

**ДНПРОВСЬКИЙ 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 ТЕХНІЧНОГО РІВНЯ СІВАЛОК KINZE-2000  
ЗАСТОСУВАННЯМ ПОЛІМЕРНО-КОМПОЗИТНИХ МАТЕРІАЛІВ**

**Виконав:** студент 2 курсу, групи МГАі-1-22 за  
спеціальністю 208 «Агроінженерія»

\_\_\_\_\_ Дмитрієв Ігор Віталійович

**Керівник:** \_\_\_\_\_ Деркач Олексій Дмитрович

**Рецензент:** \_\_\_\_\_

Дніпро – 2023

# ДНПРОВСЬКИЙ 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)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 р.

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

Дмитрієву Ігорю Віталійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. **Тема роботи:** «Підвищення технічного рівня сівалок Kinze-2000 застосуванням полімерно-композитних матеріалів»

керівник роботи Деркач Олексій Дмитрович, к.т.н., доцент

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

затверджені наказом ДДАЕУ від

« 9 » листопада 2023 року № 3422

2. **Строк подання студентом роботи** 01.12.2022 р. \_\_\_\_\_.

3. **Вихідні дані до роботи.** Валовий збір врожаю просапних технічних культур в Україні за 2023 рік. «Дипломне проектування з машиновикористання в рослинництві», «Практикум з машиновикористання в рослинництві» за ред. проф. Кобця А.С., Настанови з технічного обслуговування техніки Kinze-2000, офіційний сайт <https://www.kinze-europe.com/uk/>, навчальні посібники з охорони праці, навчально-довідкова література з технічної експлуатації машин.

4. **Зміст розрахунково-пояснювальної записки** (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Аналіз стану питання. 2. Розрахункова теоретична частина. 3. Обґрунтування ПКМ. 4. Охорона праці та безпека в надзвичайних

ситуаціях 5. Економічне обґрунтування роботи. Загальні висновки.  
Бібліографічний список.

### 5. Перелік демонстраційного матеріалу

1. Титульний лист. 2. Тема, мета, завдання. 3. Вихідні дані. 4. Розрахунково-технологічна частина. 5. Конструкторська частина 6. Лабораторні випробування. 7. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях. 8, 9. Економічне обґрунтування роботи. 10. Загальні висновки.

### 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Деркач О.Д., зав. каф. ЕМТП		
2	Деркач О.Д., зав. каф. ЕМТП		
3	Деркач О.Д., зав. каф. ЕМТП		
4	Деркач О.Д., доц. каф. ЕМТП		
5	Деркач О.Д., доц. каф. ЕМТП		

7. Дата видачі завдання: 08.09.2023 р.

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналітичний (оглядовий)	до 26.09.2023 р.	виконано
2	Теоретичний	до 10.10.2023 р.	виконано
3	Розрахунковий	до 30.10.2023 р.	виконано
4	Охорона праці	до 09.11.2023 р.	виконано
5	Економічний	до 17.11.2023 р.	виконано
6	Демонстраційна частина	до 29.11.2023 р.	виконано

Студент

\_\_\_\_\_

( підпис )

Дмитрієв І.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

\_\_\_\_\_

( підпис )

Деркач О.Д.

(прізвище та ініціали)

№	формат	Позначення	Найменування	Кількість аркушів	Номер аркуша	примітки <sup>4</sup>
			<b><u>Текстові документи:</u></b>			
1	A4	48 ДР.002.000.000.ПЗ	Пояснювальна записка	52		
2	A4	Microsoft Power Point	Презентаційні матеріали	10		

		48 ДР.002 000.000 РД					
Змн.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Дмитрієв І.В.			Літ.	Арк.	Аркушів	
Перевір.	Деркач О.Д.				1	1	
Т. Контр.				Відомість дипломної роботи			
Н. Контр.				ДДАЕУ МГАІ-1-22			
Затверд.	Деркач О.Д.						

УДК 631

## АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «Магістр» присвячена визначенню модернізації та визначення навантажень в спряженнях важеля опорних коліс сівалки Kinze-2000. При вирішенні поставлених завдань застосовано відомі методики розрахунку навантажень в системі копіювання поверхні ґрунту.

Виконано дослідження трибологічних характеристик полімерно-композитних матеріалів.

Проаналізовано стан охорони праці в лабораторії.

Доведено економічну ефективність застосування розробленої конструкції з підшипниками ковзання.

Дмитрієв І.В. Підвищення технічного рівня сівалок Kinze-2000 полімерно-композитними матеріалами. – Дніпро: ДДАЕУ, 61 с.

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП .....</b>	<b>7</b>
<b>1. АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАННЯ.....</b>	<b>8</b>
1.1 Використання сівалок Kinze-2000 в землеробстві.....	8
1.2 Проблеми технічного обслуговування і ремонту сівалки Kinze – 2000....	26
1.3 Обґрунтування теми дипломної роботи.....	31
<b>2. РОЗРАХУНКОВА ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА.....</b>	<b>32</b>
2.1 Вибір вихідних даних.....	32
2.2 Методика розподілу навантажень.....	34
2.3 Розрахунок навантажень у з'єднаннях важелів опорних коліс з рамою сошника.....	36
2.4 Модернізація вузла опорного колеса сівалки Kinze.....	37
<b>3. ОБГРУНТУВАННЯ ПОЛІМЕРНО-КОМПОЗИТНОГО МАТЕРІАЛУ.....</b>	<b>41</b>
3.1 Аналіз умов роботи.....	41
3.2 Порівняльні властивості ПКМ.....	43
3.3 Перевірка ПКМ на міцність.....	48
3.4 Рекомендації до виконання роботи.....	51
<b>4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....</b>	<b>52</b>
<b>5. ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ РОБОТИ.....</b>	<b>53</b>
<b>ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....</b>	<b>57</b>
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....</b>	<b>59</b>
<b>ДОДАТКИ.....</b>	<b>61</b>

## ВСТУП

В сучасному агропромисловому виробництві аграрна політика та національна підтримка спрямовані в основному на утримання продовольчої безпеки нашої держави, а також створення відповідних умов для сталого та ефективного розвитку і виробництва сільськогосподарських культур за для задоволення потреб населення.

При вирощуванні таких культур як соняшник та кукурудза важливою складовою є ефективне використання техніки та ресурсів. Так кожен фермер в Україні намагається використати наявну техніку в своєму господарстві по максимуму з мінімальними затратами коштів та людського ресурсу. Цьому сприяє запровадження новітніх технологій вирощування культур, використання сучасної сільськогосподарської техніки, у якої час на технічне обслуговування зведений до мінімуму, при цьому досягається максимально-стабільна робота механізмів.

Дана дипломна робота спрямована на вирішення нагальних проблем в шарнірних з'єднаннях опорних коліс сівалок закордонного виробництва для посіву технічних культур, визначення ресурсу вузла та підбір оптимального ПКМ за трибологічними та фізико-механічними властивостями.

## 1. АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАННЯ

### 1.1 Використання сівалок Kinze-2000 в землеробстві

Найголовніша задача сільськогосподарських робітників полягає у збільшенні сільськогосподарського виробництва.

Першочерговим є питання забезпечення досить високих темпів сільськогосподарського виробництва, найбільш ефективного використання земельного фонду, оновлення та укріплення матеріально-технічної бази, впровадження передових досягнень науки та техніки по можливості, поліпшення використання машинно-тракторного парку.

Впровадження новітніх та сучасних технологій, ефективного використання машинно-тракторного парку, збільшення якості ремонту та якісного проведення технічного обслуговування техніки. Всі ці фактори значною мірою впливають на зростання рівня технічної експлуатації машинно-тракторного парку та механізованих робіт, а також надійність та довговічність сільськогосподарських робіт.

Історично склалося, що Україна займає вигідне географічне розташування для ефективного ведення сільського господарства як по вирощуванню різноманітних культур так і ведення тваринництва.

Переважаюча більшість які займають провідне місце в сівоzmінах будь-якого сільськогосподарського виробництва належить зерновим (пшениця, ячмінь), соняшник та кукурудза.

У будь-якому підприємстві можна виділити шість основних вирощуваних культур, особливо якщо площа перевищує 1 млн. га: пшениця, соняшник, кукурудза, ячмінь, соя і ріпак.

В сучасних умовах структуру площ під посів культурних рослин «диктує» ринок. При цьому спостерігається тенденція, що наукові підходи відсутні.



Аналізуючи дані за поточний рік перше місце належить пшениці. Відразу за нею йде соняшник, кукурудза, ячмінь, ріпак озимий, горох, цукровий буряк, соя.

Числові значення виробництва вказаних вище культур представлені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Врожай сільськогосподарських культур в Дніпропетровській області за 2023 рік

Культура	Намолочено зерна, тис. т.	% до прогнозу	Врожайність, ц/га
Пшениця	2119,26	117,00	43,20
Соняшник	1250,1	102,00	21,70
Кукурудза	893,68	75,00	44,80
Ячмінь	569,18	97,00	35,50
Ріпак озимий	323,58	84,00	25,40
Горох	49,32	141,00	30,00
Цукровий буряк	24,6	-	424,10
Соя	20,77	123,00	23,80

Аналізуючи дані вказані в таблиці 1.1 більшість культур в нашій області виробляється в більшій кількості ніж прогнозувалося. Виняток складають тільки кукурудза, ячмінь та озимий ріпак. Урожайність зазначених культур знаходиться в межах середньо- та високостатистичних показників.

Серед лідерів з виробництва соняшнику на першому місці Кіровоградська область, за нею Дніпропетровська і Полтавська. Валовий збір при цьому становить 1551,9, 1520,1 і 1131,9 тис.т відповідно. Числові значення намолоту зерна соняшнику по інших областях нашої держави вказані в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Збір врожаю соняшнику по областях України в 2023 році

№ п/п	Область	Валовий збір, тис. т.
1	Кіровоградська	1551,90
2	<b>Дніпропетровська</b>	1520,10
3	Полтавська	1131,90
4	Харківська	899,91
5	Вінницька	873,50
6	Миколаївська	787,10
7	Черкаська	683,29
8	Сумська	660,00
9	Одеська	650,10
10	Хмельницька	560,00
11	Київська	556,00
12	Чернігівська	509,60
13	Тернопільська	327,20
14	Житомирська	277,00
15	Донецька*	247,32
16	Запорізька *	220,00
17	Рівненська	125,48
18	Львівська	105,20
19	Волинська	71,60
20	Чернівецька	62,50
21	Івано-Франківська	56,60
22	Херсонська*	45,00
23	Закарпатська	7,40

\* - не враховані дані з ГОТ

Таким чином Дніпропетровська область знаходиться в трійці лідерів з вирощування соняшнику.

