

# ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Гуманітарно-педагогічний факультет

Кафедра технологічної та професійної освіти і декоративного мистецтва

## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Дидактичне проектування змісту навчального посібника «Обладнання для капітального ремонту ДВЗ автомобілів» для здобувачів фахової передвищої освіти

Рівень вищої освіти – другий (магістерський)

Галузь знань – 01 Освіта /Педагогіка

Спеціальність – 015 Професійна освіта (за спеціалізаціями)

Спеціалізація – 015.38 Транспорт

Освітньо-професійна програма – Професійна освіта. Транспорт  
(Обслуговування та ремонт автомобілів)

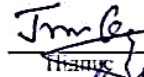
КвРПОТ.024004.01.04.ПЗ

Виконав: студент 2 курсу  
група ПОТм-24-1



Михайло ОРЩЕН

Керівник: канд. пед. наук, доцент



Євген БОХОНЬКО

Нормоконтролер:



Віктор ПРИЙМАК

До захисту допускаю:  
Завідувач кафедри  
технологічної та професійної освіти  
і декоративного мистецтва



Олена САМБОРСЬКА


11 грудня 2025 р.

Хмельницький – 2025

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
Факультет – Гуманітарно-педагогічний  
Кафедра – Технологічної та професійної освіти і декоративного мистецтва  
Рівень вищої освіти – другий (магістерський)  
Галузь знань – 01 Освіта / Педагогіка  
Спеціальність – 015 Професійна освіта (за спеціалізаціями)  
Спеціалізація – 015.38 Транспорт  
Освітньо-професійна програма – Професійна освіта. Транспорт  
(Обслуговування та ремонт автомобілів)

### ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри технологічної  
та професійної освіти і  
декоративного мистецтва

  
Підпис Олена САМБОРСЬКА  
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ  
01 09 2025 р.

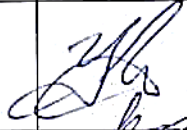
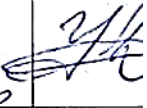

### З А В Д А Н Н Я НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Оріщен Михайло Сергійович

(Прізвище, ім'я, по батькові здобувача освіти)

1. Тема кваліфікаційної роботи Дидактичне проєктування змісту навчального посібника «Обладнання для капітального ремонту ДВЗ автомобілів» для здобувачів фахової передвищої освіти  
Керівник роботи канд. пед. наук, доцент Бохонько Євген Олександрович  
Затверджено наказом ректора університету від 25.08.2025 р. №65, додаток 5
2. Термін подання здобувачем роботи на кафедру 22.12.2025 р.
3. Вихідні дані до роботи стандарт фахової передвищої освіти за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт».
4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): аналіз літературних джерел з теми «Обладнання для капітального ремонту ДВЗ»; визначення цілей та результатів навчальної діяльності за темою навчального посібника; компонування інформаційного поля та формування дидактичних одиниць навчального матеріалу; побудова структурно-сміслової моделі основного тексту посібника та визначення логічної послідовності викладу навчального матеріалу; укладання змісту посібника; обґрунтування додаткового і пояснювального тексту посібника; обґрунтування навчальних завдань посібника; оцінювання якості посібника.
5. Перелік графічного матеріалу  
Макет навчального посібника «Обладнання для капітального ремонту ДВЗ»

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

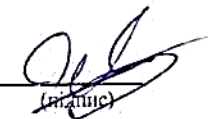
Етапи роботи	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прий
Перевірка академічного тексту спеціалізованими програмними засобами	Герніченко І.І.		
Нормоконтроль	Приймак В.М.		03.12.20

7. Дата видачі завдання 01.09.2025

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

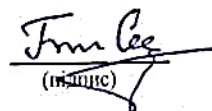
№ п/п	Назва розділу кваліфікаційної роботи	Терміни виконання	Прим
1	Вступ	03.11.2025	вико.
2	1 розділ	14.11.2025	вико.
3	2 розділ	22.11.2025	вико.
4	Висновки, перелік посилань	02.12.2025	вико.
5	Попередній захист	24.11–25.11.2025	вико.
6	Нормоконтроль	26.11 – 04.12.2025	вико.
7	Перевірка на плагіат	05.12 – 08.12.2025	вико.
8	Рецензування	12.12 – 18.12.2025	вико.
9	Захист	22.12.2025	вико.

Здобувач

  
(підпис)

Михайло ОРЩЕН  
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Керівник кваліфікаційної роботи

  
(підпис)

Євген БОХОНЬ  
Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

## АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота присвячена теоретичному обґрунтуванню та дидактичному проектуванню змісту навчального посібника «Обладнання для капітального ремонту ДВЗ автомобілів» для здобувачів фахової передвищої освіти.

У першому розділі роботи проведено аналіз та систематизацію науково-технічних і педагогічних літературних джерел із теми оснащення для капітального ремонту двигунів внутрішнього згоряння, здійснено порівняльний огляд існуючих підручників і посібників, охарактеризовано науково-методичні підходи до структурування навчального матеріалу, визначено дидактичні принципи, актуальні для проектування змісту майбутнього посібника. Другий розділ роботи присвячено проектуванню структури та змісту навчального посібника, визначенню результатів навчання та дидактичних одиниць, побудові структурно-сміслової моделі основного тексту, розробленню методичного апарату та оцінюванню якості створеного посібника на основі моніторингового листа.

Кваліфікаційна робота виконана здобувачем другого (магістерського) рівня освіти спеціальності 015 Професійна освіта (за спеціалізаціями) кафедри технологічної та професійної освіти і декоративного мистецтва Хмельницького національного університету Михайлом Орщеним під керівництвом канд. пед. наук, доцента Бохонька Є.О.

Кваліфікаційна робота складає 73 сторінки основного тексту, 3 таблиці, 18 рисунків та літературних джерел в кількості 45.

Ключові слова: ремонтне обладнання, двигун, програма, посібник.

12 грудня 2025 р



Михайло ОРЩЕН

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1 ПРОЄКТУВАННЯ ЗМІСТУ ОСНОВНОГО ТЕКСТУ ПОСІБНИКА.....	10
1.1 Аналіз літературних джерел з теми «Обладнання для капітального ремонту ДВЗ».....	10
1.2 Визначення цілей та результатів навчальної діяльності за темою навчального посібника .....	22
1.3 Компонування інформаційного поля та формування дидактичних одиниць навчального матеріалу.....	32
1.4 Побудова структурно-сислової моделі основного тексту посібника та визначення логічної послідовності викладу навчального матеріалу.....	35
2 РОЗРОБЛЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ МЕТОДИЧНОГО АПАРАТУ НАВЧАЛЬНОГО ПОСІБНИКА.....	42
2.1 Укладання змісту посібника.....	42
2.2 Обґрунтування додаткового і пояснювального тексту посібника	52
2.3 Обґрунтування навчальних завдань посібника.....	58
2.4 Оцінювання якості посібника.....	63
ВИСНОВКИ.....	70
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ .....	74
ДОДАТОК А – Фрагмент навчального посібника «Обладнання для капітального ремонту ДВЗ автомобілів».....	78
ДОДАТОК Б – Зміст дидактичних одиниць навчального матеріалу з теми «Обладнання для капітального ремонту ДВЗ автомобілів».....	84

## ВСТУП

Сучасний етап розвитку професійної та фахової передвищої освіти в Україні характеризується активними трансформаціями, спрямованими на забезпечення високої якості підготовки фахівців, конкурентоспроможних на ринку праці та здатних ефективно працювати в умовах швидких технологічних змін. Автомобільна галузь, як одна з найбільш динамічних, потребує фахівців, які володіють не лише теоретичними знаннями, а й практичними компетентностями, зокрема в галузі діагностики та ремонту двигунів внутрішнього згоряння. Якість професійної підготовки значною мірою залежить від наявності сучасного, науково обґрунтованого та дидактично виваженого навчально-методичного забезпечення.

Питання розроблення сучасного навчально-методичного забезпечення для підготовки фахівців автотранспортного профілю ґрунтовно висвітлено у працях провідних науковців галузі професійної освіти та автомобільної інженерії. У дослідженнях А. А. Верховського, зокрема в навчальному посібнику «Технологічне обладнання для авторемонтного виробництва» [1], системно окреслено класифікацію, конструктивні особливості та принципи експлуатації обладнання, що використовується при ремонті автомобілів. Питання технології ремонту та відновлення деталей детально подано у навчальному посібнику М. М. Гнатюка «Ремонт і відновлення автомобілів» [2], який розкриває технологічні закономірності ремонтних процесів та технічні вимоги до обладнання. Важливим для проектування змісту посібника є підручник О. П. Кучеренка та Л. В. Черняк «Технологія технічного обслуговування і ремонту автомобілів» [3], у якому структуровано подано сучасні підходи до організації ремонтних робіт, діагностики та вибору технологічного оснащення.

Теоретико-методологічні засади дидактичного проектування навчального матеріалу знаходимо у працях О. Алексюка [1], С. Гончаренка [12], Р. Гуревича [14], Н. Ничкало [27]. У цих роботах обґрунтовано

принципи відбору, структурування та оптимального подання навчального матеріалу, що є необхідним для створення якісного навчального посібника. Важливі підходи до формування професійних компетентностей та організації виробничого середовища подано також у монографії під редакцією М. Ковальчука [33], де акцентовано увагу на вимогах до технологічного обладнання та умовах підготовки майбутніх фахівців. Сукупність цих наукових положень формує методологічне підґрунтя для розроблення навчального посібника «Обладнання для капітального ремонту ДВЗ автомобілів» та забезпечує його наукову і практичну цінність.

Попри значну кількість навчальних матеріалів із технічної експлуатації, ремонту та діагностики автомобілів, питання спеціалізованого навчання щодо обладнання для капітального ремонту ДВЗ висвітлено фрагментарно. Більшість наявних видань подають інформацію загальнотехнологічного характеру або орієнтовані на підготовку інженерів вищої освіти, що не відповідає специфічним потребам здобувачів фахової передвищої освіти. Відсутність систематизованих матеріалів, які б детально, доступно й послідовно розкривали конструкцію, призначення, принципи роботи та правила експлуатації спеціалізованого мотороремонтного обладнання, створює труднощі у формуванні відповідних професійних компетентностей.

