

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 паливної
апаратури

(тема кваліфікаційної роботи)

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

КБР /Богдан КОЛБАСА
(підпис) (ім'я та прізвище)

Керівник ОП /Олег ПОДОЛЯК
(підпис) (ім'я та прізвище)

Рецензент Вас /Павло ВАСЮЧЕНКО
(підпис) (ім'я та прізвище)

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри ОП /Олег ПОДОЛЯК
(підпис) (ім'я та прізвище)

Нормоконтроль ОП /Олег ПОДОЛЯК
(підпис) (ім'я та прізвище)

Секретар ЕК Вс /Валентина СКОРКІНА
(підпис) (ім'я та прізвище)

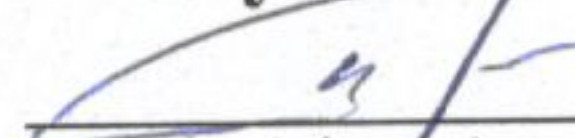
Харків – 2025 рік

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)
Освітньо-професійна програма Транспорт

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри


(підпис)

к.т.н., доц. Олег ПОДОЛЯК
«06» 10 2025р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу (дипломну роботу/дипломний проєкт)
другого (магістерського) рівня вищої освіти

студенту (ці) Богдану КОЛБАСІ
(ім'я, прізвище)

1. Тема Професійна підготовка фахівців з проєктування авторемонтного підприємства автомобілів «КрАЗ – 65032» з вдосконаленням технології ремонту паливної апаратури

затверджена наказом по академії № 4801-51/3664 від «6» 10 2025р.

2. Термін здачі закінченої роботи «10» грудня 2025р.

Спроекувати завод на 2200 капітальних ремонтів автомобілів за рік, вдосконалити ділянку ремонту паливної апаратури, вдосконалити технологічний процес регулювання і перевірки форсунки двигуна ЯМЗ-238, і скласти комплект документів на відновлення

4. Зміст роботи/проєкту (перелік питань, що їх належить розробити):
Вступ; Актуальність професійної підготовки фахівців; Ескізний проєкт; Технічний проєкт; Технологічна частина; Конструкторська частина; Розробка дидактичного проєкту; Висновки; Список використаних джерел.

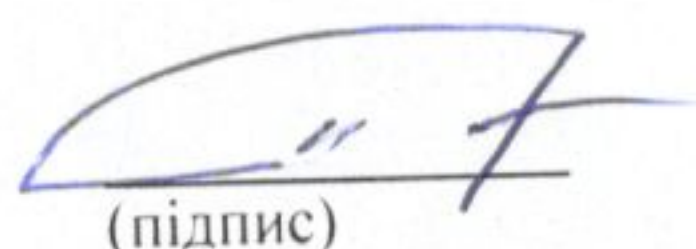
5. Перелік графічного матеріалу (презентаційний матеріал):
Презентація основних результатів виконаних досліджень. Роздатковий матеріал

6. Консультант:

Розділ	Консультант	Підпис, дата		Оцінка (бали)
		Завдання видав	Завдання прийняв	
методичний	Коваленко Олена Едуардівна			

7. Дата видачі завдання «02» вересня 2025р.

Керівник роботи


(підпис)

Олег ПОДОЛЯК
(ім'я, прізвище)

Завдання прийняв до виконання


(підпис)

Богдан КОЛБАСА
(ім'я, прізвище)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН-ГРАФІК
виконання кваліфікаційної роботи
(дипломної роботи/дипломного проекту)

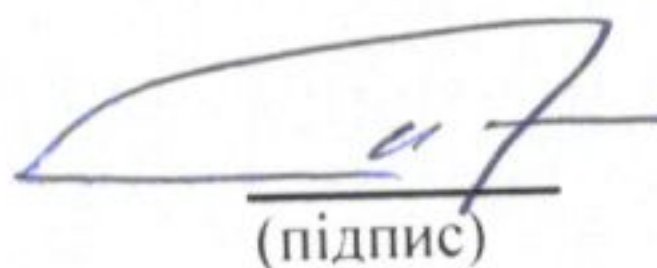
№ з/п	Назва етапів роботи та питань, які мають бути розроблені відповідно до завдання	Термін виконання	Позначки керівника про виконання завдань
1	Актуальність професійної підготовки фахівців	10.09.2025	
2	Розрахунок виробничої програми проєктованого підприємства	01.10.2025	
3	Вдосконалення ділянки ремонту паливної апаратури, розробка пристрою для перевірки і регулювання форсунок	15.10.2025	
4	Розробка дидактичного проєкту	01.11.2025	
5	Оформлення і захист дипломного проєкту	10.12.2025	

Студент (ка)


(підпис)

Богдан КОЛБАСА
(ім'я, прізвище)

Нормоконтроль


(підпис)

Олег ПОДОЛЯК
(ім'я, прізвище)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка містить 88 сторінок, 9 рисунків, 12 таблиць, 20 літературних джерел.

В магістерській кваліфікаційній роботі розроблено та обґрунтовано дидактичну модель професійної підготовки майбутніх інженерів-проектувальників, спрямовану на якісне засвоєння технологій ремонту та діагностики паливної апаратури автомобіля «КрАЗ – 65032».

Об’єкт дослідження: професійна підготовка фахівців з проектування авторемонтних підприємств, що спеціалізуються на ремонті паливної апаратури автомобілів «КрАЗ – 65032».

Наукова новизна дослідження: полягає у створенні комплексного дидактичного підходу до підготовки майбутніх проектувальників авторемонтних підприємств, який поєднує моделювання процесу ремонту паливної апаратури «КрАЗ – 65032» з фаховими та практикоорієнтованими завданнями, спрямованими на розвиток технологічної та проектної компетентності здобувачів.

Виконані наступні завдання дослідження:

Проаналізовано сучасні підходи до професійної підготовки фахівців авторемонтної галузі та визначити компетентності, необхідні для роботи з паливною апаратурою.

Представлено методику проектування заводу на 2200 капітальних ремонтів автомобілів за рік та вдосконалення ділянки ремонту паливної апаратури.

Вдосконалено технологічний процес регулювання і перевірки форсунки двигуна ЯМЗ-238, і складений комплект документів на відновлення, розроблено пристрій для перевірки і регулювання форсунок.

Розроблено дидактичний проєкт факультативного заняття з теми «Вдосконалення технології ремонту паливної апаратури «КрАЗ – 65032».

Обґрунтовано ефективні методи, форми та засоби навчання для формування практичних умінь та технологічних навичок здобувачів освіти.

ПРОФЕСІЙНІ ПІДГОТОВКА, ДИДАКТИЧНИЙ ПРОЄКТ, АГРЕГАТ, ДІАГНОСТИКА, ЕФЕКТИВНІСТЬ, ДВИГУН, СТЕНД, ПРИСТОСУВАННЯ.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1	
АКТУАЛЬНІСТЬ ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ З ПРОЄКТУВАННЯ АВТОРЕМОНТНОГО ПІДПРИЄМСТВА АВТОМОБІЛІВ.....	10
1.1. Необхідність професійної підготовки інженерів і техніків для авторемонтних підприємств.....	10
1.2. Важливість підготовки фахівців з проєктування авторемонтних підприємств.....	12
1.3. Взаємозв'язок освіти та виробництва у системі професійної підготовки.....	15
1.4. Особливості професійної підготовки фахівців для ремонту складних автомобільних вузлів.....	18
1.5. Актуальність удосконалення технологічного навчання під час підготовки фахівців.....	21
РОЗДІЛ 2 ЕСКІЗНИЙ ПРОЕКТ	26
2.1 Призначення заводу	29
2.2 Технологічний процес капітального ремонту агрегатів	29
2.3 Режим роботи заводу	32
2.4. Розрахунок річної виробничої програми і трудомісткості робіт заводу.....	34
2.5 Розрахунок численності працюючих.....	35
2.6 Штатна відомість працюючих	37
2.7 Розрахунок потрібної кількості робочих місць і обладнання АРЗ.....	38
2.8 Розрахунок площ приміщень та комор	41
2.9 Будівельні вимоги. (виробничий корпус АРЗ).	42
Перелік ділянок та відділень заводу по ремонту агрегатів	43
РОЗДІЛ 3 ТЕХНІЧНИЙ ПРОЕКТ	46
3.1 Призначення ділянки ремонту паливної апарату	46
3.2 Показники роботи ДПА	47
3.3 Вибір технологічного і допоміжного обладнання ділянки.....	47
3.4 Розрахунок виробничої площі ділянки.....	49
3.5 Розрахунок енергетичних потреб.....	50
3.6 Підйомно-транспортні засоби	52
3.7 Основні будівельні вимоги	52
4 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	53
4.1 Призначення та умови роботи форсунок двигуна ЯМЗ.....	53
4.2. Складання плану операцій.....	56
4.3 Вибір обладнання, пристроїв, інструменту.....	57
4.4 Розрахунок і вибір режимів виконання робіт.....	58
4.5. Розрахунок технічних норм часу.....	58
5 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА	60
5.1 Призначення пристрою	60
5.2 Устрій пристрою	60
5.3 Принцип дії пристрою.....	62
5.4 Розрахунок пасової передачі приладу.....	63

РОЗДІЛ 4

РОЗРОБКА ДИДАКТИЧНОГО ПРОЄКТУ ФАКУЛЬТАТИВНОГО ЗАНЯТТЯ НА ТЕМУ «ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ РЕМОНТУ ПАЛИВНОЇ АПАРАТУРИ «КРАЗ – 65032»» ДЛЯ ФАХІВЦІВ З ПРОЄКТУВАННЯ АВТОРЕМОНТНОГО ПІДПРИЄМСТВА АВТОМОБІЛІВ.....	70
ВИСНОВКИ.....	85
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	86

ВСТУП

Сучасний етап розвитку автомобільного транспорту вимагає високої надійності, економічності та екологічності роботи дизельних двигунів, що значною мірою залежить від технічного стану паливної апаратури. Для таких вантажних автомобілів, як «КрАЗ – 65032», що експлуатуються у складних дорожніх та кліматичних умовах, справність паливної системи визначає стабільність тягових характеристик, витрату пального та довговічність двигуна. Тому питання удосконалення технології ремонту паливної апаратури є важливою складовою забезпечення працездатності автотранспорту та оптимізації виробничої діяльності авторемонтних підприємств.

Паливна апаратура дизельних двигунів є одним із найбільш складних за конструкцією та точністю виготовлення вузлів, що потребує спеціальних знань, навичок і високотехнологічної діагностики. Сучасні тенденції у цій сфері спрямовані на підвищення точності регулювання, застосування високочутливих вимірювальних приладів, автоматизацію ремонтних операцій та використання новітніх методів контролю параметрів паливоподачі. Однак ефективне впровадження таких технологій можливе лише за умови підготовки фахівців, здатних поєднувати теоретичні знання з практичною інженерною компетентністю.

Особливого значення набуває підготовка майбутніх фахівців з проєктування авторемонтних підприємств, оскільки саме вони створюють технологічні схеми, визначають оптимальні ремонтні процеси та добирають обладнання для проведення регламентних і відновлювальних робіт. Інженер-проєктувальник повинен володіти не лише загальними знаннями у галузі автомобілебудування, а й спеціальними компетентностями щодо будови, призначення, типових дефектів і технологій ремонту паливної апаратури, зокрема тієї, що застосовується на автомобілях «КрАЗ – 65032».

Актуальність дослідження також зумовлена необхідністю адаптації освітнього процесу до сучасних виробничих вимог. Використання дидактичних моделей, практикоорієнтованих завдань, виробничих симуляцій та інтеграції реальних технологічних процесів у навчальне середовище сприяє формуванню професійних

якостей, необхідних для роботи у сфері технічного обслуговування й ремонту. Саме поєднання теоретичних знань з практичними навичками забезпечує підготовку конкурентоспроможних фахівців, здатних удосконалювати ремонтні технології та проектувати ефективні виробничі процеси.

Таким чином, дослідження, присвячене вдосконаленню технології ремонту паливної апаратури автомобіля «КрАЗ – 65032» у контексті професійної підготовки фахівців з проектування авторемонтних підприємств, є своєчасним і обґрунтованим. Воно спрямоване на підвищення якості підготовки майбутніх інженерів, оптимізацію ремонтних процесів та покращення технічної експлуатації автотранспортних засобів у виробничих умовах.

Об’єкт дослідження: професійна підготовка фахівців з проектування авторемонтних підприємств, що спеціалізуються на ремонті паливної апаратури автомобілів «КрАЗ – 65032».

Предмет дослідження: формування професійних компетентностей майбутніх фахівців у процесі опанування удосконаленої технології ремонту паливної апаратури автомобіля «КрАЗ – 65032».

Мета дослідження: розробити та обґрунтувати дидактичну модель професійної підготовки майбутніх інженерів-проектувальників, спрямовану на якісне засвоєння технологій ремонту та діагностики паливної апаратури автомобіля «КрАЗ – 65032».

Завдання дослідження:

1. Проаналізувати сучасні підходи до професійної підготовки фахівців авторемонтної галузі та визначити компетентності, необхідні для роботи з паливною апаратурою.
2. Розробити дидактичний проєкт факультативного заняття з теми «Вдосконалення технології ремонту паливної апаратури «КрАЗ – 65032»».
3. Обґрунтувати ефективні методи, форми та засоби навчання для формування практичних умінь та технологічних навичок здобувачів освіти.

Методи дослідження: системний аналіз технічної та навчально-методичної літератури; педагогічне моделювання.

Наукова новизна дослідження: полягає у створенні комплексного дидактичного підходу до підготовки майбутніх проєктувальників авторемонтних підприємств, який поєднує моделювання процесу ремонту паливної апаратури «КрАЗ – 65032» з фаховими та практикоорієнтованими завданнями, спрямованими на розвиток технологічної та проєктної компетентності здобувачів.

Практичне значення дослідження: отримані результати можуть бути використані в освітньому процесі технічних закладів, у системі підвищення кваліфікації, а також на авторемонтних підприємствах для вдосконалення технологічних процесів діагностики та ремонту паливної апаратури дизельних двигунів.

Структура роботи: робота включає анотації, вступ, три розділи теоретичного та практичного спрямування з висновками, загальні висновки, список джерел та додатки.

РОЗДІЛ 1

АКТУАЛЬНІСТЬ ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ З ПРОЄКТУВАННЯ АВТОРЕМОНТНОГО ПІДПРИЄМСТВА АВТОМОБІЛІВ

1.1. Необхідність професійної підготовки інженерів і техніків для авторемонтних підприємств

Сучасна автомобільна галузь характеризується стрімким технічним оновленням, ускладненням конструкцій транспортних засобів та зростанням вимог до їх експлуатаційної надійності. У таких умовах авторемонтні підприємства можуть ефективно функціонувати лише за умови наявності кваліфікованих інженерів і техніків, здатних забезпечувати високий рівень сервісу, діагностики й відновлення автомобільної техніки. Саме тому професійна підготовка фахівців цієї сфери є стратегічно важливою для всієї транспортної інфраструктури.

Сучасні ремонтні підприємства працюють у середовищі, де технічний прогрес відбувається значно швидше, ніж раніше. Електронні системи керування двигуном, цифрові блоки діагностики, складні гідравлічні й пневматичні вузли вимагають не лише теоретичних знань, а й умінь працювати з високотехнологічним обладнанням. Зростає роль комп'ютеризованих систем діагностики, автоматизованих ліній та програмного забезпечення, що передбачає розширення компетентностей спеціалістів у галузі ІТ, мехатроніки та технічного аналізу.

Отже, виробництво потребує фахівців, які здатні швидко орієнтуватися в нових технологічних рішеннях, застосовувати сучасні методи технічного контролю та забезпечувати відповідність ремонтних процесів міжнародним стандартам якості та безпеки.

Висока ефективність діяльності авторемонтного підприємства безпосередньо залежить від рівня професійних компетентностей його працівників. До ключових умінь і знань, які повинні мати інженери та техніки, належать:

- глибоке розуміння будови автомобільних систем, включно з двигунами, трансмісіями, електронними блоками керування та навісним обладнанням;

- уміння проводити комплексну діагностику із застосуванням сучасних електронних приладів і програмних комплексів;
- здатність аналізувати технічний стан вузлів і визначати раціональні методи їх відновлення;
- опанування технологій ремонтних операцій, включно з регулюванням, відновленням точності деталей, дефектуванням та складанням агрегатів;
- знання принципів організації ремонту, планування робочих процесів і техніко-економічних розрахунків;
- уміння працювати з технічною документацією, читати схеми, креслення й технологічні інструкції;
- відповідальність за дотримання норм безпеки, екологічних вимог та стандартів якості.

Такі компетентності формують фундамент професійної діяльності та забезпечують високу якість ремонтних робіт незалежно від профілю підприємства.

Інженер-проектувальник є центральною фігурою в організації ремонтного виробництва. Саме він визначає структуру ремонтних дільниць, розміщення обладнання, послідовність технологічних операцій і нормативи виконання робіт. Від його професійного рівня залежить ефективність використання ресурсів, продуктивність праці та кінцева якість відновленої техніки.

Основними напрямками діяльності інженера-проектувальника є:

- розроблення технологічних карт та схем ремонту агрегатів і вузлів;
- визначення оптимальних методів відновлення деталей з урахуванням матеріалів, конструктивних особливостей і економічної доцільності;
- вибір обладнання та організація робочих місць, що забезпечують безпечні та ефективні умови праці;
- аналіз і модернізація існуючих ремонтних процесів, спрямовані на підвищення продуктивності та зниження собівартості робіт;
- забезпечення відповідності підприємства технічним регламентам і стандартам у сфері автомобільного транспорту.

Професійні знання та інженерне мислення дають змогу проектувальнику створювати такі технологічні процеси, які поєднують високу якість, економічну

ефективність і раціональне використання ресурсів, що є ключовою умовою успішної діяльності авторемонтного підприємства.

1.2. Важливість підготовки фахівців з проєктування авторемонтних підприємств

Підготовка фахівців з проєктування авторемонтних підприємств є ключовою умовою розвитку сучасної автомобільної галузі, оскільки саме від їхніх професійних рішень залежить ефективність роботи ремонтних комплексів, рівень технічного обслуговування транспортних засобів та здатність підприємств адаптуватися до нових технологічних викликів. Інженер-проєктувальник формує основу майбутнього виробничого процесу: він визначає структуру підприємства, технологічні маршрути, вимоги до обладнання, умови праці персоналу, а також алгоритми взаємодії між різними ремонтними дільницями. В умовах зростання технічної складності автомобілів, збільшення обсягу електронних систем та появи нових методів діагностики і ремонту проєктні рішення мають відповідати високим стандартам точності, безпеки та технологічної обґрунтованості. Тому підготовка таких спеціалістів набуває стратегічного значення, оскільки формує кадровий потенціал, здатний забезпечувати конкурентоспроможність авторемонтних підприємств.

