

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет (ННІ) Конструювання та дизайну

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри надійності техніки

к.т.н., доц. Новицький А.В.

(науковий ступінь, вчене звання) (підпис) (ПІБ)

— ” — 20 р.  
(підпис) (ПІБ)

**БАКАЛАВРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

на тему «Технічне переоснащення ділянки з ремонту двигунів з удосконаленням пристосування з демонтажу деталей»

Спеціальність 133 – Галузеве машинобудування  
(код і назва)

**Гарант освітньої програми**

д.т.н., професор  
(науковий ступінь та вчене звання)

\_\_\_\_\_ (підпис)

Володимир БУЛГАКОВ  
(ПІБ)

**Керівник бакалаврської кваліфікаційної роботи**

д.т.н., професор  
(науковий ступінь та вчене звання)

\_\_\_\_\_ (підпис)

Андрій НОВИЦЬКИЙ  
(ПІБ)

**Виконав**

\_\_\_\_\_ (підпис)

Свиста Олександр Іванович

(ПІБ студента)

КИЇВ-2025

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет (ННІ) Конструювання та дизайну

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедри  
Надійності техніки

Д.Т.Н., доцент Новицький Андрій Валентинович  
(науковий ступінь, вчене звання) (підпис) (ПІБ)  
— ” ————— 2024 р.

**ЗАВДАННЯ**

(на виконання дипломного проєкту бакалавра студенту)

**Свиста Олександр Іванович**

(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність 133 - «Галузеве машинобудування»

(код і назва)

Тема бакалаврської кваліфікаційної роботи **«Технічне переоснащення дільниці з ремонту двигунів з удосконаленням пристосування з демонтажу деталей»**

Термін подання завершеної роботи (проєкту) на кафедру 03 червня 2025 р.  
(рік, місяць, число)

Вихідні дані до бакалаврської кваліфікаційної роботи. 1. Характеристика виробничої діяльності підприємства з ремонту ДВЗ автомобілів. 2. Аналіз обладнання для проведення демонтажних робіт деталей ДВЗ 3.3. 3. Характеристика технологій ремонту ДВЗ та проведення розбирально-складальних та відновлювальних робіт.

**Перелік питань, які потрібно розробити:** Вступ. 1. Вихідні дані для проєктування. 1.1 Характеристика підприємства VID1. 1.4 Огляд існуючих технологій ремонту ДВЗ. 2. Технологічна частина. 3. Конструкторська частина. 4. Охорона праці. 5. Економічна частина. Висновки. Перелік листів графічної частини. Список використаної літератури. Додатки. Специфікація.

Перелік графічних документів (за потреби) 1. Пристосування для демонтажу гільз циліндрів. Складальне креслення. 2. Креслення деталей пристосування. 3. Технологічне планування дільниці. 4. Охорона праці. 5. Техніко-економічні показники.

Дата видачі завдання — 14 ” вересня 2024 р.

Керівник бакалаврської кваліфікаційної роботи Новицький А.В.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання Свиста О. І.  
(підпис) (прізвище та ініціали студента)

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	6
РОЗДІЛ 1. ВИХІДНІ ДАНІ ДЛЯ ПРОЄКТУВАННЯ .....	8
1.1. Характеристика підприємства VIDІ та його виробничої діяльності.....	8
1.2. Аналіз рухомого складу та технічного стану автомобілів на підприємстві VIDІ (з акцентом на двигуни та необхідність їх ремонту) .....	11
1.3 Особливості конструкцій гільз циліндрів .....	13
1.4. Огляд існуючих технологій, обладнання та пристосувань для ремонту двигунів та демонтажу їх елементів .....	16
1.5. Завдання бакалаврської кваліфікаційної роботи .....	18
РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА .....	20
2.1. Методичний підхід до проєктування (або переоснащення) ділянки ремонту двигунів .....	20
2.2. Визначення обсягу робіт та номенклатури двигунів: .....	20
2.3 Обґрунтування організаційного режиму роботи ділянки .....	23
2.3.1 Режими роботи і фонди часу ділянки .....	23
2.3.2 Принципи організації праці при ремонті двигунів .....	24
2.3.3 Розрахунок необхідної кількості робітників.....	25
2.4. Аналіз існуючих методів демонтажу деталей двигунів та виявлення проблемних аспектів.....	26
2.5. Розробка технологічного процесу діагностування двигуна та його вузлів .....	28
2.6. Методи відновлення гільз циліндрів двигунів (на прикладі Mazda CX-5).....	29
2.7 Розробка технологічного процесу відновлення гільзи блоку циліндрів Mazda CX-5 ...	33
2.8. Технічні вимоги на відновлення деталі (для гільзи циліндрів двигуна Mazda CX-5)...	35
2.9. Вибір установочних баз при виконанні технологічних операцій (для Mazda CX-5).....	37
2.10. Розрахунок та вибір режимів виконання технологічних операцій (для відновлення гільз двигуна Mazda CX-5) .....	39

					01.12 – КР. 2265 –Є” 2025.12.16. 044 ПЗ		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>		<i>Свиста О.І.</i>			ЗМІСТ		
<i>Перевір.</i>		<i>Новицький А.В.</i>					
						3	7
<i>Н. Контр.</i>		<i>Ревенко Ю.І.</i>			НУБіП України		
<i>Затверд.</i>							

2.10.1. Режими розточування .....	40
2.10.2. Режими хонінгування.....	40
<b>РОЗДІЛ 3. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА .....</b>	<b>42</b>
3.1. Аналіз існуючих способів демонтажу гільз блоку циліндрів .....	42
3.2. Призначення і загальна характеристика розробки.....	43
3.3. Опис конструкції і принцип роботи .....	44
3.4. Розрахунок елементів пристосування .....	44
<b>РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ .....</b>	<b>49</b>
4.1. Аналіз умов праці на дільниці з ремонту двигунів підприємства VIDІ .....	49
4.2. Вимоги безпеки під час експлуатації розробленого пристосування для демонтажу деталей двигунів.....	51
4.3. Заходи щодо поліпшення умов та безпеки праці на дільниці ремонту двигунів та при роботі з пристосуванням .....	54
4.3.1 Технічні заходи .....	55
4.3.2. Організаційні заходи .....	56
<b>РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА .....</b>	<b>58</b>
5.1. Визначення капіталовкладень в основні фонди .....	58
5.2. Розрахунок собівартості умовного ремонту .....	59
5.3. Визначення потреби в ремонтних матеріалах і запасних частинах.....	61
5.4. Розрахунок цехових витрат.....	63
5.5. Розрахунок собівартості ремонту машин.....	64
5.6. Техніко-економічні показники дільниці.....	66
<b>ВИСНОВОК.....</b>	<b>68</b>
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....</b>	<b>70</b>
<b>ДОДАТКИ .....</b>	<b>Ошибка! Закладка не определена.</b>

## ВСТУП

Сучасний розвиток автомобільного транспорту характеризується постійним зростанням чисельності рухомого складу та підвищенням вимог до його технічного стану та надійності. Ефективна експлуатація автомобілів неможлива без належного технічного обслуговування та своєчасного ремонту. В умовах інтенсивної експлуатації двигуни внутрішнього згорання, як ключові агрегати автомобілів, піддаються значним навантаженням та зносу. Несправності двигунів є однією з найпоширеніших причин тривалих простоїв транспортних засобів, що призводить до значних економічних втрат.

Процес ремонту двигунів включає демонтаж, дефектацію, відновлення або заміну зношених деталей, а також збирання та випробування. Одним з найбільш трудомістких і відповідальних етапів є демонтаж та монтаж деталей двигуна, особливо важких та габаритних компонентів. Низька ефективність або відсутність спеціалізованих пристосувань для цих операцій призводить до збільшення часу ремонту, ризику пошкодження деталей, високих фізичних навантажень на персонал та, як наслідок, до зниження продуктивності ремонтної дільниці в цілому.

Український автомобільний ринок активно розвивається, а з ним і сфера технічного обслуговування. Компанії, що надають послуги з ремонту автомобілів, постійно шукають шляхи підвищення ефективності та якості своїх послуг. Одним з лідерів автомобільного ритейлу та сервісу в Україні є група компаній VIDІ, яка об'єднує мережу офіційних дилерських центрів провідних світових автомобільних брендів Велика кількість автомобілів різних марок, що обслуговуються у VIDІ, та високі вимоги до якості ремонту роблять актуальним дослідження та впровадження передових технологій та технічного переоснащення дільниць, зокрема дільниці з ремонту двигунів

					01.12 – КР. 2265 –Є” 2025.12.16. 044 ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Свиста О.І.			ВСТУП	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		Новицький А.В.					5	70
<i>Н. Контр.</i>		Ревенко Ю.І.				НУБіП ГМАШ-2203 с.т		
<i>Затверд.</i>								

Дана бакалаврська кваліфікаційна робота присвячена дослідженню та розробці заходів з технічного переоснащення дільниці з ремонту двигунів з особливим акцентом на удосконалення пристосувань для демонтажу деталей в умовах сучасного автомобільного сервісного центру, такого як підприємство «VIDI». Актуальність роботи полягає в необхідності підвищення ресурсу та ефективності використання рухомого складу, що обслуговується, зниження витрат на його утримання та ремонт, а також впровадження сучасних, економічно обґрунтованих методів та обладнання. Вирішення цих завдань дозволить оптимізувати виробничі процеси, підвищити якість послуг, покращити умови праці та конкурентоспроможність підприємства на ринку.

					01.12 – КР. 2265 –Є” 2025.12.16. 044 ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## РОЗДІЛ 1. ВИХІДНІ ДАНІ ДЛЯ ПРОЄКТУВАННЯ

### 1.1. Характеристика підприємства VIDІ та його виробничої діяльності

Група компаній VIDІ є одним з найбільших та найвпливовіших гравців на автомобільному ринку України, заснованою у 1994 році. VIDІ є лідером українського роздрібного автомобільного бізнесу. Група компаній заснована в 1994 році Віталієм Джуринським та є сімейним бізнесом родини Джуринських.

Кінцевими бенефіціарними власниками групи компаній VIDІ є громадяни України Віталій, Олександр та Олег Джуринські.



Рис.1.1 Віталій, Олександр та Олег Джуринські.

За роки своєї діяльності VIDІ перетворилася на потужний дилерський холдинг, який об'єднує розгалужену мережу офіційних дилерських центрів провідних світових автомобільних брендів. До брендів VIDІ входять такі марки як Toyota, Lexus, Subaru, Mazda, Nissan, Infiniti, Suzuki, Honda, Volvo, Ford, Jaguar, Land Rover, Peugeot, Citroen, Opel, MG, Maxus, Jeep

					01.12 – КР. 2265 –Є” 2025.12.16. 044 ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Свиста О.І.			РОЗДІЛ 1. ВИХІДНІ ДАНІ ДЛЯ ПРОЄКТУВАННЯ	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		Новицький А.В.					7	70
<i>Н. Контр.</i>		Ревенко Ю.І.				НУБіП ГМАШ-2203 с.т		
<i>Затверд.</i>								



Рис.1.2 Автосалон VIDI Jaguar, Land Rover

Основні напрямки діяльності VIDI включають.: продаж нових автомобілів Широкий асортимент моделей різних класів та цінкових сегментів, представлених у сучасних шоу-румах.

Продаж автомобілів з пробігом (ВІДІ Автомаркет): професійна оцінка, підготовка та продаж автомобілів з гарантією; сервісне обслуговування та ремонт: Це єдині вікна надання послуг для автовласників, що включають:

Планове технічне обслуговування (ТО) відповідно до регламентів виробників.

Діагностика та ремонт двигунів, трансмісій, ходової частини, електрообладнання та інших систем автомобілів: кузовний ремонт та фарбування, мийка та детейлінг автомобілів, встановлення додаткового обладнання, забезпечення оригінальними запасними частинами та аксесуарами.

Продаж запасних частин та аксесуарів: ВІДІ Автозапчастини є офіційним дилером багатьох відомих брендів запчастин, олив та автохімії.

Фінансові послуги: власна страхова компанія (ТДВ «СК «VIDI-Страховання») та лізингова компанія (ТОВ «VIDI Лізинг») пропонують комплексні рішення для клієнтів.

Логістика: логістичний оператор BLG VIDI Logistics забезпечує транспортування автомобілів та запасних частин.

Управління групою компаній VIDI здійснюється централізовано, з виокремленням функціональних підрозділів, що відповідають за різні напрямки діяльності (продажі, сервіс, фінанси, логістика). Кожен дилерський центр, хоча і є частиною холдингу, має свою внутрішню структуру, яка включає відділи

					01.12 – КР. 2265 –€” 2025.12.16. 044 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

продажів, сервісний відділ, відділ запасних частин, адміністративний персонал.

Сервісні відділи дилерських центрів VIDІ оснащені сучасним діагностичним та ремонтним обладнанням, яке дозволяє виконувати цілий ряд робіт будь-якої складності. Чисельність кваліфікованого персоналу, включаючи механіків, діагностів, майстрів-приймальників, інженерів, забезпечує високий рівень обслуговування. Підприємство приділяє значну увагу професійному розвитку своїх співробітників, регулярно проводячи навчання та атестацію відповідно до стандартів автомобільних брендів.

Сервісні зони VIDІ, як правило, включають: приймальні зони для клієнтів; діагностичні пости; пости ТО та дрібного ремонту; дільниці для ремонту двигунів, трансмісій і електрики; кузовні цехи; склади запасних частин; автомийки.

Загальна площа виробничих приміщень та їх оснащення відповідають високим стандартам офіційних дилерських центрів. При цьому, зважаючи на великий обсяг робіт та постійне оновлення технологій, залишається актуальним питання оптимізації та впровадження нових, більш ефективних методів ремонту, зокрема технічного переоснащення дільниць та вдосконалення пристосувань.

Група компаній VIDІ – це сучасний, високотехнологічний комплекс, який надає повний спектр автомобільних послуг. Його діяльність базується на принципах якості, інновацій та клієнтоорієнтованості. Велика кількість автомобілів, що обслуговуються та високі вимоги до якості ремонту роблять VIDІ ідеальним полігоном для впровадження та апробації нових технологій, таких як технічне переоснащення дільниці з ремонту двигунів та удосконалення пристосувань, що є предметом даної дипломної роботи.

					01.12 – КР. 2265 –Є” 2025.12.16. 044 ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 1.2. Аналіз рухомого складу та технічного стану автомобілів на підприємстві VIDІ (з акцентом на двигуни та необхідність їх ремонту)

Автомобільний парк, який обслуговується в дилерських центрах VIDІ, є надзвичайно широким і різноманітним, охоплюючи легкові, комерційні та легкі вантажні автомобілі різних світових виробників (Toyota, Lexus, Honda, Mazda, Nissan, Ford, Peugeot, Citroen, Volvo, Mercedes-Benz, BMW, тощо).