Актуальність теми магістерської роботи зумовлена необхідністю розроблення нового навчального посібника, зміст якого був би структурований відповідно до логіки технологічного процесу капітального ремонту ДВЗ, спирався на сучасні педагогічні підходи, враховував вікові та професійні особливості здобувачів фахової передвищої освіти та забезпечував формування здатності ефективно працювати з ремонтним обладнанням. Дидактичне проєктування змісту такого посібника є важливим науково-методичним завданням, адже передбачає визначення дидактичних одиниць, структурно-сміслове моделювання матеріалу, відбір оптимальних форм подання інформації, побудову методичного апарату та підготовку якісного ілюстративного супроводу.

Мета кваліфікаційної роботи – обґрунтувати, спроектувати та методично забезпечити зміст навчального посібника «Обладнання для капітального ремонту ДВЗ автомобілів», спрямованого на формування професійних компетентностей у здобувачів фахової передвищої освіти.

Об'єкт дослідження – процес професійної підготовки майбутніх фахівців з обслуговування та ремонту автомобілів у закладах фахової передвищої освіти.

Предмет дослідження – дидактичне проектування змісту навчального посібника з дисципліни «Обладнання для капітального ремонту ДВЗ автомобілів».

Завдання дослідження:

- виконати аналіз літературних джерел з теми «Обладнання для капітального ремонту ДВЗ автомобілів» для визначення стану її висвітлення;
- визначити цілі та результатів навчальної діяльності за темою навчального посібника;
- виконати компонування інформаційного поля та формування дидактичних одиниць навчального матеріалу;
- побудувати структурно-сміслову модель основного тексту навчального посібника та визначити логічну послідовність його подання;
- обґрунтувати методичний апарат та розробити посібник «Обладнання для капітального ремонту ДВЗ автомобілів», оцінити його якість.

Методи наукового дослідження: аналіз технічної та педагогічної літератури для визначення вимог до навчального посібника та його методичного апарату та компонування інформаційного поля; абстрагування, узагальнення та конкретизація для проектування змісту посібника, формулювання висновків, графоаналітичний метод структурування навчального матеріалу для визначення логічної послідовності дидактичних

одиниць в навчальному посібнику, методи оцінювання якості навчального посібника (лист моніторингу).

Результати дослідження апробовані шляхом прийняття участі у XIII Міжнародній науково-практичній конференції «Професійне становлення особистості: проблеми та перспективи» (6-7 листопада 2025 року, м. Хмельницький) та висвітлено в одній публікації [29].

## 1 ПРОЄКТУВАННЯ ЗМІСТУ ОСНОВНОГО ТЕКСТУ ПОСІБНИКА

### 1.1 Аналіз літературних джерел з теми «Обладнання для капітального ремонту ДВЗ»

Для виконання нашого дослідження необхідно здійснити ґрунтовний аналіз існуючих літературних джерел з теми «Обладнання для капітального ремонту двигунів внутрішнього згорання автомобілів». Це дозволить виявити, як саме подається зміст, пов'язаний із технологічним оснащенням мотороремонтних дільниць, у чинних підручниках, навчальних посібниках, методичних рекомендаціях та інших навчально-методичних розробках. Отримані результати стануть підґрунтям для дидактичного проєктування змісту навчального посібника «Обладнання для капітального ремонту ДВЗ автомобілів» для здобувачів фахової передвищої освіти.

У сучасних умовах розвитку професійної освіти якість навчально-методичного забезпечення зумовлює рівень сформованості професійних компетентностей здобувачів. Як підкреслює С. С. Вітвицька, навчальний посібник у структурі освітнього процесу виконує функцію опосередкованого педагогічного впливу, спрямованого на забезпечення системності та цілісності знань [8]. Це обумовлює необхідність аналізу наявних друкованих та електронних ресурсів з тематики ремонтного обладнання.

Передусім варто відзначити навчальні посібники та підручники з технології технічного обслуговування і ремонту автомобілів, у структурі яких є розділи, присвячені обладнанню авторемонтного виробництва. У таких виданнях, як правило, подається загальна характеристика ремонтного виробництва, класифікація обладнання, описуються основні групи машин та пристроїв для розбирання, дефектації, механічної обробки, складання та випробування агрегатів. Значною мірою увага приділяється

загальнотехнологічним питанням: послідовності операцій капітального ремонту, вимогам до точності, вибору обладнання залежно від призначення та продуктивності. Позитивною рисою таких джерел є системність і повнота висвітлення технологічних аспектів ремонту, наявність таблиць параметрів обладнання, прикладів розрахунків режимів обробки, описів конструкції окремих верстатів, стендів, пристроїв. Однак у більшості випадків матеріал орієнтований на здобувачів вищої освіти інженерних спеціальностей або на практиків-виробничників, що зумовлює переважання «суто технічного» викладу над дидактичною складовою. Для здобувачів фахової передвищої освіти тут бракує розгорненої системи запитань для самоконтролю, покрокових інструкцій до виконання конкретних навчальних завдань, методичних рекомендацій щодо формування професійних компетентностей, пов'язаних саме з роботою на обладнанні.

У дослідженні [3] наголошується, що структура та якість навчальної книги визначаються відповідністю змісту педагогічним принципам науковості, доступності та системності. Аналіз наявних видань показує, що хоча існує значна кількість підручників з технології ремонту автомобілів, у них відсутній дидактично опрацьований опис обладнання саме для капітального ремонту ДВЗ.

Розглянемо навчальне видання [37], у змісті якого представлено такі структурні елементи: «Вступ», розділ 1 «Технологічні основи ремонтного виробництва» з підрозділами «Виріб та його елементи», «Виробничий та технологічний процес», «Базування деталей», «Допуски та припуски на обробку», «Поняття точності обробки», «Вплив якісних властивостей металу на експлуатаційні властивості деталей автомобіля», а також питання твердості металів і шорсткості поверхні. Уже сама структура дає підстави стверджувати, що видання орієнтоване передусім на формування в здобувачів базових уявлень про ремонтне виробництво як цілісну систему, в якій обладнання для капітального ремонту ДВЗ виступає не ізольованим об'єктом, а складником технологічного ланцюга.

У першому розділі акцент зроблено на загальнотехнологічних засадах: визначенні виробу, вузла, деталі, побудові виробничого й технологічного процесу, принципах базування, дотриманні допусків та припусків, забезпеченні точності обробки. Для нашого дослідження це має важливе методичне значення, оскільки дозволяє пов'язати опис обладнання не лише з його конструкцією, а й з вимогами до результату обробки (точність, шорсткість, міцність, ресурс). Здобувачі фахової передвищої освіти, опановуючи матеріал цього розділу, отримують уявлення про те, навіщо саме застосовується те чи інше обладнання, у якому місці технологічного процесу воно використовується, які параметри обробки забезпечує.

Підрозділи, присвячені допускам, припускам, точності та шорсткості, створюють теоретичне підґрунтя для подальшого вивчення спеціалізованого обладнання для капітального ремонту ДВЗ: розточувальних, хонінгувальних, шліфувальних верстатів, установок для наплавлення та напилення тощо. Хоча в самому виданні [1] обладнання, очевидно, описується загальними штрихами або взагалі виступає як фон для технологічних пояснень, закладені в ньому поняття дозволяють у нашому посібнику логічно обґрунтувати вимоги до конструкції, точності та режимів роботи відповідних верстатів і стендів. Таким чином, видання доцільно розглядати як теоретичну «опору» для подальшого дидактичного проєктування більш прикладного змісту.

Позитивною стороною видання є його системність і послідовність: від загальних понять («виріб», «елемент», «процес») автори переходять до конкретних технологічних характеристик, що безпосередньо впливають на експлуатаційні властивості деталей автомобіля. Це відповідає логіці професійної підготовки майбутніх фахівців авторемонтного профілю, оскільки формує в них здатність пов'язувати геометричні та фізико-механічні параметри обробки з ресурсом і надійністю відремонтованого агрегату. Ймовірно, у тексті достатньо формул, схем, таблиць, які ілюструють залежності між допусками, якістю поверхні та міцнісними характеристиками

деталей, що також може бути використано в нашому посібнику як приклад розрахункових завдань або ілюстративного матеріалу.

Разом із тим, із дидактичної точки зору видання [37], як правило, має низку обмежень. По-перше, зміст зосереджено переважно на загальнотехнологічній теорії, а не на конкретному обладнанні для капітального ремонту двигунів внутрішнього згоряння. Це означає, що здобувачам фахової передвищої освіти може бракувати прикладних прикладів, які б демонстрували, як саме зазначені теоретичні положення реалізуються на практиці під час роботи на конкретних верстатах і стендах (наприклад, як вимоги до базування деталізуються при встановленні блока циліндрів на розточувальний верстат). По-друге, у традиційних виданнях такого типу зазвичай недостатньо розвинений методичний апарат: відсутні або слабо представлені запитання й завдання для самоконтролю, ситуаційні задачі, кейси, комплексні практичні справи, спрямовані на формування професійних компетентностей.

Ще однією потенційною слабкою стороною є стиль викладу матеріалу, орієнтований здебільшого на фіксацію визначень і формулювань, а не на активізацію пізнавальної діяльності здобувачів освіти. Для контингенту фахової передвищої освіти це може створювати додаткові труднощі у сприйнятті та засвоєнні матеріалу, оскільки відсутні пояснювальні та коментувальні фрагменти, приклади з реальної практики, візуалізація типових помилок базування, допусків чи недотримання вимог до шорсткості поверхні. Обмежений обсяг ілюстративного матеріалу (якщо він поданий переважно у вигляді схем без розгорнутих пояснень) також знижує дидактичний потенціал видання для нашої цільової аудиторії.

Водночас логіка побудови змісту видання [37] та його техніко-технологічна насиченість роблять його важливим джерелом для проєктування структури нашого навчального посібника «Обладнання для капітального ремонту ДВЗ автомобілів». На основі аналізу цього джерела доцільно зберегти наступні сильні сторони: системність розгляду

технологічних основ, послідовний перехід від загальних понять до конкретних параметрів обробки, ув'язку точності та якості поверхні з експлуатаційними властивостями деталей. Водночас у процесі дидактичного проєктування змісту нашого посібника необхідно компенсувати виявлені недоліки шляхом: розширення ілюстративного матеріалу (фотографії, схеми, інфографіка обладнання), розроблення системи запитань та завдань для самоконтролю, введення практико-орієнтованих кейсів і виробничих ситуацій, а також чіткого пов'язання теоретичного матеріалу з конкретними видами обладнання, що використовується на дільницях капітального ремонту ДВЗ.