Схожа картина спостерігається з виробництвом кукурудзи. Валовий збір цієї культури вказано в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Валовий збір врожаю кукурудзи на зерно в Україні в 2023 році

№ п/п	Область	Валовий збір, тис. т.
1	Черкаська	2944,94
2	Полтавська	2784,40
3	Вінницька	2511,40
4	Чернігівська	2153,32
5	Київська	2056,20
6	Хмельницька	1900,00
7	Кіровоградська	1863,20

## Продовження таблиці 1.3

8	Сумська	1824,00
9	Житомирська	1172,90
10	Тернопільська	965,20
11	<b>Дніпропетровська</b>	893,68
12	Харківська	613,54
13	Одеська	467,00
14	Львівська	466,00
15	Чернівецька	456,70
16	Рівненська	456,20
17	Івано-Франківська	411,10
18	Волинська	337,50
19	Миколаївська	323,40
20	Закарпатська	182,70
21	Донецька	79,85
22	Запорізька	14,21
23	Херсонська*	0,16

\* - область майже повністю була в окупації, або посів не виконувався в зв'язку з мінуванням території.

Як бачимо Дніпропетровська область знаходиться на одинадцятому місці. Трійку лідерів очолюють Черкаська, Полтавська та Вінницька області та ін.

З настанням весняного періоду кожен поважаючий себе фермер, задається питанням вибору сівалки.

Деякі з існуючих на ринку України вже зайняли чільне місце, а деякі щойно представлені. В кожній моделі є свої переваги і недоліки, які нівелюються ціною та якістю виконання технологічних операцій.

До новинок на ринку нашої країни належать Вега 16 Профі від заводу Elvorti, що на Кіровоградщині. Сівалка призначена для висіву просапних технічних культур, та має в своєму складі шістнадцять рядків для висіву насіння. Висівна секція сівалки має свої переваги: обладнана подвійним диском; можливість регулювання тиску на поверхню ґрунту не більше 2746,8 Н; присутнє V-подібне колесо; має в своєму складі систему копіювання поверхні поля; система контролю висіву Helios.

Варто зауважити, що сівалку виготовляють у напівначіпному виконанні, тому не обов'язково використовувати енергетичні засоби великої потужності.



Рисунок 1.1 – Сівалка Вега 16 Профі (загальний вид)

Наступна сівалка Мзурі Про-Тіл 3Т (рис. 1.2) спроектована переважно для країн Східної Європи. Тому ідеально підходить для ґрунтів України. Вона відноситься до сівалок точного висіву. Не відноситься до широкозахватних сівалок, проте вимагає агрегування з тракторами, з потужністю двигуна від 100 к.с. Бо має складну конструкцію, відрізняється підвищеною матеріалоемністю.



Рисунок 1.2 – Сівалка точного висіву Мзурі Про-Тіл 3Т

До переваг даної сівалки відносяться: випробування проводились на території сусідньої Польщі та безпосередньо на території України; максимально-можливе збереження вологи на проблемних ґрунтах; робота на полях без виконання попередньої обробки ґрунту (по стерні попередника); ґрунт не змінює свою структуру після проходу агрегату; притискання сошника до ґрунту відбувається за рахунок гідравлічної системи.

Також на ринку є популярна у всьому світі компанія Kuhn.

Вона пропонує сівалку під назвою Maxima. До її складу входить новий висіваючий апарат та удосконалена телескопічна рама.



Рисунок 1.3 – Сівалка Kuhn Maxima

У порівнянні з аналогами дана сівалка має зручну зміну і регулювання міжрядь, вже не пневматичний, а електричний висівний апарат, що дозволяє виконати посів з високою точністю при швидкості руху до 10 кілометрів на годину, висів просапних культур можна здійснити від 37,5 до 80 сантиметрів з інтервалом через кожні 5 сантиметрів, наладка на висів іншої культури займе в оператора не більше тридцяти хвилин. Густота висіву регулюється з кабіни оператора.

Наступною сівалкою в сегменті є сівалка точного висіву Monosem. В своєму складі має вісім сошників, з електронним контролем висіву насіння, та системою для внесення добрив – фронтальна. Популярна тим, що висів контролюється електронікою – з кабіни оператора.





Рисунок 1.4 – Сівалка точного висіву Моносем

В цьому оператору допомагає система ISOBUS. Також блок керування, при під'єднанні до антени GPS, може відключати певні сошники від подачі насіння та керувати густиною висіву насіння. Сівалка має інтеграцію в програмне забезпечення, що використовується в системах точного землеробства. Має також у своїй конструкції прості механізми налаштування, регулювання та виконання робочого процесу.

Декілька років тому на ринку нашої країни з'явився такий бренд сільськогосподарської техніки як Maskar, родом з Італії.



Рисунок 1.5 – Сівалка Маскар

В своєму складі має вісім рядків для висіву з пневматичним приводом. Швидкість обертання регулюється за рахунок вісімнадцяти ступеневою КПП. Ємності для добрив виготовлені з нержавіючої сталі, а система «Контроль-С» дає можливість оператору виконувати контроль за висівом кожного рядка. Дана сівалка комплектується двома видами сошників: дводисковим і анкерним. Внесення мінеральних добрив можна здійснювати в рядок або збоку від нього: зліва або права.

Славнозвісну фірму Gaspardo представляє Julia 24.





Рисунок 1.6 – Гаспардо Джулія 24

В своєму складі має двадцять чотири сошники та окремий бункер для насіння та добрив. Привід висівного апарату виконується за допомогою вакууму. Сівалка на ринку представлена з механічним або електроприводом. Ємність бункера дев'ять тисяч літрів, а всередині розділений на секції з співвідношенням 77/23, добрива і посівний матеріал відповідно. Відноситься до широкозахватних агрегатів (майже вісімнадцять метрів), та агрегатується енергонасиченими енергетичними засобами.

Такі посівні комплекси використовують переважно великі агрохолдинги.

Швидкісна сівалка Vederstad Tempo L по конструкції є напівначіпною. До її конструкції входять шістнадцять сошників, а система, за допомогою якої виконується посів, працює на надлишковому тиску.



Рисунок 1.7 – Швидкісна сівалка Vederstad Tempo L

Рух по полю в робочому положенні можливий зі швидкістю до 15 кілометрів на годину. Висіває переважну більшість наявних при вирощуванні технічних культур.

Електронну систему контролю висіву також має Хорш Маестро (рис.1.8). Сівалка призначена для широкорядного пунктирного висіву. Система подачі насіння – пневматична. Посівний комплекс може працювати в системах точного та цифрового землеробства. Забезпечується також диференційований посів, тобто можливе налаштування на різну норму висіву на одному полі, в залежності від карти припису. Також дана сівалка, при перетині вже посіяної площі, не буде здійснювати повторний посів.



Рисунок 1.8 – Сівалка точного висіву Хорш Маестро

Глибина загортання насіння варіюється від півтора до дев'яти сантиметрів. В даній моделі присутня система контурного землеробства, і це дає можливість регулювати висів по рядках при поворотах. Застосовується в технологіях мінімального та нульового обробітку ґрунту. Як правило, агрегатується з тракторами, потужністю 280...340 к.с. Робочі органи – однодискові сошники, оснащені системою примусового укладання насіння та його прикочування у посівному ложі.

До просапних також належить Грейт Плейнтс. Належить до сівалок точного висіву.





Рисунок 1.9 – Сівалка точного висіву Грейт Плейнтс

Кожний з наявних сошників оснащений індивідуальним бункером для насіння. Особливістю сівалки є те, що вона має можливість висівати одинарні або здвоєні рядки. У випадку здвоєних рядків ширина міжрядь становить двадцять сантиметрів. Насіння при посіві добре і точно загортається на задану глибину та якісно ущільнене з ґрунтом.

Сівалка КВЕРНЕЛЕНД ОПТИМА відома ідеальною технологією точного висіву (рис.1.10). Призначена для агрегування з тракторами, потужністю 100...160 к.с. Відноситься до сівалок, що використовуються у класичному землеробстві, тобто, перед посівом, потребує ретельної підготовки ґрунту культиваторами.



Рисунок 1.10 – Сівалка точного висіву Квернеленд Оптіма

В своїй конструкції має окремий бункер для добрив місткістю чотири тисячі літрів, та індивідуальні бункери для кожного сошника для насіння. Має інтегрований розкидач мінеральних добрив. Вбудована технологія ІСОБУС. Може рухатись з транспортною швидкістю до п'ятдесяти кілометрів на годину за рахунок зміненої конструкції рами. Це дає можливість в короткий термін переїхати з одного поля на інше.

Дана сівалка відома тим, що за один робочий день може засіяти площу в сто гектарів.

Посівний комплекс ПОТІНГЕР. Відомий електричним дозуванням висівного матеріалу. За рахунок натискного ролика досягається рівномірна загортання насіння в ґрунт на однакову глибину.



Рисунок 1.11 – Посівний комплекс Потінгер

Відключення подачі насіння можна здійснити автоматично або в ручному режимі з робочого місця оператора.

Дана сівалка також має пневматичну систему подачі насіння від бункера через систему дозування і прямо до сошника. Поєднання пневматичної системи та електричної системи подачі насіння дозволяє підвищити точність посіву насіння, тобто відхилення від заданої норми зменшуються. До недоліків цієї сівалки слід віднести певну конструктивну складність саме через застосування систем різного принципу дії. Це обумовлює залучення висококваліфікованого персоналу при обслуговуванні та додаткові витрати, залежність споживача від дилера.



Точний висів насіння також застосовується на сівалці фірми Джон Дір 7200.



Рисунок 1.12 – Пневматична сівалка фірми Джон Дір 7200

Вона є однією з найрозповсюдженіших в світі. Має можливість широкого інтервалу регулювань висіву насіння. Однакова глибина залягання матеріалу. Здатність одночасного внесення добрив та робота за технологією no-till. До складу агрегату входить монітор контролю роботи.

Оновлений висівний комплекс Кінзе 3600 оснащений сучасними сенсорами контролю висіву, швидкості, технічного стану та технологічних налаштувань: зазорів, передаточних чисел, контролю наявності насіння та добрив у бункерах тощо.



Рисунок 1.13 – Висівний комплекс Кінзе 3600

Особливістю даного комплексу є те, що він має можливість висівати різне насіння – каліброване і некаліброване, з одночасним внесенням компонентів в будь-якому агрегатному стані (рідкі або гранульовані). Має власні запатентовані висівні апарати. Її можна використовувати на необроблених ділянках, та виконувати подвійний висів.

Враховуючи особливості ведення фермерського господарства в Україні, переважно невеликі фермерські господарства, намагаються закупити для користування не дорогу техніку, при цьому щоб виконувались в обов'язковому порядку мінімальний пакет агротехнічних вимог: копіювання поверхні поля, однакова глибина залягання насіння, однакова притискна сила в посівному ложі, можливість працювати однією сівалкою за декількома технологіями, скорочення часу на проведення щоденного технічного обслуговування та точність роботи шарнірних вузлів. Для виконання вказаних вимог підходить сівалка Kinze-2000 виробництва США.