Це автомобілі різного віку, пробігу та класу, що створює значне навантаження на сервісні служби та вимагає універсального підходу до діагностики, технічного обслуговування та ремонту.



Рис. 1.3 Mazda CX-5 SkyActiv

Зважаючи на активну експлуатацію автомобілів, що обслуговуються у VIDІ, а також на зростаючий вік частини парку, однією з найбільш частих та складних проблем, що виникають в процесі їх експлуатації, є несправності двигунів.

Двигун внутрішнього згоряння – це складний механізм, який працює в умовах знакозмінних навантажень та високих температур, тиску та тертя. Його елементи схильні до природного зносу, а також до пошкоджень внаслідок неякісного палива, несвоєчасного технічного обслуговування, перегрівання або ж механічних пошкоджень.

На рис. 1.4. наведено фото двигуна Mazda CX-5 Skyactiv 2.5, а в таблиці 1.1 представлена його технічна характеристика.

					01.12 – КР. 2265 –€” 2025.12.16. 044 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10



Рис.1.4 Двигун Mazda CX-5 Skyactiv 2.5

Таблиця 1.1

Технічні характеристики автомобіля Mazda CX-5

Двигун	2.0 SKY-ACTIV-G (2WD)	2.5 SKY-ACTIV-G (4WD) i-Stop
Тип кузова	Кроссовер	Кроссовер
Максимальна допустима вага кг.	2050	2140
Об'єм двигуна (см.куб.)	1988	2488
Кількість циліндрів	4	4
Потужність двигуна (к.с.)	150	194
Тип палива	Бензин	Бензин
Тип КПП	Автомат	Автомат
Турбонадув	Ні	Ні
Максимальна швидкість км/г	189	195

Типові проблеми ДВЗ, які виникають в умовах сервісного центру VIDI, включають. Зношування циліндро-поршневої групи (ЦПГ): Спрацювання гільз циліндрів, поршнів, поршневих кілець, що призводить до підвищеної витрати оливи, зниження компресії, втрати потужності та підвищеного димлення. Це одна з найпоширеніших причин для капітального ремонту двигуна.

Несправності газорозподільного механізму (ГРМ): спрацювання клапанів, направляючих втулок, розподільних валів, що може призвести до порушення фаз газорозподілу, втрати потужності та стуку.

Проблеми з системою мащення: зниження тиску оливи, спрацювання масляного насосу, засмічення масляних каналів, що може спричинити прискорене спрацювання інших елементів двигуна.

Несправності системи охолодження: протікання радіатора, шум помпи, термостат, що може призвести до перегріву двигуна та серйозних пошкоджень.

Пошкодження колінчастого валу та підшипників: спрацювання шийок колінчастого валу, вкладишів, що вимагає шліфування колінчастого валу або його заміни.

Проблеми з головкою блоку циліндрів (ГБЦ): Деформація, тріщини, прогорання прокладки ГБЦ, що призводить до перегріву, потрапляння оливи в систему охолодження або охолоджувальної рідини в камеру згоряння.

Аналіз даних сервісних робіт у VIDI показує, що значний відсоток автомобілів потребує ремонту двигуна, який часто включає повне або часткове розбирання агрегату. Процес розбирання та збирання двигуна, а також діагностика та ремонт його окремих компонентів, є одним з найбільш трудомістких та технологічно складних процесів на сервісі. Ефективність та швидкість виконання цих робіт безпосередньо впливають на терміни ремонту та вартість послуг для клієнта. Оскільки двигуни сучасних автомобілів мають складну конструкцію та містять велику кількість компонентів, що вимагають точного та акуратного демонтажу, наявність спеціалізованих та удосконалених пристосувань є критично важливо. Зокрема, демонтаж таких важких деталей, як блоки циліндрів або колінчасті вали, без належних пристосувань створює значні труднощі та ризики їх пошкодження при знятті чи встановленні.

### **1.3 Особливості конструкцій гільз циліндрів**

Гільзи циліндрів є одними з елементів двигунів внутрішнього згоряння, оскільки вони відповідають за забезпечення надійного та довговічного контакту між поршнями та стінками циліндра. Вони служать для зменшення тертя та зносу, а також забезпечують правильний тепловий режим роботи двигуна. Ремонт та заміна гільз є частиною обслуговування двигунів, тому конструктивні особливості цих елементів мають велике значення для ефективності роботи двигуна.

					01.12 – КР. 2265 –€” 2025.12.16. 044 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

## Конструктивні особливості гільз циліндрів

Параметр	Опис
Матеріал	Гільзи циліндрів виготовляються з високоміцних сплавів чавуну або сталі, що забезпечує високу зносостійкість.
Тип покриття	Гільзи можуть бути без покриття, із захисним хромовим або нікелевим покриттям, що підвищує їх стійкість до корозії та зносу.
Метод виготовлення	Гільзи можуть бути литими або обробленими методом холодного прокату для досягнення високої точності.
Технологія обробки	Гільзи часто піддаються обробці на спеціальних верстатах для забезпечення гладкості поверхні, що знижує тертя з поршнями.
Товщина стінки	Товщина стінок гільз варіюється в залежності від розмірів двигуна та умов його експлуатації, зазвичай складає від 2 до 4 мм.
Система охолодження	Гільзи можуть мати канали для циркуляції охолоджуючої рідини або масляні канали для додаткового охолодження та змащення.
Конструкція гільзи	Гільзи можуть бути одно- або багатопаровими в залежності від вимог до теплових та механічних характеристик двигуна.

Гільзи циліндрів виконують кілька функцій у ДВЗ. Вони утримують поршень і його супутні деталі в правильному положенні, забезпечують герметичність циліндра для досягнення високої компресії та оптимальних робочих характеристик двигуна.

Для гільз використовуються особливі сплави, які мають високу зносостійкість, термостійкість та міцність, які необхідні для забезпечення тривалої експлуатації двигуна. Найпоширенішими матеріалами є чавун і сталь, які мають високі термічні властивості.

					01.12 – КР. 2265 –Є” 2025.12.16. 044 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13



Рис.1.5. Гільзи для встановлення в двигун автомобілів Mazda

Двигуни Mazda другого покоління (наприклад, серії FE, B, F2) часто мали чавунні блоки, тому гільзи як такі не використовувалися, бо поршень працював безпосередньо по чавуну. В окремих дизельних двигунах використовувалися знімні мокрі гільзи, особливо у вантажних і промислових модифікаціях. Більшість сучасних двигунів Mazda мають алюмінієві блоки циліндрів із вплавленими або нанесеними гільзами, що служать робочою поверхнею для поршня. Це можуть бути: тонкі чавунні гільзи вставлені у відливку з алюмінію, плазмове напилення ( у деяких новітніх двигунах.

Двигуни Skyactiv. Бензинові та дизельні двигуни Skyactiv-G / Skyactiv-D (із 2011 року і далі) мають алюмінієві блоки з інтегрованими гільзами:

Гільзи – не знімні (типу dry liner або взагалі без окремих гільз, якщо використовується напилення).

У разі спрацювання – блок зазвичай не підлягає гільзуванню стандартним методом; потрібне розточування з установкою ремонтної гільзи або заміна блоку.

З метою підвищення зносостійкості, гільзи можуть бути покриті спеціальними матеріалами, такими як хром або нікель. Це покриття зменшує вплив високих температур, сприяє зниженню сил тертя та продовжує термін служби ДВЗ.

Гільзи можуть бути одношаровими, коли їх виготовляють з одного матеріалу, або багатшаровими, що дає можливість підвищити їх зносостійкість

					01.12 – КР. 2265 –Є” 2025.12.16. 044 ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

і ефективність роботи за рахунок додаткових шарів матеріалів.

Для покращення тепловідведення деякі гільзи оснащені спеціальними каналами для циркуляції охолоджувальної рідини, що дозволяє запобігти перегріву та знижує ймовірність пошкодження двигуна. Охолоджувальні канали можуть бути розташовані як між гільзою і циліндром, так і всередині гільзи.

Гільзи циліндрів відіграють роль у роботі двигуна внутрішнього згорання. Їх конструкція та матеріали повинні бути ретельно підібрані, щоб забезпечити надійність та тривалу експлуатацію двигуна. Знос гільз може призвести до погіршення характеристик двигуна, тому правильний вибір матеріалу та конструкції гільзи є значеннєвим для ефективної роботи вантажних автомобілів.

#### **1.4. Огляд існуючих технологій, обладнання та пристосувань для ремонту двигунів та демонтажу їх елементів**

Процес ремонту двигунів є комплексним і вимагає застосування різноманітних технологій, обладнання та пристосувань на всіх етапах – від діагностики та розбирання до складання та випробувань. Існуючі підходи до ремонту двигунів можна умовно розділити на кілька категорій.

Традиційні методи та обладнання: Донедавна значна частина робіт з ремонту ДВЗ виконувалася вручну або за допомогою універсального обладнання.

Інструменти: стандартні гайкові ключі, викрутки, молотки, зубила, ручні знімачі.

Обладнання: лебідки та талі для підйому двигуна, ручні преси для запресування - випресування, свердлильні та шліфувальні верстати загального призначення.

Недоліки: низька швидкість виконання операцій, висока ймовірність пошкодження деталей, великі фізичні навантаження на працівників, низька точність, що може впливати на якість ремонту.

Сучасні технології та обладнання. Група компаній VIDI використовує

					01.12 – КР. 2265 –€” 2025.12.16. 044 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

більш технологічні рішення для підвищення ефективності та якості ремонту.

Діагностичне обладнання: комп'ютерні діагностичні стенди, ендоскопи, компресометри, тестери витоків у циліндрах, які дозволяють точно визначити несправності двигуна без повного розбирання.

Мийне обладнання: професійні мийки для деталей двигуна і автомобілів, які забезпечують багатостадійне миття.

Гідравлічні преси: для запресування - випресування підшипників, втулок, сальників.

Знімачі: спеціалізовані знімачі для проведення демонтажу шестерень, шківів, підшипників, клапанів, пружин клапанів.

Монтажні пристосування: Для установки поршнів з кільцями, сальників, тощо.

Підйомно-транспортне обладнання: електропідйомники, гідравлічні крани для безпечного переміщення важких двигунів та їх компонентів.

Пристосування для демонтажу деталей: саме цей аспект є ключовим у темі даної дипломної роботи. На сьогоднішній день існує широкий спектр пристосувань, які спрощують та прискорюють демонтаж деталей двигунів:

Знімачі гільз циліндрів: існують механічні, гідравлічні та пневматичні знімачі. Механічні часто вимагають значних фізичних зусиль, гідравлічні та пневматичні забезпечують більшу легкість та швидкість проведення операцій.

Знімачі клапанів: пристосування для стиснення пружин клапанів для їх демонтажу.

Знімачі підшипників та втулок: внутрішні та зовнішні знімачі різних типів.

Спеціалізовані набори інструментів: для розбирання певних вузлів (наприклад, ГРМ, паливної апаратури).

Пристосування для запресування - випресування: спеціалізовані оправки, пуансони для точного демонтажу/монтажу без пошкодження посадкових місць.

Проблемні аспекти існуючих пристосувань.

Часто використовуються пристосування старого зразка. Це призводить до

					01.12 – КР. 2265 –Є” 2025.12.16. 044 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

значних зусиль, часу та ризику пошкоджень, оскільки вони не адаптовані до конструктивних особливостей сучасних двигунів.

Необхідність впровадження гідравлічних та пневматичних систем. Механічні знімачі часто вимагають великих фізичних зусиль. Впровадження гідравліки або пневматики дозволяє значно прискорити та спростити процес демонтажу, зменшити фізичне навантаження на працівника.

Відсутність універсальності або спеціалізації. Деякі пристосування є занадто універсальними і не забезпечують достатньої точності або безпеки для конкретних операцій, тоді як інші є занадто спеціалізованими, що вимагає великого асортименту інструментів.

Недостатня ергономіка та безпека. Окремі існуючі пристосування можуть бути незручними у використанні, мати гострі краї, небезпечні рухомі частини, що підвищує ризик виникнення травм персоналу.

Таким чином, огляд показує, що, незважаючи на загальний високий рівень технічного оснащення сервісних центрів VIDІ, існує потреба в доопрацюванні та вдосконаленні окремих елементів, зокрема пристосувань для демонтажу деталей двигунів. Це дозволить суттєво підвищити продуктивність дільниці, покращити якість ремонту та забезпечити безпечніші умови праці.

### **1.5. Завдання бакалаврської кваліфікаційної роботи**

Покращення технічного рівня дільниці з ремонту двигунів підприємства VIDІ шляхом технічного переоснащення та впровадження удосконаленого пристосування для демонтажу деталей.

Згідно теми бакалаврської кваліфікаційної роботи: «Технічне переоснащення дільниці з ремонту двигунів з удосконаленням пристосування з демонтажу деталей» визначені завдання досліджень.

1. Провести аналіз виробничої діяльності підприємства VIDІ, його рухомого складу та існуючого стану ремонтно-обслуговуючої бази дільниці з ремонту двигунів.

					01.12 – КР. 2265 –Є” 2025.12.16. 044 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

2. Виявити основні причини простоїв автомобілів, пов'язаних з несправностями двигунів та труднощами виконання операцій з демонтажу їх деталей.

3. Проаналізувати існуючі технології, обладнання та пристосування для ремонту двигунів та демонтажу їх елементів, визначити їх недоліки та потенціал для вдосконалення.

4. Розробити конструкцію удосконаленого пристосування демонтажу гільз двигунів (з урахуванням потреб у демонтажі важких деталей, наприклад, гільз циліндрів, колінчастих валів, головок блоків).

5. Розробити технологічний процес ремонту двигунів, з особливим акцентом на демонтажних роботах із застосуванням удосконаленого пристосування. Виконати необхідні розрахунки основних параметрів розробленого пристосування та обґрунтувати вибір матеріалів.

6. Провести аналіз небезпечних факторів та умов праці на ділянці ремонту двигунів та розробити заходи з покращення стану охорони праці та техніки безпеки, враховуючи особливості роботи з удосконаленим пристосуванням.

7. Здійснити техніко-економічне обґрунтування переоснащення ділянки з ремонту ДВЗ та впровадження розробленого пристосування, оцінивши його ефективність та окупність.

					01.12 – КР. 2265 –Є” 2025.12.16. 044 ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

### 2.1. Методичний підхід до проектування (або переоснащення) дільниці ремонту двигунів

Проектування технічного переоснащення дільниці з ремонту двигунів на підприємстві VIDІ передбачає системний підхід, який забезпечить оптимізацію всіх виробничих процесів, підвищення якості ремонту, скорочення часу простоїв та покращення умов праці. Основною метою є впровадження сучасних технологій та удосконалення обладнання, зокрема пристосувань для демонтажу деталей, з метою підвищення продуктивності та економічної ефективності.