Як результат, видання [37] доцільно розглядати як базове теоретичне джерело, на основі якого формуються вихідні дидактичні вимоги до змісту посібника: забезпечення логічної послідовності викладу, системності у формуванні уявлень про технологічний процес ремонту та побудову такої структури тем, яка дозволить інтегрувати технологічні основи з детальним описом обладнання, його призначення, конструкції, принципу дії та правил безпечної експлуатації.

Навчальний посібник [24] є фундаментальним джерелом, у якому комплексно представлено теоретичні та прикладні основи технічної експлуатації поршневих двигунів внутрішнього згоряння. Видання орієнтоване на студентів технічних спеціальностей, що підтверджує його відповідність академічним вимогам до підготовки фахівців паливно-енергетичного та транспортного профілю. У посібнику охоплено широкий спектр питань: тенденції розвитку двигунобудування, основні поняття технічної експлуатації, види і методи технічного обслуговування та ремонту, причини зміни технічного стану вузлів і агрегатів, організаційні аспекти ремонтних робіт, рекомендації щодо попередження зносу, методики монтажу двигунів, особливості їх пуску, прогріву та експлуатації в різних режимах. Матеріал викладено послідовно та логічно, з переходом від загальних

положень до прикладних рекомендацій, що сприяє формуванню цілісного уявлення про експлуатаційний цикл ДВЗ.

Особливо детально у виданні розглянуто питання обслуговування та ремонту окремих деталей і механізмів двигуна: колінчастого валу, втулки циліндра, кришки, поршня, шатуна, підшипників, газорозподільного механізму, паливної апаратури. Для кожного елемента подано характерні дефекти, методи їх виявлення, способи ремонту, технологічні параметри відновлення і складання, що суттєво підсилює практичну цінність посібника. У тексті міститься значна кількість схем, таблиць і алгоритмів операцій, які сприяють кращому засвоєнню матеріалу. Водночас ілюстративний матеріал зосереджено переважно в розділі ремонту деталей, тоді як у теоретичних розділах його використано в мінімальному обсязі.

Разом із тим, незважаючи на високу технічну інформативність, посібник має певні обмеження у контексті підготовки здобувачів фахової передвищої освіти та створення дидактично вивіреного посібника з обладнання для капітального ремонту ДВЗ. Зокрема, автори приділяють недостатньо уваги системному опису технологічного обладнання, необхідного для виконання ремонтних операцій. Окремі пристрої й верстати згадуються лише побіжно, у межах опису процесів дефектації та відновлення деталей, але не подаються цілісно, як об'єкт вивчення. Відсутні узагальнені класифікації обладнання для ремонтних ділянок, не наведено його технічних характеристик, параметрів точності, вимог до безпеки та особливостей організації робочих місць. Таким чином, посібник виступає важливим теоретичним підґрунтям, але не може забезпечити формування цілісних компетентностей у сфері роботи з обладнанням.

Іншим недоліком є відсутність сучасного методичного апарату: у тексті немає виробничих кейсів, проблемних завдань, практико-орієнтованих вправ, покрокових інструкцій, які є необхідними для здобувачів коледжів. Контрольні питання, що містяться наприкінці розділів, виконують лише функцію перевірки знань, але не дозволяють відпрацьовувати практичні

навички. Стиль викладу орієнтований здебільшого на студентів університетів, що ускладнює сприйняття матеріалу студентами фахової передвищої освіти, яким потрібні більш наочні, демонстраційні та прикладні матеріали.

Разом із тим, посібник є цінним джерелом для нашого дослідження, оскільки формує теоретичну основу для розуміння технологічних процесів ремонту двигуна, логіки проведення операцій та значення точності й послідовності робіт. Це дозволяє у власному навчальному посібнику обґрунтувати роль того чи іншого обладнання для капітального ремонту, показати, як технологічні вимоги трансформуються у конструктивні особливості верстатів, пристроїв та стендів. Аналіз цього джерела підкреслює актуальність створення нового, спеціалізованого навчального посібника, який би поєднував технічну, технологічну та дидактичну складові й був адаптований до рівня фахової передвищої освіти.

У навчальному посібнику В. Я. Чабанного «Ремонт автомобілів» [45] обладнання для технічного обслуговування та ремонту розглядається фрагментарно та опосередковано, без систематизованого його опису як самостійного об'єкта вивчення. У тексті зустрічаються згадки про окремі категорії устаткування: засоби механізації навантажувально-розвантажувальних робіт, естакади для зливання робочих рідин, прилади для світлотехнічної перевірки (наприклад, прилад Е-6 для регулювання фар) , мотор-тестери для комплексної діагностики дизельних та карбюраторних двигунів, а також допоміжне вимірювальне обладнання – індикатори, стенди, установки для дефектації. Проте ці згадки мають описовий характер і подаються в межах окремих технологічних операцій, а не як елементи структурованого комплексу ремонтного оснащення.

У посібнику відсутня класифікація обладнання для ремонту двигунів та автомобільних агрегатів, не наведено технічних характеристик верстатів, точнісних параметрів їх роботи, принципів дії спеціальних машин, критеріїв вибору устаткування для конкретних ремонтних процесів, алгоритмів його

використання на відповідних дільницях. Не подано опису розточувальних, хонінгувальних, шліфувальних верстатів, установок для наплавлення й напилення, стендів для перевірки паливної апаратури, обладнання для промивання й очищення деталей, не розглянуто типові планування мотороремонтних дільниць з прив'язкою до конкретного технологічного процесу.

У той час як автор ретельно висвітлює стратегічні аспекти ремонту (організацію ремонтного фонду, приймання, діагностику, дефектацію та технологію відновлення), технічне забезпечення цих операцій залишається в тіні, подане лише як перелік інструментів та приладів без глибокого інженерно-технологічного аналізу. Через це посібник не забезпечує формування компетентностей, пов'язаних із роботою саме з обладнанням, що є критично важливим для підготовки фахівців авторемонтного профілю. Це створює об'єктивну потребу у створенні спеціалізованого навчального посібника, де обладнання для капітального ремонту ДВЗ буде структуровано за видами, функціями й технологічною логікою, доповнено технічними характеристиками, ілюстраціями, схемами, прикладами налаштування, правилами техніки безпеки та практичними завданнями.

Тому аналіз посібника Чабанного підтверджує наукову й практичну актуальність розроблення нового дидактично вивіреного навчального ресурсу, який заповнить прогалини, наявні у традиційних виданнях із ремонту автомобілів.

Навчальний посібник [28] містить систематизований огляд обладнання, яке використовується на підприємствах автотранспортного профілю, і може бути віднесений до джерел, що частково розкривають питання технічного оснащення ремонтних виробництв. У його змісті окреслено значний масив устаткування загального та спеціального призначення, яке застосовується під час технічного обслуговування і ремонту машин, зокрема мийне, діагностичне, піднімально-транспортне, ковальсько-пресове, гаражне та допоміжне технологічне обладнання. Автор приділяє увагу принципам

класифікації обладнання: за технологічним призначенням, видом привода, рівнем механізації та автоматизації, конструктивною складністю, вартісними характеристиками й умовами експлуатації. У тексті подано детальні переліки устаткування, яке належить до різних технологічних груп. Наприклад, ковальсько-пресове обладнання згадується як сукупність механічних і гідравлічних пресів, автоматів, молотів та ножиць, а кранове – класифікується за видом привода та режимом роботи. Окрема увага приділяється гаражному обладнанню, яке описано як різноманітне за конструкцією та призначенням і поділене на групи за технологічними функціями – для мийних робіт, піднімально-транспортних операцій тощо. Значущим є також те, що посібник містить класифікацію засобів механізації та рівнів автоматизації, яка дозволяє розглядати обладнання не лише як окремі машини, а як частину загальної технологічної системи підприємства. Засоби механізації поділяються від ручних до автоматизованих, включно з гнучкими виробничими системами, залежно від того, який обсяг функцій оператора вони замінюють. Для автотранспортних підприємств зазначається максимальний рівень ланковості обладнання (до 4), що відображає реальні технологічні можливості ремонтних дільниць.

Важливим аспектом цього джерела є поділ обладнання на стаціонарне, пересувне і переносне, причому стаціонарне описано як таке, що здебільшого не потребує спеціальних постів і може розміщуватися безпосередньо в дільницях поточного ремонту; наводяться його приклади: стенди для демонтажно-монтажних робіт, ванни для перевірки радіаторів, гідравлічні преси. Значна увага приділена і переносному обладнанню, яке охоплює широкий перелік контрольних приладів, пристроїв та інструментів. У рукописі також докладно висвітлено класифікацію обладнання за вартісними характеристиками та принципи визначення доцільності його ремонту або заміни на нове, що ґрунтується на співвідношенні вартості ремонтних операцій до первинної вартості зразка.

Разом із тим, попри детальний і всебічний перелік обладнання, цей посібник має низку суттєвих обмежень у контексті створення навчального ресурсу саме з обладнання для капітального ремонту ДВЗ. Передусім, він не містить систематизованого переліку спеціальних верстатів для механічної обробки деталей двигуна – розточувальних, хонінгувальних, шліфувальних, вимірювальних комплексів, установок для відновлення поверхонь методом напилення чи наплавлення тощо. Не представлено описів конструкції та принципів дії двигуноремонтних стендів, обладнання для перевірки паливної апаратури, балансувальних машин, установок для промивання деталей та багато іншого устаткування, критично важливого саме для мотороремонтного виробництва. Фактично, подається широка картина загального технічного оснащення підприємств, проте відсутня вузька спеціалізація, необхідна для формування компетентностей майбутніх фахівців, які працюватимуть з капітальним ремонтом двигунів. Дидактичні можливості цього посібника також обмежені: у ньому немає ілюстрацій, структурованих схем, алгоритмів використання обладнання, вимог техніки безпеки, інструкцій з налаштування та регулювання, а також практичних завдань, які необхідні для розроблення сучасного навчального посібника.

