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 трибоспряжень механізму рульового керування малотонажного вантажного автомобіля

Виконав: студент 2 курсу, групи МгАІ-2-22

за спеціальністю 208 «Агроінженерія»

_____ Любар Ігор Валерійович

Керівник: _____ Макаренко Дмитро Олександрович

Рецензент: _____ _____

ДНІПРО – 2023

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)
«____» _____ 2023 р.

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

Любарю Ігорю Валерійовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: «Підвищення довговічності трибоспряжень рульового керування малотонажного вантажного автомобіля»
керівник роботи Макаренко Дмитро Олександрович, к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом ДДАЕУ від
«09» листопада 2023 року № 3422
2. **Строк подання студентом роботи** 01.12.2022 р..
3. **Вихідні дані до роботи** Аналіз умов роботи рульового механізму. Аналіз літературних джерел з обраної тематики.
4. **Зміст розрахунково-пояснювальної записки** (перелік питань, які потрібно розробити) Аналіз обсягу вантажоперевезень та місце автомобільного транспорту в ньому. Програма та методики експериментальних досліджень. Встановити залежність величини зносу експериментальних зразків від складу матеріалів. Висвітлити положення з безпеки праці при виконанні робіт з полімерними матеріалами. Визначення економічної ефективності роботи.

5. Перелік демонстраційного матеріалу
Мета і задачі досліджень. Аналіз. Обґрунтування проблеми (5 аркушів, А4). 2. Обладнання для експериментальних досліджень (1 аркуш, А4) 3. Результати досліджень (2 аркуш, А4) 4. Економічні показники (1 аркуш, А4). 5. Висновки (1 аркуші, А4).

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Макаренко Д.О., доц. каф. ЕМТП		
2	Макаренко Д.О., доц. каф. ЕМТП		
3	Макаренко Д.О., доц. каф. ЕМТП		
4	Макаренко Д.О., доц. каф. ЕМТП		
5	Вініченко І.І., зав. каф. економіки		
6			
нормоконтроль			

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
3	Програма та методика досліджень	до 10.10.2023 р.	виконано
3	Експериментальний	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 _____ Ігор ЛЮБАР
(підпис) ((ім'я та прізвище)

Керівник роботи _____ Дмитро МАКАРЕНКО
(підпис) (ім'я та прізвище)

№	формат	Позначення	Найменування	Кількість аркушів	Номер аркуша	примітки
			Текстові документи:			
1	А4	48 ДР.005.000.000.ПЗ	Пояснювальна записка	52		
2	А4	Microsoft Power Point	Презентаційні матеріали	10		

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	48 ДР.005 000.000 РД		
Розроб.		Любар І.В.			***Відомість дипломної роботи***	Літ.	Арк. 1 / Аркушів 1
Перевір.		Макаренко Д.О					
Т. Контр.						**ДДАЕУ МгАІ-2-22**	
Н. Контр.							
Затверд.		Деркач О.Д.					

УДК 631

АНОТАЦІЯ

Любар І.В. Підвищення довговічності трибоспряжень рульового керування малотонажного вантажного автомобіля / Випускна кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня «магістр» за спеціальністю 208 «Агроінженерія». – ДДАЕУ, Дніпро, 2023.

В дипломній роботі проаналізовано застосування композитних матеріалів в конструкціях рульових наконечників. Розроблено програму та наведено методики досліджень характеристик та властивостей конструкційних матеріалів. Визначено триботехнічні характеристики полімерно-композитних матеріалів. Проаналізовано шкідливі та небезпечні фактори, що діють при виготовленні деталей з полімерно-композитних матеріалів. Виконано техніко-економічну оцінку дипломної роботи.

Ключові слова: полімерно-композитний матеріал, автомобільний транспорт, вторинний пластик, тертя без мащення, технічне обслуговування.

ЗМІСТ

ВСТУП…….. 8

1.АНАЛІЗ ОБСЯГІВ ВАНТАЖОПЕРЕВЕЗЕНЬ В УКРАЇНІ ТА МІСЦЕ АВТОМОБІЛЬНОГО ТРАНСПОРТУ…… 10

1.1 Стан сфери вантажоперевезень в Україні…….. … 10

1.2 Аналіз обсягів та структури перевезень автомобілями Mercedes Sprinter… 13

1.3 Вплив ходової системи на швидкість та керованість автомобілів……. 15

1.4 Обґрунтування теми дипломної роботи…… 20

2.ПРОГРАМА ТА МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ……... 22

2.1 Програма та завдання досліджень……... 22

2.2 Підготовка полімерних матеріалів до лиття……... 22

2.3 Виготовлення зразків для експериментальних досліджень…….. 23

2.4 Методика визначення триботехнічних характеристик і властивостей матеріалів…….. 25

2.5 Методика досліджень робочих поверхонь експериментальних зразків….. 27

3.РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ….. 29

3.1 Результати дослідження триботехнічних характеристик матеріалу…….. 29

3.2 Результати оптичних досліджень поверхонь…….. 31

4.ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ…….. 36

4.1 Основні поняття охорони праці……... 36

4.2 Шкідливі та небезпечні фактори при виконанні робіт з ПКМ……. 36

4.3 Організаційні та технічні заходи по забезпеченню захисту працівників від шкідливих та небезпечних факторів…… 37

4.4 Правила безпеки праці при роботі з обладнанням та машинами для проведення досліджень……... 38

4.5 Дії у разі виникнення надзвичайної ситуації (пожежі в лабораторії)……. 39

5.РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ……. 41
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ 48
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ 50
ДОДАТКИ 52

Вступ

Будь-яка сфера нашого життя тісно пов’язана з вантажоперевезеннями. Причому це може бути як невелика за розміром кур’єрська доставка, так і перевезення залізничним або аеротранспортом. Від швидкості та організованості доставки залежить комфорт та якість життя і функціонування різноманітних структур суспільства.

Для виконання вантажоперевезень використовується: велотранспорт, мототранспорт, автомобільний транспорт різної тоннажності, залізничний, водний та літаки. В останні роки вартість ремонту та запчастин для транспортних засобів невпинно зростають.

В конструкціях сучасного автомобільного транспорту широко застосовують полімерно-композитні матеріали (ПКМ). Використовують ПКМ в конструкціях ходової частини та рульового управління. А також в залежності від призначення деталей, вони можуть виготовлятись з різних матеріалів.

Тому метою роботи є дослідження залежностей фізико-механічних властивостей конструкційних пластиків від вмісту наповнювача та обґрунтування ефективності впровадження композитних матеріалів в елементи рульового керування малотоннажного вантажного автомобіля.

Поставлена мета буде досягнута вирішенням таких задач:

1. Проаналізувати застосування композитних матеріалів в конструкціях рульового керування малотоннажних вантажних автомобілів.
2. Розробити програму та навести методики досліджень характеристик та властивостей конструкційних матеріалів.
3. Встановити залежності фізико-механічних властивостей та триботехнічних характеристик ПКМ від вмісту вуглецевого волокна в ньому.
4. Виконати аналіз шкідливих та небезпечних факторів, які чинять вплив на робітника при виготовленні деталей з ПКМ. Навести правила безпеки праці при роботі з обладнанням та машинами для проведення досліджень.
5. Виконати техніко-економічну оцінку дипломної роботи.

Об’єкт дослідження. Процеси зміни властивостей та характеристик ПКМ при введенні в них наповнювача.

Предмет дослідження. Закономірності зміни фізико-механічних характеристик ПКМ при введенні наповнювача.

Методи досліджень. Експериментальні дослідження фізико-механічних характеристик та триботехнічних властивостей проводили за стандартними методиками.

Практична цінність отриманих результатів роботи полягає в обґрунтуванні рекомендацій, щодо застосування створених композитних матеріалів для конкретних рухомих з’єднань рульового керування.

1. Аналіз обсягів вантажоперевезень в Україні та місце автомобільного транспорту

1.1 Стан сфери вантажоперевезень в Україні

Сектор вантажоперевезень – це вагома та важлива частина економіки, від якісної роботи якої залежить формування якісного фундаменту загального економічного розвитку держави.

До початку воєнних дій Україна володіла 20951,8 тис. км залізниць, 163,033 тис. км автомобільних доріг, близько 1569,4 тис. км судноплавних водних шляхів, 13 морськими та 17 міжнародними аеропортами і 4 аеропортами цивільної авіації. Транспортний сектор включає в себе безліч видів транспорту, наприклад: морський та річковий, трубопровідний, автомобільний, авіаційний, залізничний.

Кожен вид транспорту має свої критерії вибору, які були б оптимальними для того чи іншого транспортування. Нижче буде наведено деякі характерні особливості кожного типу транспорту (табл. 1.1)

Таблиця 1.1

Порівняльна характеристика різних видів транспорт

Вид транспорту	Переваги	Недоліки	Сфера застосувань
Залізничний	-висока пропускна здатність; -кліматичні умови, час доби, пора року – не впливають; -порівняно низька вартість; -висока швидкість доставки на значні відстані	-Обмежена кількість перевізників; -високі капіталовкладення в мережеву базу; -вантажі можуть не зберегтись; -низький доступ до кінцевого споживача	Майже необмежено
Морський	-перспектива міжконтинентальних вантажоперевезень; -низька собівартість транспортування; -висока пропускна здатність	-перевезення обмежені та довготривалі; -залежність від умов навколишнього середовища; -низька частота відправлень	Майже необмежено

Річковий	-висока пропускна здатність; -низька собівартість;	-перевезення обмежені та довготривалі; -залежність від географічних умов; -сезонність	Майже необмежено
Автомобільний	-висока доступність; -доставка вантажу безпосередньо до замовника; -висока мобільність та швидкість доставки; -товар якісно зберігається; -можна надсилати малі партії;	-низька продуктивність; -залежність від погодних та дорожніх умов; -висока собівартість відносно інших способів доставки	Відносно короткі відстані
Повітряний	-найшвидша доставка; -висока надійність	-висока собівартість транспортування; -залежить від погодних умов	Майже необмежений
Трубопровідний	-низька собівартість в поєднанні з високою пропускною здатністю; -високий показник збереження вантажу	-обмеженість видів вантажу	Обмеження за видом вантажу

Надалі кожен замовник обирає самостійно, спираючись на всі фактори, найоптимальніший спосіб перевезення того чи іншого вантажу [1].

