

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна
Навчально-науковий інститут «Українська інженерно-педагогічна академія»
Кафедра машинобудування, транспорту і зварювання

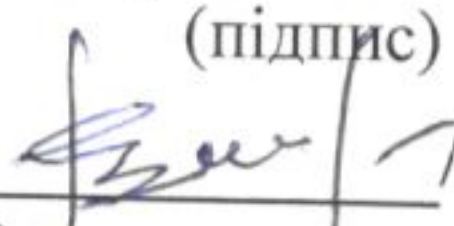
КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

магістра на тему

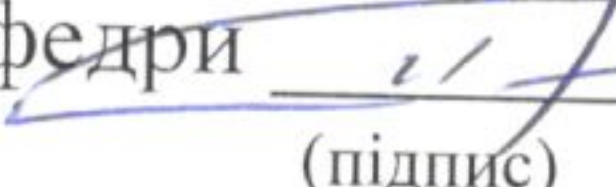
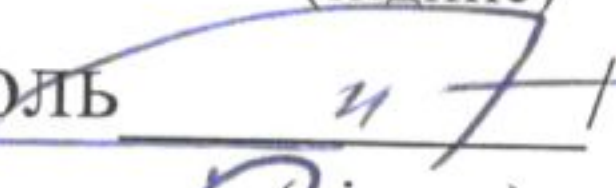
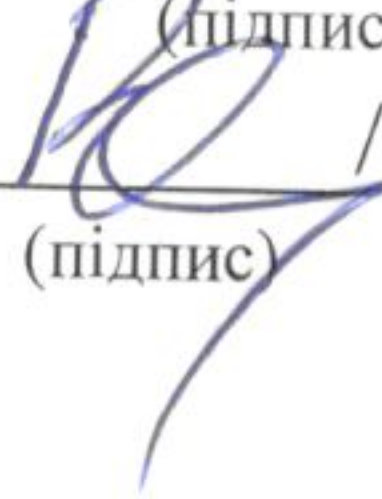
Професійна підготовка фахівців з проєктування авторемонтного підприємства автомобілів «КрАЗ – 65032» з вдосконаленням технології ремонту трансмісії

(тема кваліфікаційної роботи)

Виконав: студент 2 курсу, групи ДІТ- ПОТр-24мг
спеціальності: 015 Професійна освіта (Транспорт)
(код і найменування спеціальності)

	/	<u>Дмитро СЛЮТА</u>	(ім'я та прізвище)
Керівник		/	<u>Олег ПОДОЛЯК</u> (ім'я та прізвище)
Рецензент		/	<u>Павло ВАСЮЧЕНКО</u> (ім'я та прізвище)

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри		/	<u>Олег ПОДОЛЯК</u> (ім'я та прізвище)
Нормоконтроль		/	<u>Олег ПОДОЛЯК</u> (ім'я та прізвище)
Секретар ЕК		/	<u>Валентина СКОРКІНА</u> (ім'я та прізвище)

Харків – 2025 рік

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

Навчально-науковий інститут «Українська інженерно-педагогічна академія»

Кафедра машинобудування, транспорту і зварювання

Спеціальність 015 Професійна освіта (Транспорт)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри МТіЗ

Подольак О.С.

“06” 10 2025 р.

ЗАВДАННЯ
на магістерську кваліфікаційну роботу

магістранту

Дмитро СЛЮТА

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Професійна підготовка фахівців з проєктування авторемонтного підприємства автомобілів «КрАЗ – 65032» з вдосконаленням технології ремонту трансмісії

затверджена наказом № 4801-5/3665 від “06” 10 2025р.

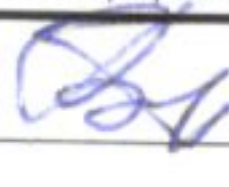
2. Термін здачі магістрантом закінченої роботи “10” грудня 2025р.

3. Вихідні дані до роботи: Вдосконалити технологію ремонту трансмісії автомобіля КРАЗ-65032 з виробничою програмою 850 кап. ремонтів на рік

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити) Вступ; Виконання ескізного проєкту ; Виконання технічного проєкту; Виконання технологічної частини; Виконання конструкторської частини; Методичний розділ; Висновки; Список використаних джерел.

5. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень, плакатів) Всі графічні матеріали представлено в вигляді презентації з використанням комп'ютера

6. Консультанти по роботі, із зазначенням відповідних її частин:

Розділ	Консультант	Підпис, дата		Оцінка (бали)
		Завдання видав	Завдання прийняв	
Методичний	Вероніка БАКАТАНОВА			

7. Дата видачі завдання “10” вересня 2024 р.

Керівник МКР


(підпис)

Олег ПОДОЛЯК
(ініціали, прізвище)

Завдання прийняв до виконання


(підпис)

Дмитро СЛЮТА
(ініціали, прізвище)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН-ГРАФІК виконання МКР

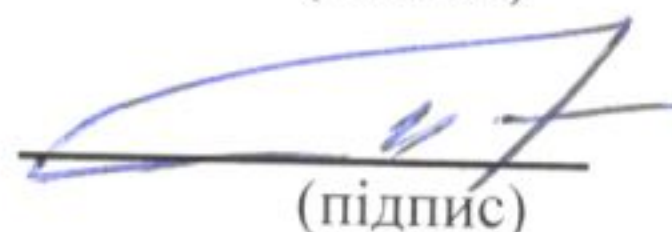
№ з/п	Назва етапів роботи та питань, які мають бути розроблені відповідно до завдання	Термін виконання	Позначки керівника про виконання завдань
1	Виконання ескізного проєкту		
2	Виконання технічного проєкту		
3	Виконання технологічної частини		
4	Виконання конструкторської частини		
5	Методичний розділ		
6	Оформлення і захист кваліфікаційної роботи	10.12.2025	

Студент


(підпис)

Дмитро СЛЮТА

Нормоконтроль


(підпис)

Олег ПОДОЛЯК

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка містить 118 сторінок, 31 таблицю, 4 рисунки, додатки.

Об'єкт дослідження – процес професійної підготовки майбутніх фахівців автомобільного профілю в закладах професійної освіти.

Наукова новизна роботи полягає у розробці та теоретичному обґрунтуванні методики професійного навчання, яка інтегрує реальні виробничі завдання, отримані в результаті інженерного проєктування АРЗ, у навчальний процес через систему ситуаційних вправ (кейсів), що сприяє формуванню діагностичної та технологічної компетентності фахівців.

Основні завдання роботи:

1. Теоретично обґрунтувати актуальність підготовки та проаналізувати вимоги роботодавців.
2. Виконати ескізний та технічний проєкт спеціалізованого АРЗ з дільницею ремонту трансмісії.
3. Розробити технологічний процес відновлення корпусу роздавальної коробки та конструкцію оснащення.
4. Розробити методику проведення практичного заняття з використанням кейс-методу.
5. Виконати економічне обґрунтування та розробити заходи з охорони праці.

У проєкті запропоновано створення спеціалізованого авторемонтного підприємства (АРЗ) для автомобілів КрАЗ-65032 з деталізацією технології відновлення агрегатів трансмісії (зокрема корпусу роздавальної коробки). Вдосконалено професійну підготовку фахівців шляхом впровадження інтерактивних кейс-технологій, що моделюють реальні виробничі ситуації.

Створення такої дільниці дозволяє забезпечити ремонт за технічним станом, зменшити час простою техніки та знизити собівартість відновлення агрегатів порівняно з їх заміною. Запропонована методика навчання підвищує готовність випускників до вирішення складних діагностичних завдань на виробництві.

Ключові слова:

ПРОЄКТУВАННЯ, АВТОРЕМОНТНЕ ПІДПРИЄМСТВО, КрАЗ-65032, ТРАНСМІСІЯ, РОЗДАВАЛЬНА КОРОБКА, ДІАГНОСТИКА, ТЕХНОЛОГІЯ, КЕЙС-ТЕХНОЛОГІЯ, ПРОФПІДГОТОВКА, КОМПЕТЕНТНІСТЬ.

Вим	Лист	№ докум.	Підп.	Дата	АРП - КрАЗ-65032 ПЗ				
Розробив		Слюта Д.С.			Пояснювальна записка		Літ	Лист	Листів
Перевірив		Подольак О.С.							
Т. контр							УПА		
Н. контр									
Затверд.		Подольак О.С.							

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ТА МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ ДЛЯ АВТОТРАНСПОРТНОЇ ГАЛУЗІ.....	11
1.1. Аналіз сучасного стану та вимог роботодавців до кваліфікації фахівців з ремонту вантажних автомобілів	12
1.2. Характеристика сучасних підходів до викладання спеціальних дисциплін автомобільного профілю	13
1.3. Шляхи вдосконалення професійної підготовки при вивченні теми «Ремонт трансмісії вантажних автомобілів».....	16
Висновки до розділу 1	17
РОЗДІЛ 2. ПРОЄКТУВАННЯ СПЕЦІАЛІЗОВАНОГО АВТОРЕМОНТНОГО ЗАВОДУ (АРЗ).....	20
2.1. Обґрунтування виробничої програми та розрахунок основних показників АРЗ.....	20
2.1.1 Технологічний процес ремонту автомобілів.....	21
2.1.2 Розрахунок річного фонду часу та річної трудомісткості заводу.....	23
2.2. Розрахунок штату, площ та компонування виробничого корпусу.....	26
2.2.1 Розрахунок штату.....	27
2.2.2 Розрахунок кількості робочих місць і обладнання.....	28
2.2.3 Будівельні вимоги. Ескізний план заводу.....	29
2.3. Технічний проєкт ділянки ремонту агрегатів трансмісії... ..	30
2.3.1 Призначення ділянки.....	33
2.3.2 Режим роботи і фонд робочого часу.....	34
2.3.3 Річна виробнича програма і трудомісткість робіт на ділянці.....	36
2.3.4 Розрахунок кількості працюючих на ділянці.....	38
2.3.5 Штатна відомість.....	40
2.3.6 Розрахунок кількості робочих місць і обладнання.....	42
2.3.7 Розрахунок виробничої площі ділянки.....	44
2.3.8 Підйомно-транспортні засоби.....	45
2.3.9 Основні будівельні вимоги.....	45
2.3.10 Розрахунок енергетичних потреб.....	47
Висновки до розділу 2.....	51

РОЗДІЛ 3. РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ РЕМОНТУ ТА КОНСТРУКТОРСЬКОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ.....	52
3.1. Аналіз дефектів та розробка загальної технології відновлення агрегатів.....	52
3.1.1 Аналіз умов роботи та типових дефектів агрегатів трансмисії КраЗ-65032.....	51
3.1.2 Аналіз типових технологій ремонту та їх недоліки.....	52
3.2 Вибір об'єкта детального технологічного опрацювання....	55
3.2.1. Розробка технологічного процесу відновлення.....	55
3.2.2 Призначення і умови роботи деталі "Корпус роздавальної коробки".....	56
3.2.3 Аналіз експлуатаційних дефектів деталі.....	57
3.2.4 Складання маршрутної карти операцій.....	58
3.2.5 Вибір обладнання, пристроїв та інструменту.....	60
3.2.6 Розрахунок і вибір режимів обробітку.....	61
3.2.7 Розробка технологічної карти на випробування агрегату після ремонту.....	63
3.3 Конструкторська розробка.....	65
3.3.1 Призначення і робота пристрою.....	66
3.3.2 Розрахунок деталей на міцність.....	68
Висновки до розділу 3.....	73
РОЗДІЛ 4. РОЗРОБКА МЕТОДИЧНОГО ПРОЄКТУ ПРАКТИЧНОГО ЗАНЯТТЯ З ТЕМИ "ТЕХНОЛОГІЯ РЕМОНТУ ТРАНСМІСІЇ АВТОМОБІЛЯ КРАЗ-65032".....	74
4.1 План практичного заняття на тему «Технологія ремонту трансмисії автомобіля КраЗ-65032».....	74
4.1.1 Вихідні дані заняття.....	74
4.1.2 Аналіз професійної діяльності фахівця.....	75
4.1.3 Кваліфікаційні вимоги та результати навчання.....	76
4.1.4 Характеристика теми та цілей заняття.....	77
4.1.5 Міждисциплінарні зв'язки.....	79
4.1.6 Дидактичні засоби і технічне забезпечення.....	81
4.2. Структура та етапи заняття.....	83
4.2.1 План-структура практичного заняття.....	83
4.2.2 Хід заняття.....	85
4.3 Методи активізації пізнавальної діяльності.....	89
4.3.1 Методи формування професійних умінь	90
4.3.2 Інтерактивні та цифрові інструменти.....	91

Висновки до розділу 4.....	93
РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА.....	95
5.1 Техніка безпеки.....	95
5.2 Охорона праці і промислова санітарія.....	96
5.3 Електробезпека.....	98
5.4 Екологічна безпека. Охорона навколишнього середовища..	102
5.5 Наукова організація праці.....	103
Висновки до розділу 5.....	106
РОЗДІЛ 6. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	107
6.1 Розрахунок вартості основних фондів.....	107
6.2 Розрахунок заробітної платні.....	109
6.3 Витрати на запасні частини та матеріали.....	110
6.4 Витрати на енергоносії	114
6.5 Амортизаційні відрахування.....	117
Висновки до розділу 6.....	118
ВИСНОВКИ.....	119
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	120
ДОДАТКИ.....	121

ВСТУП

Ефективне функціонування транспортної галузі України, зокрема сектору вантажних перевезень, критично залежить від надійності важкої вантажної техніки. Автомобілі підвищеної прохідності сімейства КрАЗ, зокрема КрАЗ-65032, є основою парку спеціалізованого автотранспорту [2, 21]. Однак, значне старіння рухомого складу та інтенсивна експлуатація вимагають системного підходу до відновлення їхнього ресурсу шляхом капітального ремонту [9, 26]. Такий ремонт є економічно доцільнішою альтернативою придбання нової техніки. Забезпечення високої якості ремонту неможливе без створення сучасних спеціалізованих авторемонтних заводів (АРЗ) та впровадження новітніх технологій відновлення, зокрема, для складних агрегатів трансмісії [6].

Водночас, модернізація виробничої бази висуває нові, підвищені вимоги до кваліфікації фахівців. Сучасний ринок праці потребує спеціалістів, які володіють не лише знаннями технологічних процесів (наприклад, ремонту корпусу роздавальної коробки), але й мають розвинену діагностичну компетентність, вміють працювати в команді та приймати ефективні рішення. Традиційні, репродуктивні методи професійної підготовки не забезпечують формування цих ключових компетенцій. Тому виникає гостра необхідність у вдосконаленні методики навчання через впровадження активних, практико-орієнтованих технологій, таких як метод кейс-стаді [14, 29].

Таким чином, актуальність роботи зумовлена необхідністю інженерної розробки сучасного спеціалізованого АРЗ для ремонту КрАЗ-65032 та педагогічного обґрунтування ефективної методики професійної підготовки фахівців, здатних реалізувати цей технологічний процес.

Мета дослідження полягає у розробці технічного проекту авторемонтного заводу з капітального ремонту автомобілів КрАЗ-65032 з деталізацією технології відновлення агрегатів трансмісії, а також в

обґрунтуванні та розробці методики проведення практичних занять зі спеціальних дисциплін із використанням інтерактивних кейс-технологій.

Для досягнення поставленої мети сформульовано такі завдання:

1. Теоретично обґрунтувати актуальність професійної підготовки фахівців, проаналізувати вимоги роботодавців та сучасні підходи до викладання спеціальних дисциплін.
2. Виконати ескізний та технічний проєкт спеціалізованого АРЗ, розрахувати виробничу програму, трудомісткість, штат та площу, а також спроектувати дільницю ремонту трансмісії.
3. Розробити технологічну та конструкторську частину проєкту, що включає детальний технологічний процес відновлення ключової деталі - корпусу роздавальної коробки та обґрунтування технологічного оснащення.
4. Розробити методику проведення практичного заняття з використанням кейс методу.
5. Розробити організаційну частину проєкту щодо забезпечення безпеки праці та життєдіяльності на спроектованому підприємстві.
6. Виконати економічне обґрунтування проєкту, розрахувати собівартість ремонту та показники економічної ефективності.

Об'єкт дослідження – процес професійної підготовки майбутніх фахівців автомобільного профілю в закладах професійної освіти.

Предмет дослідження – методика застосування інтерактивних кейс-технологій при вивченні технології ремонту та обслуговування вантажних автомобілів.

Методи дослідження. У роботі використано комплекс методів: теоретичні – аналіз технічної та педагогічної літератури для визначення стану проблеми та вибору методики; розрахунково-аналітичні – для визначення параметрів виробничої програми, трудомісткості, площ та економічної ефективності; проєктно-конструкторські – для розробки технологічних процесів, конструкції оснащення та планування дільниці;

емпіричні – для розробки навчально-методичного забезпечення (кейсів, плану-конспекту).

Наукова новизна одержаних результатів полягає у розробці та теоретичному обґрунтуванні методики професійного навчання, яка інтегрує реальні виробничі завдання, отримані в результаті інженерного проєктування АРЗ, у навчальний процес через систему ситуаційних вправ (кейсів), що сприяє формуванню діагностичної та технологічної компетентності фахівців.

Практичне значення одержаних результатів визначається розробкою готового до впровадження комплексу:

- 1) технічного проєкту АРЗ (з детальним розрахунком потужності та штату);
- 2) деталізованого технологічного процесу відновлення ключового агрегату трансмісії;
- 3) методичного забезпечення (план-конспект, навчальні кейси), що може бути використане для підвищення якості підготовки фахівців автомобільного профілю у відповідних закладах освіти.

Кваліфікаційна робота складається зі вступу, шести розділів, загальних висновків, списку використаних джерел та додатків.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИЧНІ ТА МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ ДЛЯ АВТОТРАНСПОРТНОЇ ГАЛУЗІ

1.1. Аналіз сучасного стану та вимог роботодавців до кваліфікації фахівців з ремонту вантажних автомобілів

Сучасний етап розвитку економіки України характеризується зростанням ролі автомобільного транспорту у забезпеченні логістичних процесів промисловості, будівництва, аграрного сектору та оборонної сфери. В умовах децентралізації виробничих потужностей та необхідності забезпечення мобільності вантажопотоків, особливого значення набуває надійність експлуатації вантажних автомобілів великої вантажопідйомності та підвищеної прохідності. Основу парку такої техніки в Україні, як і раніше, складають автомобілі Кременчуцького автомобільного заводу (зокрема, моделі сімейства КрАЗ-65032), які завдяки своїм конструктивним особливостям здатні ефективно функціонувати у важких дорожніх та кліматичних умовах [2, 21, 23].

Проте аналіз статистичних даних свідчить про суттєве старіння рухомого складу. Значна частина автомобілів експлуатується поза межами нормативного ресурсу, що призводить до зростання інтенсивності відмов та збільшення витрат на технічне обслуговування [6]. В умовах обмежених фінансових ресурсів для оновлення парку новою технікою, стратегічним напрямком підтримання працездатності автотранспортних засобів стає система капітального ремонту. Відновлення ресурсу автомобіля в заводських умовах дозволяє отримати засіб виробництва з характеристиками, наближеними до нових, при значно менших капіталовкладеннях.

Ефективність функціонування авторемонтного виробництва безпосередньо залежить від двох факторів: технологічного оснащення підприємств та кваліфікаційного рівня персоналу. Якщо питання

матеріально-технічного забезпечення вирішуються шляхом модернізації обладнання, то проблема кадрового забезпечення набуває системного характеру. Моніторинг ринку праці та опитування роботодавців — керівників авторемонтних заводів та великих сервісних центрів — виявляють суттєвий дисбаланс між якістю підготовки випускників закладів професійної освіти та реальними потребами виробництва [10, 28].

Сучасний роботодавець докорінно змінив парадигму вимог до фахівця автомобільного профілю. Традиційне уявлення про автослюсаря як виконавця механічних операцій з розбирання та складання вузлів відходить у минуле. Ускладнення конструкції вантажних автомобілів, підвищення вимог до точності спряжень деталей трансмісії та ходової частини вимагають від працівника сформованого інженерного мислення. Сьогоднішній фахівець повинен розуміти фізику процесів, що відбуваються в агрегатах, та вміти встановлювати причинно-наслідкові зв'язки між характером експлуатації автомобіля та виникненням дефектів [5, 15, 27].

Ключовою вимогою роботодавців стає діагностична компетентність. На практиці це означає здатність фахівця не просто замінити пошкоджену деталь, а коректно визначити причину її виходу з ладу, щоб запобігти повторній несправності. Особливо гостро це питання стоїть при ремонті складних агрегатів трансмісії (роздавальних коробок, редукторів ведучих мостів автомобілів КрАЗ), де помилка в дефектуванні корпусу або неправильне регулювання зачеплення шестерень призводить до критичних поломок вже на перших етапах післяремонтної експлуатації [14, 16].

Окрім суто технічних навичок (*hard skills*), таких як читання складальних креслень, володіння мірним інструментом та знання технологічних карт, роботодавці висувають високі вимоги до технологічної дисципліни. Специфіка заводського ремонту передбачає суворе дотримання регламентованих процедур відновлення, де будь-яке відхилення від маршрутної карти є неприпустимим. Випускники закладів освіти часто

виявляються невідповідними до роботи в умовах жорсткої стандартизації процесів, намагаючись діяти інтуїтивно, що є неприйнятним для сучасного промислового підприємства.

Також слід зазначити зростання попиту на так звані «м'які навички» (soft skills). Робота на ділянці капітального ремонту є колективним процесом, де кінцевий результат залежить від злагодженої взаємодії ланки фахівців. Здатність до ефективної комунікації, вміння працювати в команді, відповідальність за власну ділянку роботи та готовність до постійного навчання стають визначальними критеріями при працевлаштуванні.

Узагальнюючи викладене, можна констатувати наявність протиріччя між зростаючою технологічною складністю ремонтного виробництва та застарілими підходами до підготовки кадрів. Заклади освіти часто продовжують орієнтуватися на репродуктивні методи навчання, тоді як галузь потребує фахівців, здатних до аналітичної діяльності та вирішення нестандартних виробничих завдань. Це зумовлює нагальну необхідність перегляду змісту та методів професійної підготовки, зокрема через впровадження активних технологій навчання, що моделюють реальні умови виробничої діяльності при ремонті сучасної вантажної техніки.

1.2. Характеристика сучасних підходів до викладання спеціальних дисциплін автомобільного профілю

Аналіз науково-педагогічної літератури та практики роботи закладів професійної та вищої освіти свідчить, що методика викладання спеціальних дисциплін, зокрема курсу «Будова та ремонт автомобілів», перебуває на етапі трансформації. Традиційна класно-урочна система, яка десятиліттями забезпечувала підготовку кадрів для планової економіки, сьогодні стикається з викликами постіндустріального суспільства та стрімким розвитком автомобільних технологій.

Історично склалося, що домінуючим підходом у технічній освіті був пояснювально-ілюстративний метод. Його сутність полягає у трансляції викладачем готової інформації про будову механізмів, технологічні процеси та ремонтні операції, яку здобувачі освіти мають засвоїти та відтворити. Безумовно, цей підхід має свої переваги: він дозволяє за короткий час викласти значний обсяг теоретичного матеріалу та сформувати системне уявлення про предмет. Однак, в умовах підготовки фахівців для авторемонтної галузі, цей метод виявляє низку суттєвих недоліків.

По-перше, при традиційному навчанні домінує репродуктивна діяльність студентів. Вивчаючи, наприклад, технологію ремонту трансмісії, студент часто запам'ятовує послідовність дій за інструкцією, не розуміючи фізичної сутності процесів, що призвели до поломки. Це формує так звані «формальні знання», які важко застосувати у змінених умовах (наприклад, коли характер зношення деталі не відповідає типовому опису в підручнику).

По-друге, існує розрив між теоретичною підготовкою та реальною виробничою діяльністю. Аудиторні заняття часто відбуваються у відриві від виробничого контексту. Студент вивчає «будову автомобіля» взагалі, тоді як на виробництві він стикається з конкретними професійними ситуаціями: дефіцитом часу, необхідністю вибору між заміною чи відновленням деталі, роботою з технічною документацією конкретного підприємства.

У відповідь на ці виклики сучасна педагогіка зміщує акцент на компетентнісний підхід. Згідно з цим підходом, метою навчання є не просто сума знань, умінь та навичок, а формування професійної компетентності — здатності успішно діяти в проблемних ситуаціях. Для реалізації цього підходу у викладанні технічних дисциплін дедалі ширше застосовуються інноваційні педагогічні технології [20, 24, 25].

Серед найбільш ефективних сучасних підходів можна виділити:

1. Контекстне навчання (за А.А. Вербицьким) [29]. Цей підхід передбачає послідовне моделювання у навчальній діяльності змісту

професійної праці. Наприклад, вивчення теми «Ремонт роздавальної коробки» відбувається не як запам'ятовування назв шестерень, а як імітація діяльності майстра цеху, який має прийняти рішення про придатність деталей. Це дозволяє надати навчанню особистісного сенсу та підвищити мотивацію студентів.

2. Проблемне навчання. Викладач не дає готових знань, а створює проблемну ситуацію (наприклад, описує ознаки несправності автомобіля КраЗ: «підвищений шум при русі накатом», «самовимикання передач») і спонукає студентів самостійно шукати причини та способи усунення. Такий підхід розвиває аналітичне мислення, необхідне для діагностики.

3. Інформаційно-комунікаційні технології (ІКТ) та симуляція. Враховуючи високу вартість сучасної вантажної техніки та складність доступу до внутрішніх порожнин агрегатів, ефективним є використання віртуальних симуляторів та 3D-моделювання. Це дозволяє візуалізувати приховані процеси (наприклад, розподіл крутного моменту в диференціалі) та відпрацювати алгоритми розбирання-складання без ризику пошкодження реального обладнання.

4. Інтерактивні методи навчання (робота в малих групах, кейс-методи, ігрові методики). Ці методи спрямовані на розвиток навичок комунікації та командної роботи. Оскільки ремонт важкої техніки є колективним процесом, уміння розподіляти обов'язки, аргументувати свою думку та нести відповідальність за спільний результат є критично важливим для майбутнього фахівця.

Попри різноманіття сучасних методів, їх впровадження у процес підготовки фахівців з ремонту вантажних автомобілів стикається з певними труднощами. Часто інноваційні методи застосовуються фрагментарно, без системного методичного забезпечення. Крім того, більшість наявних навчальних кейсів та ділових ігор орієнтовані на гуманітарні або економічні

спеціальності, тоді як технічні дисципліни потребують специфічного контенту, що базується на реальній технічній документації та кресленнях.

Отже, аналіз сучасних підходів дозволяє стверджувати, що для підвищення якості підготовки фахівців автомобільного профілю найбільш перспективним є поєднання фундаментальної технічної підготовки з інтерактивними технологіями моделювання професійної діяльності. Це зумовлює необхідність розробки спеціалізованих методик, які б адаптували активні методи навчання до специфіки інженерно-технічних задач.

1.3. Шляхи вдосконалення професійної підготовки при вивченні теми «Ремонт трансмісії вантажних автомобілів»

Трансмісія вантажного автомобіля підвищеної прохідності, зокрема моделі КрАЗ-65032, є одним із найскладніших об'єктів для вивчення в курсі «Будова та ремонт автомобілів». Вона складається з низки агрегатів (зчеплення, коробка передач, роздавальна коробка, карданна передача, ведучі мости), які утворюють єдину кінематичну систему. Специфіка ремонту цих вузлів полягає у необхідності дотримання високої точності при регулюванні підшипників та зачеплень шестерень, що вимагає від фахівця не лише механічних навичок, а й глибокого розуміння принципів роботи механізмів.

Аналіз педагогічної практики показує, що при вивченні цієї теми здобувачі освіти стикаються з найбільшими труднощами у питаннях діагностики та дефектації. Традиційне вивчення теми часто зводиться до запам'ятовування нормативних зазорів та послідовності складання, що не формує цілісного бачення процесу відновлення працездатності агрегату.

Для вдосконалення якості професійної підготовки при вивченні теми «Ремонт трансмісії» пропонується комплексний підхід, який поєднує інженерно-технічні рішення з активними методами навчання. Центральним елементом цього підходу є впровадження методу кейс-стаді (case-study) — техніки навчання, що використовує опис реальних економічних, соціальних і

бізнес-ситуацій. У контексті технічної підготовки кейс являє собою опис конкретної виробничої ситуації, що виникла при експлуатації або ремонті автомобіля.

