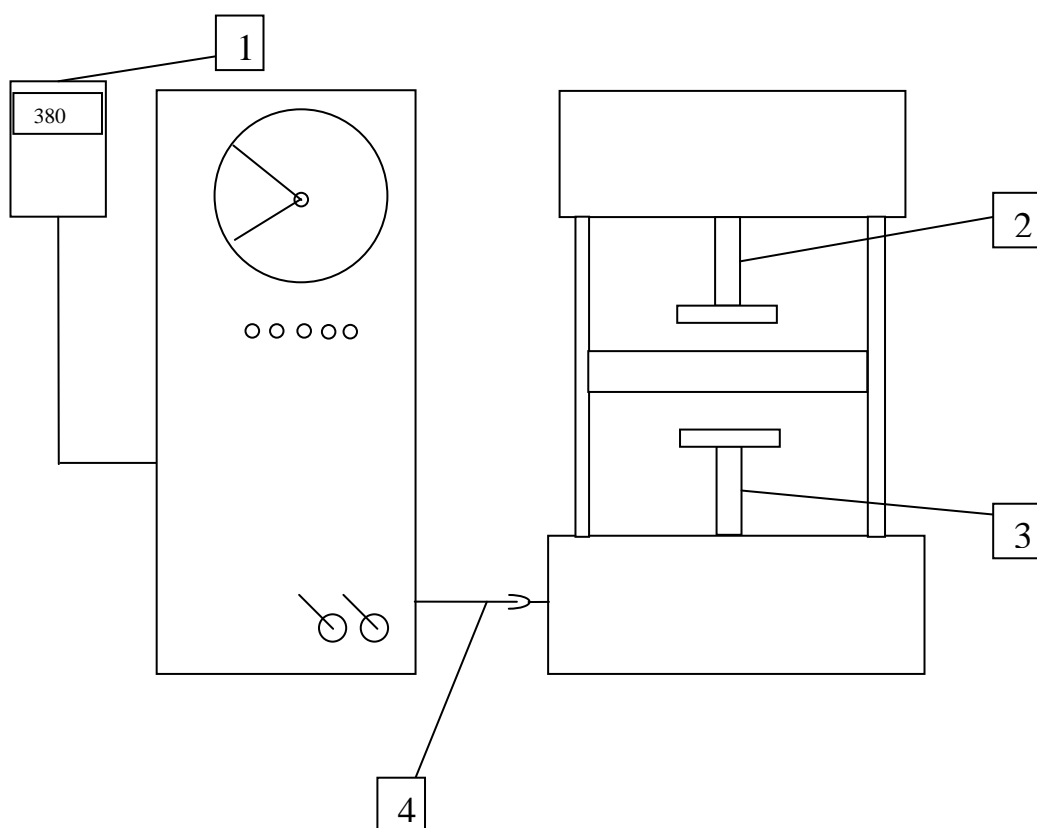


Рисунок 4.1. – Схема випробувальної машини FP-100/1

1 – щит живлення; 2 – верхній тримач; 3 – нижній тримач; 4 – карданна передача.

Таблиця 4.1 - Карта безпеки праці при виконанні робіт на випробувальній машині FP-100/1

№	Назва	Спосіб усунення	Засоби індивідуального захисту
1	2	3	4
1	Щит живлення	Вимкнути загальний щит	Прогумовані печатки
2	Верхній тримач	Використовувати захисне приладдя	Захисні окуляри
3	Нижній тримач	Використовувати захисне приладдя	Захисні окуляри
4	Карданна передача	Поставити захисний кожух	-

4.5 Дії в надзвичайних ситуаціях і стан по ЦЗ для факультету.

Дії працівників університету (факультету) при попереджувальному сигналі «УВАГА ВСІМ!» та мовних повідомленнях системи ЦЗ України.

При отриманні інформації про виникнення або реальну загрозу виникнення надзвичайної ситуації в ОВС області розвертається робота постійнодіючих оперативних штабів.

Зразки текстів повідомлень ЦЗ

При повітряній небезпеці.

«УВАГА! Говорить Управління з питань НС Держадміністрації.

ГРОМАДЯНИ! Повітряна тривога!

Відключіть світло, газ, воду, нагрівальні прилади. Візьміть засоби індивідуального захисту, документи, запас продуктів і води. Попередьте сусідів. При необхідності допоможіть хворим і людям похилого віку вийти на вулицю.

Висновки: полімерні матеріали в останні роки набули широкого застосування у народному господарстві особливо в машинобудуванні.

Полімер, як речовина не є отруйним та цілком безпечний. Такий матеріал стає небезпечним лише при високих температурах, шкідливим фактором якого є пари.

Вказані також вимоги безпеки перед початком роботи, під час їх виконання, та заходи що до усунення чи попередження аварійних ситуацій чи виникнення небезпечних випадків при роботі з обладнанням проблемної науково-дослідної лабораторії, тому, що обладнання має обертові елементи та частини, які знаходяться під великим навантаженням.

Для роботи на випробувальній машині була розроблена карта безпеки праці та схематично показано найбільш небезпечні її зони.

5. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

5.1 Очікувана економічна ефективність від впровадження розробки.

Аналізуючи результати отримані в третьому розділі розрахунки будемо проводити для композиції, яка має у своєму складі базовий матеріал з додаванням у нього 10% мас. поліаміду марки ПА-6,6.

Вартість однієї деталі шарніру стійки лапи культиватора складає $C_c = 235$ грн.

Вартість деталей з ПКМ розраховується із співвідношення 2940 грн. за 1 кг виробів. Тому вартість конусних деталей розраховували за формулою:

$$C_{c1} = m \cdot C_{\delta} \quad (5.1)$$

де m – маса однієї деталі, кг;

C_{δ} – вартість 1 кг деталей, грн.

$$C_{c1} = 0,00683 \cdot 2941 = 20,09 \text{ грн.}$$

У конструкції шарніру стійки лапи культиватора Case Tiger mate II (81) передбачено 162 деталі.

Вартість деталей необхідних для одного культиватора складе:

$$C_c = 235 \cdot 81 = 19035 \text{ грн.}$$

Вартість експериментальних:

$$C_{ze} = 104,75 \cdot 162 = 16969,5 \text{ грн.}$$

Різницю у вартості деталей базових і експериментальних знайдемо за формулою:

$$E_E = 19035 - 16969,5 = 2065,5 \text{ грн.}$$

Таким чином різниця від впровадження деталей виготовлених з ПКМ з додаванням в нього 10% мас. ПА-6,6 складає 2065,5 грн., на один культиватор, без урахування технічного обслуговування.

Реальний економічний ефект криється у зниженні собівартості 1 кг виробів з даного матеріалу, що в свою чергу зменшує витрати на його закупку.