На жаль, повномасштабна війна внесла свої корективи на ринку вантажоперевезень. Експерти виділяють п’ять значущих змін. Розглянемо їх.

1. Перевезення за звичними маршрутами для більшості транспортників були, як мінімум, обмежені. Вкрай болюче це відобразилось на лівобережжі та півночі нашої країни, так як основні залізничні та автомобільні маршрути були або окупованими, або ж рухатись ними було небезпечно. Варто сказати, що проблеми з логістикою проявляли себе і на правобережжі, що також значно урізало обсяг вантажоперевезень.
2. Експортувати власні товари було складно або неможливо. Звичайно, це вплинуло на курс гривні, що виявилось в певній дестабілізації

економіки держави. Обсяг залізничних перевезень обмежився, а транспортування товарів морем взагалі звелось до нуля через блокування портів. Експорт зернових, залізної руди та інших товарів зупинились. Валютна виручка не надходила, а саме ці валютні надходження забезпечували стабільність курсу гривні. Саме тому курс гривні з 27 грн за долар дійшов до близько 37 грн.

3. Підприємства, які на постійній основі займались вантажоперевезеннями не тільки мусили обмежити свою діяльність, а й припинити її зовсім. Те ж саме стосувалось і клієнтів. Багато підприємств, зерносховищ, територію яких було окуповано – там велись бойові дії або їх було вже знищено. Перевізники і замовники мали ледве не з нуля будувати маршрути перевезень через відсутність інфраструктури.
4. Паливо було важкодоступним та ціна на нього значно зросла. Такі зміни були спричинені тим, що левова частка пального до початку повномасштабного вторгнення імпортувалась з Білорусі та РФ, але 24 лютого змінило все. Треба було платити вищу ціну за пальне, яке надходили новими шляхами постачання. Але, все одно, ще впродовж довгого часу відчувався значний його дефіцит.
5. З’явились нові транспортні маршрути, але транспортних засобів було недостатньо. Певна частина автомобілів перебувала на окупованих територіях, серед них були як знищені так і вкрадені. Автомобілі, які залишались в нашому розпорядженні мали закривати всі потреби у транспортуванні як всередині країни, так і за кордоном.

Вивчивши ринок перевезень, можна помітити, що об’єм транспортування автомобілями знизився на 22%, залізничним транспортом на 50%, морським – на понад 85% від березня до серпня до початку дії Зернової угоди.

В цей же час вдалось частково створити нові маршрути доставки для безлічі компаній. Заміною нашим портам слугували головні порти країн-

союзників: польський Гданськ, румунська Констанція, болгарська Варна. Це допомогло створити транспортні маршрути, незважаючи на вищу собівартість.

Звичайно, після початку війни авіаційний транспорт зупинив свою роботу, порти окупував ворог і продовження їх роботи означало великий ризик для життя його працівників. Річкові шляхи, які до цього бурхливо розвивались та були привабливими для іноземних інвесторів, в основному зупинили свою діяльність.

Усі ці фактори спричинили ріст вартості та часу транспортування. В підприємствах значно зросли затрати на логістику.

Щодо майбутнього вантажоперевезень, то все вказує на те, що автомобільні перевезення мають гарну перспективу швидкого відновлення.

Автомобільні перевезення не потребують ніякої інфраструктури, на відміну від залізничного транспорту та літаків. Такий вид перевезень вкрай складно заблокувати.

Як би не хотілось, але залізниця ніяк не зможе покрити об’єм перевезень морем. Проте їй ніхто і ніщо не заважає збільшувати об’єм транспортування в бік західних країн [2].

1.2 Аналіз обсягів та структури перевезень автомобілями Mercedes Sprinter

В автомобільних вантажоперевезеннях виділяють такі основні вантажності: 1-2 тони, 3 тони, 5 тон, 10 тон, 20 тон. Вантажопідйомність Mercedes Sprinter, які я візьму за основу, становить 3 тони (рис. 1.1).

Така вантажопідйомність є оптимальною для виконання поставлених задач, а саме доставка продуктів харчування для ЗСУ. Цей автомобіль забезпечує швидку доставку гуманітарних вантажів та гарне зберігання продуктів харчування, бо цей транспортний засіб є рефрижератором і з легкістю може підтримувати необхідний температурний діапазон для тих продуктів, які безпосередньо перевозяться. Також не треба забувати, що цей

автомобіль має гарну мобільність та може проїхати там, де автомобіль з більшим тоннажем не матиме змоги ‘’проскочити’’, так як маршрути, якими доставляється продукція мають погане дорожнє покриття або ж воно може бути зовсім відсутнє.

Рис.1.1 Mercedes Sprinter

Будь-які вантажоперевезення мають бути виправданими з економічної точки зору. Нижче наведено діаграму з порівнянням середньої вартості для обраних вантажностей на період 2022-2023 років.

Дослідивши дану діаграму (рис. 1.2) можемо зробити висновок, що

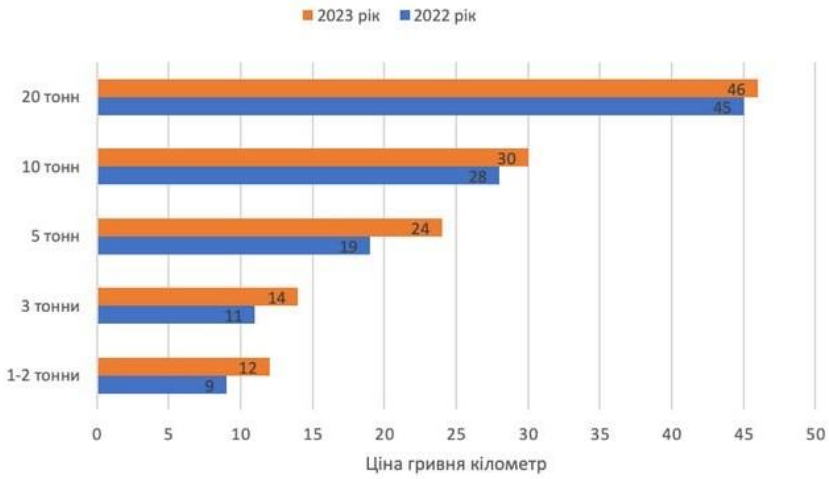


Рис.1.2 – Порівняльна діаграма середньої вартості 1 км вантажоперевезень

перевезення вантажів автомобілями з вантажопідйомністю 3 тони майже не відрізняється за вартістю порівняно з автомобілями вантажопідйомністю 1-2 тони. В той же час при вантажопідйомності 5 тон спостерігаємо, що вартість перевезень стає практично вдвічі вищою, а в маневреності та мобільності такі перевезення вже будуть програвати [3].

1.3 Вплив ходової системи на швидкість та керованість автомобілів

Зв'язок коліс з кузовом повинен бути достатньо жорстким, щоб транспортний засіб при виконанні якогось з маневрів зберігав свою стійкість та керованість. Для цього потрібно колеса встановити на підвіску.

До кожного з елементів підвіски ставляться певні вимоги, а точніше: шарнірні з'єднання повинні легко рухатись, але в той же час мають бути достатньо жорсткими та забезпечувати поглинання шуму від кузова та дороги; важелі повинні передавати силу, яка утворюється при виконанні роботи підвіскою в будь-якому з напрямків, витримувати сили, які виникають при прискореннях або ж при зниженні швидкості. В той же час деталі мають бути дешевими та простими у виготовленні.

До складових частин підвіски відносяться:

- Направляючі/сполучні (важелі, тяги);
- Демпфувальні (амортизатори);
- Пружні (пружини, ресори, пневматичні подушки)

Підвіска буває залежною і незалежною. При застосуванні залежної підвіски колеса на одній осі транспортного засобу пов'язані, це значить, що при переміщенні лівого колеса і праве колесо теж змінить своє положення, при незалежній підвісці колеса не пов'язані між собою. На рис.1.3 та рис.1.4 показано приклади таких підвісок.

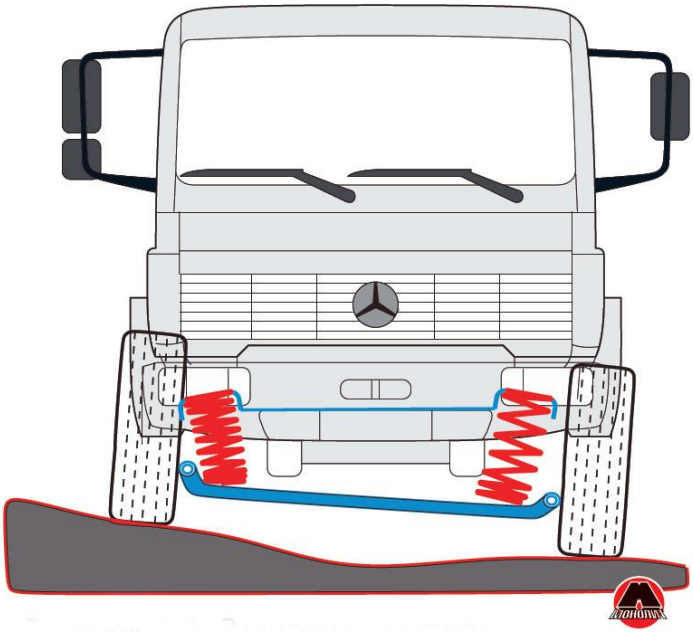


Рис.1.3 – Схема залежної підвіски

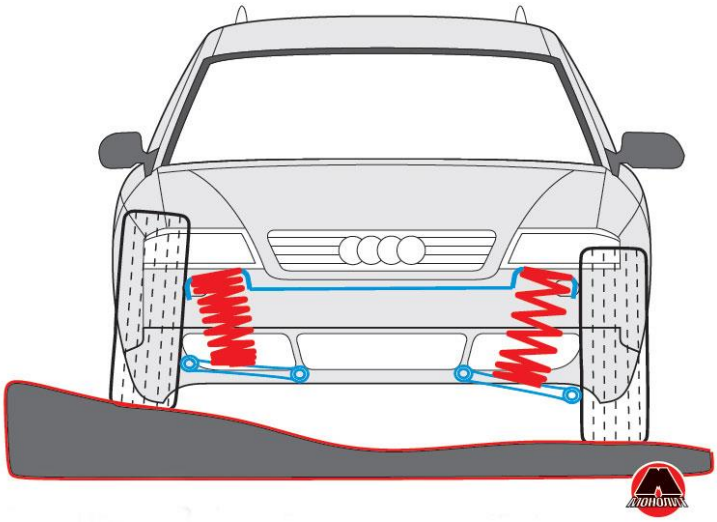


Рис. 1.4 – Схема незалежної підвіски

Демпфувальним елементом виступає амортизатор. Він в свою чергу буває телескопічним або важільним. Важільні в наш час практично не використовуються.