Обґрунтування доцільності використання кейс-методу для даної теми:

1. Розвиток діагностичного мислення. На відміну від типових задач, кейс не містить чітко сформульованої умови "дано — знайти". Студенту пропонується набір симптомів (наприклад, "підвищений нагрів корпусу роздавальної коробки", "шум при русі на пониженій передачі") та дані інструментального контролю. Завдання студента — проаналізувати сукупність факторів, висунути гіпотези про причини несправності, обрати метод діагностики та запропонувати технологію ремонту. Це максимально наближає навчальний процес до реальної роботи інженера-діагност.

2. Інтеграція знань. Вирішення кейсу з ремонту трансмісії вимагає залучення знань з різних дисциплін: технічної механіки (розрахунок навантажень), матеріалознавства (вибір матеріалів для відновлення), технології металів (способи обробки), економіки (оцінка вартості ремонту) та охорони праці. Така міжпредметна інтеграція сприяє формуванню системного мислення.

3. Формування навичок роботи з технічною документацією. Ефективне вирішення кейсу неможливе без використання довідкової літератури. Студенти вчаться працювати з каталогами деталей, технологічними картами на відновлення (наприклад, розробленими в технічній частині даної роботи), картами дефектації. Вміння швидко знаходити потрібну інформацію в нормативній документації є однією з ключових вимог сучасних роботодавців.

4. Колективне прийняття рішень. Ремонт складних агрегатів на виробництві рідко виконується одноосібно. Метод кейсів передбачає роботу в малих групах, що дозволяє моделювати виробничу нараду або роботу

ремонтної бригади. Студенти вчаться аргументувати свою точку зору, слухати колег та знаходити компромісні технічні рішення.

Пропонований алгоритм впровадження методики:

Етап 1. Підготовчий. Розробка викладачем банку кейсів, що базуються на реальних несправностях автомобілів КраЗ. Кейси мають різний рівень складності: від простих задач на пошук несправності до комплексних ситуацій, що вимагають розробки технологічного процесу відновлення деталі (наприклад, корпусу роздавальної коробки).

Етап 2. Навчально-виробничий. Проведення практичних занять, де студенти в ролі працівників авторемонтного підприємства вирішують запропоновані кейси. Важливим елементом є використання реальних агрегатів або їх 3D-моделей для візуалізації проблеми.

Етап 3. Рефлексивний. Обговорення результатів, аналіз помилок, порівняння запропонованих студентами рішень з реальними технологічними процесами заводського ремонту.

Таким чином, шлях вдосконалення професійної підготовки полягає у переході від пасивної передачі знань до активного моделювання професійної діяльності. Використання розробленого у кваліфікаційній роботі технічного проєкту дільниці ремонту трансмісії як матеріальної бази для створення навчальних кейсів дозволяє забезпечити високий рівень практико-орієнтованої підготовки майбутніх фахівців.

Висновки до розділу 1

У першому розділі здійснено теоретичний аналіз проблеми професійної підготовки фахівців автомобільного профілю в контексті сучасних потреб автотранспортної галузі. Встановлено, що ефективність експлуатації вантажних автомобілів КрАЗ-65032 значною мірою залежить від якості їх технічного обслуговування та капітального ремонту. Сучасний ринок праці висуває до фахівців авторемонтного виробництва нові вимоги, серед яких ключовими є розвинене діагностичне мислення, вміння працювати з технічною документацією та здатність приймати обґрунтовані рішення в нестандартних ситуаціях. Водночас виявлено суттєвий дисбаланс між цими вимогами та реальним рівнем підготовки випускників закладів професійної освіти.

Аналіз сучасних підходів до викладання спеціальних дисциплін засвідчив, що традиційна пояснювально-ілюстративна методика, орієнтована на репродуктивне засвоєння знань, не забезпечує формування необхідних професійних компетентностей, зокрема здатності до самостійного пошуку несправностей. Це зумовлює необхідність переходу до активних методів навчання, які моделюють реальну професійну діяльність. Обґрунтовано доцільність впровадження методу аналізу конкретних ситуацій (кейс-стаді) при вивченні теми «Ремонт трансмісії вантажних автомобілів», оскільки цей метод дозволяє інтегрувати теоретичні знання з практичними навичками, розвиває аналітичні здібності та навички командної роботи. Для успішної реалізації запропонованої методики необхідна надійна технічна база у вигляді детально розробленого технологічного процесу відновлення агрегатів, що актуалізує завдання розробки технічного проекту спеціалізованого авторемонтного заводу, якому присвячено наступний розділ роботи.

РОЗДІЛ 2

ПРОЄКТУВАННЯ СПЕЦІАЛІЗОВАНОГО АВТОРЕМОНТНОГО ЗАВОДУ (АРЗ)

2.1. Обґрунтування виробничої програми та розрахунок основних показників АРЗ

Проектоване авторемонтне підприємство (АРЗ) є спеціалізованим заводом, головним призначенням якого є проведення капітального ремонту (КР) важких вантажних автомобілів-самоскидів КрАЗ-65032.

Виробнича потужність підприємства визначається річною програмою, яка згідно з вихідними даними завдання на кваліфікаційну роботу становить 850 капітальних ремонтів автомобілів на рік.

Окрім ремонту комплектних автомобілів, технологічний процес передбачає ремонт агрегатів (двигунів, мостів, вузлів трансмісії) для поповнення обмінного фонду та на замовлення сторонніх організацій.

Ключовою особливістю даного проєкту є вдосконалення технології ремонту вузлів трансмісії автомобіля КрАЗ-65032. Це передбачає проєктування спеціалізованої ділянки, оснащеної сучасним обладнанням та стендами, що дозволить підвищити якість та довговічність відремонтованих агрегатів.

Метою кваліфікаційної роботи є не лише розробка технічного проєкту цього АРЗ, але й обґрунтування методики професійної підготовки фахівців, здатних проєктувати та експлуатувати подібні виробництва. Таким чином, даний технічний проєкт слугує базою для розробки методичного розділу роботи.

Основними споживачами послуг проєктованого АРЗ є автотранспортні підприємства, гірничодобувні комбінати, будівельні та дорожньо-експлуатаційні організації, що експлуатують парк автомобілів КрАЗ.

2.1.1 Технологічний процес ремонту автомобілів

Технологічний процес капітального ремонту автомобілів КрАЗ-65032 на проєктованому АРЗ організовано за потоковим методом, що передбачає чітку послідовність операцій та спеціалізацію дільниць. Процес забезпечує повне відновлення ресурсу автомобіля до стану, близького до нового.

Загальна схема технологічного процесу включає наступні основні етапи (Додаток А):

1. Приймання та зовнішня мийка: Автомобіль, що надходить на АРЗ, проходить попередній огляд, оформлюється супровідна документація. Після цього він направляється на дільницю зовнішньої мийки для очищення від бруду.

2. Загальне розбирання: Автомобіль надходить на пост загального розбирання, де з рами послідовно демонтуються основні агрегати та вузли: кабіна, силова установка (двигун), коробка зміни передач (КПП), роздавальна коробка (РК), карданні вали, передній та задні мости. Рама та дрібні вузли також розбираються.

3. Мийка агрегатів та деталей: Демонтовані вузли, агрегати та деталі направляються у мийне відділення для повного очищення від мастил та експлуатаційних забруднень у спеціалізованих мийних машинах.

4. Розбирання агрегатів та дефектування: Очищені агрегати (двигун, КПП, мости тощо) надходять на відповідні спеціалізовані дільниці, де вони розбираються на окремі деталі. Після цього кожна деталь проходить дефектування — контроль технічного стану з використанням вимірювального інструменту та спеціального обладнання (напр., магнітні дефектоскопи). За результатами дефектування деталі сортуються на три групи:

- Придатні (що відповідають технічним умовам);
- Що підлягають відновленню;

- Непридатні (брак, направляються на списання).

5. Відновлення та виготовлення деталей: Деталі, що підлягають відновленню, надходять у відповідні цехи (напр., механічний, зварювальний) для усунення дефектів (зварювання тріщин, відновлення посадкових поверхонь, шліфування шийок колінчастого валу тощо).

6. Комплектування: На дільницях комплектування з придатних, відновлених та нових (з центрального складу) запасних частин формуються комплекти для збирання конкретних агрегатів.

7. Збирання та випробування агрегатів: Підготовлені комплекти надходять на дільниці збирання агрегатів. Зібрані агрегати (двигуни, КПП, мости) проходять обкатку та випробування на спеціальних стендах для перевірки їх працездатності та відповідності технічним характеристикам.

8. Загальне збирання автомобіля: Відремонтована рама встановлюється на конвеєр (або стапель), де на неї послідовно монтуються всі випробувані агрегати та вузли, формуючи готовий автомобіль.

9. Фарбувальні роботи: Зібраний автомобіль надходить у фарбувальну камеру для відновлення лакофарбового покриття.

10. Контроль та дорожні випробування: Готовий автомобіль проходить фінальний контроль у відділі технічного контролю (ВТК) та обов'язкові дорожні випробування для перевірки роботи всіх систем в умовах експлуатації.

11. Здавання: Після усунення можливих зауважень автомобіль вважається готовим та передається замовнику.

Особлива увага в проєкті приділяється технологічному процесу ремонту агрегатів трансмісії (КПП, РК, ведучих мостів). Для цього в структурі заводу передбачено окрему спеціалізовану дільницю, що є предметом даної кваліфікаційної роботи. Процес на цій дільниці включає поглиблене дефектування, вдосконалені методи відновлення корпусних

деталей та зубчастих коліс, а також стендові випробування під навантаженням, що імітує реальні умови експлуатації.

2.1.2 Розрахунок річного фонду часу та річної трудомісткості заводу

Режим роботи заводу

Режим роботи АРЗ є вихідним параметром для розрахунку фондів часу робітників, робочих місць та обладнання.

Підприємство працює у двозмінному режимі ($n = 2$) при п'ятиденному робочому тижні. Тривалість робочої зміни ($t_{зм}$) становить 8 годин.

Розрахунок фондів часу проводиться на основі календарних даних:

- Календарні дні (D_k) = 365 днів;
- Вихідні дні (D_v) = 104 дні;
- Святкові дні (D_c) = 10 днів;
- Передсвяткові дні ($D_{пс}$) = 7 днів.

Кількість робочих днів у році (D_p):

$$D_p = D_k - D_v - D_c = 365 - 104 - 10 = 251 \text{ день.}$$

Номінальний річний фонд часу роботи одного робітника ($\Phi_{н.р}$) розраховується з урахуванням скорочення робочого часу в передсвяткові дні (на 1 годину):

$$\Phi_{н.р} = (D_p \cdot t_{зм}) - (D_{пс} \cdot 1 \text{ год}) = (251 \cdot 8) - (7 \cdot 1) = 2008 - 7 = 2001 \text{ год.}$$

Номінальний річний фонд часу роботи обладнання ($\Phi_{н.о}$) при двозмінному режимі роботи:

$$\Phi_{н.о} = D_p \cdot t_{зм} \cdot n = 251 \cdot 8 \cdot 2 = 4016 \text{ год.}$$

Дійсний фонд робочого часу обладнання ($\Phi_{д.о}$) враховує немінучі простої на планово-попереджувальний ремонт (ППР) та технічне обслуговування. Приймаємо коефіцієнт використання обладнання $k_{об} = 0,95$ (що враховує 5% часу на обслуговування).

$$\Phi_{д.о} = \Phi_{н.о} \cdot k_{об} = 4016 \cdot 0,95 = 3815,2 \text{ год.}$$

Річний фонд часу робочого місця ($\Phi_{р.м.}$) при двозмінній роботі приймається рівним дійсному фонду часу обладнання, оскільки робоче місце (пост) функціонує, коли обладнання, що на ньому встановлене, є працездатним.

$$\Phi_{р.м.} = \Phi_{д.о} = 3815,2 \text{ год.}$$

Таким чином було отримано вихідні дані для подальших розрахунків:

- Номінальний річний фонд часу робітника ($\Phi_{н.р}$) = 2001 год.
- Річний фонд часу робочого місця ($\Phi_{р.м.}$) = 3815,2 год.

Розрахунок річної виробничої програми

Вихідною величиною є річна виробнича програма, визначена у завданні на кваліфікаційну роботу. Програма капітального ремонту (КР) автомобілів КрАЗ-65032 ($N_{кр}$) становить 850 одиниць на рік. Окрім ремонту комплектних автомобілів, АРЗ виконує супутні роботи, які включають:

- Ремонт агрегатів (двигунів, КПП, мостів) для поповнення обмінного фонду.
- Ремонт агрегатів та вузлів на замовлення сторонніх організацій.

Обсяг цих додаткових робіт приймається у розмірі 15% від основної виробничої програми. Трудомісткість цих робіт приводиться до трудомісткості одного КР автомобіля.

Розрахункова кількість додаткових приведених ремонтів ($N_{дод}$):

$$N_{дод} = N_{кр} \cdot 0,15 = 850 \cdot 0,15 = 127,5 \text{ шт.}$$

Приймаємо $N_{дод} = 128$ приведених ремонтів.

Загальна (скоригована) річна виробнича програма АРЗ ($N_{заг}$), у приведених до КР одиницях, становить:

$$N_{заг} = N_{кр} + N_{дод} = 850 + 128 = 978 \text{ приведених ремонтів.}$$

Основою для розрахунку загального обсягу робіт є нормативна трудомісткість одного капітального ремонту.

Розрахунок норм часу на ремонт машин

Норми часу є основою для розрахунку річного обсягу робіт, необхідної кількості виробничих робітників, постів та одиниць технологічного обладнання.

Вихідна нормативна трудомісткість капітального ремонту автомобіля залежить від його класу, складності конструкції та умов експлуатації. На даний час, затверджені єдині нормативи безпосередньо для моделі КрАЗ-65032 відсутні.

Тому, для цілей проектування, базова нормативна трудомісткість приймається на основі аналізу довідкових даних [1, 2, 4] для автомобілів-аналогів 3-го класу (важкі самоскиди, такі як КамАЗ, МАЗ).

На основі цього аналізу, приймаємо базову нормативну трудомісткість капітального ремонту (КР) автомобіля КрАЗ-65032:

$$T_{кр} \text{ (базова)} = 640 \text{ люд.-год.}$$

Ця базова норма підлягає коригуванню. Оскільки проєктоване АРЗ є вузькоспеціалізованим підприємством з великою річною програмою ($N_{кр} = 850$), це дозволяє впровадити передові методи організації праці, механізацію та автоматизацію процесів (зокрема, на дільниці ремонту трансмісії). Це призводить до зниження питомої трудомісткості.

Вводимо коефіцієнт зниження трудомісткості за рахунок високої організації та спеціалізації виробництва ($k_{орг}$):

$$k_{орг} = 0,9$$

Розрахункова трудомісткість одного капітального ремонту ($T_{кр,розр}$), яка буде використовуватись у проєкті, становить:

$$T_{кр,розр} = T_{кр} \text{ (базова)} \cdot k_{орг} = 640 \cdot 0,9 = 576 \text{ люд.-год.}$$

Для подальших розрахунків приймаємо розрахункову трудомісткість одного приведенного капітального ремонту на рівні 576 люд.-год.

Розрахунок річної трудомісткості робіт

Загальна річна трудомісткість робіт ($T_{\text{річ}}$) є ключовим показником, що визначає загальний обсяг виробничих завдань заводу в людино-годинах. Вона є базою для подальшого розрахунку чисельності робітників.

Цей показник розраховується як добуток загальної річної виробничої програми ($N_{\text{заг}}$) на скориговану розрахункову трудомісткість одного приведенного капітального ремонту ($T_{\text{кр.розр}}$).

Формула розрахунку:

$$T_{\text{річ}} = N_{\text{заг}} \cdot T_{\text{кр.розр}}$$

Підставляємо розраховані значення:

$$T_{\text{річ}} = 978 \cdot 576 = 563\,328 \text{ люд.-год.}$$

Таким чином, загальна річна трудомісткість робіт, яку має виконати проєктоване АРЗ, становить 563 328 людино-годин на рік.

2.2. Розрахунок штату, площ та компонування виробничого корпусу

2.2.1 Розрахунок штату

Розрахунок необхідної кількості виробничих робітників (P) є основою для формування штатного розпису та подальшого розрахунку робочих місць. Він проводиться на основі загальної річної трудомісткості робіт ($T_{\text{річ}}$) та фондів робочого часу.

Вихідні дані для розрахунку:

- Загальна річна трудомісткість ($T_{\text{річ}} = 563\,328 \text{ люд.-год.}$
- Номінальний річний фонд часу 1 робітника ($\Phi_{\text{н.р}} = 2001 \text{ год.}$

Дійсний (ефективний) річний фонд часу ($\Phi_{\text{д.р}}$)

Номінальний фонд часу ($\Phi_{\text{н.р}}$) не враховує планові невиходи робітників (щорічні відпустки, хвороби, виконання державних обов'язків). Приймаємо, що планові невиходи становлять у середньому 10% від номінального фонду.

Дійсний фонд часу розраховується за формулою:

$$\Phi_{д,р} = \Phi_{н,р} \cdot (1 - 0,10) = 2001 \cdot 0,9 = 1800,9 \text{ год.}$$

Приймаємо для розрахунків $\Phi_{д,р} = 1801$ год.

Штатна (або облікова) чисельність — це загальна кількість виробничих робітників, яку необхідно мати у штаті підприємства для виконання річної програми з урахуванням планових невходів. Вона розраховується діленням загальної трудомісткості на дійсний фонд часу:

$$P_{шт} = \frac{T_{річ}}{\Phi_{д,р}} = \frac{563\,328}{1801} = 312,78 \approx 313 (\text{осіб}).$$

Приймаємо штатну чисельність виробничих робітників $P_{шт} = 313$ осіб.

Технологічна чисельність визначає кількість робітників, яка одночасно (явочно) має бути присутня на робочих місцях (в обох змінах) для виконання виробничої програми, в той час як решта ($313 - 282 = 31$) знаходиться у планових відпустках чи на лікарняних.

Вона розраховується діленням загальної трудомісткості на *номінальний* фонд часу:

$$P_{тех} = \frac{T_{річ}}{\Phi_{н,р}} = \frac{563\,328}{2001} = 281,52 \approx 282 (\text{особи}).$$

Приймаємо технологічну чисельність $P_{тех} = 282$ особи.

Таким чином, для виконання річної програми у 563 328 люд.-год. необхідно мати у штаті 313 виробничих робітників.

2.2.2 Розрахунок кількості робочих місць і обладнання

Цей розрахунок визначає загальну потребу в технологічних постах та лягає в основу майбутнього планування виробничих ділянок.

Кількість робочих місць (P_m) (постів, стендів, верстатів) розраховується на основі загальної річної трудомісткості робіт ($T_{річ}$) та річного фонду часу робочого місця ($\Phi_{р.м.}$) при двозмінній роботі.

Вихідні дані:

- Загальна річна трудомісткість ($T_{річ}$) = 563 328 люд.-год.

- Річний фонд часу робочого місця ($\Phi_{p.m.} = 3815,2$ год. (з п. 1.3).

Формула розрахунку:

$$P_m = \frac{T_{річ}}{\Phi_{p.m.}} = \frac{563\,328}{3815,2} = 147,65 \approx 148 \text{ (місць)}.$$

Приймаємо загальну кількість робочих місць (постів) $P_m = 148$ місць.

Це загальна сумарна кількість робочих місць на всіх виробничих дільницях заводу (пости розбирання, мийки, дефектування, механічні верстати, пости збирання, випробувальні стенди тощо).

Розрахунок допоміжного та інженерно-технічного персоналу:

Кількість основного виробничого персоналу (штатна) була визначена у п. 1.7 і становить $P_{шт} = 313$ осіб.

Для забезпечення роботи основного виробництва необхідні допоміжні робітники та ІТР (інженерно-технічні робітники) і службовці. Їх чисельність розраховується відсотком від штатної чисельності виробничих робітників.

Допоміжні робітники ($P_{доп}$) - комірники, інструментальники, транспортні робітники, прибиральники виробничих приміщень. Приймаємо у розмірі 25% від $P_{шт}$.

$$P_{доп} = P_{шт} \cdot 0,25 = 313 \cdot 0,25 = 78,25 \approx 78 \text{ (осіб)}.$$

Приймаємо $P_{доп} = 78$ осіб.

ІТР та службовці ($P_{ітр}$): (майстри, технологи, інженери ВТК, керівництво, бухгалтерія, відділ кадрів). Приймаємо у розмірі 15% від $P_{шт}$.

$$P_{ітр} = P_{шт} \cdot 0,15 = 313 \cdot 0,15 = 46,95 \approx 47 \text{ (осіб)}.$$

Приймаємо $P_{ітр} = 47$ осіб.

Загальна чисельність персоналу АРЗ

Загальна (облікова) чисельність всіх працівників заводу ($P_{заг}$) становить:

$$P_{заг} = P_{шт} + P_{доп} + P_{ітр} = 313 + 78 + 47 = 438 \text{ осіб}.$$

2.2.3 Будівельні вимоги. Ескізний план заводу

Ескізний проєкт є основою для визначення загальних площ та компоновальних рішень заводу. На основі розрахованої кількості робітників ($P_{\text{заг}} = 438$) та загальної кількості робочих місць ($P_{\text{м}} = 148$) визначаються орієнтовні площі виробничих, допоміжних та адміністративних приміщень.

Виробнича площа ($S_{\text{вир}}$): Ця площа включає всі виробничі ділянки, пости та відділення. Вона розраховується на основі загальної кількості робочих місць ($P_{\text{м}}$) та укрупненої питомої норми площі на одне робоче місце ($s_{\text{м}}$). Для підприємств з ремонту важкої вантажної техніки, з урахуванням проїздів, зон очікування та робочих зон, питома норма є значною. Приймаємо $s_{\text{м}} = 115 \text{ м}^2$ на одне приведене робоче місце.

$$S_{\text{вир}} = P_{\text{м}} \cdot s_{\text{м}} = 148 \cdot 115 = 17\,020 \text{ м}^2$$

Допоміжні та складські площі ($S_{\text{доп}}$): Включають центральний інструментальний склад, склади запасних частин, матеріалів, склад обмінного фонду, компресорну тощо. Приймаємо їх у розмірі 35% від виробничої площі.

$$S_{\text{доп}} = S_{\text{вир}} \cdot 0,35 = 17\,020 \cdot 0,35 = 5\,957 \text{ м}^2$$

Адміністративно-побутові площі ($S_{\text{адм}}$): Включають офіси (ІТР та службовці), роздягальні, душові, медпункт, їдальню. Розраховуються на загальну чисельність персоналу ($P_{\text{заг}} = 438$ осіб) за укрупненою нормою $s_{\text{адм}} = 7 \text{ м}^2/\text{особу}$.

$$S_{\text{адм}} = P_{\text{заг}} \cdot s_{\text{адм}} = 438 \cdot 7 = 3\,066 \text{ м}^2$$

Загальна площа забудови ($S_{\text{заг}}$):

$$S_{\text{заг}} = S_{\text{вир}} + S_{\text{доп}} + S_{\text{адм}} = 17\,020 + 5\,957 + 3\,066 = 26\,043 \text{ м}^2$$

Проектований комплекс АРЗ має відповідати чинним будівельним нормам (ДБН), санітарним (ДСанПіН) та протипожежним вимогам.

Виробничий корпус: передбачається одноповерхова будівля каркасного типу з сіткою колон, що забезпечує гнучкість планування. Висота приміщень до низу несучих конструкцій має бути не менше 6 метрів, з урахуванням потреби у вантажопідйомному обладнанні (кран-балки).

Проїзди та ворота: ширина проїздів та розміри воріт (мінімальна висота 4,2 м) мають забезпечувати вільний рух автомобілів КрАЗ-65032.

Інженерні системи: будівля має бути обладнана припливно-витяжною вентиляцією (особливо на ділянках мийки, зварювання та фарбування), промисловим опаленням, а також комбінованим (природним та штучним) освітленням.

Адміністративно-побутовий корпус (АПК) - проектується як окрема будівля (або прибудова), з'єднана з виробничим корпусом теплим переходом.

Ескізний план передбачає компонування основного виробничого корпусу, АПК та складських приміщень на генеральному плані. Ключовий принцип компонування виробничого корпусу — прямоточність технологічного процесу.

Потік має бути організований таким чином, щоб виключити зворотні рухи та перехрещення "брудних" (розбирання, мийка) та "чистих" (збирання, випробування) потоків.

На ескізному плані виробничий корпус ($S_{\text{вир}} = 17\,020 \text{ м}^2$) являє собою прямокутну будівлю, де послідовно розташовані ділянки:

1. Мийно-розбиральна ділянка.
2. Ділянка ремонту рам.
3. Ділянка дефекації.
4. Лісосушарка.
5. Ділянка ремонту кузовів.
6. Склад деталей, що очікують ремонту.
7. Інструментальна комора.
8. Склад металу.
9. Слюсарно-механічна ділянка.
10. Проміжна комора.
11. Трансформаторна.
12. Відділення комплектації.

13. Термічне відділення.
14. Гальванічне відділення.
15. Відділення металізації.
16. Газогенераторна.
17. Відділення полімерного відновлення.
18. Мідницько-радіаторне відділення.
19. Дільниця зварювання.
20. Ковальсько-ресорне відділення.
21. Дільниця ремонту двигунів.
22. Дільниця ремонту агрегатів.
23. Дільниця регулювання.
24. Дільниця загального збирання автомобілів.
25. Відділення ремонту кабін.
26. Комора оббивних матеріалів.
27. Оббивна.
28. Малярна.
29. Душеві.
30. Склад лаків та фарб.
31. Компресорна.
32. Допоміжні служби ВГМ.
33. Випробувальна станція.
34. Акумуляторне відділення.
35. Дільниця ремонту паливної апаратури.
36. Дільниця ремонту електрообладнання автомобілів.
37. Кімната майстра.
38. Побутове приміщення.
39. Склад відремонтованих агрегатів.
40. Центральний матеріальний склад.

Ескізне планування заводу з капітального ремонту автомобілів

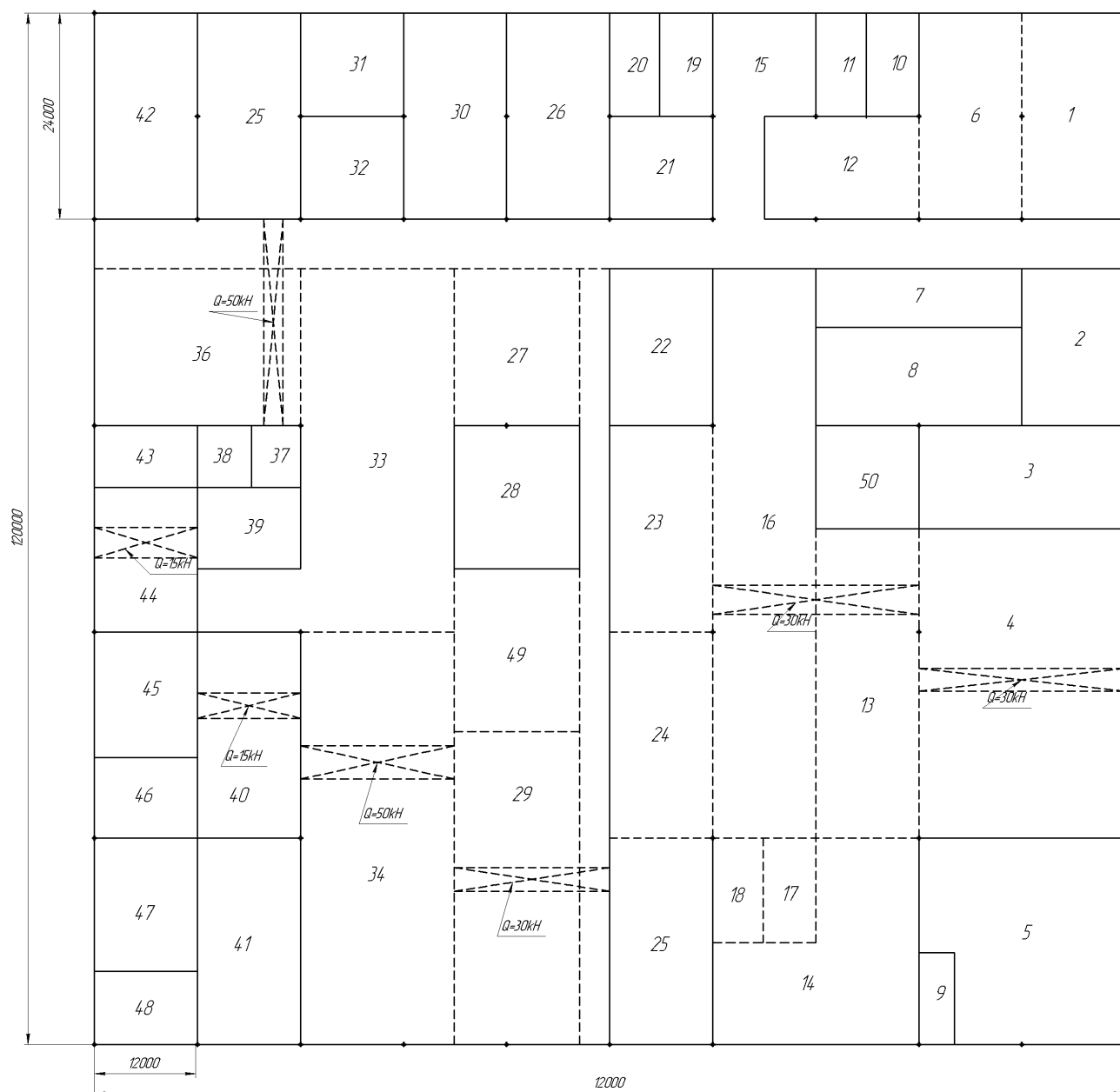


Рис. 2.1. Ескізне планування заводу з капітального ремонту автомобілів

2.3. Технічний проєкт дільниці ремонту агрегатів трансмісії

2.3.1 Призначення дільниці

Об'єктом технічного проєктування в даному розділі є дільниця ремонту трансмісії автомобілів КрАЗ-65032.