Методичний підхід до проектування переоснащення дільниці включає наступні етапи: аналіз існуючого стану дільниці, цінка наявної площі, компонування обладнання та робочих місць, аналіз поточних технологічних процесів ремонту двигунів, їх послідовності та трудомісткості, визначення «вузьких місць» та проблемних зон, зокрема, пов'язаних з операціями демонтажу деталей, що вимагають значних зусиль або часу, оцінка наявного обладнання, його технічного стану, рівня спрацювання та відповідності сучасним вимогам, вивчення нормативних документів, що регулюють ремонт двигунів та вимоги до охорони праці.

### 2.2. Визначення обсягу робіт та номенклатури двигунів

На основі даних підприємства VIDІ (або узагальнених статистичних даних для дилерських центрів) визначається прогнозована кількість двигунів, які потребуватимуть ремонту на рік/місяць.

Враховується різноманітність типів двигунів (бензинові, дизельні, різні об'єми та конфігурації), що обслуговуються у VIDІ, для забезпечення універсальності або модульності нового обладнання та пристосувань.

					01.12 – КР. 2265 –Є” 2025.12.16. 044 ПЗ		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>		Свиста О.І.			РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА		
<i>Перевір.</i>		Новицький А.В.					
						19	70
<i>Н. Контр.</i>		Ревенко Ю.І.			НУБіП ГМАШ-2203 с.Т		
<i>Затверд.</i>							

Визначення оптимального розташування технологічних зон (діагностика, розбирання, миття, дефектація, механічна обробка, відновлення, складання, випробування), проектування логістики руху деталей та агрегатів по дільниці для мінімізації зайвих переміщень та втрат часу, вибір та обґрунтування технологій ремонту. Вивчення передових світових практик та сучасних технологій ремонту двигунів. Обґрунтування доцільності застосування відновлення деталей (наприклад, гільз, колінчастих валів) замість їх заміни.

Детальний розгляд методів демонтажу деталей, з акцентом на ті, що можуть бути оптимізовані за допомогою нового пристосування.

Ключовим етапом є розробка та обґрунтування конструкції удосконаленого пристосування для демонтажу деталей ДВЗ (наприклад, гільз, важких компонентів): визначення потреби у ручному та спеціальному інструменті, розробка технологічних карт та послідовності операцій, опис кожної операції, що виконується на дільниці, з урахуванням нового обладнання та пристосувань, визначення норм часу на виконання операцій, розрахунок виробничих показників, розрахунок необхідної кількості виробничого персоналу, розрахунок виробничої площі, визначення оптимального режиму роботи дільниці, розробка заходів з охорони праці та екологічної безпеки, ідентифікація потенційних небезпек та шкідливих факторів, розробка заходів щодо їх усунення або мінімізації, проектування систем вентиляції, освітлення, утилізації відходів, техніко-економічне обґрунтування проекту, оцінка капітальних та експлуатаційних витрат на переоснащення, розрахунок показників ефективності (термін окупності, рентабельність).

Даний методичний підхід дозволить здійснити комплексне проектування технічного переоснащення дільниці з ремонту ДВЗ, забезпечивши її сучасність, ефективність та безпеку.

Виробничий процес ремонту ДВЗ на дільниці підприємства VIDІ має бути організований таким чином, щоб забезпечити максимально раціональний рух деталей, агрегатів та робочої сили, мінімізувати простої та забезпечити високу якість робіт. Схема виробничого процесу відображає послідовність

					01.12 – КР. 2265 –Є” 2025.12.16. 044 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

технологічних операцій та взаємозв'язок між ними.

Загальна схема виробничого процесу ремонту ДВЗ включає наступні основні етапи та відповідні зони (пости): приймання двигуна та первинна діагностика, двигун надходить на дільницю після демонтажу з автомобіля, виконання первинної візуальної діагностики, фіксація явних пошкоджень, заповнення первинної документації (наряд-замовлення).

Демонтаж стартера, генератора, колекторів, паливної апаратури, турбокомпресора (якщо є) та іншого навісного обладнання.

Миття деталей після попереднього розбирання (навісне обладнання та великі вузли миються окремо).

Розбирання двигуна на окремі вузли та деталі (головка блоку циліндрів, блок циліндрів, колінчастий вал, поршнева група, газорозподільний механізм). На цьому етапі активно використовується удосконалене пристосування для демонтажу важких та/або складних деталей (наприклад, для випресовки гільз, демонтажу колінчастих валів, ГБЦ). Миття та очищення деталей після повного розбирання. Дефектування та сортування деталей: визначення технічного стану кожної деталі (вимірювання зносу, пошук тріщин, деформацій), сортування деталей на придатні, ті, що підлягають відновленню, та браковані (під заміну).

Комплектування та складання ДВЗ:

підготовка та комплектація всіх деталей (нових, відновлених, придатних) для складання двигуна, послідовне збирання двигуна відповідно технології.

При збиранні також може використовуватися розроблене пристосування для монтажу важких деталей, монтаж двигуна на автомобіль та фінальна діагностика, встановлення відремонтованого двигуна на автомобіль, фінальна перевірка його роботи в складі автомобіля, комп'ютерна діагностика.

Потоковість: Максимально можлива послідовність операцій для мінімізації зворотних рухів та простоїв.

Спеціалізація: розподіл робіт між кваліфікованими механіками або постами з урахуванням їхньої спеціалізації (наприклад, окремі пости для

					01.12 – КР. 2265 –€” 2025.12.16. 044 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

розбирання, збирання).

Механізація та автоматизація: впровадження сучасного обладнання та пристосувань для механізації трудомістких операцій (як запропоноване пристосування для демонтажу).

Гнучкість: можливість адаптації процесу під різні типи двигунів, що обслуговуються у VIDІ.

## 2.3 Обґрунтування організаційного режиму роботи дільниці

### 2.3.1 Режими роботи і фонди часу дільниці

Дільниця з ремонту ДВЗ «VIDІ» працює в одну зміну. Двигуни ремонтуються на протязі календарного року. Фонд робочого часу дільниці, тобто, тривалість ремонтного сезону, становить 2070 год.

Частину фонду робочого часу дільниці, який відводиться для ремонту двигунів і-тої марки, розрахувати за наступною формулою:

$$\Phi_{di} = \frac{P_i \cdot T_i \cdot \Phi_{\partial}}{T}, \quad (2.1)$$

де  $P_i$  – річна кількість ремонтованих двигунів і-тої марки, шт. (див. табл. 2.1);

$T_i$  – трудомісткість ремонту одного двигуна і-тої марки, люд.-год.;

$\Phi_{\partial}$  – річний фонд робочого часу дільниці, люд-год.,  $\Phi_{\partial}=1900$  год.;

$T$  - річна сумарна трудомісткість ремонту двигунів на дільниці, люд-год.

$$T = \sum P_i \cdot T_i, \quad (2.2)$$

Хід і результати розрахунків фондів робочого часу дільниці (розподіл його по марках двигунів) представлені в табл. 2.1.

Розрахунками встановлено, що сумарна трудомісткість ремонтних робіт на протязі року при ремонті двигунів внутрішнього згорання в умовах «VIDІ» складають 10211,6 люд.-год.

					01.12 – КР. 2265 –€” 2025.12.16. 044 ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Результати розрахунків трудомісткості і фондів робочого часу дільниці з ремонту двигунів

Марка двигуна	$P_i$ , шт.	$T_{i,}$ , люд.- год/шт.	$P_i \cdot T_{i,}$ , люд.- год.	$\Phi_i$ , год.
Mazda CX-5 SkyActiv 2.2D	18	47,8	860,4	354
Mazda CX-5 SkyActiv 2.5	134	35,7	4783,8	174
Mazda CX-9	58	44,3	2569,4	1024
Nissan Navara D22	37	54	1998	
Всього:			10211,6	1900

### 2.3.2 Принципи організації праці при ремонті двигунів

Ефективність роботи дільниці по ремонту двигунів зводиться до економії робочого часу, простору, матеріалів та енергії. Принципи, застосування яких дозволяє упорядкувати часові зв'язки між операціями :

Забезпечення показників надійності та ремонту в залежності від складності машини та виду ремонту (ПР чи КР) може виконуватися на різних робочих місцях ремонтно-обслуговуючої бази. Відповідно місцю виконання ремонту, кількості двигунів, що ремонтуються, деталей що відновлюються та розподілу всього обсягу ремонтних робіт між робочими місцями та робітниками може мати місце одна із чотирьох форм організації виробничого процесу ремонту виробу - тупикова; вузлова; потоково вузлова; потокова.

Тупикова – це така форма організації виробничого процесу ремонту машин, при якій, всі розбиральні і складальні роботи виконуються на одному стаціонарному робочому місці. При такій формі де ремонт виконується або трактористом машиністом разом зі своїми помічником або слюсарем ремонтником, або тільки групою, чи бригадою слюсарів. Така форма організації має місце, як правило в невеликих бригадних, чи центральних майстернях

					01.12 – КР. 2265 –€” 2025.12.16. 044 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

господарств, і в гаражах, при нескладному поточному ремонті, чи при капітальному ремонті агрегатним методом. Їй характерна низька продуктивність праці, велика трудомісткість і висока вартість ремонту машини.

Вузлова – це така форма організації виробничого процесу ремонту машин, при якій розбирання і складання машин робиться як і при тупиковій формі, на одному місці, але розбирання робиться тільки на окремі вузли і агрегати, а їхній ремонт – ремонт вузлів і агрегатів, проводиться на спеціалізованих робочих місцях. Наприклад, двигун ремонтується у дільниці з ремонту двигунів, паливна апаратура – теж на відповідних робочих місцях. Така форма організації ремонту застосовується у великих майстернях господарств, де є дільниці по ремонту основних вузлів і агрегатів машин і фахівці високої кваліфікації, а також у майстернях загального призначення, та в невеликих спеціалізованих майстернях, зокрема по ремонту комбайнів.

Потоково – вузлова – це форма організації виробничого процесу.

При ремонті двигунів така форма організації виробничого процесу майже не зустрічається, хіба що на окремих великих ремонтних заводах при великій програмі ремонту. При такій формі поточкові лінії оснащуються високопродуктивним обладнанням і інструментом.

Продуктивність праці змінюється від 20% до 100% в такому ряду положень робітника: лежачи на боці; лежачі на спині з витягнутими горизонтально руками; лежачі на спині з витягнутими вертикально руками; сидючи на підлозі; стоячи зігнувшись; стоячи навшпиньки; стоячи прямо; сидючи прямо. Використання зручного положення дозволяє економити час та підвищити продуктивність праці.

### **2.3.3 Розрахунок необхідної кількості робітників**

Кількість робітників повинна бути незмінною на протязі всього періоду роботи ремонтної майстерні «VIDI». Її розраховуємо за формулою:

					01.12 – КР. 2265 –€” 2025.12.16. 044 ПЗ	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$N = \frac{\sum P_i \cdot T_i}{\Phi_0}, \quad (2.3)$$

Величини  $\sum P_i$ ,  $T_i$  і  $\Phi_0$  підставляємо із таблиці 2.1.

$$N = \frac{10211,6}{1900} = 5,3 \text{ чоловік.}$$

Виходячи з представленої програми ремонту в ремонтній майстерні «VIDI» необхідно 5 виробничих робітників.

#### **2.4. Аналіз існуючих методів демонтажу деталей двигунів та виявлення проблемних аспектів**

Ефективність та якість ремонту двигунів значною мірою залежать від технології їх розбирання. Процес демонтажу деталей двигунів є критичним етапом, оскільки неправильне або неадекватне виконання цих операцій може призвести до пошкодження компонентів, збільшення часу ремонту та підвищення його вартості.

Існуючі методи демонтажу деталей двигунів на СТО, включаючи ті, що могли б використовуватись на підприємстві VIDI, можна класифікувати за різними ознаками:

За ступенем механізації.

**Ручний демонтаж:** використання стандартних слюсарно-монтажних інструментів (ключі, викрутки, молотки, зубила, знімачі універсальні). Цей метод є найпростішим, але вимагає значних фізичних зусиль, часу та несе високий ризик пошкодження деталей. Частина операцій з демонтажу важких деталей (наприклад, шатунно-поршневих груп без спеціальних інструментів, колінчастих валів) все ще може виконуватися вручну.

**Механізований демонтаж:** застосування пневматичного, електричного або гідравлічного інструменту (гайковерти, шліфувальні машини, ударні викрутки), а також спеціалізованих механічних пристосувань (наприклад, механічні знімачі гільз, гідравлічні преси). Це значно прискорює процес та зменшує фізичне навантаження.

					01.12 – КР. 2265 –€” 2025.12.16. 044 ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

За типом демонтажу.

Роз'ємні з'єднання: відкручування болтів, гайок (кришки, піддони, колектори, ГБЦ). Пресові з'єднання: запресування - випресування деталей, які мають посадку з натягом (пальці поршнів, втулки, підшипники, гільзи циліндрів). Це вимагає спеціальних пресів або знімачів.

Інші з'єднання: демонтаж пружинних елементів (клапанів), стопорних кілець. Проблемні аспекти існуючих методів демонтажу деталей двигунів на дільниці ремонту двигунів, зокрема на прикладі великого дилерського центру як VIDІ:

Значні фізичні зусилля та ризик травматизму.

Демонтаж важких компонентів двигуна (блоків, колінчастих валів, ГБЦ) без відповідних підйомних механізмів та пристосувань створює надмірне фізичне навантаження на механіків. Складнощі з випресовкою «прикипілих» або заіржавілих гільз циліндрів, штифтів, підшипників часто призводять до використання небезпечних «кустарних» методів (ударний інструмент, нагрів), що підвищує ризик травм (удари, защемлення, опіки).

Висока ймовірність пошкодження деталей.

Використання невідповідного або зношеного інструменту призводить до "злизування" граней гайок та болтів, пошкодження різьби. Неправильне застосування зусиль при демонтажі може спричинити деформацію, тріщини або інші механічні пошкодження дорогих деталей (наприклад, деформація блоку, пошкодження посадкових місць, подряпини на поверхнях, що сполучаються). Особливо це стосується тендітних або високоточних деталей.

Тривалий час виконання операцій: ручний демонтаж, або використання застарілих механічних пристосувань, вимагає значно більше часу порівняно з сучасними механізованими або гідравлічними аналогами, проблеми з "прикипілими" деталями можуть призвести до багатогодинних, а іноді й до багатоденних затримок у ремонті, неефективний демонтаж є "вузьким місцем" в технологічному процесі, що сповільнює всю дільницю, відсутність універсальних або спеціалізованих рішень:

					01.12 – КР. 2265 –€” 2025.12.16. 044 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

На великих СТО, що обслуговують широкий спектр марок автомобілів, існує проблема з наявністю повного комплекту спеціалізованого інструменту для кожної моделі. Це призводить до використання універсальних інструментів, які не завжди ефективні або безпечні, або до пошуку "саморобних" рішень.