Поворотний кулак є сполучним елементом між важелями та колесом. Схема цього елементу представлено на рис.1.5. Інша назва цього елементу – цапфа. Але в тому випадку, коли цапфа використовується в підвісці з

керованими колесами, то вона має назву поворотний кулак. Якщо колеса не є керованими, то назва залишається без змін.

Поворотний кулак приймає участь в ході зміни напрямку руху. До цього елемента приєднуються елементи рульової трапеції або рульові тяги з рульовими наконечниками.

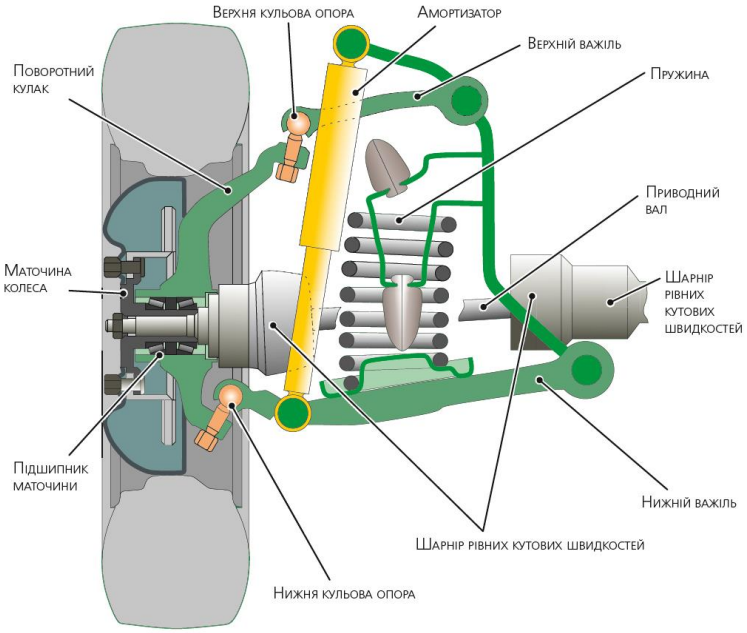


Рис.1.5 – Поворотний кулак

Будова поворотних кулаків відрізняється в залежності від типу приводу автомобіля. На передньопривідних транспортних засобах передні колеса виконують як тягові так і напрямні функції, тому кулак буде мати наскрізний отвір для приводного валу, як це показано на рис.1.5. Якщо колеса тільки керовані, то кулак матиме опорну вісь із конусним перетином, як показано на рис.1.6 [4].

В наш час на автомобілях використовуються два найпоширеніших типи рульових механізмів: черв’ячний і рейковий.

Більше приділимо уваги до рейкового рульового механізму. Він складається із шестерні і зубчастої рейки. Шестерня сполучена з валом рульової колонки, а рейка через тяги – з поворотними кулаками коліс.

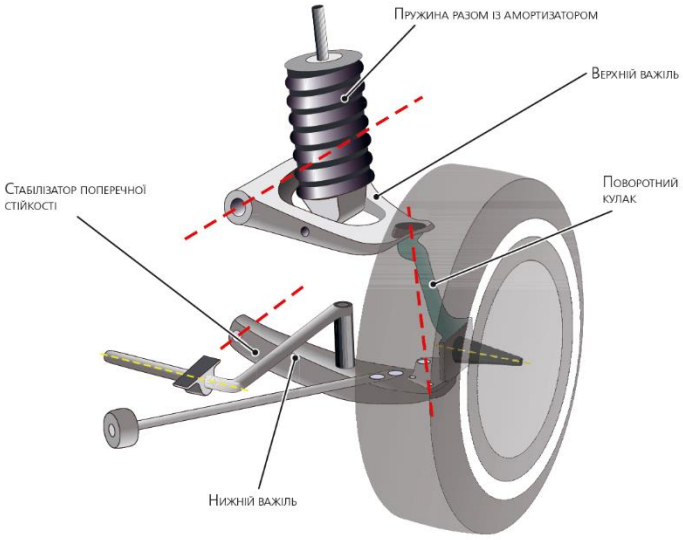


Рис.1.6 – Поворотний кулак задньопривідного автомобіля

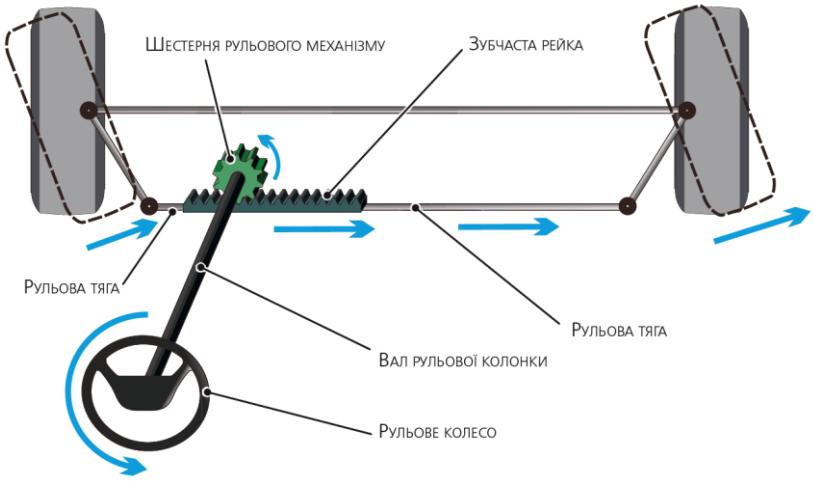


Рис.1.7 – Рейковий рульовий механізм

Рейковий рульовий механізм є найбільш актуальним та починає витісняти черв'ячний завдяки тому, що управління автомобілем без підсилювача рульового керування нескладне, невелика кількість елементів рульового механізму, простота монтажу на автомобіль та мінімум операцій з обслуговування.

При черв'ячному рульовому механізмі використовуються три тяги, які з'єднані шарнірно. Це поєднання тяг називається рульовою трапецією.

До рульової рейки з обох боків приєднуються рульові тяги і вони передають рух до поворотних кулаків. Так, в порівнянні двох рульових

механізмів, ми знову переконуємось в сильних сторонах використання рульової рейки в рульовому механізмі [5].

Рульовий наконечник – це деталь, яка встановлюється на рульову тягу, яка в свою чергу кріпиться до рульової рейки. По суті, це товста шпилька з різьбою з одного боку та з шарнірним елементом з іншого. Може виконуватись як з внутрішньою, так і з зовнішньою різьбою в залежності від конструкції рульової тяги. Шарнірна частина фіксується на поворотному кулаці.

Основною задачею цієї деталі є передача зусилля від тяги на поворотний кулак. Особливістю його роботи є те, що навіть при його переміщенні в трьох площинах він все одно гарантує поворот поворотного кулака. Хоч автомобіль і їде по нерівностях, але керовані колеса не можуть втратити здатність реагувати на поворот рульового колеса.

Принцип роботи рульового наконечника схожий на роботу суглобів людини, а саме плечових суглобів. Палець зі сферичною головкою міцно зафіксований в чаші корпусу.

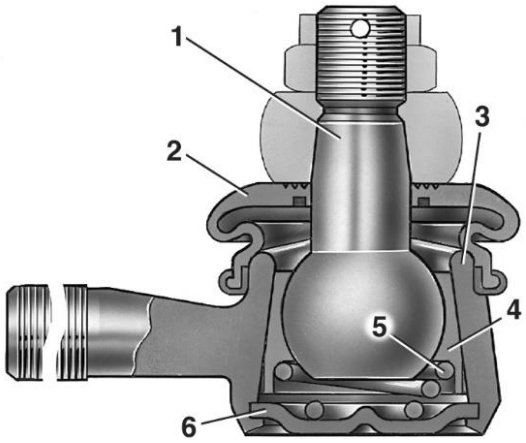


Рис.1.8 – Схема рульового наконечника

1-палець; 2-пильовик; 3-корпус; 4-вкладиш; 5-пружина; 6-заглушка (кришка) корпусу

Основні причини виходу з ладу рульових наконечників:

- халатність водія – несвоєчасна діагностика полягає в не виявленні пошкодження пильовика, що в свою чергу прискорює знос деталі через потрапляння на палець та всередину корпусу бруду та вологи (рис.1.9);

- Несправність рульового механізму, що призводить до збільшення навантажень цю деталь;
- Їзда по дорогах з поганим покриттям, що збільшує механічне навантаження на вкладиш наконечника;
- Природний знос вкладиша;
- Зламана пружина під пальцем [6]. Про те, що рульовий наконечник вийшов з ладу можуть свідчити погіршення управління, збільшений люфт рульового колеса, характерний стук при русі по нерівностях та при виконанні маневрів, який відчувається на кермі.

Рис.1.9 – Пошкоджений пильовик рульового наконечника

Несправності рульових наконечників напряму впливають на безпеку пересування транспортних засобів, так як від їх якості та від точності керування залежить життя водіїв, пасажирів та, навіть, пішоходів, які також є учасниками дорожнього руху. Тому, я вважаю, що тема з якісним відновленням рульових наконечників є актуальною та має бути розглянутою при виконанні цього дипломного проєкту.

1.4. Обґрунтування теми дипломної роботи

Використання полімерних матеріалів в сучасному машинобудуванні зростає з кожним роком. Однією зі сфер використання полімерних матеріалів

є вкладиші рульових наконечників як легкових так і вантажних автомобілів. Проте, зважаючи на стан доріг, ця деталь не славиться своєю довговічністю та часто потребує заміни вкладиша на ремонтний чи повної заміни деталі. Одним з перспективних напрямків підвищення надійності рульових наконечників є впровадження в їх конструкції вкладишів з композитних матеріалів, які можуть працювати в різних умовах. До того ж основними перевагами ПКМ перед звичайними полімерами є можливість змінювати властивості та характеристики при зміні концентрації наповнювача.