Капітальні вкладення для проектної конструкції полягають у придбанні машини для лиття деталей з ПКМ, матеріалу для виготовлення деталей та прес-форми. Загальна вартість перелічених одиниць загалом складає 50286,52 грн. Вказану суму ми закладемо в балансову вартість культиватора, укомплектованого деталями з ПКМ.

5.2 Розрахунок експлуатаційних витрат удосконаленої сівалки.

Основними експлуатаційними показниками роботи культиваторів є: продуктивність, витрати робочого часу, паливо-мастильних матеріалів, питомі експлуатаційні та приведені витрати. Зниження питомих експлуатаційних витрат при зростаючій продуктивності агрегату – одне з важливих і пріоритетних завдань сучасного машинобудування.

Проведемо розрахунки експлуатаційних витрат культиватора Case Tiger mate II, укомплектованого експериментальними деталями.

Питомі експлуатаційні витрати культиватора Case Tiger mate II розраховуємо за формулою:

$$C_{num} = C_T + C_M + C_{ПММ} + C_{ЗП}, \quad (5.2)$$

де C_m , C_M – сума витрат на реновацію, капітальний і поточний ремонт, технічне обслуговування, зберігання, заміну шин (таблиця 7.1 [18]), грн./га;
 $C_{нмм}$ - вартість паливо-мастильних матеріалів, грн./га;
 $C_{зн}$ - оплата праці персоналу, який обслуговує агрегат, грн./га.

$$C_T = \left[\frac{B_T \cdot \alpha_{pm} \cdot g_{za}}{100 \cdot \overset{pik}{n}} + \frac{\sum C_M^H \cdot g_{za}}{1000} \right] \cdot K_i, \quad (5.3)$$

де $B_m \cdot \alpha_{pm}$ - балансова вартість культиватора (грн.) та норма відрахувань, %. З таблиці 5.1 [18] визначаємо балансову вартість культиватора, яку беремо з урахуванням фактичної сьогоденної його ціни (серійного – 1449656 грн., експериментального – 1447590,5 грн.) та норму амортизаційних відрахувань – 21,93 %.

$\sum C_M^H$ - питомі нормативні витрати на технічне обслуговування, зберігання, заміну шин з урахуванням сучасних цін;

G_n^{pik} , $g_{год}$ - річне завантаження культиватора по використаному пальному (кг) та його витрати, кг/год., складе відповідно 860 кг для серійного культиватора та 920 кг – для культиватора, укомплектованого деталями з ПКМ, середня погектарна витрата палива 2,8 кг/га (таблиця 5.1 [18]);

K_i - коефіцієнт індексації цін, який враховує інфляцію. Так як ціни приймаємо реальні, то K_i приймаємо 1.

Для культиватора Case Tiger mate II, укомплектованого модернізованими деталями експлуатаційні витрати дорівнюють:

$$C_T = \left[\frac{1449656 \cdot 21,93 \cdot 2,8}{100 \cdot 860} + \frac{1553 \cdot 2,8}{1000} \right] \cdot 1 = 1039,4 \text{ грн./га.}$$

Вартість паливно-мастильних матеріалів знайдемо за формулою:

$$C_{пмм} = C_K \cdot G_{год}, \quad (5.4)$$

де C_k - комплексна ціна дизельного пального, грн.. вартість пального буде однаковою для обох варіантів, що порівнюються.

$$C_{ПММ} = 30 \cdot 2,8 = 84 \text{ грн./га.}$$

Оплату обслуговуючого персоналу розраховуємо за формулою:

$$C_{ЗП} = \frac{1,49 \cdot (K_{НК} \cdot m_{мех} \cdot f_{мех} + m_{доп} \cdot f_{доп}) \cdot 1,02 \cdot K_3}{W_{зм}}, \quad (5.4)$$

де 1,49 і 1,02 – коефіцієнти, які беруть до уваги при нарахуванні оплати праці;

$K_{НК}$ – коефіцієнт, який передбачає класність механізаторів. Приймаємо коефіцієнт 1,0 для трактористів-машиністів першого класу;

$m_{мех}$, $m_{доп}$ - кількість трактористів-машиністів і допоміжних працівників, які обслуговують агрегат;

$f_{мех}$, $f_{доп}$ - оплата праці за змінну норму (тарифні ставки) виробітку відповідно трактористам машиністам і допоміжним працівникам, грн./зм.

$W_{зм}$ - змінна продуктивність культиватора, дорівнює 76,8 га;

K_3 - коефіцієнт збільшення оплати праці за рахунок інфляції, приймаємо $K_3 = 10$.

$$C_{ЗПС} = \frac{1,49 \cdot (1,0 \cdot 1 \cdot 7,87 + 1 \cdot 6,48) \cdot 1,02 \cdot 10}{76,8} = 2,83 \text{ грн./га.}$$

Розраховуємо загальні експлуатаційні витрати за формулою (5.2):

$$C_{ПІТ}^C = 1039,4 + 84 + 2,83 = 1126,2 \text{ грн./га.}$$

Величину капітальних вкладень при експлуатації культиватора, укомплектованого серійними деталями розраховуємо за формулою:

$$K_p = \frac{B_T \alpha_{PM} g_{za}}{100 \cdot G_{pik}^H} = \frac{1449656 \cdot 21,93 \cdot 2,8}{100 \cdot 860} = 1035 \text{ грн./га.}$$

Приведені витрати знаходимо за формулою:

$$П_B^P = C_{II}^P + E \cdot K, \quad (5.5)$$

де $E = 0,15$ – нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень.

$$П_B^P = 1126,2 + 0,15 \cdot 1035 = 1281,4 \text{ грн./га.}$$

За вказаною методикою будуть проведені розрахунки для культиватора де встановлені композитні деталі.

Експлуатаційні витрати на даному виді робіт складуть:

$$C_m = \left[\frac{1447590 \cdot 21,93 \cdot 2,8}{100 \cdot 920} + \frac{1553 \cdot 2,8}{1000} \right] \cdot 1 = 970,5 \text{ грн./га.}$$

Вартість паливно-мастильних матеріалів знайдемо за формулою (5.4):

$$C_{ПММ} = 30 \cdot 2,8 = 84 \text{ грн./га.}$$

Оплата праці механізатора:

$$C_{ЗПС} = \frac{1,49 \cdot (1,0 \cdot 1 \cdot 7,87 + 1 \cdot 6,48) \cdot 1,02 \cdot 10}{76,8} = 2,83 \text{ грн./га.}$$

Розраховуємо загальні експлуатаційні витрати:

$$C_{\text{ПИТ}}^C = 970,5 + 84 + 2,83 = 1057,33 \text{ грн./га.}$$

Величина капітальних вкладень при експлуатації культиватора, укомплектованого експериментальними деталями, розраховуємо за формулою (5.7):

$$K_p = \frac{B_T \cdot \alpha_{PM} \cdot g_{za}}{100 \cdot G_{рик}^H} = \frac{1447590 \cdot 21,93 \cdot 2,8}{100 \cdot 920} = 966,1 \text{ грн./га.}$$

Приведені витрати на один га при експлуатації культиватора з удосконаленими деталями:

$$П_{експ}^p = 1057,33 + 0,15 \cdot 966,1 = 1202,2 \text{ грн./га.}$$

Таким чином бачимо, що експлуатаційні та приведені витрати на один га при експлуатації культиватора на якому встановлені деталі з ПКМ менші, ніж при експлуатації серійного.