У виробничій структурі заводу ця дільниця входить до складу агрегатного цеху і є одним із ключових виробничих підрозділів, що забезпечують реалізацію агрегатно-вузлового методу ремонту, прийнятого на підприємстві.

Головним призначенням дільниці є проведення капітального ремонту та повне відновлення експлуатаційних характеристик і ресурсу агрегатів та вузлів трансмісії, що демонтуються з автомобілів КрАЗ-65032, які надходять на завод для виконання КР, а також для поповнення обмінного фонду підприємства.

Номенклатура основних агрегатів, що ремонтуються на дільниці, включає:

- Коробки зміни передач, механічні дев'ятиступінчасті типу ЯМЗ-239;
- Роздавальні коробки механічні, двоступеневі, з диференціалом, що блокується;
- Карданні вали (відкриті, з шарнірами на голчастих підшипниках).

Дільниця ремонту трансмісії функціонує як самостійний виробничий потік, що працює за наступною технологічною схемою:

1. Приймання агрегати надходять на дільницю з дільниці загального розбирання (після демонтажу з автомобіля) та проходження зовнішньої мийки і первинного дефектування.

2. Виконання робіт - на дільниці реалізується повний замкнений цикл ремонту, що включає поглиблену мийку та очистку, повне розбирання агрегатів на деталі, дефектування (з використанням сучасних засобів неруйнівного контролю), відновлення або заміну компонентів (корпусних

деталей, валів, шестерень, підшипників, синхронізаторів), кваліфіковане збирання, регулювання та фарбування.

3. Випробування та контроль - зібрані агрегати (КПП, РК) проходять обов'язкові стендові випробування та обкатку на режимах, що імітують експлуатаційні навантаження, з контролем ключових параметрів (шум, вібрація, температура, легкість перемикання).

4. Здавання - відремонтовані, випробувані та перевірені Відділом технічного контролю (ВТК) агрегати маркуються та передаються на центральний склад обмінного фонду для подальшої комплектації автомобілів на дільниці загального збирання.

Дана дільниця є ключовою, оскільки саме на ній зосереджена розробка та впровадження вдосконаленої технології ремонту, спрямованої на підвищення якості, надійності та післяремонтного ресурсу відновлених вузлів трансмісії.

Відповідно, метою даного технічного проєкту є детальний розрахунок та обґрунтування річної виробничої програми дільниці, необхідної трудомісткості робіт, чисельності та структури персоналу, потреби в технологічному обладнанні та виробничих площах для ефективної реалізації поставленого завдання.

2.3.2 Режим роботи і фонд робочого часу

Режим роботи дільниці ремонту трансмісії приймається відповідно до загального режиму роботи заводу, встановленого в ескізному проєкті, для забезпечення ритмічності та безперервності технологічного процесу всього підприємства.

Дільниця працює у двозмінному режимі при п'ятиденному робочому тижні. Тривалість робочої зміни ($t_{зм}$) становить 8 годин.

Таблиця 2.1

Режим роботи дільниці

1	Кількість робочих днів на рік	D_k	365 дн
2	Кількість робочих днів за тиждень	D_t	5 дн
3	Кількість вихідних днів на рік	D_v	104 дн
4	Кількість святкових днів на рік	D_c	10 дн
5	Кількість днів з скороченням робочого часу (на 1 год), передсвяткових	D_{nc}	7 дн
6	Тривалість відпустки робітників дільниці	D_{vp}	24 дн
7	Тривалість зміни	t_{zm}	8 год

Прийняття двозмінного режиму для дільниці ремонту трансмісії є критично важливим та обґрунтованим:

- Висока програма: Для забезпечення ремонту агрегатів з річної програми у 978 приведених одиниць (з урахуванням обмінного фонду) робота в одну зміну створить "вузьке місце" і призведе до збоїв у роботі дільниці загального збирання.
- Використання обладнання: Двозмінний режим дозволяє вдвічі ефективніше використовувати дороге спеціалізоване обладнання (наприклад, випробувальні стенди, координатно-розточувальні верстати), що позитивно впливає на економічні показники проєкту.

Фонди робочого часу для дільниці є ідентичними до загальнозаводських показників, розрахованих у п. 2.2. Ці показники є вихідними даними для всіх подальших розрахунків даного розділу.

Номінальний річний фонд часу одного робітника ($\Phi_{н.р}$) визначається на основі 251 робочого дня, 8-годинної зміни та 7 передсвяткових днів:

$$\Phi_{н.р} = (251 \cdot 8) - (7 \cdot 1) = 2001 \text{ год.}$$

Дійсний (ефективний) річний фонд часу робітника ($\Phi_{д.р}$): Враховує планові невиходи робітників (відпустки, хвороби) у розмірі 10% від номінального фонду:

$$\Phi_{д.р} = \Phi_{н.р} \cdot 0,9 = 2001 \cdot 0,9 = 1800,9 \text{ год.}$$

Приймаємо для розрахунків $\Phi_{д.р} = 1801$ год.

Річний фонд часу робочого місця ($\Phi_{р.м.}$) та дійсний фонд часу обладнання ($\Phi_{д.о}$) розраховується на основі двозмінної роботи ($n = 2$) та коефіцієнта планових простоїв обладнання на ремонт ($k_{об} = 0,95$).

$$\Phi_{р.м.} = (D_p \cdot t_{зм} \cdot n) \cdot k_{об} = (251 \cdot 8 \cdot 2) \cdot 0,95 = 4016 \cdot 0,95 = 3815,2 \text{ год.}$$

Для подальшого проектування ділянки ремонту трансмісії приймаємо наступні ключові значення:

- дійсний фонд часу робітника (для розрахунку чисельності): $\Phi_{д.р} = 1801$ год.
- фонд часу робочого місця (для розрахунку обладнання): $\Phi_{р.м.} = 3815,2$ год.

2.3.3 Річна виробнича програма і трудомісткість робіт на ділянці

Розрахунок виробничої програми та трудомісткості робіт ділянки ремонту трансмісії є основою для визначення її виробничої потужності, потреби в персоналі та обладнанні.

Річна виробнича програма ділянки ($N_{діл}$)

Діляниця працює за агрегатно-вузловим методом, забезпечуючи потреби ділянки загального збирання та поповнюючи обмінний фонд. Її виробнича програма має повністю відповідати загальній скоригованій програмі заводу.

Виходячи з розрахунків (п. 2.2):

- Програма КР автомобілів ($N_{кр}$) = 850 шт.
- Програма ремонту для обмінного фонду та сторонніх замовлень ($N_{дод}$) = 128 приведених одиниць.

Загальна програма ділянки ($N_{діл}$) дорівнює загальній програмі заводу ($N_{заг}$):

$N_{\text{діл}} = N_{\text{заг}} = 978$ комплектів агрегатів на рік.

Важливо відмітити, що один комплект агрегатів включає вузли, що ремонтуються на дільниці (КПП, РК, карданні вали), з розрахунку на один приведений капітальний ремонт.

Трудовісткість дільниці ремонту трансмісії ($T_{\text{діл}}$)

Загальна річна трудовісткість робіт по заводу ($T_{\text{річ}}$) становить 563 328 люд.-год.

Трудовісткість дільниці ремонту трансмісії ($T_{\text{діл}}$) визначається як частка від загальнозаводської трудовісткості. Ця частка встановлюється на основі нормативних довідників та питомої ваги робіт з ремонту трансмісії у загальному обсязі КР автомобіля.

Для важкого тривісного повнопривідного самоскида КрАЗ-65032 ремонт агрегатів трансмісії (КПП ЯМЗ-239, роздавальна коробка, карданні вали) є одним із найбільш складних та відповідальних видів робіт.

На основі аналізу структури трудовісткості КР [1, 4] та враховуючи складність об'єкта, приймаємо питому вагу трудовісткості дільниці ремонту трансмісії в розмірі 14% від загальної трудовісткості.

Розрахунок річної трудовісткості дільниці:

$$T_{\text{діл}} = T_{\text{річ}} \cdot 0,14$$

$$T_{\text{діл}} = 563\,328 \cdot 0,14 = 78\,865,92 \text{ люд.-год.}$$

Приймаємо для подальших розрахунків річну трудовісткість дільниці ремонту трансмісії $T_{\text{діл}} = 78\,866$ люд.-год.

Ця трудовісткість включає повний цикл робіт: розбирання агрегатів, мийку, дефектування, відновлення деталей, комплектування, збирання, стендові випробування та фарбування.

Для формування штатної структури дільниці ремонту трансмісії та подальшого розрахунку робочих місць на дільниці необхідно знати кількість виробничих робітників.

2.3.4 Розрахунок кількості працюючих на ділянці

Розрахунок проводиться на основі річної трудомісткості робіт ділянки ($T_{\text{діл}}$) та річних фондів робочого часу, визначених у попередніх підрозділах.

Вихідні дані для розрахунку:

- Річна трудомісткість робіт ділянки ($T_{\text{діл}}$) = 78 866 люд.-год.
- Дійсний річний фонд часу 1 робітника ($\Phi_{\text{д.р}}$) = 1801 год.
- Номінальний річний фонд часу 1 робітника ($\Phi_{\text{н.р}}$) = 2001 год.

Загальна річна трудомісткість ділянки розподіляється за видами робіт відповідно до технологічного процесу. Цей розподіл, наведений у Таблиці 2.2, є основою для подальшого визначення професійно-кваліфікаційного складу робітників ділянки.

Таблиця 2.2

Склад та розподіл трудомісткості робіт ділянки ремонту трансмісії

№ з/п	Назва виду робіт	Питома вага, %	Трудомісткість, люд.-год.	Основні операції, що виконуються	Основна професія
1	Мийні та розбиральні роботи	20%	15 773	Повне розбирання агрегатів (КПП, РК) на деталі; мийка деталей та корпусів у мийних машинах; очищення.	Слюсар-ремонтник, Мийник агрегатів
2	Слюсарно-ремонтні роботи (дефектування та збирання)	45%	35 490	Контроль та дефектування деталей (візуальний, вимірювальний); комплектування деталей; збирання вузлів та агрегатів; регулювальні роботи.	Слюсар-ремонтник (агрегатник)
3	Механічні та відновлювальні роботи	25%	19 716	Відновлення геометрії та розмірів зношених деталей; токарні, фрезерні, шліфувальні роботи;	Верстатник (широкого профілю), Електрогазозварник

				заварювання тріщин у корпусних деталях.	
4	Випробувальні роботи	10%	7 887	Встановлення зібраних агрегатів на стенди; проведення обкатки та випробувань під навантаженням; контроль параметрів (шум, витоки, температура).	Випробувач агрегатів (оператор стенду)
	РАЗОМ	100%	78 866		

1. Розрахунок штатної чисельності робітників ($P_{\text{шт.діл}}$)

Штатна (або облікова) чисельність — це загальна кількість виробничих робітників, яку необхідно мати у штаті дільниці для виконання річної програми з урахуванням планових невиходів (відпустки, хвороби).

Розрахунок ведеться за формулою:

$$P_{\text{шт.діл}} = \frac{T_{\text{діл}}}{\Phi_{\text{д.р}}} = \frac{78866}{1801} = 43,79 \approx 49 \text{ (осіб)}$$

Приймаємо штатну чисельність виробничих робітників дільниці ремонту трансмісії $P_{\text{шт.діл}} = 44$ особи.

2. Розрахунок технологічної (явочної) чисельності ($P_{\text{тех.діл}}$)

Технологічна (явочна) чисельність визначає кількість робітників, яка *одночасно* (явочно) має бути присутня на робочих місцях дільниці (розподілена по двох змінах) для виконання виробничої програми.

Розрахунок ведеться за формулою:

$$P_{\text{тех.діл}} = \frac{T_{\text{діл}}}{\Phi_{\text{н.р}}} = \frac{78866}{2001} = 39,41 \approx 39 \text{ (осіб)}.$$

Приймаємо технологічну чисельність $P_{\text{тех.діл}} = 39$ осіб.

3. Розрахунок чисельності допоміжного та інженерно-технічного персоналу.

Для забезпечення роботи дільниці, окрім основних виробничих робітників, потрібен допоміжний та керівний персонал - інженерно-технічні

робітники (ІТР). Для керівництва дільницею, що працює у дві зміни, та забезпечення технологічної дисципліни необхідні:

- Начальник дільниці – 1 особа.
- Майстер зміни – 2 особи, по одному на кожну зміну.
- Інженер-технолог – 1 особа (відповідальний за впровадження вдосконаленої технології). Разом ІТР: 4 особи.
- Допоміжні робітники: функції допоміжних робітників (комірник обмінного фонду, інструментальник, прибиральник) виконуються централізовано допоміжними службами агрегатного цеху. Розрахунок їх чисельності було проведено в п. 2.2.

Загальна чисельність працюючих на дільниці:

- Штатна чисельність виробничих робітників: 44 особи.
- Інженерно-технічний персонал: 4 особи.
- Разом по дільниці: 48 осіб.

2.3.5 Штатна відомість

Штатна відомість (або штатний розпис) дільниці ремонту трансмісії розробляється на основі розрахованої чисельності працюючих. Цей документ деталізує професійний та кваліфікаційний склад робітників, а також перелік інженерно-технічних працівників (ІТР), необхідних для забезпечення ефективної та безперебійної роботи дільниці у двозмінному режимі.

Загальна штатна чисельність персоналу дільниці становить 48 осіб, з яких:

- Виробничі робітники ($P_{шт.діль}$): 44 особи.
- Інженерно-технічний персонал (ІТР): 4 особи.

1. Штатна відомість виробничих робітників

Розподіл 44 виробничих робітників за професіями, кваліфікаційними розрядами та змінами представлено у таблиці 2.3. Розподіл по змінах є рівномірним, що забезпечує однакову пропускну здатність дільниці протягом робочого дня.

Таблиця 2.3

**Штатна відомість виробничих робітників дільниці
ремонту трансмісії**

№ з/п	Професія	Середній тарифний розряд	Штатна кількість, осіб (Р_{шт})	Кількість на 1 зміну
1	Слюсар-ремонтник (агрегатник)	4.5	28	14
2	Верстатник (широкого профілю)	5.0	6	3
3	Випробувач агрегатів (оператор стенду)	5.0	4	2
4	Мийник агрегатів та деталей	2.0	4	2
5	Електрогазозварник (ремонтний)	5.0	2	1
	Разом	-	44	22

Обґрунтування професій:

- Слюсарі-ремонтники (агрегатники) є основною робочою силою дільниці (64% від штату). Вони виконують ключові операції: повузлове розбирання КПП та РК, дефектування деталей, комплектування, збирання, регулювання та підготовку до випробувань.
- Верстатники необхідні для виконання робіт з відновлення деталей (розточування корпусів, шліфування валів, відновлення посадкових місць).
- Випробувачі агрегатів – вузькоспеціалізовані робітники, відповідальні за експлуатацію випробувальних стендів та перевірку якості зібраних агрегатів.
- Мийники забезпечують якісну очистку деталей перед дефектуванням.
- Електрогазозварники виконують роботи з відновлення корпусних деталей (заварювання тріщин).

2. Штатна відомість ІТР та службовців

Керівництво дільницею, технологічний супровід та оперативне управління змінами забезпечує інженерно-технічний персонал, представлений у таблиці 2.4.

Таблиця 2.4

Штатна відомість ІТР дільниці ремонту трансмісії

№ з/п	Посада	Кількість, осіб	Примітки
1	Начальник дільниці	1	Загальне керівництво
2	Майстер зміни	2	Оперативне керівництво змінами
3	Інженер-технолог	1	Технологічний супровід, впровадження
	Разом	4	

2.3.6 Розрахунок кількості робочих місць і обладнання

Метою даного підрозділу є визначення необхідної кількості технологічних робочих місць (постів) та формування відомості основного технологічного обладнання для дільниці ремонту трансмісії.

1. Розрахунок теоретичної кількості робочих місць

Загальна теоретична (розрахункова) кількість робочих місць ($P_{\text{м.діл}}$) визначається на основі річної трудомісткості робіт дільниці ($T_{\text{діл}}$) та річного фонду часу одного робочого місця ($\Phi_{\text{р.м.}}$) при двозмінній роботі.

Вихідні дані для розрахунку:

- Річна трудомісткість робіт дільниці ($T_{\text{діл}}$) = 78 866 люд.-год.
- Річний фонд часу робочого місця ($\Phi_{\text{р.м.}}$) = 3815,2 год.

Розрахунок ведеться за формулою:

$$P_{\text{м.діл}} = \frac{T_{\text{діл}}}{\Phi_{\text{р.м}}} = \frac{78866}{3815,2} = 20,67 \approx 21 \text{ (осіб)}.$$

Приймаємо теоретичну кількість робочих місць $P_{\text{м.діл}} = 21$ місце.

Це розрахункова кількість умовних робочих місць, що необхідні для виконання всього обсягу робіт.

2. Підбір основного технологічного обладнання

Практичний підбір обладнання та його кількість (Таблиця 2.3) визначається не лише теоретичним розрахунком, але й технологічною необхідністю, номенклатурою робіт та штатною чисельністю робітників, що працюють в одній зміні.

Згідно зі штатною відомістю (п. 2.5), в одній (найбільшій) зміні одночасно працює 22 виробничих робітники (14 слюсарів, 3 верстатники, 2 випробувачі, 2 мийники, 1 зварник). Обладнання підбирається таким чином, щоб забезпечити кожну з цих професійних груп відповідними робочими місцями.

Таблиця 2.5

Відомість основного технологічного обладнання дільниці ремонту трансмісії

№ з/п	Найменування обладнання	Модель (або тип)	Призначення	Кіл-ть, од.
А. Дільниця мийки				
1	Машина мийна для агрегатів	Струменевого типу	Мийка КПП, РК в зборі	1
2	Машина мийна для деталей	Камерного типу	Подетальна мийка	1
Б. Дільниця розбирання, дефектування та збирання				
3	Верстак слюсарний (важкий)	Типовий	Робоче місце слюсаря	14
4	Стенд для розбирання/збирання КПП та РК	Універсальний	Фіксація та кантування агрегатів	4
5	Прес гідравлічний	Зусилля 20 т	Випресовування/запресовування валів, підшипників	1
6	Стенд контрольно-дефектувальний	Магнітний дефектоскоп	Пошук тріщин у валах та шестернях	1
В. Дільниця відновлення деталей (механічна)				
7	Верстат токарно-гвинторізний	16K20	Токарна обробка валів	1
8	Верстат вертикально-фрезерний	6P12	Фрезерні роботи (корпуси)	1
9	Верстат круглошліфувальний	3M151	Шліфування шийок валів	1

10	Пост електродугового зварювання	Напівавтомат	Заварювання тріщин у корпусних деталях	1
Г. Дільниця випробувань				
11	Стенд для обкатки та випробування КПП	КИ-4830 або аналог	Випробування під навантаженням	1
12	Стенд для обкатки та випробування РК	Спеціалізований	Випробування під навантаженням	1
	Всього одиниць обладнання			27

Фактична кількість одиниць обладнання (27) відрізняється від теоретичної кількості робочих місць (21), оскільки деякі робочі місця (наприклад, слюсарні верстаки) є основними, а інше обладнання (прес, стенди) використовується періодично кількома робітниками.

2.3.7 Розрахунок виробничої площі дільниці

Метою даного підрозділу є визначення необхідної виробничої площі ($S_{\text{дїл}}$) для розміщення технологічного обладнання дільниці ремонту трансмісії, організації робочих місць, забезпечення зон для проходів, проїздів та тимчасового зберігання агрегатів і деталей.

Розрахунок площі виробничої дільниці проводиться за методом питомої площі, що припадає на одну одиницю основного технологічного обладнання.

$S_{\text{дїл}} = f_{\text{об}} \cdot K_{\text{пл}} \cdot n_{\text{об}}$, де:

$f_{\text{об}}$ — питома норма площі на одну одиницю обладнання, м^2 ;

$K_{\text{пл}}$ — коефіцієнт щільності розміщення обладнання (враховує проходи та проїзди);

$n_{\text{об}}$ — кількість одиниць основного технологічного обладнання.

Однак, для спрощеного та укрупненого розрахунку на стадії технічного проектування часто використовують єдину питому норму площі, яка вже враховує саме обладнання, робочу зону у та місце для деталей.

$$S_{\text{діл}} = n_{\text{об}} \cdot f_{\text{питом}}$$

Вихідні дані для розрахунку:

Загальна кількість одиниць основного технологічного обладнання ($n_{\text{об}}$) = 27 одиниць.

Питома норма площі на одиницю обладнання $f_{\text{питом}}$ для агрегатних ділень ремонтної важкої техніки, що враховує робочі зони та проходи, приймається в межах 25-30 м². Приймаємо $f_{\text{питом}} = 28 \text{ м}^2/\text{од.}$

Виконуємо розрахунок:

$$S_{\text{діл}} = 27 \cdot 28 = 756 \text{ (м}^2\text{)}.$$

Розрахункова виробнича площа, необхідна для ділень ремонтної трансмісії, становить 756 м².

2.3.8 Підйомно-транспортні засоби

Призначення підйомно-транспортних (ПТ) засобів на ділень ремонтної трансмісії — забезпечення всіх операцій з вертикального та горизонтального переміщення важких агрегатів (КПП, РК), їх складових частин (корпуси, вали) та інструменту. Правильний вибір ПТ засобів є ключовим для механізації ручної праці, забезпечення високої продуктивності та дотримання норм охорони праці.

Агрегати трансмісії КрАЗ-65032 є важковаговими. Наприклад, маса сухої 9-ступеневої КПП ЯМЗ-239 становить понад 300 кг, маса роздавальної коробки — близько 250 кг. Робота з такими вантажами вимагає використання спеціалізованих ПТ засобів.

Для ділень ремонтної трансмісії (площею $S_{\text{діл}} = 756 \text{ м}^2$) приймаються наступні типи підйомно-транспортного обладнання:

1. Вантажопідйомні механізми (внутрішньоцехові):

- Кран-балка (кількість 1 од.) - основний засіб для переміщення агрегатів по всій площі ділень. Вона обслуговує зону розбирання, мийні

машини, механічну зону та, найголовніше, зону випробувальних стендів, де потрібне точне позиціювання агрегату.

Має вантажопідйомність $q = 1,0$ т., якої достатньо для роботи з будь-якими агрегатами трансмісії, навіть з урахуванням ваги стропувальних пристроїв.

- Кран-стріла (кількість 2 од.), призначений для локального обслуговування групи робочих місць. Встановлюється біля стендів розбирання/збирання КПП та біля групи верстатів.

Має вантажопідйомність $q = 0,5$ т, виліт стріли – 3 м.

2. Транспортні засоби (міждільничні та внутрішні):

- Візок гідравлічний (типу "Рокла") (кількість 2 од.) – призначений для перевезення агрегатів, встановлених на стандартних піддонах (палетах), від дільниці мийки до дільниці розбирання, а також для транспортування готових агрегатів на склад обмінного фонду.

Має вантажопідйомність $q = 1,5$ т.

- Візок-стелаж (кількість 4 од.) – призначений для внутрішньодільничного перевезення та тимчасового зберігання очищених та дефектованих деталей (валів, шестерень, корпусів) при переміщенні їх між слюсарними верстатами та механічною зоною.

3. Спеціалізовані підйомники:

- Підйомник-кантувач (кількість 4 од.) для стендів розбирання - інтегрований у стенд розбирання/збирання (Табл. 2.3), забезпечує поворот агрегату для зручного доступу до всіх вузлів.

Вибір даного комплексу ПТ засобів забезпечує повну механізацію важких робіт на дільниці та оптимізує логістичні потоки деталей і агрегатів.

2.3.9 Основні будівельні вимоги

Даний підрозділ визначає специфічні будівельні, санітарно-гігієнічні та протипожежні вимоги до приміщення дільниці ремонту трансмісії,

виходячи з її розрахункової площі (756 м²) та характеру технологічних процесів.

1. Будівельні та компонувальні вимоги:

Дільниця має бути розташована всередині агрегатного цеху, згідно з принципом прямоточності, маючи зручний зв'язок з дільницями мийки, механічним цехом та складом обмінного фонду.

Висота до низу несучих конструкцій (ферм) має бути не менше 6,0 метрів. Це обумовлено необхідністю розміщення та безпечної роботи вантажопідйомної кран-балки ($q = 1,0$ т), враховуючи висоту підйому гака та габарити агрегатів, що переміщуються.

Підлога має бути промислового типу, бетонна, з укріпленням верхнім шаром. Покриття підлоги — маслобензостійке, безпилкове, неслизьке та розраховане на високі механічні навантаження від обладнання та падіння важких деталей. У зоні мийних машин підлога повинна мати ухил до водовідвідних трапів.

Стіни на висоту до 1,8 м мають бути пофарбовані олійною фарбою або облицьовані плиткою для полегшення вологого прибирання.

Дільниця має бути оснащена технологічними воротами, що забезпечують вільне транспортування агрегатів на візках або електрокарах.

2. Санітарно-гігієнічні вимоги (мікроклімат та освітлення):

Опалення: У холодний період року температура на робочих місцях має підтримуватись у межах +16...+18 °С (згідно з нормами для робіт середньої важкості).

Вентиляція: передбачається комбінована система вентиляції:

- Загальнообмінна припливно-витяжна вентиляція: для забезпечення належного повітрообміну в усьому об'ємі дільниці.
- Місцеві відсмоктувачі: обов'язкові на дільницях, де виділяються шкідливі речовини: на посту електродугового зварювання (від

зварювальних аерозолів) та над мийними машинами (від випарів миючих засобів).

Освітлення: проєктується комбінована система освітлення:

- Природне: через бокові вікна або ліхтарі верхнього світла.
- Штучне загальне: рівномірне освітлення всієї площі ділянки промисловими світильниками (напр., світлодіодними) з нормованим рівнем освітленості 300 лк.
- Штучне місцеве: обов'язкове на всіх основних робочих місцях (слюсарні верстати, верстати, стенди дефектування) з рівнем освітленості 500 лк і вище.

3. Вимоги безпеки та охорони праці:

Все технологічне обладнання, що працює від мережі 380 В (верстати, стенди, мийні машини), має бути надійно заземлене. На підлозі перед щитами керування та обладнанням мають бути розміщені діелектричні гумові килимки.