Конкретно для демонтажу важких деталей, як зазначено в темі, часто потрібні спеціалізовані пристосування, яких може не вистачати.

Висновок: Існуючі методи демонтажу, особливо ті, що не передбачають використання сучасних, оптимізованих пристосувань, мають значні недоліки, які негативно впливають на якість, швидкість та економічну ефективність ремонту двигунів. Це обґрунтовує необхідність розробки та впровадження удосконаленого пристосування для демонтажу деталей, що є центральним елементом технічного переоснащення дільниці.

## **2.5. Розробка технологічного процесу діагностування двигуна та його вузлів**

Якісна діагностика є першим і найважливішим етапом у процесі ремонту двигуна. Вона дозволяє точно встановити причину несправності, визначити обсяг необхідних ремонтних робіт, запобігти зайвим розбиранням та скоротити час ремонту. Технологічний процес діагностування двигуна та його вузлів на дільниці підприємства VIDІ має бути систематизованим та використовувати сучасне обладнання.

Етапи технологічного процесу діагностування двигуна:

- приймання автомобіля та первинний огляд:
- комп'ютерна діагностика (без демонтажу з автомобіля):
- підключення сканера до діагностичного роз'єму OBD-II, зчитування та розшифровка кодів помилок, перегляд параметрів (оберти, температура, тиск, показання датчиків), тестування виконавчих механізмів. Аналіз отриманих даних.
- функціональна діагностика (без демонтажу з автомобіля):

					01.12 – КР. 2265 –€” 2025.12.16. 044 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

- вимірювання компресії.
- пневмотест (тест на витоки).
- перевірка тиску оливи.
- перевірка тиску палива.

Візуальний огляд ендоскопом дозволяє оглянути стінки циліндрів, клапани, поршні без розбирання двигуна (через свічковий отвір). Тест на наявність вихлопних газів у системі охолодження. Виявлення пошкодження прокладки ГБЦ. Застосування сучасного діагностичного обладнання та систематичний підхід до процесу діагностування на дільниці ремонту двигунів VIDІ дозволяє мінімізувати ймовірність помилок, оптимізувати обсяг ремонтних робіт та підвищити ефективність роботи дільниці в цілому

## **2.6. Методи відновлення гільз циліндрів двигунів (на прикладі Mazda CX-5)**

Двигуни Mazda CX-5, зокрема лінійка Skyactiv (бензинові Skyactiv-G та дизельні Skyactiv-D), відрізняються використанням інноваційних технологій, високим ступенем стиснення та полегшеною конструкцією. Це накладає особливі вимоги до точності та якості відновлення їхніх компонентів, зокрема, гільз циліндрів. Більшість двигунів Mazda Skyactiv мають інтегровані гільзи (безпосередньо вбудовані в алюмінієвий блок циліндрів) або тонкостінні "мокрі" гільзи. Для них основний метод відновлення – це розточування та хонінгування.

					01.12 – КР. 2265 –Є” 2025.12.16. 044 ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рис 2.1 Mazda CX-5 SkyactivD 2.2 турбодизель

Особливості конструкції гільз циліндрів двигунів Mazda Skyactiv:



Рис. 2.2 Mazda CX-9 2.5 турбобензин

Матеріал блоку: Алюмінієві сплави. Матеріал гільз: Високоміцний чавун або сплави на його основі, іноді з використанням спеціальних технологій напилення (наприклад, плазмове напилення, що створює тонкий, але надзвичайно твердий шар).

Тонкостінні гільзи/інтегровані: Вимагають обережного підходу до механічної обробки, щоб уникнути деформацій або пошкодження структури.

Високі вимоги до чистоти поверхні: Сучасні двигуни працюють з мінімальними зазорами, що робить якість хонінгування критичною для утримання оливи та довговічності.

Аналіз зносу гільз циліндрів двигуна Mazda CX-5: Спрацювання гільз у двигунах Mazda CX-5, як і в інших ДВЗ, проявляється у вигляді овальності (максимально в площині перпендикулярній до осі колінчастого валу), конусності (збільшення діаметра до верхньої частини циліндра) та появи

					01.12 – КР. 2265 –Є” 2025.12.16. 044 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

подряпин, задирів, мікротріщин.

Ці дефекти призводять до: зниження компресії, збільшення витрат моторної оливи, зниження потужності двигуна і збільшення витрати палива, спрацювання поршнів і поршневих кілець.

Основні методи відновлення гільз циліндрів для двигунів Mazda CX-5:

Розточування та хонінгування (основний метод):



Рис. 2.3 Розточування блока циліндрів

Це єдиний надійний та рекомендований метод для відновлення інтегрованих або тонкостінних гільз, оскільки він дозволяє точно відновити геометрію та якість поверхні.

Розточування виконується на високоточному вертикально-розточувальному верстаті, що забезпечує видалення зношеного шару металу та усунення овальності й конусності. Виконується з припуском на подальше хонінгування.

Хонінгування – це фінішна операція, що створює необхідну шорсткість поверхні (хонінг-сітку) та забезпечує точний діаметр. Для двигунів Skyactiv, що працюють з високою компресією, якість хонінг-сітки є критично важливою для правильного притирання поршневих кілець та мінімізації витрати оливи. Для цього часто застосовують багаторівневе хонінгування з використанням брусків різної зернистості.

					01.12 – КР. 2265 –€” 2025.12.16. 044 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30



Рис. 2.4 Хонінгування блока циліндрів

Переваги: Висока точність, можливість досягнення заводських параметрів шорсткості та геометрії.

Недоліки: Вимагає дорогого та високоточного обладнання, кваліфікованих операторів. Потребує ремонтних розмірів поршнів та кілець.

2.Заміна гільз (у випадку сильних пошкоджень або для "мокрих" гільз):



Рис. 2.3 Заміна гільз в блоці

Якщо гільзи сильно пошкоджені (тріщини, глибокі задири, що не усуваються розточуванням), або це "мокра" гільза, що може бути випресована, то можлива її повна заміна. Це стосується двигунів, де конструкція передбачає змінну гільзу.

Випресовка старої гільзи, підготовка посадкового місця в блоці, запресовка нової гільзи (можливо, з використанням охолодження гільзи та нагріву блоку), а потім фінішне розточування та хонінгування нової гільзи до номінального або ремонтного розміру.

Переваги: відновлення початкової міцності та ресурсу.

Недоліки: Більш трудомісткий та витратний процес

					01.12 – КР. 2265 –€” 2025.12.16. 044 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

На дільниці з ремонту двигунів підприємства VIDІ, основним методом відновлення гільз циліндрів двигунів Mazda CX-5 буде розточування та хонінгування, що дозволяє забезпечити високу якість ремонту та відповідність вимогам виробника. У випадках критичних пошкоджень, що не піддаються даному методу, гільза підлягає заміні, якщо це передбачено конструкцією двигуна.

## **2.7 Розробка технологічного процесу відновлення гільзи блоку циліндрів двигуна Mazda CX-5**

Розробка детального технологічного процесу відновлення гільз циліндрів двигуна Mazda CX-5 є критично важливою для забезпечення якості, надійності та довговічності відремонтованого двигуна. Цей процес повинен максимально відповідати стандартам виробника та забезпечувати високу точність обробки.

Модель двигуна для прикладу: Mazda Skyactiv-G 2.0L (PE-VPS) або 2.5L (PY-VPS), які є широко розповсюдженими у Mazda CX-5 і мають алюмінієвий блок з інтегрованими гільзами.

Етапи технологічного процесу відновлення гільз циліндрів двигуна Mazda CX-5:

- приймання та первинне очищення блоку циліндрів;
- дефектація блоку циліндрів та гільз, визначення ремонтного розміру;
- ретельний огляд робочих поверхонь гільз на наявність задирів, подряпин, раковин, а також перевірка блока на наявність тріщин (особливо в зоні перемичок між циліндрами, а також біля постілей колінчастого валу) за допомогою візуального контролю та за необхідності дефектоскопії (магнітно-порошковий або люмінесцентний метод).

Вимірювання: вимірювання внутрішнього діаметра кожного циліндра у трьох-чотирьох поясах по висоті (наприклад, верхній, середній, нижній) та у двох взаємно перпендикулярних площинах (вздовж та поперек осі колінчастого валу) за допомогою високоточного індикаторного нутроміра (точність до 0.001

					01.12 – КР. 2265 –Є” 2025.12.16. 044 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

мм). Це дозволяє визначити овальність та конусність.

Визначення ремонтного розміру. Порівняння отриманих вимірювань з номінальними та ремонтними розмірами, зазначеними в технічній документації Mazda. Вибір ремонтного розміру поршнів (+0.25 мм, +0.50 мм) відповідно до максимально допустимого зносу та наявності ремонтних поршнів.

Якщо блок має критичні дефекти (глибокі тріщини, викривлення), він може бути визнаний непридатним до ремонту.

Блок циліндрів встановлюється на високоточному вертикально-розточувальному верстаті. Важливо забезпечити жорстке кріплення та точне центрування блока щодо осі оброблюваного циліндра. За допомогою спеціального різця зі змінними твердосплавними пластинами виконується послідовне розточування кожного циліндра до заданого діаметра, що відповідає ремонтному розміру мінус припуск на хонінгування (зазвичай 0.05-0.08 мм на діаметр). Операція виконується за кілька проходів (чорновий, чистовий) з постійним контролем розмірів.

Хонінгування гільз циліндрів. Мета: формування остаточного точного внутрішнього діаметра, досягнення високої циліндричності та створення оптимальної хонінг-сітки на робочій поверхні гільзи. Хонінг-сітка критично важлива для утримання оливи та правильного притирання поршневих кілець.

Блок циліндрів переміщується на хонінгувальний верстат та надійно фіксується. За допомогою хонінгувальної головки з абразивними брусками (різної зернистості – від грубої до дрібної) виконується фінішна обробка. Контролюється швидкість обертання головки, швидкість її зворотно-поступального руху, а також тиск брусків для забезпечення необхідного кута хонінг-сітки (зазвичай 30-45 градусів) та шорсткості поверхні (Ra 0.4-1.2 мкм). Використовується спеціальна хонінгувальна рідина. Розмір гільзи постійно контролюється в процесі обробки.

Після хонінгування блок циліндрів піддається інтенсивній промивці з використанням спеціальних миючих засобів, щіток та подачі під тиском. Важливо повністю видалити всі мікрочастинки абразиву з хонінг-сітки та всіх

					01.12 – КР. 2265 –Є” 2025.12.16. 044 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

каналів блока. Це може включати багаторазове миття. Продування всіх отворів стисненим повітрям.

Контроль якості відновлених гільз та блока. Фінальна перевірка відповідності всіх параметрів відновлених гільз та блока циліндрів технічним вимогам Mazda.

Дії: Повторні вимірювання внутрішнього діаметра, овальності та конусності гільз. Перевірка шорсткості поверхні за допомогою профілометра. Візуальний контроль хонінг-сітки (її рівномірності та кута). Контроль площинності привалочних поверхонь блока.

Консервація та зберігання. Захист відновлених поверхонь від корозії до моменту складання двигуна включає нанесення тонкого шару чистого моторного масла або спеціального консерваційного складу на всі оброблені поверхні гільз та блока. Упаковка блока для захисту від пилу та вологи під час зберігання.

Цей технологічний процес забезпечує відновлення гільз циліндрів двигуна Mazda CX-5 до стану, що відповідає високим вимогам виробника, що гарантує його подальшу надійну та ефективну роботу.

## **2.8. Технічні вимоги на відновлення деталі (для гільзи циліндрів двигуна Mazda CX-5)**

Технічні вимоги до відновлених гільз циліндрів двигуна Mazda CX-5 є суворими, оскільки ці двигуни працюють під високим тиском і мають мінімальні допуски. Дотримання цих вимог є запорукою успішного ремонту та тривалої експлуатації двигуна. Нижче наведено фото гільзи (рис. 2.4.), яка відновлюється та її характеристика, ключові технічні вимоги (таблиця 2.2)

					01.12 – КР. 2265 –Є” 2025.12.16. 044 ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рис. 2.4. Гільза двигуна , що відновлюється

Геометричні параметри гільзи.

Діаметр циліндра: Після хонінгування внутрішній діаметр гільзи повинен відповідати обраному ремонтному розміру (наприклад, номінальний + 0.25 мм або + 0.50 мм) з допуском, встановленим виробником.

Приклад (орієнтовно): Для бензинових двигунів Skyactiv-G 2.0L (номінальний Ø83.5 мм) або 2.5L (номінальний Ø89.5 мм): Допуск на Ø після хонінгування:  $\pm 0.005$  мм.

Овальність: Відхилення від круглості (різниця між максимальним та мінімальним діаметрами в одному перерізі) не повинно перевищувати 0.003 - 0.005 мм.

Конусність: Відхилення від циліндричності по висоті гільзи (різниця між діаметрами у верхній та нижній частині) не повинно перевищувати 0.003 - 0.005 мм.

Відхилення від вертикальності осі циліндра: вісь циліндра має бути перпендикулярна до базової площини блока циліндрів (площина прилягання ГБЦ) з допуском не більше 0.02 мм на 100 мм висоти.

Параметр шорсткості Ra (середнє арифметичне відхилення профілю). Зазвичай для двигунів Mazda Skyactiv після хонінгування Ra має бути в межах

					01.12 – КР. 2265 –€” 2025.12.16. 044 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

0.4–1.2 мкм. Це значення є критичним для утримання оливи та ефективності роботи поршневих кілець.

Параметр шорсткості  $R_{pk}$  (приведена висота виступаючих частин профілю): Вказує на здатність поверхні утримувати оливу. Має бути мінімальним (наприклад, до 0.5 мкм).

Параметр  $R_{vk}$  (приведена глибина западин профілю): вказує на здатність поверхні утримувати оливу в хонінг-сітці. Має бути достатнім (наприклад, 1.5–2.5 мкм).

Хонінг-сітка: Кут перетину рисок хонінгування (перехресні штрихи) повинен бути в межах 30°–45°.

Сітка має бути рівномірною по всій робочій поверхні гільзи.

На робочій поверхні гільзи, а також у внутрішніх каналах блока циліндрів, не допускаються тріщини, раковини, глибокі задири, відколи, сліди корозії або інші пошкодження, що можуть вплинути на роботу двигуна або його ресурс. Поверхні гільз та внутрішні канали блока циліндрів після обробки та фінального миття повинні бути абсолютно чистими, без залишків абразивних частинок, стружки, оливи, нагару або інших забруднень. Залишки абразиву можуть спричинити швидкий знос двигуна після складання.

Після перевірки якості, оброблені поверхні гільз повинні бути покриті тонким шаром чистого моторного масла або спеціального консерваційного складу для запобігання корозії під час зберігання.

Дотримання цих технічних вимог вимагає застосування високоточного обладнання, використання якісних витратних матеріалів (різці, хонінгувальні бруски) та високої кваліфікації персоналу.