Отже, економічний ефект на 1 га площі дорівнює:

$$E_{ef}^{za} = П_c^p - П_{експ}^p = 1281,4 - 1202,2 = 79,2 \text{ грн./га.}$$

При річному завантаженні культиватора 2200 га, річний економічний ефект від впровадження деталей з ПКМ складе:

$$E_{ef}^{рик} = F \cdot (П_c^p - П_{експ}^p) = 2200 \cdot 79,2 = 174240 \text{ грн.}$$

Термін окупності капітальних вкладень:

$$T_{ок} = \frac{K}{E_{ef}^{рик}} = \frac{50286,52}{174240} = 0,28 \text{ роки.}$$

Отримані показники заносимо в таблицю 5.1.

Таблиця 5.1 – Економічне обґрунтування розробки

Показник	Одиниця Виміру	Варіант	
		Базовий	Проектний
Марка удосконаленого культиватора	-	Case Tiger mate II	Case Tiger mate II M
Потужність трактора, кВт.	-	280-300	280-300
Балансова вартість культиватора	грн.	1449656	1447590
Сума витрат на реновацію, ремонт та ТО	грн./га	1039,4	970,5
Вартість ПММ	грн./га	84,0	84,0
Оплата праці	грн./га	2,83	2,83
Експлуатаційні витрати	грн./га	1126,2	1057,33
Приведені витрати	грн./га	1281,4	1202,2
Питомий економічний ефект	грн./га	-	79,2
Річний економічний ефект	грн.	-	174240
Термін окупності:	років	-	0,28

Висновки. Економічними розрахунками встановлено, що економічний ефект від експлуатації одного культиватора, з встановленими на нього розроблених деталей при дотриманні основних експлуатаційних показників 174240 грн. на один культиватор.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Однією з найпоширеніших проблем раціонального використання культиваторів як для передпосівної культивації так і для міжрядного обробітку в Україні, заключається у застосуванні не якісних матеріалів для їх виготовлення та недосконалістю конструкції.

2. Виявлено, що модифікація базового вуглепластика сировиною ПА-6,6 призводить до незначного зростання коефіцієнта тертя і знаходиться в межах похибки вимірювань. Це можна пояснити масовим зменшенням кількості вуглецевих волокон у структурі, які є основним чинником зниження коефіцієнта тертя.

Виявили, що при додаванні ПА-6,6 в кількості 10 % мас. модуль пружності та межа текучості зменшуються на 5,22% та 5,19% відповідно.

Додавання ПА-6,6 в УПА-6-30 в кількості 10% мас. призводить до вкрай незначних змін триботехнічних та міцнісних характеристик, але при цьому собівартість отриманого ПКМ зменшиться на 8,2%.

3. Перелічене та описане обладнання лабораторії для проведення необхідних дослідів для роботи.

Запропонована абсолютно нова конструкція кріплення стійки культиватора до кронштейна з можливістю його регулювання. Таке виконання дає можливість збільшити строк експлуатації вузла, а за рахунок використання ПКМ виключити операції технічного обслуговування.

4. Вказані вимоги безпеки праці перед початком роботи, під час їх виконання, та заходи щодо усунення аварійних ситуацій чи виникнення небезпечних випадків при роботі з обладнанням лабораторії.

5. Економічними розрахунками доведено, що при використанні розроблених матеріалів у конструкції культиваторів Case Tiger mate II річний економічний ефект складе 174240 грн., термін окупності капітальних вкладень 0,28 роки.

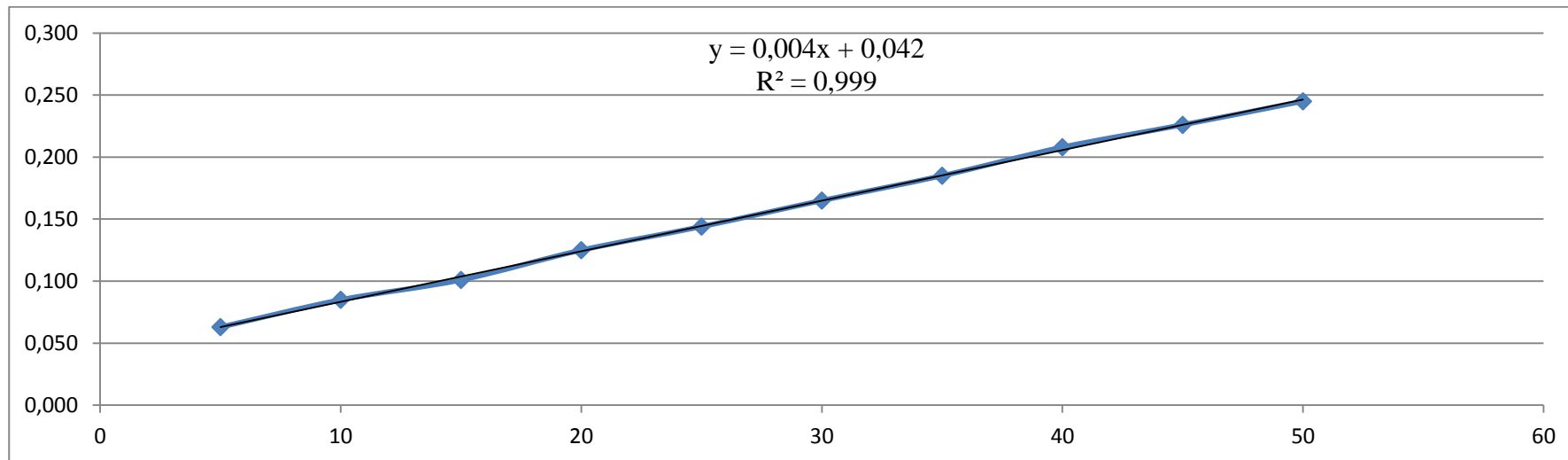
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Деркач О.Д. Обґрунтування параметрів обертових елементів робочих органів зернозбиральних комбайнів: Дис. Канд. техн. наук: 05.05.11. – Тернопіль, 2006. – 182 с. Методика расчетной оценки износостойкости поверхностей трения деталей машин. – М.: Издательство стандартов, 1979. – 100 с.
2. Макаренко Д.О. Підвищення довговічності паралелограмного механізму посівних комплексів зміною конструкції рухомих з'єднань: дис. ... канд. техн. наук: 05.05.11 – Машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва. Центральноукр. нац. техн. ун-т. – Кропивницький, 2018. – 184 с.
3. Відомості Верховної Ради, 1992, № 49, ст.669.
4. Відомості Верховної Ради, 2001, № 15, ст.73.
5. Прейсман В.И. Основы надежности сельскохозяйственной техники: Монография. – М.: Выща школа, 1988. – 247с.
6. Тимошенко С.П. Курс теории упругости: Монография. -К.: Наукова думка, 1972. 502с.
7. Буря О.І. Розробка, дослідження і використання полімерів, армованих хімічними волокнами, в конструкціях сільськогосподарських машин: Дис. канд. техн. наук: 05.20.04. – Тернопіль, 1996. – 320 с.
8. Довідник з охорони праці в сільському господарстві. За ред. С.Д. Лехмана. К.: Урожай, 1990, с. – 396.
9. Листопад Г.Е., Сельскохозяйственные и мелиоративные машины. – М.: Агропромиздат, 1986. – 688 с.
10. Устинов А.Н. Машины для посева и посадки сельскохозяйственных культур. – М.: Агропромиздат, 1989. – 15 с.
11. Буря А.И. Математическая модель изменения геометрии глазка пальчикового механизма в процессе его эксплуатации / Буря А.И., Пелешенко Б.И. // Применение полимерных материалов в деталях сельскохозяйственных машин. – Днепропетровск, 1989. – С. 49 – 60.