Таким чином, аналіз змісту цього джерела дозволяє зробити висновок, що воно представляє широке, але недостатньо спеціалізоване охоплення питань обладнання, орієнтованого на загальне технічне обслуговування і ремонт автотранспортних засобів. Його зміст є корисним як теоретична основа для систематики технологічних засобів, проте він не задовольняє дидактичних вимог до спеціалізованого навчального посібника з «Обладнання для капітального ремонту ДВЗ автомобілів», що підтверджує необхідність розроблення нового, науково обґрунтованого й практично орієнтованого дидактичного продукту.

Навчальний посібник А. В. Тригуба «Технологічне обладнання для технічного обслуговування і ремонту автомобілів» [43] є змістовним і систематизованим навчально-методичним ресурсом, у якому висвітлено

широкий комплекс обладнання, що застосовується на станціях технічного обслуговування й у підрозділах поточного ремонту автомобілів. У вступних розділах автор формулює мету посібника як забезпечення студентів необхідними теоретичними знаннями про класифікацію, конструкцію, функціональне призначення й принципи роботи технологічного обладнання, що використовується у процесах діагностування, технічного обслуговування та усунення типових несправностей автомобілів [43, с. 3]. Виклад матеріалу здійснено у традиційній інженерній логіці: від основ класифікації обладнання – до аналізу конструкцій і прикладів практичного застосування. Значне місце в посібнику займає опис підйомно-транспортних засобів (крани, домкрати, підйомники), мийних установок, обладнання для обслуговування ходової частини та гальмових систем, а також пристроїв для шиномонтажу, балансування, регулювання кутів установа коліс, обслуговування акумуляторних батарей та мастильних систем. Окремі конструктивні схеми та фотографії обладнання подано у вигляді креслень і рисунків, які доповнюють текст і допомагають краще зрозуміти механізми роботи приладів [43, с. 47]. Разом із тим, матеріал орієнтований насамперед на підтримку базового рівня підготовки студентів у сфері СТО і не охоплює спеціалізованого високоточного обладнання, що використовується під час капітального ремонту двигунів внутрішнього згорання. У посібнику практично відсутня інформація про розточувальні, хонінгувальні, шліфувальні верстати, пристрої для ремонту головок блоків, установки для шліфування колінчастих валів, стенди для перевірки форсунок і паливних насосів високого тиску, обладнання для відновлення поверхонь (напр. наплавлення, газотермічне напилення) та вимірювальні комплекси, необхідні саме в мотороремонтному виробництві. Автор обмежується технікою рівня технічного обслуговування, що підтверджується структурою тем і відсутністю розділів, присвячених обробці деталей ДВЗ. Дидактичний апарат посібника представлений мінімально: у кінці розділів подано контрольні запитання, але відсутні практичні кейси, покрокові технологічні інструкції,

робочі карти, завдання на підбір обладнання до технологічних процесів, що обмежує використання посібника у компетентнісно орієнтованому навчанні здобувачів фахової передвищої освіти. Попри це, посібник є цінним як джерело систематизації базового обладнання СТО, розкриває принципи класифікації, типологію та конструктивні ознаки загального технологічного оснащення, що може бути використане як вихідна теоретична база при проектуванні змісту нового навчального посібника. Аналіз цього джерела демонструє, що типові навчальні матеріали з технологічного обладнання не охоплюють сферу капітального ремонту двигунів внутрішнього згорання, а отже, підтверджують актуальність, необхідність та логічну обґрунтованість створення спеціалізованого навчального посібника саме з обладнання для капремонтів ДВЗ.

С. О. Сисоєва підкреслює, що в професійній освіті особливо важливим є практична спрямованість навчальних матеріалів [38]. Тому майбутній посібник має не лише узагальнювати науково-технічні дані, а й забезпечувати можливість практичного застосування здобутих знань.

Отже, проведений аналіз літературних джерел [37, 24, 45, 28, 43] дає підстави стверджувати, що наявні підручники та навчальні посібники з технології ремонту автомобілів, експлуатації ДВЗ і технологічного обладнання забезпечують достатньо глибоке розкриття загальнотехнологічних основ ремонтного виробництва, будови й дефектології агрегатів, а також базових уявлень про обладнання для технічного обслуговування та поточного ремонту. Водночас у них відсутній цілісний, систематизований і дидактично опрацьований опис саме обладнання для капітального ремонту двигунів внутрішнього згорання: немає описів верстатів і стендів, їх узгодження з етапами технологічного процесу капремонтів, розкриття конструктивних і експлуатаційних особливостей устаткування, вимог до точності та безпеки його використання, а також методичного апарату, адаптованого до потреб здобувачів фахової передвищої освіти. Ці прогалини об'єктивно обґрунтовують необхідність

дидактичного проектування нового навчального посібника «Обладнання для капітального ремонту ДВЗ автомобілів», у якому технологічний, технічний і методичний компоненти будуть інтегровані в єдину структурно-логічну модель, спрямовану на формування фахових компетентностей.

## 1.2 Розроблення цілей та результатів навчальної діяльності за темою навчального посібника

У процесі дидактичного проектування змісту навчального посібника «Обладнання для капітального ремонту ДВЗ автомобілів» першочерговим завданням є визначення дидактичних цілей, адже саме вони задають логіку побудови освітнього процесу та формують орієнтири для результатів навчання. Дидактичні цілі в цьому контексті розглядаються як чітко сформульовані очікування щодо того, які знання, уміння, навички та професійні цінності має набути здобувач фахової передвищої освіти після опанування матеріалу. Вони мають бути конкретними, зрозумілими, вимірюваними та прив'язаними до реальних професійних завдань, що виконуються на мотороремонтних дільницях та підприємствах автомобільного сервісу. Основні характеристики дидактичних цілей доцільно подати у вигляді схеми, яка відобразить їхню логічність, реалістичність, орієнтацію на професійні компетентності та відповідність сучасним умовам функціонування авторемонтної галузі.

Формування цілей і результатів навчальної діяльності ґрунтується на компетентнісному підході, що набув широкого поширення у вищій та професійній освіті. Як зазначає В. П. Андрущенко, результати навчання повинні адекватно відобразити очікуваний рівень сформованості професійних умінь і забезпечувати цілісність освітнього процесу [2]. М. М. Фіцула наголошує, що результати навчання конкретизують зміст освіти та

визначають орієнтири для побудови навчальних програм і посібників [44]. Це обумовлює потребу у чіткому визначенні того, які знання та вміння здобувач має отримати при опрацюванні кожної теми. Для точного визначення навчальних результатів доцільним є опора на усталені педагогічні категорії, визначені С.У. Гончаренком у «Педагогічному словнику», зокрема поняття «компетентність», «навчальна мета», «зміст освіти» [13].

Формування дидактичних цілей навчального посібника «Обладнання для капітального ремонту ДВЗ автомобілів» передбачає врахування трьох ключових напрямів: когнітивного, психомоторного та емоційно-ціннісного. У межах когнітивного напрямку йдеться про засвоєння класифікації верстатів і стендів, розуміння принципів їх роботи, технічних характеристик та технологічного призначення. Психомоторний напрям охоплює формування практичних умінь: здатність здійснювати базування та установлення деталей на верстатах, виконувати налаштування режимів обробки, застосовувати вимірювальні інструменти для контролю точності, а також виконувати роботу з дотриманням техніки безпеки. Афективний компонент спрямований на виховання відповідального ставлення до високоточного обладнання, дисциплінованості, культури праці та дотримання технологічної дисципліни.

Дидактичні цілі навчання – це чітко окреслені орієнтири, які визначають, яких результатів має бути досягнуто у процесі засвоєння навчального матеріалу. Вони описують очікуваний освітній результат, що охоплює систему знань, умінь, навичок і компетентностей, яких повинні набути здобувачі освіти. Узагальнені характеристики дидактичних цілей подано на рисунку 1:

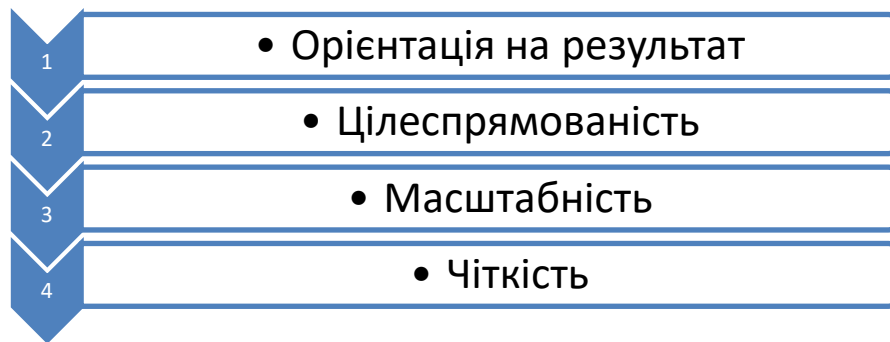


Рисунок 1 – Основні характеристики дидактичних цілей

Цілепокладання у межах навчального посібника потребує попереднього аналізу професійних потреб здобувачів, умов навчання та вимог ринку праці. Загальна мета теми формулюється як набуття здобувачами системних знань і практичних умінь щодо будови, призначення, принципу роботи та безпечної експлуатації обладнання, що використовується для капітального ремонту ДВЗ автомобілів. Ця мета деталізується у часткових цілях, які стосуються окремих груп обладнання – розточувальних, хонінгувальних, шліфувальних верстатів, стендів для перевірки паливної апаратури, машин для ремонту головок блоків, балансувального обладнання тощо. Така деталізація дозволяє поєднати теоретичну підготовку з практичною складовою, формуючи цілі різного рівня складності відповідно до логіки професійної діяльності.

У межах визначення оперативних цілей окреслюються конкретні завдання окремих занять, наприклад: навчити здобувачів користуватися паспортом верстата для визначення режимів різання; відпрацювати навички налаштування верстата перед виконанням операції; сформувати вміння здійснювати інструментальний контроль якості оброблених поверхонь; сформувати навички дотримання вимог інструкцій з техніки безпеки. Ефективне цілепокладання ґрунтується на принципах науковості, наступності, доступності, практичної спрямованості, компетентнісного підходу та інтеграції теоретичного матеріалу з практичними діями на обладнанні.