Тому метою роботи є дослідження залежності фізико-механічних характеристик композитних матеріалів від вмісту наповнювача та обґрунтування ефективності впровадження композитних елементів у конструкцію рульових наконечників.

Поставлена мета буде досягнута вирішенням таких задач:

1. Проаналізувати застосування композитних матеріалів в конструкціях рульового керування малотоннажних вантажних автомобілів.
2. Розробити програму та навести методики досліджень характеристик та властивостей конструкційних матеріалів.
3. Встановити залежності фізико-механічних властивостей та триботехнічних характеристик ПКМ від вмісту вуглецевого волокна в ньому.
4. Виконати аналіз шкідливих та небезпечних факторів, які чинять вплив на робітника при виготовленні деталей з ПКМ. Навести правила безпеки праці при роботі з обладнанням та машинами для проведення досліджень.
5. Виконати техніко-економічну оцінку дипломної роботи.

2. ПРОГРАМА ТА МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Програма та завдання досліджень

Програма робіт включала такі етапи:

- підготовка вихідних матеріалів до переробки;
- одержання ПКМ матеріалів на екструдері;
- виготовлення експериментальних зразків;
- підготовка зразків до виконання досліджень;
- дослідження триботехнічних властивостей та характеристик досліджуваних матеріалів;
- обґрунтування вибору оптимального складу ПКМ чи полімерного матеріалу

Завданням досліджень є дослідження триботехнічних характеристик і властивостей ПКМ, обґрунтування їх параметрів та надання рекомендацій щодо їх використання у рухомих з’єднаннях рульового механізму.

2.2 Підготовка полімерних матеріалів до лиття

Присутність вологи в ПКМ спричиняє зниження показників фізико-механічних характеристик, через що вироби з ПКМ можуть змінювати форму та, навіть, руйнуватись. Щоб забрати зайву вологу, яку матеріал накопичує з повітря, для початку треба підготувати всі компоненти майбутнього композиту до переробки. В цьому нам допоможе термошафа типу СНОЛ 465/4 И1 [7]. Матеріал поміщається до цього пристрою, нагрівається до температури 80℃ та перебуває там при цій температурі близько 2…3 годин.

Рис.2.1 – Термошафа СНОЛ 465/4 И1

Компоненти ПКМ дозувалися, змішувалися на двокомпонентному екструдері. Загальний вид змішаної композиції показано на рис.2.2. Вихідним матеріалом були гранули чорного кольору діаметром 2…3 мм та довжиною 3…5 мм.

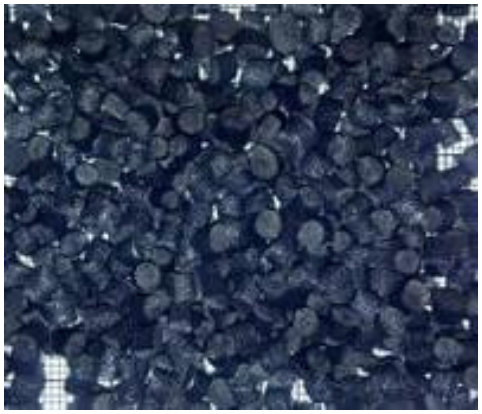


Рис.2.2 – Матеріали композиції до лиття

2.3 Виготовлення зразків для експериментальних досліджень

В якості матриці для дослідження характеристик та властивостей матеріалів обрано ПКМ поліамід, в якості наповнювача вуглецеве волокно.

Вміст наповнювача, вуглецевого волокна змінювали з кроком 10%. Де 0% - контрольний зразок з чистого поліаміду. Для позначення композитних матеріалів використовувались назви приведені в табл.2.1

Таблиця 2.1 Назви експериментальних матеріалів в залежності від вмісту в них вуглецевого волокна

Вміст вуглецевого волокна, % мас.	Назва ПКМ
0	Поліамід
10	УПА-6-10
20	УПА-6-20

Для виготовлення експериментальних зразків використовувалась ливарна машина ПЛ-32, яка здатна забезпечити лиття під тиском та всі необхідні технологічні операції виготовлення готових виробів.

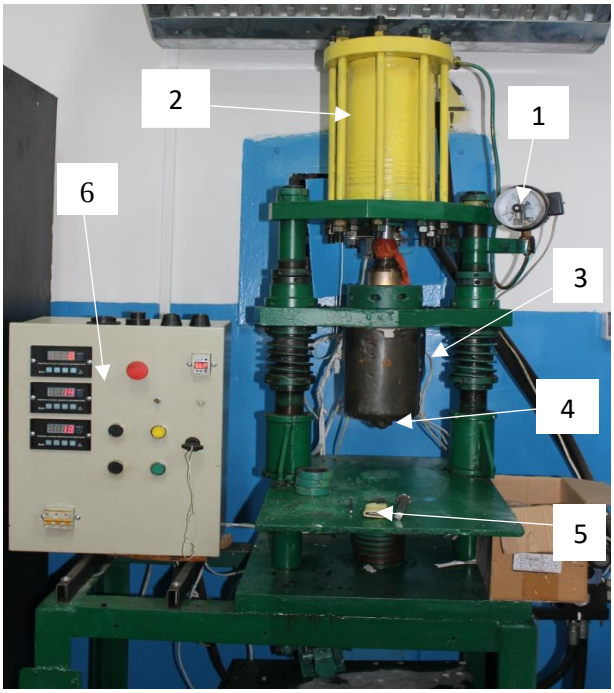


Рис.2.3 Ливарна машина ПЛ-32

1 – манометр; 2 – гідроциліндр; 3 – нагрівальна камера; 4 – сопло (яблуко); 5 – платформа; 6 – пульт керування.

Опишемо процес виготовлення експериментальних зразків.

В циліндричну воронку засипається вихідний матеріал, з неї матеріал подається до нагрівальної камери 4, яка прогріта до температури плавлення матеріалу. За температурою в камері спостерігали за допомогою термопар 7 змонтованих в матеріальному циліндрі. За тиском лиття спостерігали за

допомогою манометра 1, який змонтований в гідроциліндрі 2. Керування здійснювали з шафи 2. Необхідна температура утримувалась в межах ± 5 ℃. Прес-форма, в яку здійснювалось відливання, знаходиться на платформі 5, подача розплаву виконувалась через яблуко 4, що має отвір діаметром 4 мм.

2.4 Методика визначення триботехнічних характеристик і властивостей матеріалів

Дослідження властивостей експериментальних зразків ПКМ виконували на основі оригінальних та стандартних методик.

1. Визначення триботехнічних характеристик експериментальних зразків з ПКМ за тертя без мащення здійснювалось за допомогою машини тертя та зношування СМЦ-2 (рис.2.4) за відомою методикою [8]. Дані з потенціометра КСП-2 відображались на спеціальному діаграмному папері ГОСТ 7826-75. Дослідження проводились за схемою ‹‹Диск-колодка››. Радіус зразка становив R=0,025 м.

Притирання зразку до контр-тіла – обов’язковий етап перед початком кожного впробування. Притирання здійснюється з метою набуття поверхнею тертя зразка сферичної форми, щоб досягти максимального прилягання всієї площі зразка до робочої поверхні диска (площа контакту має бути не менше 85%).

Коефіцієнт тертя визначали за формулою:

$$f = \frac{M_{кр}}{N \cdot \Delta}, \qquad (2.1)$$

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

N – навантаження на зразок, Н;

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

Рис.2.4 Машина для дослідження тертя та зношування СМЦ-2

Зважування зразків виконували за допомогою електронних аналітичних вагів METRINCO AB224 (рис.2.5) з максимальною вагою зважування – 220 г та мінімальною – 0,0004 г. Роздільна здатність становить 0,0001 г.

Рис.2.5 Електронні аналітичні ваги METRINCO AB224

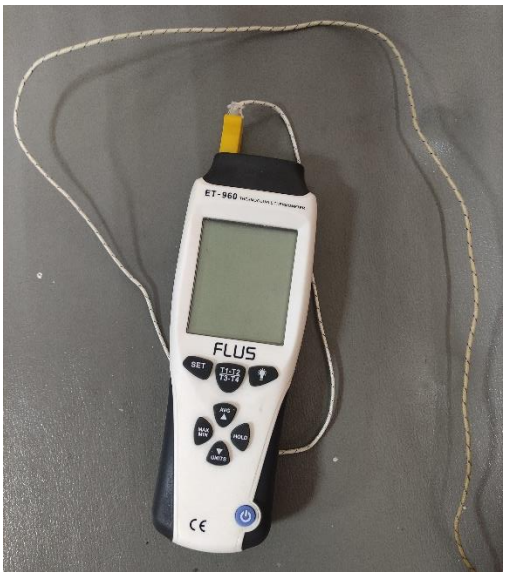


Рис.2.6 Термопара FLUS ET-960

Визначення температури, до якої розігрівається дослідний зразок в результаті тертя з контр-тілом відбувалось за допомогою термопари FLUS ET-960 (рис.2.6).

2.5 Методика досліджень робочих поверхонь експериментальних зразків

Вивчення робочих поверхонь тертя здійснювали на мікроскопі МБИ-6 (рис.2.6) з роздільною здатністю ×400.

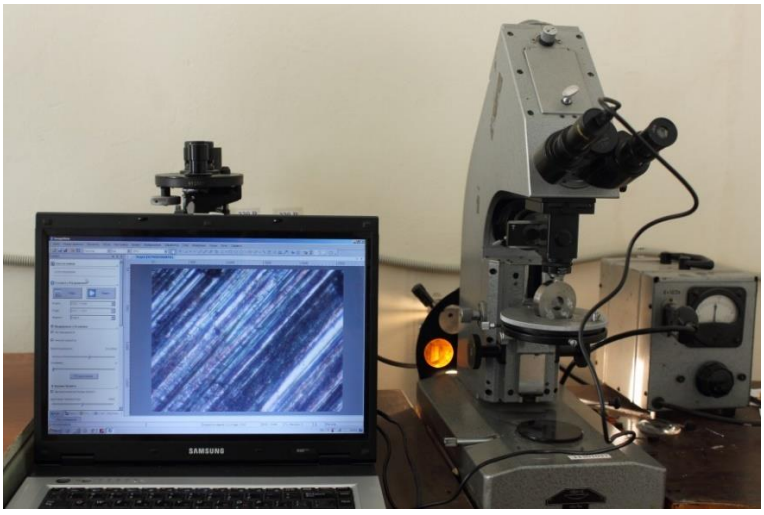


Рис.2.5 Загальний вигляд мікроскопу МБИ-6 з окулярною камерою та ноутбуком

Зображення досліджуваних зон тертя було зафіксовано окулярною камерою прикрипленою спеціально до мікроскопу, знімки було збережено на ноутбуці для подальшого аналізу. Дана послідовність досліджень надасть змогу говорити про перспективу та доцільність впровадження полімерних композитів для шарнірів рульових накінечників, які можуть працювати в умовах тертя на суху.