Протипожежна безпека: Приміщення ділянки (де використовуються мастила та миючі засоби) має бути обладнане первинними засобами пожежогасіння: пінними та вуглекислотними вогнегасниками, ящиками з піском та пожежним інвентарем. Зварювальний пост має бути огорожений негорючими екранами.

Випробувальні стенди, що є джерелом підвищеного шуму, мають бути встановлені на віброізолюючій основі. Бажано розміщувати їх в окремому боксі або огорожувати шумопоглинаючими екранами.

2.3.10 Розрахунок енергетичних потреб

Метою даного розрахунку є визначення орієнтовних річних та пікових потреб ділянки ремонту трансмісії в основних видах енергоносіїв (електроенергія, стиснене повітря, вода), що необхідно для проєктування інженерних мереж.

Розрахунок потреби в електроенергії

Електроенергія на дільниці споживається силовими установками (обладнання) та освітлювальними приладами.

Встановлена потужність ($P_{\text{вст}}$) визначається шляхом підсумовування номінальної потужності всього електрообладнання з Таблиці 2.5 (верстати, стенди, мийні машини, зварювальний пост, вантажопідйомні механізми).

Орієнтовна сумарна встановлена потужність силового обладнання дільниці приймається $P_{\text{вст}} = 95$ кВт.

Потужність освітлення ($P_{\text{осв}}$) розраховується на основі площі дільниці ($S_{\text{діл}} = 756 \text{ м}^2$) та питомої норми освітленості (приймаємо $p = 18 \text{ Вт/м}^2$ для промислових приміщень).

$$P_{\text{осв}} = S_{\text{діл}} \cdot p = 756 \cdot 18 = 13\,608 \text{ Вт} = 13,6 \text{ кВт.}$$

Річне споживання електроенергії ($W_{\text{річ}}$) розраховується окремо для силової та освітлювальної мереж.

Силова мережа ($W_{\text{сил}}$):

$$W_{\text{сил}} = P_{\text{вст}} \cdot \Phi_{\text{д.о}} \cdot k_{\text{поп}} \cdot k_{\text{зав}}, \text{ де:}$$

$\Phi_{\text{д.о}}$ — дійсний фонд часу роботи обладнання = 3815,2 год.

$k_{\text{поп}}$ — коефіцієнт попиту (одночасного використання) = 0,25

$k_{\text{зав}}$ — коефіцієнт завантаження обладнання = 0,65

$$W_{\text{сил}} = 95 \cdot 3815,2 \cdot 0,25 \cdot 0,65 = 58\,877 \text{ кВт} \cdot \text{год/рік.}$$

Освітлювальна мережа ($W_{\text{осв}}$):

$$W_{\text{осв}} = P_{\text{осв}} \cdot t_{\text{осв}}, \text{ де:}$$

$t_{\text{осв}}$ — річний час роботи освітлення (приймаємо $2/3$ від фонду часу) ≈ 2600 год.

$$W_{\text{осв}} = 13,6 \cdot 2600 = 35\,360 \text{ кВт} \cdot \text{год/рік.}$$

Загальне розраховане електроспоживання:

$$W_{\text{річ}} = 58\,877 + 35\,360 = 94\,237 \text{ кВт} \cdot \text{год/рік.}$$

Розрахунок потреби у воді

Вода на ділянці використовується для технологічних потреб (мийні машини) та господарсько-побутових потреб (пиття, прибирання).

Основні споживачі — дві мийні машини (Табл. 2.5). Приймаємо, що середній цикл мийки агрегатів та деталей вимагає $0,5 \text{ м}^3$ води на один приведений ремонт (враховуючи часткове повторне використання розчину).

$$W_{\text{тех}} = 978 \cdot 0,5 = 489 \text{ м}^3/\text{рік}.$$

Господарсько-побутові потреби ($W_{\text{госп}}$) розраховуються на штатну кількість робітників ділянки (48 осіб) з нормою 20 л/зміну на особу (без урахування душових, які знаходяться в АПК).

$$W_{\text{госп}} = 48 \text{ осіб} \cdot 251 \text{ день} \cdot 0,02 \text{ м}^3/\text{зміну} = 241 \text{ м}^3/\text{рік}.$$

$$\text{Разом: } W_{\text{вода}} = 489 + 241 = 730 \text{ м}^3/\text{рік}.$$

Розрахунок потреби в стисненому повітрі

Стиснене повітря необхідне для роботи пневматичного інструменту (гайковерти на ділянці розбирання/збирання), продувки деталей після мийки та очищення робочих місць.

Приймаємо, що одночасно може працювати 8 пневматичних інструментів (гайковертів) з середньою витратою $q_{\text{інстр}} = 0,8 \text{ м}^3/\text{хв}$ кожний.

$$\text{Коефіцієнт одночасності: } k_{\text{одн}} = 0,3.$$

Розрахункова витрата ($Q_{\text{пов}}$):

$$Q_{\text{пов}} = 8 \cdot 0,8 \cdot 0,3 = 1,92 \text{ м}^3/\text{хв} \text{ (або } 115,2 \text{ м}^3/\text{год)}.$$

Річне споживання ($W_{\text{пов}}$):

$$W_{\text{пов}} = Q_{\text{пов}} \cdot \Phi_{\text{д,о}} = 115,2 \cdot 3815,2 = 439\,511 \text{ м}^3/\text{рік}.$$

Подача стисненого повітря (з тиском $P = 6 - 8 \text{ атм}$) здійснюється централізовано від загальнозаводської компресорної.

Висновки до розділу 2

У другому розділі кваліфікаційної роботи виконано комплекс інженерних розрахунків та розроблено технічний проєкт спеціалізованого авторемонтного заводу (АРЗ), призначеного для капітального ремонту вантажних автомобілів КрАЗ-65032.

Обґрунтовано виробничу програму підприємства, яка становить 850 капітальних ремонтів на рік, що з урахуванням обмінного фонду дорівнює 978 приведеним ремонтам. На основі розрахункової трудомісткості, що складає 576 люд.-год на один автомобіль, визначено загальну чисельність персоналу заводу — 438 осіб, а також необхідну виробничу площу в обсязі 17 020 м². Це забезпечує дотримання технологічного процесу та норм охорони праці.

Розроблено принципову схему загального технологічного процесу капітального ремонту та виконано функціональне зонування території.

Виконано детальний технічний проєкт спеціалізованої ділянки ремонту агрегатів трансмісії, що є ключовим елементом проєкту, обґрунтовано вибір та кількість необхідного технологічного обладнання.

Таким чином, розроблений проєкт АРЗ створює надійну та економічно обґрунтовану технічну базу, технологічні та конструктивні рішення якої будуть безпосереднім матеріалом для розробки методичних рекомендацій у наступних розділах роботи.

РОЗДІЛ 3

РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ РЕМОНТУ ТА КОНСТРУКТОРСЬКОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

3.1. Аналіз дефектів та розробка загальної технології відновлення агрегатів

3.1.1 Аналіз умов роботи та типових дефектів агрегатів трансмісії КрАЗ-65032

Автомобіль-самоскид КрАЗ-65032 — це важка повнопривідна машина, призначена для перевезення сипучих та навалювальних вантажів переважно в умовах будівельних майданчиків, кар'єрів та у складних дорожньо-кліматичних умовах.

Експлуатація в таких умовах характеризується низкою факторів, що чинять екстремальний вплив на агрегати трансмісії (коробку зміни передач ЯМЗ-239 та роздавальну коробку):

- Високі динамічні та ударні навантаження: Рух по пересіченій місцевості, подолання крутих підйомів, різкі старти та гальмування з повним завантаженням.
- Абразивне середовище: Висока запиленість та вологість на будівельних об'єктах та в кар'єрах, що підвищує ризик забруднення мастильних матеріалів.
- Перевантаження: Часті випадки експлуатації з перевищенням номінальної вантажопідйомності.
- Інтенсивний режим роботи: Робота у двозмінному режимі (16-20 годин на добу) на короткому транспортному плечі, що супроводжується частою зміною передач.

Ці фактори призводять до інтенсивного зношування та накопичення втомних пошкоджень у деталях КПП та роздавальної коробки.

Аналіз даних з авторемонтних підприємств [9, 11, 22] показує, що основними причинами відмови агрегатів трансмісії є не лише природний знос, але й пошкодження, що накопичуються. Детальний перелік типових експлуатаційних дефектів та їх ймовірні причини наведено у Таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Типові експлуатаційні дефекти агрегатів трансмісії

№ з/п	Вузол / Деталь	Опис типових дефектів	Причина виникнення
1	Корпусні деталі (Корпуси та кришки КПП, РК)	1. Втомні або ударні тріщини в стінках та ребрах жорсткості. 2. Знос та овальність отворів під підшипники. 3. Пошкодження (відколи) приєднувальних фланців.	Ударні та вібраційні навантаження; провертання зовнішньої обойми підшипника через знос.
2	Вали (Первинні, вторинні, проміжні)	1. Знос шліцьових з'єднань. 2. Знос посадкових шийок під підшипники. 3. Знос робочих поверхонь зубців (незначний).	Високі крутильні моменти; абразивний знос (забруднене мастило); порушення співвісності.
3	Шестерні	1. Пітинг (втомне викришування) робочої поверхні зубців. 2. Сколи та зламування зубців. 3. Знос отворів під втулки або підшипники ковзання.	Контактна втома; ударні навантаження (різке вмикання передач, перевантаження).
4	Механізм перемикавання	1. Знос робочих поверхонь вилок перемикавання. 2. Знос блокуючих конусних кілець синхронізаторів.	Інтенсивна експлуатація (часте перемикавання); природний знос (тертя).

Найбільш критичними, складними у ремонті та дорогими є дефекти корпусних деталей. Типова технологія ремонту, що буде розглянута далі, часто пропонує заміну таких деталей на нові, що є економічно не вигідним.

3.1.2 Аналіз типових технологій ремонту та їх недоліки

Для повного розуміння доцільності впровадження вдосконаленої технології, необхідно провести аналіз типового (традиційного)

технологічного процесу ремонту агрегатів трансмісії, який застосовується на багатьох авторемонтних підприємствах, що не мають вузької спеціалізації [9, 13].

Цей процес, як правило, базується на агрегатно-знеособленому методі [1, 12], де головною метою є швидка заміна несправних деталей, а не їх повне відновлення.

Етапи типової технології ремонту:

1. Розбирання та мийка. Агрегат (КПП або РК) розбирається на вузли та деталі, які проходять очищення у мийних машинах.

2. Дефектування. Деталі надходять на пост дефектування, де майстер (часто візуально та за допомогою універсального вимірювального інструменту) сортує їх на три групи придатності:

- Придатні - деталі, знос яких знаходиться у допустимих межах.
- Непридатні (брак) - деталі, що мають дефекти, які перевищують допустимі (злами, тріщини, критичний знос).
- Деталі, які підлягають відновленню - деталі з простими дефектами (напр., знос втулки, яку можна перепресувати).

3. Відновлення. Виконуються лише прості операції відновлення (напр., проточування фаски, заміна втулок).

4. Комплектування та збирання. На місце забракованих деталей (з групи "Непридатні") зі складу беруться нові запасні частини. З цього комплекту збирається агрегат.

5. Випробування: Проводиться коротка обкатка на стенді (часто без навантаження) для перевірки правильності збирання.

Ключові недоліки існуючої технології:

1. Економічна неефективність. Головний недолік — відсутність технологій складного відновлення. Деталі з дефектами, визначеними у п. 3.1 (тріщини в корпусах, знос отворів під підшипники), автоматично потрапляють у групу "Непридатні" та списуються у металобрухт. Вартість

нового корпусу КПП або роздавальної коробки може становити до 40-50% вартості нового агрегату [15].

2. Підвищена матеріаломісткість. Замість відновлення дорогої деталі відбувається її заміна, що веде до значного перевитрачання металу та нових запасних частин, збільшуючи загальну собівартість КР автомобіля.

3. Низька глибина дефектування. Через відсутність технологій відновлення, не приділяється належна увага засобам неруйнівного контролю (напр., магнітопорошкова дефектоскопія). Прихована тріщина може бути не виявлена, що призведе до передчасного виходу агрегату з ладу після ремонту [10].

Можна зробити висновок, що існуюча типова технологія є витратною та недостатньо ефективною для умов спеціалізованого АРЗ з великою програмою. Вона не дозволяє використовувати прихований ресурс дорогих корпусних деталей.

3.2 Вибір об'єкта детального технологічного опрацювання

Виходячи з аналізу (п. 3.1.1, 3.1.2), ключовим недоліком існуючих технологій ремонту є економічна недоцільність, пов'язана з практикою списання дорогих корпусних деталей, корпусів КПП та роздавальних коробок, при наявності дефектів, таких як тріщини або знос посадкових отворів під підшипники [10].

Суть запропонованого вдосконалення полягає у відмові від витратної "замінної" технології та впровадженні на проєктованому АРЗ технології поглибленого відновлення корпусних деталей агрегатів трансмісії.

Це вдосконалення базується на двох ключових напрямках:

1. Відновлення геометричних параметрів отворів під підшипники, де замість списання корпусу, що має овальність або знос отвору, пропонується застосовувати метод розточування та встановлення ремонтної

втулки (гільзування). Цей метод дозволяє відновити номінальний розмір та співвідношення отвору з високою точністю [14].

2. Усунення тріщин у корпусних деталях, під час якого замість списання деталі з тріщиною пропонується впровадити технологію її ремонту методом спеціалізованого зварювання (наприклад, аргонотрудове зварювання для алюмінієвих сплавів або холодне зварювання для чавунних корпусів) з подальшою механічною обробкою [10].

Обґрунтування доцільності:

Економічне - собівартість відновлення, що включає оплату праці верстатника, зварника, вартість матеріалів, є в десятки разів нижчою за вартість придбання нового корпусу КПП або РК. Враховуючи велику річну програму заводу, сумарний економічний ефект від зниження матеріаломісткості ремонту буде надзвичайно суттєвим.

Технологічне - обладнання, закладене у проєкт ділянки ремонту трансмісії, зокрема верстатний парк та зварювальний пост, повністю забезпечує технологічну можливість виконання даних операцій відновлення.

Ресурсозбереження - впровадження технології відновлення відповідає сучасним принципам раціонального природокористування, дозволяючи повернути у виробничий цикл дорогі деталі, що раніше відправлялися у металобрухт.

Запропоноване вдосконалення дозволяє кардинально вирішити проблему економічної недоцільності, що пов'язана з практикою списання дорогих корпусних деталей.

3.2.1 Розробка технологічного процесу відновлення

Як було обґрунтовано у п. 3.1, об'єктом для розробки вдосконаленої технології обрано корпусні деталі, як найбільш дорогі та складні у ремонті. В даному підрозділі детально розробляється технологічний процес відновлення корпусу роздавальної коробки автомобіля КрАЗ-65032.

3.2.2 Призначення і умови роботи деталі "Корпус роздавальної коробки"

Корпус роздавальної коробки (РК) є базовою (несучою) деталлю агрегату. Він виконує наступні ключові функції:

- Силу: сприймає та передає на раму автомобіля всі статичні та динамічні навантаження, що виникають при передачі крутного моменту.
- Установчу: забезпечує точне взаємне розташування (співвісність та міжосьові відстані) валів, шестерень та підшипників, що є критичним для правильної роботи зубчастих передач.
- Захисну: утворює герметичний об'єм (масляну ванну), утримуючи мастильний матеріал та захищаючи внутрішні компоненти (вали, шестерні, підшипники) від потрапляння бруду, води та абразивних частинок.
- Кріпильну: слугує основою для кріплення самої роздавальної коробки до рами автомобіля та для монтажу допоміжних механізмів (наприклад, механізму блокування диференціала).

Під час експлуатації автомобіля КрАЗ-65032 в умовах кар'єру або бездоріжжя, корпус РК зазнає екстремальних навантажень:

- Вібраційні та ударні навантаження: постійна вібрація від двигуна та ударні навантаження від коліс при русі по нерівностях, що передаються через карданні вали.
- Значні крутильні моменти: сприйняття реактивних моментів від зубчастих передач, особливо в режимі повного приводу та при блокуванні диференціала.
- Термічні навантаження: нагрів від тертя у підшипниках та зубчастих зачепленнях, що може призводити до локальних перепадів температур.

Складні умови експлуатації призводять до накопичення втомних напружень у матеріалі корпусу та виникнення специфічних експлуатаційних дефектів.

3.2.3 Аналіз експлуатаційних дефектів деталі

Деталь "Корпус роздавальної коробки" внаслідок складних умов експлуатації накопичує низку критичних дефектів. Виявлення та правильна класифікація цих дефектів є першим етапом у розробці технології відновлення.

На основі аналізу [10, 14, 22] виділяємо два основні експлуатаційні дефекти, які є об'єктом вдосконалення. Детальний аналіз цих дефектів представлено у Таблиці 3.2.

Таблиця 3.2

Аналіз основних експлуатаційних дефектів корпусу роздавальної коробки

Найменування дефекту	Прояв	Причина виникнення	Критичність
1. Знос та пошкодження отворів під підшипники	Збільшення внутрішнього діаметра отвору (гнізда) понад допустимий розмір; виникнення овальності; поява задирів або провертання зовнішньої обойми підшипника.	Виникає внаслідок дії радіальних сил від валів, вібрацій та поступового абразивного зносу. Провертання обойми є наслідком ослаблення посадки.	Призводить до порушення співвісності валів та міжосьових відстаней, що викликає неправильне зубчасте зачеплення, підвищений шум, прискорений знос шестерень і, заклинювання або руйнування агрегату.
2. Тріщини в стінках та ребрах жорсткості	Втомні або ударні тріщини, що розвиваються з зон концентрації напружень (наприклад, біля отворів, ребер жорсткості, приєднувальних фланців).	Сильні ударні навантаження (наїзд на перешкоду, що призводить до удару по корпусу РК) або втома матеріалу від тривалих вібраційних та динамічних навантажень.	Порушення герметичності корпусу, що веде до витоку мастила. Без мастила агрегат швидко перегрівається та виходить з ладу. Тріщина також ослаблює силову структуру корпусу, що може призвести до його повного руйнування.

Як видно з аналізу, ці два дефекти є основними причинами списання корпусних деталей у типовій технології. Вони є критичними, оскільки порушують або співвісність валів, або герметичність та цілісність агрегату.

3.2.4 Складання маршрутної карти операцій

На основі обраних раціональних способів відновлення розробляємо маршрутну технологічну карту відновлення деталі «Корпус роздавальної коробки». Ця карта описує повний цикл операцій, необхідних для усунення обох типів дефектів (тріщини та знос отворів).

Маршрутна карта (Таблиця 3.3) є основним технологічним документом, що визначає послідовність операцій, необхідне обладнання та професію виконавця.

Таблиця 3.3

Маршрутна карта відновлення корпусу роздавальної коробки

№ Опер.	Назва операції	Короткий опис / Переходи	Обладнання / Інструмент	Професія
005	Мийна	Остаточне очищення корпусу від залишків мастила та бруду після розбирання. Сушка стисненим повітрям.	Машина мийна камерного типу (п. 2.6); пневмопістолет.	Мийник агрегатів
010	Дефектувальна (Контрольна)	Візуальний огляд. Виявлення тріщин (магнітопорошковий дефектоскоп). Контроль геометрії отворів (нутромір, калібри).	Стенд контрольно-дефектувальний; нутромір; мікрометри.	Слюсар-ремонтник (дефектувальник)
015	Підготовча (до зварювання)	Визначення меж тріщин. Засвердлювання кінців тріщин (для зупинки росту). Розділка країв тріщини V-подібно (абразивною машинкою).	Верстат свердлильний; ручна шліфувальна машинка.	Верстатник
020	Зварювальна	Заварювання тріщини	Пост	Електрогазозварник

	(Відновлення цілісності)	методом аргонодугового зварювання (TIG) з використанням відповідної присадки (для алюмінію/чавуну).	аргонодугового зварювання (п. 2.6).	
025	Механічна (Відновлення отворів) - I	Встановлення та базування корпусу на столі верстата. Попереднє розточування дефектних отворів під гільзу (усунення овальності).	Верстат координатно-розточувальний (або фрезерний).	Верстатник
030	Слюсарна (Гільзування)	Виготовлення ремонтної втулки (гільзи). Запресовування втулки в розточений отвір (з натягом).	Прес гідравлічний (п. 2.6); верстат токарний.	Слюсар-ремонтник
035	Механічна (Відновлення отворів) - II	Повторне базування деталі. Фінальне розточування отвору у встановленій втулці під номінальний розмір посадки підшипника.	Верстат координатно-розточувальний.	Верстатник
040	Контрольна (ВТК)	Контроль якості зварного шва. Контроль співвідношення та діаметрів відновлених отворів. Перевірка герметичності (гасом).	Відділ технічного контролю (ВТК), нутромір.	Контролер ВТК
045	Комплектувальна	Передача відновленої деталі на дільницю комплектування для подальшого збирання агрегату.		Слюсар-ремонтник

Маршрутна карта об'єднує декілька технологій (зварювання, механічна обробка, слюсарні операції) в єдиний процес, що дозволяє гарантовано відновити деталь, яка раніше вважалася непридатною.

3.2.5 Вибір обладнання, пристроїв та інструменту

Вибір технологічного обладнання, пристроїв (оснащення) та інструменту ґрунтується на операціях, визначених у маршрутній карті (Таблиця 3.3), та спирається на загальний перелік обладнання, закладений у технічному проєкті дільниці (Таблиця 2.3).

Даний вибір (представлений у Таблиці 3.4) забезпечує повне технологічне оснащення запропонованого процесу відновлення.

Таблиця 3.4

Відомість обладнання, пристроїв та інструменту для відновлення корпусу РК

№ Опер.	Назва операції	Найменування обладнання / пристрою / інструменту	Модель / Тип	Призначення
005	Мийна	Машина мийна	Камерного типу	Остаточне очищення деталей
		Пневмопістолет продувний	-	Сушка стисненим повітрям
010	Дефектувальна	Стенд контрольно-дефектувальний (Дефектоскоп)	Магнітопорошковий (типу МТ-500)	Виявлення прихованих тріщин
		Нутромір індикаторний	НІ 50-100	Вимірювання діаметра та овальності отворів
		Штангенциркуль	ШЦ-ІІ-250	Загальні вимірювання
015	Підготовча	Верстат свердильний	2Н118 (або аналог)	Засвердлювання кінців тріщин
		Машинка шліфувальна ручна	Електрична/пневматична	Розділка (оброблення) країв тріщини
020	Зварювальна	Пост аргонодугового зварювання (TIG)	Установка TIG (типу SSVA-TIG)	Заварювання тріщини в середовищі аргону
		Електрод вольфрамовий, присадка	-	Формування шва
025 035	Механічна (Розточування)	Верстат координатно-розточувальний	Мод. 2Е450 (або фрезерний 6Р12)	Попереднє та фінальне розточування

				отворів
		Технологічне оснащення (Пристрій)	Установча плита, притискачі, домкрати	Точне базування та жорстке закріплення корпусу на столі верстата
		Різець розточувальний	Зі швидкорізальної сталі / тв. сплаву	Механічна обробка
30	Слюсарна (Гільзування)	Прес гідравлічний	Зусилля 20 т (п. 2.6)	Запресовування ремонтної втулки (гільзи)
		Верстат токарно-гвинторізний	16K20 (п. 2.6)	Виготовлення ремонтної втулки
		Оправка для запресовування	(Спеціальна)	Направлення втулки при встановленні
40	Контрольна (ВТК)	Нутромір індикаторний	НІ 50-100	Контроль діаметра та співвісності відновлених отворів
		Набір щупів	-	Контроль площинності прилягання

Представлений набір обладнання та технологічного оснащення є в наявності на проєктованій ділянці ремонту трансмісії і дозволяє виконати всі операції з відновлення корпусу роздавальної коробки з необхідною технологічною точністю.

3.2.6 Розрахунок і вибір режимів обробки

Для забезпечення належної якості та продуктивності відновлення, необхідно призначити та розрахувати режими обробки для ключових операцій з маршрутної карти (Таблиця 3.3). Як приклад, виконаємо розрахунок режимів різання для найбільш відповідальної операції:

Операція: 035 "Механічна (Відновлення отворів) - II"

Перехід: Фінальне розточування отвору у встановленій ремонтній втулці.

1. Вихідні дані для розрахунку:

Деталь: Корпус РК.

Матеріал деталі (втулки): Сталь 45 (ГОСТ 1050-88).

Обладнання: Верстат координатно-розточувальний (2Е450).

Інструмент: Різець розточувальний з пластиною твердого сплаву Т15К6.

Параметри отвору:

Діаметр до обробки ($D_{\text{поп}}$): $D_{\text{поп}} = 88$ мм.

Діаметр номінальний (D): $D = 90$ мм.

Довжина отвору (L): $L = 50$ мм.

2. Визначення глибини різання (t):

Припуск на сторону (z):

$$z = (D - D_{\text{поп}}) / 2 = (90 - 88) / 2 = 1 \text{ мм.}$$

Оскільки обробка фінальна (чистова), виконуємо її за один прохід.

Глибина різання $t = 1,0$ мм.

3. Визначення подачі (S):

Для чистового розточування сталі різцем Т15К6, за довідковими даними [10, 14], обираємо подачу на оберт:

Подача $S = 0,15$ мм/об.

4. Визначення швидкості різання (V):

Швидкість різання V (в м/хв) для даних умов (Сталь 45, Т15К6, $t=1,0$, $S=0,15$) за довідковими даними [14] становить $V = 90 - 110$ м/хв.

Приймаємо $V = 100$ м/хв.

5. Розрахунок частоти обертання шпинделя (n):

Частота обертання розраховується за формулою:

$$n = (1000 \cdot V) / (\pi / D)$$

$$n = (1000 \cdot 100) / (3,14 / 90) = 100000 / 282,6 = 353,8 \text{ (об/хв).}$$

За паспортом верстата (2Е450) обираємо найближче нижнє значення з ряду частот обертання. Приймаємо $n_{\text{верст}} = 350$ об/хв.

6. Уточнення фактичної швидкості різання ($V_{\text{факт}}$):

$$V_{\text{факт}} = \pi \cdot D \cdot n_{\text{верст}} / 1000 = (3.14 \cdot 90 \cdot 350) / 1000 = 98,9 \text{ (м/хв.)}$$

Це значення знаходиться в допустимому діапазоні (90 - 110 м/хв), отже, режими підібрані коректно.

7. Вибір режимів для інших операцій:

Операція 020 (Зварювальна) - режим аргонодугового зварювання (TIG) обирається залежно від матеріалу (чавун, алюміній) та товщини стінки. Орієнтовно: сила зварювального струму $I = 140-160 \text{ А}$, полярність — пряма (для чавуну) або зворотна (для алюмінію), діаметр вольфрамового електрода — 2,5 мм.

Розраховані режими забезпечують необхідну точність обробки (для посадки підшипника) та продуктивність процесу відновлення.

3.2.7 Розробка технологічної карти на випробування агрегату після ремонту

Завершальним етапом технологічного процесу капітального ремонту роздавальної коробки (РК) є її припрацювання - обкатка та контрольні випробування. Ця операція є обов'язковою, особливо враховуючи впровадження технології відновлення корпусних деталей - заварювання тріщин та гільзування отворів.

Метою випробувань є:

1. Припрацювання тертьових поверхонь (зубчастих зачеплень, підшипників).
2. Перевірка якості складання (відсутність заклинювання, легкість перемикання).
3. Перевірка герметичності відновленого корпусу та ущільнень.
4. Контроль теплового режиму та рівня шуму під навантаженням.

Випробування проводяться на спеціалізованому стенді (підбраному в п. 2.6), що дозволяє імітувати реальні умови експлуатації.

Процес випробувань регламентується технологічною картою (Таблиця 3.5) і складається з трьох етапів:

- Холодна обкатка: обертання валів агрегату від електродвигуна стенду без зовнішнього навантаження.
- Гаряча обкатка (під навантаженням): створення гальмівного моменту на вихідних валах для імітації дорожнього опору.
- Контрольний огляд: Перевірка на відсутність витоків та дефектів.