Після визначення дидактичних цілей формуються результати навчання. Згідно із Законом України «Про вищу освіту», результати навчання – це знання, уміння, навички та інші компетентності, яких здобувач набуває у процесі навчання та які можуть бути оцінені й виміряні. Результати навчання з теми «Обладнання для капітального ремонту ДВЗ автомобілів» мають бути орієнтованими на здобувача, чіткими, конкретними та відповідати вимогам фахової передвищої освіти. До складу таких результатів входять: засвоєння теоретичних знань про будову, класифікацію та принципи роботи обладнання; сформовані практичні уміння добирати обладнання для конкретних технологічних операцій, здійснювати його базове налаштування, контролювати точність обробки; а також професійно-ціннісні якості, пов'язані з відповідальним ставленням до праці та дотриманням вимог охорони праці.

Узагальнена структура результатів навчання включає три взаємопов'язані блоки: когнітивний (знання), операційно-діяльнісний (уміння) та ціннісно-мотиваційний (ставлення). Для забезпечення якості освіти результати навчання мають бути сформульовані конкретно, об'єктивно, реалістично й відповідно до сучасних технологічних вимог мотороремонтного виробництва. Саме така логіка формування дидактичних цілей і результатів навчання створює цілісну методичну основу для подальшого проектування змісту навчального посібника «Обладнання для капітального ремонту ДВЗ автомобілів» та забезпечує відповідність освітнього процесу потребам фахової передвищої освіти й професійних стандартів галузі.

Діяльність Відокремленого структурного підрозділу «Хмельницький політехнічний фаховий коледж Національного університету «Львівська політехніка» здійснюється відповідно до положень Законів України «Про освіту», «Про фахову передвищу освіту» та «Про вищу освіту», а також до стандарту фахової передвищої освіти за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт». Освітньо-професійна програма коледжу спрямована на

підготовку фахових молодших бакалаврів, здатних виконувати технічні, організаційні та діагностичні завдання у сфері експлуатації, ремонту та обслуговування автомобілів. Основою програми є компетентнісний підхід, який передбачає інтеграцію знань, умінь і практичного досвіду. Саме на цій основі ґрунтується тема кваліфікаційної роботи «Дидактичне проєктування змісту навчального посібника “Обладнання для капітального ремонту ДВЗ автомобілів”», у якій акумульовано результати опанування освітніх компонентів програми.

Освітній процес у коледжі спрямований на формування інтегральної компетентності – здатності вирішувати типові спеціалізовані завдання у сфері автомобільного транспорту, використовуючи знання з фундаментальних, прикладних і технічних наук. У процесі підготовки здобувачі освіти набувають здатності до аналізу технічного стану автомобіля, вибору технологічного обладнання, планування технологічних процесів ремонту й контролю якості виконуваних робіт. У межах кваліфікаційної роботи ці знання й уміння реалізуються через створення посібника, що систематизує відомості про конструкцію, принципи дії та технічні характеристики обладнання, яке використовується при капітальному ремонті двигунів внутрішнього згоряння.

Зміст освітніх компонентів програми пов’язаний між собою і безпосередньо впливає на структуру та наповнення навчального посібника. Так, навчальна дисципліна «Теорія колісних машин» забезпечує теоретичний фундамент для розуміння фізичних процесів, що відбуваються у двигунах, трансмісії, ходовій частині автомобіля. Вона формує загальні компетентності ЗК1 – здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях, ЗК5 – знання предметної області, а також спеціальні компетентності СК7 – застосування положень фундаментальних наук і СК9 – розв’язання технічних задач, пов’язаних із конструюванням механізмів. Ці знання використовуються у посібнику для опису принципів роботи обладнання, що забезпечує шліфування, розточування, хонінгування та балансування деталей ДВЗ.

Завдяки розумінню кінематики і динаміки вузлів студент здатен обґрунтувати вибір верстатів і пристроїв з урахуванням силових параметрів і режимів роботи.

Навчальна дисципліна «Основи технології ремонту автомобілів» безпосередньо пов'язана з темою посібника, адже вона формує практичні знання про технологічні процеси відновлення деталей, дефектацію, складання та випробування агрегатів. Тут розвиваються компетентності СК2 – планування і організація виробничого процесу, СК8 – експлуатація устаткування та здійснення технологічних операцій, СК10 – дотримання вимог охорони праці, СК11 – забезпечення якості робіт. У межах посібника результати навчання з цієї дисципліни реалізуються через опис типових операцій капітального ремонту: обробку блоків циліндрів, відновлення шатунів і підшипників, шліфування колінчастих валів, перевірку герметичності камер згоряння. Кожен технологічний процес супроводжується описом обладнання, його параметрів і рекомендаціями щодо безпечної експлуатації.

Навчальна дисципліна «Електричне та електронне обладнання автомобілів» забезпечує розуміння принципів роботи електричних і електронних систем транспортних засобів, формує здатність працювати з діагностичними приладами. Студенти набувають компетентностей ЗК4 – використання ІКТ, ЗК8 – командна взаємодія, а також СК6 – здійснення комунікацій у професійній сфері та СК7 – застосування прикладних наук у діагностиці. Ці компетентності відображаються у розділах посібника, де описано електронні стенди, осцилографи, мультиметри, тестери, прилади для перевірки систем запалювання, живлення й електронних блоків керування. Відповідні знання допомагають описати структуру електричної частини обладнання, алгоритми вимірювання, способи контролю й усунення несправностей.

Навчальна дисципліна «Використання експлуатаційних матеріалів та економія паливно-мастильних ресурсів» формує розуміння властивостей і

застосування мастильних, паливних, охолоджувальних матеріалів. Здобувачі розвивають компетентності ЗК2 – дотримання моральних та екологічних цінностей, ЗК4 – уміння працювати з технічною інформацією, а також СК8 – експлуатація устаткування з урахуванням технологічних параметрів та СК10 – забезпечення безпеки життєдіяльності й екологічної безпеки. У посібнику ці знання втілюються через розділи, що описують вимоги до вибору мастильних матеріалів для шліфувальних верстатів, паст для притирки клапанів, охолоджувальних емульсій для обробки металів. Окремо подано рекомендації щодо економії ресурсів, повторного використання технологічних рідин і безпечної утилізації відходів, що відповідає принципам сталого розвитку.

Навчальна дисципліна «Інженерна та комп'ютерна графіка» забезпечує формування навичок створення креслень, схем і 3D-моделей, що мають практичне застосування у процесі створення посібника. Дисципліна формує компетентності ЗК3 – володіння державною мовою у професійній сфері, ЗК4 – використання інформаційних технологій, СК7 – застосування методів прикладних наук у графічному проєктуванні, СК9 – розв'язання задач конструювання. Отримані знання використовуються для створення графічного матеріалу до посібника: зображень ремонтних стендів, схем розміщення обладнання, конструкцій затискних пристроїв, технічних креслень вузлів і деталей. Графічні зображення забезпечують наочність та методичну цінність матеріалу, роблять посібник придатним для використання на лабораторних і практичних заняттях.

Навчальна дисципліна «Технічна механіка» формує аналітичне мислення і навички розрахунку силових параметрів, напружень, навантажень, необхідних для вибору обладнання. Студенти здобувають компетентності ЗК1 – застосування знань у практичних ситуаціях, СК7 – використання фундаментальних наук для аналізу технічних систем, СК9 – розрахунок навантажень і міцності деталей. У посібнику ці знання відображено в розрахунках оптимальних зусиль при затисканні деталей у

пристроях, моментів затяжки кріпильних елементів, виборі потужності електродвигунів стендів і верстатів. Такі приклади дозволяють поєднати теорію з практикою, демонструючи наукову обґрунтованість технологічних рішень.

Навчальна дисципліна «Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання» є методологічною основою забезпечення точності та якості. Вона формує компетентності СК11 – оцінювання якості виконуваних робіт, СК12 – розуміння стандартів галузі. Ці знання реалізовані у посібнику через таблиці допусків, посадок і шорсткості поверхонь, схеми контролю геометрії деталей, опис вимірювальних приладів – мікрометрів, індикаторів, нутромірів, які застосовуються при капітальному ремонті ДВЗ. Такі дані забезпечують зв'язок між навчальною теорією і практикою ремонту, формуючи в здобувача здатність до технічного контролю.

Під час виробничої та переддипломної практики здобувачі освіти закріплюють компетентності, набуті у процесі теоретичної підготовки, і безпосередньо працюють із реальним обладнанням – верстатами для обробки блоків циліндрів, шліфувальними та хонінгувальними машинами, стендами для перевірки паливної апаратури, компресометрами, тестерами. Отримані знання та досвід студенти узагальнюють у посібнику, описуючи конструкції, принципи дії, технічні характеристики й умови безпечної експлуатації цих пристроїв. Таким чином, практичні компоненти навчання стають основою для створення реалістичного і науково обґрунтованого навчально-методичного продукту.

Отже, кожна навчальна дисципліна освітньо-професійної програми формує певний спектр компетентностей, які у своїй сукупності забезпечують професійну готовність фахівця до технічної, організаційної й аналітичної діяльності. Ці компетентності знаходять практичне відображення у навчальному посібнику «Обладнання для капітального ремонту ДВЗ автомобілів», який узагальнює теоретичні знання, практичні навички та графічні матеріали, демонструє здатність здобувача інтегрувати отримані

результати навчання у цілісну дидактичну систему. Створення такого посібника є підсумковим проявом сформованої професійної компетентності, свідченням готовності майбутнього фахівця до самостійної діяльності та подальшого професійного зростання. Науковці виділяють три основні рівні сформованості дидактичних цілей, схематично це показано на рисунку 2:

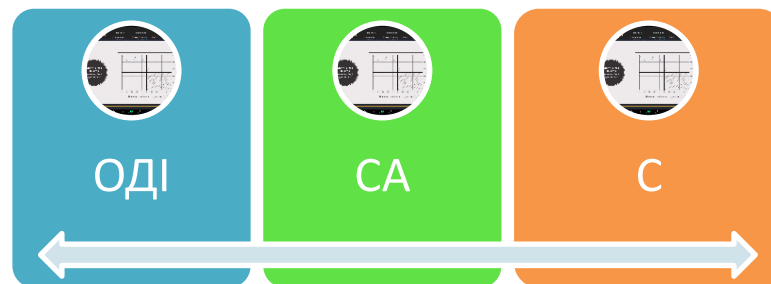


Рисунок 2 – Рівні сформованості дидактичних цілей

Розглянемо детальніше рівні сформованості дидактичних цілей.