Дослідження фізико-механічних характеристик та властивостей, а також вивчення поверхонь тертя отриманих матеріалів проведені відповідно до вказаних вище методик та програми.

Результати досліджень наведені у наступному розділі дипломної роботи.

3. РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Результати дослідження триботехнічних характеристик матеріалу

Головною проблемою відмов деталей з поліамідів є знос або ж деформація. Обидві з цих проблем в більшості випадків залежать від навантаження та швидкості ковзання при експлуатації. Ці фактори, в свою чергу, мають залежність від сил тертя, які утворюються при контакті двох тіл. Сила тертя – це сила, яка утворюється при русі одного тіла по поверхні іншого. Дія цієї сили направлена в протилежному руху напрямку. Сила тертя прямо пропорційна реакції на поверхні та залежна тільки від характеристик поверхонь та від того чи є між ними якесь середовище. Тертя поділяють на зовнішнє та внутрішнє. Зовнішнє тертя має місце, коли два твердих тіла, які мають певну точку дотику, переміщуються відносно один одного. Внутрішнє тертя виникає тоді, коли в одному тілі відбувається відносне переміщення його частинок(газ, рідина).

Загальний вигляд експериментального зразку з ПКМ із отвором для встановлення термопари наведено на рис. 3.1.

Рис. 3.1 – Зразки для дослідження за схемою диск-колодка

Результати досліджень показали (рис. 3.2) зразок-прототип УПА-6-10 має вищу стійкість до зносу порівняно з контрольним зразком ПА-6 та зразком-прототипом УПА-6-20.

Зразок-прототип УПА-6-10 показав кращі результати при випробуваннях на знос порівняно зі зразком-прототипом УПА-6-20 та контрольним зразком ПА-6. При цьому було зафіксовано збільшення маси диску зі Ст. 45. Це можна пояснити переносом частинок композитного матеріалу у впадини поверхні диску. В результаті чого збільшується площа контакту і композитний матеріал частково треться сам по собі, а не тільки по сталі. Це повинно сприяти мінімізації зносу пальців рульових наконечників при терті в парі з вище згаданими матеріалами.

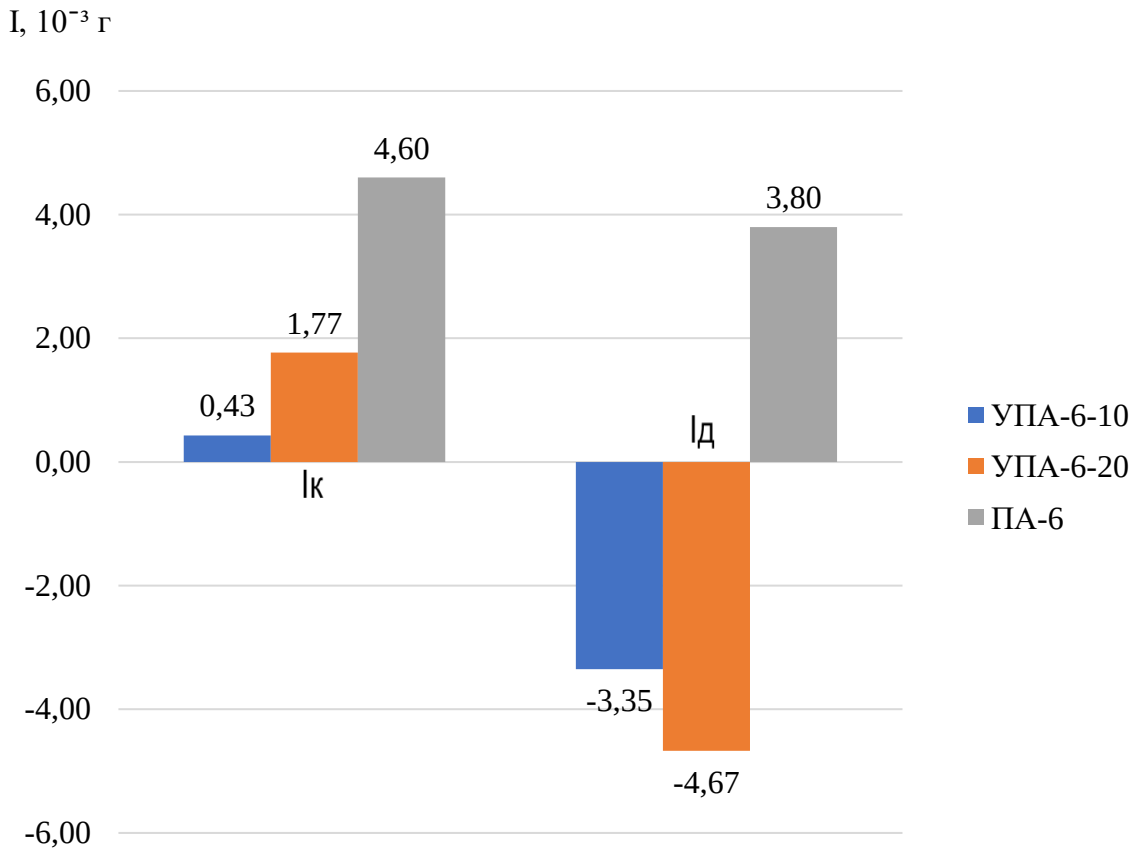


Рис. 3.2 – Залежність величини зносу від матеріалу контр-тіла

Іншим важливим фактором виступає температура в околі тертя (рис. 3.3). Побудовані графіки температур теж вказують на перевагу зразка-прототипу УПА-6-10 порівняно з УПА-6-20 та контрольним зразком ПА-6.

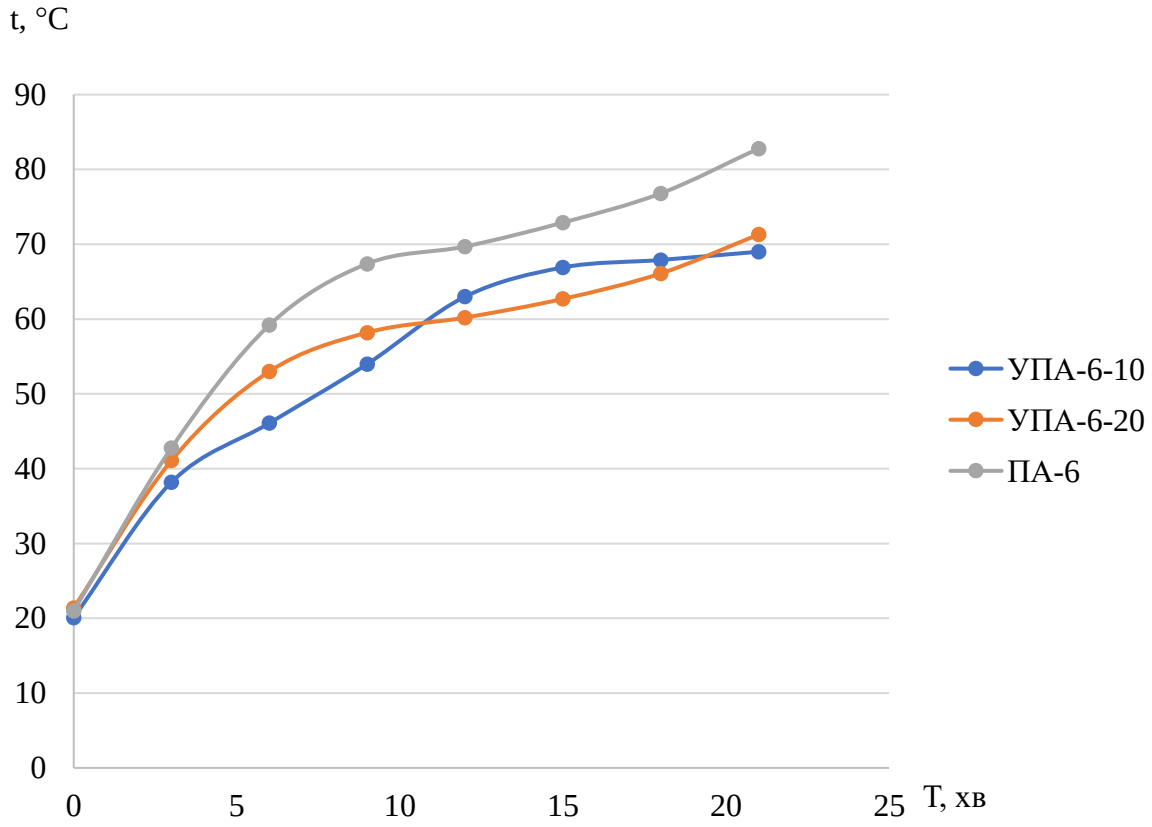
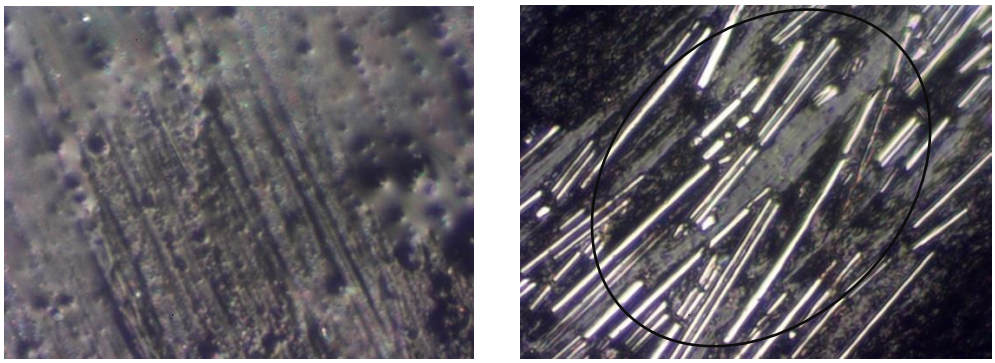


Рис. 3.3 – Динаміка температури в околі тертя

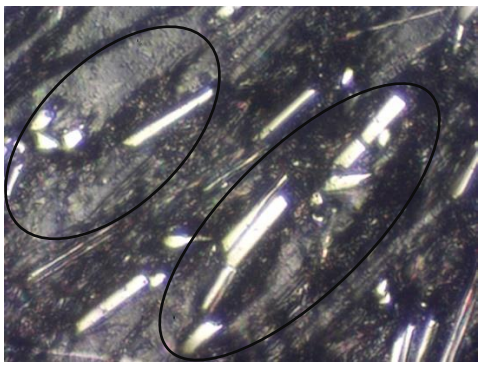
Збільшення температури відбувалась стабільно та без різких змін, а максимальна температура була найменшою в порівнянні з іншими зразками. Це вбереже деталь від зайвого нагріву при терті в експлуатації та зменшить ризик деформацій та передчасного зносу. В той же час можемо помітити, що контрольний зразок ПА-6 нагрівся найбільше.