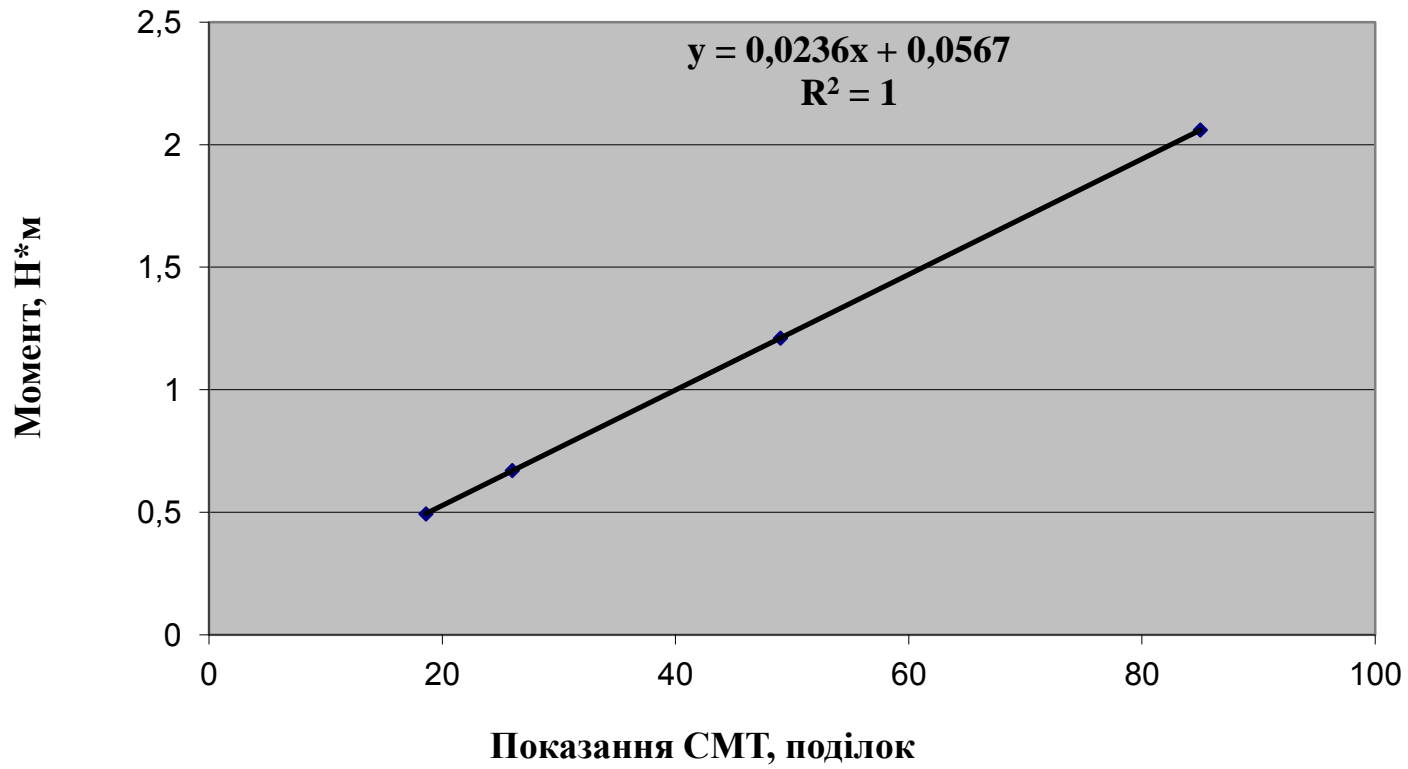
12. Комаристов В.Ю. Сільськогосподарські машини. / Комаристов В.Ю., Дунай М.Ф. – К.: Вища школа, 1987. – 486 с.
13. Сисолін П.В. Висівні апарати сівалок (еволюція конструкцій розрахунки параметрів) / Сисолін П.В. Свірень М.О. // Кіровоградський національний технічний університет. – Кіровоград. 2004. – 160 с.
14. Карпинос Д.М. Полимеры и композиционные материалы на их основе в технике. / Карпинос Д.М., Олейник В.И // – К: Наук. Думка, 1981. – 180 с.
15. Абрамов С.К. Применение полимерных материалов для изготовления деталей сельхозмашин / Абрамов С.К., Рассохин Г.И. // Пластмассы. – 1990. - №6. – С. 5 – 8.
16. Березин А.В. Основные проблемы использования композитных материалов в машиностроении / Березин А.В., Лютцау В.Г. // Московская международная конференция по композитам: Тезисы докладов. (14 - 16 ноября 1990г.). – М., - Ч.2, - 1990. – С. 183 – 184.
17. Дроздов В.Н. Подготовка машин для возделывания зерновых культур. / Дроздов В.Н., Кузнецов Ю.И., Шкурпела В.П. – М.: Агропромиздат, 1989. – 160 с.
18. Заславский С.Д. Состояние и перспективы применения полимерных композиционных материалов в сельскохозяйственном машиностроении / Заславский С.Д., Буль М.К., Ковалева Н.С. // Состояние и перспективы использования полимерных материалов в тракторном и автомобильном машиностроении: Тез. докл. всез. науч. техн. конф. (29 – 31 октября 1990 г.). - Челябинск, - 1990. – С. 9.
19. Заславский М.Д. Композиционные материалы в сельскохозяйственном и тракторном машиностроении / Заславский М.Д., Крейдлин А.М., Никитина Л.А. // Применение современных полимерных материалов и оборудования на машиностроительных предприятиях.: Тезисы докладов научно-технического семинара (июль 1988г.). – Кичнев, - 1988. – С. 102.