Перший рівень – ОДІ, тобто виконання дій на основі опори на джерело інформації. На цьому етапі здобувач може виконувати завдання лише під керівництвом викладача або за чітко прописаною інструкцією.

Другий рівень – С, що передбачає самостійне виконання дій. Студент уже не потребує детальних підказок чи покрокових алгоритмів і здатний працювати без інструкцій.

Третій рівень – СА, самостійна робота в автоматизованому режимі. Уміння і навички на цьому етапі доведені до автоматизму, дії виконуються впевнено, без значних інтелектуальних зусиль і без необхідності звернення до зовнішніх орієнтирів.

Формування такої градації рівнів ґрунтується на аналітико-синтетичній діяльності здобувача: навчальний матеріал розкладається на окремі смислові елементи, осмислюється, порівнюється з раніше засвоєними знаннями, після чого інтегрується в цілісну систему.

Спираючись на аналіз нормативних документів та вимог до організації освітнього процесу у закладах фахової передвищої освіти, можна виокремити узагальнені результати навчальної діяльності здобувачів за темою «Обладнання для капітального ремонту ДВЗ автомобілів». Їх систематизовано у таблиці 1.

Таблиця 1 – Результати навчання з теми «Обладнання для ремонту ДВЗ автомобілів»

Дидактична ціль	Бажаний рівень сформованості дій	Дидактичні навчальні задачі
1	2	3
Уміти:		Знати:
- Будувати технологічний процес капітального ремонту ДВЗ	С	– основні етапи технологічного процесу капремонту; – послідовність операцій обробки та відновлення деталей; – призначення та місце використання обладнання в кожному етапі.
- Виконувати основні операції роботи на обладнанні для ремонту двигунів	С	– правила налаштування та підготовки обладнання до роботи; – принципи роботи розточувальних, хонінгувальних, шліфувальних та інших верстатів; – вимоги до точності та якості обробки поверхонь.
- Здійснювати корегування технологічних параметрів ремонту залежно від технічного стану деталей	С	– методики визначення стану деталей ДВЗ; – нормативні значення параметрів (овальність, конусність, шорсткість тощо); – чинники, що впливають на вибір режимів обробки.
- Добирати оптимальні способи відновлення деталей та вибирати відповідне обладнання	С	– класифікацію несправностей деталей ДВЗ; – технологічні можливості обладнання для капремонту; – техніко-економічні критерії вибору способу ремонту (розточування, наплавлення, хонінгування, полірування тощо).
- Дотримуватися вимог охорони праці та безпечної експлуатації обладнання	СА	– правила безпечної роботи на високоточному обладнанні; – вимоги до організації робочого місця; – типові ризики і методи їх попередження.

Таким чином визначено, що під час дидактичного проєктування змісту навчального посібника «Обладнання для капітального ремонту ДВЗ автомобілів» обов'язковим є чітке формулювання цілей і результатів навчання, орієнтованих на реальні професійні завдання. Сформовані цілі охоплюють когнітивний, психомоторний та емоційно-ціннісний компоненти, що забезпечує не лише засвоєння теоретичних знань про будову, класифікацію та принципи роботи обладнання. Узгодження цілей із законодавчими вимогами та стандартами фахової передвищої освіти, а також із компетентнісною логікою освітньо-професійної програми коледжу дало змогу забезпечити наступність між навчальними дисциплінами та їх проєкцію на зміст посібника.

Аналіз освітніх компонентів показав, що кожна дисципліна робить внесок у формування інтегральної, загальних і фахових компетентностей майбутнього фахівця з автомобільного транспорту, які конкретизуються у результатах навчання за темою «Обладнання для капітального ремонту ДВЗ автомобілів» і відображені у відповідній таблиці.

### 1.3 Компонування інформаційного поля та формування дидактичних одиниць навчального матеріалу

Навчання розглядається як цілеспрямований процес опрацювання інформації, у результаті якого здобувач оволодіває необхідними професійними знаннями, уміннями та навичками. Ефективність цього процесу значною мірою залежить від активності студента, що проявляється у здатності самостійно шукати, сприймати, аналізувати та відтворювати інформацію.

Компонування інформаційного поля навчального посібника має відбуватися відповідно до дидактичних принципів відбору змісту [29].

Р.С. Гуревич підкреслює, що структура матеріалу повинна забезпечувати логічну послідовність пізнавальних дій та інтеграцію теоретичних і практичних компонентів [14]. І. М. Дичківська підкреслює, що сучасні навчальні матеріали мають інтегрувати інноваційні форми подання інформації (схеми, таблиці, інфографіку та інші візуальні структури) [15].

Одним із фундаментальних принципів дидактики є послідовність подання матеріалу «від простого до складного». Це потребує продуманої побудови комунікації між викладачем і здобувачем освіти, що забезпечує логічність викладу та сприяє поступовому формуванню знань. Кожна навчальна дисципліна має власну систему понять та характерні способи мислення, тому надзвичайно важливо коректно структурувати зміст, виокремлюючи його у дидактичні одиниці.

У педагогічній теорії усталилися класичні принципи дидактики: науковість, доступність, системність, проблемність, наочність, міцність засвоєння знань та інші. Зокрема, принципи науковості й доступності взаємодоповнюють один одного, адже забезпечують баланс між складністю матеріалу та можливостями його сприйняття здобувачами. Надмірна абстрактність або перевантаженість фактами робить навчальний матеріал педагогічно неефективним.

Принцип наочності передбачає подання інформації у формах, що полегшують її сприйняття через візуальні схеми, ілюстрації, аудіовізуальні матеріали чи інші сенсорні засоби. Завдяки цьому підвищується рівень розуміння та закріплення знань.

Під час формування дидактичних одиниць у межах теми слід спиратися на попередні знання здобувачів, поступово ускладнюючи зміст і переводячи навчання на вищі рівні пізнавальної діяльності. У науково-педагогічній літературі дидактична одиниця визначається як змістово завершений елемент навчального матеріалу – поняття, правило, явище, закономірність або інший теоретичний компонент, що може вивчатися окремо.

Сучасні дослідження підкреслюють важливість концептуального підходу до формування освітнього середовища, яке орієнтоване на використання інноваційних інформаційних ресурсів, інтегрованих баз даних, цифрових платформ та технологій. Таке середовище відповідає актуальним тенденціям глобальної освіти та забезпечує нові можливості для організації навчального процесу, зокрема у професійно-технічній і фаховій передвищій освіті.

На основі здійсненого аналізу наукових, навчальних і методичних джерел, у яких висвітлено питання обладнання для ремонту автомобілів [37, 24, 45, 28, 43], а також спираючись на результати, узагальнені в таблиці 1, можна визначити коло дидактичних одиниць, що становлять змістову основу вивчення відповідної теми. Ці дидактичні одиниці охоплюють ключові поняття, технологічні операції, теоретичні положення та практичні аспекти, засвоєння яких є необхідним для формування професійних компетентностей здобувачів освіти:

ДО1. Обладнання для мийки та первинної підготовки двигунів до капітального ремонту.

ДО2. Підйомно-транспортне обладнання для демонтажу та переміщення.

ДО3 Обладнання для розбирання.

ДО4. Обладнання для дефектації деталей.

ДО5. Вимірювальне обладнання.

ДО6. Обладнання для сортування, комплектування та маркування деталей.

ДО7. Обладнання для механічної обробки та пластичного деформування.

ДО8. Зварювальне обладнання

ДО9. Обладнання для наплавлення та нанесення ремонтних шарів.

ДО10. Обладнання для металізації (напилення) та гальванічних покриттів деталей.

ДО11. Обладнання для складання двигунів після ремонту.

ДО12. Обладнання для припрацювання та обкатки двигунів.

ДО13. Випробувальне та діагностичне обладнання.

Зміст дидактичних одиниць наведено у додатку Б.

Таким чином, нами було систематизовано та узагальнено зміст дидактичних одиниць електронного посібника «Обладнання для капітального ремонту ДВЗ автомобілів». З метою формування цілісного інформаційного поля теми пропонується виділити тринадцять взаємопов'язаних дидактичних одиниць, які в сукупності забезпечують повне та послідовне розкриття змісту посібника. Така структура дає можливість охопити як теоретичні засади технологічних процесів ремонту, так і практичні аспекти будови, призначення та експлуатації спеціалізованого обладнання, що відповідає вимогам професійної підготовки здобувачів фахової передвищої освіти.

#### 1.4 Побудова структурно-сміслової моделі та визначення логічної послідовності викладу навчального матеріалу

Структурування навчального матеріалу з теми «Обладнання для ремонту ДВЗ автомобілів» здійснюємо за допомогою графоаналітичного підходу, який дає змогу логічно впорядкувати ключові елементи змісту.

Логічна структура навчального посібника має ґрунтуватися на принципах цілісності й наступності. З. І. Слєпкань визначає структурування змісту як основний механізм організації навчального процесу, що забезпечує системність засвоєння [39]. В. І. Бондар зазначає, що правильний добір і структуризація навчального матеріалу є ключовими умовами ефективності навчання [5].

По-перше, визначається повний перелік базових понять, що утворюють змістове поле теми. Для теми «Обладнання для ремонту ДВЗ автомобілів»

виокремлено 13 дидактичних одиниць, які становлять основу її інформаційної структури. Процес побудови структурно-сислової моделі передбачає кілька послідовних кроків.

По-друге, формується візуалізована система взаємозв'язків між цими поняттями. Графічна модель демонструє логіку переходів, підпорядкованість і змістові зв'язки між елементами теми «Обладнання для ремонту ДВЗ автомобілів», що відображено на рисунку 3.