В Україні вказана модель з'явилася на початку 2000-х і використовується по цей час, досить розповсюджена, не вибаглива в ремонті та має доступну для непересічного користувача матеріальну базу запасних частин.

В кожному третьому господарстві присутня дана сівалка, особливо в тих господарствах, площа яких до ста гектарів.



Рисунок 1.14 – Загальний вигляд сівалки точного висіву Kinze-2000  
Сівалка влаштована наступним чином. Центральна рама сівалки являє собою трубу квадратного перерізу на якій встановлені сошники з міжряддям 70 см. На раму встановлені додаткові ємності для гранульованих добрив.

Кожен сошник має систему копіювання поверхні поля. Також безпосередньо на сошнику встановлено ємності для заправки насінням. За створення вакууму відповідає вентилятор з приводом від гідромотору, який в свою чергу під'єднаний до гідравлічної системи енергетичного засобу. Загальний вид сошника показано на рисунку 1.15.



Рисунок 1.15 – Загальний вид сошника сівалки Kinze-2000

В конструктиві сошника за бажанням замовника може встановлюватись реактивний ніж, для роботи на засмічених територіях. Сошник обладнаний дводисковим висівним апаратом.

## **1.2 Проблеми технічного обслуговування і ремонту сівалки Kinze-2000**

Під час проведення весняно-польових робіт, а саме посівної кампанії, в най відповідальніший момент може виникнути поломка, яка призведе до зупинки агрегату, та невиконання запланованих робіт.

Основною задачею роботоздатності посівних машин є своєчасне проведення регламентно-ремонтних робіт, а саме мащення ланцюгових передач та шарнірних з'єднань. Адже брудна машина довго працювати не буде.

Тому необхідно виконувати вчасно технічне обслуговування (ТО), проводити вчасну очистку робочих органів від залишків рослин, посівного матеріалу, бруду наприкінці кожної зміни.

До основних критеріїв роботи сівалок ставляться такі: точна глибина висіву, рівномірна розкладка насіння, однакова відстань між насінинами, гарний контакт насінини з ґрунтом. Виконання вказаних критеріїв дозволить будь-якому фермеру отримати високу врожайність і як наслідок – прибуток.

Найбільше значення для надійного та рівномірного проростання насіння є правильна та однакова глибина посіву. Після цього у рослин формується міцна коренева система, що дає достатнє живлення рослині в період вегетації.

За дослідженнями провідних інститутів для правильного та якісного проростання ядра насінини, їй необхідно поглинати вологи з ґрунту в розмірі 30% від власної ваги. Тому правильна глибина посіву відіграє чи не найважливішу роль при вирощуванні якої завгодно культури.

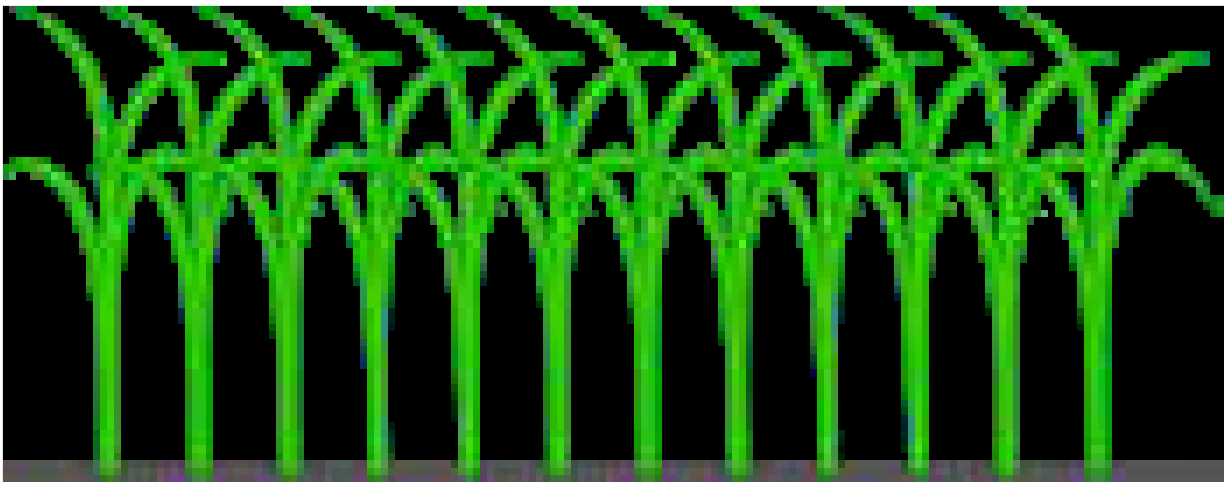


Рисунок 1.16 – Схема укладки насіння в ґрунт: а – глибина висіву; б – відстань між насінинами

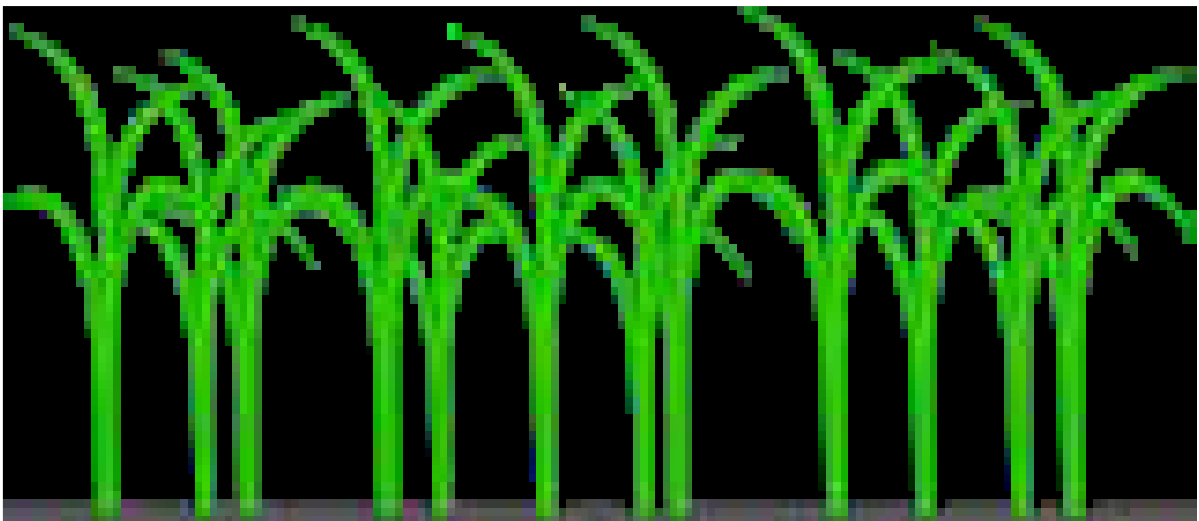
Для того щоб підвищити сухостійкість, а також щоб уникнути завчасного відмирання вузлових коренів, висіяне насіння має розташовуватись на оптимальній глибині.

У тому випадку коли насіння в рядку розташоване на оптимальній відстані одна від одної забезпечується високий врожай. Таким чином рослинам не потрібно змагатися за сонячне світло, вологу та поживні речовини.

Висівні апарати всіх сівалок мають змогу забезпечити високу продуктивність подачі насіння до сошника, але це ні в якому разі не гарантує їх якісну розкладку в рядку. Тому на скільки якісно відбувається посів, а саме відстань між насінинами в рядку, є такий показник як коефіцієнт нерівномірності (рис. 1.17).



а



б

Рисунок 1.17 – Коефіцієнт нерівномірності висіву: а – гарний COV;

б – поганий COV

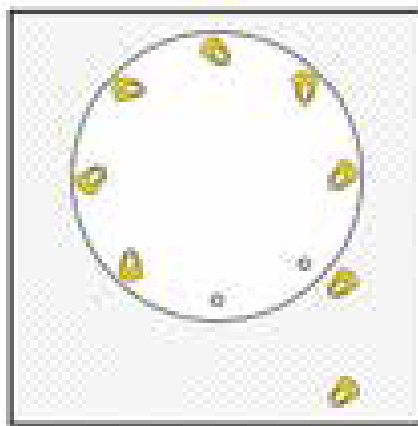
Правильне розкладання насіння в рядку являє собою процес присмоктування до отвору висівного диску за рахунок вакууму однієї насінини, так як норма внесення тієї ж кукурудзи чи соняшнику, у порівнянні з зерновими, дуже маленька. Тому пропуски при сівбі технічних культур мають бути зведені до мінімуму або навіть зовсім відсутні.

Присутні також випадки коли при сівбі вакуумними сівалками відбувається укладка двох або навіть трьох насінин на одне місце. У такому випадку паростки культури починають «конкурувати».

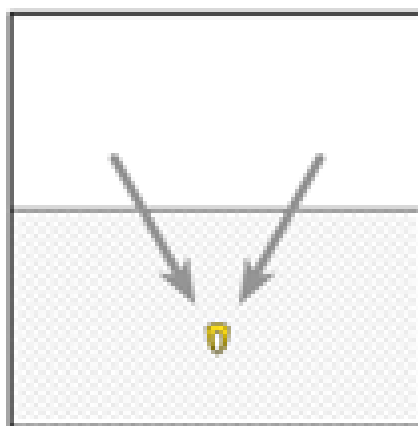
В обох випадках порушується швидкість росту культурних рослин та втрата врожаю.

У першому варіанті присутні пропуски, а за спостереженнями, кожен 1% знижує врожай в середньому трохи більше ніж на 77 кг/га.

У другому відбувається затримка в розвитку рослин тоді коли вся маса вже дозріла, недорозвинені рослини ще не достигли. Порушується «наливка» зерна, зменшується урожай та виникає необхідність доведення вологості зернової маси до оптимальних показників шляхом механічного підсушування, а це в свою чергу додаткові витрати.



а



б

Рисунок 1.18 – Правильна робота висівного апарату вакуумного типу: а – розкладка; б – контакт насінини з ґрунтом

Дуже важливим фактором при сівбі, а саме після проходу сівалки, є такий показник як контакт насінини з ґрунтом. Від цього залежить рівномірність сходів, швидкість росту рослин, та кількість поживних речовин.

На все це впливає наявність додаткових органів в конструкції сівалки, а також якість налаштування сівалки в цілому.

До таких належать: рівномірність глибини залягання насіння, швидкість спрацювання механізму копіювання поверхні ґрунту, зусилля, що прикладається до прикочуючого колеса та його конструкція. При виборі типу і конструкції прикочуючого колеса для сівалки Kinze-2000 необхідно звертати увагу на стан ґрунту і його тип. На рисунку 1.19 показані види

прикочуючих коліс, які використовуються в сівалках Kinze-2000 різних моделей.



а



б

Рисунок 1.19 – Види прикочуючих коліс: а – гумові V-подібні;  
б – чавунні V-подібні

У кожного з вказаних видів є свої переваги: гумові добре працюють при обробці ґрунту за традиційної технології, а чавунні – забезпечують додаткове зусилля на прикочування для закриття борозни, та при обробці кам'янистих ґрунтів і в умовах нульового обробітку ґрунту.