Специфіка проєктування ремонтних дільниць вимагає від фахівця комплексного підходу до організації виробничого простору. Проєктант повинен розробити систему логічно пов'язаних зон — від діагностичної до складальної, забезпечуючи безперервність технологічних операцій. Він має враховувати типи та кількість одиниць транспортної техніки, що обслуговуватимуться на підприємстві, визначати необхідний рівень механізації, автоматизації та ступінь технологічної спеціалізації кожної дільниці. Одним з ключових завдань проєктанта є створення оптимального виробничого маршруту для вузлів і агрегатів, який мінімізує простої, втрати часу, неефективні переміщення та дублювання операцій. Крім того, проєктувальник відповідає за відповідність технологічного процесу вимогам чинних стандартів, ергономічним нормам і правилам охорони праці. Важливою рисою професійної діяльності є здатність враховувати специфіку матеріалів, конструкцій, ін-

струментів та обладнання, які застосовуються під час ремонту різних систем автомобіля, від механічних до електронних.

Проектування ремонтних ділень передбачає необхідність детального аналізу виробничих потоків та робочих навантажень. Фахівець повинен уміти прогнозувати інтенсивність використання обладнання, визначати оптимальну кількість робочих місць, обґрунтовувати потребу в запасних частинах і витратних матеріалах. Неправильні або поверхові проектні рішення можуть призвести до виникнення «вузьких місць» у технологічному циклі, що знижує загальну продуктивність підприємства та створює додаткове навантаження на персонал. І навпаки, якісно спроектована система ділень дозволяє значно підвищити ефективність ремонту, раціонально використовувати площу, енергоресурси та обладнання, забезпечувати високий рівень безпеки й зручності праці для персоналу.

Велике значення має продумана виробнича схема, яка визначає логіку руху автомобілів або окремих агрегатів у межах ремонтного підприємства. Вона повинна враховувати потреби у попередній, поточній та завершальній діагностиці, у механічній обробці, у мийних та фарбувальних операціях, у регулюванні та випробуванні відремонтованих вузлів. Раціональна організація таких етапів підвищує якість відновлення техніки, прискорює процес ремонту та мінімізує ймовірність технічних помилок. Особливої уваги потребують вузли, що мають критичне значення для безпеки руху: гальмівні системи, паливна апаратура, трансмісія та газорозподільні механізми. Тому інженер-проектувальник мусить не лише знати технологію ремонту конкретних агрегатів, а й розуміти, як організувати виробничий процес так, щоб кожна операція виконувалася у найбільш сприятливих технічних і організаційних умовах.

Важливою складовою професійної діяльності проектувальника є вплив його рішень на продуктивність ремонтного підприємства. Ефективність ремонту визначається не лише кваліфікацією виконавців, але й тим, наскільки грамотно побудована виробнича система. Наявність логічно обґрунтованих трудових маршрутів, розумне розташування робочих місць, правильний добір обладнання — усе це безпосередньо впливає на швидкість виконання ремонтних операцій. Якщо технологічний процес побудований таким чином, що забезпечує мінімальні простой та

раціональні умови роботи, то підприємство може значно збільшити обсяг виконаних замовлень без додаткових матеріальних витрат. Продуктивність є однією з головних економічних характеристик підприємства, і саме проєктні рішення формують основу для її підвищення.

Не менш важливою є роль проєктувальника у забезпеченні якості ремонту. Якість залежить від того, наскільки точно виконуються технологічні операції, від стабільності умов праці та можливості контролю ключових параметрів. Проєкування ремонтної ділянки повинно включати систему контролю якості на всіх етапах технологічного процесу — від дефектування деталей до випробування відремонтованих агрегатів. Правильно організовані контрольні точки дозволяють своєчасно виявити відхилення й запобігти серйозним технічним несправностям у майбутньому. Високий рівень якості ремонту є важливою конкурентною перевагою підприємства, адже забезпечує довіру клієнтів, стабільний попит і позитивну репутацію.

Ще одним аспектом, який повністю залежить від професійності проєктувальника, є безпека праці. Ремонт автомобілів передбачає роботу з великою кількістю механізмів, електронних систем, підйомального та діагностичного обладнання, що становить потенційну небезпеку. Проєктант повинен передбачити кожну можливу ситуацію, що може створити ризик для робітників або обладнання. Це стосується правильного розміщення агрегатів, організації вентиляції, освітлення, безпечних зон навколо підйомників, застосування засобів колективного та індивідуального захисту. Відповідальність фахівця полягає не лише у виконанні нормативних вимог, а й у здатності створити робочий простір, що гарантує мінімізацію ризиків при виконанні ремонтних операцій, які інколи пов'язані з високими температурами, тиском або електричними навантаженнями.

Відповідальність проєктувальника поширюється і на організаційні аспекти діяльності підприємства. Саме він визначає структуру управління, розподіл функціональних обов'язків, систему документообігу та порядок взаємодії між підрозділами. Помилки у цих питаннях можуть спричинити низку проблем: від затримок у ремонті до порушень у системі постачання запасних частин та матеріалів. Ефективне проєктне рішення має забезпечувати чітку, логічну і прозору схему органі-

зації роботи підприємства, що дозволяє знижувати витрати та збільшувати прибутковість.

Таким чином, підготовка фахівців з проектування авторемонтних підприємств є надзвичайно важливою для забезпечення їх високої технічної, організаційної та економічної ефективності. Від рівня компетентності таких спеціалістів залежить якість технологічних процесів, комфорт і безпека праці персоналу, продуктивність виробництва та стабільність функціонування підприємства загалом. Інженер-проектувальник повинен володіти глибокими знаннями у сфері автомобільної техніки, технології ремонту, організації виробництва та техніки безпеки, щоб створювати сучасні, надійні й ефективні ремонтні комплекси. Саме тому формування професійної підготовки таких фахівців є одним з найважливіших завдань сучасної системи технічної освіти.

1.3. Взаємозв'язок освіти та виробництва у системі професійної підготовки

Сучасний розвиток автомобільної галузі та авторемонтного виробництва вимагає від закладів освіти формування такої моделі професійної підготовки, яка відповідає реальним технологічним потребам підприємств. Взаємозв'язок освіти та виробництва сьогодні перетворюється на ключовий чинник ефективної підготовки майбутніх інженерів, техніків та проектувальників авторемонтних підприємств. Такий взаємозв'язок не можна розглядати лише як можливість проходження практики або стажування на підприємстві; він є складною системою взаємодії, що включає обмін інформацією, адаптацію освітніх програм до виробничих умов, використання технологічних ресурсів, співпрацю з роботодавцями та впровадження інноваційних методів навчання, спрямованих на розвиток практичних компетентностей.

Сучасні освітні підходи в підготовці інженерів авторемонтної галузі базуються на принципах компетентнісного, діяльнісного, інтегративного та проектного підходів. Вони орієнтуються не лише на передачу знань, а на створення умов, у яких студент здобуває реальний професійний досвід, формує технологічне мис-

лення та вміння приймати рішення в умовах, наближених до виробничих. У навчальних планах закладів технічної освіти все більша увага приділяється дисциплінам, пов'язаним із технологією ремонту автомобільних агрегатів, організацією виробництва, технічним контролем, цифровими системами діагностики, комп'ютерним моделюванням технологічних процесів та проєктуванням ремонтних дільниць.

З огляду на високі темпи розвитку автомобільної техніки, традиційні форми навчання, що ґрунтуються на лекціях і лабораторних роботах, уже не забезпечують достатнього рівня практичної підготовленості майбутніх фахівців. Тому у підготовці інженерів дедалі активніше застосовуються практикоорієнтовані технології навчання, зокрема моделювання, тренажери та симуляційне обладнання. Використання навчальних симуляцій дозволяє створювати штучні виробничі ситуації, відпрацьовувати окремі операції, вивчати принципи роботи складних систем без ризику пошкодження реального обладнання або автомобіля. Симулятори забезпечують можливість багаторазового повторення операцій, а також формування точності та швидкості виконання професійних дій. Вони є особливо ефективними під час вивчення будови двигунів, трансмісії, газорозподільного механізму, паливної апаратури, електронних систем керування.

Важливу роль відіграє застосування комп'ютерного моделювання, яке дозволяє студентам працювати з віртуальними моделями агрегатів, аналізувати їхні параметри, виявляти можливі дефекти та прогнозувати наслідки технологічних рішень. Таке моделювання допомагає майбутнім інженерам-проєктувальникам вивчати логіку виробничих потоків, оптимізувати розміщення обладнання, розробляти технологічні маршрути ремонту та візуалізувати структуру ремонтного підприємства. У результаті студенти не лише отримують знання, але й вчаться мислити системно, оцінювати причинно-наслідкові зв'язки та прогнозувати ефективність проектних рішень.

У процесі підготовки фахівців для авторемонтної галузі особливу актуальність набуває дуальна освіта — форма навчання, у якій теоретична підготовка поєднується з безпосередньою роботою на виробництві. Дуальна система дає студентам можливість навчатися у реальних умовах, адаптуватися до виробничого се-

редовища, ознайомлюватися з обладнанням, технологіями та вимогами роботодавців. Одночасно підприємства отримують можливість готувати кадри під власні технологічні потреби та формувати у студентів компетентності, які одразу можуть бути застосовані у виробничому процесі.

Роль дуальної освіти полягає також у тому, що вона забезпечує безперервність професійного розвитку майбутнього спеціаліста. Досвід взаємодії з майстрами, інженерами та технологами під час стажування формує у студентів уміння працювати в команді, приймати професійні рішення, застосовувати методи технічної діагностики, оцінювати якість виконаних операцій та розуміти вимоги виробничої дисципліни. Виробництво, у свою чергу, виступає як експертне середовище, яке визначає актуальність знань і навичок, орієнтує освітній процес на сучасні технологічні реалії та сприяє оновленню змісту навчальних програм.

Практика та виробничі стажування мають принципове значення для підготовки фахівців авторемонтної галузі. Саме на підприємствах студенти одержують можливість побачити повний цикл відновлення автомобільної техніки: від первинної діагностики до завершального контролю якості. Робота у виробничих умовах дозволяє сформувати реалістичне уявлення про складність ремонтних процесів, особливості роботи з обладнанням, вимоги до безпеки та відповідальність за якість виконаних операцій. Практична діяльність сприяє оволодінню такими важливими компетентностями, як уміння читати технічну документацію, застосовувати стандарти та нормативи, виконувати дефектування деталей, обирати методи відновлення, оцінювати ресурс вузлів після ремонту та здійснювати контрольні операції.

Важливо й те, що виробнича практика сприяє формуванню професійної мотивації. Студенти, які мають можливість працювати у реальних умовах, набагато краще усвідомлюють значення обраної професії, бачать перспективи кар'єрного зростання, відчують власну відповідальність за результати роботи. Практика є не лише джерелом навичок, але й механізмом соціалізації у професійному середовищі, де майбутній фахівець набуває кращих зразків професійної поведінки та вчиться приймати технологічно обґрунтовані рішення.

Ще одним важливим аспектом взаємозв'язку освіти та виробництва є активне залучення підприємств до формування освітніх програм. Роботодавці допомагають визначати перелік компетентностей, які має отримати випускник, оцінювати якість освітнього процесу та пропонувати оновлення змісту навчальних дисциплін. Такий підхід забезпечує відповідність освіти сучасним вимогам авторемонтної галузі, сприяє модернізації навчальних лабораторій і впровадженню сучасного обладнання у навчальний процес.

Взаємодія освіти і виробництва створює основу для розвитку висококваліфікованих інженерів і техніків, здатних працювати з інноваційними технологіями ремонту, проектувати ефективні виробничі системи та забезпечувати надійність автомобільної техніки. Сучасні тенденції вказують на те, що майбутнє інженерної освіти полягає саме у тісному співробітництві з підприємствами, інтеграції практичного досвіду, симуляційних технологій і наукових розробок у професійну підготовку студентів. Такий підхід робить освітній процес більш гнучким, адаптивним, технологічно насиченим і здатним відповідати швидким змінам у техніці та виробництві.

1.4. Особливості професійної підготовки фахівців для ремонту складних автомобільних вузлів

Професійна підготовка фахівців, які здійснюють ремонт складних автомобільних вузлів, має свої специфічні особливості, зумовлені технічною складністю сучасних транспортних засобів, високими вимогами до точності виконання ремонтних операцій та зростанням рівня автоматизації й інтелектуалізації автомобільних систем. На сучасному етапі розвитку автотранспорту ремонтні роботи стають не просто відновленням справності агрегату, а комплексним технологічним процесом, що вимагає глибоких теоретичних знань, розвинених практичних умінь, уміння працювати з контрольно-вимірювальною технікою та засобами діагностики, а також здатності приймати технічно обґрунтовані рішення у нестандартних виробничих ситуаціях.

Особливої уваги потребують вузли й агрегати, що мають підвищений рівень складності, включаючи двигун внутрішнього згоряння, трансмісію, газорозподільний механізм, систему живлення та паливну апаратуру, карданні вали, елементи електронного керування, вузли ходової частини та гальмівні системи. Кожен із цих агрегатів має свої конструктивні особливості, технологічні вимоги до ремонту та специфіку дефектування, що зумовлює потребу у професіоналах, які володіють не лише базовими механічними навичками, а й спеціальними знаннями щодо принципів роботи, параметрів, допусків і режимів функціонування складних механізмів.

Ремонт двигуна внутрішнього згоряння та його систем вимагає від здобувачів освіти знання кінематики й динаміки двигуна, принципів роботи системи газорозподілу, паливної системи, мастильної й охолоджувальної систем, а також особливостей обробки та відновлення деталей, таких як циліндри, гільзи, колінчастий вал, головка блока циліндрів, розподільний вал та інші елементи. Відповідно, у процесі підготовки особлива увага приділяється формуванню вмінь проводити точні вимірювання, виконувати дефектування деталей, працювати з мікрометрами, індикаторами, нутромірами, стендами для перевірки компресії та тиску оливи, обладнанням для шліфування, хонінгування та балансування.

Ремонт трансмісії, включаючи коробки передач, головні передачі, диференціали, карданні вали та зчеплення, вимагає спеціалізованих навичок аналізу кінематичних схем, знання будови зубчастих передач, методів відновлення поверхонь тертя, регулювання підшипників, визначення люфтів і зазорів, а також навичок роботи зі стендами, що дозволяють імітувати реальні навантаження. Окремого значення набуває вміння виконувати балансування карданних валів, тому що саме цей процес впливає на стабільність роботи трансмісії, зниження вібрацій та підвищення ресурсу системи.

Газорозподільний механізм двигуна є одним із найбільш технологічно складних вузлів, і його ремонт потребує глибокого розуміння принципу роботи клапанного приводу, фаз газорозподілу, функціонування штовхачів, коромисел, розподільного валу та пристроїв регулювання зазорів. Фахівець повинен уміти точно визначати дефекти елементів, перевіряти знос кулачків, вимірювати висоту підйо-

му клапанів, діагностувати несправності, пов'язані з порушенням фаз газорозподілу, а також проводити регулювання та заміну деталей відповідно до технологічних карт і вимог виробника.

Сучасний автомобіль неможливо обслуговувати без високого рівня компетентності у сфері електронних систем керування. Електронні блоки управління, датчики, виконавчі механізми, CAN-шина, системи впорскування палива, електронні дроселі та елементи адаптивних систем керування потребують від майбутніх фахівців знання не лише механіки, але й основ кібернетики, схемотехніки та комп'ютерної діагностики. Тому в професійній підготовці значне місце відводиться освоєнню роботи з діагностичними сканерами, спеціалізованим програмним забезпеченням, електронними схемами та алгоритмами роботи систем.

Особливе значення має формування практичних навичок проектування технології ремонту. Майбутній інженер має вміти не просто виконати ремонтну операцію, а й вибудувати логіку відновлення агрегату: скласти технологічну схему, визначити необхідне обладнання, підібрати режими обробки, встановити послідовність операцій, розрахувати трудомісткість і визначити контрольні точки для перевірки якості. Ці навички формуються у студентів через виконання курсових і проектних робіт, роботу в навчальних лабораторіях, моделювання виробничих процесів та практичні завдання, пов'язані з відновленням реальних деталей і вузлів.

Важливою складовою професійної підготовки є вміння працювати з технічною документацією. Студенти повинні навчитися читати та створювати технологічні карти, маршрути ремонту, креслення, таблиці допусків і посадок, інструкції з експлуатації та ремонту, стандарти й нормативи. Це забезпечує у майбутнього фахівця здатність дотримуватися вимог точності, якості та безпеки під час виконання технологічних операцій.

Значний вплив на якість підготовки має профільність освітнього процесу. Орієнтація на конкретні агрегати, типи автомобілів або технологічні процеси дозволяє готувати вузькоспеціалізованих фахівців, здатних виконувати ремонт на високому професійному рівні. У результаті зростає якість обслуговування й ремонту автотранспорту, збільшується ресурс відремонтованих вузлів, скорочуються

витрати на експлуатацію техніки та підвищується рівень безпеки руху. Профільна підготовка сприяє формуванню відповідального ставлення до технологічної дисципліни, вміння аналізувати причини дефектів, прогнозувати можливі наслідки та пропонувати раціональні шляхи вдосконалення ремонтних процесів.

Таким чином, професійна підготовка фахівців для ремонту складних автомобільних вузлів є багатогранним процесом, що включає в себе вивчення конструкції агрегатів, опанування технологічних процесів, розвиток практичних умінь, роботу з діагностичним та вимірювальним обладнанням, формування здатності до проектування технологій ремонту та оволодіння методами технічного контролю. Висока якість цієї підготовки визначає ефективність роботи авторемонтних підприємств, надійність автомобільної техніки та рівень безпеки транспортної інфраструктури загалом.

1.5. Актуальність удосконалення технологічного навчання під час підготовки фахівців

У сучасних умовах стрімкого розвитку автомобільної галузі важливість удосконалення технологічного навчання майбутніх фахівців набуває особливої актуальності. Сучасний автомобіль є складною інтегрованою системою, у якій механічні, електронні та програмні компоненти взаємодіють на високому рівні. Тому якість підготовки спеціалістів, які будуть обслуговувати, діагностувати чи ремонтувати такі транспортні засоби, безпосередньо залежить від того, наскільки ефективно освітні заклади можуть відтворити реальні виробничі процеси, забезпечити доступ до сучасного обладнання та сформувати у студентів здатність до технічної творчості й аналітичного мислення.

Підготовка фахівців автомобільної галузі сьогодні не може обмежуватися традиційними методами, що базуються лише на вивченні теоретичних принципів або демонстрації стандартних технологічних процесів. Потреби виробництва, розвиток цифровізації, впровадження електронних систем керування, застосування високоточного діагностичного обладнання, а також поява нових матеріалів та спеціальних технологій ремонту вимагають оновлення змісту, форм і методів техно-

логічного навчання. Студент має бути не просто спостерігачем технологічних операцій, а активним учасником, здатним аналізувати, моделювати, проєктувати та оцінювати якість виконання робіт у різних виробничих умовах.