ДОДАТКИ

Показник СМТ	Показник динамометра				Σ	Дійсне нав-ня, кН	Ціна поділки	
	1	2	3	4				
5	20	20	20	19	19,75	0,063		
10	27	27	26	26	26,5	0,085	0,00847099	
15	31	32	32	32	31,75	0,101	0,00676614	
20	40	37	39	40	39	0,125	0,00623337	
25	45	45,5	45	45	45,125	0,144	0,00576986	
30	51	51	52	52	51,5	0,165	0,0054875	
35	57	56	59	59	57,75	0,185	0,00527439	
40	64	66	65	65	65	0,208	0,00519448	
45	70	72	70	71	70,75	0,226	0,00502577	
50	75	78	77	77	76,75	0,245	0,00490678	
Середнє знач.								0,00590325



Показання СМТ, поділок	Момент, Н·м
18,6	0,494
26	0,671
49	1,211
85	2,06



Додаток В – Публікації



УДК 631.3

ДОСЛІДЖЕННЯ ВОДОПОГЛИНАННЯ ДЕТАЛЯМИ З
ПОЛІМЕРНО-КОМПОЗИТНОГО МАТЕРІАЛУ

Макаренко Д.О., к.т.н.,

Деркач О.Д., к.т.н.,

Муранов Є.С., ас.,

Попов В.А., ст.,

Марчук І.А., ст.

*Дніпровський державний аграрно-економічний університет, м. Дніпро,
Україна.*

Постановка проблеми. В сучасному машинобудуванні, широко використовуються пластичні матеріали. По своїй структурі вони є дуже різні за властивостями. Використання полімерних матеріалів в сільськогосподарському машинобудуванні дозволило в декілька разів збільшити ресурс рухомих з'єднань, а відтак – підвищити надійність, та зменшити загальну масу виробу.

При конструюванні рухомих з'єднань зазвичай витратними матеріалами являються саме полімерні деталі. Для їх виготовлення, як правило, потрібно значно менше затрат ніж на виготовлення, наприклад, металевої втулки. Тому в таких рухомих з'єднаннях втулка з полімерного матеріалу контактує з металевою.

Ми розробили технологію модернізації рухомих з'єднань сільськогосподарських машин, зокрема посівної техніки, як закордонних виробників так і вітчизняних. [2,3]

Основні матеріали дослідження. Наприклад, в процесі експлуатації сівалки фірми John Deere моделі 1890 модернізованої втулками з полімерного композитного матеріалу (ПКМ) марки УПА-6-30, через деякий час фермер стикається з заклинюванням модернізованих шарнірних з'єднань, за рахунок впливу на них атмосферних опадів (дощ, сніг, роса). Тому для досліджень впливу дії вологи на геометричні розміри виробів з ПКМ було взято найбільш розповсюджену деталь (рис. 1). Дана деталь напряму контактує з атмосферою і конструктивно нічим не закрита. Для більш виразного зображення результатів досліду з поверхні деталей було знято верхній сформований шар, у різному відсотковому відношенні до загальної площі відкритої поверхні.

Зразки позначені наступним чином:

№1 – деталь після прес-форми;

№2 – механічно оброблений зовнішній діаметр (41,3 мм);

№3 – механічно оброблений зовнішній і внутрішній діаметр (41,3 і 31,8 мм відповідно);

№4 – механічно оброблена вся поверхня деталі.

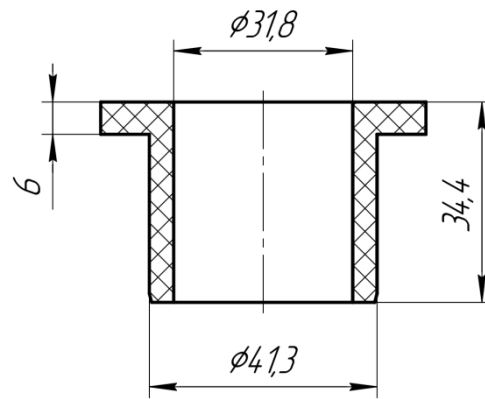


Рис. 1. Втулка шарніру скоби John Deere 1890

Методика досліджень проводилась згідно ГОСТ 4650-2014 (ISO 62:2008) [1]. При цьому деталі були повністю занурені в воду. Середня температура у кімнаті становила 18°C .

Результати проведених досліджень зображені на рисунках 2, 3 і 4.