### **1.3 Обґрунтування теми дипломної роботи**

Зважаючи на широке застосування сівалок точного висіву фірми Kinze та інших на території України та світу через застосування схожої будови в конструкції сошників темою дипломної роботи обрано підвищення їх технічного рівня шляхом застосування полімерно-композитних матеріалів у шарнірних вузлах опорних коліс та адаптивної зміни конструкції для їх використання.

## 2. РОЗРАХУНКОВА ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА

### 2.1 Вибір вихідних даних

З розвитком машинобудування в сільському господарстві все більше уваги приділяється системам копіювання ґрунту, якості укладання насіння в ґрунт та якісного його загортання. При цьому необхідною умовою для працездатності та роботоздатності механізмів є їх безвідмовна робота, що в кінцевому результаті значною мірою впливає на майбутній врожай та витрати коштів на одиницю виробленої продукції.

На початковому етапі проектування трибоспряжень обов'язковою умовою є врахування навантажень на вузол та дія сил моменту в момент наїзду опорних частин сошника на перешкоди. Для обмеження переміщення сошника в паралелограмному механізмі копіювання ґрунту встановлені обмежувачі. Таким чином навантаження які виникають в спряженнях значно зростають. Розглянемо рух важеля опорного колеса при найбільшому його заглибленні в ґрунт і найбільшому притискному зусиллі. Для цього нам необхідно знати геометричні розміри деяких складових. На рисунку 2.1 показано загальний вид важеля опорного колеса сівалки Kinze-2000.

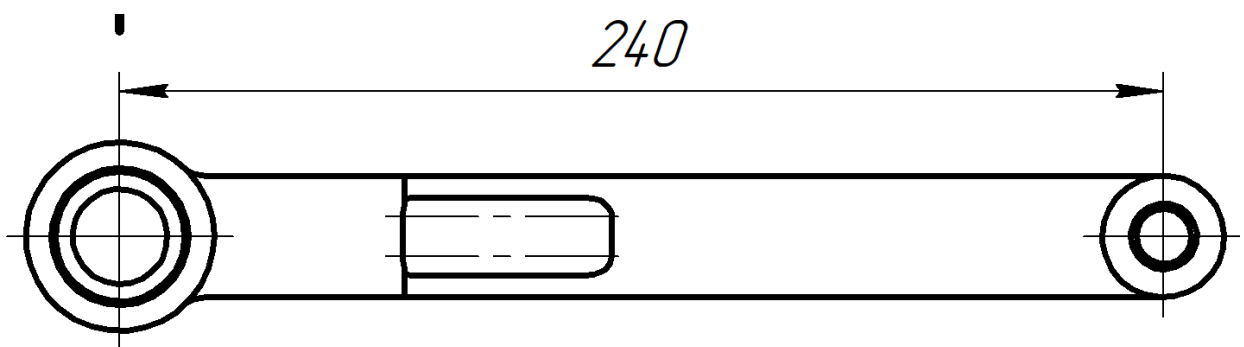


Рисунок 2.1 – Схема для визначення зусиль на важіль

Відстань між осями кріплення важеля та додаткових елементів відома з технічної характеристики, та становить 240 мм (0,24 м). На рисунку 2.2



показано спрощену схему визначення та дії реакцій, при наїзді опорного колеса сошника на перешкоду.

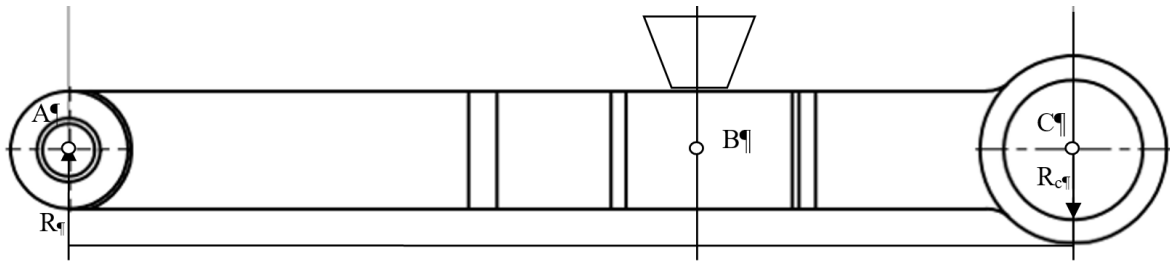


Рисунок 2.2 – Схема для визначення дій реакцій на важіль

Таким чином можемо записати формулу крутного моменту, який виникає в шарнірі:

$$M_{AB} = R \cdot AB \quad (3.1)$$

де  $M_{AB}$  – крутний момент, який виникає при наїзді опорного колеса на перешкоду;

$R$  – максимальне зусилля притискання, Н;

$AB$  – відстань від осі кріплення важеля до механізму регулювання глибини посіву насіння, м.

Таким чином маємо:

$$M_{AB} = 1079,1 \cdot 0,15 = 161,86 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

За для визначення реакції в точці С будемо використовувати наступне рівняння:

$$R_C = \frac{M_{AB}}{BC} \quad (3.2)$$

де  $R_C$  – реакція, яка діє на шарнірне з'єднання в точці С важеля, Н;

$M_{AB}$  – крутний момент, який виникає в момент наїзду на перешкоду, Н·м;

$BC$  – відстань до механізму регулювання глибини точка С, м.

Підставивши числові значення у формулу маємо:

$$R_C = \frac{161,86}{0,09} = 1798,5\text{Н.}$$

Після проведених визначень навантажень та розрахунків в шарнірних з'єднаннях можна використовувати як передумови для майбутнього проектування елементів та геометричних розмірів деталей з полімерно-композитних матеріалів та їх підбір до конкретних умов експлуатації.

## **2.2 Методика розподілу навантажень**

Так як сошники більшості випускаємих сівалок чи зернових чи сівалок для висіву технічних культур мають в конструкції систему копіювання ґрунту, то ми вважаємо за необхідне виконати розрахунки в шарнірах цих з'єднань за для подальших рекомендацій з застосування в даних вузлах деталей з ПКМ.

В сучасному світі «пластики» заповнили ринок, і все частіше використовуються в різних сферах народного і промислового господарства. Правильність вибору будь-якого виробу з ПКМ вимагає побудови кінематичної схеми роботи вузла чи всього механізму, визначення навантажень та підбір того чи іншого ПКМ.

Від правильності вибору ПКМ в сільському господарстві в цілому буде залежати якість виконання технологічної операції такої як посів, а в майбутньому – кількість врожаю.

На рисунку 2.3 показано схему руху та переміщення сошника в робочому положенні відносно поверхні поля.

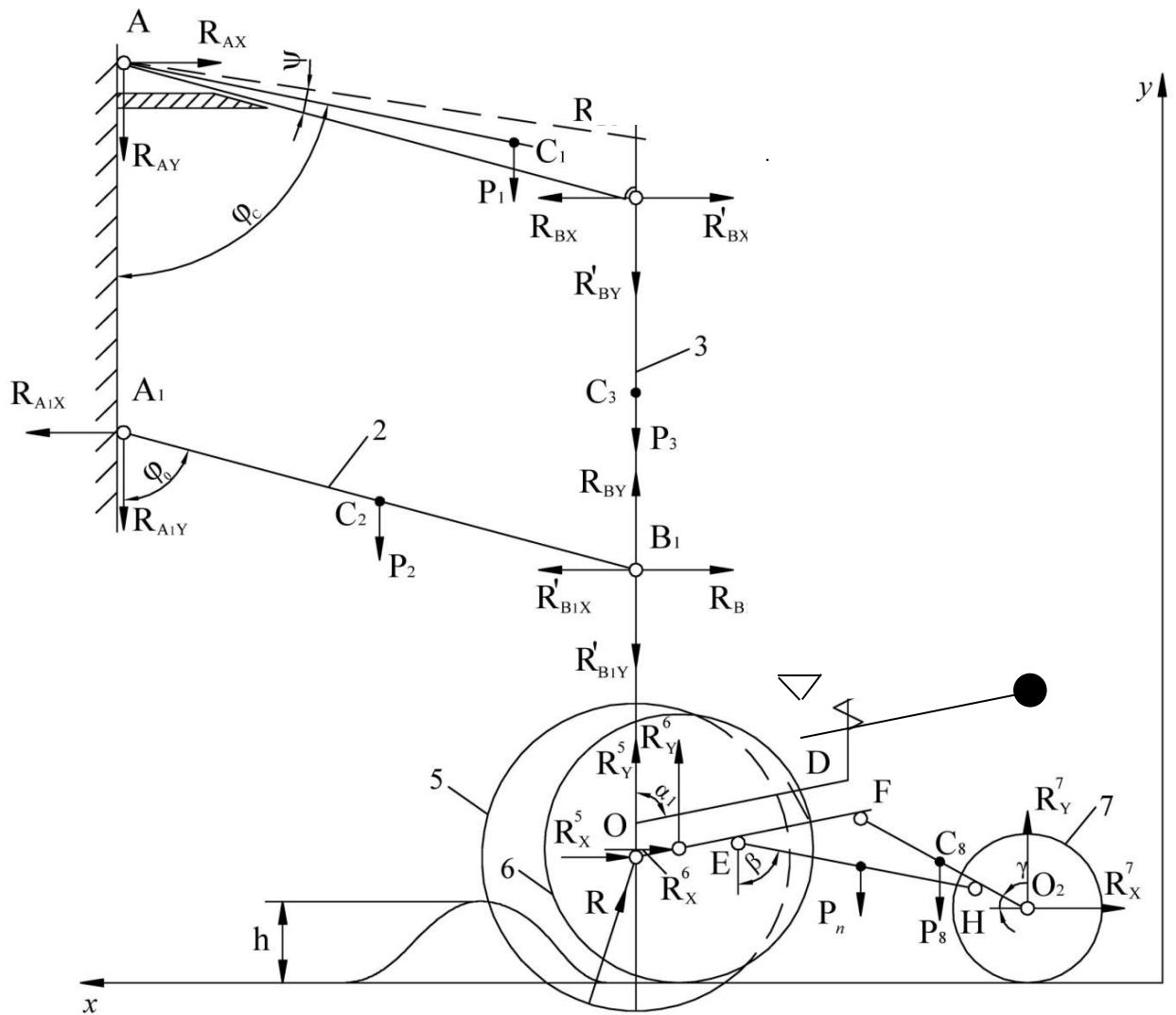


Рисунок 2.3 – Схема сил реакції у вузлах сошника сівалки Kinze-2000

Враховуючи конструктивні особливості будови сошника вказаної на схемі сівалки для розрахунку будемо брати висоту перешкоди (грудка, каміння) висота якої складає 20 см (0,2 м). Розрахунки навантажень будемо виконувати з врахуванням того, що в нас сівалка повністю завантажена і насінням і добривами. Окрім маси самого сошника на його опори і шарнірні з'єднання буде діяти сила тяжіння несучої рами. При цьому частина маси її передається на енергетичний засіб.