Таблиця 3.5

Технологічна карта випробування роздавальної коробки

№ Опер.	Найменування операції	Зміст переходу / Режими	Технічні вимоги та умови	Час, хв
005	Встановлення	Встановити РК на стенд, закріпити притисками. Приєднати карданні вали стенду до фланців РК. Залити мастило в картер.	Мастило ТАп-15В або аналог. Рівень – до контрольного отвору.	5
010	Холодна обкатка (без навантаження)	Увімкнути привід стенду. Обкатувати на нижчій передачі. Частота обертання вхідного валу: $n = 600 - 800$ об/хв	Перевірити плавність ходу, відсутність сторонніх стуків та шумів.	10
015	Перемикання	Зупинити стенд. Перемкнути РК на вищу передачу. Увімкнути блокування диференціала. Повторити запуск.	Перемикання має бути чітким, без заїдань. Блокування має спрацювати.	5
020	Гаряча обкатка (під навантаженням)	Створити гальмівний момент на вихідних валах (навантаження 20-30% від номінального). $n = 1000 - 1200$ об/хв.	Контроль температури підшипникових вузлів (не більше $+85^{\circ}\text{C}$). Контроль шуму (не більше 90 дБ).	15
025	Контрольна (Герметичність)	Зупинити стенд. Провести зовнішній огляд відновлених ділянок корпусу (місця зварювання) та сальникових ущільнень.	Витоки мастила не допускаються. «Потіння» мастила в місцях зварювання не допускається.	5
030	Зняття	Злити мастило з картера. Від'єднати вали стенду. Зняти агрегат.	Встановити заглушки на отвори. Наклеїти бирку «Випробувано».	5
	РАЗОМ			45 хв

3.3 Конструкторська розробка

Впровадження вдосконаленої технології відновлення корпусних деталей вимагає застосування спеціалізованого технологічного оснащення. Використання універсальних пристроїв для закріплення складної та великогабаритної деталі, якою є корпус роздавальної коробки КрАЗ-65032, призводить до значних втрат допоміжного часу на вивіряння та не гарантує необхідної точності взаємного розташування осей отворів.

Об'єктом конструкторської розробки в даному розділі є спеціальний пристрій для розточування посадкових отворів корпусу роздавальної коробки на координатно-розточувальному верстаті.

3.3.1 Призначення і робота пристрою

Призначення пристрою

Проектований верстатний пристрій належить до групи спеціалізованих затискних пристроїв і призначений для базування та закріплення корпусу роздавальної коробки під час виконання операції чистового розточування відновлених отворів під підшипники.

Використання даного пристрою забезпечує досягнення наступних техніко-економічних цілей:

- Підвищення точності обробки: пристрій забезпечує жорстке базування деталі за визначеними технологічними базами, що гарантує сувору перпендикулярність осі розточуваного отвору до площини корпусу та дотримання міжосьових відстаней.
- Зростання продуктивності праці: завдяки швидкому встановленню та закріпленню деталі (без необхідності тривалого вивіряння індикатором кожного разу) значно скорочується допоміжний час $T_{\text{доп}}$, що знижує трудомісткість операції на 15-20%.

- Зниження вимог до кваліфікації робітника: використання спеціалізованого пристрою спрощує процес встановлення деталі, що дозволяє виконувати роботу верстатнику меншого кваліфікаційного розряду.
- Безпека праці: надійна фіксація важкої деталі (масою понад 200 кг) виключає можливість її зміщення або виривання під дією сил різання.

Будова (конструкція) пристрою

Конструктивно пристрій являє собою зварну або литу конструкцію, що встановлюється на стіл верстата моделі 2E450. До складу пристрою входять такі основні елементи:

1. Корпус (плита) — основа пристрою, виготовлена з сірого чавуну СЧ-20 або зварена зі сталевих листів (Сталь 3). Корпус має U-подібні пази для кріплення до Т-подібних пазів столу верстата болтами. Жорсткість корпусу забезпечується системою ребер.

2. Установчі елементи (опори). Основні опори — дві шліфовані пластини, на які спирається площина роз'єму роздавальної коробки (усувають 3 ступені вільності — переміщення вздовж осі Z та обертання навколо осей X і Y).

Направляючі пальці — два пальці (один циліндричний, один зрізаний), що входять у технологічні отвори корпусу РК, забезпечуючи точне центрування (усувають переміщення вздовж осей X, Y та обертання навколо Z).

3. Затискний механізм. Для надійної фіксації деталі застосовується гвинтовий затискний механізм. Він складається з відкидних притискних планок, шпильок та гайок з руків'ям. Вибір гвинтового механізму (замість пневматичного) обумовлений типом виробництва (одиничне та дрібносерійне) та простотою конструкції, що знижує вартість оснащення.

4. Допоміжні елементи. Ручки для транспортування пристрою, шпонки для орієнтації пристрою на столі верстата.

Загальний вигляд пристрою наведено на рисунку 3.1

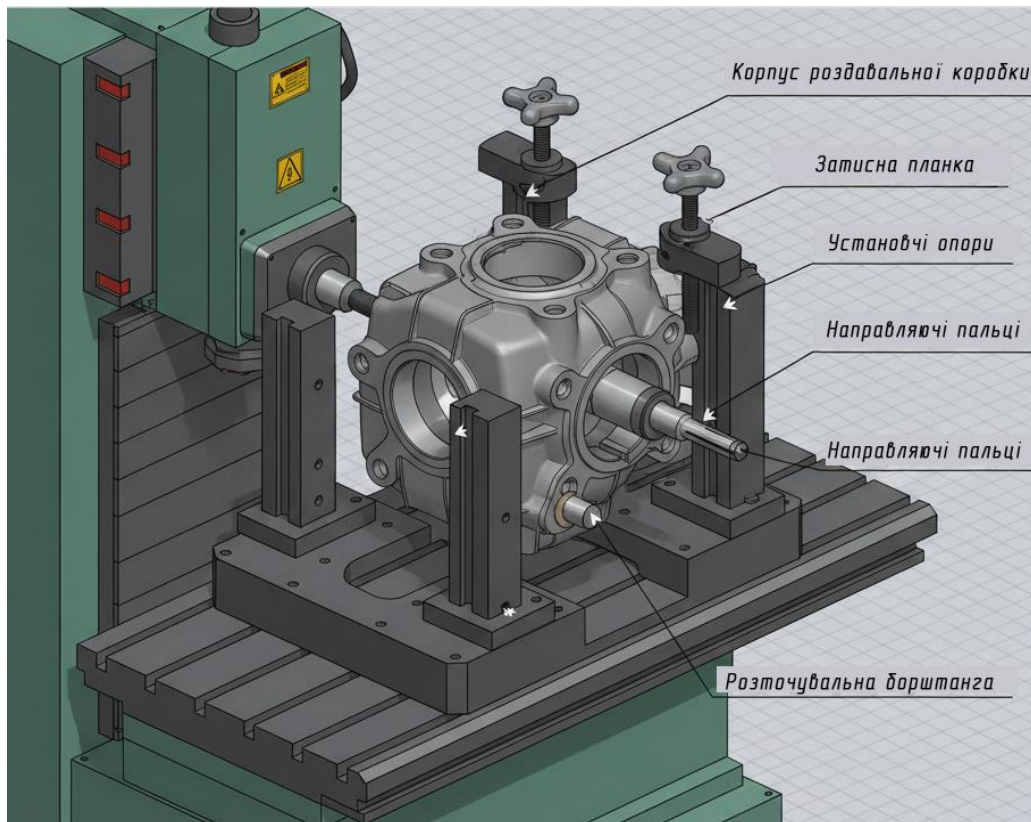


Рис 3.1 Загальний вигляд пристрою для розточування корпусу роздавальної коробки

Принцип роботи пристрою

Робота з пристроєм здійснюється у такій послідовності:

1. Підготовка: пристрій встановлюється на стіл координатно-розточувального верстата. За допомогою шпонок він орієнтується відносно осей верстата і жорстко закріплюється болтами. Проводиться вивірення положення осі шпинделя відносно установчих пальців пристрою (налагодження верстата на розмір).

2. Завантаження: за допомогою кран-балки корпус роздавальної коробки подається у робочу зону. Верстатник опускає деталь на установчі пластини пристрою таким чином, щоб установчі пальці увійшли у відповідні отвори на фланці корпусу РК.

3. Закріплення: верстатник накидає притискні планки на фланець деталі та закручує затискні гайки. Зусилля затиску передається через планки на корпус, надійно притискаючи його до базових опор.

4. Обробка: вмикається верстат, і проводиться цикл розточування отвору згідно з технологічним переходом (п. 3.4.6). Сили різання, що виникають при цьому (крутний момент та осьова сила), сприймаються елементами пристрою.

5. Розкріплення та розвантаження: після завершення обробки шпиндель верстата відводиться. Верстатник відпускає гайки, відводить притискні планки вбік. Деталь стропується і за допомогою кран-балки знімається з пристрою.

6. Очищення: базові поверхні пристрою очищаються від стружки стисненим повітрям або щіткою, після чого пристрій готовий до встановлення наступної деталі.

3.3.2 Розрахунок деталей на міцність

Метою даного розрахунку є визначення необхідної сили затиску (\$W\$), яка гарантовано утримає корпус роздавальної коробки від зміщення та вібрацій під дією сил різання, а також розрахунок діаметра затискного гвинта (шпильки) на міцність.

Розрахунок сил різання

Вихідними даними для силового розрахунку є режими різання, визначені у технологічній частині (п. 3.4.6) для операції чистового розточування отвору.

- Глибина різання: $t = 1,0$ мм.
- Подача: $S = 0,15$ мм/об.
- Швидкість різання: $V = 100$ м/хв.
- Діаметр обробки: $D = 90$ мм.

При розточуванні на деталь діють складові сили різання: тангенціальна (P_z), радіальна (P_y) та осьова (P_x). Найбільший вплив на закріплення деталі чинить крутний момент ($M_{кр}$), що намагається повернути деталь навколо осі розточування.

Розрахунок тангенціальної складової сили різання (P_z) виконуємо за емпіричною формулою (для обробки сталі/чавуну):

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p$$

де C_p , x , y , n — коефіцієнти та показники степеня (за довідником технолога-машинобудівника для розточування: $C_p = 300$, $x = 1.0$, $y = 0.75$, $n = -0.15$); K_p — поправочний коефіцієнт (приймаємо $K_p = 1.0$).

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1.0^1 \cdot 0.15^{0.75} \cdot 100^{-0.15} \cdot 1.0$$

Розрахункове значення:

$$P_z \approx 360 \text{ Н (ньютонів)}$$

Враховуючи можливі коливання припуску та твердості матеріалу (зокрема, при зрізанні наплавленого шару або зварного шва), вводимо коефіцієнт запасу для сили різання $K_{\text{різ}} = 1.5$.

$$P_{z,\text{розр}} = 360 \cdot 1.5 = 540 \text{ Н}$$

Крутний момент різання ($M_{\text{кр}}$):

$$M_{\text{кр}} = P_{z,\text{розр}} \cdot D/2 = 540 \cdot 0.09/2 = 24.3 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Розрахунок необхідної сили затиску (W)

Пристрій повинен запобігти провороту деталі під дією моменту $M_{\text{кр}}$. Деталь утримується за рахунок сил тертя, що виникають між базовою поверхнею деталі та опорами пристрою, а також між притискними планками та деталлю.

Рівняння рівноваги моментів:

$$K \cdot M_{\text{кр}} = M$$

де K — коефіцієнт надійності закріплення. Враховуючи чорнову поверхню лиття корпусу та вібрації, приймаємо $K = 2.5$.

Момент сил тертя ($M_{\text{тертя}}$) створюється силою затиску (W):

$$M_{\text{тертя}} = W \cdot f_1 \cdot R_1 + W \cdot f_2 \cdot R_2$$

де f_1 , f_2 — коефіцієнти тертя (сталь по чавуну, $f = 0.15$);

R_1 , R_2 — відстані від осі обертання (розточування) до точок прикладання сили затиску (приймаємо середнє плече $R = 120 \text{ мм} = 0.12 \text{ м}$).

Спрощена формула для визначення сумарної сили затиску (W_{Σ}):

$$W_{\Sigma} = \frac{K \cdot M_{кр}}{f \cdot R} = \frac{2,5 \cdot 24,3}{0,15 \cdot 0,12} = 3375 \text{ Н.}$$

Оскільки конструкцією передбачено дві точки затиску (дві шпильки), необхідна сила на одну шпильку (W):

$$W = \frac{W_{\Sigma}}{2} = \frac{3375}{2} = 1687,5 \text{ Н}$$

Приймаємо розрахункову силу затиску на один гвинт: $W = 1700 \text{ Н.}$

Розрахунок діаметра затискного гвинта (шпильки)

Гвинт (шпилька) затискного пристрою працює на розтяг та скручування (під час затягування гайки). Розрахунок номінального діаметра різьби (d) проводимо за формулою для розрахунку болтів на розтяг з врахуванням моменту затягування:

$$d_1 \geq \sqrt{\frac{4 \cdot 1,3 \cdot W}{\pi \cdot \sigma_p}}$$

де:

d_1 — внутрішній діаметр різьби, мм;

1,3 — коефіцієнт, що враховує скручування стержня гвинта при затягуванні;

W — розрахункова осьова сила (1700 Н);

σ_p — допустиме напруження на розтяг для матеріалу гвинта.

Для шпильок обираємо Сталь 45 (термічно оброблену, клас міцності 8.8). Межа текучості $\sigma_T = 640 \text{ МПа.}$

Допустиме напруження з урахуванням коефіцієнта запасу міцності ($S = 3$ для верстатних пристроїв):

$$\sigma_p = \sigma_T / S = 640/3 \approx 213 \text{ МПа (Н/мм}^2\text{)}$$

Підставляємо значення:

$$d_1 \geq \sqrt{\frac{4 \cdot 1,3 \cdot 1700}{3,14 \cdot 213}} = 3,63 \text{ мм.}$$

Розрахунок показує, що для утримання деталі від провороту достатньо навіть гвинта М5.

Однак, у верстатних пристроях для ремонту важкої техніки (КрАЗ) діаметр кріпильних елементів обирається не лише з умови міцності на розрив, але й з умов, що шпилька не повинна гнутися при випадкових ударах під час встановлення важкого корпусу. Різьба повинна витримувати багатократне закручування/відкручування. Гайка повинна бути зручною для затягування стандартним ключем (S17, S19, S24).

Враховуючи масивність деталі (корпус РК) та умови експлуатації (грубе поводження), конструктивно приймаємо:

Різьба метрична M16.

- Номінальний діаметр: $d = 16$ мм.
- Внутрішній діаметр: $d_1 = 13,8$ мм.

Перевірка на міцність прийнятого гвинта M16:

Фактичне напруження в гвинті M16:

$$\sigma = \frac{1,3 \cdot W}{A} = \frac{1,3 \cdot 1700}{150} = 14,7 \text{ МПа.}$$

Це значно менше допустимого ($14,7 \ll 213$ МПа), що гарантує багаторазовий запас міцності та довговічність різьбового з'єднання в умовах ремонтного виробництва.

Таким чином, розроблено спеціальний верстатний пристрій для кріплення корпусу роздавальної коробки. Силовий розрахунок підтвердив, що використання двох затискних шпильок M16 забезпечує надійну фіксацію деталі із запасом по силі затиску, що гарантує безпеку та точність виконання технологічної операції відновлення.

Висновки до розділу 3

У третьому розділі виконано детальний аналіз дефектів та розроблено технологічні і конструкторські рішення, необхідні для забезпечення якісного капітального ремонту агрегатів трансмісії. Проведено класифікацію типових несправностей вантажних автомобілів КрАЗ-65032, що дозволило обґрунтувати вибір найбільш критичного об'єкта для детального опрацювання — корпусу роздавальної коробки.

На основі аналізу його функціонального призначення та умов експлуатації розроблено маршрутну та операційну технологічні карти відновлення зношених посадкових поверхонь. Визначені та обґрунтовані оптимальні режими різання для ключових операцій механічної обробки, що забезпечує необхідну точність та чистоту оброблюваних поверхонь, гарантуючи якість фінального ремонту.

Крім того, у межах конструкторської частини обґрунтовано та описано конструкцію спеціального технологічного оснащення (пристрою чи стенду), яке необхідне для підвищення точності позиціонування деталі під час ремонту та гарантує надійність технологічного процесу.

Розроблені технологічні процеси, деталізовані у вигляді карт, та конструкторське забезпечення створюють необхідну базу знань, яка буде використана як професійно орієнтований контент для розробки методики навчання у наступному, розділі кваліфікаційної роботи.

РОЗДІЛ 4

РОЗРОБКА МЕТОДИЧНОГО ПРОЄКТУ ПРАКТИЧНОГО ЗАНЯТТЯ З ТЕМИ "ТЕХНОЛОГІЯ РЕМОНТУ ТРАНСМІСІЇ АВТОМОБІЛЯ КРАЗ-65032"

4.1 План практичного заняття на тему «Технологія ремонту трансмісії автомобіля КрАЗ-65032»

Професійна підготовка фахівців для автомобілебудівної та ремонтної галузей вимагає не лише ґрунтовних теоретичних знань, а й розвитку стійких практичних навичок, зокрема здатності до аналізу технологічних процесів та прийняття ефективних інженерних рішень. Розроблений у попередніх розділах технічний проєкт спеціалізованого авторемонтного заводу (АРЗ), що фокусується на капітальному ремонті автомобілів КрАЗ-65032, слугує ідеальною базою для практичного навчання. Таким чином, це практичне заняття є ключовою ланкою у формуванні фахової компетентності, інтегруючи знання технології ремонту, дефектації та економічного обґрунтування.

4.1.1 Вихідні дані заняття

Практичне заняття з теми «Технологія ремонту трансмісії автомобіля КРАЗ-65032» розроблено в межах дисципліни «Технічне обслуговування і ремонт автомобільного транспорту» для спеціальності 015 Професійна освіта (Транспорт). Метою заняття є формування у студентів професійних компетентностей, необхідних для діагностики, дефектації та ремонту агрегатів трансмісії важких вантажівок.

Заняття розраховане на студентів 3 курсу. Навчальний процес організовується у формі практичного заняття з елементами проблемного та виробничого навчання, що дозволяє наблизити умови до реального

авторемонтного підприємства. Загальна тривалість заняття становить 90 хвилин.

Місцем проведення є спеціалізована майстерня або лабораторія, оснащена стендами для розбирання агрегатів, пресовим обладнанням та комплектом вимірювальних інструментів (мікрометри, індикаторні годинники, нутроміри). Також використовуються мультимедійні засоби та технічна документація на автомобіль КРАЗ-65032 (технологічні карти, мануали з ремонту).

Для успішної участі студенти повинні мати базові знання з дисциплін «Автомобілі», «Деталі машин», «Технічна діагностика» та «Охорона праці». Перед початком роботи викладач проводить обов'язковий інструктаж з техніки безпеки; наявність засобів індивідуального захисту є обов'язковою.

Робота організовується в малих групах (2–3 особи), що сприяє розвитку навичок командної взаємодії. Структура заняття логічно відтворює технологічний процес: від аналізу несправності до фінального регулювання та контролю якості. Оцінювання враховує як теоретичну підготовку, так і точність виконання практичних завдань.

Вихідні дані визначають організаційні та методичні параметри заняття, забезпечуючи його відповідність стандартам підготовки фахівців транспортної галузі.

4.1.2 Аналіз професійної діяльності фахівця

Професійна діяльність фахівця з технічного обслуговування та ремонту трансмісійних систем автомобілів типу КРАЗ-65032 має комплексний характер. Вона вимагає поєднання глибоких технічних знань, практичних навичок роботи з агрегатами та вміння оперувати технічною документацією. Від якості діагностики та ремонту трансмісії (коробки передач, карданної, роздавальної та головної передач) безпосередньо залежить експлуатаційна надійність автомобіля та безпека перевезень.

Ключові складові професійної діяльності фахівця систематизовано в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1

Аналіз професійної діяльності фахівця з ремонту трансмісії

Вид діяльності	Функції діяльності	Процес діяльності
1	2	3
Діагностична	Визначення технічного стану агрегатів, виявлення причин відмов, оцінка доцільності ремонту.	Інструментальний контроль (використання мікрометрів, індикаторів, нутромірів), візуальний огляд, аналіз шумів і вібрацій, порівняння параметрів із нормативними допусками.
Технологічна	Демонтаж і монтаж вузлів, дефектація деталей, виконання слюсарно-механічних та регулювальних робіт.	Розбирання та складання агрегатів, заміна зношених деталей, відновлення поверхонь, регулювання підшипників та зачеплень, контроль якості складання.
Організаційна	Організація робочого місця, забезпечення безпеки праці, командна взаємодія.	Підбір інструменту та обладнання, дотримання правил охорони праці при роботі з важкими механізмами, розподіл завдань у ремонтній бригаді.
Інформаційна	Робота з нормативно-технічною документацією, оформлення ремонтної звітності.	Використання технологічних карт і мануалів, складання актів дефектації, фіксація результатів контролю.

Сучасний фахівець повинен володіти інтегрованими компетентностями: від уміння виконувати високоточні вимірювання до здатності аналізувати складні технічні ситуації та приймати обґрунтовані технологічні рішення.

4.1.3 Кваліфікаційні вимоги та результати навчання

Визначення кваліфікаційних вимог та очікуваних результатів навчання є фундаментом методичної розробки заняття. Воно базується на освітньо-професійній програмі підготовки фахівців спеціальності 015 «Професійна освіта (Транспорт)» та враховує сучасні запити роботодавців у сфері автосервісу. Основна мета полягає у формуванні фахівця, здатного не лише механічно виконувати ремонтні операції, але й глибоко розуміти фізичні процеси роботи агрегатів, аналізувати причинно-наслідкові зв'язки виникнення несправностей та приймати технічно грамотні рішення.

У ході практичного заняття студенти повинні продемонструвати інтеграцію теоретичних знань з будови автомобіля КРАЗ-65032 та практичних навичок роботи з ремонтним обладнанням. Вимоги до рівня підготовки фахівця на цьому етапі навчання систематизовано в таблиці 5.2.

Таблиця 4.2

Кваліфікаційні вимоги до фахівця

Складова кваліфікації	Зміст вимог
1	2
Теоретичні знання	Знання кінематичних схем трансмісії автомобіля КРАЗ-65032; розуміння технологічних умов на дефектацію деталей (вали, шестерні, підшипники); знання властивостей конструкційних матеріалів та мастильних матеріалів; володіння правилами охорони праці та пожежної безпеки.
Професійні вміння	Уміння користуватися вимірювальним інструментом (мікрометр, нутромір, штангенциркуль) з точністю до 0,01 мм; навички безпечного демонтажу та монтажу важких агрегатів; здатність

	виконувати регулювання зазорів у підшипниках та зачепленнях головної передачі; вміння читати складальні креслення.
Когнітивні навички	Здатність діагностувати приховані дефекти за непрямыми ознаками (шум, нагрів, вібрація); вміння аналізувати економічну доцільність ремонту або заміни вузла; навички планування послідовності ремонтних операцій для оптимізації часу.
Особистісні якості	Технічна уважність та акуратність; відповідальність за якість виконаної роботи; здатність працювати в команді (бригаді); дисциплінованість у дотриманні технологічних регламентів.

За результатами проведення заняття студент повинен досягти наступних результатів навчання:

1. Знати технічні умови на ремонт агрегатів трансмісії, допустимі розміри зношення деталей, порядок виконання дефектації.
2. Вміти самостійно виконувати розбирання та складання вузлів, проводити інструментальний контроль деталей, заповнювати дефектувальну відомість.
3. Володіти методикою пошуку несправностей та навичками роботи зі спеціалізованим сервісним обладнанням.

Такий підхід забезпечує перехід від пасивного засвоєння інформації до активної професійної діяльності, формуючи компетентного фахівця, готового до вирішення виробничих завдань.

4.1.4 Характеристика теми та цілей заняття

Тема практичного заняття «Технологія ремонту трансмісії автомобіля КРАЗ-65032» посідає одне з центральних місць у системі професійної підготовки фахівців автомобільного профілю (спеціальність 015 «Професійна освіта. Транспорт»). Її вивчення є критично важливим етапом формування професійної компетентності, оскільки трансмісія важких вантажних автомобілів являє собою складний комплекс механізмів, від безвідмовної

роботи якого безпосередньо залежать експлуатаційна надійність, безпека руху та економічна ефективність використання техніки.

Автомобіль КРАЗ-65032, як транспортний засіб підвищеної прохідності та вантажопідйомності, має низку специфічних конструктивних особливостей трансмісійної системи. Це вимагає від майбутніх фахівців не лише глибоких теоретичних знань, але й сформованих практичних навичок діагностики, дефектації та високоточного регулювання агрегатів.

Змістове наповнення заняття передбачає органічне поєднання інженерних знань про кінематику і динаміку трансмісії з відпрацюванням реальних виробничих ситуацій. Студенти занурюються у моделювання типових несправностей коробки передач, роздавальної коробки, карданних валів та головної передачі, що дозволяє їм на практиці опанувати методику пошуку та усунення дефектів. Процес навчання базується на використанні актуальної нормативно-технічної документації, сучасних вимірювальних інструментів та спеціалізованого ремонтного обладнання.

Система цілей заняття, що визначає його методичну структуру, наведена нижче:

Дидактична мета полягає у формуванні комплексної системи практичних умінь, необхідних для самостійного виконання технологічних операцій ремонту. Ключовим завданням є навчити здобувачів освіти аналізувати конструкцію агрегатів, грамотно користуватися мануалами та технологічними картами, виконувати інструментальну діагностику та дефектацію деталей, визначаючи стратегію їх відновлення або заміни.

Розвивальна мета спрямована на активізацію інженерного мислення та аналітичних здібностей. Розв'язання проблемних ситуацій, пов'язаних із пошуком причин несправностей, сприяє розвитку технічної інтуїції, здатності прогнозувати наслідки зношення деталей та оперативно приймати обґрунтовані технічні рішення в умовах виробництва.

Виховна мета акцентує увагу на формуванні професійної відповідальності та культури виробництва. Враховуючи потенційну небезпеку робіт з важкими агрегатами, пріоритетом є виховання суворого дотримання правил охорони праці, технологічної дисципліни та охайності при виконанні монтажно-демонтажних операцій.

Методична мета полягає у відпрацюванні методики використання технологічної документації як основного інструменту управління якістю ремонту. Застосування інтерактивних методів (відеодемонстрації, кейс-методи, робота з натурними зразками) забезпечує ефективне засвоєння матеріалу та закріплення алгоритмів професійної діяльності.

Важливою особливістю теми є її міждисциплінарний характер. Зміст заняття інтегрує знання з курсів, «Технічна діагностика», «Матеріалознавство» та «Охорона праці», що дозволяє студентам сформувати цілісне уявлення про фізичні процеси в трансмісії та технологію їх обслуговування.

Розроблена характеристика теми підтверджує її значущість для підготовки кваліфікованих фахівців, здатних вирішувати складні технічні завдання на сучасному рівні вимог автосервісу.

4.1.5 Міждисциплінарні зв'язки

Тема «Технологія ремонту трансмісії автомобіля КРАЗ-65032» має комплексний, інтегрований характер і ґрунтується на широкому спектрі знань, отриманих студентами під час опанування попередніх навчальних дисциплін циклу професійної та практичної підготовки. Міждисциплінарні зв'язки у даному занятті відіграють важливу роль, оскільки дозволяють забезпечити цілісність формування професійної компетентності, сприяють практичному застосуванню теоретичних знань і забезпечують глибоке розуміння студентами логіки технологічних процесів, що відбуваються у трансмісійних агрегатах важких транспортних засобів.

Однією з базових дисциплін, яка має безпосередній зв'язок із тематикою заняття, є курс «Автомобілі». Під час його вивчення студенти отримують фундаментальні знання про загальну будову транспортних засобів, принципи роботи основних систем та агрегатів, зокрема трансмісії. Саме на основі цих знань формується розуміння конструктивних особливостей коробки передач, карданних валів, роздавальних коробок, головних передач та інших механізмів автомобіля КРАЗ-65032. Ці відомості є необхідними для правильного виконання робіт з демонтажу, дефектації, ремонту та регулювання трансмісійних компонентів.

Важливе значення має дисципліна «Матеріалознавство», у межах якої студенти вивчають властивості конструкційних матеріалів, закономірності зношування деталей, причини руйнування металевих елементів та методи їх відновлення. Знання процесів зношування та механічних властивостей матеріалів дозволяє студентам обґрунтовано оцінювати технічний стан деталей трансмісії, визначати характер пошкоджень та обирати оптимальні способи відновлення — від наплавлення і напилення до заміни елементів, що не підлягають ремонту.