Важливою складовою сучасної підготовки стає використання діагностичного та ремонтного обладнання нового покоління. Навчальні лабораторії мають бути оснащені стендами для перевірки двигунів, приладами для контролю параметрів систем живлення, цифровими осцилографами, мультиметрами, мікропроцесорними діагностичними сканерами, динамічними стендами для гальмівних систем, випробувальними установками для паливної апаратури та іншими засобами, що дозволяють студентам працювати з реальними об'єктами й отримувати практично значущі навички. Впровадження такого обладнання у навчальний процес робить освітнє середовище набагато ближчим до умов реального виробництва, стимулює мотивацію до вивчення спеціальних дисциплін та сприяє формуванню системного бачення професійної діяльності.

Велике значення має і використання інноваційних технологій навчання, які забезпечують підвищення ефективності засвоєння матеріалу та сприяють формуванню у студентів інженерного стилю мислення. Серед таких технологій варто виділити моделювання технічних процесів, віртуальні лабораторії, цифрові тренажери, симуляційні програми, що дозволяють відтворювати складні ремонтні операції без ризику пошкодження реального обладнання. Використання симуляцій особливо важливе у випадку ремонту складних вузлів, таких як системи впорскування палива, гідравлічні та пневматичні приводи, системи ABS, ESP, електронні блоки керування. Такі технології забезпечують можливість багаторазового повторення операцій, аналіз помилок, виконання експериментів з різними параметрами та створення ситуацій, які у реальних умовах трапляються рідко, але потребують високої кваліфікації.

Одним із ключових показників ефективності технологічного навчання є формування здатності студентів до аналітичної та проєктної діяльності. У процесі роботи з реальними агрегатами та їх цифровими моделями студенти отримують можливість аналізувати технічний стан вузлів, встановлювати причинно-наслідкові зв'язки дефектів, визначати оптимальні способи усунення несправнос-

тей та пропонувати вдосконалені технологічні рішення. Таким чином формується вміння оцінювати ефективність ремонтних операцій, прогнозувати ресурс деталей, розробляти технологічні маршрути, підбирати інструмент та обладнання, а також приймати технічно обґрунтовані рішення у виробничих ситуаціях.

Інтеграція інноваційних технологій у навчальні програми сприяє формуванню у здобувачів вищої освіти здатності працювати в умовах швидких технічних змін. Сучасні автомобілі змінюються настільки швидко, що фахівець, який не опанує нові технології, втрачає свою професійну конкурентоздатність. Тому технологічне навчання повинно мати випереджальний характер, орієнтуватися на перспективні напрямки розвитку, такі як електрифікований транспорт, альтернативні види палива, інтелектуальні системи керування, автоматизовані трансмісії та інші високотехнологічні рішення.

Особлива увага має приділятися формуванню навичок роботи з технічною документацією, цифровими інструкціями, стандартами та технологічними картами. Удосконалення технологічного навчання передбачає не лише роботу з традиційними друкованими матеріалами, а й освоєння електронних баз даних, інтерактивних посібників, оновлюваних каталогів та міжнародних стандартів, які застосовуються у світовій автомобільній промисловості. Це дозволяє студентам формувати здатність швидко знаходити інформацію, зіставляти технічні дані, аналізувати відповідність параметрів нормативним вимогам та приймати рішення на основі об'єктивних технічних показників.

Важливим аспектом удосконалення технологічного навчання є розвиток у майбутніх інженерів навичок проєктування. Це дозволяє перетворити студента з пасивного виконавця на активного творця нових технологій, здатного вдосконалювати процеси, оптимізувати використання обладнання, зменшувати трудомісткість операцій та підвищувати якість ремонту. Проєктна діяльність забезпечує формування у студентів критичного мислення, творчого підходу, вміння обґрунтовувати власні рішення та презентувати результати своєї роботи. Важливим є те, що такі вміння потрібні не лише інженерам-проєктувальникам, а й технікам, майстрам та спеціалістам з діагностики, оскільки будь-яке ремонтне завдання на практиці вимагає аналізу, планування та оптимізації.

Таким чином, актуальність удосконалення технологічного навчання під час підготовки фахівців автомобільної галузі зумовлена динамічним розвитком техніки, зростанням вимог до компетентності спеціалістів, необхідністю інтеграції інноваційних технологій у навчальний процес та потребою у формуванні у студентів аналітичних, проєктних та інженерних здібностей. Сучасне технологічне навчання має бути практикоорієнтованим, гнучким, інноваційним та спрямованим на підготовку фахівців, які здатні адаптуватися до нових технічних викликів, впевнено працювати з високотехнологічним обладнанням та забезпечувати високий рівень якості ремонту автомобільної техніки.

Висновки до розділу 1

Професійна підготовка фахівців, які займаються проєктуванням авторемонтних підприємств і технологічних процесів ремонту автомобілів «КрАЗ – 65032», є ключовою умовою ефективного функціонування сучасної ремонтно-обслуговувальної сфери. Аналіз особливостей конструкції та експлуатації паливної апаратури даної моделі автомобіля підтверджує, що цей вузол виступає критично важливою складовою забезпечення потужності, економічності та надійності дизельного двигуна. Тому саме поглиблена кваліфікація фахівця у питаннях діагностики, технічного аналізу та оптимізації технологій ремонту проходить червоною ниткою через усю систему професійної освіти.

Підготовка спеціалістів з проєктування авторемонтних підприємств повинна ґрунтуватися на комплексному поєднанні інженерної, технологічної та організаційної компетентностей. Важливо, щоб майбутні інженери розуміли специфіку паливної апаратури високого тиску, принципи роботи паливних насосів, форсунок та регулювальних механізмів, володіли сучасними методами контролю параметрів та вміли оцінювати якість ремонтних операцій з урахуванням вимог виробника. Це дозволяє формувати здатність до прийняття технічно обґрунтованих рішень, підбору технологічного оснащення, планування ремонтних ділянок та оптимізації виробничих процесів.

Поточний стан галузі свідчить про необхідність постійного оновлення змісту навчальних програм на основі впровадження сучасного діагностичного обладнання, цифрових технологій, програмних симуляторів та практикоорієнтованих методів навчання. Студентам потрібно забезпечити можливість працювати з реальними агрегатами, відпрацьовувати регулювальні операції, аналізувати типові дефекти та моделювати ремонтні ситуації, що створює умови для формування професійних умінь, максимально наближених до сучасних виробничих вимог.

Проектувальник авторемонтного підприємства — це не лише інженер, який створює технологічні процеси, а й фахівець, що визначає рівень технологічної культури та продуктивності майбутнього виробництва. Його компетентність визначає надійність, якість і довговічність ремонту паливної апаратури, а також економічну ефективність роботи підприємства загалом. Саме тому удосконалення підготовки таких фахівців є стратегічно важливим завданням освітньої системи.

Отже, професійна підготовка фахівців з проектування авторемонтних підприємств для ремонту автомобілів «КрАЗ – 65032» повинна бути спрямована на формування високого рівня технічної культури, аналітичного мислення, здатності до інженерного проектування та впровадження інноваційних технологій. Це забезпечить підвищення якості ремонтних робіт, оптимізацію виробничих процесів і зростання надійності автомобільної техніки, що є основою розвитку сучасної авторемонтної галузі.

2 ЕСКІЗНИЙ ПРОЕКТ

В період експлуатації автомобіля на його вузли і деталі діють різні фактори, що викликають знос. Такими факторами є сили тертя, знакозмінні навантаження і перевантаження, дії високих температур, кислот, абразивів. Зношення призводить до зміни геометричної форми деталей, порушенню щільності сполук, при цьому змінюється взаємодія деталей, виникають стуки, витікає мастило, в з'єднання потрапляють абразивні частинки, збільшуючи і прискорюючи зношення. Це викликає підвищення витрат паливно - мастильних матеріалів, зниженню потужності, частішим зламам, погіршенню економічних показників роботи автомобіля і, в кінцевому результаті, зняттю його з експлуатації. Відновлення робото здібності машини досягається за допомогою ремонтів.

Ремонт – це комплекс робіт, націлених на ліквідацію наслідків зношування, на відновлення працездатності автомобіля, підвищенню техніко-економічних показників його експлуатації. Ремонт може бути поточним, що проводиться без виводу автомобіля з експлуатації і капітальний – пов'язаний з зняттям на деякий термін машини з експлуатації.

Зношування нерівномірне, тому потреба в ремонті різних агрегатів виникає не одночасно це дає можливість провадити ремонт не всьому автомобілю одночасно, а відправляти в ремонт окремі агрегати, змінюючи їх на і справні. Це дозволяє значно скоротити тривалість ремонту.

Капітальний ремонт може проводитись в умовах автогосподарств, або, що більш раціонально, в умовах спеціальних авторемонтних заводів, що мають кращі економічні показники за рахунок:

- а) Спеціалізації по маркам автомобілів, що ремонтуються, або окремим агрегатам (наприклад агрегатні, мотороремонтні і т. і.).
- б) Застосування сучасних методів ремонту (знеособлений, агрегатний, поточковий і т.д.).
- в) Використання сучасних технологій, способів і засобів ремонту.
- г) Використання спеціалізованого високоефективного обладнання, пристроїв та інструментів.

- д) Використання високотехнологічних, дешевих, сучасних матеріалів.
- е) Залучення висококваліфікованих спеціалістів з числа інженерно-технічних робітників та робочих.
- ж) Використання прогресивних науково-обґрунтованих норм виробітку та раціональної оплати праці.
- з) Створення належних умов праці.
- к) Широкого використання досягнень наукової організації праці та передового досвіду.

Автомобілі, що випускаються зараз Кременчуцьким автозаводом є подальшим розвитком модельного ряду автомобілів, родоначальником якого були автомобілі Ярославського автозаводу ЯАЗ - 205, випуск яких почався в 1951. За цей період випущено багато автомобілів, тому будівництво авторемонтного заводу з запропонованою програмою буде економічно доцільним.

Даним проектом передбачено, що завод є спеціалізованим підприємством, що проводитиме знеособленим методом капітальний ремонт агрегатів однієї марки автомобілів КрАЗ - 65032

Самоскид КрАЗ-65032 призначений для перевезення сипучих і навалочних вантажів по всіх видах доріг.

Передня і задня підвіски - залежні, на двох поздовжніх напівеліптичних ресорах, передня з двома гідравлічними амортизаторами, задня - балансірного типу.

Рульовий механізм - механічний, з гідравлічним підсилювачем.

Гальмівна система - пневматичного типу.

Робочі гальма - гальмівні механізми барабанного типу, з внутрішніми колодками.

Стоянкові гальма - трансмісійний гальмо барабанного типу на вихідному валу роздавальної коробки; привід механічний.

Допоміжні гальма-дросельного типу, привід пневматичний, встановлено в системі випуску газів.

Кліматичне виконання: помірне й тропічне, температура навколишнього повітря від -45 ° С до +50 ° С.

На вимогу замовника автомобіль КРАЗ може комплектуватися: передпусковим підігрівачем; додатковим обігрівачем кабіни.

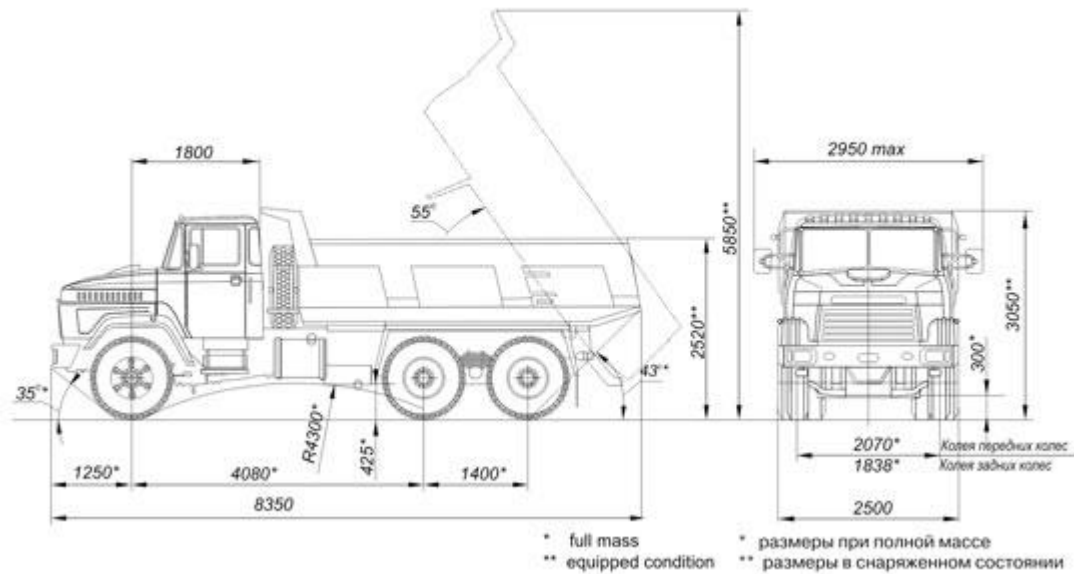


Рисунок 1 - Зовнішній вид самоскида КрАЗ-65032

Комплект агрегатів включає в себе:

двигун першої комплектації, коробку передач, роздавальну коробку, мости передній і задній, рульове управління.

При проведенні ремонту використовується дефектування, маршрутні технології, сучасне обладнання та високотехнологічні матеріали і т. і.

2.1 Призначення заводу

Завод, що проектується, призначений для капітального ремонту агрегатів автомобіля КрАЗ 65032 в кількості 2200 комплектів агрегатів на рік

Комплект агрегатів включає в себе:

- двигун першої комплектації,
- коробку передач,
- роздавальну коробку,
- мости середній і задній,
- вісь передню,
- рульове управління,

2.2 Технологічний процес капітального ремонту агрегатів .

Процес ремонту агрегатів включає в себе приймання в ремонт, миття, розбирання, дефектування, відновлення вузлів і деталей, комплектування, збирання, припрацювання, перевірку і регулювання, фарбування і здачу на склад готової продукції.

На заводах діє знеособлений метод ремонту.

1. Прийом агрегатів в капітальний ремонт проводиться на спеціальній площадці згідно діючих правил передбачених ГОСТ 18505-73 і ГОСТ 18506-73,. після перевірки агрегатів, оформлення необхідних документів, вони надходять на склад ремонтного фонду, або в розбірно мийне відділення.

Агрегати та їх складові частини, що здаються в ремонт повинні бути чистими, комплектними, не мати змінених перед здачею деталей.

Дизельні силові агрегати (двигун з коробкою передач), а також інші агрегати здаються в ремонт тільки першої комплектності.

2. Перед розбиранням масло з картерів повинно бути злите. В розбірно-мийному відділенні проводиться зовнішня мийка агрегатів, розбирання їх на вузли і

деталі. Агрегати (крім двигуна та його обладнання) розбираються на деталі, які після пропарювання у виварювальних ваннах і додаткової мийки надходять на дільницю контролю, дефектування і сортування. Згідно результатів дефектування розробляються маршрутні карти, за якими годні деталі надходять на склад збирального цеху; деталі потребуючі ремонтно-відновлювальних робіт - на відповідні дільниці згідно прийнятої технології ремонту; деталі, що не придатні до ремонту надходять на склад металобрухту. В процесі ремонту всі пересування деталей, вузлів та агрегатів виконуються згідно маршрутно-технологічним картам.

3. Двигун зі своїм обладнанням надходить в відділення ремонту двигунів, де проводиться його повне розбирання. Вузли і деталі системи живлення надходять до дільниці ремонту приладів системи живлення, деталі та вузли електрообладнання надходять до дільниці ремонту авто електрообладнання, зчеплення та насос системи охолодження надходять для ремонту на відповідні дільниці цеха відновлення деталей. Деталі двигуна після розбирання, пропарювання, мийки, дефектування піддаються необхідним ремонтно-відновлювальним роботам згідно діючим технологіям. Годні та відновлені деталі надходять на пости збирання. Зібрані двигуни проходять холодне і гаряче припрацювання та випробовуються на спеціальних стендах. Двигуни, що відповідають вимогам надходять в збиральний цех на пост загального збирання автомобіля.

4. Деталі, що потребують ремонту надходять в цех відновлення та виготовлення деталей (ЦВВД), де згідно існуючим технологіям вони підлягають слюсарній, механічній, термічній, гальванічній, полімерній обробкам, зварювальним, ковальським роботам. Відновлені деталі після відповідного контролю надходять на пости збирання вузлів та агрегатів. Загальне збирання агрегатів виконується на спеціальних постах. Зібрані агрегати проходять припрацювання та випробування на спеціальних стендах, потрібне регулювання, фарбування, перевірку представниками ВТК і здаються на склад готової продукції.

5. Для нормальної діяльності виробництва його треба обслуговувати та забезпечувати інструментом, приладами, стисненим повітрям, теплом та електроенергією. Ці задачі виконує допоміжне виробництво. Служба головного механіка (ВГМ) виконує обслуговування, ремонт і модернізацію обладнання, виготовлення нестандартно-

го обладнання, обслуговування і ремонт освітлювального, енергетичного, підйомно - транспортного обладнання, будівель та споруд.

6. Інструментальне відділення складається з Інструментально - роздавальної комори, слюсарно - механічної і заточувальної дільниці.

7. Для виконання транспортних робіт, зберігання матеріальних цінностей та інших допоміжних робіт існують відповідні дільниці, що також входять до складу авторемонтного заводу.

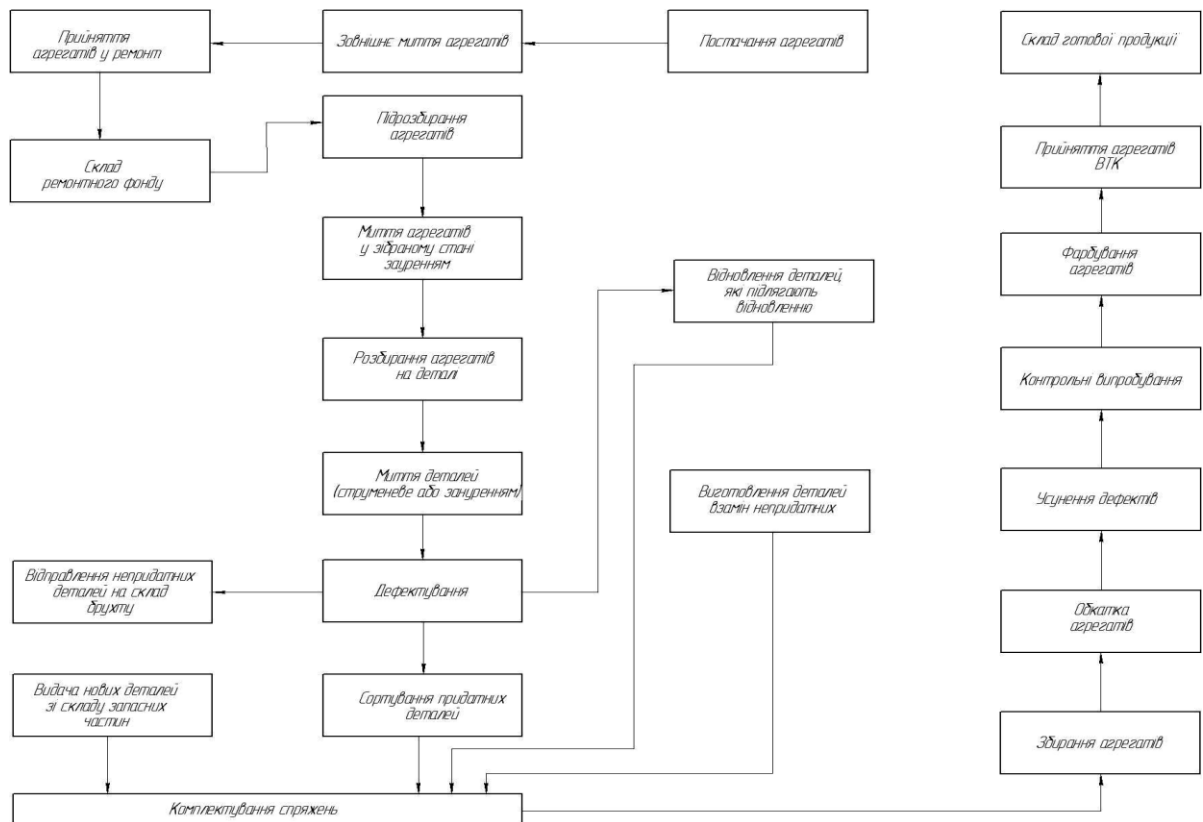


Рисунок 2.1 Технологічна схема капітального ремонту агрегатів

Склад заводу по ремонту агрегатів

Завод повинен мати в своєму складі:

А. Основне виробництво.