3.2 Результати оптичних досліджень поверхонь тертя

Мікрофотографії (збільшення ×300) поверхонь тертя зразків після дослідження на зносостійкість при терті без мащення представлені на рисунку 3.4.



а б

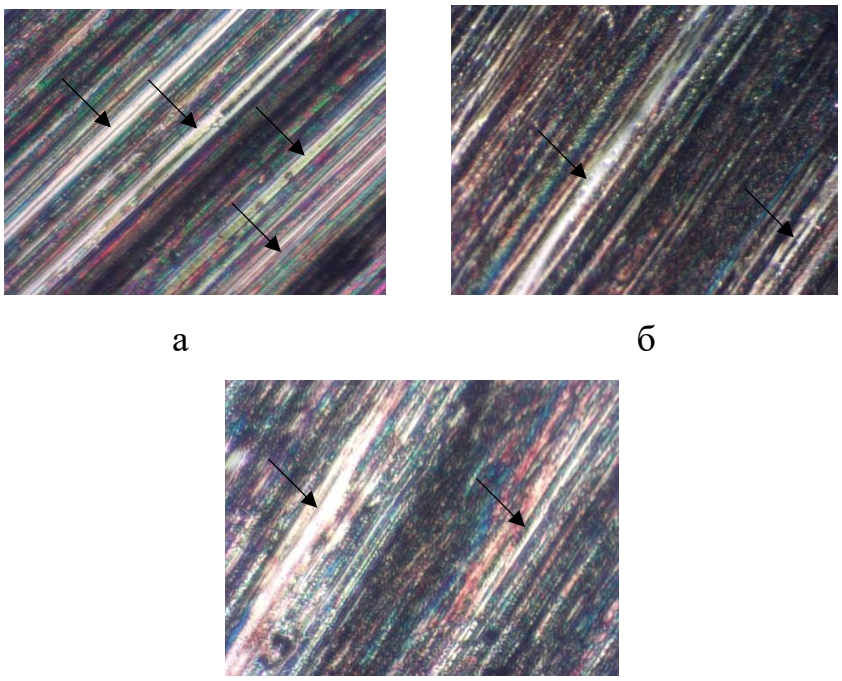


в

Рис. 3.4 – Мікрофотографії поверхонь колодок після тертя: а) ПА; б) УПА-6-10; в) УПА-6-20

Аналізуючи мікрофото (рис. 3.4), можна зробити висновок про якісне розподілення вуглецевого волокна в ПКМ УПА-6-20. На поверхні тертя УПА-6-10 зафіксовано локальні скупчення ВВ та зон, що мають незначну кількість вказаного наповнювача. Так як, оригінальні деталі трибоспряження рульового наконечника виготовлені з чистого поліаміду, то ніяких включень на мікрофото їх поверхонь не зафіксовано. При цьому, для вказаного матеріалу спостерігається поверхня тертя зі значними пошкодженнями. Мабуть, з цим і пов’язана значна величина зносу даного матеріалу, у порівнянні з іншими досліджуваними матеріалами.

На рисунку 3.5 представлено поверхні дисків (контр-тіл) після випробувань.



а б

в

Рис. 3.5 – Мікрофотографії поверхонь-тертя дисків: а)ПА; б) УПА-6-10; в) УПА-6-20 (стрілки вказують на пошкодження поверхонь)

14

Металографія поверхні (рис. 3.5, а) після тертя диску (виготовлені зі Ст. 45) по зразку з ПА-6 має значну кількість пошкоджень у вигляді подряпин (білі смужки на фото). Для матеріалів УПА-6-10 та УПА-6-20 їх кількість зовсім незначна. Крім цього, для цих матеріалів зафіксовано часткове перенесення ПКМ на поверхню диску (заповнення незначних впадин). В результаті чого, тертя ПКМ, відбувається частково по вже перенесеному ПКМ. Наслідком цього може бути незначний знос диску та контр тіла, так як коефіцієнт тертя ПКМ по ПКМ менший, у порівнянні тертя композиту по сталі 45.

Коефіцієнт тертя визначали на основі даних отриманих на самописці машини тертя СМЦ-2. Результати досліджень наведено в таблиці 3.1. та на рис. 3.6.

Таблиця 3.1 – Результати визначення коефіцієнта тертя досліджуваних матеріалів

№ з/п	Найменування матеріалу	Значення моменту, в мм на діаграмі СМЦ-2	Навантаження N, Н	Момент, Н·м	Коефіцієнт тертя, *f*
1	УПА-6-10	4,67	100	0,715	0,286
2	УПА-6-20	5,00	100	0,752	0,301
3	ПА-6	7,4	100	1,014	0,406

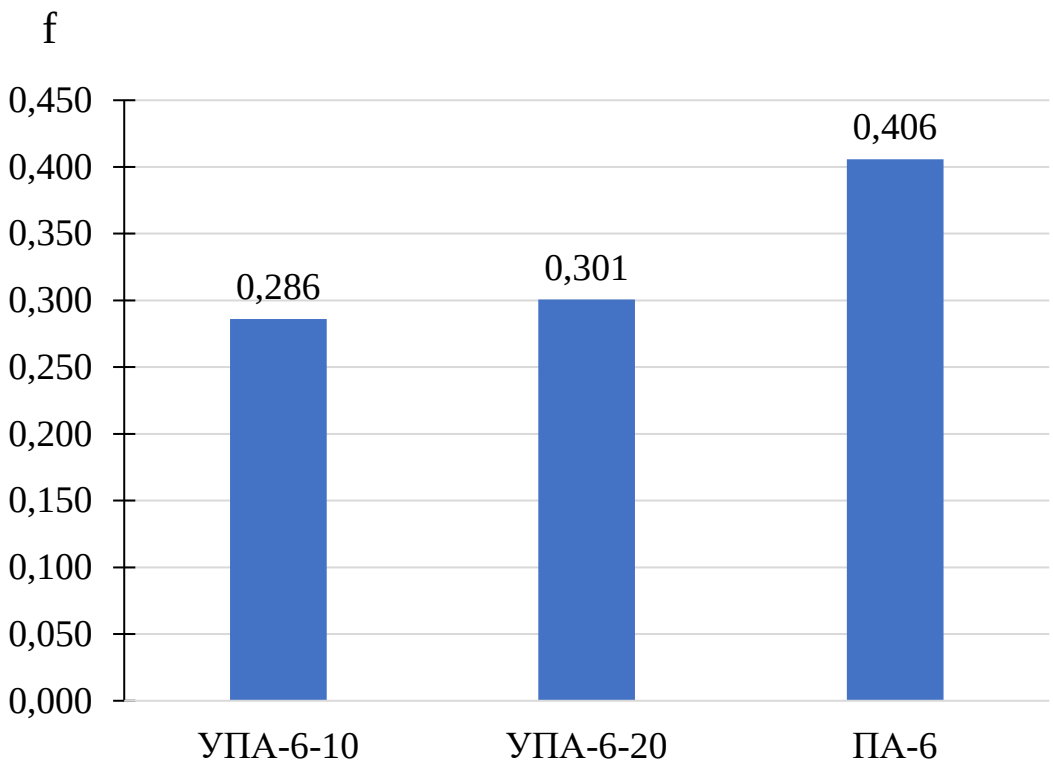


Рис. 3.6 – Залежність коефіцієнту тертя від ПКМ

Отримані результати (рис. 3.6) добре корелюються із температурою в околі тертя, так як основним фактором росту температури є саме коефіцієнт тертя. Найбільше значення коефіцієнту тертя зафіксовано при терті матеріалу ПА-6 – 0,406, а найменше за умови тертя ПКМ УПА-6-10 – всього 0,286. Значення досліджуваного показника для матеріалу УПА-6-20 несуттєво (всього на 5,2 % вищий) відрізняється від коефіцієнту тертя ПКМ УПА-6-20.

Висновки до розділу.

Отримані результати дозволяють зробити обґрунтовані висновки, що найкращим матеріалом для використання трибоспряжень наконечників рульового механізму є ПКМ УПА-6-10. Цей матеріал має найменший знос у порівнянні з іншими досліджуваними матеріалами. Крім цього, позитивним ефектом використання вказаного матеріалу є відсутність зносу суміжного спряженого елементу під час тертя, а саме диску. Це дозволить у майбутньому замінювати тільки втулку (вкладиш) рульового наконечника.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Основні поняття охорони праці

Охорона праці – це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров’я і працездатності людини у процесі трудової діяльності [9].

Робота з виготовлення зразків для проведення експериментів та вивчення властивостей ПКМ має певну кількість небезпечних та шкідливих виробничих факторів, тому виконання правил з техніки безпеки при виконанні пов’язаних з цим процесів є обов’язковим.

4.2 Шкідливі та небезпечні фактори при виконанні робіт з ПКМ

Небезпечним називається виробничий фактор, вплив якого на організм умовах праці може призвести до травм або іншого раптового, різкого погіршення стану здоров’я [10].

Шкідливим називається виробничий фактор, вплив якого на організм працівника може призвести в певних умовах до захворювання або зниження рівня працездатності [10].

При роботі з ПКМ існують такі небезпечні і шкідливі фактори:

1. У повітрі можуть бути шкідливі для здоров’я людини легкі органічні і неорганічні частинки при роботі з композитами (оксид етилену, формальдегід, окис вуглецю). Дихання такими речовинами може призводити до ураження слизової оболонки рота, носа, горла і легень. Наслідком цього може стати віддишка, кашель та ін. Тривале вдихання даних речовин може призвести до запалення легень.