Особливу роль відіграє дисципліна «Технічна діагностика». Саме вона формує в студентів уміння визначати технічний стан транспортних засобів на основі використання вимірювальних приладів, індикаторів, контролюючих пристроїв, а також методів інструментальної та безінструментальної діагностики. У ході практичного заняття дані знання реалізуються під час вимірювання зазорів, перевірки биття, контролю люфтів, визначення ступеня зношування та виконання інших діагностичних процедур, необхідних для правильної оцінки працездатності трансмісійних агрегатів.

Суттєвий міждисциплінарний зв'язок простежується з дисципліною «Охорона праці». Робота з вузлами трансмісії, зокрема з масивними деталями важких вантажних автомобілів, потребує ретельного дотримання правил безпеки та виробничої гігієни. Інтеграція знань із цієї дисципліни забезпечує

формування навичок безпечної організації робочого місця, правильного користування інструментом та устаткуванням, дотримання вимог щодо застосування засобів індивідуального захисту. Під час заняття ці знання є не лише важливими, а й обов'язковими, оскільки виконання більшості операцій пов'язане з потенційними ризиками для здоров'я.

Додатково зміст заняття пов'язаний із дисциплінами «Технічне обслуговування автомобільного транспорту», «Експлуатація автомобілів», «Процеси та обладнання ремонтних підприємств». Ці курси формують у студентів комплексне розуміння логістики сервісного обслуговування, технологічного оснащення ремонтних підприємств, організації робочого процесу, а також критеріїв ефективності та якості ремонтних робіт. На практичному занятті ці знання реалізуються через застосування технологічних карт, оцінювання правильності виконання операцій та вибір оптимальних способів організації ремонтного процесу.

Таким чином, міждисциплінарні зв'язки забезпечують інтегрованість навчального процесу та сприяють формуванню системного мислення майбутніх фахівців. Завдяки поєднанню теоретичних знань із різних навчальних дисциплін та їх практичному застосуванню під час виконання операцій з ремонту трансмісії автомобіля КРАЗ-65032 студенти набувають високого рівня професійної готовності до реальних виробничих завдань.

4.1.6 Дидактичні засоби і технічне забезпечення

Ефективність формування професійних компетентностей під час практичного заняття з теми «Технологія ремонту трансмісії автомобіля КРАЗ-65032» безпосередньо залежить від якості та повноти матеріально-технічного оснащення. Раціональний добір дидактичних засобів та інструментарію дозволяє забезпечити наочність навчання, технологічну точність виконання операцій та дотримання вимог безпеки праці.

Комплекс дидактичного та технічного забезпечення заняття класифіковано в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3

Дидактичні засоби і технічне забезпечення заняття

Група засобів	Характеристика та перелік забезпечення
1	2
Наочні дидактичні матеріали	Схеми кінематичних зв'язків трансмісії, плакати з будови агрегатів (КПП, роздавальна коробка, мости), ілюстративні матеріали з типовими дефектами деталей. Допомогають візуалізувати внутрішню будову механізмів.
Об'єкти праці (натурні зразки)	Вузли трансмісії автомобіля КРАЗ-65032 (у зборі та розібрані), окремі деталі з ознаками експлуатаційного зношення (вали, шестерні, підшипники). Використовуються для дефектації та відпрацювання монтажних операцій.
Вимірювальне обладнання	Індикаторні годинники зі стійками, мікрометри (0–25, 25–50 мм), нутроміри, штангенциркулі, набори щупів, лінійки, кутоміри. Необхідні для інструментального контролю точності розмірів, зазорів та биття валів.
Інструментальне забезпечення	Комплекти гайкових ключів, знімачі підшипників та шестерень, динамометричні ключі, монтажні лопатки, вибивачі, пресове обладнання (гідравлічний прес). Забезпечують виконання розбірно-складальних робіт.
Мультимедійні засоби	Персональний комп'ютер, проєктор, інтерактивні презентації, відеофрагменти технологічних процесів ремонту, 3D-моделі вузлів. Сприяють активізації пізнавальної діяльності та розумінню динаміки процесів.
Нормативно-технічна документація	Технологічні карти на розбирання/складання, інструкції з експлуатації та ремонту (мануали), таблиці допусків і посадок, дефектувальні відомості. Є методичною основою для самостійної роботи студентів.

Використання зазначеного комплексу засобів дозволяє створити освітнє середовище, максимально наближене до реальних умов

автотранспортного підприємства, що є ключовим фактором якісної підготовки фахівців.

4.2. Структура та етапи заняття

4.2.1 План-структура практичного заняття

Структура практичного заняття розроблена з урахуванням логіки технологічного процесу ремонту та психолого-педагогічних закономірностей засвоєння професійних навичок. Вона забезпечує послідовний перехід від організаційних моментів та інструктажу з безпеки до безпосереднього виконання ремонтних операцій та аналізу результатів.

Заняття розраховане на 90 хвилин і складається з 11 послідовних етапів, кожен з яких має чітко визначену мету та регламент часу (див. таблицю 7.1).

Таблиця 4.4

План-структура практичного заняття

№ з/п	Етап заняття	Час (хв)	Зміст та діяльність на етапі
1	2	3	4
I	Підготовчо-організаційний етап	7	
1	Організаційна частина	2	Перевірка присутності студентів, готовності до заняття (наявність спецодягу: комбінезони, рукавиці, головні убори).
2	Вступний інструктаж з ОП та БЖД	5	Цільовий інструктаж щодо безпеки при роботі з підйомними механізмами, пресом та хімічними речовинами (оливами). Підпис у журналі.
II	Основний етап	73	
3	Мотивація та цілепокладання	3	Кейс-стаді: аналіз наслідків поломки вузла в дорожніх умовах. Пояснення значущості якісної дефектації.
4	Актуалізація опорних	10	Технічний диктант або бліц-опитування

	знань		(будова роздавальної коробки КРАЗ, типи посадок, вимірювальний інструмент).
5	Методичний інструктаж	5	Демонстрація викладачем прийомів роботи з мікрометром та індикатором. Пояснення порядку заповнення дефектувальної відомості.
6	Практичний блок №1: Демонтаж та інструментальна дефектація	20	Робота в малих групах. Часткове розбирання вузла. Вимірювання зношення шийок валів, перевірка бічного зазору та плям контакту.
7	Практичний блок №2: Аналіз результатів та прийняття рішень	10	Порівняння результатів вимірювань з нормативними даними. Оформлення висновків: «придатна», «ремонт», «заміна».
8	Практичний блок №3: Складання та регулювання	20	Складання вузла. Регулювання попереднього натягу підшипників (підбір прокладок). Контроль моментів затягування динамометричним ключем.
9	Заключний інструктаж та прибирання	5	Очищення інструменту та деталей. Здача робочих місць черговим. Прибирання промасленого ганчір'я.
III	Заключний етап	10	
10	Підсумок заняття та рефлексія	5	Аналіз типових помилок груп. Рефлексія здобутих навичок. Виставлення та коментування оцінок.
11	Домашнє завдання	5	Пояснення змісту домашньої роботи: оформлення звіту та розв'язання ситуаційного міні-кейсу з діагностики.
Разом		90	

Такий розподіл часу дозволяє приділити основну увагу (понад 50% часу) формуванню практичних навичок, не нехтуючи при цьому теоретичною підготовкою та питаннями безпеки. Структура є гнучкою і

може коригуватися викладачем залежно від темпу роботи групи та складності конкретних завдань.

4.2.2 Хід заняття

Процес проведення практичного заняття спроектовано на основі діяльнісного підходу: від актуалізації теоретичних знань до вирішення комплексних виробничих ситуацій. Нижче наведено розгорнутий сценарій заняття з деталізацією технологічних операцій.

I. Підготовчо-організаційний етап (7 хв)

1. Організаційна частина (2 хв)

Дії викладача: Перевірка наявності здобувачів освіти. Візуальний контроль готовності до виконання робіт (відсутність прикрас на руках, довге волосся прибране під головний убір, наявність спецодягу: комбінезон, захисні черевики).

Дії студентів: Займають робочі місця, доповідають про готовність до заняття.

2. Вступний інструктаж з ОП та БЖД (5 хв)

Дії викладача: Акцентує увагу на специфічних небезпеках при ремонті трансмісії вантажних автомобілів.

Інструкція: «При роботі з роздавальною коробкою КРАЗ-65032 (вага понад 100 кг) заборонено переміщувати агрегат вручну. Використовувати тільки кран-балку або гідравлічний візок. При випресовуванні підшипників на пресі обов'язково використовувати захисний екран».

Дії студентів: Підписують журнал інструктажів, перевіряють справність слюсарного інструменту (відсутність тріщин на рукоятках молотків, забоїн на бойках).

II. Основний етап (73 хв)

3. Мотивація та цілепокладання (3 хв)

Метод: Кейс-стаді.

Сюжет: «В умовах кар'єру у завантаженого КРАЗ-65032 відмовив передній міст. Причина — руйнування муфти ввімкнення через ігнорування стороннього шуму водієм та неякісну дефектацію під час попереднього ТО. Збитки: евакуація тягачем, простій техніки 3 доби».

Завдання: Навчитись виявляти такі дефекти на ранній стадії, щоб не допустити подібних аварій.

4. Актуалізація опорних знань (10 хв)

Метод: Технічний диктант (Бліц-опитування).

Питання до студентів:

1. Який тип міжосьового диференціала використовується в роздавальній коробці КРАЗ? *(Відповідь: Планетарний, несиметричний/симетричний з можливістю примусового блокування).*

2. Які ознаки свідчать про знос підшипників валів КПП? *(Відповідь: Підвищений гул, що змінює тональність зі зміною обертів, вібрація).*

3. Яким інструментом вимірюється радіальне биття вала? *(Відповідь: Індикатор годинникового типу на стійці).*

5. Методичний інструктаж (5 хв)

Дії викладача:

- Демонструє алгоритм заповнення *Карти дефектації*.

Таблиця 5.5

Зразок оформлення *Карти дефектації* вузла роздавальної коробки КРАЗ-65032

№ з/п	Деталь	Характер дефекту	Спосіб встановлення дефекту	Розміри, мм	Рішення
1	2	3	4	5	6
1	Вал приводу переднього моста	Знос шийки вала під підшипник	Вимірювання мікрометром (у 2-х площинах)	Номінальний: 60.00 Допустимий: 59.96 Фактичний: 59.92	Відновити (хромування або наплавлення)
2	Шестерня ведуча	Викришування робочої поверхні зубів (піттинг)	Візуальний огляд (за допомогою лупи)	Площа пошкодження > 15% поверхні зуба	Замінити (подальша експлуатація недопустима)

3	Підшипник роликів конічний	Втомне лущення бігових доріжок, кольори мінливості	Візуальний огляд, обертання вручну	Наявність шуму, заїдання, слідів перегріву	Замінити(ремонт не підлягає)
4	Корпус роздавальної коробки	Тріщина в районі кріпильного вуха	Візуальний огляд, капілярний метод	Довжина тріщини 25 мм	Відновити(за варювання тріщини)

– Показує прийом встановлення індикаторної стійки для перевірки осевого люфту вала приводу мостів.

– Роздає комплекти технологічної документації (мануали, схеми).

6. Практичний блок №1. Демонтаж та інструментальна дефектація (20 хв)

Форма роботи: Робота в малих групах (ланках по 2–3 особи).

Об'єкт: Роздавальна коробка або редуктор середнього моста (на стендах).

Завдання:

1. Виконати часткове розбирання вузла (зняти кришки підшипників).

2. Виконати візуальну перевірку зубчастих коліс на наявність піттингу (викришування) та слідів нерівномірного контакту.

3. Вимірювальна операція: виміряти діаметр посадкової шийки вала під підшипник за допомогою мікрометра (діапазон 50–75 мм). Вимірювання проводити у двох взаємно перпендикулярних площинах для виявлення овальності.

7. Практичний блок №2. Аналіз результатів та прийняття рішень (10 хв)

Методичний прийом: «Дерево відмов»

Дії студентів:

1. Порівнюють отримані дані з *Таблицею допустимих зношень* (Додаток А).

2. Аналізують отримані під час дефектації дані (цифри).

Будують логічний ланцюжок діагностики для кожної дефектної деталі:

- *Вершина дерева (Симптом)*: Наприклад, «Збільшений люфт вала > 0.1 мм».
- *Гілка (Причина)*: «Абразивне зношення шийки» або «Втомне руйнування сепаратора підшипника».
- *Корінь (Рішення)*: Порівняння з нормативами мануала та вибір дії — «Наплавлення» чи «Заміна».

Остаточний вердикт фіксується у графі «Висновок» дефектувальної відомості.

Приклад аналізу: «Виміряний діаметр шийки вала — 59,94 мм. Номінальний розмір — 60,00 мм. Допустимий ремонтний розмір — 59,96 мм. Висновок: Деталь зношена понад норму».

3. Приймають рішення: «Відновити методом наплавлення та шліфування під ремонтний розмір» або «Вибракувати».

Результат етапу: заповнена дефектувальна відомість.

8. Практичний блок №3: Складання та регулювання (20 хв)

Завдання:

1. Зібрати вузол у зворотній послідовності.
2. Регулювальна операція. Відрегулювати попередній натяг конічних підшипників проміжного вала. Студенти мають виконати підбір регулювальних прокладок під кришку картера.

Критерій перевірки: Вал повинен прокручуватися від руки з невеликим зусиллям, але без відчутного люфту.

3. Затягнути болти кріплення динамометричним ключем (момент затягування 44–56 Н·м).

Дії викладача: Вибірковий контроль якості регулювання.

9. Заключний інструктаж та прибирання (5 хв)

Дії студентів: Очищують інструмент від мастила, здають його інструментальнику. Протирають верстаки, прибирають промаслене ганчір'я у спеціальний металевий контейнер (вимога пожежної безпеки).

III. Заклучний етап (10 хв)

10. Підсумок та рефлексія (5 хв)

Дії викладача: Аналізує типові помилки (наприклад: «Група №2 невірно встановила мікрометр на нуль, що призвело до похибки вимірювань»).

Рефлексія: Студенти відповідають на питання: «Яка операція викликала найбільші труднощі?», «Чи достатньо було теоретичних знань для дефектації?».

Оцінювання: Виставлення комплексних оцінок (враховується: теорія, точність вимірювань, якість складання, дотримання ТБ).

11. Домашнє завдання (5 хв)

Обов'язкове: Оформити чистовий звіт з практичної роботи.

Ситуаційне завдання «Міні-кейс»:

Умова: Водій скаржиться на стукіт у роздавальній коробці, який зникає при розблокуванні диференціала. *Завдання:* Скласти письмовий алгоритм діагностики (Гіпотеза - Метод перевірки - Необхідний інструмент).

4.3 Методи активізації пізнавальної діяльності

Для залучення студентів до активної роботи та розвитку критичного мислення застосовуються такі методи:

1. Метод кейсів. Використовується на етапі мотивації та домашнього завдання. Студентам пропонується реальна виробнича ситуація (наприклад, «сторонній шум у роздавальній коробці під навантаженням»). Їхнє завдання

— проаналізувати симптоми, висунути гіпотези та запропонувати алгоритм дій. Це вчить аналізувати причинно-наслідкові зв'язки.

2. Метод «Дерева відмов» - інженерний інструмент, адаптований для навчання. Студенти будують логічний ланцюжок від загальної проблеми (наприклад, «перегрів підшипника») до кореневої причини (наприклад, «недостатній тепловий зазор» або «відсутність мастила»). Це структурує процес діагностики.

3. Метод проблемного викладу: викладач не просто дає готові знання, а ставить проблему (наприклад, «Чому після заміни сальників продовжується підтікання мастила?»), спонукаючи студентів шукати відповідь, спираючись на знання про знос валів (виробітка від кромки сальника).

4.3.1 Методи формування професійних умінь

Ця група методів є основою практичного заняття, оскільки забезпечує відпрацювання мануальних навичок:

1. Метод інструктажу-демонстрації. Перед виконанням складних операцій (вимірювання осевого люфту індикатором) викладач демонструє еталонне виконання дії з коментуванням ключових точок контролю.

2. Метод алгоритмізації: Робота студентів суворо регламентується Технологічними картами. Це привчає до технологічної дисципліни — неухильного дотримання послідовності операцій та вимог безпеки, що є критично важливим на виробництві.

3. Тренінговий метод (робота в малих групах): поділ на ланки по 2–3 особи дозволяє відтворити роботу ремонтної бригади. Це формує навички командної взаємодії, розподілу обов'язків та взаємоконтролю якості виконання робіт.

4.3.2 Інтерактивні та цифрові інструменти

Для підвищення наочності та інформаційної підтримки використовуються:

QR-навігація. Розміщення QR-кодів на робочих місцях або агрегатах, які ведуть на цифрові версії мануалів КРАЗ, відеоінструкції з розбирання вузлів або 3D-схеми кінематики.

Візуалізація дефектів за допомогою мультимедійної презентації для порівняння реального стану деталі з еталонними зразками пошкоджень.

Висновки до розділу 4

У результаті виконання методичного розділу магістерської роботи розроблено, обґрунтовано та деталізовано методику проведення практичного заняття з теми «Технологія ремонту трансмісії автомобіля КРАЗ-65032». Запропонована розробка становить собою цілісну дидактичну систему, що відповідає сучасним вимогам стандарту вищої освіти за спеціальністю 015 «Професійна освіта (Транспорт)».

У ході методичного проєктування було оптимізовано часову та організаційну структуру заняття. Адаптація навчального процесу до 90-хвилинного регламенту дозволила досягти високої щільності роботи, де понад 70% часу відведено на безпосередню практичну діяльність. Структурування заняття за етапами технологічного циклу — від інструктажу та демонтажу до дефектації і фінального контролю — забезпечує логічність засвоєння матеріалу та дозволяє нівелювати розрив між теоретичною підготовкою та реальними виробничими вимогами.

Ключовою особливістю методики стала інтеграція в навчальний процес інноваційних інструментів інженерного аналізу, зокрема методу «Дерева відмов» та ситуаційних кейс-стаді. Такий підхід дозволив змістити акцент з репродуктивного виконання операцій на продуктивну аналітичну діяльність. Завдяки цьому студенти вчаться не просто механічно фіксувати несправність, а виявляти її кореневі причини та прогнозувати наслідки, що є ознакою сформованого інженерного мислення.

Вагому роль у забезпеченні якості підготовки відіграє розроблений комплект інструктивно-технологічної документації, який включає деталізовані технологічні карти, карти дефектації та довідкові таблиці. Робота з цими документами виконує подвійну функцію: забезпечує стандартизацію дій студентів з дотриманням норм охорони праці та формує інформаційну компетентність — уміння орієнтуватися в технічних регламентах. Водночас організація роботи в малих групах та запровадження

рольової моделі «майстер — виконавець» сприяють розвитку комунікативних навичок, відповідальності за командний результат та вміння приймати рішення в умовах невизначеності.

Таким чином, розроблена методика заняття має значну практичну цінність, оскільки дозволяє сформувати у здобувачів освіти комплекс професійних компетентностей, необхідних для обслуговування важкої вантажної техніки типу КРАЗ. Вона демонструє перехід від традиційної «знаннєвої» парадигми до компетентнісно-орієнтованого підходу, гарантуючи підготовку конкурентоспроможного фахівця, готового до вирішення складних технічних завдань в умовах сучасного автотранспортного підприємства.

РОЗДІЛ 5

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА

Організація виробництва на дільниці ремонту трансмісії передбачає створення безпечних та нешкідливих умов праці, що регламентуються законодавством України, зокрема Законом України «Про охорону праці», Кодексом законів про працю (КЗпП) та відповідними державними стандартами (ДСТУ) і нормами (НПАОП).

5.1 Техніка безпеки

Головною метою заходів з техніки безпеки на проєктованій дільниці є запобігання виробничому травматизму та професійним захворюванням. Відповідальність за стан охорони праці на дільниці покладається на начальника дільниці та майстрів змін.

Усі новоприйняті працівники (слюсарі, верстатники, зварники) допускаються до самостійної роботи лише після проходження:

- Вступного інструктажу - проводить інженер з охорони праці;
- Первинного інструктажу на робочому місці - проводить майстер;
- Стажування протягом перших 2-15 змін під керівництвом досвідченого працівника;
- Перевірки знань з питань охорони праці.

Повторний інструктаж проводиться не рідше одного разу на 3 місяці (для робіт з підвищеною небезпекою, якими є зварювальні та вантажопідйомні роботи) або раз на 6 місяців для інших видів робіт.

На дільниці ремонту трансмісії автомобілів КрАЗ-65032 на працівників можуть впливати наступні небезпечні фактори (згідно з ГОСТ 12.0.003-74):

- Рухомі частини виробничого обладнання: Обертові деталі верстатів (шпиндель, патрон, фреза), рухомі частини стендів для випробування КПП.

- Предмети, що падають: Ризик падіння важких агрегатів (КПП, РК) або деталей під час їх транспортування кран-балкою та встановлення на верстати.

- Підвищена температура поверхонь: Нагріті деталі після зварювання або мийки (90-95°C).

- Електричний струм: Небезпека ураження при роботі з електрообладнанням, верстатами та зварювальними апаратами.

- Хімічні фактори: Вплив мастильних матеріалів, емульсій та миючих розчинів на шкіру; загазованість повітря зварювальним аерозолем.

- Фізичні перевантаження: Підйом вантажів вручну (понад норму).

Для нейтралізації зазначених факторів проєктом передбачено комплекс технічних заходів:

Вимоги до слюсарно-розбиральних робіт:

- Всі операції з переміщення агрегатів вагою понад 20 кг (для чоловіків) повинні бути механізовані. Для цього дільниця оснащена кран-балкою (1 т) та гідравлічними візками.

- Використання несправного інструменту заборонено.

- Знімання та встановлення тугих деталей дозволяється виконувати лише за допомогою спеціальних знімачів або гідравлічного преса. Вибивання деталей молотком («кувалдою») заборонено через ризик відлітання осколків.

Вимоги до верстатних робіт (розточування, токарна обробка):

- Зона обробки повинна мати захисні екрани.

- Забороняється вимірювати деталь або прибирати стружку під час обертання шпинделя.

- Одяг верстатника повинен бути заправлений, манжети застібнуті, довге волосся прибрано під головний убір, щоб уникнути захоплення обертовими частинами.

- Для прибирання стружки використовувати спеціальні гачки та щітки.

Вимоги до зварювальних робіт:

- Зварювальний пост має бути огорожений негорючими ширмами для захисту оточуючих від випромінювання електричної дуги.
- Зварник зобов'язаний працювати у спеціальному щитку зі світлофільтром, брезентовому костюмі та рукавицях (крагах).
- Обов'язкова наявність місцевої витяжної вентиляції над постом зварювання.

Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ): працівники дільниці забезпечуються безкоштовним спецодягом (костюм бавовняний), спецвзуттям (черевики з металевим підноском для захисту від падіння деталей) та засобами захисту рук (рукавиці комбіновані, паста для миття рук).

5.2 Охорона праці і промислова санітарія

Виробнича санітарія на дільниці ремонту трансмісії спрямована на створення комфортного мікроклімату, забезпечення чистоти повітря, належного освітлення та захисту від шуму. Параметри виробничого середовища повинні відповідати вимогам ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень».

1. Мікроклімат виробничих приміщень

Роботи, що виконуються на дільниці (розбирання агрегатів, встановлення деталей на верстати, слюсарні роботи), пов'язані з фізичним напруженням (переміщення вантажів до 10 кг, ходьба) та енерговитратами у межах 151-200 ккал/год. Згідно з класифікацією, ці роботи відносяться до категорії II-б (середньої важкості).

Для даної категорії робіт на дільниці забезпечуються наступні норми мікроклімату:

- Температура повітря: У холодний період року — 17–19 °С, у теплий період — 21–23 °С. Забезпечується системою центрального опалення (регістри вздовж стін).

- Відносна вологість повітря: У межах 40–60%.

- Швидкість руху повітря: Не більше 0,3 м/с (щоб уникнути протягів).

2. Вентиляція та стан повітряного середовища

Основними джерелами забруднення повітря на ділянці є:

- Пари миючих засобів та гарячої води (від мийних машин).

- Зварювальний аерозоль та оксиди азоту (від поста аргонодугового зварювання).

- Масляний туман (при роботі випробувальних стендів).

Для забезпечення гранично допустимих концентрацій (ГДК) шкідливих речовин передбачена комбінована система вентиляції:

1. Загальнообмінна припливно-витяжна вентиляція: Забезпечує загальний обмін повітря в цеху. Приплив свіжого повітря здійснюється у верхню зону приміщення.

2. Місцева витяжна вентиляція:

- Над постом зварювання встановлюється поворотний витяжний зонт для видалення газів безпосередньо з зони дуги.

- Мийні машини обладнуються індивідуальними витяжками для видалення пари.

3. Виробниче освітлення

Раціональне освітлення є умовою якісного виконання точних робіт (дефектування, заміри отворів, збирання). Згідно з ДБН В.2.5-28:2018, на ділянці передбачено суміщене освітлення:

- Природне: через бокові віконні прорізи. Світловий коефіцієнт (відношення площі вікон до площі підлоги) прийнято 1:4.

– Штучне: стельові світильники з LED-лампами, що забезпечують освітленість на рівні підлоги 300 лк. На робочих місцях (верстаки, токарний та розточувальний верстати) встановлюються поворотні світильники для досягнення освітленості 750–1000 лк в зоні обробки. Використовуються лампи теплого спектру, що не створюють відблисків на металевих деталях.

4. Захист від шуму та вібрації

Джерелами шуму на дільниці є працюючі верстати, пневмоінструмент та випробувальні стенди. Рівень шуму не повинен перевищувати 80 дБ. Заходи щодо зниження шуму та вібрації:

- Випробувальні стенди встановлюються на окремі віброізолюючі фундаменти, не пов'язані з фундаментом будівлі.
- Використання кожухів на зубчастих передачах верстатів.
- Своєчасне змащування тертьових вузлів обладнання.
- При перевищенні норм шуму (наприклад, під час роботи пневмогайковертом) працівники зобов'язані використовувати індивідуальні засоби захисту органів слуху (навушники або "беруші").

5. Виробнича естетика та гігієна

- Стіни та обладнання фарбуються у світлі тони (світло-зелений, бежевий) для покращення освітленості та зниження втоми зору.
- Небезпечні частини обладнання (рухомі елементи, кнопки аварійної зупинки) маркуються яскравими сигнальними кольорами (червоний, жовтий).
- Для дотримання особистої гігієни працівники користуються побутовими приміщеннями (гардеробні, душові, умивальні кімнати), розташованими в адміністративно-побутовому корпусі заводу.

5.3 Електробезпека

Електробезпека на дільниці ремонту трансмісії забезпечується системою організаційних та технічних заходів, спрямованих на захист

працівників від шкідливого та небезпечного впливу електричного струму, електричної дуги та електромагнітних полів, відповідно до вимог НПАОП 40.1-1.21-98 «Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів» та ПУЕ (Правила улаштування електроустановок).

1. Класифікація приміщення за ступенем небезпеки

Приміщення дільниці ремонту трансмісії за ступенем небезпеки ураження електричним струмом відноситься до категорії приміщень з підвищеною небезпекою. Це обумовлено наявністю наступних факторів:

- Струмопровідна підлога: Бетонна підлога є провідником електричного струму.
- Струмопровідний пи́л: Можлива наявність металевого пи́лу від механічної обробки.
- Можливість одночасного дотику: Працівник може одночасно торкнутися металевого корпусу електрообладнання (верстата) та заземлених металоконструкцій будівлі або інших верстатів.
- Вологість: Наявність дільниці мийки створює підвищену вологість повітря.

2. Технічні засоби захисту

Для забезпечення електробезпеки на дільниці передбачено наступні технічні заходи:

- Захисне заземлення: усі металеві неструмоведучі частини електрообладнання - корпуси верстатів, станини пресів, корпуси випробувальних стендів, каркас кран-балки, вторинна обмотка зварювального трансформатора, які можуть опинитися під напругою внаслідок пошкодження ізоляції, підлягають обов'язковому заземленню. Дільниця обладнується внутрішнім контуром заземлення (сталева смуга 40х4 мм по периметру приміщення), що приєднується до загальнозаводського контуру. Опір заземлюючого пристрою не повинен перевищувати 4 Ом.