## **2.9. Вибір установочних баз при виконанні технологічних операцій (для двигуна Mazda CX-5)**

Правильний вибір установочних баз є ключовим для забезпечення точності та якості механічної обробки та складання двигуна Mazda CX-5.

					01.12 – КР. 2265 –Є” 2025.12.16. 044 ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Установочні бази забезпечують точне позиціонування блока циліндрів або його компонентів на верстатах та пристосуваннях.

Основні принципи вибору установочних баз:

-принцип єдності баз для всіх етапів обробки та контролю (розточування, хонінгування, вимірювання) використовуються одні й ті ж базові поверхні.

-принцип постійності баз бажано, щоб обрані бази не змінювалися протягом технологічного процесу для мінімізації похибок перебазування.

-принцип чистої бази: для точних операцій слід використовувати вже оброблені, чисті та точні поверхні як установочні бази.

принцип жорсткості: база має бути достатньо жорсткою, щоб не деформуватися під дією сил кріплення та сил різання.

Базові поверхні: нижня площина прилягання блока до піддона картера (корінних підшипників): Це головна установочна база. Вона є найбільш стабільною та точною поверхнею, яка визначає взаємне розташування всіх циліндрів та колінчастого валу. Блок встановлюється на верстат цією площиною.

Два технологічних отвори (штифти) на цій площині: Ці отвори (або спеціальні базові отвори, якщо вони передбачені конструкцією блока) використовуються для точного орієнтування блока на столі верстата або в пристосуванні для розточування/хонінгування. Вони забезпечують "локалізацію" блока та унеможливають його обертання.

Бічна поверхня блока (з боку, де розташований колінчастий вал): Може використовуватися для додаткового притискання та стабілізації блока.

Обґрунтування: вибір цих баз забезпечує перпендикулярність осі циліндра: Вісь кожного циліндра буде перпендикулярна до площини прилягання колінчастого валу, що є критично важливим для правильної роботи поршневої групи.

Точне взаємне розташування циліндрів: Забезпечується паралельність осей циліндрів одна одній та їхнє точне розташування відносно осі колінчастого валу.

					01.12 – КР. 2265 –Є” 2025.12.16. 044 ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для плоскошліфування привалочної площини головки блока циліндрів (ГБЦ). Базові поверхні. Нижня площина ГБЦ (площина прилягання до блока циліндрів): Ця поверхня є базовою для плоскошліфування. Вона встановлюється на магнітний стіл плоскошліфувального верстата або кріпиться в спеціальному пристосуванні.

Отвір під напрямну втулку клапана (або технологічний отвір): Використовується для орієнтації ГБЦ та забезпечення паралельності площин.

Центрові отвори на торцях колінчастого валу: Це основні технологічні бази для установки валу в центрах круглошліфувального верстата при обробці корінних та шатунних шийок.

Якщо пристосування призначене для демонтажу гільз (що було частиною нашого проекту), його установочні елементи (опорна рама, захвати) повинні базуватися відносно верхньої площини блока циліндрів та/або отворів циліндрів, щоб забезпечити співвісність прикладення зусилля до гільзи та запобігти перекосам.

Правильний вибір та жорстке кріплення деталей по установочних базах дозволяє мінімізувати похибки обробки, забезпечити необхідну точність взаємного розташування елементів двигуна та значно покращити якість ремонту.

## **2.10. Розрахунок та вибір режимів виконання технологічних операцій (для відновлення гільз двигуна Mazda CX-5)**

Вибір оптимальних режимів різання для розточування та хонінгування гільз двигуна Mazda CX-5 є ключовим для досягнення необхідної точності, якості поверхні та продуктивності. Ці режими враховують особливості матеріалів, конструкції двигуна та використовуваного обладнання.

					01.12 – КР. 2265 –Є” 2025.12.16. 044 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

### 2.10.1. Режими розточування

Розточування виконується на вертикально-розточувальному верстаті. Режими різання включають глибину різання ( $t$ ), подачу ( $S$ ) та швидкість різання ( $V$ ). Матеріал гільзи: інтегровані гільзи в алюмінієвому блоці, як правило, виготовлені з високоміцного чавуну. Матеріал різця: твёрдосплавні пластини (наприклад, BK8, T15K6 або сучасніші марки для обробки чавуну).

1. Глибина різання ( $t$ , мм): Визначається виходячи з величини припуску на обробку, отриманого після дефектації, та кількості проходів. Зазвичай виконують 2 проходи:

Чорновий прохід:  $t_{\text{чорн}}=0.5-1.0$  мм (на радіус, тобто 1.0–2.0 мм на діаметр). Знімає основний шар зносу та дефекти. Чистовий прохід:  $t_{\text{чист}}=0.05-0.15$  мм (на радіус, тобто 0.1–0.3 мм на діаметр). Забезпечує точність розміру та залишає мінімальний припуск на хонінгування.

2. Подача ( $S$ , мм/об): Вибирається залежно від жорсткості системи верстат-пристосування-деталь, вимог до шорсткості після розточування та міцності різця. Для чорнового розточування:  $S_{\text{чорн}}=0.15-0.35$  мм/об. Для чистового розточування:  $S_{\text{чист}}=0.05-0.15$  мм/об.

3. Швидкість різання ( $V$ , м/хв): Вибирається за довідковими даними для даної пари "матеріал обробки - матеріал інструменту".

Для розточування чавуну твёрдосплавними різцями:  $V=80-150$  м/хв.

Приклад розрахунку кількості обертів шпинделя ( $n$ , об/хв): Якщо діаметр гільзи Mazda CX-5 (наприклад, 2.0L Skyactiv-G)  $D=83.5$  мм, і обрано швидкість різання  $V=100$  м/хв:  $n=\pi \times D \times 1000 \times V=3.14 \times 83.5 \times 1000 \times 100 \approx 262.2100000 \approx 381$  об/хв. Верстат налаштовується на найближчу доступну швидкість обертання.

### 2.10.2. Режими хонінгування

Хонінгування є фінішною операцією, що визначає якість поверхні та точність гільзи. Режими включають швидкість обертання хонінгувальної головки (повертання), швидкість зворотно-поступального руху ( $V_{\text{пост}}$ ), тиск брусків та зернистість абразиву.

					01.12 – КР. 2265 –€” 2025.12.16. 044 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

Матеріал абразивних брусків: синтетичні алмази або карбід кремнію на керамічній чи металевій зв'язці.

Мастильно-охолоджуюча рідина (МОР): спеціальна хонінгувальна рідина на олійній основі.

1. Швидкість обертання ( $n_{\text{обертання}}$ , об/хв) та швидкість зворотно-поступального руху ( $V_{\text{пост}}$ , м/хв): ці швидкості взаємопов'язані і визначають кут хонінг-сітки.

Для забезпечення кута  $\alpha=30^\circ-45^\circ$  (оптимальний для утримання оливи) необхідно підбирати їх співвідношення.

Орієнтовні значення:  $V_{\text{пост}}=10-20$  м/хв.

$n_{\text{обертання}}$  розраховується або підбирається за рекомендаціями виробника хонінгувального верстата.

2. Тиск брусків (Р, МПа):

-для попереднього хонінгування (зняття основного припуску):  $P=0.2-0.5$  МПа.

-для фінішного хонінгування (формування хонінг-сітки та точного розміру):  $P=0.05-0.2$  МПа.

3. Зернистість абразивних брусків: використовується послідовно кілька наборів брусків.

-попереднє хонінгування: Зернистість 150-220 ( $\mu\text{м}$ ).

-середнє хонінгування (за потреби): Зернистість 60-100 ( $\mu\text{м}$ ).

-фінішне хонінгування (для формування Ra): Зернистість 400-800 ( $\mu\text{м}$ ).

-суперфінішне хонінгування (за потреби, для  $Rpk/Rvk$ ) дуже дрібна зернистість (наприклад, 1000+).

Приклад вибору режимів хонінгування для гільзи Mazda CX-5 (Д=83.5 мм):

-чорнове хонінгування: Зернистість 150-200.  $n_{\text{обертання}} \approx 200$  об/хв,  $V_{\text{пост}} \approx 15$  м/хв. Тиск 0.3 МПа.

-фінішне хонінгування: Зернистість 600-800.  $n_{\text{обертання}} \approx 150$  об/хв,  $V_{\text{пост}} \approx 10$  м/хв. Тиск 0.1 МПа.

					01.12 – КР. 2265 –€” 2025.12.16. 044 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## РОЗДІЛ 3. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

### 3.1. Аналіз існуючих способів демонтажу гільз блоку циліндрів

Для демонтажу гільз блоку циліндрів на практиці застосовують знімачі, які можуть бути виконані в кількох варіантах.

Знімач гільз блоку циліндрів дизельного двигуна 60-160мм - 4068 JTC, фото 1



Рис. 3.1. Знімач гільз для дизельних двигунів

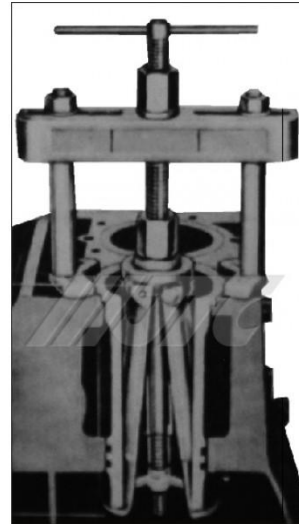
При першому варіанті знімач складається з корпусу, в напрямляючих якого розміщені три сектори з фрикційними накладками, гвинта, конусні гайки, що рухає гвинт. Для випресування необхідно ввести знімач в гільзу і затягнути конусну гайку. Потім на блок необхідно встановити упор і загвинчуючи гайку, випресувати гільзу. При виготовленні такого знімача в основному використовують деталі від головки для шліфування циліндрів.

В другому варіанті пристосування являє собою два сектори, по бічним поверхням яких закріплені фрикційні накладки з розташованим між ними сталевим корпусом. Щоб випресувати гільзу необхідно перемістити поршень в нижню мертву точку. Потім встановити на нього конус, заклавши по бокам сектори, і осадити їх ударами молотка через поставку щоб вони добре зчепились з гільзою. Після цього необхідно привести в обертання колінчастий вал і поршень, рухаючись вгору, впреться в конус, а через нього і сектори та виштовхне гільзу із блок.

					01.12 – КР. 2265 –Є” 2025.12.16. 044 ПЗ					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						
Розроб.		Свиста О.І.			РОЗДІЛ 3. РОЗРАХУНКОВО- КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА					
Перевір.		Новицький А.В.						Літ.	Арк.	Аркушів
									41	70
Н. Контр.		Ревенко Ю.І.						НУБіП ГМАШ-2203 с.т		
Затверд.										



а



б

Рис.3.2. Знімач з вуглецевої сталі (працює на мокрій гільзі): а – знімач в зборі; б – знімач при використанні.

Більшість гільз в наш час є взаємозамінні , що полегшує ремонт двигунів і дає можливість відремонтувати двигун з меншими капіталовкладеннями і затратами часу.

### 3.2. Призначення і загальна характеристика розробки

Представлене пристосування призначене для демонтажу гільз блоку циліндрів двигунів внутрішнього згорання з застосуванням вантажопідйомного обладнання ремонтної майстерні. Цим обладнанням в умовах ремонтної майстерні або ж цеху можуть бути кран-балки, талі, електротельфери. Це дозволить створювати значні зусилля за виконання операцій випресування гільз. Використання цього пристосування дозволяє випресувати гільзи з блоків циліндрів ДВЗ, які важко демонтуються традиційними способами. Захоплення та демонтаж гільзи здійснюється лапками за нижню крайку, тому при випресуванні дзеркало гільзи не пошкоджується. З метою запобігання зриву лап пристосування після захоплення передбачається їх фіксація. Це покращує умови демонтажних робіт. Захват лапами гільзи і звільнення від захвата після випресування відбувається автоматично, без застосування ручної праці.

					01.12 – КР. 2265 –Є” 2025.12.16. 044 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

### 3.3. Опис конструкції і принцип роботи

Пристосування для проведення демонтажних робіт гільз блоку циліндрів ДВЗ має слідуючу конструкцію. На зварному корпусі пристосування розміщені г-подібні важелі, які обертаються на пальцях. Довгі плечі важелів пристосування з'єднані тягами з вантажним кільцем. Короткі плечі важелів пристосування через шатуни - з траверсою стержня, що обертаються на осях хрестовини, яка жорстко з'єднана зі стержнем. Нижні кінці лап, які призначені для захоплення гільз при демонтажі, при розходженні замикаються п'ятою, а верхні запірною шайбою. П'ята жорстко з'єднана з тягою, що має на верхньому кінці ексцентричний вантаж. Запірна шайба має в своїй верхній частині диск.

Розглянемо принцип роботи пристосування. Пристосування підвішується на гаку електротельфера, опускається в гільзу блоку циліндрів. Коли конус лягає на блок циліндрів - запірна шайба, яка жорстко зв'язана з корпусом пристосування, зупиняється.

### 3.4. Розрахунок елементів пристосування

Проведемо розрахунок на міцність елементів пристосування. Для проведення розрахунку пристосування слід прийняти наступні вихідні дані. З практики проведення демонтажних робіт відомо, що для випресовування гільз з блоку циліндрів необхідно і достатньо зусилля *100 кгс*. Разом з тим, іноді необхідно прикладати значно більші зусилля.

Розробимо кінематичну схему механізму передачі зусилля від талі до траверси пристосування для проведення демонтажних робіт.

					01.12 – КР. 2265 –Є” 2025.12.16. 044 ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

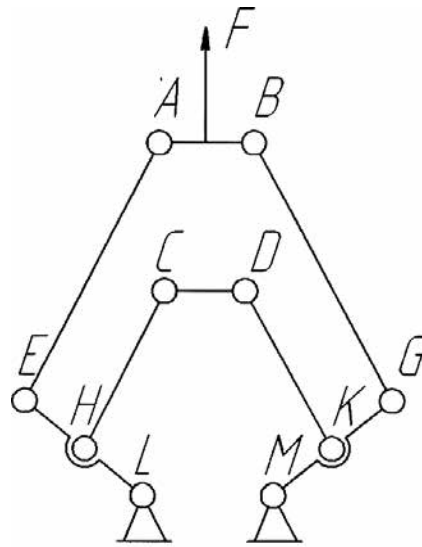


Рис. 3.1. Кінематична схема механізму передачі зусилля

Виконаємо розрахунки згідно схеми, яка наведена на рис. 3.1., прийнявши наступні дані: силу  $F=1000\text{кгс}=9810\text{ Н}$ , довжини ланок:  $AB=58\text{мм}$ ;  $EA=GB = 160\text{ мм}$ ;  $EL=GM=85\text{мм}$ ;  $HL=KM=43\text{ мм}$ ;  $HC=KD=100\text{ мм}$ ;  $CD=34\text{ мм}$ .