### 2.3 Розрахунок навантажень у з'єднаннях важелів опорних коліс з рамою сошника.

Для модернізації були обрані саме шарніри опорних коліс через їх найбільшу відповідальність у виконанні технологічної операції посіву. Якщо брати сошник як окрему одиницю то майже вся маса опирається на опорні колеса через відповідні шарніри. А також за рахунок конструктивного розташування важелів уперед та нахилу поперечної їх осі під кутом до поверхні поля, даний вузол буде сприймати найбільші навантаження.

При наїзді на перешкоди вказаний вузол, фактично, сприймає удари. Тому необхідно виконати розрахунок максимального навантаження.

Тиск в з'єднанні можна визначити за формулою:

$$p = \frac{R_{max}}{l \cdot d} \quad (2.1)$$

де  $p$  – розрахункове навантаження, Н/м<sup>2</sup>;

$R_{max}$  – максимальне навантаження в шарнірі, Н

$d$  – діаметр спроектованого елемента ПКМ (деталі), м;

$l$  – висота спроектованого елемента з ПКМ, м.

В конструкції даного шарніру (вузла) буде використовуватись підшипник ковзання конусоподібної форма ззовні. Для розрахунку будемо використовувати найменший діаметр (внутрішній), що становить 25 мм або 0,025 м, так як деталь в цьому місці має найменший розмір стінки, і відповідно – найменший запас міцності. Висота деталі 18 мм або 0,018 м, максимальне навантаження в шарнірі  $R_{max} = 1798,5$  Н.

Підставляємо числові значення у формулу і маємо:

$$p = \frac{1798,5}{0,018 \cdot 0,025} = 3996666 \frac{\text{Н}}{\text{м}^2} \text{ або } 3,99 \text{ МПа.}$$

Кутова швидкість для вказаного вузла, вибираємо керуючись [16]. Цей показник становить 7 рад/с.

Таким чином можемо визначити лінійну швидкість:

$$v = \omega \cdot r \quad (2.2)$$

Підставивши числові значення маємо:

$$v = 7 \cdot 0,0125 = 0,0875 \text{ м/с.}$$

Важливим критерієм для будь-яких деталей з ПКМ є фактор  $pv$ .

Таким чином:

$$pv = 3,99 \cdot 0,0875 = 0,34 \text{ МПа} \cdot \text{м/с.}$$

Один із запропонованих ПКМ, який отримали в лабораторії технічного сервісу машин, цілком може використовуватись у розрахованому трибоспряженні. Для вказаного матеріалу фактор  $pv$  має знаходитись в межах значень 1,8...2 МПа·м/с. Дане твердження буде доведено в наступному розділі – експериментальними дослідженнями.

## 2.4 Модернізація вузла опорного колеса сівалки Kinze

Модернізація важеля опорного колеса сівалки вимагає зміни або доведення деяких розмірів до геометрично-правильних. На рисунку 2.4 бачимо нерівномірність діаметру по всій довжині вісі важеля опорного колеса (вказано стрілкою).

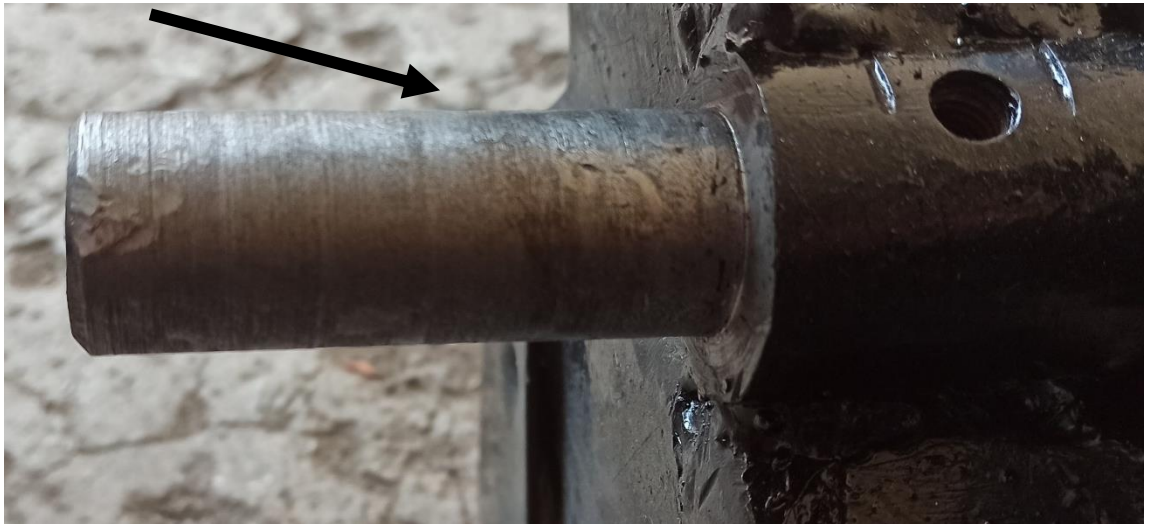


Рисунок 2.4 – Знос осі опорного колеса сошника

Найбільший знос по діаметру знаходився в межах 22,8...23,2 мм. Вказану частину відновлювали шляхом нарощування тіла за допомогою електро-дугового зварювання. Після доводили розмір до номінального –  $\text{Ø}25(\pm 0,05)$ .

Для відновлення самого важеля було прийнято рішення збільшити його внутрішній розмір до значення  $\text{Ø}36$ .

Таким чином ми створили умови для встановлення підшипників ковзання з розробленого ПКМ.

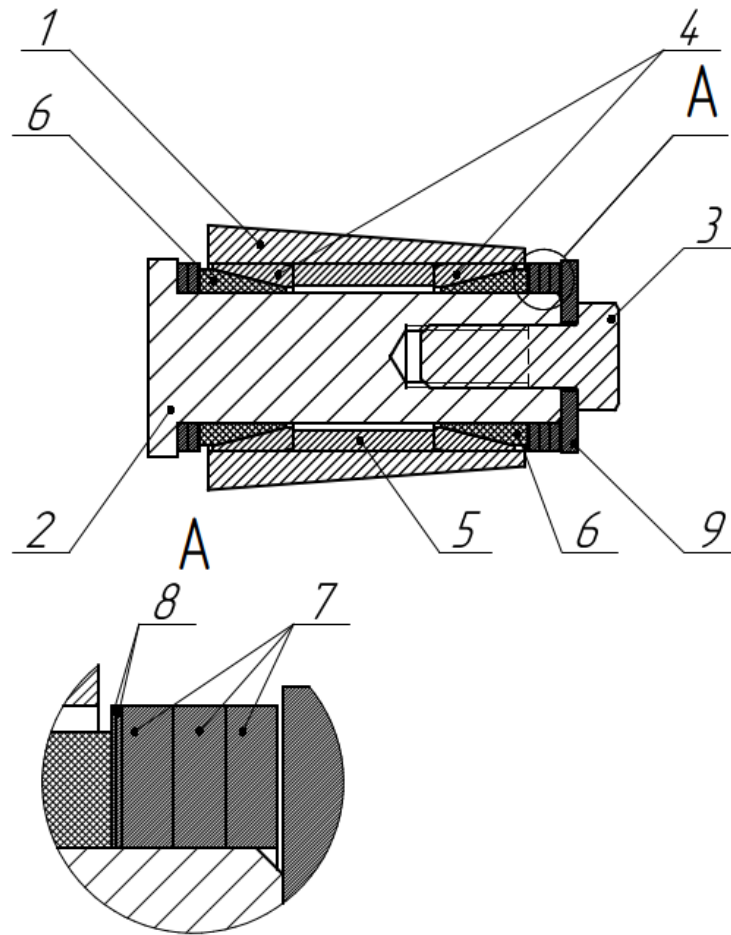


Рисунок 2.5 – Загальний вид модернізованого вузла

Суміжна втулка (рис. 2.5, поз. 4) була виготовлена зі сталі 45 з конусною внутрішньою частиною. Кут відхилення від осі становить  $14^\circ$ .

За для забезпечення постійної відстані між суміжними втулками було встановлено дистанційну втулку.

Деталі з ПКМ виготовлялись з відповідним кутом нахилу, що і на суміжних втулках.

Таке конструкторське рішення дозволяє по мірі зносу деталей з ПКМ виконувати регулювання зазору в з'єднанні за рахунок установки регулювальних шайб відповідного розміру. Конструкцію необхідно налаштовувати так, щоб важіль міг здійснювати обертання на заданий кут, не заїдав, та не мав при цьому люфтів.

Зміною шайб між важелем та рамою сошника домагаються правильності прилягання опорного колеса до диска сошника таким чином, щоб був невеликий натяг між вказаними деталями.

Таким чином в даному розділі визначено реакції та зусилля у шарнірах сівалки яке складає 1798,5 Н. Розрахунками доведено працездатність підшипників ковзання у найбільш навантажених вузлах. Також наведено особливості складання та наладки.



### 3. ОБГРУНТУВАННЯ ПОЛІМЕРНО-КОМПОЗИТНОГО МАТЕРІАЛУ

#### 3.1 Аналіз умов роботи

Враховуючи особливості конструкції сівалок, у багатьох з них основною проблемою зносу шарнірних з'єднань є потрапляння в окіл тертя абразивних частинок. Як відомо в ґрунті знаходиться в різній формі майже вся таблиця хімічних елементів. До цього всього додаються умови зберігання машин – тобто не кожен власник виконує консервування своєї техніки відповідним чином.

Як відомо сівалки для висіву технічних культур використовують тільки навесні. Увесь інший час машина не використовується і знаходиться на відкритому майданчику. Простіше кажучи на сільськогосподарську техніку впливають атмосферні фактори – опади, сонячне проміння і т. ін.

Після цього відбувається інтенсивний знос тертьових деталей.

В даній дипломній роботі буде запропоновано ПКМ з найбільш оптимальними фізичними та триботехнічними характеристиками для найбільш навантаженого вузла – важеля прикочуючого колеса.

В другому розділі виконано розрахунки відповідних реакцій, що діють на вказаний вузол при роботі в полі за найжорсткіших умов.

До складу кафедри експлуатації машинно-тракторного парку входить лабораторія технічного сервісу машин. В аудиторіях даної лабораторії знаходиться відповідне обладнання для виготовлення ПКМ з запрограмованими властивостями.

На початковому етапі в ході виготовлення необхідно видалити вологу з вихідного матеріалу, так як його складові компоненти відносяться до гігроскопічних. Видалення вологи відбувалось шляхом нагрівання матеріалу до температури що перевищує температуру кипіння води, а саме 110°C, в сушильній шафі (рис. 3.1).