2. Теплове випромінювання нагрівальних елементів циліндрів, робочих зон шнекового екструдера, термошафи для видалення вологи з ПКМ. Тривалий вплив даного випромінювання на шкіру може спричинити почервоніння або ж до опіків. Температура поверхонь, що нагріваються та з якими контактує працівник не має перевищувати 45℃ [11].

3. Працівники піддаються впливу вібрацій при роботі з устаткуванням (ливарна машина ПЛ-32). Дані вібрації відносять до категорії 3 – технологічна вібрація, що чинить вплив на людину на робочих місцях стаціонарних машин чи передаються на робочі місця, що не мають джерел вібрації [12].

4. Шум при роботі обладнання. Тривалий вплив шуму на слуховий апарат людини спричиняє зниження гостроти слуху або ж в крайньому випадку до його втрати.

При виконанні дипломної роботи вплив чинитимуть такі об’єкти підвищеної небезпеки:

- обладнання для виготовлення експериментальних зразків з ПКМ;
- машини та обладнання для дослідження характеристик та властивостей.

4.3 Організаційні та технічні заходи по забезпеченню захисту працівників від шкідливих та небезпечних факторів

Заходи безпеки спрямовані на те, щоб шкідливі виробничі фактори не чинили свій вплив на працівників. Для цього на всіх підприємствах обов’язково мають проводитись інструктажі з безпеки.

За видом інструктажі поділяють на:

- вступний (проводиться незалежно від віку, стажу, посади з прийнятими на роботу особами);
- первинний (проводиться безпосередньо на робочому місці);
- повторний (проводиться кожні півроку для всих працівників);

- позаплановий (проводиться при зміні правил, поява ного устаткування, мають місце випадки порушення робітниками правил техніки безпеки).

Хоч і вживається безліч заходів, які націлені на зменшення шкідливого впливу факторів, досягнути ідеальних умов праці неможливо. Досягти цього не дають тонкощі технологічних процесів, продукція та матеріали для її створення. Саме тому для керівництва захист від шкідливих виробничих факторів – це завдання номер один. Виділяються наступні пріоритети:

- прибрати небезпечний фактор або мінімізувати можливість його дії;
- застосовувати безпечні методи роботи;
- боротися з небезпечним фактором та його джерелом;
- результативно застосовувати засоби індивідуального захисту.

Категорії засобів індивідуального захисту:

- для захисту від вібрацій: рукавиці, надолонники, рукавички;
- навушники від шуму. Проте в цьому випадку може дещо знизитись можливість людини орієнтуватись в просторі.
- Респіратори й протигази. Але виконувати роботу в них впродовж певного часу буває складно [13].

4.4 Правила безпеки праці при роботі з обладнанням та машинами для проведення досліджень

Вимоги безпеки перед початком роботи. Робітник повинен пройти відповідні інструктажі та гарно володіти теоретичними і практичними знаннями роботи з машинами. Перед ввімкненням лабораторного обладнання до мережі потрібно впевнитись в правильному заземленні. Ввімкнення обладнання виконується тільки викладачем або лаборантом. Для мінімізації впливу шкідливих факторів потрібно використовувати такі засоби індивідуального захисту: захисні окуляри закритого типу ЗП2-84 і ЗПЗ-84, ЗП1-90, напівмаски, які захищають обличчя та шию.

Вимоги безпеки під час роботи. При роботі на випробувальній машині СМЦ-2 згідно ГОСТ 4651-82 необхідно користуватись захисним щитом при виконанні дослідів на тертя і знос з метою визначення процесів тертя і зносу, а також антифрикційних матеріалів при терті-ковзанні і терті-коченні та для випробувань деталей складальних одиниць та виробів шляхом пошкодження або руйнування.

Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях. У разі виникнення аварійних ситуацій необхідно терміново евакуювати потерпілого з небезпечної зони і знеструмити випробувальне обладнання за допомогою щита живлення, одразу проінформувати керівника та одразу надати постраждалому першу долікарську допомогу. До прибуття комісії заборонено торкатись всих предметів, що знаходяться на місці події.

Вимоги безпеки після закінчення роботи. По завершенні досліджень необхідно виконати наступні дії:

- Звільнити машину від дослідних зразків;
- Відімкнути живлення;
- Провести очищення робочих поверхонь від бруду та залишків матеріалу;
- Оглянути головні вузли;
- Сповістити керівника про завершення роботи;
- Захисний спецодяг помістити до шафи.

Забороняється виконувати роботу без огороджень, затягувати гайки кріплення зразків на працюючому обладнанні, опиратись на машину та торкатись обертових частин лабораторного обладнання при його роботі.

4.5 Дії у разі виникнення надзвичайної ситуації (пожежі в лабораторії)

У випадку виявлення пожежі необхідно:

1. Терміново сповістити пожежно-рятувальну службу (номер телефону – 101). При цьому треба вказати точну адресу, кількість поверхів, місце виникнення пожежі, наявність людей та своє прізвище;
2. За можливості, вжити заходів щодо евакуації людей;
3. Сповістити про виявлення пожежі керівника лабораторії;
4. Відправити для супроводу підрозділів пожежно-рятувальної служби особу, яка гарно знає під'їзні шляхи та джерела протипожежного постачання;
5. За необхідності – викликати медичну та інші служби.
6. За необхідності – відключити електроенергію, зупинити обладнання, пристрої, зупинити роботу систем вентиляції та виконати інші дії, направлені на запобігання поширенню пожежі.
7. Організувати захист людей, які виконують гасіння пожежі, від можливих руйнувань будівельних конструкцій, уражень електричним струмом, отруєння, опіків [14].

5. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ

На сьогоднішній день основною причиною використання того чи іншого виробника деталей при ремонті ходової частини автомобілів є ціна-якість цієї деталі. Іншими словами – за розумні гроші деталь повинна пройти максимально можливий термін експлуатації.

Зазвичай термін експлуатації вимірюють в кілометрах пробігу транспортного засобу від моменту встановлення до виходу з ладу деталі.

Основним напрямком розвитку виготовлення деталей ходової частини, а в нашому випадку – рульових наконечників, є використання полімерних матеріалів в якості сухарів.

В роботі запропоновано підвищення довговічності методом впровадження нових конструкційних матеріалів. Це посприяє зменшенню простоїв автомобілів та покращить якість доставки вантажів. Впровадження даних конструктивних матеріалів дозволяє використовувати їх в рульових наконечниках, основним недоліком яких є короткий термін служби та швидкий вихід з ладу. Впровадження конструкційних матеріалів дозволить зменшити кількість обслуговувань ходової частини в ході виконання вантажоперевезень.

Для визначення економічної ефективності дипломної роботи виконаємо порівняння експлуатаційних витрат базового зразка та зразка-прототипу. Визначення економічної ефективності виконаємо за двома напрямками: перший – економічний ефект для споживачів (зменшення кількості ТО ходової частини); другий – для виробників (економія дороговартісного конструкційного матеріалу методом наповнення його вуглецевим волокном).

Затрати на ремонт та ТО ходової частини є невід’ємною частиною загальної собівартості перевезень вантажів. Саме тому в інтересах перевізників звести до мінімуму затрати на дані операції. Для досягнення

даної мети можна елементарно зменшити кількість ТО та ремонтів ходової частини. Варто сказати, що для базового агрегату проведення ТО регламентом рекомендується через кожні 10 тис. км, а заміна (ремонт) – кожні 20 тис. км. В той же час модернізований агрегат потребує проведення ТО кожні 20 тис. км, а заміна (ремонт) – кожні 100-120 тис. км.

Середній пробіг на автомобілях даного виду перевезень становить близько 10 тис. км на місяць. Приймаємо, що середній річний пробіг одного автомобіля становить 120 тис. км. За цей період базова деталь пройде 12 ТО та 6 замін (ремонтів). В той же час модернізована деталь пройде 6 ТО та 1 заміну (ремонт).

Вартість проведення ТО на спеціалізованих сервісах в середньому становить 450 грн, а заміна (ремонт) цих деталей обійдеться перевізнику близько 1500 грн (включно з регулюванням розвалу-сходження). Крім фінансових затрат на обслуговування варто враховувати час, який затрачується на виконання цих робіт. Проведення ТО ходової частини займає близько 30 хв, а виконання ремонту – близько двох годин (включно з регулюванням розвалу-сходження).

Річні затрати на проведення ТО та ремонту ходової частини визначаються за формулою:

$$C = C_{то} \times n_{то} + C_{р} \times n_{р} \quad (5.1)$$

де $C_{то}$ – Вартість ТО;

$n_{то}$ – кількість ТО;

$C_{р}$ – вартість ремонту;

$n_{р}$ – кількість ремонтів.

Річні затрати на проведення ТО та ремонту базової ходової частини визначаємо за формулою:

$$С_б= 450×12+1500×6=14400 \text{ грн}$$

Річні затрати на проведення ТО та ремонту модернізованої ходової частини визначаємо за формулою:

$$С_м= 450×6+1500×1=4200 \text{ грн}$$

Важливим чинником для успішних вантажоперевезень є коефіцієнт технічної готовності парку.

Коефіцієнт технічної готовності парку – це головний критерій, що вказує на рівень роботи технічного сервісу, або іншими словами – рівень підготовки технічної підготовки транспортного підприємства для роботи автомобілів на лінії [14].

Виконаємо розрахунок пробігу транспортного засобу до капітального ремонту за формулою:

$$L_{кк}=L_{нкр}×K_1× K_2× K_3 \qquad (5.2)$$

де, $L_{нкр}$ – нормативний пробіг до капітального ремонту, приймаємо для базового варіанту $L_{нкр}$ =20 тис. км, для модернізованого варіанту $L_{нкр}$=100 тис. км;

K_1 – коефіцієнт, що враховує умови експлуатації, приймаємо K_1=1;

K_2 – коефіцієнт, що враховує модифікацію рухомого складу, приймаємо K_2=1;

K_3 – коефіцієнт, що враховує експлуатацію в зимовий період, приймаємо K_3=1,02.