1. Розбірно-мийний цех в який входять відділення та дільниці:

Зовнішнього миття агрегатів, розбирання силових і прочих агрегатів, очистки і миття деталей, контрольно - дефектувальне відділення з сортуванням та комплектуванням деталей в партії згідно маршрутних карт.

2. Збиральний цех, в який входять відділення та дільниці:

комплектування і слюсарної підготовки, , збирання агрегатів, їх випробування та припрацювання , регулювання і ліквідації дефектів, електроремонтне,

3. Цех двигунів з відділеннями:

ремонту базисних деталей, збирання двигунів, випробувальної станції, пост фарбування двигунів, дільниця ремонту приборів системи живлення, дільниця ремонту вузлів системи охолодження, зчеплень і електрообладнання.

4. Цех відновлення та виготовлення деталей з відділеннями:

слюсарно-механічним, зварювально - наплавним, кувалдно-термічним, металізаційним, гальванічним,

Б. Допоміжне виробництво.

Цех (ВГМ), що включає в себе дільницю по виготовленню і ремонту, інструментів та приладів, а також виконує будівельні, електроремонтні, сантехнічні роботи.

Крім виробництва груп А і Б на авторемонтному заводі повинно бути транспортне, складське господарство, лабораторії, компресорна, котельна, трансформаторна підстанція, адміністративно-господарські та побутові приміщення.

2.3 Режим роботи заводу

Завод працює в одну зміну, п'ять днів на тиждень по вісім годин в день.

Розрахунковий (номінальний) фонд робочого часу $\Phi_{н.р.}$ робітника за рік підраховується за рівнянням:

$$\Phi_{н.р} = (Дк-Дв-Дс)t_{зм}-Дпс \cdot 1 \quad (2.1)$$

де $Дк$ - кількість календарних днів за 2025 рік, $Дк=366$ днів,

$Дв$ - кількість вихідних днів за рік, $Дв= 105$ дні,

$Дс$ - кількість святкових днів за рік, $Дс= 10$ днів,

$Др$ - кількість робочих днів за рік, $Др=251$ день,

$Дпс$ - кількість передсвяткових днів за рік, $Дпс= 7$ днів,

$t_{зм}$ - тривалість зміни, $t_{зм}= 8$ год.

$$\Phi_{н.о.} = \Phi_{н.р.} = (366 - 104 - 10) \cdot 8 - 7 \cdot 1 = 2001 \text{ год.}$$

Дійсний фонд робочого часу робітника враховує час відсутності робітника за поважними причинами, як відпустка, хвороба, відрядження і т. і та визначається за формулою

$$\Phi_{др} = [(ДК - Дс - ДВ - Двідп)] \cdot t_{зм} - Дпс] \cdot f, \quad (2.2)$$

де $Двідп = 24$ день - тривалість відпустки (дні);

f - коефіцієнт враховуючий втрати робочого часу $= 0,97$ - год.

$$\Phi_{др} = [(366 - 10 - 104 - 24) \cdot 8 - 7] \cdot 0,97 = 1801 \text{ год.}$$

Дійсний фонд робочого часу обладнання $\Phi_{д.о}$ - враховує простої обладнання в ремонті і технічному обслуговуванні. Враховуючи те, що завод працює в одну зміну, і всі планові ремонти та обслуговування проводяться в міжзмінний час, то коефіцієнт використання обладнання складає $\eta = 0,96$

Тоді дійсний фонд робочого часу обладнання $\Phi_{д.о}$ підраховується за рівнянням:

$$\Phi_{д.о.} = \Phi_{н.о.} \cdot \eta_{зо} \cdot y, \quad (2.3)$$

де $\eta_{зо}$ - коефіцієнт використання робочого часу обладнання,

$$\Phi_{д.о.} = \Phi_{н.о.} \cdot \eta_{зо} \cdot y = 2001 \cdot 0,96 \cdot 2 = 1924 \text{ год}$$

Річний фонд часу робочого місця приймається рівним

$$\Phi_{рм} = \Phi_{д.о.} = 3842 \text{ год.}$$

Номінальний фонд робочого часу робітника

$\Phi_{н.р.} = 2001$ год

Дійсний фонд робочого часу робітника

$\Phi_{д.р.} = 1801$ год

Номінальний фонд робочого часу обладнання	Фн.о=2001год.
Дійсний фонд робочого часу обладнання	Фд.о=3842 год.
Річний фонд часу робочого місця	Фрм=3842 год.
.	

2.4. Розрахунок річної виробничої програми і трудомісткості робіт заводу

В завданні на дипломне проектування виробнича програма вказана кількістю капітальних ремонтів, а для подальших розрахунків потрібно виробничу програму визначити в нормо-годинах трудомісткості.

Для цього необхідно задану кількість ремонтів привести до еталонних показників по кількості ремонтів, по моделям машин, по структурі виробництва, по кількості марок і типів машин, що ремонтуються.

2.4.1 Розрахунок норм часу на ремонт агрегатів .

Для розрахунку норми часу на капітальний ремонт встановлена система коефіцієнтів і еталонів. Для дизельних автомобілів за еталон прийнято МАЗ-500, трудомісткість капітального ремонту силових агрегатів, якого дорівнює 65 нормо-годин (н.год.) [1 дод. 2] при виробничій програмі заводу 2000 капітальних ремонтів на рік.

Загальна річна трудомісткість робіт на заводі по ремонту агрегатів складається з:

а).Трудомісткості робіт по капітальному ремонту 2200 комплектів агрегатів КрАЗ - 65032.

б) трудомісткості робіт по самообслуговуванню;

Трудомісткість робіт по капітальному ремонту основних агрегатів:

Норма часу на ремонт для доведених умов повинна коректуватися за формулою [1 с. 402.]:

$$t_{двс}=t_e \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4, \quad (2.5)$$

де $t_{пр}$ - приведена до заданих умов норма часу, =65 н.год.

$K_1=1,35$ - коеф. що враховує модель автомобіля

$K_2= 1,28$ - коеф, що враховує річну програму підприємства.

$K_3= 1$ - коефіцієнт, що враховує кількість марок об'єктів ремонту.

$K_4 = 1,03$ - коефіцієнт, що враховує структуру програми агрегатів.

$$t_{рагр} = 65 \cdot 1,35 \cdot 1,45 \cdot 1,03 \cdot 1 = 131,8 \text{ н.год.}$$

Річна трудомісткість робіт по капітальному ремонту агрегатів становить:

$$T_{рагр} = t_{рагр} \cdot N_{кр} \quad (2.6)$$

$$T_{рагр} = 131,8 \cdot 2200 = 289960 \text{ н.год.}$$

Б. Річна трудомісткість по самообслуговуванню.

Трудомісткість робіт по самообслуговуванню складає 4% від загальної трудомісткості робіт по ремонту

$$T_{co}=0,04 \times 289960 = 11598 \text{ н.год.}$$

Загальна річна трудомісткість робіт по АРЗ становить

$$T_{арз} = T_{агр} + T_{co} \quad (2.7)$$

$$T_{арз} = 289960 + 11598 = 301658 \text{ н.год.}$$

2.5 Розрахунок численності працюючих.

2.5.1.Кількість основних робітників за списком визначається за формулою :

$$m_o = \frac{T_{AP3}}{\Phi_{cn} \cdot \alpha}, \quad (2.8)$$

де T_{ap3} - загальна річна трудомісткість робіт на AP3.

Φ_{cn} - дійсний фонд робочого часу робітника

m_o - списочна кількість основних виробничих робітників

α коефіцієнт перевиконання норм виробітку.

$$m_o = \frac{301558}{1801 \cdot 1,2} = 139 \text{ роб.}$$

1.5.2 Явочна кількість основних робітників розраховується за формулою:

$$m_{яв} = \frac{T_{ap3}}{\Phi_{яв} \cdot \alpha} \quad (2.9)$$

$$m_{яв} = \frac{301558}{2001 \cdot 1,2} = 125 \text{ роб.}$$

1.5.3. кількість допоміжних робітників приймається в межах 15-18 % від кількості основних робітників за списком:

$$m_{доп} = 0,15 \cdot 139 = 21 \text{ роб.}$$

1.5.4.кількість інженерно-технічних працівників складає 6-8% від кількості списочних і явочних робітників разом.

$$m_{итп} = 0,06 \cdot (139 + 21) = 10 \text{ роб.}$$

1.5.5.чисельність розрахунково-контрольного персоналу становить 0,03 від загальної кількості основних та допоміжних робітників:

$$m_{\text{ркп}} = 0,03 \cdot (139 + 21) = 5 \text{ роб.}$$

2.5.6.чисельність молодшого обслуговуючого персоналу складає 2% від кількості основних та додаткових робочих.

$$m_{\text{моп}} = 0,02 \cdot (139 + 21) = 3 \text{ роб.}$$

Таблиця 2.1 Розподіл працівників в залежності від кваліфікації

розряд	відсоток	кількість робітників
1	0	-
2	2	3
3	25	41
4	60	96
5	10	15
6	3	5
Всього :		160

2.6 Штатна відомість працюючих

Штатна відомість працюючих оформлюється в вигляді таблиці, в якій також розподіляються робітники по змінах і кваліфікації, а обслуговуючий персонал по змінах. При чому, в першу зміну працює 50-60% всіх робітників при двозмінній роботі.

Таблиця 2.2 Штатна відомість працюючих

Категорія Професія	Всього	Кількість працюючих							
		По змінах		По розрядах					
		1	2	1	2	3	4	5	6
А. Виробничі робітники	139	139	-	-	3	35	84	13	4
Слюсарі	81	81	-	-	2	21	49	8	2
Верстатники	58	58	-	-	1	14	35	5	2
Б. Допоміжні робітники Наладчики	21	21	-	-	-	5	13	2	1
Всього робітників	160	160			3	40	37	15	5
В. І Т П	10	10							
Г. Р К П	5	5							
Д. М О П.	3	3							
Всього :	178	178							

Середній розряд працівників

$$R_{\text{сер}} = \frac{m_1 R_1 + m_2 R_2 + \dots + m_6 R_6}{m_1 + m_6} \quad (2.11)$$

$$R_{\text{сер}} = \frac{3 \cdot 2 + 40 \cdot 3 + 97 \cdot 4 + 15 \cdot 5 + 5 \cdot 6}{160} = 3,87$$

2.7 Розрахунок потрібної кількості робочих місць і обладнання АРЗ

Кількість робочих місць повинна бути не менше кількості робітників (за явочною кількістю основних робітників).

Загальна кількість робочих місць на АРЗ визначається за формулою:

$$m_{\text{рм}} = \frac{T_{\text{арз}}}{\Phi_{\text{пр}} \cdot P_o}, \quad (2.12)$$

де $T_{\text{АРЗ}}$ - річна трудомісткість робіт заводу.

$\Phi_{\text{дрм}}$ - дійсний фонд часу робочого місця.

P_o - кількість робочих працюючих одночасно на одному робочому місці (густота робіт), $P_o = 1,02$.

$$m_{\text{рм}} = \frac{301558}{2001 \cdot 1,02} = 154 \text{ роб.місць}$$

Добовий такт заводу

$$t = N_{\text{сут}} = \frac{N_{\text{ш}}}{D_{\text{р.г.}}} \quad (2.13)$$

$$t = \frac{2200}{251} \approx 9 \text{ комплектів агрегатів.}$$

За таким низьким тактом використання конвеєрних ліній для загального збирання шасі не раціонально.

Кількість основного технологічного обладнання визначаємо за формулою:

$$m_{oo} = \frac{T_{AP3}}{\Phi_{np}} \quad (2.14)$$

$$m_{oo} \frac{301558}{2001} = 150 \text{ од.}$$

Кількість робочих місць і обладнання розраховані в таблиці. Остаточну кількість основного технологічного обладнання визначається технологічними потребами.

Таблиця 2.3 Розподіл трудомісткості і робітників по видах робіт

№ з/п	Перелік цехів та дільниць АРЗ	Трудомісткість ремонту		мсп	виробнича площа дільниць		кількість	
		%	Н.год.	усього	питома площа	Фд м.кв.	РМ	ОБ
1	2	3	4	6	7	8	9	10
1	Дільниця зовнішнього миття агрегатів	1,91	5760	3	22	66	3	3
2	Розбірно-мийне відділення	10,17	30673	15	20	300	12	12
3	Відділення дефектування і комплектування	5,92	17855	8	15	120	8	9
	Разом:	18	54288	26	-	486	23	24
4	Цех ремонту і збирання агрегатів	-			-	-	-	
5	Дільниця ремонту двигунів	8,14	24550	12	15	150	12	13
6	Відділення по ремонту компресорів і насосів	3,13	9440	4	13	52	4	4
7	Дільниця ремонту паливної апаратури	2,4	7238	3	10	30	3	4

Таблиця 2.3. Продовження

1	2	3	4	6	7	8	9	10
8	Дільниця ремонту КПП і розд. коробок	7,5	22620	11	12	132	11	12
9	Дільниця ремонту ведучих мостів	10,2	30763	15	18	270	15	16
10	Дільниця ремонту передніх мостів і рульових механізмів	3,9	11762	6	16	96	6	6
11	Дільниця ремонту електрообладнання двигуна	1,7	5127	2	10	20	2	3
12	Відділення по ремонту pomp і зчеплень.	2,03	6123	3	10	30	3	3
	Всього по РЗЦ	39	117624	56	-	780	56	60
14	Цех відновлення та виготовлення деталей				-	-		
15	Слюсарно - механічна дільниця.	15,3	46145	22	12	264	24	26
16	Зварювально - наплавна дільниця	6,24	18820	9	16	144	10	10
17	Ковальсько - термічна дільниця	4,46	13451	6	24	144	7	7
18	Металіз. дільниця.	1,6	4826	2	30	60	2	2
19	Дільниця полімерного відновлення	1,2	3619	2	12	24	2	2
	Гальванічна дільниця	2,2	6635	3	12	36	3	4
	Всього по ЦВВД	31	93496	44	-	672	48	51
20	Дільниця ВГМ							
21	Інструментальне відділення	2,9	8746	4	12	48	5	5
22	Ремонтно - механічне відділення ВГМ	2,7	8143	4	12	48	4	4
23	Електроремонтна група ВГМ	3,8	11461	5	9	45	4	4
24	Ремонтно-будівельна група ВГМ	2,6	7842	4	18	72	2	2
25	Всього по ВГМ	12	36192	17	-	213	15	15
	Разом	100	301600	143	-	2151	142	150
26	Проходи і проїзди				-			
27	Компресорна				-	9		
28	Газогенераторна				-	12		
29	Трансформаторна				-	9		
30	Адміністративно - побутові приміщення				-	107		
31	Проходи і проїзди				-	628		
	Всього	100			-	3208	140	153

2.8 Розрахунок площ приміщень та комор

Площу діляниць що визначались по кількості працюючих з урахуванням питомої площі на кожного виробничого робітника (результати розрахунків занесені в таблицю)

Площа центрального матеріального складу, приймається в розмірі 15 % від виробничої площі.

Центральний матеріальний склад:

$$F_{\text{ЦМС}} = 2151 \cdot 0,15 = 322 \text{ м.кв.}$$

Склад запасних частин, що очікують ремонту:

$$F_{\text{ЧОР}} = 322 \cdot 0,2 = 64,4 \text{ м.кв.}$$

Проміжна комора:

$$F_{\text{ПК}} = 322 \cdot 0,3 = 96,6 \text{ м.кв.}$$

Склад металів

$$F_{\text{М}} = 322 \cdot 0,1 = 32,2 \text{ м.кв.}$$

Склад лаків і фарб:

$$F_{\text{Ф}} = 322 \cdot 0,2 = 64,4 \text{ м.кв.}$$

Склад балонів для кисню:

$$F_{\text{Б}} = 322 \cdot 0,15 = 48,3 \text{ м.кв.}$$

Загальна площа складів в виробничому корпусі:

$$\Sigma F_{ск} = F_{цмс} + F_{чор} + F_{пк} + F_{м} + F_{ф} + F_{б} \quad (2.15)$$

$$\Sigma F_{ск} = 322 + 64,4 + 96,6 + 32,2 + 64,4 + 48,3 = 628 \text{ м.кв.}$$

Ремонтний фонд і готова продукція зберігаються під навісами огороженими металевою сіткою.

Загальна площа виробничого корпусу (див. таблицю)

$$\Sigma F_{кв} = F_{д} + F_{ск} + F_{пр} + F_{адб} + F_{пп} \quad (2.16)$$

$$\Sigma F_{кв} = 2151 + 628 + 9 + 12 + 9 + 107 + 292 = 3208 \text{ м.кв.}$$

Отриманий результат необхідно погодити з БНіП, згідно яким крок колон повинен бути кратним 6, тому приймаємо головний корпус за розмірами в плані

$$F_{AP3} = 60 \cdot 54 = 3240 \text{ м.кв.}$$

відсоток відхилення від розрахунку

$$\% = \frac{3240 - 3208}{3208} \cdot 100 = 0,01\%,$$

що відповідає будівельним та економічним вимогам.

2.9 Будівельні вимоги. (виробничий корпус AP3).

Основні будівельні вимоги до виробничого корпусу AP3 визначаються прийнятою технологією виробництва, науковій організації і умовами праці і будівельними нормами і правилами (БНП).

Будівля повинна відповідати своєму призначенню, мати достатню висоту стелі, кількість і розміри вікон, воріт і дверей. Підлога повинна бути твердою, рівною, не слизькою, розлиті масла повинні легко видалятися.

Товщина стін повинна відповідати конкретній технології робіт на тій чи іншій ділянці, разом з тим вона повинна відповідати БНП. Деякі ділянки повинні відмежовуватися суцільною стіною, а деякі (наприклад малярна або випробувальна) брандмауером.