- Ізоляція та огороження: усі струмоведучі частини (клеми електродвигунів, розподільні щити, пускачі) надійно ізольовані та закриті кожухами. Дверцята силових шаф обладнані замками та знаками безпеки «Обережно! Електрична напруга» (блискавка).

- Захисне відключення (ПЗВ): для захисту ліній, що живлять ручний електроінструмент та розетки 220 В, використовуються пристрої захисного відключення (ПЗВ), які миттєво знеструмлюють коло при витoku струму на землю (дотику людини до фази).

- Мала напруга: для місцевого освітлення верстатів та при роботі з переносними лампами (наприклад, при огляді внутрішніх порожнин картера РК) використовується безпечна наднизька напруга 12 В або 24 В, що подається через понижуючі трансформатори.

3. Вимоги безпеки при роботі з електрообладнанням

Для верстатного обладнання: перед початком роботи верстатник зобов'язаний візуально перевірити цілісність заземлюючого проводу (відсутність обривів) та ізоляції кабелю живлення.

Для зварювального поста:

- Корпус зварювального апарата та зварювальний стіл повинні бути заземлені.

- Електродотримач повинен мати надійну ізоляцію руків'я, що витримує не менше 1000 В, та конструкцію, що виключає випадковий контакт струмоведучих частин з рукою зварника.

- Забороняється проводити зварювальні роботи під час дощу або у вологому одязі без використання діелектричного килимка.

Для випробувальних стендів: стенди обладнуються системою електричного блокування: при відкриванні захисного кожуха привід стенду автоматично вимикається. Пульти керування повинні мати грибоподібну кнопку аварійної зупинки («СТОП») червоного кольору.

4. Засоби індивідуального захисту (ЗІЗ) від електроструму

На дільниці повинен знаходитись комплект чергових захисних засобів:

- Діелектричні рукавички, для оперативних перемикачів.
- Діелектричні килимки, встановлені біля пультів керування верстатами та стендами.
- Інструмент з ізольованими руків'ями (для електриків).

Періодична перевірка (випробування) ізоляції інструменту та заземлення проводиться спеціалізованою лабораторією згідно з графіком ППР.

5.4 Екологічна безпека. Охорона навколишнього середовища

Діяльність дільниці ремонту трансмісії пов'язана з використанням паливно-мастильних матеріалів, хімічних речовин та утворенням відходів виробництва. Тому проєктом передбачено комплекс природоохоронних заходів, розроблених відповідно до Закону України «Про охорону навколишнього природного середовища», спрямованих на мінімізацію негативного впливу на біосферу.

Основними джерелами забруднення атмосфери на дільниці є:

- Зварювальний аерозоль – утворюється при роботі поста аргонодугового зварювання (містить оксиди марганцю, хрому, алюмінію).
- Масляний туман утворюється при розбризкуванні розігрітого мастила під час випробування агрегатів на стендах.
- Пари лужних розчинів – виділяються під час роботи мийних машин.

Заходи захисту:

- Місцева витяжна вентиляція над зварювальним постом та мийними машинами обладнується системою фільтрації. Перед викидом в атмосферу повітря проходить через пилогазоочисні установки (наприклад,

фільтри типу ФВГ або циклони), що забезпечують ступінь очищення не менше 95%.

- Використання герметичних мийних камер та закритих кожухів на випробувальних стендах запобігає безпосередньому потраплянню шкідливих речовин у повітря робочої зони та атмосферу.

Технологічний процес передбачає використання води для мийки агрегатів та деталей, в результаті чого утворюються стічні води, забруднені нафтопродуктами (маслами) та завислими речовинами (брудом, металевим пилом). Скидання таких вод у міську каналізацію категорично заборонено.

Заходи захисту:

- Система зворотного водопостачання. Проєктом передбачено використання мийних машин із замкненим циклом водообігу. Відпрацьований мийний розчин не зливається, а проходить через локальну очисну установку (відстійник, масловловлювач, фільтр тонкого очищення), відновлюється і знову подається на форсунки.

- Шлам – бруд з нафтопродуктами, що накопичується у відстійниках очисних споруд, збирається у герметичні ємності та передається спеціалізованим підприємствам для переробки або захоронення на полігонах промислових відходів.

В процесі роботи діляниці утворюються різні типи відходів, для кожного з яких розроблено регламент збору та утилізації:

- Відпрацьовані мастила (ТАп-15В тощо), які зливаються з агрегатів у спеціальні марковані бочки, встановлені на піддонах (для запобігання проливам на підлогу). Надалі вони здаються на нафтобази для регенерації (вторинної переробки). Зливання мастила у ґрунт або каналізацію суворо заборонено.

- Металобрухт включає стружку - сталеву, чавунну, алюмінієву від роботи верстатів, яка збирається окремо за видами металів у спеціальні

контейнери. А також списані деталі, що не підлягають відновленню, які складаються на майданчику для металобрухту і здаються на переплавку.

– Промаслене ганчір'я – використані обтиральні матеріали є пожежонебезпечними та екологічно шкідливими. Вони збираються у металеві ящики зі щільними кришками та передаються на утилізацію ліцензованим організаціям.

Впровадження цих заходів дозволяє забезпечити екологічну безпеку виробництва на рівні, що відповідає сучасним стандартам (ISO 14000).

5.5 Наукова організація праці

Наукова організація праці (НОП) на дільниці ремонту трансмісії розглядається як системний комплекс технічних, організаційних та санітарно-гігієнічних заходів. Її головною метою є досягнення максимальної продуктивності виробничого процесу при раціональному використанні матеріальних ресурсів та, що найважливіше, при повному збереженні здоров'я і працездатності персоналу. Впровадження принципів НОП на проєктованій дільниці базується на аналізі трудових процесів та врахуванні ергономічних вимог.

Основою ефективної праці є раціональне планування робочого місця, яке здійснюється з урахуванням антропометричних даних людини та логіки технологічного процесу. Розміщення основного обладнання (верстатів, стендів) та допоміжного інвентарю (верстаків, інструментальних тумб) спроектовано таким чином, щоб мінімізувати зайві переміщення робітника та непродуктивні рухи (нахили, повороти корпусу).

Зона трудової діяльності організована так, щоб інструмент і деталі, які використовуються постійно, знаходилися в межах оптимальної досяжності рук. Для запобігання захаращенню виробничої площі та змішуванню деталей, кожне робоче місце слюсаря-агрегатника оснащується спеціалізованими стелажми для вузлів та запчастин. З метою зниження фізичної втоми ніг та

запобігання переохолодженню від бетонної підлоги, робочі зони біля верстатів та верстаків обладнуються дерев'яними настилами (трапами). Крім того, на дільниці впроваджено систему централізованого обслуговування робочих місць, яка передбачає виконання допоміжних функцій спеціальним допоміжним персоналом, що дозволяє кваліфікованим робітникам зосередитися на основних технологічних операціях.

Важливим елементом НОП є впровадження раціонального режиму праці та відпочинку, який запобігає передчасній втомі та підтримує стабільно високу працездатність протягом усієї зміни. Для дільниці, що працює у двозмінному режимі, встановлено восьмигодинний робочий день з обідньою перервою тривалістю 45 хвилин.

Враховуючи специфіку робіт, що вимагають високої концентрації уваги (зокрема, дефектування деталей та точні верстатні операції), графіком передбачено введення регламентованих короткострокових перерв. Такі фізкультурні паузи тривалістю 10 хвилин проводяться через дві години після початку зміни та за дві години до її закінчення. Вони необхідні для зняття статичного м'язового напруження та зменшення зорової втоми персоналу.

Оскільки психофізіологічні фактори суттєво впливають на настрій та продуктивність людини. Інтер'єр дільниці та технологічне обладнання фарбуються у світлі, спокійні тони - світло-зелений, бежевий, світло-сірий, що сприяє кращій освітленості та не втомлює зір. При цьому рухомі та потенційно небезпечні частини машин маркуються яскравими сигнальними кольорами згідно зі стандартами безпеки. Важливою складовою культури виробництва є принцип «чистого робочого місця», який зобов'язує працівників наприкінці зміни прибирати робочу зону, що дисциплінує персонал та забезпечує готовність дільниці до роботи наступної зміни.

Висновки до розділу 5

У п'ятому розділі роботи розглянуто питання організаційного забезпечення безпечної експлуатації спроектованого авторемонтного заводу та розроблено комплекс заходів з охорони праці. Проведено детальний аналіз виробничих факторів на дільниці ремонту агрегатів трансмісії, які можуть становити небезпеку для працівників, включаючи підвищений рівень шуму, вібрацію від верстатного обладнання, ризики травмування через рухомі частини машин, а також небезпеку від термічних та хімічних впливів (наприклад, при роботі з розчинниками та зварюванням).

Розроблено організаційні та технічні заходи для мінімізації цих ризиків. До них відносяться: обґрунтування вибору ефективної системи припливно-витяжної вентиляції, забезпечення необхідного рівня освітлення на робочих місцях згідно з чинними нормами, а також встановлення та обґрунтування необхідних захисних огорожень і засобів індивідуального захисту для працівників. Окрему увагу приділено питанням пожежної безпеки, включаючи розрахунок необхідної кількості первинних засобів пожежогасіння та розробку схеми евакуації.

Таким чином, всі проєктні рішення, закладені в технологічному та конструкторському розділах, відповідають вимогам чинного законодавства та забезпечують створення безпечних та ергономічних умов праці на спроектованому спеціалізованому авторемонтному підприємстві. Це підтверджує можливість реалізації проєкту АРЗ без шкоди для здоров'я та безпеки персоналу.

РОЗДІЛ 6 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Економічна частина проєкту є завершальним етапом розробки, метою якого є техніко-економічне обґрунтування доцільності створення спеціалізованої дільниці ремонту трансмісії автомобілів КрАЗ-65032.

У даному розділі проводиться розрахунок капітальних вкладень, собівартості ремонтних робіт, ціни на послуги, прибутку та терміну окупності проєкту. Всі розрахунки виконуються у національній валюті (гривні) з урахуванням діючих ринкових цін на обладнання, енергоносії та матеріали.

6.1 Розрахунок вартості основних фондів

Основні виробничі фонди (ОВФ) дільниці — це сукупність матеріально-речових цінностей, що діють у натуральній формі протягом тривалого часу. Для новоствореної дільниці вартість ОВФ ($\Phi_{\text{осн}}$) складається з вартості виробничого приміщення та вартості технологічного обладнання з урахуванням його доставки і монтажу.

$$\Phi_{\text{осн}} = K_{\text{буд}} + K_{\text{обл}} + K_{\text{інв}}$$

де: $K_{\text{буд}}$ — вартість будівлі (виробничої площі);

$K_{\text{обл}}$ — вартість обладнання і монтажу;

$K_{\text{інв}}$ — вартість дорогого інструменту та виробничого інвентарю.

1. Розрахунок вартості будівлі ($K_{\text{буд}}$)

Вартість виробничого приміщення розраховується на основі проєктної площі дільниці ($S_{\text{діл}}$), визначеної у підрозділі 2.7, та середньої балансової вартості 1 м² виробничої площі для промислових будівель автотранспортних підприємств ($\Pi_{\text{м2}}$).

Приймаємо:

Площа дільниці: $S_{\text{діл}} = 756 \text{ м}^2$.

Вартість 1 м²: 18000 грн.

$$K_{\text{буд}} = 756 \cdot 18000 = 1360800 \text{ грн.}$$

2. Розрахунок вартості обладнання ($K_{обл}$)

Вартість обладнання визначається на основі відомості обладнання, що включає верстати, стенди, мийні машини та підйомно-транспортні механізми. Ціни на обладнання прийняті середньоринкові (станом на поточний період).

До вартості обладнання додаються витрати на транспортування, монтаж та налагодження у розмірі 10% від закупівельної ціни.

Таблиця 6.1

Кошторис витрат на технологічне обладнання

№ з/п	Найменування обладнання	Кількість, од.	Ціна за одиницю, грн	Загальна вартість, грн
1	Машина мийна для агрегатів (струменева)	1	250 000	250 000
2	Машина мийна для деталей (камерна)	1	180 000	180 000
3	Стенд для розбирання/збирання КПП та РК	4	40 000	160 000
4	Верстат токарно-гвинторізний 16K20	1	180 000	180 000
5	Верстат вертикально-фрезерний 6P12	1	160 000	160 000
6	Верстат круглошліфувальний 3M151	1	190 000	190 000
7	Верстат координатно-розточувальний 2E450	1	450 000	450 000
8	Пост аргонодугового зварювання (TIG)	1	60 000	60 000
9	Прес гідравлічний (20 т)	1	45 000	45 000
10	Стенд випробувальний для КПП та РК	2	350 000	700 000
11	Дефектоскоп магнітопорошковий	1	85 000	85 000

12	Кран-балка підвісна (1 т)	1	150 000	150 000
13	Кран консольний поворотний	2	40 000	80 000
	Всього вартість обладнання ($C_{\text{обл}}$)			2 690 000
	Витрати на доставку та монтаж (10%)			269 000
	Балансова вартість обладнання ($K_{\text{обл}}$)			2 959 000

3. Розрахунок вартості інструменту та інвентарю ($K_{\text{інв}}$)

До цієї статті витрат належить вартість верстаків, стелажів, шаф, а також дорогого вимірювального та ріжучого інструменту (нутроміри, фрези, борштанги), що служить більше одного року. Вартість інвентарю приймаємо у розмірі 5% від балансової вартості обладнання.

$$K_{\text{інв}} = K_{\text{обл}} \cdot 0,05$$

$$K_{\text{інв}} = 2959000 \cdot 0,05 = 147950 \text{ грн.}$$

4. Загальна вартість основних виробничих фондів ($\Phi_{\text{осн}}$)

$$\Phi_{\text{осн}} = K_{\text{буд}} + K_{\text{обл}} + K_{\text{інв}}$$

$$\Phi_{\text{осн}} = 13608000 + 2959000 + 147950 = 16714950 \text{ грн.}$$

Таким чином, загальна вартість основних фондів ділянки становить 16 714 950 грн. Ця сума є базою для подальшого розрахунку амортизаційних відрахувань.

6.2 Розрахунок заробітної платні

Фонд оплати праці є однією з найбільших складових собівартості ремонту. Розрахунок проводиться окремо для категорії виробничих робітників та для інженерно-технічних працівників (ІТР), оскільки для них застосовуються різні системи оплати праці.

На проєктованій ділянці приймаються наступні системи оплати:

Для виробничих робітників - відрядно-преміальна, залежить від обсягу виконаних робіт у нормо-годинах та якості праці.

Для ІТР - почасово-преміальна, посадовий оклад плюс премії за виконання виробничого плану).

1. Фонд оплати праці виробничих робітників ($\Phi Z_{\text{роб}}$)

Розрахунок базується на річній трудомісткості робіт дільниці ($T_{\text{дйл}} = 78\,866$ люд.-год.) та середній годинній тарифній ставці.

Основна заробітна плата ($Z_{\text{осн}}$) визначається як добуток трудомісткості на середню годинну тарифну ставку ($C_{\text{год}}$). Враховуючи середній розряд робітників дільниці (4.5) та сучасний рівень оплати праці у промисловості, приймаємо середню тарифну ставку: $C_{\text{год}} = 110$ грн/год.

$$Z_{\text{осн}} = T_{\text{дйл}} \cdot C_{\text{год}}$$

$$Z_{\text{осн}} = 7866 \cdot 110 = 8675260 \text{ грн.}$$

Додаткова заробітна плата ($Z_{\text{дод}}$) включає доплати за професійну майстерність, роботу у нічний час, премії за виконання плану та якість, та оплату відпусток.

Приймаємо фонд додаткової зарплати у розмірі 40% від основної (30% — премії та надбавки, 10% — відпускні).

$$Z_{\text{дод}} = Z_{\text{осн}} \cdot 0,40 = 8675260 \cdot 0,4 = 3470104 \text{ грн.}$$

Загальний річний фонд зарплати робітників:

$$\Phi Z_{\text{роб}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{дод}} = 8675260 + 3470104 = 12145364 \text{ грн.}$$

2. Фонд оплати праці ІТР ($\Phi Z_{\text{ітр}}$)

Розрахунок ведеться на основі штатного розпису (4 особи) та місячних посадових окладів.

Таблиця 6.2

Розрахунок фонду оплати праці ІТР

Посада	Кількість, осіб	Місячний оклад, грн	Річний фонд, грн
Начальник дільниці	1	30 000	360 000
Інженер-технолог	1	25 000	300 000

Майстер зміни	2	22 000	528 000
Разом за окладами	4		1 188 000

До основної зарплати ІТР додається преміальний фонд та відпускні у розмірі 30% від річного фонду окладів.

$$\Phi Z_{\text{ітр}} = 118800 \cdot 1,3 = 1544400 \text{ грн.}$$

3. Відрахування на соціальні заходи (ЄСВ)

Підприємство зобов'язане сплачувати Єдиний соціальний внесок (ЄСВ) у розмірі 22% від загального фонду оплати праці.

Загальний фонд оплати праці по дільниці ($\Phi Z_{\text{заг}}$)

$$\Phi Z_{\text{заг}} = \Phi Z_{\text{роб}} + \Phi Z_{\text{ітр}} = 12145364 + 1544400 = 13689764 \text{ грн.}$$

Сума ЄСВ ($V_{\text{соц}}$):

$$V_{\text{соц}} = \Phi Z_{\text{заг}} \cdot 0,22 = 13689764 \cdot 0,22 = 3011748 \text{ грн.}$$

4. Підсумкова відомість витрат на персонал

Загальні річні витрати на утримання персоналу дільниці (стаття собівартості "Заробітна плата з нарахуваннями") становлять:

$$V_{\text{перс}} = \Phi Z_{\text{заг}} + V_{\text{соц}} = 16701512 \text{ грн.}$$

6.3 Витрати на запасні частини та матеріали

Матеріальні витрати є найбільшою статтею собівартості ремонту і включають вартість сировини, основних та допоміжних матеріалів, а також нових запасних частин, які не підлягають відновленню. Ключовою економічною перевагою проєктованої дільниці є зниження цієї статті витрат за рахунок впровадження технології відновлення дефіцитних та дорогих корпусних деталей.

Розрахунок проводиться виходячи з річної виробничої програми, яка, згідно з технічними розрахунками, дозволяє відремонтувати 394 агрегати (роздавальні коробки та КПП) на рік.

1. Розрахунок економії від відновлення корпусних деталей

Головним об'єктом відновлення є корпус роздавальної коробки КрАЗ-65032. Приймаємо, що технологія відновлення посадкових отворів методом наплавлення з подальшим розточуванням (детально описана у Розділі 3) застосовується до 80% від загальної кількості корпусів, що надходять у ремонт.

Кількість відновлюваних корпусів:

$$N_{\text{відн}} = 394 \cdot 0,8 \approx 315 \text{ од./рік.}$$

Середня вартість нового корпусу:

$$Ц_{\text{нов}} = 85000 \text{ грн.}$$

Витрати на матеріали та енергію для відновлення одного корпусу (наплавлення, розточувальний інструмент, електроенергія):

$$B_{\text{від}} = 4000 \text{ грн}$$

Економія на одному корпусі:

$$E_{\text{од}} = Ц_{\text{нов}} - B_{\text{від}} = 8500 - 4000 = 81000 \text{ грн.}$$

Річна економічна ефективність від відновлення:

$$E_{\text{річ}} = E_{\text{од}} \cdot N_{\text{відн}} = 81000 \cdot 315 = 25515000 \text{ грн.}$$

Ця сума відображає пряму економію підприємства на закупівлі нових, дорогих та дефіцитних запчастин.

2. Розрахунок загальних річних матеріальних витрат

Фактичні річні витрати на матеріали та запчастини ($B_{\text{мат}}$) складаються з трьох основних компонентів:

$$B_{\text{мат}} = B_{\text{новЗЧ}} + B_{\text{від. мат}} + B_{\text{доп.мат}}$$

Вартість обов'язкових нових запчастин ($B_{\text{новЗЧ}}$):

Це деталі, які завжди замінюються на нові: підшипники, ущільнювачі (сальники), прокладки, елементи кріплення (болти, гайки).

Приймаємо середню вартість комплекту нових ЗЧ на один агрегат:

$$Ц_{\text{ком}} = 12000 \text{ грн.}$$

$$B_{\text{новЗЧ}} = 394 \cdot 12000 = 4728000$$

Вартість матеріалів для відновлення ($V_{\text{від. мат}}$) - це сумарні витрати на матеріали для всіх 315 відновлюваних корпусів.

$$V_{\text{від. мат}} = 315 \cdot 4000 = 1260000 \text{ грн.}$$

Вартість допоміжних матеріалів ($V_{\text{доп.мат}}$):

Сюди входять мийні засоби, мастильні матеріали, мастила для верстатів, обтиральні матеріали, електроди для зварювання, ріжучий інструмент (фрези, різці, борштанги). Приймаємо цю статтю у розмірі 10% від вартості обов'язкових нових ЗЧ.

$$V_{\text{доп.мат}} = 4728000 \cdot 0,10 = 472800 \text{ грн.}$$

Підсумуємо всі витрати та подамо в вигляді таблиці (Табл.6.3).

Таблиця 6.3

Річні витрати на запасні частини та матеріали

№ з/п	Стаття витрат	Розрахунок	Сума, грн
1	Вартість обов'язкових нових ЗЧ (підшипники, сальники, прокладки)	$394 \cdot 12000$	4728000
2	Витрати на матеріали для відновлення корпусів	$315 \cdot 4000$	1260000
3	Вартість допоміжних матеріалів (мийні засоби, мастила, інструмент)	$4728000 \cdot 0,10$	472800
4	Загальні річні матеріальні витрати ($V_{\text{мат}}$)	$\Sigma (V_{\text{новЗЧ}} + V_{\text{від. мат}} + V_{\text{доп.мат}})$	6460800
5	Економія від технології відновлення (річна)	$315 \cdot 81000$	25515000

Таким чином, річні витрати на матеріали дільниці становлять 6 460 800 грн. Це значно менше, ніж було б при закупівлі всіх деталей новими.

6.4 Витрати на енергоносії

Витрати на енергоносії включають вартість електроенергії для живлення обладнання та освітлення та вартість теплової енергії для опалення приміщення дільниці.

1. Розрахунок витрат на електроенергію ($B_{\text{ел}}$)

Річне споживання електроенергії ($W_{\text{заг}}$) складається зі споживання технологічним обладнанням ($W_{\text{обл}}$) та споживання освітлювальними приладами ($W_{\text{осв}}$).

Приймаємо наступні вихідні дані:

Річний ефективний фонд часу роботи дільниці (у дві зміни): $T_{\text{річ}} = 4000$ годин.

Середній промисловий тариф на електроенергію: $\Pi_{\text{ел}} = 8,00$ грн/кВт-год.

Сумарна встановлена потужність обладнання дільниці: $P_{\text{вст}} \approx 132$ кВт.

Коефіцієнт одночасності роботи обладнання: $K_{\text{в}} = 0,5$.

Споживання технологічним обладнанням:

$$W_{\text{обл}} = \Sigma P_{\text{вст}} \cdot K_{\text{в}} \cdot T_{\text{річ}}$$

$$W_{\text{обл}} = 132 \cdot 0,5 \cdot 4000 = 264000 \text{ кВт-год.}$$

Споживання освітленням:

Приймаємо питому потужність освітлення для промислових приміщень з LED-світильниками на рівні $q_{\text{осв}} = 20$ Вт/м². Площа дільниці $S_{\text{діл}} = 756$ м².

Встановлена потужність освітлення: $P_{\text{осв}} = 756 \cdot 0,02 \approx 15,12$ кВт.

Річне споживання:

$$W_{\text{осв}} = P_{\text{осв}} \cdot T_{\text{річ}}$$

$$W_{\text{осв}} = 15,12 \cdot 4000 = 60480 \text{ кВт-год.}$$

Загальні витрати на електроенергію:

Загальне річне споживання:

$$W_{\text{заг}} = 264000 + 60480 = 324480 \text{ кВт-год.}$$

Витрати:

$$B_{\text{ел}} = W_{\text{заг}} \cdot \Pi_{\text{ел}} = 324480 \cdot 8 = 2595840 \text{ грн.}$$

2. Розрахунок витрат на теплову енергію ($B_{\text{тепл}}$)

Витрати на опалення приміщення розраховуються на основі об'єму дільниці та нормативного показника теплоспоживання.

Площа дільниці: $S_{\text{дйл}} = 756 \text{ м}^2$.

Висота приміщення для ремонтних цехів): $H = 6 \text{ м}$.

Об'єм приміщення: $V = 756 \cdot 6 = 4,536 \text{ м}^3$

Норма річного споживання теплової енергії на 1 м^3 приміщення: $q_{\text{тепл}} = 0,035 \text{ Гкал/м}^3$ для утепленого промислового приміщення.

Середній тариф на теплову енергію: $\Pi_{\text{тепл}} = 2500 \text{ грн/Гкал}$.

Річне споживання теплової енергії:

$$Q_{\text{тепл}} = V \cdot q_{\text{тепл}} = 4536 \cdot 0,035 \approx 158,76 \text{ Гкал.}$$

Загальні витрати на опалення:

$$B_{\text{тепл}} = Q_{\text{тепл}} \cdot \Pi_{\text{тепл}} = 158,76 \cdot 2500 = 396900 \text{ грн.}$$

3. Зведення витрат на енергоносії

Таблиця 6.4

Зведення витрат на енергоносії

№ з/п	Стаття витрат	Річне споживання	Тариф, грн/од.	Річні витрати, грн
1	Електроенергія	324480 кВт-год	5,00	1 622 400
2	Теплова енергія	158,76 Гкал	2500	396 900
	Загальні витрати на енергоносії			2 019 300

Таким чином, річні витрати на енергоносії дільниці становлять 2 019 300 грн.

6.5 Амортизаційні відрахування

Амортизаційні відрахування (А) є частиною собівартості, яка відображає перенесення вартості основних фондів на виготовлену продукцію

на відремонтовані агрегати протягом терміну їхньої служби. Нарахування здійснюється за лінійним методом на основі балансової вартості фондів.

1. Вихідні дані

Стаття основних фондів	Балансова вартість (Ф), грн
Будівля ($K_{\text{буд}}$)	13608000
Обладнання ($K_{\text{обл}}$)	2959000
Інвентар та інструмент ($K_{\text{інв}}$)	147950
Разом ($\Phi_{\text{осн}}$)	16714950

2. Норми амортизації

Згідно з прийнятою обліковою політикою підприємства та нормативними актами, встановлено наступні річні норми амортизації (H_a):

Стаття фондів	Норма амортизації	Термін служби, років
Будівлі	2% (0,02)	50
Обладнання	12% (0,12)	≈ 8
Інвентар та інструмент	20% (0,20)	5

3. Розрахунок річної суми амортизації

Загальна сума амортизаційних відрахувань ($A_{\text{заг}}$) визначається за формулою:

$$A_{\text{заг}} = \sum_{i=1}^n \Phi_i \cdot H_{ai}$$

Стаття витрат	Формула	Розрахунок, грн	Сума, грн
Амортизація будівлі ($A_{\text{буд}}$)	$13608000 \cdot 0,02$	272160	272160
Амортизація обладнання ($A_{\text{обл}}$)	$2959000 \cdot 0,12$	355080	355080
Амортизація інвентарю ($A_{\text{інв}}$)	$147950 \cdot 0,20$	29590	29590
Всього річні амортизаційні відрахування ($A_{\text{заг}}$)			656830

Висновки до розділу 6

У шостому розділі виконано економічне обґрунтування розробленого технічного проєкту спеціалізованого авторемонтного заводу та деталізованої дільниці ремонту агрегатів трансмісії. Проведені розрахунки підтвердили фінансову доцільність проєктування даного підприємства.

Було визначено загальні капітальні вкладення, необхідні для будівництва та оснащення АРЗ, а також розраховано собівартість капітального ремонту одного автомобіля КрАЗ-65032. На основі цих даних розраховано очікуваний економічний ефект, який свідчить про високу рентабельність проєкту. Зокрема, ключові економічні показники — термін окупності та внутрішня норма прибутковості — демонструють, що інвестиції будуть повернені протягом нормативного терміну, що підтверджує конкурентоспроможність спроектованої моделі виробництва порівняно з придбанням нової техніки.