Рисунок 3.1 – Сушильна шафа типу СНОЛ

Після попередньої підготовки вихідного матеріалу з нього виготовлялись гранули з використанням екструдера (рис. 3.2).



Рисунок 3.2 – Загальний вид лабораторного екструдера

До складу екструдера входять додаткові дозатори, за допомогою яких можна виготовляти різні за складом та властивостями полімерні матеріали ПМ.

Після дозування складових компонентів, їх нагріву та змішуванню утворювались стренги. Потім вони піддавались охолодженню з послідуочим подрібненням до розміру часток циліндричної форми діаметром 3 мм та довжиною гранул 2...6 мм.

Потім виготовлені гранули знову піддавались сушінню протягом 3...4 годин та виготовлялись лабораторні зразки для досліджень фізичних та трибологічних властивостей розробленого матеріалу.

Виготовлення лабораторних зразків виконувалось методом лиття під тиском на ливарній машині вертикального типу ПЛ-62.

Також були виготовлені зразки для визначення абразивної стійкості – паралелограм з розмірами 50×30×5.

### 3.2 Порівняльні властивості ПКМ

На ринку України широкого застосування в машинобудуванні отримали пластики. Використовуються в'яжуче окремо так і з різними наповнювачами, такими як волокна (скловолокно, вуглецеве, целюлозне та ін.), які в структурі деталей відіграють роль армуючого компоненту. Через це міцнісні властивості готових деталей значно підвищуються.

Для проведення досліджень були використані ПКМ наведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Досліджувані зразки матеріалів

№ з/п	Назва	Умовне позначення
1	УПА-6-20, виробництво ДДАЕУ (лабораторія)	1
2	УПА-6-30, іноземне виробництво	2
3	Kocetal GF705, виробництво фірми «KOLON PLASTICS»	3

Одним з важливих показників досліджуваних матеріалів є коефіцієнт тертя. При виконанні даного досліду паралельно можемо виконати заміри

додаткових показників, таких як: ваговий знос полімерного зразка, ваговий знос контртіла, температура в околі тертя.

Досліди виконували на машині тертя СМЦ-2 (рис. 3.3) за схемою диск-колодка.



а

б

Рисунок 3.3 – загальний вид машини тертя (а), схема роботи (б)

Результати дослідження коефіцієнту тертя представлені в таблиці 3.2 та графічне його зображення на рисунку 3.4.

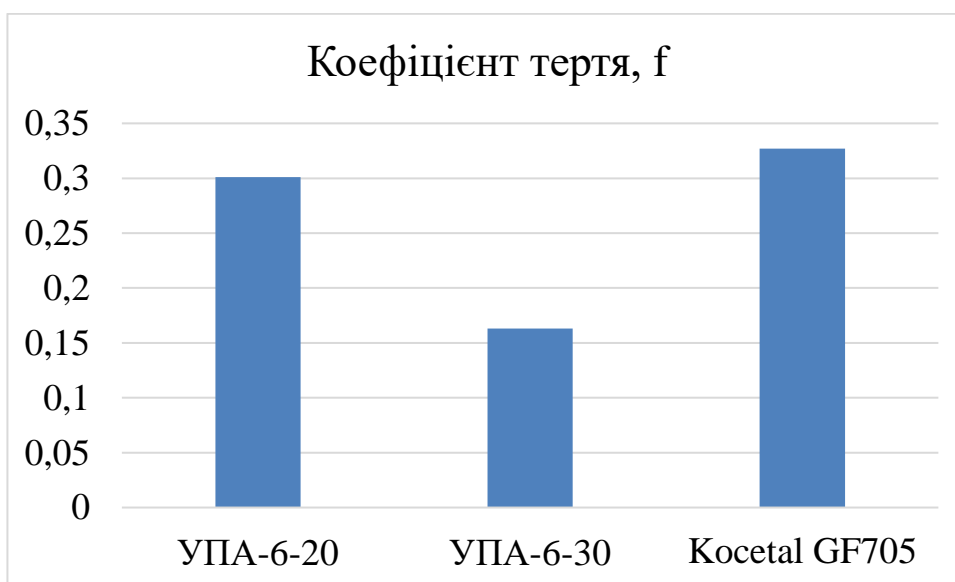


Рисунок 3.4 – Коефіцієнт тертя

Таблиця 3.2 – Коефіцієнт тертя зразків

№ з/п	Назва	Момент, мм	Навантаження, Н	Момент, <u>Н·м</u>	Коефіцієнт тертя, f
1	УПА-6-20	5,00	100	0,752	0,301
2	УПА-6-30	2,7	100	0,406	0,163
3	<u>Kocetal</u> GF705	5,4	100	0,812	0,327

Фіксація значення температури виконували на відстані 2 мм від поверхні тертя.

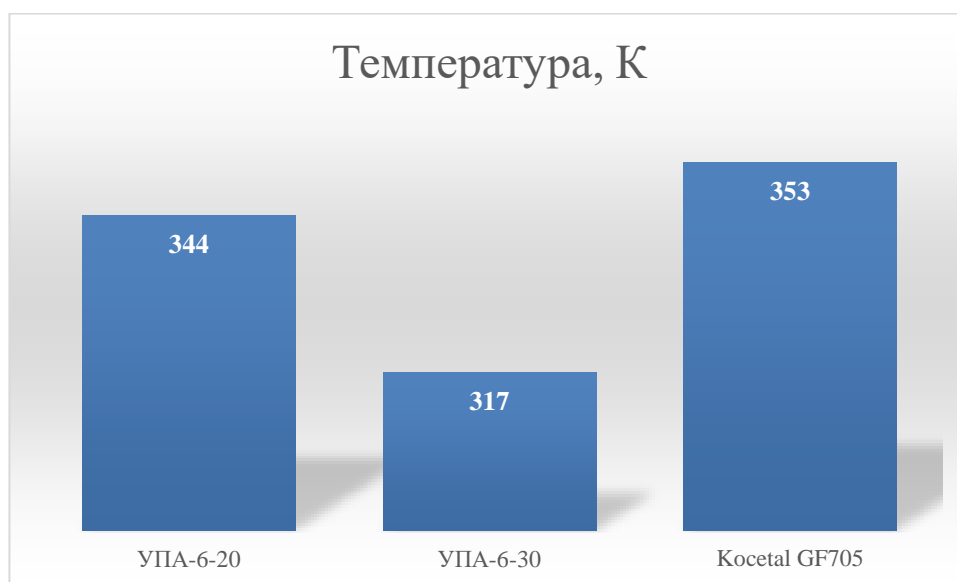


Рисунок 3.5 – Температура в околі тертя

Також після проведення кожного дослідження виконували замір величини вагового зносу зразків з ПМ шляхом зважування зразка на аналітичних вагах типу METRINCO AB224 (рис. 3.6).



Рисунок 3.6 – Аналітичні ваги типу METRINCO AB224

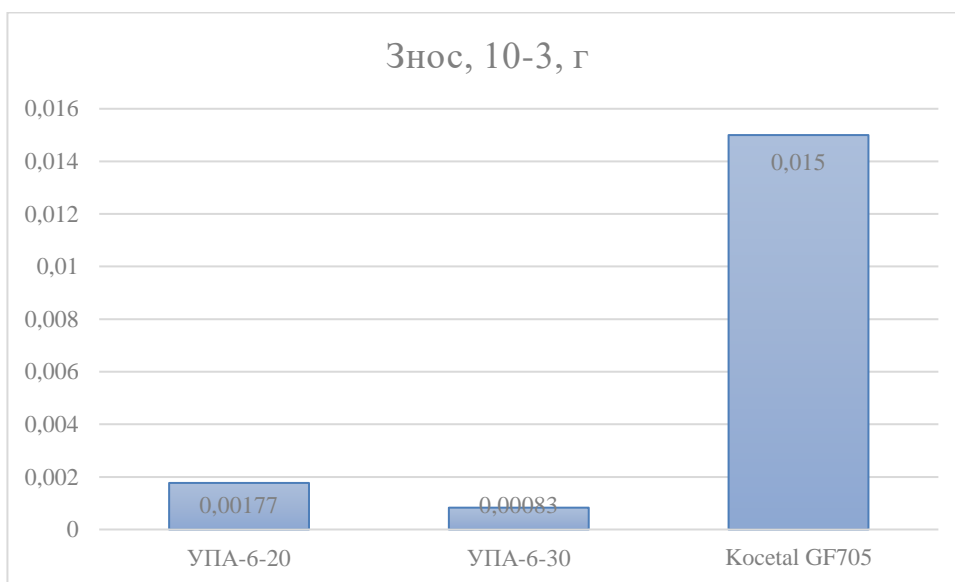


Рисунок 3.7 – Ваговий знос зразків

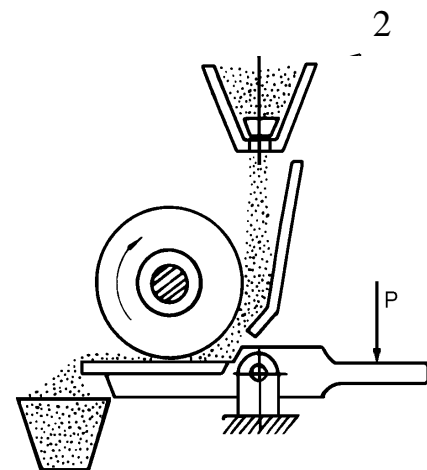
Після проведених розрахунків можемо говорити, що найкращим чином себе показали перший та другий зразки за умовним позначенням.

Беручи до уваги, що виробники сільськогосподарської техніки в більшості випадків не захищають тертьові елементи в шарнірних з'єднаннях,



в зону тертя (контакту) потрапляє велика кількість абразивних часток у вигляді пилу. Таким чином відбувається інтенсивний знос деталей. При цьому вони не можуть виконувати закладені їм функції. Негативним наслідком цього стає надмірна зміна геометричних розмірів сопряжених деталей, заклинювання або підклинювання механізмів та невиконання технологічних вимог.

Тому нами вирішено провести додаткові випробування з дослідження на відносну абразивну стійкість. Загальний вид машини для проведення вказаного дослідю показано на рис. 3.8.