Взаємне розташування ділянок та відділень повинно відповідати технологічному процесу з мінімальною кількістю транспортних потоків та їх довжиною. Транспортні потоки повинні мати мінімальну кількість перетинів, або зустрічних напрямків. Забарвлення стін, стелі, колон повинно відповідати умовам праці.

Згідно БНП

1. Шаг колон 24000х18000 мм.
2. Висота приміщень від 3,2; 3,6; до 12,6 м.
3. Розміри колон 400х400; 500х500 мм.
4. Товщина стін 120, 250, 380 мм.
5. Розміри воріт 3,5х3,2 м 3,5х3,6 м.
6. Розміри дверей 1; 1,5; 2 м.
7. Відстань до туалету не більше 100 м.

Вентиляція повинна розраховуватися з умов недопущення протягів і перевищення припустимої концентрації шкідливих газів, парів і пилу.

Освітлення повинно відповідати умовам роботи кожної ділянки.

В приміщенні повинна підтримуватися нормальна (18-22 °С) температура і вологість повітря.

Перелік ділянок та відділень заводу по ремонту агрегатів

1. Мийно - розбиральна ділянка.
2. Ділянка дефектування.
3. Склад годних деталей.

4. Склад деталей, що очікують ремонту.
5. Інструментальна комора.
6. Склад металу.
7. Слюсарно-механічна дільниця.
8. Дільниця ремонту передніх мостів і рульових механізмів.
9. Дільниця ремонту ведучих мостів.
10. Дільниця ремонту КПП І роздавальних коробок.
- 11.Відділення комплектації.
9. Термічне відділення.
- 10.Гальванічне відділення.
- 11.Відділення металізації.
- 12.Газогенераторна.
- 13.Відділення полімерного відновлення.
- 14.Дільниця зварювання і наплавлення.
- 15.Ковальсько - термічне відділення.
- 16.Дільниця ремонту двигунів.
- 17.Станція припрацювання і випробування.
- 18.Дільниця ремонту електрообладнання
- 19.Дільниця ремонту паливної апаратури
- 20.Відділення ремонту компресорів і водяних pomp
- 21.Центральний матеріальний склад.
- 22.Душеві.
- 23.Склад лаків та фарб.
- 24.Компресорна.
- 25.Трансформаторна.
- 26.Адміністративно - побутові приміщення.
- 27.Допоміжні служби ВГМ.
- 28.Ремонтно - механічна служба.
- 29.Електроремонтна служба.

30. Ремонтно - будівельна служ-

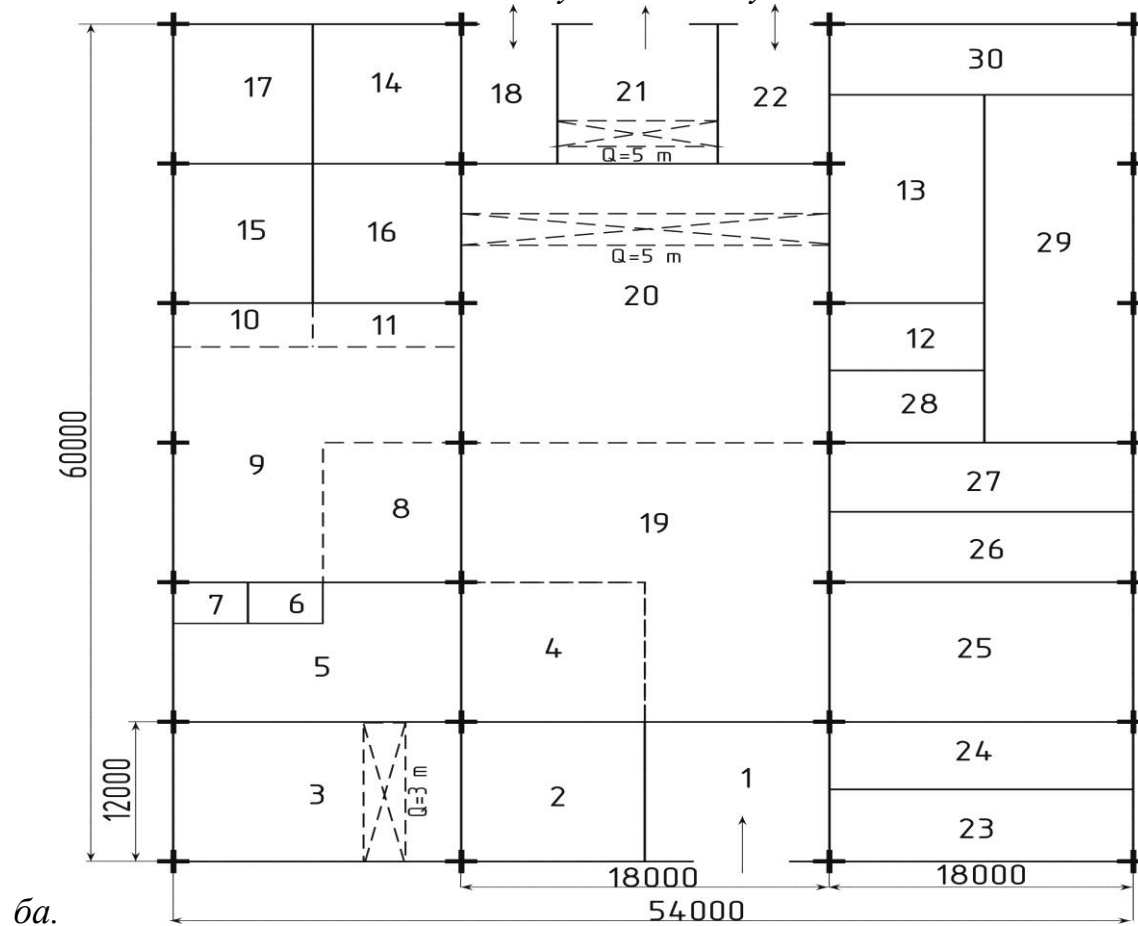


Рисунок 2.2 - Ескізний план ремонтного заводу.

3 ТЕХНІЧНИЙ ПРОЕКТ

2.1 Призначення дільниці ремонту паливної апаратури

Дільниця призначена для ремонту паливних насосів високого тиску (ПНВТ), насосів низького тиску (паливо підкачуючих помп), регуляторів числа обертів, муфт випередження уприскування, форсунок і фільтрів. Паливні баки, паливопроводу ремонтуються в мідницько - радіаторному відділенні.

Дільниця паливної апаратури має два відокремлених відділення: перший - для миття і розбирання вузлів, а другий - для ремонту, збирання і випробування вузлів паливної апаратури. Таке розділення дозволяє досягти високу якість робіт при найменших матеріальних і трудових витратах.

Вузли для ремонту в дільницю паливної апаратури надходять з постів розбирання двигунів або зі складу вузлів, що очікують ремонту. Доставка виконується в спеціальних контейнерах на електрокарах.

В дільницю для ремонту паливна апаратура звичайно надходить у вигляді комплектів. До складу комплекту входить:

Паливний насос високого тиску	1
Паливний насос низького тиску	1
Форсунки	8

Доставлені на перше відділення вузли і деталі підлягають зовнішньому миттю, розбиранню, контролю і дефектуванню. Плунжерні пари, деталі розпилювача перевіряють за допомогою приладів КП-1622, КП-1640А та інших. Плунжерні пари, деталі розпилювача не слід знеособлювати. Після дефектування на деталі видаються маршрутні карти, згідно яким провадиться подальше відновлювання деталей. В залежності від виявлених дефектів деталі для ремонту надходять для ремонту в друге відділення дільниці або в інші дільниці - слюсарно - механічну, гальванічну, термічну, зварювальну - наплавну, металізаційну і т. і. Деталі, що не потребують ремонту, направляються на пости збирання. Деталі, не придатні до ремонту надходять в металобрухт.

Після відновлення і контролю деталі надходять на збирання. Зібрані вузли випробовують на спеціальних стендах СДТА-1, МД-12, НПАТ 625 та інших, Паливні насоси і форсунки випробовуються і регулюються разом, і, в подальшому, не знеособлюються.

3.2 Показники роботи ДПА

Дільниця працює в однозмінному режимі, як і все підприємство, по п'ятиденному робочому тижні, восьми годинному робочому дні, сорокагодинному робочому тижні.

Основні показники роботи заводу і окремих дільниць підраховані в першому розділі проекту і складають:

Номинальний фонд робочого часу робітника	$\Phi_{np} = 2001$ год.
Дійсний фонд робочого часу робітника дійсний	$\Phi_{д.р} = 1801$ год
Номинальний фонд робочого часу обладнання.	$\Phi_{но} = 2001$ н.год
Річна кількість комплектів, що потребують ремонту	2400 комплектів
Річна трудомісткість робіт на дільниці	7238 н.год.
Кількість основних робітників за списком	3 робітників
Розрахована кількість роб. місць	3 робочих місця

3.3 Вибір технологічного і допоміжного обладнання дільниці

Вибір обладнання ведеться згідно прийнятого технологічного процесу, економічних міркувань, номенклатури продукції дільниці. При цьому враховується тип обладнання, його завантаженість, технічні характеристики інструментів, прилади і пристосування вибирають за каталогах нестандартного обладнання авторемонтного виробництва і номенклатурним довідникам.

Для виконання відновлювальних робіт в повному об'ємі обладнання вибираємо, виходячи з технологічних потреб.

Підібране обладнання занесено в таблицю:

Таблиця 3.1 - Відомість основного технологічного обладнання дільниці

№ з/п	Найменування обладнання	Тип, модель	Кількість	Габ. розм.	Площа, м ²		Потужність, кВт	
					один	всього	один	всього
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Машина мийна	О - 800	1	1900 x 900	1,71	1,71	4,5	4,5
2	Установка для зовнішнього миття	НПАТ-460	1	1200x700	0,84	0,84	1	1
3	Ванна для миття деталей гасом	2230	2	715 *310	0,23	0,46	-	-
4	верстак слюсарний	2280	2	1400x800	1,12	2,24	-	-
5	Стіл для миття і контролю пре- цізійних деталей	2232	1	1000 x 800	0,8	0,8	-	-
6	Верстат настільно-свердлильний	НС - 12А	1	760 x 460	0,35	0,35	0,7	0,7
7	Прес гідравлічний	ГАРО 2153	1	370 - 200	0,07 4	0,07 4		
8	Підставка під настільне обладнання	2282	1	800 x 600-	0,48	0,48		
9	Стенд для притирки і доводки плунжерних пар	СО -1606	1	700 x 500	0,35	0,35	0,5	0,5
10	Стенд для розбирання та збирання паливних насосів	СПН - 7	1	1200- 1200	1,44	1,44	0,7	0,7
11	Стенд для дизельної паливної апаратури	СДТА - 2	2	1300 x 300	0,39	078	1,7	3,4
12	Пост для ремонту ПНВТ ЯМЗ і КАМАЗ	НПАТ 611	1	1500x800	1,2	1,2	1,8	1,8

Продовження таблиці 3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
13	Випробувальна станція	НЦ - 108	1	1520x850	1,32	1,32	9,8	9,8
14	Стелаж для паливних насосів з регуляторами	2214	1	1650 x 500	0,82 5	0,82		
15	Ларь для обтиральних матеріалів	2249	3	900 x 500	0,45	1,35		-
16	Стелаж секційний	2247	2	1000 x 500	0,5	1,0		-
17	Шафа інструментальна	2246	3	555 x 455	0,25	0,75		
18	Стелаж секційний	2247	2	1400x450	0,63	1,26	-	-
19	Вогнегасник	ОП-100, ОУ-10	2	950x400	0,38	0,76	-	-
20	Ящик з піском	-	2	ø 300	0,07	0,14	-	-
21	Кошма пожежна	КПВ-2,5	2	1200x410	0,5	0,5	-	-
22	Щит пожежний	ПЩ-5	1	ø 300	0,07	0,07	-	-
23	Шафа пожежна	ПШ-3	1	1600x300	0,48	0,48	-	-
24	Кошик для деталей		4	500 x 300	0,15	0,6		-
	Всього					20,5		12,6

3.4 Розрахунок виробничої площі дільниці

Площу дільниці можна розраховувати по кількості працівників першої зміни з урахуванням питомої площі $f = 12 \text{ м}^2$, що припадає на одного робітника.

В цьому разі площа дільниці

$$F_d = f \times m = 12 \times 3 = 36 \text{ м}^2$$

Площу дільниці розраховуємо по площі зайнятої основним технологічним обладнанням $F_{об}$ і перехідному коефіцієнту K_p , який враховує проїзди, проходи, відстань між стінами, колонами і обладнанням, а також відстань поміж обладнанням, що необхідно для його обслуговування.

$$F_d = F_{об} \cdot K_p, \quad (3.1)$$

де $K_p = 3,5$ коефіцієнт щільності обладнання для ДПА

$F_{об} = 20,51$ - площа згідно відомості основного технологічного обладнання.

$$F_d = 20,51 \cdot 3,5 = 71,785 \text{ м}^2$$

Остаточно розміри ділянки визначаємо виходячи з будівельних вимог: шаг колон повинен бути кратним 6.

Площа ділянки становить:

$$9 \times 9 = 81 \text{ м}^2$$

Відсоток відхилення в розрахованій площі

$$\% = \frac{81 - 71,785}{81} 100 = 11\%,$$

що відповідає техніко-економічним вимогам до підприємств, що проектуються.

3.5 Розрахунок енергетичних потреб

Виконання ремонтно-відновлювальних робіт на ДПА потребує таких енергоресурсів: електроенергія силова та освітлювальна; вода для технічних і побутових потреб; теплоенергія для опалення.

Витрати на опалення остаточно визначаємо в грн. в VI розділі „Економічна частина”.

3.5.1. Потрібна кількість електроенергії Q_{ec} для виробничих потреб визначається за формулою:

$$Q_{ec} = \Sigma P_{вст} \cdot \eta_z \cdot K_{п} \cdot K_{пт} \cdot T_{но} \quad (3.2)$$

де $P_{вст}$ - загальна потужність встановлених споживачів силової електроенергії,

$$P_{вст} = 12,6 \text{ кВт}$$

η_z - коефіцієнт завантаженості споживачів, $\eta_z = 0,6$

$K_{п}$ - коефіцієнт попиту на електроенергію, $K_{п} = 1,08$

$K_{пт}$ - коефіцієнт потужності $\cos \varphi = 0,75$

$T_{но}$ - номінальний фонд робочого часу обладнання, $T_{фо} = 1924 \text{ год.}$

$$Q_{ec}=12,6 \cdot 0,6 \cdot 1,08 \cdot 0,75 \cdot 1924 = 11782 \text{ кВт.год.}$$

3.5.2 Розрахунок необхідної електроенергії для освітлення.

$$Q_{oc}=T_r \cdot F_{знд} \cdot P_{oy} \cdot K_n \quad (3.3)$$

де Q_{oc} - потрібна кількість освітлювальної електроенергії

T_r - кількість годин освітлювання $T_r = 300$ год. на рік.

P_{oy} - встановлена потужність освітлювальних приладів, $P_{oy}=65 \text{ Вт/м}^2$

K_n - коефіцієнт попиту, $K_n = 0,7$

$$Q_{oc}=300 \cdot 81 \cdot \frac{65}{1000} \cdot 0,7 = 983 \text{ кВт год}$$

3.5.3 Потрібна кількість технічної води визначається з умовних витрат 4,5 м³ на 100 люд. год. трудомісткості робіт:

$$Q_{тв} = \frac{T_{\partial na} \cdot 4,5}{100} \quad (3.4)$$

$$Q_{тв} = \frac{7238 \cdot 4,5}{100} = 326 \text{ м}^3$$

3.5.4 Кількість води для побутових потреб розраховується за нормою 25÷35 л в зміну на 1 людину:

$$Q_{пв}=N_p \cdot \frac{\Phi_{нд} \cdot q}{1000 \cdot t_{зм}} \quad (3.5)$$

$$Q_{пв}=12 \frac{7328 \cdot 30}{8 \cdot 1000} = 27 \text{ м}^3$$

3.6 Підйомно-транспортні засоби

Для переміщення вузлів і деталей по ділянці використовуються ручні возики. З інших ділянок і складів деталі доставляють і вивозять після обробки за допомогою електрокар в металевих контейнерах.

3.7 Основні будівельні вимоги

Розміри ділянки становлять 9000×9000 мм, висота 6 м. Крок колон в цій консолі будівлі становить 9000×9000 , тому стіни зв'язані з колонами.

Згідно БНіП

1. Розміри колон 500×500 .
2. Товщина стін внутрішніх 380 мм.
зовнішніх 510 мм
3. Ширина вікон 2400 мм.
4. Двері двополі 1,2 м.
5. Висота приміщення 3 м.
6. Підлога зроблена з крупної керамічної плитки на бетонній основі.
7. Освітлення - природне, скрізь вікна. Штучне освітлення забезпечується електролампами накаливання.
8. Вентиляція примусова, загальна, за допомогою витяжних вентиляторів. На робочих місцях, де проводиться миття, розбирання, регулювання паливної апаратури використовується місцева відсмоктуюча вентиляція. Загальна вентиляція забезпечує трьохкратний обмін повітря. Протяги не дозволяються.
9. Опалення водяне, вздовж стін встановлені опалювальні реєстри, двері забезпечені повітряними завісами. Оптимальна температура повітря в приміщенні в холодний період часу повинна бути $14-16^{\circ}\text{C}$, а в теплий – $17-20^{\circ}\text{C}$

4 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Призначення та умови роботи форсунок двигуна ЯМЗ

Призначення форсунки - ввести в циліндри двигуна визначену секцією насоса дозу палива в стані, підготовленому для гарного перемішування з повітрям і подальшого повного згоряння.

На двигунах ЯМЗ-238 встановлені форсунки закритого типу з чотирехдирчатим фіксованим щодо корпусу розпилювачем і діаметром соплових отворів розпилювача 0,34 мм. Тиск початку підйому голки розпилювача 150 кг/см². Хід голки розпилювача 0,38 мм.