Розрахунки виконаємо знехтувавши вагою і силами інерції ланок механізму пристосування. Кінцева мета розрахунку – знайти тангенціальну реакцію  $K_{\tau}R^{\tau}$ , яка діє на ланку  $CD$  при прикладенні до механізму сили  $F$ . Така реакція і буде зусиллям, яке створюється для ви пресування гільзи з блоку циліндрів.

Спочатку розглянемо групу  $EAB$  (рис. 3.2.) і прикладемо всі сили, які діють на неї (сила  $F$  і реакції в'язей).

Формуємо рівняння моментів всіх сил, які діють на ланку  $AE$  відносно точки  $A$ :

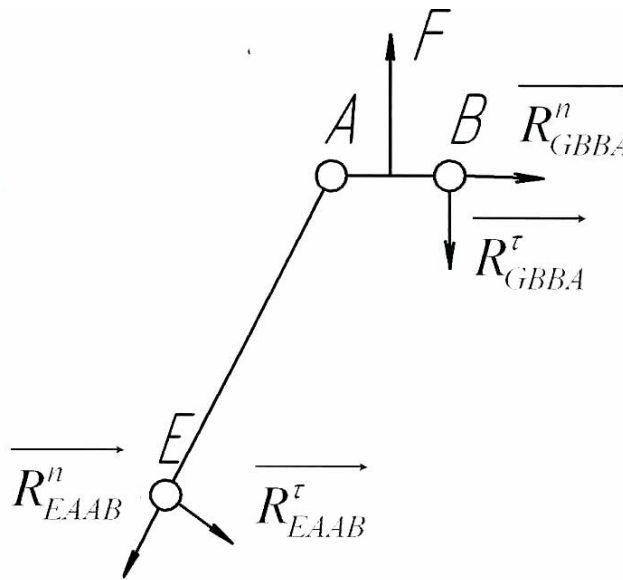


Рис. 3.2 Силова схема групи EAB

$$R_{GBBA}^{\tau} \cdot AB + F \cdot \frac{AB}{2} = 0 \quad (3.1)$$

Звідси  $R_{GBBA}^{\tau} = -\frac{F}{2} = 4905H$

Складаємо рівняння моментів всіх сил, що діють на ланку AB відносно точки A:

$$R_{EAAAB}^{\tau} \cdot AB = 0 \quad (3.2)$$

Звідси  $R_{EAAAB}^{\tau} = 0$

Для визначення нормальної складової  $R_{LEEA}^{\tau}$  складається векторне рівняння рівноваги всіх сил, що діють на групу EAB:

$$\vec{R}_{LEEA}^{\tau} + \vec{R}_{GBBA}^{\tau} + \vec{R}_{GBBA}^n + \vec{F} = 0 \quad (3.3)$$

Виходячи з плану сил (рис. 3.3.) пристосування, визначаємо силу  $R_{LEEA}^n = R_{LEEA}$ .

Із врахуванням масштабу плану сил, визначаємо, що  $R_{LEEA} = 6000 H$

Розглянемо механізм EL і прикладемо сили, які діють на нього (рис.3.4).

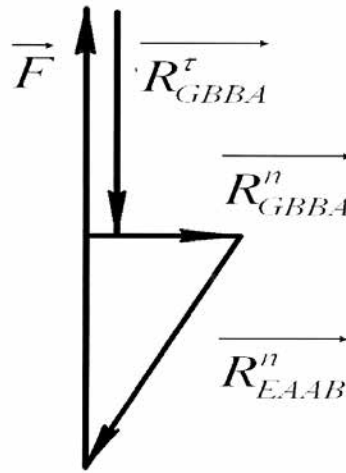


Рис. 3.3 План сил групи ЕАВ

Сила  $R_{AEEL} = R_{LEEA}$  але направлена в протилежну сторону. При дії даної сили розглянутий механізм діє як важіль, тобто:

$$EL \cdot R_{AEEL} = F' \cdot HL$$

Звідси:  $EL \cdot R_{AEEL} = F' \cdot HL$

$$F' = 6000 \cdot 85 / 43 = 1186 \text{ Н}$$

Сила  $F'$  діє в точці  $H$  паралельно силі  $R_{AEEL}$ . Розглянемо групу  $HCD$  (рис.3.4.) і прикладемо сили, які діють на неї.

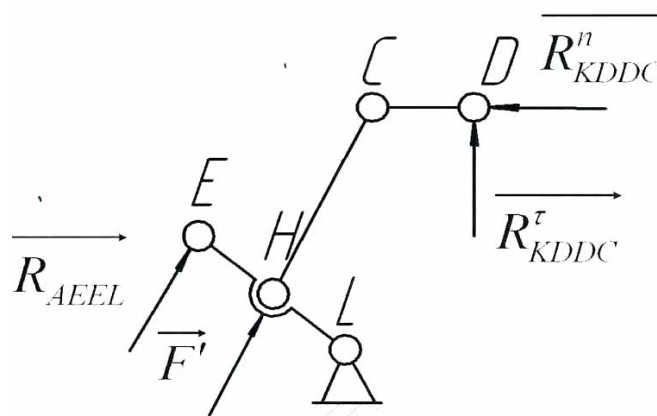


Рис. 3.4. Силова схема механізму  $EL$  і групи  $HCD$

Для визначення необхідної нам складової  $R_{KDDC}^tau$  складаємо векторне рівняння рівноваги усіх сил, що діють на групу  $HCD$ :

$$\vec{F}' + R_{KDDC}^tau = 0 \tag{3.5}$$

З плану сил (рис.3.5) визначаємо силу  $R_{KDDC}^tau = 10400 \text{ Н}$

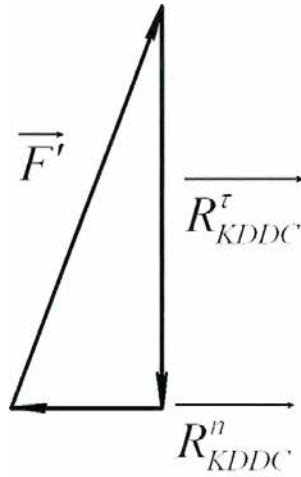


Рис. 3.5 План сил групи НСДІ

Розрахувавши механізм з іншого боку, аналогічно знайдемо, що

$$R_{\text{НСД}}^{\tau} = 10400 \text{ Н}$$

Звідси сила  $P$  протидіє реакціям  $R_{\text{КДДС}}^{\tau}$  і  $R_{\text{НСД}}^{\tau}$  дорівнює:

$$P = R_{\text{КДДС}}^{\tau} + R_{\text{НСД}}^{\tau} = 20800 \text{ Н}$$

З приведених розрахунків бачимо, що якщо врахувати вагу і сили інерції ланок пристосування, то сила, яка створюється для випресовування гільзи майже вдвічі більше, ніж сила прикладена до механізму.

Виберемо діаметр вала, який з'єднуватиме траверсу з хрестовиною, на якій знаходяться лапки  $d = 12 \text{ мм}$ .

Виконаємо розрахунок даного вала на розтяг за формулою:

$$\sigma_p = \frac{P}{S} \leq [\sigma_p] \quad (3.6)$$

де  $\sigma_p$  - напруження при розтягу, кгс/см<sup>2</sup>;

$P$  - сила, прикладена до вала, кгс;

$S$  - площа поперечного перерізу вала.

$$S = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3.14 \cdot (1.2)^2}{4} = 1.3 \text{ см}^2$$

$[\sigma_p]$  - допустиме напруження при розтягу.

При перемінному навантаженні для сталі Ст. 5  $[\sigma_p] = 1150 \text{ кгс/см}^2$ .

$$\text{Звідси: } [\sigma_p] = \frac{1000}{1.13} = 884,2 \text{ кгс/см}^2 < [\sigma_p]$$

					01.12 – КР. 2265 –€” 2025.12.16. 044 ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ

### 4.1. Аналіз умов праці на дільниці з ремонту двигунів підприємства VIDІ

Аналіз умов праці на дільниці з ремонту двигунів підприємства ТОВ «VIDІ» є важливим етапом для забезпечення безпеки працівників та ефективності виконання робіт. Дільниця з ремонту двигунів є зоною підвищеної небезпеки, де працівники стикаються з різноманітними шкідливими та небезпечними виробничими факторами. Оцінка цих факторів дозволяє розробити ефективні заходи щодо їх мінімізації або усунення.

Дільниця призначена для виконання комплексу робіт з діагностики, розбирання, ремонту вузлів та деталей, складання та випробування двигунів. Передбачається, що на дільниці використовується спеціалізоване обладнання та інструменти, включаючи розроблюване пристосування для демонтажу важких деталей двигунів.

Основні шкідливі та небезпечні виробничі фактори на дільниці ремонту двигунів:

Фізичні небезпечні фактори:

Рухомі частини виробничого обладнання (наприклад, обертові елементи верстатів, рухомі компоненти пристосувань).

Деталі та вузли двигунів, що переміщуються, зокрема під час демонтажу за допомогою пристосування.

Можливість падіння важких деталей (гільзи циліндрів, колінчасті вали, ГБЦ) під час їх демонтажу, транспортування та встановлення.

Підвищені рівні шуму та вібрації від працюючого обладнання та інструменту (наприклад, гайковертів, шліфувальних машинок, хоча розроблюване гідравлічне пристосування має мінімізувати шум під час своєї роботи).

					01.12 – КР. 2265 –Є” 2025.12.16. 044 ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Свиста О.І.			РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		Новицький А.В.					48	70
<i>Н. Контр.</i>		Ревенко Ю.І.			НУБіП ГМАШ-2203 с.т			
<i>Затверд.</i>								

Гострі краї, задирки та шорсткість на поверхнях деталей двигунів, інструменту та обладнання.

Можливість ураження електричним струмом при несправності електрообладнання або порушенні правил його експлуатації.

Недостатнє або нераціональне освітлення робочої зони, що може призвести до помилок та травм.

Підвищена або знижена температура повітря робочої зони, протяги.

Забруднення підлоги мастильними матеріалами, що може призвести до ковзання та падінь.

Хімічні небезпечні фактори:

Контакт з паливно-мастильними матеріалами, технічними рідинами (охолоджувальні, гальмівні), розчинниками, мийними засобами, які можуть викликати подразнення шкіри, дихальних шляхів або алергічні реакції.

Наявність у повітрі робочої зони парів пального, відпрацьованих газів (при короткочасному запуску двигунів, хоча основна робота відбувається з демонтованими агрегатами), продуктів згоряння при зварювальних роботах (якщо такі проводяться на дільниці).

Пил (металевий, абразивний) під час механічної обробки деталей.

Психофізіологічні небезпечні фактори:

Фізичне перенавантаження, пов'язане з підніманням та переміщенням важких деталей вручну (хоча розроблюване пристосування спрямоване на зниження цих навантажень під час демонтажу).

Нервово-психічне перенапруження через високу відповідальність, монотонність праці на деяких операціях або необхідність підтримання високої концентрації уваги.

Незручна робоча поза під час виконання окремих операцій.

Стан охорони праці на дільниці значною мірою залежить від забезпечення працівників необхідними засобами індивідуального захисту (ЗІЗ). Працівники повинні бути забезпечені спецодягом, спецвзуттям, захисними рукавицями, окулярами, респіраторами (при роботі з пилом або парами хімічних речовин) та

					01.12 – КР. 2265 –Є” 2025.12.16. 044 ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

іншими ЗІЗ відповідно до виконуваних робіт та існуючих ризиків. Важливо не тільки наявність ЗІЗ, але й навчання правилам їх використання та контроль за їх застосуванням.

Виробниче обладнання, що використовується на дільниці, повинно бути справним, відповідати технічним вимогам безпеки та проходити регулярне технічне обслуговування і перевірки. Це стосується як стаціонарних верстатів, так і ручного інструменту, підйимально-транспортних засобів та розроблюваного пристосування. Обладнання повинно мати необхідні захисні огороження та системи блокування для запобігання доступу до рухомих частин під час роботи. Справність електричних систем та заземлення є критично важливою для запобігання електротравматизму.

#### **4.2. Вимоги безпеки під час експлуатації розробленого пристосування для демонтажу деталей двигунів**

Ефективна та безпечна експлуатація розробленого пристосування для демонтажу деталей двигунів (наприклад, гільз циліндрів, колінчастих валів, ГБЦ) на підприємстві ТОВ «VIDI» можлива лише за умови суворого дотримання вимог безпеки. Ці вимоги охоплюють як конструктивні особливості самого пристосування, так і правила поведінки персоналу на всіх етапах його використання.

Загальні вимоги безпеки до конструкції пристосування:

Конструкція пристосування повинна забезпечувати необхідну міцність та жорсткість для витримування розрахункових навантажень, визначених у Розділі 3 даної роботи, із необхідним запасом міцності.

Усі компоненти пристосування, особливо силові елементи та механізми захоплення, мають бути виготовлені з якісних матеріалів, що відповідають технічним умовам, та не мати дефектів, що знижують їх міцність.

Пристосування повинно забезпечувати надійну та стійку фіксацію як на блоці двигуна (або іншій базовій деталі), так і деталі, що демонтується, унеможливаючи їх самовільне зміщення або падіння.

					01.12 – КР. 2265 –Є” 2025.12.16. 044 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

Якщо пристосування використовує гідравлічний або пневматичний привід, усі шланги, з'єднання та циліндри повинні бути розраховані на робочий тиск із запасом, бути герметичними та захищеними від механічних пошкоджень. Гідравлічна система повинна бути оснащена запобіжним клапаном для уникнення перевищення тиску.

Органи керування пристосуванням (рукоятки насоса, вентилі) повинні бути розташовані в зручному та безпечному місці, мати чітке маркування та забезпечувати плавне керування процесом.

Конструкція повинна мінімізувати ризик травмування оператора: відсутність гострих кутів та крайок у місцях можливого контакту, захист рухомих частин (якщо такі є).

Пристосування повинно мати чітке маркування із зазначенням його призначення, максимально допустимого навантаження та основних правил безпечної експлуатації.

Ергономічність конструкції має забезпечувати зручність встановлення, експлуатації та демонтажу пристосування, знижуючи втомлюваність оператора.

Вимоги безпеки перед початком роботи:

До роботи з пристосуванням допускаються лише працівники, які пройшли відповідний інструктаж з охорони праці, ознайомлені з конструкцією пристосування та інструкцією з його експлуатації

Перед кожним використанням необхідно провести зовнішній огляд пристосування: перевірити його комплектність, відсутність видимих деформацій, тріщин, зносу робочих поверхонь, надійність різьбових та зварних з'єднань.

Перевірити справність силового елемента:

Для гідравлічного приводу: перевірити рівень робочої рідини в насосі, відсутність витоків рідини зі шлангів, з'єднань та гідроциліндра. Переконайтеся у плавності ходу штока.

Для пневматичного приводу: перевірити тиск у магістралі, справність пневмоциліндра, шлангів та з'єднань.