1

2

Рисунок 3.8 – Машина для дослідження абразивної стійкості матеріалів СМЦ-2 (1) та схема реалізації процесу (2)



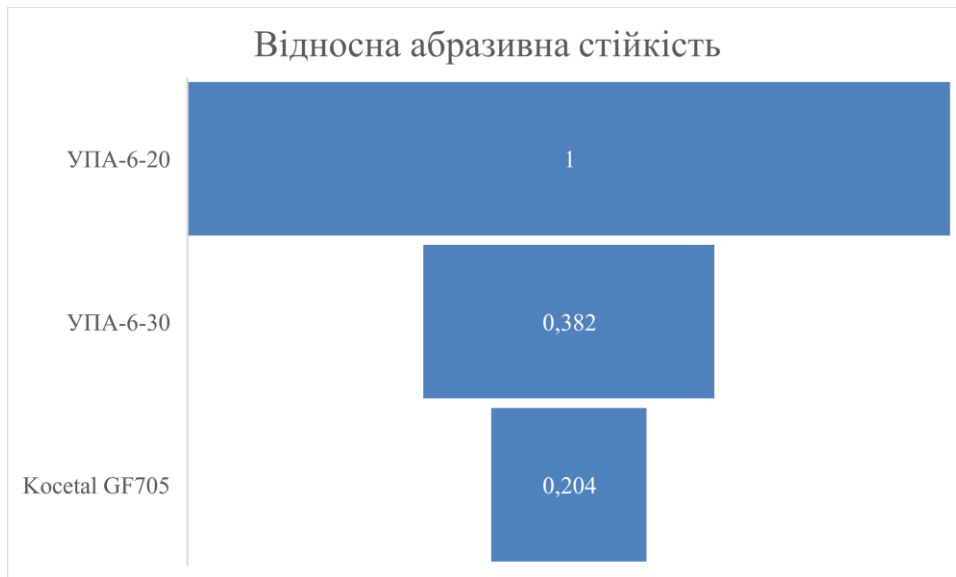


Рисунок 3.9 – Відносна абразивна стійкість зразків

Відносну зносостійкість матеріалів вираховували наступним чином:

$$K_u = \frac{U_e \cdot \rho_\delta \cdot n_\delta}{U_\delta \cdot \rho_e \cdot n_e}, \quad (3.1)$$

де  $\rho_e, \rho_\delta$  – густина еталонного і дослідного зразків, кг/м<sup>3</sup>;

$n_e, n_\delta$  – кількість обертів гумового ролика;

$U_e, U_\delta$  – знос зразків, кг.

Густина зразків визначали методом гідростатичного зважування. Для вказаних матеріалів вона становить 1216,7; 1206; 1603 кг/м<sup>3</sup> відповідно.

### 3.3 Перевірка ПКМ на міцність

Також проводились дослідження з визначення міцнісних властивостей матеріалів.

Зразки мали циліндричну форму з розмірами Ø10 мм та довжиною 14...15 мм. Такі ж зразки використовувались для визначення фізико-механічних властивостей на машині стискання німецького виробництва FP-100/1 (рис. 3.10).



Рисунок 3.10 – Загальний вигляд машини FP-100/1

Випробувальна машина має можливість фіксувати зміну внутрішніх процесів (напружень, спротивів) при стисканні зразка та виводити в реальному часі на спеціальний папір за допомогою самописного приладу, а максимальне навантаження, перед руйнуванням, яке витримує зразок при стисканні фіксується стрілочним покажчиком. Геометричні розміри та відповідні площини досліджуваних зразків мають відповідати зазначеним в інструкції з використання.

Межа міцності при стисканні:

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

де  $P$  - навантаження, МПа;

$F$  - площа поперечного перерізу, мм<sup>2</sup>;

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

де  $d$  - діаметр зразка, мм.

Відносна деформація:

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

де  $\Delta h_{p.c.}$  - значення зміни висоти, мм;

$h_0$  – вихідна довжина зразка, мм.

Модуль пружності знаходили 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;

$h_0$  - висота зразка до дослідження, мм;

$A_0$  - площа поперечного перерізу, мм<sup>2</sup>;

$\Delta h_1$  - зміна висоти, яка відповідає навантаженню  $F_1$ ;

$\Delta h_2$  - зміна висоти, яка відповідає навантаженню  $F_2$ .

Кожен дослід проводили три рази потім вираховували середнє арифметичне значення.

Результати таких дослідів зображені на рисунку 3.11..

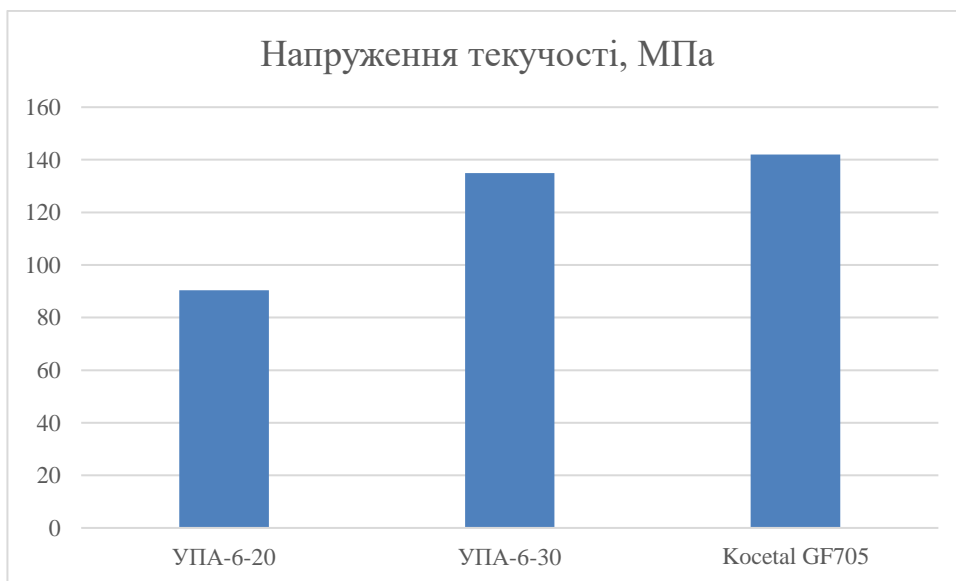


Рисунок 3.11 – Дослідження міцнісних характеристик

По результатах дослідів можемо говорити про значну різницю показань. Це пов'язано з тим, що в матеріалах знаходиться різна кількість армуючого компонента. У матеріалу під номером «1» кількість вуглецевого волокна знаходиться на рівні  $20\% \pm 3$ . Теж саме стосується №2 та №3. Єдиною відмінністю третього зразка від попередніх є те, що в його склад входить скловолокно.

Можемо зробити висновок: від наповнення вихідного матеріалу армуючим волокном змінюється напруження текучості в широкому діапазоні результуючих значень.

### **3.4 Рекомендації до виконання роботи**

В ході проведених розрахунків та лабораторних досліджень з визначення фізико-механічних та трибологічних характеристик матеріалів враховуючи умови експлуатації сівалок можемо з впевненістю рекомендувати в якості підшипників ковзання матеріал УПА-6-20, який було виготовлено в лабораторії технічного сервісу машин кафедри експлуатації машинно-тракторного парку. Вирішальним показником при остаточному виборі використовуваного матеріалу була відносна абразивна стійкість. у порівнянні з матеріалом УПА-6-30 даний показник у рекомендованого в більш ніж 2,5 рази вищий, що є важливою умовою використання деталей.

#### 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

При виконанні робіт в лабораторії обов'язковим до виконання є правил та вимог охорони та безпеки праці. Перед початком виконання лабораторних досліджень студенти проходять обов'язковий інструктаж з відповідною реєстрацією в журналі з охорони праці. Також в лабораторії присутній журнал реєстрації працюючих.

Після цього вивчають інструкцію з експлуатації обладнання на якому будуть виконувати досліди.

Все обладнання, яке знаходиться в лабораторії технічного сервісу машин має відповідний захист від перенапруги.

Всі обертові елементи мають захисні щитки, захисні муфти, та відповідне приладдя для контролю виконання роботи.

Виконуючими досліди викладачами та студентами використовується засоби індивідуального захисту.

При виконанні механічної підготовки зразків використовуються халати, захисні рукавиці, навушники та окуляри.

При виготовленні експериментальних зразків використовувались халат, захисні окуляри та термостійкі рукавиці.

При видаленні з пресформи готових деталей було використано додаткові розпресовочні пристосування.

При литті деталей інтенсивно використовувалась місцева вентиляція для видалення продуктів реакції і нагріву полімерних матеріалів.

Після закінчення лабораторних дослідів робоче місце приводилось до порядку, видалялись підтікання мастила, протирались робочі поверхні контактних поверхонь спиртовими розчинами.

На випадок надзвичайної ситуації (пожежа), в лабораторіях у відповідних місцях знаходяться вогнегасники відповідного типу.

## 5. ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ РОБОТИ

В дипломній роботі при запровадженні конструкторської розробки важливим є його техніко-економічне обґрунтування, а саме порівняння експлуатаційних витрат базової машини у порівнянні з модернізованою.

В якості вихідних даних для розрахунку були взяті показники, вказані в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Початкові показники для техніко-економічного розрахунку роботи

Показники	Варіант машинно-тракторного агрегату	
	базовий	удосконалений
Назва технологічної операції	Сівба соняшнику	
Склад машинно-тракторного агрегату	МТЗ-892+Kinze-2000	МТЗ-892+Kinze-2000 (з ПКМ)
Планове річне завантаження машинно-тракторного агрегату, га	714	792
Середнє значення темпу робіт МТА, га/год.	3,41	3,68
Нормативна витрата палива $g_p$ , л/га	3,90	3,57
Вартість (балансова) агрегату Б, грн.	1120000	1148000

Використання розробленого спряження механізму опорного колеса сівалки Kinze-2000, за рахунок використання самозмащувального матеріалу, дозволяє відмовитись від технічного обслуговування зазначеного вузла – тобто не виконувати його мащення. Все це зменшить час на проведення технічного обслуговування та не витратити кошти на придбання мастильних матеріалів.

Вказана сівалка належить до сівалок точного висіву і її модернізація самозмащувальним матеріалом позитивно впливає на виконання технологічної операції посіву.

Економічні розрахунки будемо виконувати для посівного агрегату у складі трактора МТЗ-982 та сівалки для посіву технічних культур з системою точного висіву насіння Kinze-2000.

Питомі експлуатаційні затрати для технологічної операції виконаємо за рівнянням:

$$C_{nut} = C_{пмм} + C_{зп} + C_{мта} \quad (5.1)$$

де,  $C_{пмм}$  – питомі витрати паливно-мастильних матеріалів, грн./га;

$C_{зп}$  – питомі витрати фонду заробітної плати, грн./га.

$C_{мта}$  – питомі витрати для виконання операцій ТО та ремонту МТА, грн./га.

Питомі витрати на ПММ розраховуємо за формулою:

$$C_{пмм} = C_k \cdot g_{га} \cdot 0,83 \quad (5.2)$$

де  $C_k$  – ціна 1 кг палива з урахуванням затрат на ММ, грн.;

$g_{га}$  – нормативна витрата палива, л/га;

0,83 – густина палива.

Підставивши вказані значення, маємо:

$$C_{пмм}^b = 55,99 \cdot 3,9 \cdot 0,83 = 181,23 \text{ грн./га}$$

$$C_{пмм}^n = 55,99 \cdot 3,57 \cdot 0,83 = 165,9 \text{ грн./га}$$

Затрати на мта:

$$C_M = \left[ \frac{B_m \cdot a_{pm}}{100 \cdot n_{зм}^m \cdot G_n^{рік}} + \frac{(C_{прм} + C_{том} + C_{зм})}{G_n^{рік}} \right] \cdot K_i \quad (5.3)$$

де –  $B_m, a_{pm}$  – ціна та відрахування на МТА. Для виконання обчислень приймемо цей показник на рівні 11%.