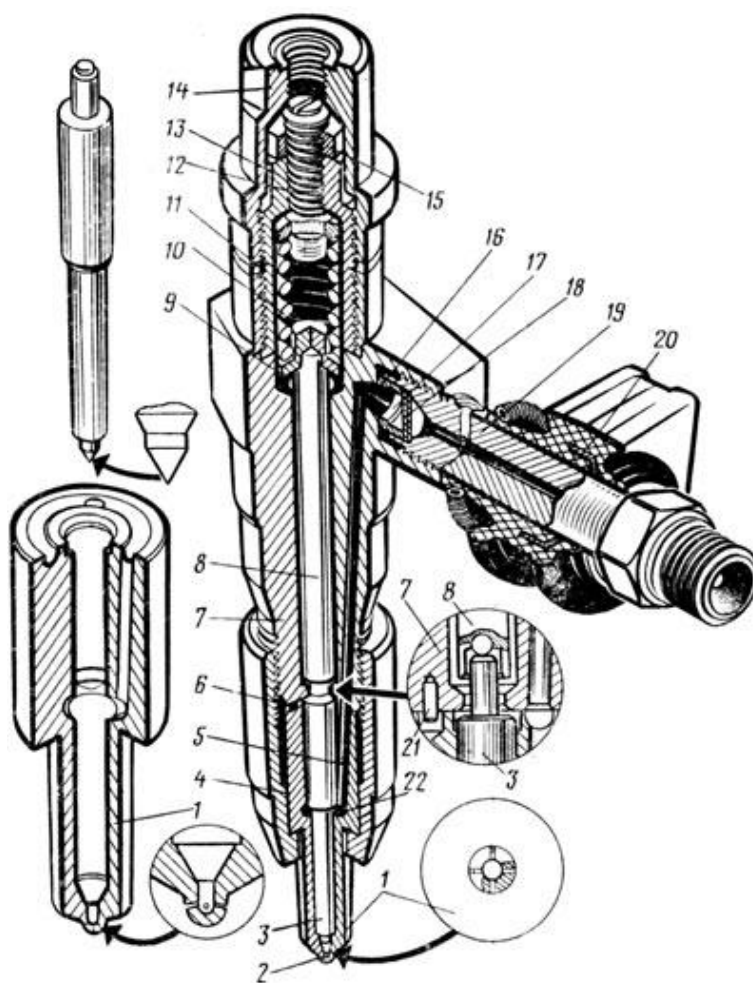


Рисунок 4.1 - Форсунка ЯМЗ

1 -розпилювач; 2 - сопловий отвір розпилювача; 3 - голка розпилювача; 4 - гайка корпусу розпилювача; 5 - похилий канал; 6 - кільцева канавка; 7 - корпус форсунки; 8 - штанга; 9 - тарілка пружини; 10 - пружина; 11 - ущільнююча шайба; 12 - регулювальний гвинт; 13 - гайка пружини; 14 - колпак; 15 - контргайка; 16 - втулка; 17 - обійма; 18 - сітчастий фільтр; 19 - штуцер; 20 - ущільнення штуцера; 21 - штифт; 22 - фігурна камера розпилювача.

Паливо до соплових отворам розпилювача форсунки підводиться через канал штуцера, сітчастий фільтр, отвір корпусу форсунки, кільцеву канавку а і три похилих каналу в в корпусі розпилювача. При збільшенні тиску в камері розпилювача до зазначеної вище величини голка розпилювача, долаючи опір пружини, відривається від сидла корпусу розпилювача. Площа голки, на яку діє тиск палива, збільшується, і голка різко піднімається вгору до упору в нижній торець корпусу форсунки. Паливо прямує до соплових отворів, через які воно впорскується в циліндр.

Частина палива, просочується при роботі форсунки через зазор в парі голка-корпус розпилювача, відводиться з внутрішніх порожнин через верхній отвір ковпака форсунки, до якого приєднаний зливний паливопровід.

Корпус форсунки являє собою оброблену поковку, виконану з конструкційної сталі. Нижній торець корпусу підданий загартуванню з нагріванням струмами високої частоти до високої твердості і має чистоту поверхні, що забезпечує надійне ущільнення стику з корпусом розпилювача. З боку нижнього торця в корпусі виконані два отвори, в які запресовані сталеві фіксують штифти розпилювача.

Розпилювач форсунки, що складається з корпусу і голки, являє собою комплект спеціально підібраних деталей, в якому заміна однієї деталі на однойменну з іншого комплекту не допускається. Величина ходу голки розпилювача обумовлюється величиною зазору між верхнім торцем голки і нижнім торцем корпусу форсунки.

Корпус розпилювача виготовлений з хромонікелеванадієвої сталі і підданий спеціальній обробці. Після обробки робочі поверхні корпусу набувають не тільки високу твердість і зносостійкість, але і стабільність розмірів в експлуатації. На верхньому торці корпусу розпилювача є кільцева канавка, що повідомляє три топ канали що підводять паливо корпусу розпилювача з каналом що підводять паливо в корпусі форсунки. Чотири соплових отвори носика розпилювача не симетричні щодо вертикальної осі і не рівнорозташовані по колу. Їх правильне орієнтування щодо корпусу форсунки забезпечується фіксуючими штифтами.

Голка розпилювача виконана з інструментальної сталі. Спеціальний режим термообробки забезпечує високу твердість і працездатність її робочих поверхонь. Розпилювач форсунки притиснутий до торця корпусу форсунки сталевий гайкою, в якій він встановлений з зазором 0,045-0,140 мм. Носик розпилювача проходить через отвір в гайці з зазором 0,30-0,76 мм. Голка розпилювача запірним конусом притиснута до сидла корпусу розпилювача пружиною форсунки. Зусилля від пружини до хвостовика голки передається через штангу форсунки з напресованих на неї тарілкою пружини і кулька, запресованих в отвір з боку нижнього торця штанги.

Штанга форсунки, тарілка пружини і кулька виконані з підшипникової сталі і піддані при виготовленні термообробці.

Пружина форсунки розташована у внутрішній порожнині гайки, ввернутою до упору в корпус форсунки. Необхідний натяг пружини встановлюється регулювальним гвинтом пружини зі шліцом під викрутку, який зафіксований контргайкою.

У регулювальному гвинті, виконаному з хромистої сталі, є осьовий отвір для виходу палива з порожнини форсунки до зливного трубопроводу.

Зверху форсунка закрита ковпаком, який навернений на гайку пружини до упору в верхній торець корпусу через мідну ущільнюючу шайбу. У днище ковпака виконано різьбовий отвір для кріплення зливного трубопроводу. На його зовнішньої поверхні обробити дві лиски під гайковий ключ і кільцевий виступ, на верхній торець якого спираються лапи скоби кріплення форсунки.

Паливо до форсунки подається через внутрішній канал сталевго штуцера. З боку виступає з головки циліндрів торця на штуцері виконані зовнішня різьба і внутрішній корпус для з'єднання з топливопроводом високого тиску. З протилежного боку в розточенні штуцера розташований сітчастий фільтр. Між корпусом форсунки і фільтром встановлена втулка фільтра.

Сітчастий фільтр форсунки складається з двох зовнішніх сталевих і семи внутрішніх латунних сіток, завальцованих в латунну обойму.

Для ущільнення штуцера в пазу головки на нього надітий армований ущільнювач з маслобензостійкої гуми. Його внутрішня ущільнююча кромка притиснута до зовнішньої поверхні штуцера пружиною.

Кожна форсунка встановлена в латунний склянку головки циліндрів і закріплена скобою з лапками, що спираються на буртик ковпака форсунки. Для ущільнення від прориву газів під торець гайки розпилювача підкладена гофрована мідна шайба.

4.2. Складання плану операцій

Операція 005

Перехід 0051 Промивання системи

Залити в бак чисте дизельне паливо в'язкістю 3,5-6 ст при температурі 20°C.

Провести промивання стенда прокачуванням палива насосом стенда.

Перехід 0052 Перевірка герметичності системи

В колодку для дослідження форсунок вставити заглушку, надійно закріпити її в стяжній втулці, загвинтити гвинт спускного клапана і створити тиск в системі 400 кгс/см². Падіння тиску з 400 до 350 кгс/см² на протязі 5 хв.

Перехід 0053 Встановлення форсунки на стенд

В колодку стенда встановити досліджувану форсунку, надійно закріпити її в стяжній втулці.

Перехід 0054 Підготовка форсунки, прокачування повітря.

Відвернути регулювальний болт форсунки для ослаблення пружини і прокачати насосом паливо через форсунку, щоб випустити із нагнітальної системи стенда повітря яке випадково в ній накопичилося, і промити форсунку до припинення виходу бульбашок повітря із отвору розпилювача.

Перехід 0055 Перевірка герметичності розпилювача.

Прокачати паливо, поступово повертаючи регулювальний болт до того часу, поки тиск в нагнітальній системі не досягне 300 кгс/см^2 . Тиск підтримується на протязі 15 секунд.

Перехід 056 Перевірка герметичності форсунки

Прокачкою підняти тиск по манометру до 300 кгс/см^2 , перестати качати паливо насосом і засікти час на протязі якого буде падати тиск в нагнітальній системі стенда з 280 до 230 кгс/см^2 . Час падіння тиску повинен бути не менше 5 секунд.

Перехід 057 Опресовка центрального каналу форсунки

Опресовка виконується дизельним паливом під тиском 5 кгс/см . Пропуск палива у з'єднаннях не допускається.

Перехід 058 Регулювання тиску початку підйому голки.

Регулювання виконується затяжкою пружини регулювальним болтом на тиск $150 \pm 5 \text{ кгс/см}^2$.

Перехід 059 Перевірка якості розпилювання.

Впорскуване паливо повинно розпилюватись у вигляді туману, впорскування повинно бути чітким і супроводжуватись різким звуком. Не повинно бути засмічених отворів

4.3 Вибір обладнання, пристроїв, інструменту

Операція 005

Переходи 0051 - 0059

Обладнання: Стенд для перевірки форсунок. Паливомір. Секундомір. Манометр.

Пристрої: Заглушка різьбова. Набір торцевих і рожкових ключів. Пінцет.

4.4 Розрахунок і вибір режимів виконання робіт

Операція 005

Перехід 051 Оперативний час 0,03 н.год.

Перехід 052 Оперативний час 0,10 н.год.

Перехід 053 Оперативний час 0,03 н.год.

Перехід 054 Оперативний час 0,06 н.год.

Перехід 055 Оперативний час 0,03 н.год.

Перехід 056 Оперативний час 0,03 н.год.

Перехід 057 Оперативний час 0,05 н.год.

Перехід 058 Оперативний час 0,08 н.год.

Перехід 059 Оперативний час 0,03 н.год.

Загальний оперативний час $T_{on}^{005} = 0,45$ н.год.

4.5. Розрахунок технічних норм часу

Операція 005

Оперативний час $T_{on}^{005} = 0,45$ н.год.

Додатковий час становить 8% від оперативного часу. [12 с. 214]

Додатковий час $T_{доd}^{005} = 0,08 \cdot 0,45 = 0,036$ н.год.

Штучний час на виконання операцій по перевірці форсунок

Штучний час визначається як сума оперативного та додаткового часу

$$\Sigma T_{шт} = 0,45 + 0,036 = 0,49 \text{ н.год. або } 29,4 \text{ хв.}$$

Підготовчо - заключний час становить 9хв. на партію форсунок, виходячи з добового циклу виробництва у 9 комплектів агрегатів, та враховуючі що на 1 комплект приходить 8 форсунок - добову партію приймаємо 72 форсунки.

$$T_{п.з.} = \frac{0,15}{72} = 0,002 \text{ год}$$

Штучно - калькуляційний час становить:

$$T_{шк} = 0,49 + 0,002 = 0,492 \text{ н.год. або } 29,52 \text{ хв.}$$

5 КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

5.1 Призначення пристрою

Установка для перевірки форсунок призначена для перевірки герметичності спряжень форсунки, тиску початку підйому голки розпилювача і якості розпилення палива. Метою впровадження даної розробки є підвищення продуктивності праці при ремонті дизельних двигунів та полегшення умов праці.

Установка являє собою односекційний паливний насос високого тиску з ручним приводом і манометром. Робочою рідиною є дизельне паливо (зимове або літнє).

Габаритні розміри:

- довжина 436 мм;
- ширина 530 мм;
- висота 1450 мм.

Маса (без палива) – 87 кг.

5.2 Устрій пристрою

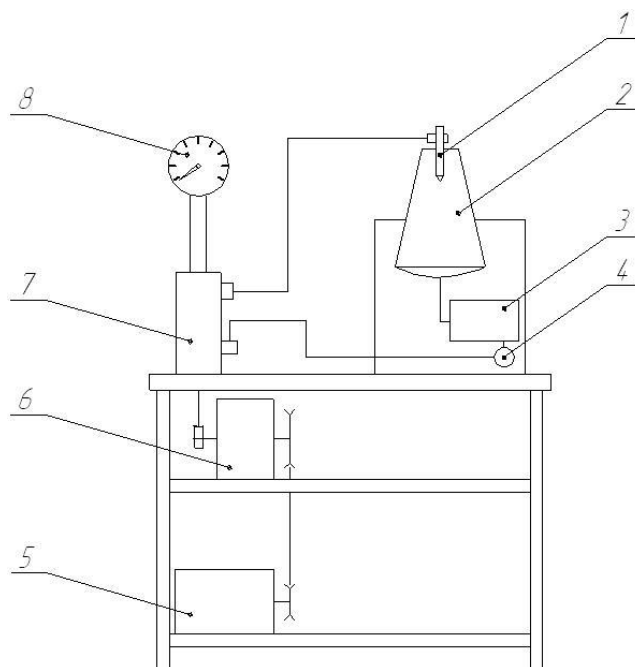


Рисунок 5.1 – Принципова схема установки для перевірки форсунок

- 1 – форсунка; 2 – ковпак для розпилювання палива; 3 – паливний бак;
4 – фільтр; 5 –електродвигун; 6 – двоступінчастий редуктор;
7 – паливний насос; 8 – манометр.

Установка для перевірки форсунок являє собою плунжерний насос з ручним приводом, який подає паливо під високим тиском до форсунки, що перевіряється. Насос складається із корпусу 10), в середині якого знаходиться плунжерна пара – втулка плунжера 2 і плунжер 3. На насосі встановлений манометр з межею вимірювання 40 МПа (400 кгс/см²), який показує тиск палива, що підводиться до форсунки. Завдяки манометру при перевірці форсунки на герметичність а також при визначенні тиску початку піднімання голки розпилювача манометр дозволяє фіксувати момент і величину падіння тиску палива.

Після удосконалення ручний привід був замінений на електричний, який складається з штанги 16, кулачка 16 і одноступінчастого редуктора які приводяться в дію від електродвигуна потужністю 0,25 кВт і номінальною частотою обертання 1000 об/хв. При ввімкненні електродвигуна, він через пасову передачу передає крутний момент на редуктор, на вихідному валу якого встановлено кулачок 16, обертаючись кулачок набігає на штовхач 17. Штовхач, піднімаючись, натискує на штангу 16 яка переміщує направляючу 5 і приводить в дію плунжер. Частота обертання електродвигуна регулюється реостатом, на який нанесено поділки, що вказують частоту обертання кулачка в об/хв.

При перевірці герметичності форсунки затягують регульовальний гвинт так, щоб тиск підйому голки розпилювача складав 30-31 МПа (300-310 кгс/см²). Потім за допомогою насоса високого тиску нагнітають паливо в корпус форсунки до тиску 30 МПа (300 кгс/см²), після цього вимикають електродвигун і слідкують за манометром, по якому визначають швидкість падіння тиску. Коли тиск знизиться до 28 МПа (280 кгс/см²), включають секундомір і визначають час падіння тиску до 23 МПа (230 кгс/см²), чим швидше відбувається падіння тиску, тим меншою є герметичність форсунки. Допустимий час падіння тиску для зношених форсунок повинен становити не менше 5 секунд, а з новим розпилювачем – в середньому не менше 20 секунд (при в'язкості дизельного палива 3,5-6 ст і температурі 20°C). Зволоження носика розпилювача вказує на порушення герметичності форсунки внаслідок нещільності прилягання запірної частини гли. Поява палива з під гайки

пружини вказує на нещільність прилягання направляючої частини гли до корпуса розпилювача форсунки.

Тиск початку підйому голки форсунки перевіряють по його значенню в момент впорскування палива. Для цього за допомогою реостата знижують частоту обертів електродвигуна і включають його, повільно підвищуючи тиск до 12,5 МПа (125 кгс/см^2), після чого регулюючи частоту обертання двигуна продовжують підвищувати тиск в темпі до 0,5 МПа (5 кгс/см^2) за секунду, спостерігаючи за початком впорскування палива. У двигунів КамАЗ-740-111 (УРАЛ-4320) початок впорскування палива форсункою повинен відбуватися при тиску 22-22,7 МПа ($220\text{-}227 \text{ кгс/см}^2$), КамАЗ-740.10-20 (КамАЗ-43101) – $18\pm 0,5$ МПа ($180\pm 5 \text{ кгс/см}^2$) і ЯМЗ-238 (КрАЗ-255Б1) – $15\pm 0,5$ МПа ($150\pm 5 \text{ кгс/см}^2$).

Якість розпилення палива форсункою перевіряють після того як було перевірено і відрегульовано тиск початку підйому гли, її оцінюють візуально по характеру виходу струменів палива з отворів розпилювача форсунки а також по чіткості початку і закінчення процесу впорскування. За допомогою реостата виставляють частоту обертання кулачка 16 на 70-80 об/хв. і включають електродвигун, спостерігають за характером впорскування. Вісь конуса струменя палива повинна співпадати з віссю форсунки. Виходячи із сопел розпилювача, паливо повинно розпилюватися до туманоподібного стану і рівномірно розподілятися по всьому конусу розпилення. Кут конуса розпилення контролюють по контрольним лініям на посудині 12 (див. складальне креслення). Початок і кінець розпилення супроводжуються характерним звуком відсічення. Зниження тиску при впорскуванні палива повинно бути в межах 0,8-1,7 МПа ($8\pm 17 \text{ кгс/см}^2$), при цьому підтікання палива не допускається.

Кут конуса струменя можна визначити за діаметром відбитку d і відстані S від екрана, на який проводилося впорскування, до сопла форсунки:

5.3 Принцип дії пристрою

При перевірці форсунок паливо, попередньо пройшовши фільтр 4 (див. складальне креслення), по паливо проводі 6 поступає в паливний насос високого тиску

1, звідки під тиском створеним у насосі по паливо проводі 8 подається до встановленої в спеціальному роз'ємі 10 форсунки. З форсунки паливо розпилюється в посудину 12 яка виготовлена з прозорого органічного скла, щоб робітник міг спостерігати за процесом розпилення палива. Далі розпилене паливо поступає назад у бачок 3.

5.4 Розрахунок пасової передачі приладу

5.4.1 Вихідні дані:

- тип електродвигуна – трьохфазний, асинхронний серії 4АА63В6 за ГОСТ 19523-81 [21, с.381 табл. А.1];
- частота обертання вала двигуна – [21, с.381 табл. А.1];
- ковзання двигуна $S = 11\%$ [21, с.381 табл. А.1];
- потужність двигуна - $N = 0.25 \text{ кВт}$ [21, с.381 табл. А.1];
- діаметр вала двигуна [21, с.382 табл. А.2];
- передавальне відношення пасової передачі - ;
- діаметр вала редуктора .

5.4.2 Визначаємо номінальну частоту обертання двигуна

$$; \quad (4.1)$$

5.4.3 Визначаємо кутову швидкість вала двигуна

$$\omega_1 = \frac{\pi \cdot n}{30}, \frac{\text{рад}}{\text{с}}; \quad (4.2)$$

$$\omega_1 = \frac{3.14 \cdot 890}{30} = 93,15 \frac{\text{рад}}{\text{с}}.$$

5.4.4 По номограмі [23, с.55] приймаємо переріз паса – Z (O). Переріз паса наведено на рис. 4.2, розміри перерізів паса (b_p , h_p , b_o , y_o), площа перерізу (A_1), інтервал можливих довжин (l) паса даного січення [21, с.57 табл.6.1], а також мінімальний розрахунковий діаметр меншого шківів d_{p1min} згідно з ГОСТ 20889-88 наведені в табл. 4.1.