					01.12 – КР. 2265 –Є” 2025.12.16. 044 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

Переконалися у правильному та надійному встановленні пристосування на двигун або деталь, що демонтується. Захоплюючі елементи повинні бути точно спозиціоновані та надійно зафіксовані.

Підготувати робоче місце: забезпечити достатнє освітлення, прибрати сторонні предмети, забезпечити вільний доступ до пристосування та зони виконання робіт. Підлога має бути сухою та неслизькою.

Перевірити наявність та справність необхідних засобів індивідуального захисту (ЗІЗ): захисних окулярів, рукавиць, спецодягу.

Вимоги безпеки під час роботи:

Використовувати пристосування суворо за його прямим призначенням та відповідно до вимог інструкції з експлуатації.

Не допускається перевищувати максимальне робоче зусилля (навантаження), вказане в паспорті пристосування.

Прикладання зусилля для демонтажу деталі повинно бути плавним, без ривків. Необхідно постійно контролювати процес демонтажу.

Забороняється перебувати під деталлю, що демонтується, або в зоні її можливого падіння чи неконтрольованого переміщення.

Не залишати пристосування під навантаженням без нагляду оператора.

У разі виявлення будь-яких несправностей (сторонній шум, вібрація, витік робочої рідини, деформація елементів), негайно припинити роботу, зняти навантаження та повідомити керівника робіт.

Забороняється проводити будь-які ремонтні роботи або регулювання на пристосуванні, що знаходиться під навантаженням.

Використовувати відповідні ЗІЗ протягом усього часу роботи з пристосуванням.

Слідкувати за тим, щоб руки та інші частини тіла не потрапляли між рухомими частинами пристосування або між пристосуванням та деталями двигуна.

Вимоги безпеки після закінчення роботи:

Плавно зняти навантаження з пристосування та повернути його робочі

					01.12 – КР. 2265 –Є” 2025.12.16. 044 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

органи у вихідне (транспортне) положення.

Відключити силовий привід (гідравлічний/пневматичний насос від магістралі).

Обережно демонтувати пристосування з двигуна або деталі.

Очистити пристосування від бруду, мастильних матеріалів та робочої рідини (у разі її витоку).

Провести огляд пристосування на предмет можливих пошкоджень, що виникли під час роботи.

Зберігати пристосування у спеціально відведеному для цього місці, захищеному від вологи, пилу та механічних пошкоджень.

Прибрати робоче місце, зібрати інструмент та матеріали.

Повідомити керівника робіт про завершення роботи та будь-які виявлені несправності або проблеми.

Дотримання цих вимог є запорукою безпечної та довготривалої експлуатації розробленого пристосування та мінімізації ризику виробничого травматизму на ділянці ремонту двигунів ТОВ «VIDI».

#### **4.3. Заходи щодо поліпшення умов та безпеки праці на ділянці ремонту двигунів та при роботі з пристосуванням**

Для зниження впливу небезпечних та шкідливих виробничих факторів, виявлених під час аналізу умов праці на ділянці ремонту двигунів підприємства ТОВ «VIDI» (підрозділ 4.1), а також для забезпечення безпечної експлуатації розробленого пристосування для демонтажу деталей двигунів (підрозділ 4.2), необхідно впровадити комплекс технічних та організаційних заходів. Ці заходи спрямовані на створення безпечного робочого середовища, мінімізацію ризиків виробничого травматизму та професійних захворювань.

					01.12 – КР. 2265 –Є” 2025.12.16. 044 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

### 4.3.1 Технічні заходи

Технічні заходи передбачають удосконалення як самого розробленого пристосування, так і загального стану виробничого середовища на ділянці.

Заходи щодо безпеки конструкції та експлуатації розробленого пристосування:

Забезпечення високої якості виготовлення всіх елементів пристосування, використання сертифікованих матеріалів та комплектуючих, що відповідають розрахунковим навантаженням та умовам експлуатації.

Впровадження системи регулярного технічного огляду та планово-попереджувального ремонту розробленого пристосування, включаючи перевірку стану силових елементів, механізмів захоплення, зварних швів, надійність кріплень та справність гідравлічної/пневматичної системи.

Оснащення пристосування (якщо це передбачено конструкцією в Розділі 3) додатковими елементами безпеки, такими як захисні кожухи для рухомих частин, обмежувачі ходу, сигнальні пристрої про перевищення навантаження, а також ергономічні рукоятки для зручного та безпечного керування.

Заходи щодо загального поліпшення умов праці на ділянці:

Модернізація або заміна застарілого допоміжного обладнання та інструменту на ділянці для підвищення їх надійності та безпеки.

Удосконалення системи загальнообмінної та місцевої вентиляції для ефективного видалення з повітря робочої зони пилу, парів паливно-мастильних матеріалів та інших шкідливих хімічних речовин, що утворюються під час ремонту двигунів.

Оптимізація системи природного та штучного освітлення робочих місць відповідно до чинних норм, забезпечення рівномірного освітлення без сліпучого ефекту та пульсацій.

Впровадження заходів для зниження рівня шуму та вібрації від працюючого обладнання (наприклад, використання віброізолюючих підкладок, шумопоглинаючих екранів, своєчасне обслуговування обладнання).

					01.12 – КР. 2265 –Є” 2025.12.16. 044 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

Забезпечення належного стану електрообладнання та електромереж: регулярна перевірка ізоляції, наявності та справності заземлення, використання пристроїв захисного відключення.

Підтримання підлоги у належному стані: своєчасне очищення від розлитих мастильних матеріалів, забезпечення рівного та неслизького покриття.

Обладнання робочих місць стендами, стелажми та іншими пристроями для зручного та безпечного розміщення деталей, інструменту та оснастки.

#### **4.3.2. Організаційні заходи**

Організаційні заходи спрямовані на формування культури безпечної праці та чітке дотримання встановлених правил і процедур.

Розробка та затвердження детальної інструкції з охорони праці під час експлуатації розробленого пристосування для демонтажу деталей двигунів, що враховує всі етапи роботи та можливі небезпеки.

Проведення первинного та повторних інструктажів, а також спеціального навчання для всіх працівників, які будуть експлуатувати нове пристосування, з відпрацюванням практичних навичок безпечної роботи.

Забезпечення всіх працівників дільниці відповідними засобами індивідуального захисту (спецодяг, спецвзуття, захисні окуляри, рукавиці, респіратори тощо) залежно від виконуваних операцій та шкідливих факторів. Організація контролю за правильним використанням та своєчасною заміною ЗІЗ.

Впровадження системи регулярних перевірок (аудитів) стану охорони праці на дільниці, включаючи контроль за дотриманням вимог безпеки під час роботи з розробленим пристосуванням та іншим обладнанням.

Чітке визначення та розподіл обов'язків і відповідальності за дотримання вимог охорони праці між керівниками та працівниками дільниці.

Створення системи збору інформації про нещасні випадки, професійні захворювання та аварійні ситуації (включаючи інциденти та "майже випадки"), їх ретельний аналіз та розробка заходів щодо запобігання їх повторенню.

					01.12 – КР. 2265 –Є” 2025.12.16. 044 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

Рациональна організація робочих місць, що забезпечує вільні проходи, зручне та безпечне розташування обладнання, деталей та інструменту, а також шляхи евакуації.

Дотримання встановлених режимів праці та відпочинку для запобігання перевтоми працівників.

Забезпечення належного санітарно-побутового обслуговування працівників (наявність роздягалень, душових, умивальників, аптечок першої допомоги).

Проведення періодичних медичних оглядів працівників, зайнятих на роботах зі шкідливими та небезпечними умовами праці.

Впровадження зазначених технічних та організаційних заходів дозволить суттєво підвищити рівень безпеки праці на дільниці ремонту двигунів ТОВ «VIDI», знизити ризики виникнення нещасних випадків.

					01.12 – КР. 2265 –Є” 2025.12.16. 044 ПЗ	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

### 5.1. Визначення капіталовкладень в основні фонди

Капіталовкладення в основні фонди є важливим аспектом фінансового планування та стратегічного розвитку підприємства ТОВ «VIDI». Вони охоплюють інвестиції в основні засоби, які забезпечують довгострокове функціонування та ефективну роботу дільниці з ремонту двигунів. До основних фондів дільниці належать будівлі (або їх частина), споруди, виробниче обладнання (верстати, стенди, підйомально-транспортні засоби, діагностичне обладнання, розроблене пристосування), інструменти та інші засоби праці, що використовуються в процесі ремонту двигунів і забезпечують безперервність технологічних процесів.

Для визначення потреби в капіталовкладеннях на дільниці ремонту двигунів необхідно провести ретельну оцінку технічного стану наявних основних фондів, зокрема спеціалізованого обладнання, інструментів та інвентарю. Ключовим етапом є ідентифікація обладнання, що потребує заміни через фізичний або моральний знос, капітального ремонту або модернізації для забезпечення відповідності сучасним технологічним вимогам та вимогам охорони праці. Також слід враховувати потенційні інвестиції у нові технології ремонту, автоматизацію окремих операцій або придбання більш продуктивного обладнання, що може сприяти підвищенню якості ремонту, скороченню термінів виконання робіт та зниженню експлуатаційних витрат

Оцінка вартості капіталовкладень вимагає аналізу ринку для точного визначення цін на необхідне обладнання, інструменти, а також вартості проектних, монтажних та пусконаладжувальних робіт.

Вартість може включати не лише безпосередньо закупівлю основних засобів, але й витрати на їх доставку, установку, підключення до інженерних мереж та введення в експлуатацію.

					01.12 – КР. 2265 –€” 2025.12.16. 044 ПЗ			
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		Свиста О.І.			РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перевір.</i>		Новицький А.В.					57	70
<i>Н. Контр.</i>		Ревенко Ю.І.				НУБіП ГМАШ-2203 с.т		
<i>Затверд.</i>								

Окрім цього, необхідно планувати витрати на модернізацію та ремонт існуючих фондів дільниці, що дозволить подовжити термін їх служби та підвищити ефективність використання.

Важливим елементом планування капіталовкладень є врахування амортизації основних фондів. З часом обладнання та інші засоби праці зношуються, що призводить до зниження їх продуктивності, збільшення витрат на обслуговування та, зрештою, до необхідності їх відновлення або заміни. Тому амортизаційні відрахування повинні враховуватися при формуванні джерел фінансування капіталовкладень, що дозволить забезпечити своєчасне оновлення виробничих потужностей дільниці.

Визначення капіталовкладень в основні фонди дільниці ремонту двигунів потребує стратегічного підходу та довгострокового планування, оскільки деякі інвестиційні проекти можуть реалізовуватися поетапно. Це дозволяє раціонально розподіляти фінансові ресурси підприємства та забезпечувати поступове оновлення й розвиток матеріально-технічної бази дільниці. Правильно сплановані та реалізовані капіталовкладення сприятимуть підвищенню ефективності роботи дільниці, покращенню якості ремонтних послуг, зростанню конкурентоспроможності підприємства ТОВ «VIDI» та оптимізації виробничих витрат.

## **5.2. Розрахунок собівартості умовного ремонту**

Для оцінки економічної ефективності роботи дільниці з ремонту двигунів на підприємстві ТОВ «VIDI» важливим є визначення собівартості виконання типових ремонтних операцій. Розрахунок собівартості умовного ремонту двигуна дозволяє аналізувати структуру витрат, визначати цінову політику та шляхи оптимізації витрат. Умовний ремонт передбачає певний стандартизований обсяг робіт та заміну деталей, що дозволяє порівнювати економічні показники.

					01.12 – КР. 2265 –Є” 2025.12.16. 044 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

Собівартість умовного ремонту двигуна складається з наступних основних статей витрат:

Витрати на матеріали та запасні частини.

Витрати на оплату праці основного виробничого персоналу.

Витрати на енергоресурси (електроенергія).

Інші прямі та непрямі витрати (наприклад, амортизація обладнання, що використовується під час ремонту, витрати на допоміжні матеріали тощо).

Приклад розрахунку собівартості умовного ремонту двигуна на дільниці ТОВ «VIDI»:

Для розрахунку візьмемо умовні дані, що характеризують типовий ремонт двигуна:

Витрати на матеріали та запасні частини:

Запасні частини (наприклад, комплект поршневих кілець, вкладиші, прокладки, фільтри тощо): 5000 грн.

Мастила, охолоджувальні та інші витратні матеріали: 1000 грн.

Разом витрати на матеріали:  $5000 + 1000 = 6000$  грн.

Витрати на оплату праці:

Середня вартість однієї людино-години робітника-ремонтника (з урахуванням нарахувань): 150 грн/люд.-год.

Трудомісткість умовного ремонту двигуна: 20 люд.-год.

Разом витрати на оплату праці:  $150 \text{ грн/люд.-год} \times 20 \text{ люд.-год} = 3000$  грн.

Витрати на енергоресурси (електроенергія):

Витрати на електроенергію для роботи обладнання (верстати, діагностичне обладнання, освітлення) під час виконання умовного ремонту (припустимо): 200 грн.

Інші витрати:

Амортизаційні відрахування на обладнання, що використовується для ремонту (розподілені на один умовний ремонт, припустимо): 500 грн.

Транспортні та інші цехові накладні витрати, віднесені на один умовний ремонт (припустимо): 300 грн.

					01.12 – КР. 2265 –Є” 2025.12.16. 044 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

Разом інші витрати:  $500 + 300 = 800$  грн.

Загальна собівартість умовного ремонту:

Собівартість ремонту = Витрати на матеріали + Витрати на оплату праці + Витрати на енергоресурси + Інші витрати. Собівартість ремонту =  $6000$  грн +  $3000$  грн +  $200$  грн +  $800$  грн =  $10000$  грн.

Таким чином, орієнтовна собівартість умовного ремонту двигуна на ділянці ТОВ «VIDI» становить  $10000$  грн. Цей розрахунок є базовим і може коригуватися залежно від конкретної моделі двигуна, складності ремонту та актуальних цін на матеріали та енергоресурси. Регулярний аналіз собівартості дозволяє виявляти резерви для її зниження.

### 5.3. Визначення потреби в ремонтних матеріалах і запасних частинах

Ефективна організація роботи ділянці з ремонту двигунів на підприємстві ТОВ «VIDI» неможлива без своєчасного та повного забезпечення ремонтними матеріалами і запасними частинами. Точне визначення потреби в них є ключовим завданням для планування закупівель, управління складськими запасами та забезпечення безперебійності ремонтного процесу.

Процес визначення потреби в ремонтних матеріалах і запасних частинах включає декілька етапів:

Формування номенклатури необхідних матеріалів та запасних частин:

На основі аналізу технологічних процесів ремонту двигунів, що обслуговуються на ділянці, та їх конструктивних особливостей, складається детальний перелік необхідних запасних частин. Це можуть бути такі деталі, як поршні, поршневі кільця, шатуни, гільзи циліндрів, клапани, підшипники, прокладки, сальники тощо.