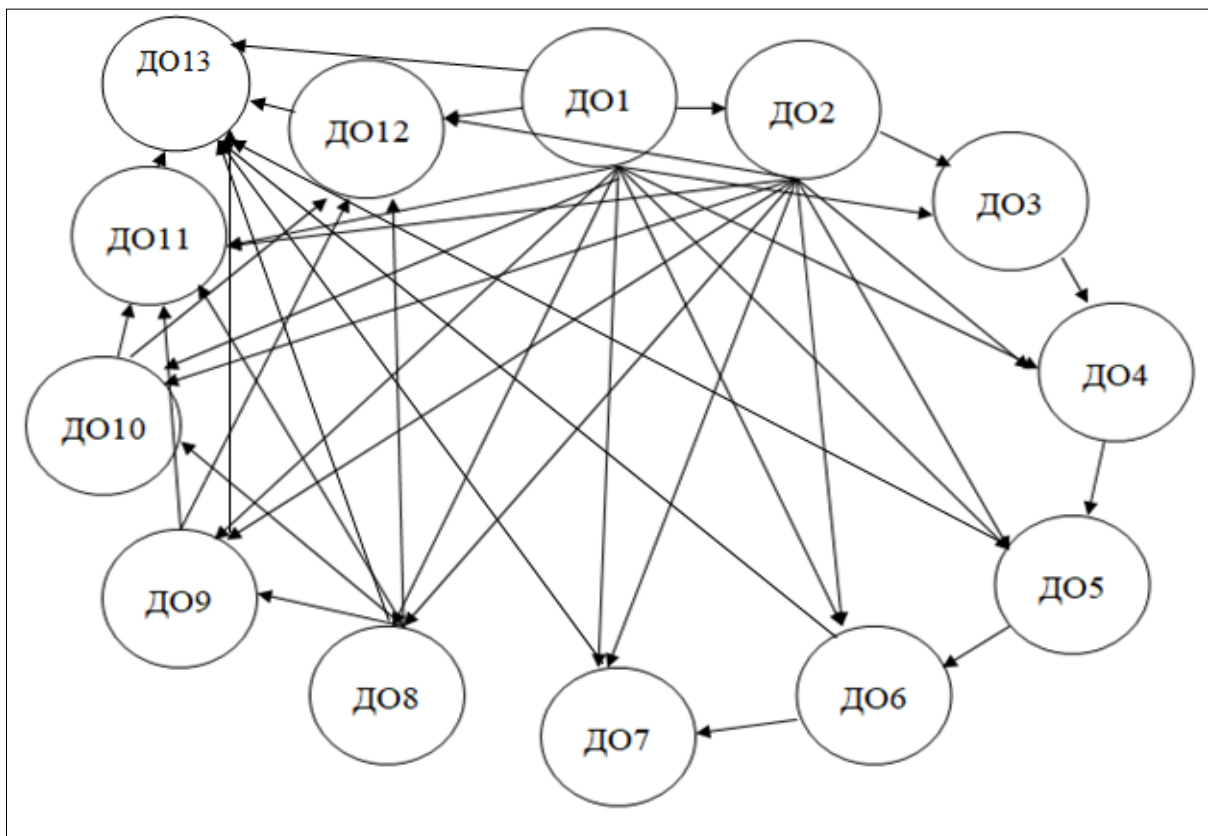


Рисунок 3 – Граф взаємозв'язків між дидактичними одиницями

На цьому етапі здійснюється структурний аналіз побудованого графа з метою ідентифікації двох типів елементів:

- а) ізольованих дидактичних одиниць, які не пов'язані з іншими поняттями ані вхідними, ані вихідними зв'язками,
- б) циклічних фрагментів структури, у яких окремі компоненти взаємно зумовлюють одна одну.

У межах досліджуваної теми такі елементи не виявлено: жодна дидактична одиниця не є самостійною, а замкнені цикли відсутні. Це свідчить про логічну узгодженість, цілісність та несуперечливість структури навчального матеріалу.

У зв'язку з цим переходимо до наступної процедури – формування матриці зв'язків між основними дидактичними одиницями. Для даної теми її розмір становить  $13 \times 13$  елементів, що дає можливість формалізувати взаємозв'язки між складовими навчального змісту та визначити ступінь їхньої взаємодії.

Заповнення елементів матриці здійснюється за таким принципом: якщо дидактична одиниця ДО1 передує у вивченні та забезпечує засвоєння дидактичної одиниці ДО2, у відповідній клітині – на перетині першого рядка та другого стовпця – проставляється «1». Якщо ж між цими елементами немає змістової залежності, записується «0».

Матрицю зв'язків між дидактичними одиницями навчального матеріалу посібника «Обладнання для ремонту ДВЗ автомобілів» наведено у таблиці 2.

Підрахунок кількості одиниць у кожному рядку та стовпці дозволяє визначити число вихідних та вхідних зв'язків кожної дидактичної одиниці. Ці значення формують два допоміжні вектори:  $W_a$  (вектор рядків), що відображає вихідні зв'язки, та  $W_c$  (вектор стовпців), який представляє вхідні зв'язки.

Таблиця 2 – Матриця зв'язків між дидактичними одиницями навчального матеріалу посібника «Обладнання для ремонту ДВЗ автомобілів»

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	$w_h$
1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
2			1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
3				1										
4					1									
5						1							1	
6							1						1	
7													1	
8									1	1	1	1	1	
9											1	1	1	
10											1	1		
11														
12													1	
13														
$w_{a0}$	0	1	2	3	3	3	3	2	3	3	5	5	7	Шар 0
$w_{a1}$		0	1	2	2	2	2	1	2	2	4	4	6	Шар 1
$w_{a2}$			0	1	1	1	1	0	1	1	3	3	6	Шар 2
$w_{a3}$				0	1	1	1		0	0	2	2	5	Шар 3
$w_{a4}$					0	1	1				0	0	4	Шар 4
$w_{a5}$						0	1						2	Шар 5
$w_{a6}$							0						1	Шар 6
$w_{a7}$													0	Шар 7

Ключовим етапом подальшої структуризації є шарове розгортання вектора  $W_a$ . Для цього здійснюється поділ вектора на послідовні групи – шари, кожен з яких позначається  $V(n)$ , де  $n$  відповідає номеру шару.

Нульовий шар формує вектор  $V(0)$ . До нього включаються ті дидактичні одиниці, для яких значення у відповідних стовпчиках матриці дорівнює нулю, тобто елементи, що не мають вхідних зв'язків і можуть вивчатися першочергово. У нашому випадку початковою ланкою виступає ДО1.

Таким чином, принцип заповнення матриці можна узагальнити так: якщо дидактична одиниця А потребує попереднього вивчення дидактичної одиниці В, у клітині на перетині відповідного рядка й стовпця проставляється «1»; за відсутності змістової залежності записується «0».

$$Wa_1 = Wa_0 - Wc_1, \quad (1.1)$$

де  $Wa_1$  – допоміжний вектор для побудови першого шару;

$Wc_1$  – вектор, який дорівнює відповідно першому рядку матриці (номер рядка відповідає номеру нульового елемента вектора  $Wa$ ).

Аналогічно до попереднього кроку формується перший змістовий шар, у який включаються ті дидактичні одиниці, індекси яких відповідають стовпцям матриці зі значенням вектора  $Wa_1$ , що дорівнює нулю. Іншими словами, до вектора  $V(1)$  потрапляють елементи, для яких відсутні додаткові вхідні залежності після вилучення нульового шару. У нашому випадку це ДО2.

Для подальшого структурування змісту здійснюється поетапне розкладання вектора  $Wa$  на наступні шари. На кожному етапі застосовується відома формула алгоритму шарового упорядкування, що дозволяє визначити групи дидактичних одиниць, вивчення яких може бути здійснене послідовно після засвоєння попереднього шару.

$$Wa_2 = Wa_1 - Wc_2;$$

$$Wa_3 = Wa_2 - Wc_3 - Wc_8;$$

$$Wa_4 = Wa_3 - Wc_4 - Wc_9 - Wc_{10};$$

$$Wa_5 = Wa_4 - Wc_5 - Wc_{11} - Wc_{12};$$

$$Wa_6 = Wa_5 - Wc_6;$$

$$Wa_7 = Wa_6 - Wc_7.$$

Виконана вище робота дозволяє розбити всю множину дидактичних одиниць на 8 шарів:

$$\text{Шар 0 : } W(0) = \text{ДО 1};$$

$$\text{Шар 1 : } W(1) = \text{ДО 2};$$

$$\text{Шар 2 : } W(2) = \text{ДО 3, ДО 8};$$

$$\text{Шар 3 : } W(3) = \text{ДО 4, ДО 9, ДО 10};$$

Шар 4 :  $W(4) = \text{ДО 5, ДО 11, ДО 12}$ ;

Шар 5 :  $W(5) = \text{ДО 6}$ ;

Шар 6 :  $W(6) = \text{ДО 7}$ .

Шар 7 :  $W(7) = \text{ДО 13}$ .

На основі отриманих результатів побудовано структурно-сміслову модель тексту підручника (рисунок 4).

Аналіз побудованої структурно-сміслової моделі дає змогу визначити раціональну та методично обґрунтовану черговість подання навчального матеріалу.