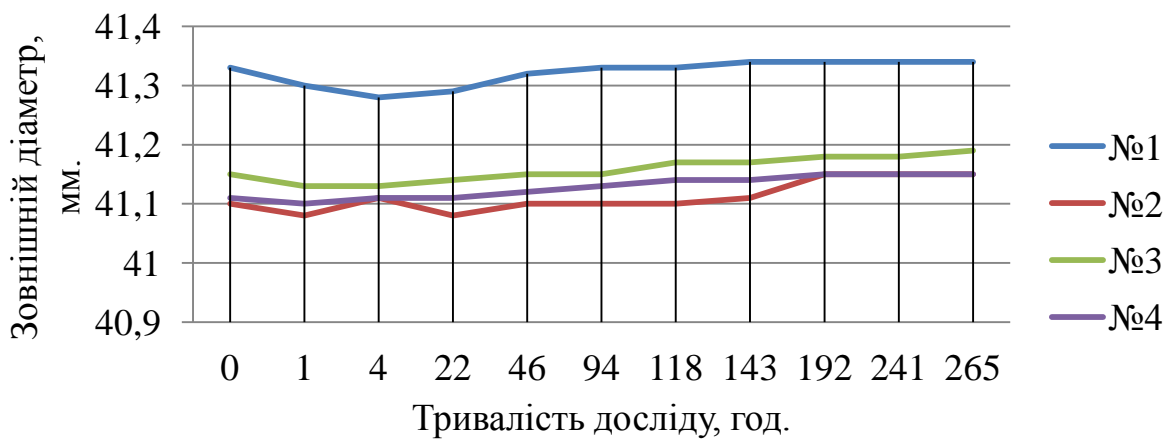


Рис. 2. Зміна зовнішнього діаметру деталі, мм

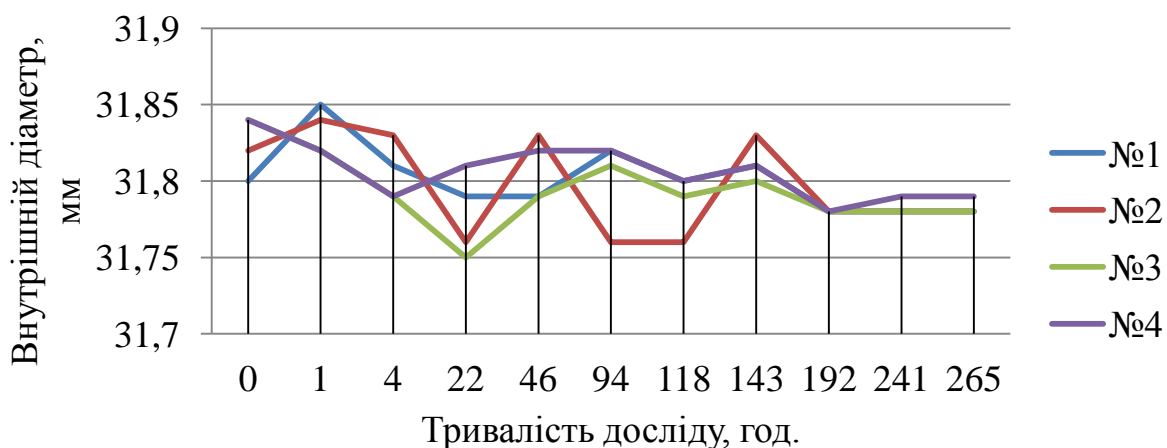


Рис. 3. Зміна внутрішнього діаметру деталі, мм

Полімерні матеріали мають таке, негативне, явище як усадка розмірів під час їх лиття, то для дослідження зміни висоти деталі був взятий тільки

зразок №4. Результати показують, в першу добу висота деталі зменшується за рахунок усадки. Після стабілізації висоти (24 год.) починає відбуватися насичення мікропор деталі вологою, що характерно для поліамідів (рис. 4). [4]



Рис. 4. Зміна висоти деталі, мм

Висновки. Таким чином, результати досліджень показують, що для виконання даним вузлом заданих технологічних параметрів в подальшому та при проектуванні аналогічних, необхідно враховувати поправку на зміну геометричних розмірів. Максимальне відхилення від початкових розмірів для зовнішнього діаметру деталі становить 0,06 мм, для внутрішнього – 0,05 мм, для висоти – 0,09 мм.

Список використаних джерел

- ГОСТ 4650-2014 (ISO 62:2008).
- V. Aulin., O. Derkach., D. Makarenko, A. Hrinkiv, A. Pankov, A. Tykhyi. Analysis of tribological efficiency of movable junctions “polymeric-composite materials – steel. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2019. Vol. 4, Issue 12 (100). P. 6-15. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2019.176845>.
- Макаренко Д.О. Підвищення довговічності паралелограмного механізму посівних комплексів зміною конструкції рухомих з'єднань: дис. ... канд. техн. наук: 05.05.11 – Машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва. Центральноукр. нац. техн. ун-т.. – Кропивницький, 2018. – 184 с.
- Деркач О.Д. Обґрунтування параметрів обертових елементів робочих органів зернозбиральних комбайнів: Дис. Канд. техн. наук: 05.05.11. – Тернопіль, 2006. – 182 с. Методика расчетной оценки износостойкости поверхностей трения деталей машин. – М.: Издательство стандартов, 1979. – 100 с.

Додаток Г – Демонстраційний матеріал

ДНПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра експлуатації машинно-тракторного парку
Спеціальність 208 “Агроінженерія”

Підвищення довговічності культиваторів фірми Case

Виконав: студент 2 курсу,
групи МГМ-1-19

Марчук Ігор Андрійович

Керівник: к.т.н., доцент

Макаренко Дмитро Олександрович

Мета дипломної роботи полягає у збільшенні ресурсу рухомих з'єднань культиваторів фірми Case шляхом застосування прогресивних матеріалів у них, а також зміною конструкції

Задачі досліджень:

- 1 – виконати аналіз конструкцій кріплень культиваторів та запропонувати власну;
- 2 – дослідити фізико-механічні властивості полімерно-композитного матеріалу з додаванням поліаміду;
- 3 – за результатами досліджень надати користувачам рекомендації щодо застосування;
- 4 – назвати заходи з охорони праці;
- 5 – надати економічне обґрунтування роботи.

**Апробація роботи:
ДОСЛІДЖЕННЯ
ВОДОПОГЛИНАННЯ
ДЕТАЛЯМИ З ПОЛІМЕРНО-
КОМПОЗИТНОГО МАТЕРІАЛУ.**








Міністерство освіти і науки України
Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного (Україна)
Білоруський державний аграрний технічний університет (Білорусь)
Варшавський політехнічний університет (Польща)
Економічний університет у Вроцлаві (Польща)
Інститут технологічно-природничий (Польща)
Вроцлавський університет природничих наук (Польща)
Аграрний університет Ім. Гуго Коллонтая (Польща)






Сертифікат

Виданий
Марчук І.А.
за участь у

III Міжнародній науково-практичній конференції
«Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому
комплексі»

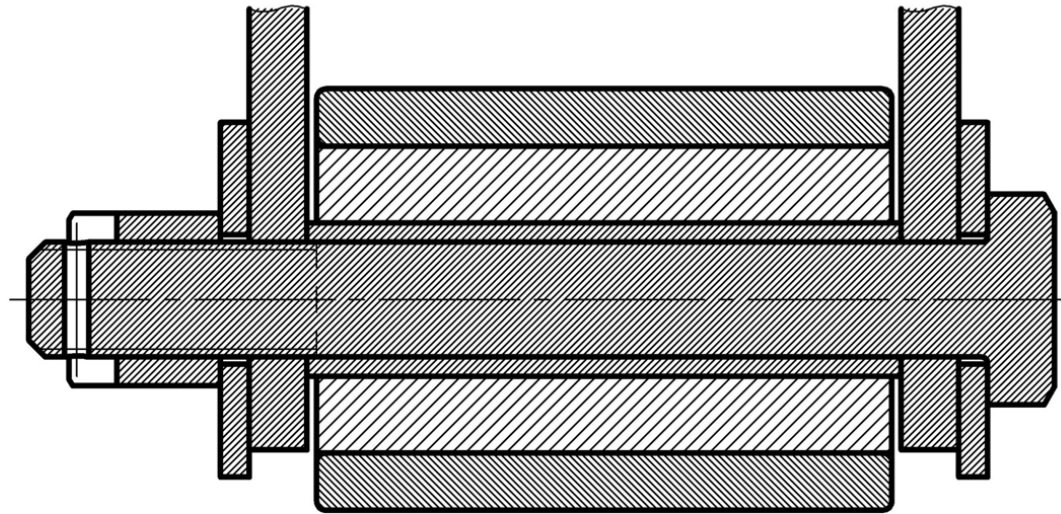
01-26 листопада 2021 р., м. Мелітополь

Голова оргкомітету
д.т.н., професор, член-кореспондент
НААН України, ректор ТДАТУ