Таким чином, економічна частина роботи доводить, що реалізація технічних і технологічних рішень є не тільки якісною з інженерної точки зору, але й ефективною з економічної.

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі було досягнуто поставленої мети — розроблено технічний проєкт спеціалізованого авторемонтного заводу для капітального ремонту автомобілів КрАЗ-65032 та обґрунтовано методику професійної підготовки фахівців із застосуванням інтерактивних технологій. У результаті виконання поставлених завдань отримано такі ключові результати:

1. Теоретично обґрунтовано актуальність теми, що базується на двох факторах: гострій потребі транспортної галузі в якісному капітальному ремонті важкої вантажної техніки та необхідності переходу освітнього процесу на компетентнісний підхід. Проаналізовано вимоги роботодавців, що підкреслюють дефіцит кадрів з розвиненою діагностичною та технологічною компетентністю, що стало основою для вибору методу кейс-стаді як ключового засобу навчання.

2. Розроблено технічний проєкт спеціалізованого авторемонтного заводу. Обґрунтовано виробничу програму в обсязі 850 капітальних ремонтів на рік та розраховано ключові показники проєкту. Встановлено, що розрахункова трудомісткість ремонту становить 576 люд.-год, а загальна чисельність персоналу АРЗ — 438 осіб. Визначено необхідну виробничу площу (17 020 м²), що підтверджує можливість розміщення виробництва та забезпечення технологічного потоку. Виконано детальний проєкт ділянки ремонту агрегатів трансмісії.

3. Виконано технологічну та конструкторську частину проєкту, що слугує безпосереднім контентом для навчання. Проведено аналіз типових дефектів та розроблено детальні маршрутні та операційні технологічні карти відновлення корпусу роздавальної коробки КрАЗ-65032. Обґрунтовано та описано конструкцію спеціального технологічного оснащення, необхідного для забезпечення високої точності механічної обробки.

4. Розроблено методику проведення практичного заняття зі спеціальної дисципліни «Ремонт трансмісії» з використанням кейс-технологій. Методика забезпечує перехід від репродуктивного відтворення знань до аналітичної діяльності студентів, моделюючи реальні виробничі ситуації (наприклад, дефектація агрегату). Розроблений план-конспект заняття та інструктивно-технологічна документація є готовим до впровадження навчально-методичним комплексом.

5. Розроблено організаційну частину проєкту та заходи з охорони праці. Проведено аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів на дільниці ремонту, розроблено заходи з пожежної безпеки, електробезпеки та виробничої санітарії, що гарантує створення безпечних та ергономічних умов праці на спроектованому підприємстві.

6. Виконано економічне обґрунтування, яке підтвердило фінансову доцільність проєкту. Розрахунки собівартості капітального ремонту та визначення ключових економічних показників (рентабельність, термін окупності) свідчать про високу економічну ефективність запропонованих інженерних та технологічних рішень.

Загалом, результати роботи підтверджують ефективність інтеграції інженерно-технічних рішень (проєктування АРЗ та технології ремонту) та педагогічних інновацій (кейс-технології), що дозволяє підвищити якість професійної підготовки фахівців автомобільного профілю відповідно до вимог сучасної транспортної галузі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Акімов О. В. Технічна експлуатація та надійність трансмісій колісних транспортних засобів : навч. посіб. Київ : НТУ, 2015. 216 с. URL: <http://eprints.ntu.edu.ua/2753/>.
2. Автомобілі КрАЗ-65055, -65032, -6446. Керівництво по ремонту та технічному обслуговуванню. Кременчук : ХК "АвтоКрАЗ", 2005.
3. База патентів України / ДП «Український інститут інтелектуальної власності». URL: <https://sis.ukrpatent.org/uk/search/simple>.
4. Волков А. І. Вдосконалення технології ремонту роздавальних коробок вантажних автомобілів. Вісник ЖДТУ. 2011. № 2 (57). С. 136–140. URL: <http://ven.ztu.edu.ua/article/view/100078>.
5. Волков В. П. Проектування і реконструкція підприємств автомобільного транспорту : навч. посібник. Харків : ХНАДУ, 2008. 352 с.
6. Говорущенко М. Я. Технічна експлуатація автомобілів : підручник. Харків : ХНАДУ, 2004. 672 с. URL: <http://dspace.khadi.kharkov.ua/handle/123456789/1085>.
7. Гура О. І. Професійна підготовка майбутніх інженерів-педагогів в умовах інформатизації освіти. Запоріжжя : ЗНУ, 2010. 342 с. URL: <http://ebooks.znu.edu.ua/files/BiblGry/Gura> Profe pidgot mayb inj-ped.pdf.
8. ДБН В.2.3-15:2007. Споруди транспорту. Автостоянки і гаражі для легкових автомобілів : [Чинний від 2007-10-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2007.
9. ДСТУ 4278:2004. Дорожні транспортні засоби. Технічне обслуговування і ремонт. Київ : Держспоживстандарт України, 2004.
10. Жданов Л. А., Жолобов Л. А., Філіппов В. В. Ремонт автомобілів і тракторів. Київ : Арістей, 2005. 412 с.
11. Каніло П. М., Полянський Д. В. Проектування підприємств автомобільного транспорту. Курсове та дипломне проектування : навч.

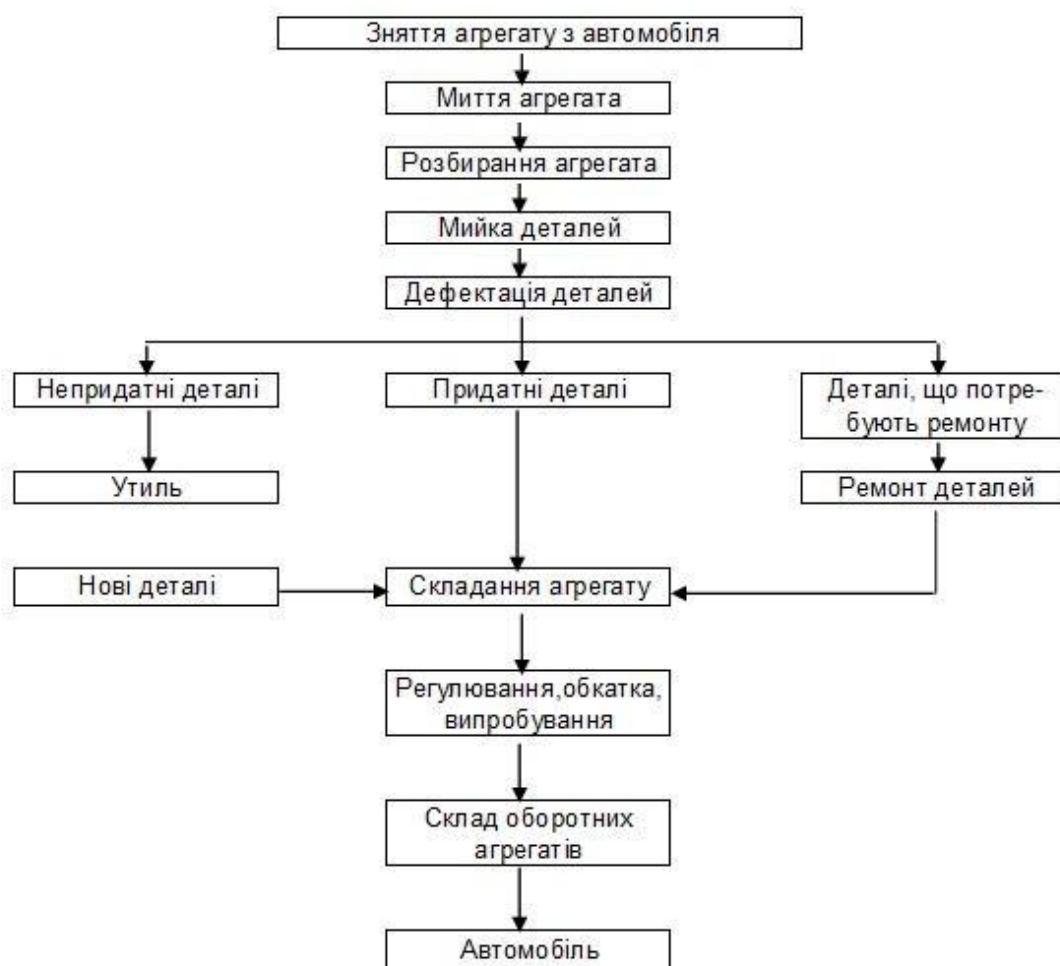
- посіб. Харків : ХНАДУ, 2009. 348 с. URL: <http://dspace.khadi.kharkov.ua/jspui/handle/123456789/414>.
12. Канарчук В. Є., Клефа А. І. Діагностика технічного стану трансмісій : навчальний посібник. Київ : НАУ, 2004. 180 с.
 13. Каталог деталей і складальних одиниць автомобіля КрАЗ-65032. Кременчук : ХК "АвтоКрАЗ", 2005. 250 с.
 14. Коваленко О. Е. Професійна педагогіка : навч. посібник. Харків : НУА, 2010. 240 с. URL: <http://dspace.nua.kharkov.ua/jspui/handle/123456789/19>.
 15. Коваленко С. М. Організація і проектування станцій технічного обслуговування : навч. посіб. Київ : ЦУЛ, 2010. 280 с.
 16. Козловський В. О. Професійна підготовка фахівців з автомобільного транспорту в умовах дуальної освіти. *Науковий вісник УМО*. 2017. Вип. 1.
 17. Конотоп І. І. Технологія ремонту автомобілів (курсове проектування) : навч. посібник. Харків : ХНАДУ, 2011. 164 с. URL: <http://dspace.khadi.kharkov.ua/handle/123456789/413>.
 18. Корольова Н. В. Формування проєктної компетентності майбутніх інженерів-педагогів комп'ютерного профілю в умовах магістратури : монографія. Харків : УІПА, 2013. 417 с. URL: <http://dspace.uipa.edu.ua/jspui/handle/123456789/236>.
 19. Корольова Н. В. Проєктна діяльність як засіб формування професійних компетенцій майбутніх інженерів-педагогів. *Педагогіка і психологія професійної освіти*. 2011. № 4. С. 102–109. URL: <http://lib.iitta.gov.ua/10043/>.
 20. Кравченко О. П. Технологія ремонту автомобілів : Лабораторний практикум. Мелітополь : ТДАТУ, 2012. 122 с. URL: <http://elar.tsatu.edu.ua/handle/123456789/218>.
 21. КрАЗ-65032. Керівництво з експлуатації. Кременчук : ХК "АвтоКрАЗ", 2006.

22. Лаврентьєва Г. П., Попель М. В. Використання комп'ютерних технологій у підготовці фахівців транспортної галузі. *Вісник інженерної академії України*. 2014. № 3. С. 210–214.
23. Лебедєв А. В., Горшков В. Г. Аналіз надійності вузлів трансмісії автомобілів КрАЗ. *Вісник НТУ «ХПІ»*. 2012. № 15. С. 115–120. URL: <http://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/1393>.
24. Малащенко В. О., Швороб В. І. Технологія ремонту агрегатів автомобілів. Тернопіль : ТНТУ, 2008. 200 с. URL: <http://elartu.tntu.edu.ua/handle/123456789/5460>.
25. Полянський Д. В. Технологія ремонту автомобілів. Лабораторний практикум : навч. посіб. Харків : ХНАДУ, 2017. 204 с. URL: <http://dspace.khadi.kharkov.ua/handle/123456789/2280>.
26. Положення про технічне обслуговування і ремонт дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту : затв. наказом Мінтрансу України від 30.03.1998 № 102. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0268-98>.
27. Саранча Г. А. Проектування виробничих зон та діляниць АТП : навчальний посібник. Київ : НТУ, 2010. 132 с. URL: <http://eprints.ntu.edu.ua/86/>.
28. Сирота В. М., Сторож М. С. Відновлення деталей автомобілів : навчальний посібник. Суми : СумДУ, 2007. 153 с. URL: <https://repository.sumdu.edu.ua/handle/123456789/23478> (.).
29. Теорія та методика професійної освіти : навч. посібник / за ред. І. А. Зязюна. Київ : Знання, 2006. 320 с.

ДОДАТКИ

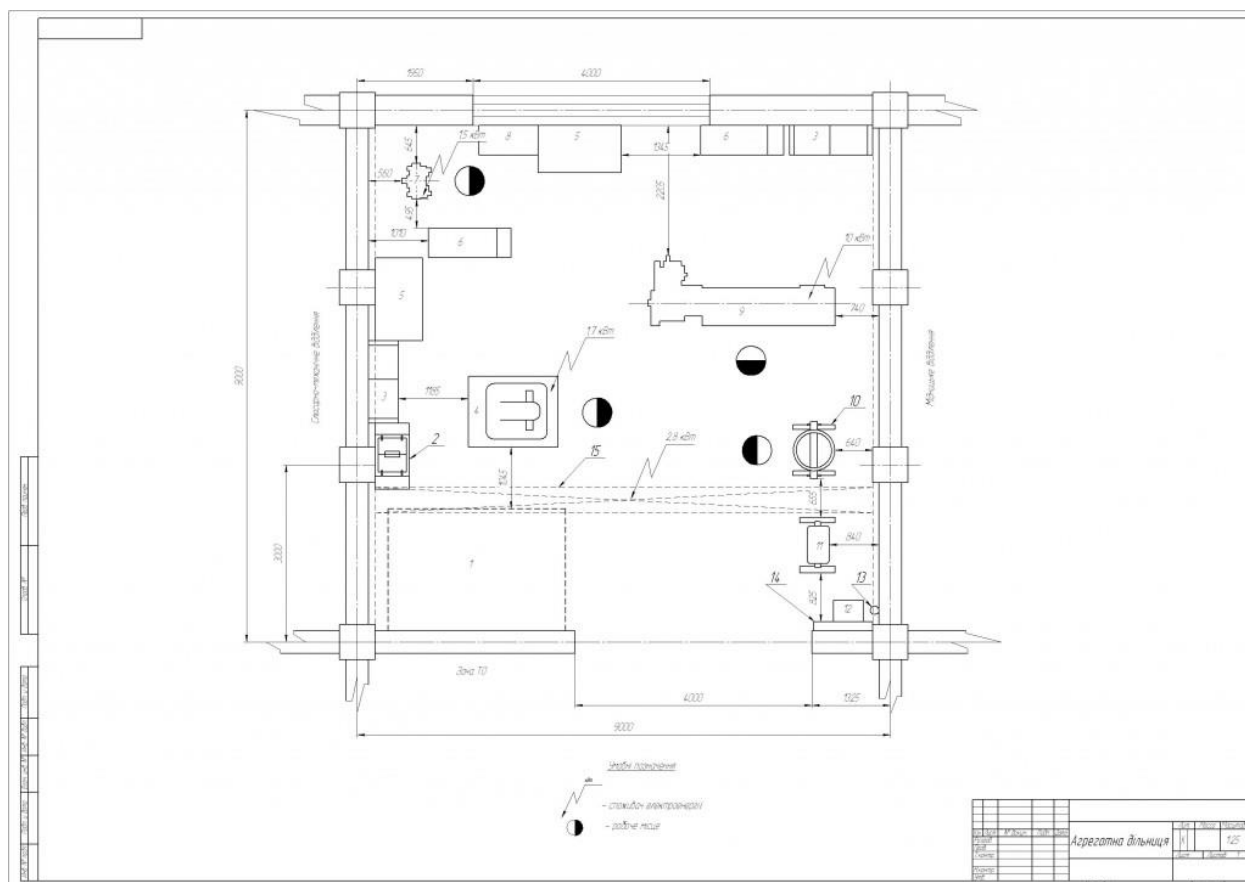
ДОДАТОК А

Схема технологічного процесу ремонту агрегатів



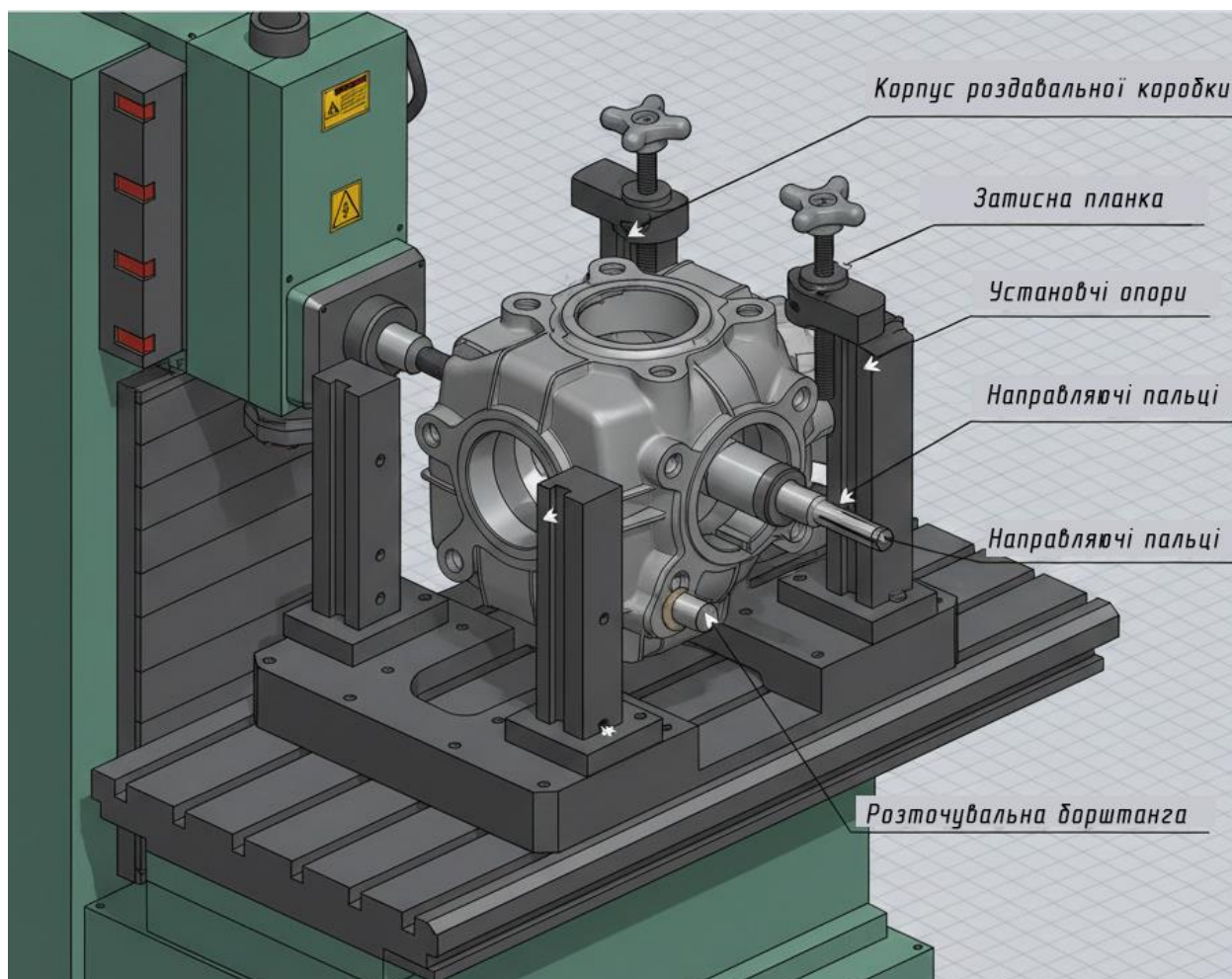
ДОДАТОК Б

Планування ділянки з ремонту агрегатів



ДОДАТОК Г

Загальний вигляд пристрою для розточування корпусу роздавальної коробки



ДОДАТОК Д

СЦЕНАРІЙ KEYС-ЗАВДАННЯ

Тема: Діагностика та дефектування корпусу роздавальної коробки автомобіля КрАЗ-65032: Аналіз прихованих дефектів та обґрунтування технологічного рішення.

Дисципліна: «Технологія ремонту автомобілів»

Мета кейсу: Формування у студентів навичок аналітичної діагностики, прийняття обґрунтованих рішень щодо ремонту або заміни агрегату, а також вміння працювати з технічною документацією.

Частина 1. Вихідна Ситуація (Опис Проблеми)

1.1. Контекст

На дільницю агрегатного ремонту спеціалізованого авторемонтного підприємства (АРП), спроектованого у Вашій роботі, надійшов автомобіль **КрАЗ-65032** для проведення капітального ремонту. Після демонтажу, розбирання та очищення агрегатів, на стенд дефектації була подана роздавальна коробка (РК) **ЯМЗ-238-Б** (заводська модель для КрАЗ-65032).

1.2. Ознаки Несправності

- **Скарга клієнта (водія):** Підвищений шум, стук та сильна вібрація під час руху, особливо при підключенні переднього мосту.
- **Початкова діагностика:** При розбиранні виявлено критичний знос посадкових місць підшипників вторинного вала та проміжного вала у корпусі РК.

1.3. Специфіка проблеми (Прихований дефект)

Майстер дільниці, проводячи первинне дефектування, виявив тріщину, яка починається від посадкової поверхні підшипника вторинного вала і

продовжується на зовнішній поверхні корпусу РК (тріщина не наскрізна, але її видно візуально та за допомогою дефектоскопа). Корпус РК є дороговартісною та відповідальною деталлю, а його заміна істотно підвищить собівартість ремонту.

Виникає питання: Чи дозволено відновлення такого критичного дефекту, як тріщина корпусу РК, чи єдиним правильним рішенням є заміна корпусу на новий?

Частина 2. Завдання для Студента (Аналітичний Етап)

Студентам, як команді інженерів-технологів, необхідно **проаналізувати ситуацію та обґрунтувати технологічне рішення.**

Завдання 1. Діагностичний аналіз (на основі технічної документації)

1. Визначте **допустимі види дефектів** корпусу РК, згідно з технічними умовами (ТУ).
2. Визначте, до якого класу дефектів належить **тріщина від посадкового місця** (припустимий, критичний, граничний).
3. Оцініть, чи належить відновлення такого дефекту до **типової технології ремонту** чи вимагає спеціальних (авторських) методів відновлення. *(Студент повинен прийти до висновку, що відновлення необхідне, оскільки заміна надто дорога/довга, і що відновлення тріщини в корпусі (у разі, якщо вона не поширюється на кріплення) є технічно можливим за допомогою зварювання/наплавлення, як це було запропоновано у розділі 3 вашої роботи).*

Завдання 2. Технологічне обґрунтування (прийняття рішення)

1. Обґрунтуйте, **який метод відновлення** (зварювання/наплавлення/заміна) є найбільш доцільним для цього дефекту.

2. Змодельуйте **послідовність технологічних операцій** для відновлення цього дефекту корпусу (наприклад, підготовка тріщини → зварювання → термічна обробка → механічна обробка посадкових місць).
3. Спрогнозуйте **ризики та переваги** обраного методу відновлення у порівнянні з повною заміною.

Частина 3. Вихідні дані та Допоміжні Матеріали (Необхідні Ресурси)

Для виконання завдання студенти мають користуватися такими ресурсами (які імітуються на занятті):

1. Каталог деталей КрАЗ-65032/РК ЯМЗ-238-Б 13: для ідентифікації корпусу та його каталожної вартості (для економічного порівняння).
2. Положення про технічне обслуговування і ремонт дорожніх транспортних засобів: для загального розуміння нормативної бази.
3. Таблиці допусків та посадок: для оцінки зносу посадкових місць.
4. Фрагмент операційної карти відновлення корпусу РК (якщо розроблена у Вашій роботі): для перевірки відповідності запропонованого рішення авторській технології.

Частина 4. Кінцевий Продукт (Результат роботи)

Студенти (команда) повинні представити:

1. **Протокол дефектації:** заповнена таблиця з фіксацією дефектів (у тому числі тріщини) та рекомендаціями щодо подальших дій.
2. **Технологічний висновок:** письмове обґрунтування прийнятого рішення (відновлення або заміна) з економічною та технічною аргументацією.

ДОДАТОК Ж

Інструктивно-технологічна картка студента (робочий зошит)

До дисципліни: «Технологія ремонту автомобілів»

Тема: Діагностика та дефектування корпусу роздавальної коробки КрАЗ-65032

Студент (ПІБ):	
Група:	
Дата:	
Оцінка:	

Частина 1. Аналіз вихідної ситуації (Кейс-завдання)

1.1. Фіксація даних агрегату та ознак несправності

1. Марка та модель автомобіля:
2. Агрегат, що ремонтується:
3. Ознаки несправності (скарга водія / діагностика майстра):

4. Специфічний (прихований) дефект корпусу:

1.2. Діагностичний висновок (до дефектації)

На основі початкових даних та знань про конструкцію РК КрАЗ-65032, які вузли/деталі **найбільш імовірно** стали причиною несправності? (Обрати 2-3 варіанти)

- Посадочні місця підшипників валів у корпусі
- Знос шестерень (наприклад, включення переднього мосту)
- Пошкодження картера РК (тріщини, відколи)
- Інше:

Частина 2. Дефектування корпусу роздавальної коробки

2.1. Таблиця фіксації вимірів та дефектів (Критичні ділянки)

Назва дефектованої ділянки	Номинальний розмір, мм	Допустимий знос, мм	Фактичний розмір / Характер дефекту	Висновок (Ремонт / Заміна)
Посадкове місце підшипника вторинного вала				
Посадкове місце підшипника проміжного вала				
Посадкове місце сальника				
Тріщина у корпусі	—	—	Довжина: ____ мм. Локалізація: _____	
Наскрізні отвори / Відколи	—	—		

2.2. Аналіз можливості відновлення тріщини

1. **Нормативна база:** Чи дозволено відновлювати тріщини такої локалізації та розміру згідно з ТУ (Так/Ні)?

2. **Технічне обґрунтування:** Які методи відновлення посадкових місць ви пропонуєте? (Наплавлення, встановлення втулки, інше)

3. **Обґрунтування відновлення тріщини:** Який метод усунення тріщини є найбільш надійним та економічно вигідним у даному випадку? (Посилаючись на матеріал розділу 3 Вашої роботи)

Частина 3. Прийняття технологічного та економічного рішення

3.1. Кінцеве рішення щодо корпусу (обвести)

1. ПОВНА ЗАМІНА (купівля нового корпусу)
2. ВІДНОВЛЕННЯ (згідно з розробленою технологією)

3.2. Економічне обґрунтування (коротко)

Параметр	Рішення 1: Заміна (орієнтовно)	Рішення 2: Відновлення (орієнтовно)
Вартість корпусу / матеріалів		
Трудомісткість (люд.- год.)	0 (заміна)	
Загальні витрати (УО)		

Висновок: На основі технічного аналізу (ч. 2) та економічного порівняння (ч. 3), **обґрунтуйте** прийняте Вами рішення про ремонт.

ДОДАТОК 3

КРИТЕРІЇ ТА ПОКАЗНИКИ ОЦІНЮВАННЯ РІВНЯ СФОРМОВАНOSTІ ДІАГНОСТИЧНОЇ КОМПЕТЕНТНОСТІ

Форма оцінювання: Аналіз результатів роботи над Кейс-завданням (Додаток Д) та заповненням Інструктивно-технологічної картки (Додаток Ж).

Максимальна кількість балів: 100.

1. Зведена таблиця критеріїв та шкала переведення

Діапазон балів	Оцінка за національною шкалою	Оцінка ECTS	Загальний висновок
90 – 100	Відмінно	A	Компетентність сформована на високому рівні. Рішення є оптимальним, технологічно та економічно обґрунтованим.
82 – 89	Добре	B	Компетентність сформована на рівні вище середнього. Рішення коректне, але має незначні недоліки в обґрунтуванні або оформленні.
74 – 81	Добре	C	Компетентність сформована на середньому рівні. Рішення прийняте правильно, але містить помилки в деталізації, економічному обґрунтуванні або самостійності.
64 – 73	Задовільно	D	Компетентність сформована на мінімально необхідному рівні. Рішення прийняте з помилками, вимагає корекції, але демонструє базове розуміння теми.
60 – 63	Задовільно	E	Компетентність сформована на критично мінімальному рівні. Існує необхідність у значному доопрацюванні та консультаціях.
0 – 59	Незадовільно	FX/F	Компетентність не сформована. Завдання не виконано або виконано неправильно.