Таблиця 5.1 – Розміри клинового паса перерізу Z (O)

Переріз	Розміри перерізу, мм				A_1 , мм ²	Базова довжи- на l_o ,	d_{p1min} , мм	Маса 1 м довжини,
	b_p	h_p	b_o	y_o				
Z (O)	8,5	6	10	2,1	47	1320	63	0,06

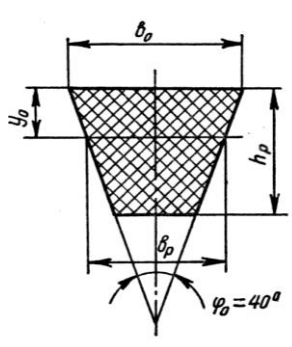


Рисунок 5.2 – Переріз пасу

5.4.5 Визначаємо діаметр ведучого шківів

;

(4.3)

$$d_1 = 40 \sqrt[3]{2,68} = 55,6 \text{ мм}.$$

Узгоджуємо діаметр ведучого шківів із стандартним рядом діаметрів шківів [21. ст.58 табл.6.2] і приймаємо значення не менше мінімально допустимого для даного січення паса, $d_1 = 71$ мм.

5.4.6 Визначаємо діаметр веденого шківів

$$d_2' = d_1 \cdot u, \quad \text{мм}; \quad (4.4)$$

$$d_2' = 71 \cdot 1,5 = 106,5 \text{ мм}.$$

Згідно [21. ст.58 табл.6.2] приймаємо стандартне значення $d_2 = 112 \text{ мм}$.

5.4.7 Швидкість пробігу паса

$$v = 0.5 \omega_1 d_1, \frac{\text{м}}{\text{с}}; \quad (4.5)$$

$$v = 0.5 \cdot 93,15 \cdot 0,071 = 3,3 \frac{\text{м}}{\text{с}}.$$

5.4.8 Попередньо визначаємо міжцентрову відстань

$$A = d_1 + d_2, \quad \text{мм}; \quad (4.6)$$

$$A = 71 + 112 = 183 \text{ мм}.$$

5.4.9 Визначаємо довжину паса

$$l = 2A + \frac{\pi}{2}(d_1 + d_2) + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4A}, \quad \text{мм}; \quad (4.7)$$

$$l = 2 \cdot 183 + \frac{3.14}{2}(71 + 112) + \frac{(112 - 71)^2}{4 \cdot 183} = 655,6 \text{ мм}.$$

Результат округлюємо до найближчого стандартного значення $l = 710 \text{ мм}$ [21. ст.59 табл. 6.5].

Тоді число пробігів паса рівне

$$u_n = \frac{v}{L}, \quad \text{с}^{-1}; \quad (4.8)$$

$$u_n = \frac{3,3}{0,71} = 4,65 \text{ с}^{-1}.$$

5.4.10 Уточнюємо міжцентрову відстань

$$A = \frac{1}{8} \left[2L - \pi(d_1 + d_2) + \sqrt{(2L - \pi(d_1 + d_2))^2 - 8(d_2 - d_1)^2} \right], \quad \text{мм}; \quad (4.9)$$

$$A = \frac{1}{8} \left[2 \cdot 710 - 3,14(71 + 112) + \sqrt{(2 \cdot 710 - 3,14(71 + 112))^2 - 8(112 - 71)^2} \right] = 210,3 \text{ мм}.$$

5.4.11 Визначаємо кути обхвату шківів

$$\alpha_1 = 180^\circ - 60^\circ \cdot \frac{d_2 - d_1}{A}; \quad (4.10)$$

$$\alpha_1 = 180^\circ - 60^\circ \cdot \frac{112 - 71}{210,3} = 168,3^\circ;$$

$$\alpha_2 = 180^\circ + 60^\circ \cdot \frac{d_2 - d_1}{A}; \quad (4.11)$$

$$\alpha_2 = 180^\circ + 60^\circ \cdot \frac{112 - 71}{210,3} = 191,7^\circ.$$

Схема передачі зображена на рисунку 4.3.

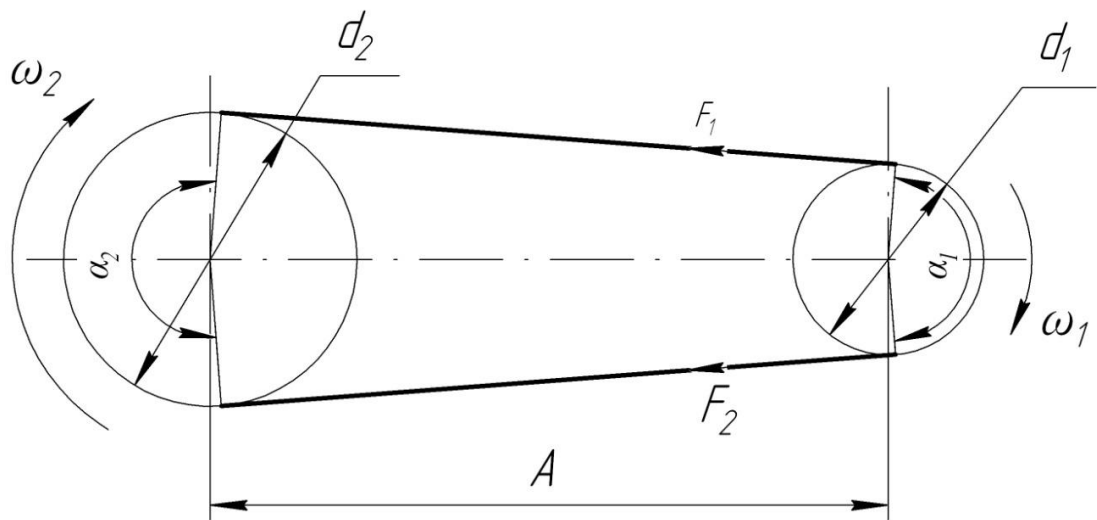


Рисунок 5.3 – Розрахункова схема пасової передачі

5.4.12 Визначаємо допустиму потужність P_{adm} , яку може передавати один клиновий пас

$$P_{adm} = P_o \cdot C_a \cdot C_l \cdot C_p \cdot C_z, \text{ кВт}; \quad (4.12)$$

де P_o – оптимальна потужність, що передається одним клиновим пасом,

$P_o = 0,33 \text{ кВт}$ [21, ст.60 табл. 6,6];

C_a – коефіцієнт, що враховує обхват пасом шківа,

$$C_a = 1 - 0,003(180^\circ - \alpha_1), \quad (7.16)$$

$$C_a = 1 - 0,003(180^\circ - 168,3) = 0,96.$$

C_l – коефіцієнт фактичної довжини,

$$C_l = \sqrt[4]{\frac{l}{l_o}}; \quad (4.13)$$

де l – довжина паса, $l = 710 \text{ мм}$;

l_o – базова довжина паса, $l_o = 1320 \text{ мм}$ (табл. 7.1);

$$C_l = \sqrt[6]{\frac{710}{1320}} = 0,9 ;$$

C_p – коефіцієнт, що враховує режим роботи передачі, $C_p = 1$ [21, ст.61 табл. 6.7];

C_z – коефіцієнт кількості пасів, $C_z = 1$ при $z \leq 2$ [22, с.55].

Отже: $P_{adm} = 0,33 \cdot 0,96 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 1 = 0,29 \text{ кВт}$.

5.4.13 Визначаємо необхідну кількість пасів

$$z = \frac{P_1}{P_{adm}}; \quad (4.14)$$

де P_1 – потужність на ведучому шківі, $P_1 = 0,25 \text{ кВт}$;

$$z = \frac{0,25}{0,29} = 0,86 \approx 1 .$$

5.4.14 Визначаємо силу попереднього натягу паса

$$; \quad (4.15)$$

де P_1 – потужність на ведучому шківі, $P_1 = 250 \text{ Вт}$;

$$F_0 = \frac{0,85 \cdot 250 \cdot 0,9}{3,3 \cdot 1 \cdot 0,96 \cdot 1} = 60,4 \text{ Н} .$$

5.4.15 Визначаю зусилля на валу

$$F_B = 2 \cdot 60,4 \cdot \sin \frac{168,3}{2} = 120,17 \text{ Н} . \quad (4.16)$$

5.4.16 Розміри робочої поверхні шківів наведені в табл. 5.2

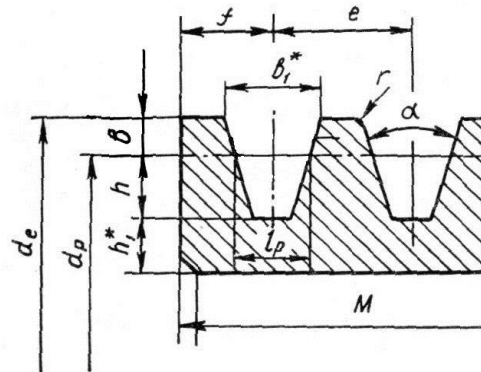


Рисунок 5.4 – Конструктивні розміри елементів шківів

Таблиця 5.2 – Розміри робочої поверхні шківів [21, с.182 табл. 10.8]

Січення паса	l_p	h , не менше	b	e	f	r	h_1^* , не менше	$d_D = 63 \dots 71$	
								α	b_1^*
Z (O)	8,5	7,5	2,5	12	8,0	0,5	6	34°	10

РОЗДІЛ 6

РОЗРОБКА ДИДАКТИЧНОГО ПРОЄКТУ ФАКУЛЬТАТИВНОГО ЗАНЯТТЯ НА ТЕМУ «ВДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ РЕМОНТУ ПАЛИВНОЇ АПАРАТУРИ «КРАЗ – 65032»» ДЛЯ ФАХІВЦІВ З ПРОЄКТУВАННЯ АВТО- РЕМОНТНОГО ПІДПРИЄМСТВА АВТОМОБІЛІВ

6.1. Постановка цілей факультативного заняття з теми «Вдосконалення технології ремонту паливної апаратури «КрАЗ – 65032»»

В таблиці 6.1 наведено оперативні цілі з теми.

Таблиця 6.1

Постановка цілей факультативного заняття

№	Цілі факультативного заняття	Цілі формування різних рівнів засвоєння навчального матеріалу	Умови досягнення цілей	Результат у вигляді дій здобувачів освіти
1	2	3	4	5
1	Ознайомити студентів із конструктивними особливостями паливної апаратури «КрАЗ – 65032»	Розуміння базових принципів роботи вузлів, взаємозв'язків між елементами системи	Демонстрація макетів, схем, креслень; лекційний матеріал	Студенти описують складові паливної апаратури та пояснюють їх функції
2	Сформулювати навички аналізу дефектів і несправностей паливної апаратури	Засвоєння практичних методів діагностики та визначення причин збоїв	Виконання демонстраційних вправ, використання діагностичних стендів	Студенти виявляють типові дефекти, аналізують їх причини та пропонують шляхи усунення

Продовження табл. 6.1

1	2	3	4	5
3	Розвинути вміння підбрати оптимальні методи ремонту та відновлення вузлів	Формування практичних навичок виконання ремонтних операцій	Практичні заняття на макетах та обладнанні, робота з інструкціями	Студенти самостійно обирають метод відновлення вузлів та виконують основні ремонтні операції
4	Навчити контролю якості ремонту та точності складання вузлів	Розвиток навичок контролю та оцінки результатів ремонту	Використання приладів контролю, цифрових та механічних стендів	Студенти перевіряють точність зборки, контролюють параметри та роботу відремонтованої апаратури
5	Підвищити здатність до аналітичної оцінки ефективності технологічних рішень	Формування компетентностей у плануванні та оптимізації технології ремонту	Проведення дискусій, аналіз виробничих кейсів, моделювання ситуацій	Студенти обґрунтовують вибір технологічних рішень, оцінюють ефективність та пропонують удосконалення процесу

4.2. Перелік літературних джерел з теми

1. Петров, І. В. Технології ремонту та обслуговування автомобільної техніки. – Київ: Техніка, 2020. – 312 с.
2. Сидоренко, О. М. Діагностика та ремонт паливних систем дизельних двигунів. – Харків: Машинобудування, 2019. – 256 с.
3. Козак, В. П., Литвиненко, С. А. Організація авторемонтного підприємства та технології відновлення вузлів автомобілів. – Львів: ЛНУ, 2021. – 288 с.
4. Інженерна практика в автомобільній галузі: навчальний посібник / за ред. М. І. Коваленка. – Київ: Вища школа, 2022. – 320 с.

6.3. Конструювання дидактичних матеріалів з теми «Вдосконалення технології ремонту паливної апаратури «КрАЗ – 65032»»

Конструювання дидактичних матеріалів для професійної підготовки майбутніх фахівців у сфері ремонту паливної апаратури автомобілів «КрАЗ – 65032» є складовою частиною педагогічного процесу, спрямованого на формування практичних та теоретичних компетентностей. Основна мета створення таких матеріалів полягає у забезпеченні максимально ефективного поєднання навчальної теорії та практики, а також у розвитку аналітичного та проєктного мислення студентів.

Дидактичні матеріали мають відповідати сучасним вимогам освіти та бути орієнтованими на практичні навички роботи з паливною апаратурою, що включає виявлення дефектів, вибір оптимальних методів відновлення вузлів, виконання регулювальних операцій і контроль точності складання. Конструювання матеріалів починається з визначення навчальної мети та очікуваних результатів: студент має навчитися аналізувати стан вузлів, обирати технологічні прийоми ремонту, оцінювати якість виконаних робіт і пропонувати удосконалення технологічного процесу.

В основу дидактичних матеріалів закладаються кілька типів навчального контенту. Перший тип – теоретичні матеріали, що включають структуровані описи будови паливної апаратури «КрАЗ – 65032», принципів її роботи, особливостей регулювання та впливу окремих вузлів на роботу двигуна. До цього блоку входять схеми, креслення, таблиці технічних характеристик та короткі описи основних операцій ремонту. Другий тип – практичні завдання, що моделюють виробничі ситуації, де студентам пропонується виконати діагностику, регулювання або відновлення вузлів, використовуючи стенди, макети або тренажери. Такий підхід дозволяє відпрацювати навички, максимально наближені до реальної виробничої практики.

Особливе значення у конструюванні дидактичних матеріалів надається наочним та інтерактивним засобам навчання. Використання макетів паливної апаратури, елементів демонстраційних стендів, цифрових симуляторів та відеоматеріалів дозволяє студентам бачити процес відновлення вузлів на всіх етапах, оцінюва-

ти зміни параметрів та контролювати точність виконання операцій. Така інтеграція наочно-практичних засобів дозволяє формувати у студентів уявлення про причинно-наслідкові зв'язки, що виникають під час ремонту, та сприяє розвитку критичного мислення.

Важливим аспектом є також структурованість і послідовність дидактичного матеріалу. Для ефективного навчання необхідно передбачити логічну послідовність: від ознайомлення з конструктивними особливостями вузлів до виконання складних практичних операцій. Кожен етап навчання повинен супроводжуватися контролем засвоєння знань і умінь, що досягається через інтерактивні тести, усні питання, аналіз практичних результатів і групові обговорення.

При конструюванні матеріалів доцільно передбачати диференційований підхід, що дозволяє адаптувати навчання під рівень підготовки окремих студентів. Наприклад, для більш підготовлених учнів можуть бути запропоновані додаткові завдання з оптимізації технологічних процесів або моделювання нетипових виробничих ситуацій. Для студентів з початковим рівнем підготовки матеріали мають містити детальні інструкції, покрокові алгоритми і приклади виконання операцій.

Отже, конструювання дидактичних матеріалів з теми «Вдосконалення технології ремонту паливної апаратури «КрАЗ – 65032»» передбачає комплексний підхід, який поєднує теоретичні відомості, практичні завдання та сучасні наочно-інтерактивні засоби навчання. Результатом є створення навчального середовища, що сприяє ефективному засвоєнню матеріалу, формуванню професійних навичок, здатності до аналітичної та проєктної діяльності, а також розвитку готовності студентів до роботи у сучасних авторемонтних підприємствах з високими вимогами до якості та надійності ремонту.

6.4. Аналіз базових умов навчання з теми «Вдосконалення технології ремонту паливної апаратури «КрАЗ – 65032»»

В таблиці 6.2 приведено вибір базових понять, визначення способів перевірки та формування базових знань.

Таблиця 6.2

Вибір базових понять, визначення способів перевірки та формування базових знань

Перелік базових понять, законів, способів дії	Способи (методи, форми, засоби) перевірки рівня сформованості базових знань і способів дій	Способи актуалізації або поповнення базових знань і способів дій
1	2	3
Тема 1. Конструкція та принцип роботи паливної апаратури «КрАЗ – 65032»	Метод – усне опитування. Форма – фронтальна. Засіб – контрольні питання. 1. Назвіть основні складові паливного насоса високого тиску автомобіля «КрАЗ – 65032». 2. Поясніть принцип дії форсунок та їх роль у подачі палива. 3. Які регулювальні механізми забезпечують точність роботи паливної апаратури? 4. Опишіть взаємозв'язок між окремими вузлами паливної системи.	
Тема 2. Діагностика та виявлення дефектів паливної апаратури	1. Які типові несправності паливної апаратури «КрАЗ – 65032» зустрічаються найчастіше? 2. Якими методами можна визначити зношення деталей та дефекти вузлів? 3. Як впливає неправильна робота паливного насоса на двигун автомобіля? 4. Назвіть основні прилади та стенди для перевірки паливної апаратури.	

1	2	3
Тема 3. Технологія ремонту паливної апаратури	1. Опишіть порядок розбирання та складання паливного насоса високого тиску. 2. Які операції виконуються для відновлення робочих поверхонь деталей? 3. Як визначають необхідність заміни компонентів під час ремонту? 4. Які технологічні вимоги необхідно дотримуватися при регулюванні вузлів паливної апаратури?	
Тема 4. Контроль якості та випробування відремонтованих вузлів	1. Які методи контролю точності складання застосовуються у ремонті паливної апаратури? 2. Опишіть порядок проведення стендових випробувань паливного насоса. 3. Які параметри роботи вузлів перевіряють після ремонту? 4. Як аналіз результатів випробувань впливає на удосконалення технології ремонту?	
Тема 5. Оптимізація та вдосконалення технології ремонту	1. Яке обладнання дозволяє підвищити ефективність ремонту паливної апаратури? 2. Як моделювання виробничих процесів допомагає у плануванні ремонту? 3. Назвіть способи оптимізації послідовності ремонтних операцій. 4. Які методи підвищення надійності відновлених вузлів застосовуються на сучасних авторемонтних підприємствах?	

6.5. Проєктування мотиваційних технологій навчання з теми «Вдосконалення технології ремонту паливної апаратури «КрАЗ – 65032»»

В табл. 6.3 представимо характеристику мотиваційних технологій навчання.