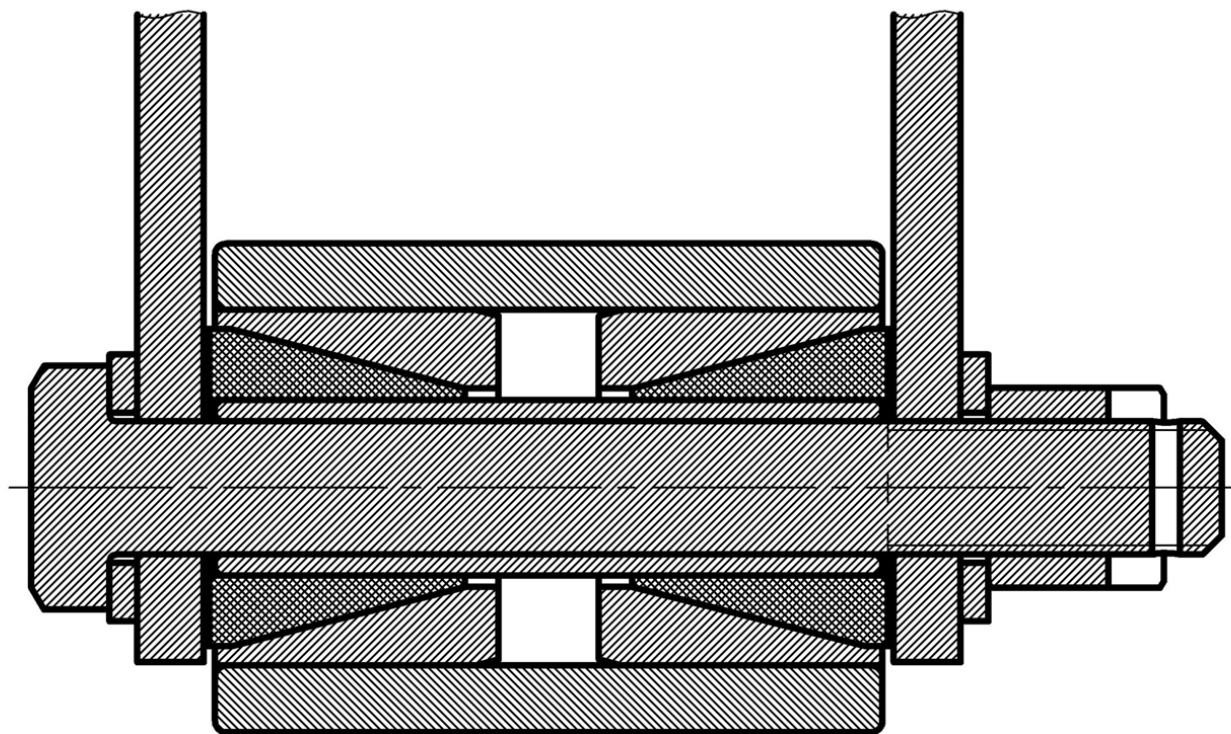


В.М. Кюрчев

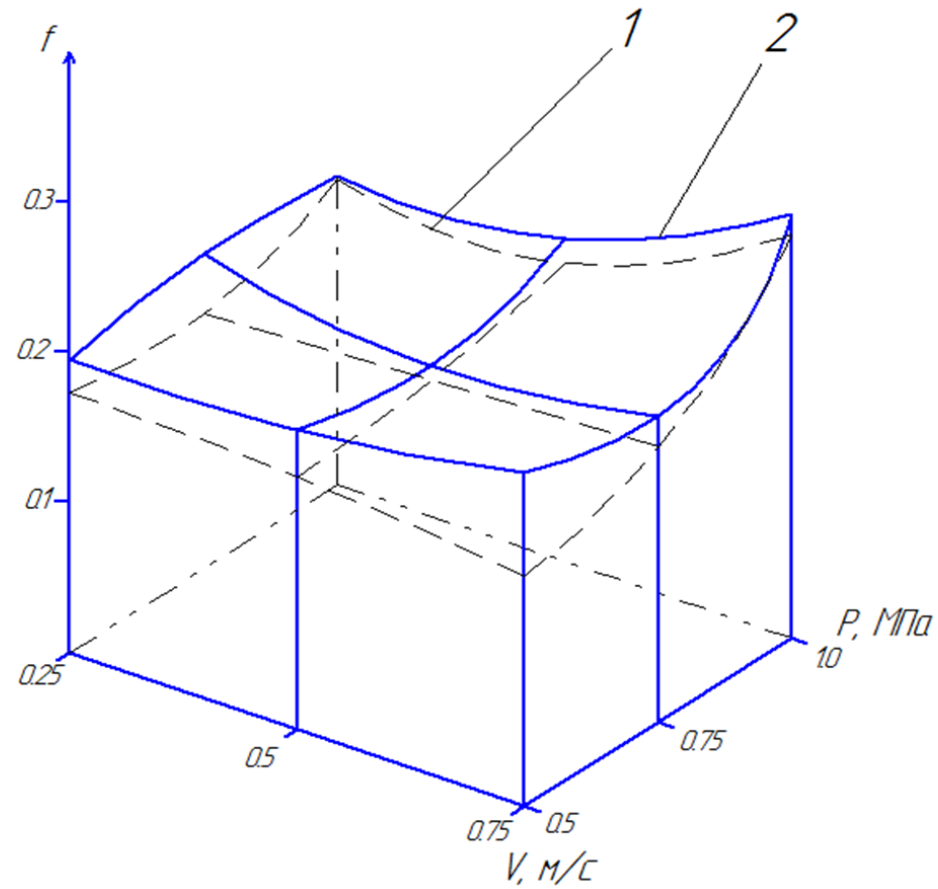
Компоновка кріплення стійки культиваторів до кронштейна