Визначається перелік ремонтних та витратних матеріалів, що включає моторні та трансмісійні мастила, охолоджувальні рідини, гальмівні рідини, герметики, очищувачі, зварювальні матеріали (якщо застосовуються), абразивні

					01.12 – КР. 2265 –€” 2025.12.16. 044 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

матеріали та інші.

Розрахунок кількісної потреби: Для кожної позиції номенклатури запасних частин та матеріалів розраховується необхідна кількість. Цей розрахунок ґрунтується на плановому обсязі ремонтних робіт (кількість двигунів, що плануються до ремонту за певний період – місяць, квартал, рік).

Використовуються норми витрат матеріалів та запасних частин на один умовний ремонт або на конкретну ремонтну операцію. Наприклад, для кожного типу ремонту двигуна можуть бути встановлені норми витрати мастила, кількість поршнів, комплектів кілець тощо.

Враховується частота проведення ремонтів певного типу. Наприклад, якщо для капітального ремонту двигуна певної моделі потрібен один комплект гільз циліндрів, а таких ремонтів планується 5 на місяць, то місячна потреба складе 5 комплектів.

Планування складських запасів:

Для забезпечення безперебійної роботи дільниці та уникнення простоїв через відсутність необхідних компонентів, формуються оптимальні рівні складських запасів.

Розмір страхового запасу визначається з урахуванням термінів поставки матеріалів та запасних частин, можливих коливань попиту та надійності постачальників.

Потреба в матеріалах розраховується не тільки на основі планового обсягу ремонтів, але й з урахуванням необхідності підтримання певного рівня запасів на складі.

Таким чином, визначення потреби в ремонтних матеріалах і запасних частинах для дільниці ремонту двигунів ТОВ «VIDI» є комплексним процесом, що вимагає аналізу планових показників, нормативної бази, статистики ремонтів та умов постачання. Ефективне управління цим процесом дозволяє оптимізувати витрати, уникнути дефіциту або надлишкових запасів та забезпечити високу готовність дільниці до виконання ремонтних робіт.

					01.12 – КР. 2265 –€” 2025.12.16. 044 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

#### 5.4. Розрахунок цехових витрат

Цехові витрати є важливою складовою загальних витрат дільниці з ремонту двигунів на підприємстві ТОВ «VIDI». Вони включають усі витрати, пов'язані з організацією та забезпеченням функціонування дільниці як виробничого підрозділу, окрім прямих витрат на матеріали та оплату праці основних робітників, які безпосередньо відносяться на собівартість конкретних ремонтів (як розглянуто в підрозділі 5.2). Точний розрахунок цехових витрат необхідний для правильного калькулювання повної собівартості послуг, аналізу ефективності роботи дільниці та прийняття управлінських рішень.

До основних статей цехових витрат дільниці з ремонту двигунів належать:

Витрати на утримання та експлуатацію обладнання (окрім амортизації, віднесеної на конкретні ремонти, тут можуть враховуватися витрати на технічне обслуговування, дрібний ремонт обладнання дільниці).

Витрати на енергоресурси для загальноцехових потреб (опалення, вентиляція, освітлення приміщень дільниці, робота допоміжного обладнання, яке неможливо прямо віднести на конкретний ремонт).

Заробітна плата допоміжного та управлінського персоналу дільниці (наприклад, майстра дільниці, комірника, прибиральника) з відповідними нарахуваннями.

Амортизація будівель, споруд та інвентарю загальноцехового призначення.

Витрати на інструменти, малоцінні та швидкозношувані предмети загальноцехового використання.

Витрати на охорону праці та техніку безпеки на дільниці.

Інші накладні витрати, пов'язані з функціонуванням дільниці (наприклад, послуги зв'язку, адміністративні витрати, що стосуються дільниці, тощо).

Приклад розрахунку місячних цехових витрат для дільниці ремонту двигунів ТОВ «VIDI»:

					01.12 – КР. 2265 –€” 2025.12.16. 044 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

Для ілюстрації наведемо умовний розрахунок:

Витрати на енергоресурси (загальноцехові):

Витрати на електроенергію для освітлення, опалення, вентиляції та роботи допоміжного обладнання дільниці (припустимо): 3000 грн.

Витрати на оплату праці (допоміжний та управлінський персонал дільниці):

Витрати на допоміжні матеріали, інструменти та МШП.

Витрати на мастильні матеріали для обслуговування обладнання, інструменти, спецодяг (частково), канцтовари для майстра тощо (припустимо): 5000 грн. (Примітка: важливо не дублювати тут матеріали, які прямо списуються на ремонти).

Інші накладні витрати:

Витрати на обслуговування та ремонт загальноцехового обладнання, утримання приміщення, послуги зв'язку тощо (припустимо): 2000 грн.

Загальна сума місячних цехових витрат:

Цехові витрати = Витрати на енергоресурси + Витрати на оплату праці (допоміжного персоналу) + Амортизація (загальноцехова) + Витрати на допоміжні матеріали та інструменти + Інші накладні витрати. Цехові витрати = 3000 грн + 7500 грн + 1000 грн + 5000 грн + 2000 грн = 18500 грн.

Отже, умовно розраховані місячні цехові витрати дільниці з ремонту двигунів ТОВ «VIDI» становлять 18500 грн. Ця сума в подальшому розподіляється на собівартість виконаних ремонтів або використовується для розрахунку загальної собівартості роботи дільниці.

## 5.5. Розрахунок собівартості ремонту машин

Окрім розрахунку собівартості окремих ремонтних операцій (як умовний ремонт двигуна), для комплексного економічного аналізу діяльності підприємства ТОВ «VIDI» важливо визначати повну собівартість ремонту автомобіля. Цей показник враховує всі витрати, пов'язані з відновленням працездатності транспортного засобу, і є основою для визначення

					01.12 – КР. 2265 –€” 2025.12.16. 044 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

рентабельності ремонтних послуг. Розрахунок проводиться на один умовний ремонт автомобіля, що надходить на дільницю.

Собівартість ремонту машини включає такі основні складові.

Прямі витрати на матеріали та запасні частини.

Прямі витрати на оплату праці робітників-ремонтників.

Витрати на енергоресурси, що споживаються під час ремонту.

Амортизація обладнання, що використовується в процесі ремонту.

Частка загальноцехових та інших накладних витрат.

Приклад розрахунку собівартості ремонту одного автомобіля на дільниці ТОВ «VIDI»:

Для ілюстрації наведемо умовний розрахунок, що базується на припущеннях щодо обсягу робіт та вартості ресурсів.

Витрати на матеріали та запасні частини:

Припустимо, що для умовного ремонту одного автомобіля вартість необхідних запасних частин та матеріалів становить 3000 грн.

Витрати на оплату праці:

Припустимо, що вартість роботи ремонтної бригади складає 1500 грн за зміну, а на ремонт одного автомобіля потрібно 10 змін.

Разом витрати на оплату праці:  $1500 \text{ грн/зміну} \times 10 \text{ змін} = 15000 \text{ грн}$ .

Витрати на енергоресурси:

Це витрати на електроенергію та інші енергоресурси, що споживаються обладнанням під час ремонту. Припустимо, що ці витрати на ремонт одного автомобіля складають 500 грн.

Амортизація обладнання:

Це витрати на знос обладнання, яке використовується під час ремонту. Припустимо, що сума амортизаційних відрахувань на один ремонт автомобіля складає 1000 грн.

Інші витрати:

До цих витрат можна віднести частку цехових та загальновиробничих витрат, витрати на обслуговування, адміністративні витрати тощо.

					01.12 – КР. 2265 –€” 2025.12.16. 044 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

## 5.6. Техніко-економічні показники дільниці

Для комплексної оцінки ефективності роботи спроектованої дільниці з ремонту двигунів на підприємстві ТОВ «VIDI» та обґрунтування доцільності впроваджених заходів, розраховуються ключові техніко-економічні показники. Ці показники узагальнюють результати виробничої та економічної діяльності дільниці за певний період (зазвичай місяць або рік) і слугують основою для аналізу, планування та контролю.

Основні техніко-економічні показники для дільниці ремонту двигунів представлено в таблиці 5.1 на основі умовних розрахункових даних, розглянутих у попередніх підрозділах.

Таблиця 5.1

Техніко-економічні показники дільниці для ремонту двигунів

Показник	Значення
Продуктивність дільниці (ремонтів/місяць)	100 одиниць ремонту
Собівартість ремонту (грн/одиниця)	21 500
Загальні витрати на ремонт (грн/місяць)	2 150 000
Кількість працівників, осіб	10
Середня зарплата на одного працівника (грн/місяць)	1 500
Загальний фонд заробітної плати (грн/місяць)	15 000
Амортизація обладнання (грн/місяць)	1 000
Енергоспоживання (грн/місяць)	5 000
Середній час на ремонт одного двигуна (годин)	8 годин
Продуктивність праці (ремонтів/працівник/місяць)	10 одиниць
Розрахунковий економічний ефект (грн/місяць)	300 000 грн

Аналіз наведених показників дозволяє зробити висновки про поточний стан та потенціал дільниці. Наприклад, показник собівартості ремонту є ключовим для ціноутворення. Продуктивність праці характеризує ефективність організації робочих процесів та кваліфікацію персоналу. Розрахунковий економічний ефект демонструє загальну фінансову вигоду від діяльності

дільниці, враховуючи доходи та всі статті витрат. Моніторинг цих показників у динаміці дає можливість керівництву ТОВ «VIDI» своєчасно реагувати на зміни, виявляти слабкі місця та впроваджувати заходи для подальшого підвищення ефективності роботи дільниці.

					01.12 – КР. 2265 –Є” 2025.12.16. 044 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

## ВИСНОВКИ

У ході виконання даної бакалаврської кваліфікаційної роботи було проведено аналіз виробничої діяльності та ремонтно-обслуговуючої бази підприємства ТОВ «VIDI», досліджено існуючі технології ремонту двигунів та розроблено конструкцію удосконаленого пристосування для демонтажу деталей двигунів. На основі проведеної роботи можна зробити наступні висновки:

Аналіз виробничої діяльності ремонтних підприємств, подібних до ТОВ «VIDI», та аналіз статистики відмов автомобільної техніки показали, що значна частка простоїв пов'язана з несправностями двигунів. Існуючі технологічні процеси демонтажу важких та складно встановлених деталей, таких як гільзи циліндрів, колінчасті вали та ГБЦ, часто характеризуються високою трудомісткістю, тривалим часом виконання, ризиком пошкодження дорогих компонентів та недостатнім рівнем безпеки праці через використання застарілих або універсальних пристосувань.

Для вирішення виявлених проблем було запропоновано, обґрунтовано та розроблено конструкцію удосконаленого пристосування для демонтажу деталей двигунів, зокрема, на базі гідравлічного приводу. Запропонована конструкція, що складається з силового елемента (гідроциліндра), опорної рами та змінних захоплюючих механізмів, дозволяє значно знизити фізичні зусилля оператора, забезпечити плавне та контрольоване прикладання високого демонтажного зусилля, що підвищує швидкість та якість операції.

В рамках розрахунково-конструкторської частини було виконано розрахунки на міцність та стійкість для найбільш навантажених елементів пристосування (штока, траверси, захоплюючих елементів, кріплень). На основі розрахунків було обрано відповідні конструкційні та леговані сталі (наприклад, сталь 40Х, 45, 30ХГСА), що забезпечують необхідний запас міцності та

					01.12 – КР. 2265 –Є” 2025.12.16. 044 ПЗ		
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>		Свиста О.І.			ВИСНОВКИ		
<i>Перевір.</i>		Новицький А.В.					
<i>Реценз.</i>							
<i>Н. Контр.</i>		Ревенко Ю.І.					
<i>Затверд.</i>							
					<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
						68	70
					НУБіП ГМАШ-2203 с.т		

надійність конструкції в умовах експлуатації на ремонтній дільниці. Розрахунок техніко-економічної ефективності впровадження розробленого пристосування продемонстрував його доцільність. За рахунок скорочення часу на виконання операцій демонтажу, зниження трудомісткості, зменшення ризику пошкодження деталей та підвищення продуктивності праці, капітальні витрати на виготовлення пристосування мають короткий термін окупності, що свідчить про високу рентабельність інвестицій для підприємства ТОВ «VIDI».

В рамках роботи було проаналізовано умови праці на дільниці ремонту двигунів та ідентифіковано основні небезпечні та шкідливі виробничі фактори. Розроблено комплекс заходів з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях. Сформульовано конкретні вимоги безпеки до конструкції та всіх етапів експлуатації нового пристосування, а також запропоновано технічні та організаційні заходи для поліпшення умов праці, що дозволить мінімізувати виробничий травматизм.

Впровадження результатів даної дипломної роботи — удосконаленого пристосування та супутніх технологічних і організаційних рекомендацій — дозволить підприємству ТОВ «VIDI» модернізувати процес ремонту двигунів, підвищити його ефективність, якість та безпеку, скоротити час простою автомобілів у ремонті та, як наслідок, покращити загальні техніко-економічні показники діяльності.

					01.12 – КР. 2265 –Є” 2025.12.16. 044 ПЗ	Арк.
						69
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Новицький А. В., Карибиньош С. С., Ружи́ло З. В. Організація сервісного виробництва. К.: НУБіПУ, 2017. 221с.

2. Новицький А. В. Моніторинг тенденцій розвитку системи технічного обслуговування і ремонту сільськогосподарської техніки. Науковий журнал «Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів». Харків. 2014, Вип. 2 С. 41–48.

3. Ремонт автомобілів: Навчальний посібник / Упорядник В.Я. Чабанний. - Кіровоград: Центрально-Українське видавництво, 2007. 348 с.

4. Новицький А. В., Ружи́ло З. В., Котречко О. О. Забезпечення надійності сільськогосподарської техніки в системі розвитку інноваційних процесів. Machinery & Energetics. Journal of Rural Production Research. Kyiv. Ukraine. 2019, Vol. 10, No 3

5. Журавель Д.П. Моделювання працездатності машино тракторного агрегату при експлуатації на біодизелі. Праці ТДАТУ. Вип. 19.Т.3. Мелітополь, 2019.

6. Журавель Д.П. Обґунтування методики прогнозування технічного стану функціональних систем мобільних енергетичних засобів. Праці ТДАТУ. Вип. 19.Т.4. Мелітополь, 2019.

7. Надійність техніки. Системи технологічні. Терміни та визначення. ДСТУ 2470-94. - [Чинний від 01.01.95] – К.: Держспоживстандарт України. 1994.

					01.12 – КР. 2265 –Є” 2025.12.16. 044 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Свиста О.І.			СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		Новицький А.В.					70	70
Реценз.						НУБіП ГМАШ-2203 с.т		
Н. Контр.		Ревенко Ю.І.						
Затверд.								