$C_{прм}, C_{том}, C_{зм}$  – питомі витрати на ремонт техніки, (грн). розроблена конструкція дозволяє зменшити відрахування до 7,5 %.

$n_{зм}^m, G_n^{рік}$  – кількість нормо-змін та річне завантаження, га.

Зростання ціни МТА поєднується з необхідністю модернізації (табл. 5.1).



Обчислюємо:

$$C_M^6 = \left[ \frac{1120000 \cdot 11}{100 \cdot 30 \cdot 714} + \frac{93500}{714} \right] = 136,7 \text{ грн/га}$$

$$C_M^п = \left[ \frac{1148000 \cdot 11}{100 \cdot 30 \cdot 792} + \frac{102855}{792} \right] = 135,1 \text{ грн/га}$$

Витрати на заробітну плату:

$$C_{зп} = \frac{1,49(K_{нк} \cdot m_{мех} \cdot f_{мех}) \cdot 1,02}{W_{зм}}, \text{ грн/га} \quad (5.4)$$

де  $K_{нк}$  – коефіцієнт кваліфікації оператора;

$m_{мех}$  – кількість осіб, які обслуговують агрегат при сівбі;

$f_{мех}$  – тарифна ставка працівників, грн./зм.;

$W_{зм}$  – змінна продуктивність, га/зм.;

Витрати на заробітну плату:

$$C_{зп}^6 = \frac{1,49(1,2 \cdot 1 \cdot 550) \cdot 1,02}{23,8} = 42,14 \text{ грн/га}$$

$$C_{зп}^п = \frac{1,49(1,2 \cdot 1 \cdot 550) \cdot 1,02}{25,7} = 39,03 \text{ грн/га}$$

Таким чином питомі експлуатаційні затрати складуть:

$$C_{пит}^6 = 181,23 + 136,7 + 42,14 = 360,07 \text{ грн/га}$$

$$C_{пит}^п = 165,9 + 135,1 + 39,03 = 340,03 \text{ грн/га}$$

Економічний ефект на одиницю площі:

$$E_{еф}^{га} = П_B^п - П_B^6 = 360,07 - 340,03 = 20,04 \text{ грн/га}$$

При річному завантаженні сівалки 792, річний ефект складатиме:

$$E_{еф}^{рік} = F \cdot (П_г^п - П_г^6) = 792 \cdot (360,07 - 340,03) = 15871,7 \text{ грн.}$$

Термін окупності КВ:

$$T_o = \frac{K}{E_{еф}^{рік}}$$

З врахуванням отриманих даних, маємо:

$$T_o = \frac{28000}{15871,7} = 1,7 \text{ років}$$

Результати розрахунків заносимо в таблицю 5.2.

Таблиця 5.2 – Техніко-економічна ефективність роботи

Показник	Одиниці вимірювання	Варіант	
		Базовий	Модернізований
Склад МТА	-	МТЗ-892+Kinze-2000	МТЗ-892+Kinze-2000 (ПКМ)
Продуктивність агрегату	га/год	3,41	3,68
Вартість МТА:	грн	1120000	11480000
Питомі експлуатаційні затрати, в тому числі:	грн/га	360,07	340,03
ПММ		181,23	165,9
ЗП		42,14	39,03
ТО		136,7	135,1
Питомий економічний ефект	грн/га	-	20,04
Річний економічний ефект	грн	-	15871,7
Термін окупності додаткових КВ:	років	-	1,7

### Висновки до розділу.

Економічними розрахунками показано, що економічний ефект від модернізації сівалки Kinze-2000 ПКМ веде до зниження питомих експлуатаційних витрат на 20,04 грн/га. Також річний економічний ефект використання ПКМ у вузлах опорного колеса сівалки становить 15871,7 грн. При цьому капітальні вкладення окупаються за 1,7 року.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Вирощування соняшнику в Україні має вагомим значення для економіки та забезпечує низку країн у світі олією.

За даними сайту LATIFUNDIST.COM Україна в цьому році збрала достатньо високі врожаї соняшнику, в багатьох областях цей показник навіть перевищував заплановані врожаї. Для показу тенденції вирощування соняшнику не були враховані тимчасово окуповані території.

Проаналізовано ринок посівних машин для садіння технічних культур, а саме соняшнику за традиційною технологією. Одними з перших, що заповнили ринок нашої країни були сівалки німецької фірми Kinze. Модель Kinze-2000 свого часу (початок 2000-х) була вершиною в якості виконання технологічної операції посіву. До її складу входила також система точного висіву насіння, яка забезпечувала якість посіву шляхом укладання на однаковій відстані насіння культури. Саме за рахунок цього при проростанні та розвитку рослина отримувала свою відведену кількість вологи та поживних речовин з ґрунту, не конкуруючи при цьому з іншими. Такі сівалки використовуються по теперішній час як малими фермерськими господарствами, і в меншій мірі агрохолдингами.

Рівномірність посіву значною мірою залежить від правильності роботи допоміжних механізмів. Одним з таких є опорне колесо сошника. Від правильності його роботи залежить глибина залягання насіння. Адже нерівномірність глибини посіву значно впливає на сходи та рівномірність дозрівання культури.

При неправильній його роботі не забезпечується рівномірність посіву, належним чином не очищується дисковий апарат, збільшується опір переміщенню та витрата палива на га. Це все тягне за собою додаткові витрати на вирощування культур.

Запропоновано модернізацію важеля опорного колеса з застосуванням в його конструкції підшипників ковзання з полімерно-композитних

матеріалів. Розраховано реакції та моменти, які виникають у вузлі при його роботі в найжорсткіших умовах – наїзду на перешкоду. Найбільше навантаження має величину 1798,5 Н. Враховуючи особливості запропонованої конструкції вказане навантаження розподіляється на чотири деталі з ПКМ.

Порівняно показники властивостей розробленого ПКМ з властивостями тих матеріалів що вже є на ринку та застосовуються подібним чином в сільськогосподарських машинах.

До уваги брали умови експлуатації механізму. Основним критерієм була абразивна стійкість виготовленого КМ. Так у порівнянні з матеріалом УПА-6-30 зносостійкість розробленого КМ в 2,6 разів вища. При цьому навантаження на деталь нижче ніж те яке вона здатна витримувати.

Наведено заходи з охорони праці при виконанні робіт в лабораторії кафедри.

Економічними розрахунками доведено доцільність використання розробленої конструкції з застосуванням в ній розробленого КМ. При цьому річний економічний ефект складає 15871,7 грн., а строк окупності капітальних вкладень – 1,7 року.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Деркач О.Д. Дослідження трибологічних та електромагнітних властивостей металовмісних композитів на основі вуглепластиків / О.Д. Деркач, Д. О. Макаренко, М. І. Лукашенко, А. Г. Мосінян, Є. С. Муранов // Вісник ХНТУСГ імені Петра Василенка. – Харків, 2014. – Вип. 145. – С. 207-210.
2. Аулин В.В. Триботехнология восстановления деталей мобильной сельскохозяйственной техники и транспортной техники модификацией моторного масла фуллеренсодержащим составом / В.В. Аулин, А.Д. Деркач, А.И. Буря, Д.А. Макаренко, Г.Я. Мищенко // Тракторы и сельхоз машины. – Москва, 2014. – №4. – С. 26-29. (Закордонне періодичне видання).
3. Деркач О.Д. До питання створення широкозахватних посівних комплексів з підвищеним ресурсом рухомих з'єднань / О.Д. Деркач, М.М. Науменко, Д.О. Макаренко, Є.С. Муранов // Вісник ХНТУСГ імені Петра Василенка. Технічний сервіс машин для рослинництва. – Харків, 2015. – Вип. 159. – С. 185-191.
4. Науменко М.М. Побудова математичної моделі процесу взаємодії дисково-анкерного сошника з ґрунтом при динамічних навантаженнях / М.М. Науменко, О.Д. Деркач, Д.О. Макаренко // Вісник ХНТУСГ імені Петра Василенка. Технічний сервіс машин для рослинництва. – Харків, 2017. – Вип. 181. – С. 267-274.
5. Derkach O. Development of high accuracy of the copy soil system / O. Derkach, D. Makarenko, M. Velyka, O. Shapoval. // International Scientific Journal. – Mechanization in agriculture & Conserving of the resources. – Year LXIII, Issue 5/2017. – Sofia. – 2017. – P. 185-187. (Закордонне періодичне видання).
6. <https://latifundist.com/urozhaj-online-2023>.

7. Універсальний дисково-анкерний сошник: пат. 94773 Україна: A01C 7/00 A01F 12/00 № u 2014 07555; заяв. 04.07.2014; опубл. 25.11.2014, Бюл. 22.3с.

8. Регульований вузол з циліндричними втулками із самозмащувальних і інших полімерних композитних матеріалів: пат. 143944 Україна: F16B 21/00 F16C 25/00 F16C 33/04. № u 2020 00360; заяв. 22.01.2020; опубл. 25.08.2020, Бюл. № 16. 6с.

9. Регульований вузол з конічними втулками із самозмащувальних і інших полімерних композитних матеріалів: пат. 142551 Україна: H02K 15/00. № u 2020 00285; заяв. 20.01.2020; опубл. 10.06.2020, Бюл. № 11. 6с.

10. Кобець А.С. Дипломне проектування з машиновикористання у рослинництві / А.С Кобець, В.Ю. Ільченко, В.Г. Бутенко, [та ін.] – ДДАУ, Дніпропетровськ, 2007. – 288 с.

11. Ільченко В.Ю. Курсове проектування з машиновикористання у рослинництві / Ільченко В.Ю., Кобець А.С., Кухаренко П.М., В.П. Мельник, В.О. Колбасін; ДДАУ, Дніпропетровськ, 2006 – 132с.

12. Методичні положення та норми продуктивності і витрат палива на сівбі, садінні та догляді за посівами / І. М. Демчак, В. О. Завалевська, В. С. Пивовар, М. Ф. Кисляченко та ін. – К.: НДІ “Укראгропромпродуктивність”, 2014. – 184 с.

13. Аулін В.В., Деркач О.Д., Макаренко Д.О., Гриньків А.В. Вплив режимів експлуатації на зношування деталей, виготовлених з полімерно-композитного матеріалу // Проблеми трибології, Том 90, № 4 (2018). – С. 65-69.

14. Макаренко Д. О. Підвищення довговічності паралелограмного механізму посівних комплексів зміною конструкції рухомих з'єднань: Дис.. канд. техн. наук: 05.05.11. – . Центральноукраїнський національний технічний університет. Кропивницький. 2018. 185 с.

# ДОДАТКИ