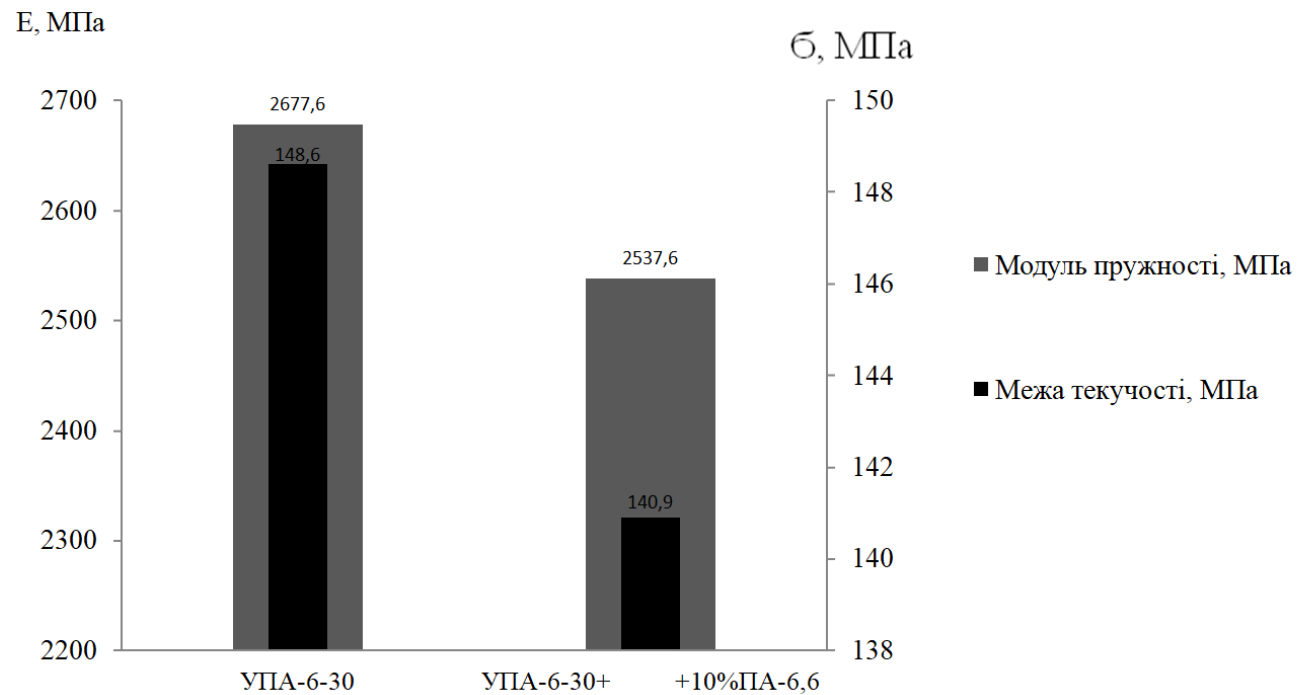
Модернізований вузол кріплення культиватора



Залежність коефіцієнту тертя від навантаження P та лінійної швидкості ковзання V : 1 – УПА-6-30; 2 – УПА-6-30 + ПА-6,6.



Залежність модуля пружності E та межі текучості σ при стисканні базового (УПА-6-30) та удосконаленого ПКМ (УПА-6-30+10%ПА-6,6)



Охорона праці

Схема випробувальної машини

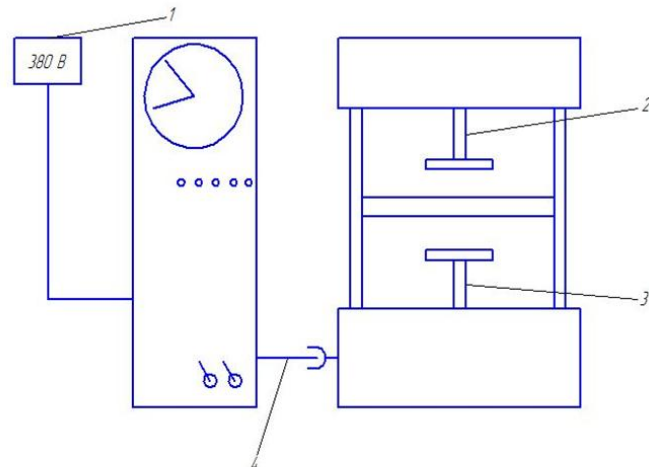


Схема випробувальної машини FP-100/1
1 - щит живлення; 2 - верхній тримач;
3 - нижній тримач; 4 - карданна передача.

Карта безпеки праці при роботі з машиною

Карта безпеки праці при виконанні робіт на випробувальній машині FP-100/1

№ п/п	Назва	Спосіб усунення	Засоби індивідуального захисту
1	Щит живлення	Вимкнути загальний щит	Прогумовані перчатки
2	Верхній тримач	Використовувати захисне приладдя	Захисні окуляри
3	Нижній тримач	Використовувати захисне приладдя	Захисні окуляри
4	Карданна передача	Поставити захисний кожух	-

Економічне обґрунтування роботи

Показник	Одиниця Виміру	Варіант	
		Базовий	Проектний
Марка удосконаленого культиватора	-	Case Tiger mate II	Case Tiger mate II M
Потужність трактора, кВт.	-	280-300	280-300
Балансова вартість культиватора	грн.	1449656	1447590
Сума витрат на реновацію, ремонт та ТО	грн./га	1039,4	970,5
Вартість ПММ	грн./га	84,0	84,0
Оплата праці	грн./га	2,83	2,83
Експлуатаційні витрати	грн./га	1126,2	1057,33
Приведені витрати	грн./га	1281,4	1202,2
Питомий економічний ефект	грн./га	-	79,2
Річний економічний ефект	грн.	-	174240
Термін окупності:	років	-	0,28

Загальні висновки:

1. Виявили, що при додаванні ПА-6,6 в кількості 10 % мас. модуль пружності та межа текучості зменшуються на 5,22% та 5,19% відповідно. Додавання ПА-6,6 в УПА-6-30 в кількості 10% мас. призводить до вкрай незначних змін триботехнічних та міцнісних характеристик, але при цьому собівартість отриманого ПКМ зменшується на 8,2%.

2. Запропонована нова конструкція кріплення стійки культиватора до кронштейна з можливістю його регулювання (за необхідності).

3. Конструктивне виконання дає можливість збільшити строк експлуатації вузла, а за рахунок використання ПКМ значно зменшити кількість операцій технічного обслуговування.

ДОПОВІДЬ
ЗАКІНЧЕНО,
ДЯКУЮ ЗА УВАГУ