Проведемо розрахунок пробігу автомобіля до капітального ремонту для базового варіанту за формулою 5.2:

$$L^б_{кк}=20000×1×1×1,02=20400 \text{ км}$$

Проведемо розрахунок пробігу автомобіля до капітального ремонту для модернізованого варіанту за формулою 5.2:

$$L^{м}_{кк}=100000\times1\times1\times1,02=102000 \text{ км}$$

Виконаємо розрахунок кількості днів знаходження автомобіля в технічно-справному стані за формулою:

$$Д_{с}= \frac{Lкк}{Lсд} \quad (5.3)$$

де, $L_{сд}$ – середньодобовий пробіг, приймаємо $L_{сд}$=700 км.

Проведемо розрахунок кількості днів знаходження автомобіля в технічно-справному стані для базового та модернізованого варіанту за формулою 5.3:

$$Д^{б}_{с}= \frac{20400}{700} = 38 \text{ днів}$$

$$Д^{м}_{с}= \frac{102000}{700} = 101 \text{ день}$$

Наступним етапом в проведенні розрахунків є визначення кількості днів простою транспортного засобу в ТО і ПР на 1000 км пробігу визначаємо за формулою:

$$Д_{тор}=\frac{Lкк}{1000} \times d \quad (5.4)$$

де, d – нормативний простій автомобіля в ТО і ПР на 1000 км пробігу, приймаємо d=0,5.

Визначаємо кількість днів простою транспортного засобу в ТО і ПР на 1000 км пробігу для базового та для модернізованого варіанту за формулою 5.4:

$$Д^{б}_{тор}=\frac{20400}{1000} \times 0,5 = 19 \text{ днів}$$

$$Д^{м}_{тор}=\frac{102000}{1000} \times 0,5 = 33 \text{ дні}$$

Розраховуємо кількість днів циклу за формулою:

$$Д_ц = Д_с + Д_{тор} \quad (5.5)$$

Кількість днів циклу для базового та модернізованого варіантів визначаємо за формулою 5.5:

$$Д^б_ц = 19+38=57 \text{ днів}$$

$$Д^м_ц = 101+33=134 \text{ дні}$$

Заключним етапом є визначення коефіцієнту технічної готовності автомобіля, який розрахуємо за формулою:

$$\alpha_{тг} = \frac{Дс}{Дц} \quad (5.6)$$

Визначення коефіцієнту технічної готовності автомобіля для базового та модернізованого варіантів розрахуємо за формулою 5.6:

$$\alpha_{тг} = \frac{38}{57} = 0,66$$

$$\alpha_{тг} = \frac{101}{134} = 0,75$$

Для порівняння отримані результати проведених розрахунків занесемо до таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Результати розрахунків при визначенні коефіцієнта технічної готовності автомобіля

№	Параметр	Базовий варіант	Модернізований варіант
1	$L_{кк}$	20400 км	102000 км
2	$Д_с$	38 днів	101 день
3	$Д_{тор}$	19 днів	38 днів
4	$\alpha_{тг}$	0,66	0,75

Результати розрахунків коефіцієнту технічної готовності транспортного засобу доводять, що модернізований варіант дозволить у 2,7 разів збільшити

кількість днів, в які автомобіль буде працювати, а не простоювати на ремонтах. Коефіцієнт технічної готовності автомобіля для модернізованого варіанту теж підвищується: $\alpha_{тг}$ = 0,75 для модернізованого варіанту проти $\alpha_{тг}$ = 0,66 для базового варіанту.

Крім того, не варто забувати, що вихід з ладу рульових наконечників безпосередньо впливає на стабільність руху. Це пов'язано зі збільшенням люфту на кермі та втратою оптимальних налаштувань ходової частини. В свою чергу втрата оптимальних налаштувань ходової частини (порушення розвалу-сходження) спричиняє підвищений знос шин (до 10%) та підвищення витрати палива (до 8%).

Середній пробіг для легковантажних шин становить близько 50 - 60 тис. км. Модернізований варіант рульового наконечника забезпечує безвідмовну роботу протягом близько 100 тис. км, тобто дві пари шин відпрацюють без передчасного зносу, спричиненого втратою оптимальних налаштувань розвалу-сходження через вихід з ладу даної деталі. В той же час базовий варіант не завжди здатен забезпечити таку ж стабільність і шини можуть зноситись не за 50-60 тис. км, а за 45 тис. км. Тобто знос шин з модернізованими рульовими наконечниками на 25% менший за базовий варіант.

Витрата палива Mercedes Sprinter становить близько 13 л/100 км. При використанні модернізованого рульового наконечника витрата палива може становити вже 12 л/100 км, що позитивно відображається на собівартості перевезень та підвищує рівень прибутків.

Приведену вище інформацію додамо до таблиці 5.2.

Модернізувавши рульові наконечники ми зможемо підвищити термін служби шин на 25 % та знизити витрату палива на 1л/100 км.

Таблиця 5.1 – Економія на витратних матеріалах

Параметр	Базовий варіант	Модернізований варіант
Пробіг до зносу шин	45 тис. км	60 тис. км
Витрата палива	13 л/100 км	12 л/100 км

Висновки до розділу

Використання модернізованих рульових наконечників дозволить у 2,7 разів збільшити кількість днів, в які автомобіль буде працювати, а не простоювати на ремонтах. Також така модернізація дозволить економити кошти на заміні шин та на витраті палива, що позитивно відобразиться на собівартості перевезень. Між іншим автомобіль більше буде готовий до використання, ніж в базовому варіанті. Різниця річної вартості на проведення ТО та ремонту ходової частини між модернізованим та базовим варіантом становить 10200 грн на користь модернізованого варіанту.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Встановлено, що останнім часом, зважаючи на ситуацію в країні, сфера вантажоперевезень зіштовхнулась з багатьма проблемами та труднощами. Обсяг вантажоперевезень автомобільним транспортом зріс і відповідно зросла потреба в ремонтах ходової частини цих автомобілів. Було проаналізовано обсяг та структуру вантажоперевезень легкотонажними автомобілями, а також досліджено вплив ходової частини на швидкість та керованість автомобілів. Основними перевагами полімерних композитних матеріалів порівняно зі звичайними полімерами є широкий діапазон зміни властивостей і характеристик при зміні концентрації наповнювача.

2. Запропоновано програму, приведено методики і перелік обладнання для проведення експериментальних досліджень характеристик та властивостей композитних матеріалів.

3. Встановлено, що зразок-прототип УПА-6-10 показав себе найкраще порівняно зі зразком прототипом УПА-6-20 та контрольним зразком ПА-6. Було зафіксовано, що при випробуваннях на знос маса диску зі Ст. 45 збільшилась. Це пояснюється переносом частинок композитного матеріалу у впадини поверхні диску, що в свою чергу сприяє мінімізації зносу пальців рульових наконечників. Аналіз мікрофото показав, що зразок з чистого поліаміду залишив значні пошкодження на поверхні тертя, з чим, можливо, і пов’язана значна величина зносу даного матеріалу. Встановлено, що коефіцієнт тертя зразка-прототипу УПА-6-10 в 1,4 рази менший за контрольний зразок ПА-6.

4. Проаналізовано шкідливі та небезпечні фактори, які впливають на працівника при виготовленні деталей з ПКМ. Наведено правила безпеки праці при роботі з обладнанням та машинами для проведення досліджень, а також як діяти в надзвичайних ситуаціях (пожежа в лабораторії).

5. Використання модернізованих рульових наконечників дозволить у 2,7 разів збільшити кількість днів, в які автомобіль буде працювати, а не

простоювати на ремонтах. Також така модернізація дозволить економити кошти на заміні шин та на витраті палива, що позитивно відобразиться на собівартості перевезень. Між іншим автомобіль більше буде готовий до використання, ніж в базовому варіанті. Різниця річної вартості на проведення ТО та ремонту ходової частини між модернізованим та базовим варіантом становить 10200 грн на користь модернізованого варіанту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Трубей О.М., Чута В.О. Аналіз ринку вантажних перевезень в Україні / БІЗНЕСІНФОРМ №6 ′2018 – с.247 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-rinku-vantazhnih-perevezen-v-ukrayini

2. Ринок вантажних перевезень в Україні: результати останніх досліджень та прогнози. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://logist.fm/publications/rinok-vantazhnih-perevezen-v-ukrayini-rezultati-ostannih-doslidzhen-ta-prognozi

3. Вантажоперевезення по Україні ціна за кілометр. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.dialog.ua/ukr/press-release/277250_1689086666

4. Підручник з будови автомобіля / Призначення, будова і типи підвісок автомобіля. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://green-way.com.ua/uk/dovidniki/pidruchnyk-po-vlashtuvannju-avtomobilja/rozdil27-pryznachennja-budova-i-vydy-pidvisok-avtomobilja

5. Підручник з будови автомобіля / Призначення і будова рульового управління. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://green-way.com.ua/uk/dovidniki/pidruchnyk-po-vlashtuvannju-avtomobilja/rozdil34-pryznachennja-i-budova-rulovogo-upravlinnja

6. Рульовий наконечник: принцип роботи, конструкція і діагностика. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://uk.avtotachki.com/rulevoj-nakonechnik-princzip-raboty-konstrukcziya-i-diagnostika/

7. Шафа сушильна СНОЛ. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://spectrolab.com.ua/ua/p10616274-shkaf-sushilnyj-snol.html

8. Деркач Олексій Дмитрович. Обгрунтування параметрів обертових елементів робочих органів зернозбиральних комбайнів : Дис... канд. техн. наук: 05.05.11 / Тернопільський держ. технічний ун-т ім. Івана Пулюя. – Т., – 2006. – 215 С.

9. Закон України «Про охорону праці» від 14.10.1992 № 2694-XII.

10. Наказ МОЗ «Про затвердження Гігієнічної класифікації праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу» від 27.12.2001 N 528.

11. ДСТУ EN 563-2001 «Безпечність машин. Температури поверхонь, доступних для дотику. Ергономічні дані для встановлення граничних значень температури гарячих поверхонь» (EN 563:1994, IDT).

12. ДСН 3.3.6.039-99.»Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрацій». – К.: МОЗ України, 2000.– 45с.

13. Охорона праці і пожежна безпека / Класифікація небезпечних і шкідливих факторів. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://oppb.com.ua/articles/klasyfikaciya-nebezpechnyh-i-shkidlyvyh-vyrobnychyh-faktoriv

14. Центр електробезпеки. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://elektrobezpeka.com.ua/ua/diii_pid_chas_pojeji.html

ДОДАТКИ