Визначення способів реалізації мотивації

Способи реалізації мотивації 1	Внутрішня мотивація 2
Вступна мотивація	Доброго дня, шановні здобувачі освіти! Тема «Вдосконалення технології ремонту паливної апаратури «КрАЗ – 65032»» є надзвичайно актуальною в сучасній автотранспортній галузі. Паливна апаратура є ключовим вузлом дизельного двигуна, від її правильного функціонування залежить ефективність роботи двигуна, економічність споживання палива та надійність транспортного засобу в цілому. Недосконалість технології ремонту або невірний підхід до діагностики та регулювання призводить до підвищеного зносу деталей, поломок та значного зменшення ресурсу двигуна. Мотивація студентів до вивчення цієї теми ґрунтується на необхідності сформувати практичні та аналітичні компетентності, які забезпечують якісний ремонт та вдосконалення технологічних процесів на авторемонтних підприємствах. Сучасний інженер повинен не лише розуміти конструкцію та принцип роботи вузлів, а й уміти виявляти дефекти, правильно підбирати методи їх усунення та оцінювати ефективність ремонтних операцій. Це дозволяє підвищувати продуктивність праці, зменшувати час простою автомобілів та забезпечувати безпеку їх експлуатації. Практична значущість теми полягає у тому, що вдосконалення технології ремонту паливної апаратури «КрАЗ – 65032» сприяє підвищенню професійного рівня майбутніх фахівців, формує у них навички критичного мислення, здатність до планування ремонтних процесів і прийняття раціональних технологічних рішень. Виконання практичних завдань та робота з макетами і стендами дозволяє студентам наочно побачити причини зношування вузлів, оцінити ефективність ремонту і відпрацювати навички, необхідні для роботи в реальних виробничих умовах. Таким чином, вивчення теми «Вдосконалення технології ремонту паливної апаратури «КрАЗ – 65032»» стимулює професійний розвиток студентів, підвищує їхню зацікавленість у технічній творчості та формує практичні компетенції, які є необхідними для успішної діяльності у сфері авторемонту та проектування технологічних процесів.

6.6. Проектування технології формування орієнтовної основи діяльності на факультативному занятті з теми «Вдосконалення технології ремонту паливної апаратури «КрАЗ – 65032»»

Вибір методів, форм та засобів формування ООД наведено в таблиці 6.4.

Таблиця 6.4

Способи формування ООД на факультативному занятті

№	Рівень засвоєння (за Б. Блумом)	Форми організації навчання	Методи навчання	Засоби навчання
1	Знання (Remembering) – засвоєння термінів, конструкцій та принципів роботи паливної апаратури	Фронтальна лекція, усне опитування	Пояснення, наочна демонстрація	Креслення, схеми паливного насоса, презентації
2	Розуміння (Understanding) – пояснення принципів роботи вузлів та їх взаємозв'язку	Групова дискусія, семінар	Інтерактивне обговорення, аналіз прикладів	Макети вузлів, відео демонстрації роботи апаратури
3	Застосування (Applying) – виконання операцій розбирання, регулювання та складання	Практичне заняття на стенді або макеті	Показ, практичні вправи, інструктаж	Стенди для ремонту, інструменти, вимірювальні прилади
4	Аналіз (Analyzing) – виявлення дефектів та причин несправностей	Робота в групах, лабораторні заняття	Аналіз, порівняння, усні запитання	Діагностичні прилади, тестові стенди, макети вузлів
5	Синтез (Creating) – оптимізація послідовності ремонтних операцій, пропозиції щодо	Проектна робота, кейс-завдання	Моделювання процесів, мозковий штурм, проектування	Програмне забезпечення для моделювання, креслення, макети

1	2	3	4	5
	удосконалення технології			
6	Оцінка (Evaluating) – контроль якості ремонту, оцінка ефективності обраних методів	Самостійна робота, презентації результатів	Тестування, порівняння результатів, обговорення	Контрольні стенди, таблиці допусків, звітні форми

6.7 Проєктування технології формування виконавчих дій на факультативному занятті з теми «Вдосконалення технології ремонту паливної апаратури «КрАЗ – 65032»»

Вибір методів, форм та засобів формування виконавчих дій наведено в таблиці 6.5.

Таблиця 6.5

Способи формування виконавчих дій з теми

Рівні засвоєння навчального матеріалу	Форми, методи, засоби
1	2
I, II, III, IV	1. Ознайомлення з конструкцією паливної апаратури • Мета: закріпити знання про будову паливного насоса та форсунок «КрАЗ – 65032». • Завдання: 1. Розглянути макет паливного насоса високого тиску та форсунок. 2. Визначити основні складові вузлів, їх призначення та взаємозв'язки. 3. Ознайомитися з технічними характеристиками та допусками деталей.

	• Методи: демонстрація, усне опитування, фронтальна бесіда. Засоби: макети вузлів, креслення, таблиці характеристик, презентації.
	2. Діагностика дефектів паливного насоса • Мета: навчити виявляти несправності та оцінювати технічний стан вузлів. • Завдання: 1. Виконати зовнішній огляд деталей на предмет зносу, тріщин, корозії. 2. Перевірити правильність регулювальних механізмів. 3. Використати стенд для тестування тиску подачі палива та роботи форсунок. • Методи: практичне виконання, аналіз результатів, усне обговорення. • Засоби: діагностичні прилади, тестові стенди, інструменти для регулювання.
	4. Відновлення та регулювання вузлів • Мета: навчити виконувати технологічні операції з відновлення та регулювання деталей. • Завдання: 1. Відновити робочі поверхні насосних плунжерів та клапанів. 2. Відрегулювати форсунки та насос згідно з технічними параметрами. 3. Перевірити правильність регулювань стендовим способом. • Методи: практичні дії, контроль результатів, аналіз помилок. Засоби: шліфувальні верстати, вимірювальні прилади, стенди.

1	2
	5. Контроль якості та випробування • Мета: сформувати навички оцінки ефективності ремонту та дотримання технологічних норм. • Завдання: 1. Виконати стендові випробування відновленого насоса та форсунок. 2. Оцінити відповідність параметрів подачі палива стандартним показникам. 3. Зафіксувати результати у звіті та зробити висновки щодо якості ремонту. • Методи: тестування, аналіз результатів, групове обговорення. • Засоби: контрольні стенди, таблиці допусків, журнал результатів випробувань.
	6. Оптимізація технології ремонту • Мета: навчити студентів покращувати послідовність операцій та впроваджувати удосконалення. • Завдання: 1. Проаналізувати виконані ремонтні операції та визначити слабкі місця. 2. Запропонувати оптимальні послідовності дій для підвищення продуктивності. 3. Моделювати альтернативні технологічні процеси на макетах чи в програмних симуляторах. • Методи: мозковий штурм, проєктування, моделювання. • Засоби: макети, стенди, програмне забезпечення для моделювання, креслення процесів.

6.8 Проєктування контрольних дій з теми «Вдосконалення технології ремонту паливної апаратури «КрАЗ – 65032»»

Вибір методів, форм та засобів формування контрольних дій наведено в таблиці 6.6.

Засоби контролю з теми факультативного заняття

Рівні засвоєння навчального матеріалу теми заняття	Форми, методи, засоби
1	2
III рівень	Контрольні питання. 1. Назвіть основні складові паливного насоса високого тиску та їх функції. 2. Поясніть принцип дії форсунок та взаємозв'язок з насосом високого тиску. 3. Які основні причини виникнення несправностей паливної апаратури «КрАЗ – 65032»? 4. Опишіть порядок зовнішнього огляду та діагностики дефектів вузлів. 5. Які інструменти та засоби використовуються для перевірки роботи паливного насоса і форсунок? 6. Наведіть послідовність розбирання та складання паливного насоса високого тиску. 7. Які операції виконуються для відновлення робочих поверхонь деталей паливного насоса? 8. Як визначають необхідність заміни компонентів при ремонті паливної апаратури? 9. Опишіть порядок регулювання форсунок та насоса відповідно до технічних параметрів. 10. Які методи контролю якості застосовуються після ремонту паливної апаратури? 11. Поясніть значення стендових випробувань відремонтованого насоса та форсунок. 12. Як аналіз результатів тестування допомагає оптимізувати технологію ремонту? 13. Назвіть способи підвищення надійності та довговічності відновленої паливної апаратури. 14. Як моделювання технологічних процесів сприяє підвищенню ефективності ремонту? 15. Поясніть, чому важливо дотримуватися технічних допусків при складанні вузлів паливної апаратури.

6.9 Розробка сценарію факультативного заняття з теми «Вдосконалення технології ремонту паливної апаратури «КрАЗ – 65032»»

Сценарій заняття, його структура й зміст структурних елементів представлені у вигляді табл. 6.7.

Таблиця 6.7

Сценарій факультативного заняття

№ з/п	Структурні елементи заняття	Зміст структурних елементів
1	Організаційний момент	Привітання студентів, перевірка присутніх. Створення сприятливої робочої атмосфери для активної участі. Нагадування правил техніки безпеки та технологічної дисципліни при роботі з макетами паливної апаратури, інструментами та вимірювальними приладами.
2	Повідомлення теми і мети заняття	Тема: «Вдосконалення технології ремонту паливної апаратури «КрАЗ – 65032»». Мета: сформувати у студентів знання та практичні навички оцінки технічного стану вузлів, виявлення дефектів, вибору методів їх відновлення та контролю точності складання.
3	Мотивація навчальної діяльності	Обговорення актуальності теми: забезпечення надійності двигуна, економії палива та підвищення ефективності роботи транспортного засобу. Демонстрація прикладів, де вдосконалення технології ремонту паливної апаратури дозволило зменшити дефекти та підвищити ресурс роботи вузлів.
4	Актуалізація базових знань	Усне опитування та дискусія: • Конструкція паливного насоса та форсунок; • Принцип роботи та взаємозв'язок вузлів; • Типові дефекти та причини їх виникнення; • Попередній досвід ремонту. Методи: обговорення, фронтальне опитування. Засоби: макети вузлів, креслення, контрольні питання.
5	Формування нового навчального досвіду (ООД)	Демонстрація етапів ремонту паливного насоса та форсунок: розбирання, очищення, дефектування, регулювання. Студенти

1	2	3
		аналізують процес, визначають критичні точки та обговорюють методи підвищення точності і надійності ремонту. Методи: пояснення, демонстрація, дискусія, мозковий штурм.
6	Формування вмінь та дій (ВД)	Практичні вправи: 1. Виявлення дефектів на насосі та форсунках; 2. Аналіз причин пошкоджень; 3. Вибір методів відновлення та регулювання; 4. Виконання розбирання, монтажу та регулювання вузлів на макетах; 5. Контроль точності складання та перевірка роботи на стенді.
7	Формування компетентності (КД)	Обговорення результатів практичних вправ та контрольні питання: • Вплив точності ремонту на роботу двигуна; • Методи контролю параметрів роботи паливної апаратури; • Аналіз ефективності технологічних рішень; • Пропозиції щодо вдосконалення процесу ремонту.
8	Підбиття підсумків, видача домашнього завдання	Підсумок заняття: важливість точного діагностування, ремонту та регулювання паливної апаратури для надійності та економічності двигуна. Домашнє завдання: підготувати письмовий звіт із виявленими дефектами, вибором методів відновлення та пропозиціями щодо оптимізації технології ремонту.

Висновки до розділу 6

Розроблений дидактичний проєкт факультативного заняття спрямований на комплексну підготовку майбутніх фахівців з проєктування авторемонтних підприємств, забезпечуючи формування як теоретичних знань, так і практичних навичок у сфері ремонту паливної апаратури автомобілів «КрАЗ – 65032». Заняття побудоване з урахуванням сучасних освітніх підходів, що передбачають поєднання лекційного матеріалу, демонстрацій, практичних вправ на макетах та стендах, а також дискусій і аналізу реальних виробничих ситуацій.

Практична спрямованість заняття дозволяє студентам опановувати навички діагностики дефектів, розбирання, очищення, відновлення та регулювання паливного насоса й форсунок, а також перевірки точності складання та контролю параметрів роботи вузлів. Використання методів моделювання технологічних процесів і стендових випробувань формує у студентів здатність до аналітичної, проєктної

та інженерної діяльності, що є необхідною для ефективної роботи на авторемонтних підприємствах.

Розроблений проєкт сприяє формуванню професійних компетентностей, таких як уміння оцінювати технічний стан вузлів, обирати оптимальні методи відновлення, контролювати допуски та підвищувати ефективність технологічних процесів ремонту. Крім того, інтеграція елементів практичного навчання з теоретичним матеріалом підвищує мотивацію студентів, забезпечує глибше засвоєння знань та розвиває критичне мислення при прийнятті інженерних рішень.

Таким чином, реалізація дидактичного проєкту факультативного заняття дозволяє підвищити рівень професійної підготовки майбутніх інженерів і техніків, забезпечує практичну готовність до роботи з високоточними вузлами автомобільних двигунів та сприяє впровадженню вдосконалених технологій ремонту паливної апаратури на авторемонтних підприємствах. Підготовлені методичні матеріали, практичні вправи та технологічні моделі можуть бути використані як у навчальному процесі вищих навчальних закладів, так і на курсах підвищення кваліфікації та виробничих навчальних центрах.

ВИСНОВКИ

В магістерській кваліфікаційній роботі розроблено та обґрунтовано дидактичну модель професійної підготовки майбутніх інженерів-проектувальників, спрямовану на якісне засвоєння технологій ремонту та діагностики паливної апаратури автомобіля «КрАЗ – 65032».

Виконані наступні завдання дослідження:

Проаналізовано сучасні підходи до професійної підготовки фахівців авторемонтної галузі та визначити компетентності, необхідні для роботи з паливною апаратурою.

Представлено методику проектування заводу на 2200 капітальних ремонтів автомобілів за рік та вдосконалення ділянки ремонту паливної апаратури.

Вдосконалено технологічний процес регулювання і перевірки форсунки двигуна ЯМЗ-238, і складений комплект документів на відновлення, розроблено пристрій для перевірки і регулювання форсунок.

Розроблено дидактичний проєкт факультативного заняття з теми «Вдосконалення технології ремонту паливної апаратури «КрАЗ – 65032».

Обґрунтовано ефективні методи, форми та засоби навчання для формування практичних умінь та технологічних навичок здобувачів освіти.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Головенкін В. П. Інженерна педагогіка [Електронний ресурс] : підруч. / В. П. Головенкін. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. Режим доступу: http://psy.kpi.ua/wp-content/uploads/2017/02/Injenerna_pedagogika.pdf
2. Коваленко О. Е., Брюханова Н. О., Корольова Н.В. Методика професійного навчання: дидактичне проектування: Підручник для студентів інженерно-педагогічних спеціальностей. – Харків: УПА, 2019. – 204 с.
3. Коваленко О. Е., Брюханова Н. О., Корольова Н.В. Методика професійного навчання: основні технології навчання: Підручник для студентів інженерно-педагогічних спеціальностей. – Харків: УПА, 2019. – 174 с.
4. Лебедик Л.В., Стрельніков В.Ю., Стрельніков М.В. Сучасні технології навчання і методики викладання дисциплін: Навчально-методичний посібник для слухачів курсів підвищення кваліфікації педагогічних працівників закладів середньої, професійної (професійно-технічної), фахової передвищої та вищої освіти / Л. В. Лебедик, В. Ю. Стрельніков, М. В. Стрельніков. – Полтава : АСМІ, 2020. – 303 с.
5. Методика професійної освіти : навч. посібник для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальністю 015 «Професійна освіта» галузі знань 01 «Освіта / Педагогіка» / Д. О. Чернишев, К. І. Почка, Г. Л. Корчова, Ю. С. Красильник, М. В. Руденко. – Київ : Компринт, 2024. – 224 с.
6. Методичні вказівки до виконання магістерської кваліфікаційної роботи для здобувачів освіти другого (магістерського) рівня вищої освіти денної та заочної форм навчання за спеціальністю 015 Професійна освіта (за спеціалізацією) / Укр. інж.-пед. акад.; упоряд.: О. Е. Коваленко, Н. О. Брюханова, Н.В. Божко, Н.В. Корольова – Харків: УПА, 2024. – 82 с.
7. Освітньо-професійна програма «Професійна освіта (Транспорт)» першого (бакалаврського) рівня. Затверджена вченою радою Української інженерно-педагогічної академії від 28.06.2024 року №13.

8. Освітньо-професійна програма «Професійна освіта (Транспорт)» другого (магістерського) рівня. Затверджена вченою радою Української інженерно-педагогічної академії від 28.06.2024 року №13.

9. Семенова А.В. Професійна педагогіка: Підручник. / Авт. : О.В. Грабовський, Л.В. Коломієць, О.С. Савельєва, А.В. Семенова, В.Ф. Яні; за заг. ред. А.В. Семенової. – Одеса: Бондаренко М.О., 2020. – 575 с.

10. Сайт дистанційної освіти Університету – Режим доступу: <https://moodle.karazin.ua>

11. EdEra – студія онлайн-освіти [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ed-era.com/>

12. Український освітній онлайн-портал для вчителів «На Урок» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://naurok.com.ua/>

13. «Освіторія Медіа» – онлайн медія про освіта та виховання [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://osvitoria.media/>

14. Освіта.UA [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://osvita.ua>

15. Всеосвіта – освітня платформа для професійного зростання педагогічних працівників та підвищення їх педагогічної майстерності [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://vseosvita.ua/>

16. Будівельна техніка [Текст] : підручник / О. Г. Онищенко, В. О. Онищенко, С. Л. Литвиненко, Б. О. Коробко ; за ред. В. О. Онищенка, С. Л. Литвиненка ; Полтав. нац. техн. ун-т ім. Ю. Кондратюка. - 2-ге вид., переробл. і доповн. - Київ : Кондор, 2017. - 423 с. : іл. - Бібліогр.: с. 420-423. – Предм. покажч.: с. 410-413.

17. Організація зберігання техніки та технічного майна Держспецтрансслужби : Навч. посібник для вузів / М. І. Мальков, А. В. Радкевич, О. М. Гавриш, О. В. Мотильов, С. О. Яковлєв. І. Є. Крамар. - Дніпропетровськ : ДНУЗТ ім. акад. В. Лазаряна, 2010. - 221 с.

18. Будівельні машини та обладнання: Підручник / Лівінський О.М., Пшінько О.М., Савицький М.В., Курок О.І., Єсипенко А.Д., Бабиченко В.Я., Коваленко В.М., Пелевін Л.Є., Смірнов В.М., Волянчук В.О.- К. :Українська академія наук; «МП Леся», 2015.-612 с.

19. Управління якістю технічного обслуговування автомобілів [Текст] : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / Олександр Лудченко, Ярослав Лудченко, Володимир Чередник ; за ред. О. А. Лудченка. - К. : Ун-т "Україна", 2012. - 327 с. : рис., табл. - Бібліогр.: с. 326-327

20. Технічна експлуатація і обслуговування автомобілів. Організація, планування і управління [Текст] : підруч. для студентів ВНЗ / Олександр Лудченко, Ярослав Лудченко ; Нац. трансп. ун-т. - 2-ге вид., переробл. - Київ : Логос, 2014. - 462 с.