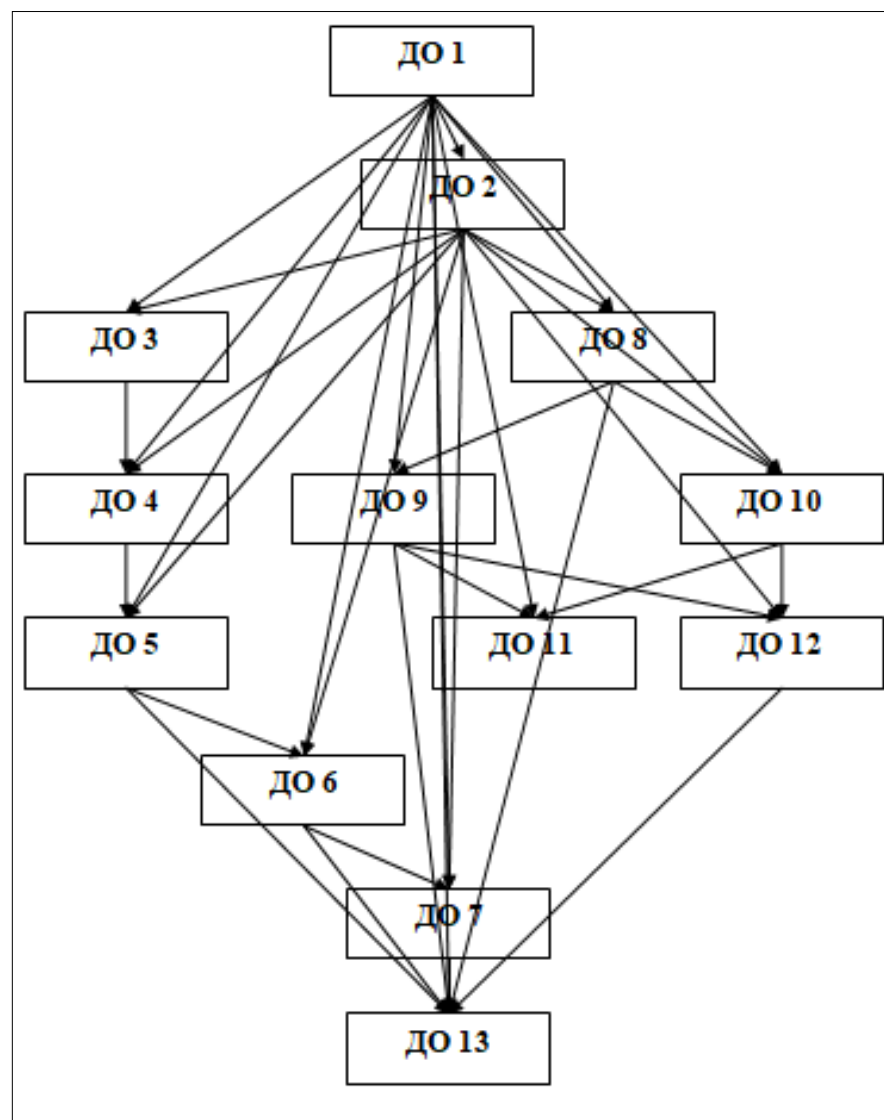


Рисунок 4 – Структурно-сміслова модель основного тексту навчального посібника «Обладнання для капітального ремонту ДВЗ автомобілів»

На основі встановлених міжпонятійних зв'язків формується оптимізований порядок опрацювання дидактичних одиниць, що забезпечує послідовне ускладнення змісту та логічний перехід від базових понять до більш комплексних. Візуалізовану структуру такої послідовності представлено на рисунку 5.

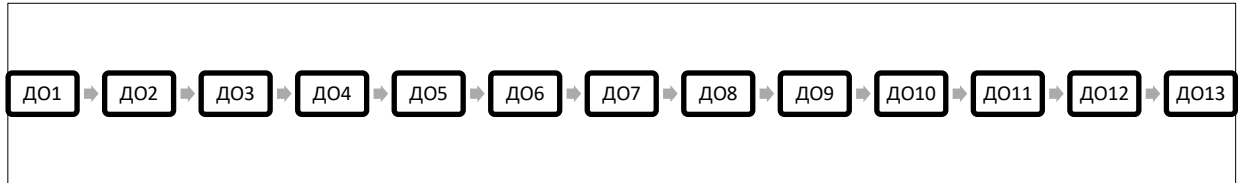


Рисунок 5 – Логічний ланцюжок оптимального викладу змісту основного тексту посібника «Обладнання для капітального ремонту ДВЗ автомобілів»

Як свідчать дані, відображені на рисунку 5, оптимізована траєкторія подання змісту повністю збігається з початково визначеною логікою структурування теми.

Таким чином, було сформовано граф взаємозв'язків між дидактичними одиницями, розроблено структурно-смыслову модель основного змісту посібника та визначено раціональну послідовність викладу навчального матеріалу. Аналіз показав, що найбільш логічною та методично обґрунтованою є лінійна побудова від першої до тринадцятої дидактичної одиниці, що забезпечує послідовне ускладнення змісту та узгодженість між окремими елементами теми.

## **2 РОЗРОБЛЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ МЕТОДИЧНОГО АПАРАТУ НАВЧАЛЬНОГО ПОСІБНИКА**

### **2.1 Укладання змісту посібника**

Посібник слугує засобом опанування навчальної дисципліни та може використовуватися як у процесі навчання, так і під час виконання професійних завдань. У сучасних умовах розвитку державних інституцій та активного реформування економічної системи України особливої актуальності набуває якісне навчально-методичне забезпечення. Ефективні освітні ресурси сприяють підготовці фахівців, здатних працювати в умовах інноваційних змін і підтримувати розвиток держави. Саме тому створення нових навчальних посібників є важливим чинником формування стійкого інтелектуального та професійного потенціалу країни.

Посібник розглядається як видання, що допомагає в опрацюванні навчального матеріалу або може бути використане у практичній діяльності. Його структура, зміст і методичне наповнення визначаються місцем навчальної дисципліни в освітній програмі, її завданнями та метою підготовки здобувачів освіти. Під час створення навчального посібника виконують низку обов'язкових процедур:

1. Визначають роль і значущість дисципліни в структурі освітньої програми, обсяг навчального часу, відведеного на її опанування.
2. Встановлюють рівень базових знань, умінь та компетентностей, якими здобувачі мають володіти після вивчення попередніх освітніх компонентів, і враховують це під час формування структури видання.

3. Визначають зміст, обсяг і характер знань та навичок, яких студенти мають досягти після опрацювання кожної теми навчального компоненту.

У Хмельницькому національному університеті підготовка навчально-методичної літератури здійснюється відповідно до Методичних рекомендацій, розроблених на основі чинного законодавства України – Закону «Про вищу освіту», нормативних документів Міністерства освіти і науки України, державних стандартів, Положення про організацію освітнього процесу та Положення про порядок підготовки й видання навчальної літератури у ХНУ, а також законодавства у сфері видавничої діяльності.

Навчальне теоретичне видання – це книга, яка містить систематизовану науково-теоретичну інформацію, викладену у зручній для засвоєння формі. Основними видами таких видань є підручник і навчальний посібник. Навчальні посібники можуть охоплювати як окремі розділи чи модулі освітнього компоненту, так і повний курс у вигляді лекцій, конспектів або навчальних матеріалів.

Підручник є навчальним виданням, що повністю відповідає затвердженій навчальній програмі, тоді як навчальний посібник доповнює або частково замінює підручник.

Аналіз нормативних документів та педагогічної літератури дає підстави виокремити такі різновиди навчальних посібників:

- наочний посібник – видання, у якому основна інформація подається за допомогою візуальних засобів;
- практичний посібник орієнтований на формування професійних умінь і навичок у процесі виконання конкретних технологічних операцій;
- навчальне образотворче видання сприяє засвоєнню матеріалу через ілюстративні та художньо-графічні форми;
- навчальний наочний посібник;
- навчально-методичний посібник містить методичні рекомендації щодо викладання дисципліни або її окремих розділів.

Таким чином, навчальний посібник виконує важливу функцію – поглиблює, систематизує та розширює знання, передбачені освітньою програмою, забезпечуючи здобувачам можливість більш ефективного опанування навчального матеріалу.

Структура навчального посібника «Обладнання для капітального ремонту ДВЗ автомобілів» охоплює три взаємопов'язані розділи, кожен з яких відображає логічну послідовність опанування теоретичного матеріалу та практичних аспектів роботи з технологічним обладнанням. Теми розділів сформовані відповідно до визначених дидактичних одиниць, що забезпечує змістову цілісність і системність викладу. Такий підхід дає змогу здобувачам послідовно переходити від загальних понять до конкретних технологічних операцій, пов'язаних із ремонтом деталей двигуна, а отже – формувати необхідний обсяг знань і професійних умінь для якісного виконання виробничих завдань.

Раціонально вибудована структура посібника сприяє впорядкуванню навчального матеріалу, полегшує його розуміння та забезпечує можливість ефективного застосування на практиці. Зміст навчального посібника «Обладнання для капітального ремонту ДВЗ автомобілів» подано на рисунку 6.

<i>Обладнання для капітального ремонту ДВЗ автомобілів</i>	
<b>ЗМІСТ</b>	
Передмова.....	4
Умовні позначення.....	6
Розділ 1 Обладнання для підготовчих операцій до капітального ремонту ДВЗ.....	5
1.1 Обладнання для мийки та первинної підготовки двигунів до капітального ремонту.....	5
1.2 Підйомно-транспортне обладнання для демонтажу та переміщення.....	15 22
1.3 Обладнання для розбирання.....	29
1.4 Обладнання для дефекації деталей.....	36
Тести до розділу 1.....	36
Розділ 2 Обладнання для контролю та відновлення деталей ДВЗ.....	39
2.1 Вимірвальне обладнання.....	39
2.2 Обладнання для сортування, комплектування та маркування деталей.....	49
2.3 Обладнання для механічної обробки.....	53
2.4 Зварювальне обладнання.....	565
2.5 Обладнання для наплавлення та нанесення ремонтних шарів.....	65 73
2.6 Обладнання для металізації (напилення) та гальванічних покриттів деталей.....	81
Тести до розділу 2.....	82
Розділ 3 Обладнання для складання, припрацювання та випробування ДВЗ.....	85
3.1 Обладнання для складання двигунів після ремонту.....	85
3.2 Обладнання для припрацювання та обкатки двигунів.....	95
3.3. Випробувальне та діагностичне обладнання.....	108
Тести до розділу 3.....	118
Список використаної літератури.....	122

Рисунок 6 – Зміст посібника «Обладнання для капітального ремонту ДВЗ автомобілів»

Передмова або вступ у навчальному посібнику відіграє ключову роль, адже саме вона занурює читача в тематику видання, визначає його призначення, окреслює змістові акценти та формулює основні завдання, яких має досягти здобувач у процесі навчання. У вступній частині подається обґрунтування актуальності теми, визначається мета створення посібника та описуються очікувані результати його використання.

Передмову до навчального посібника «Обладнання для капітального ремонту ДВЗ автомобілів» наведено на рисунку 7.

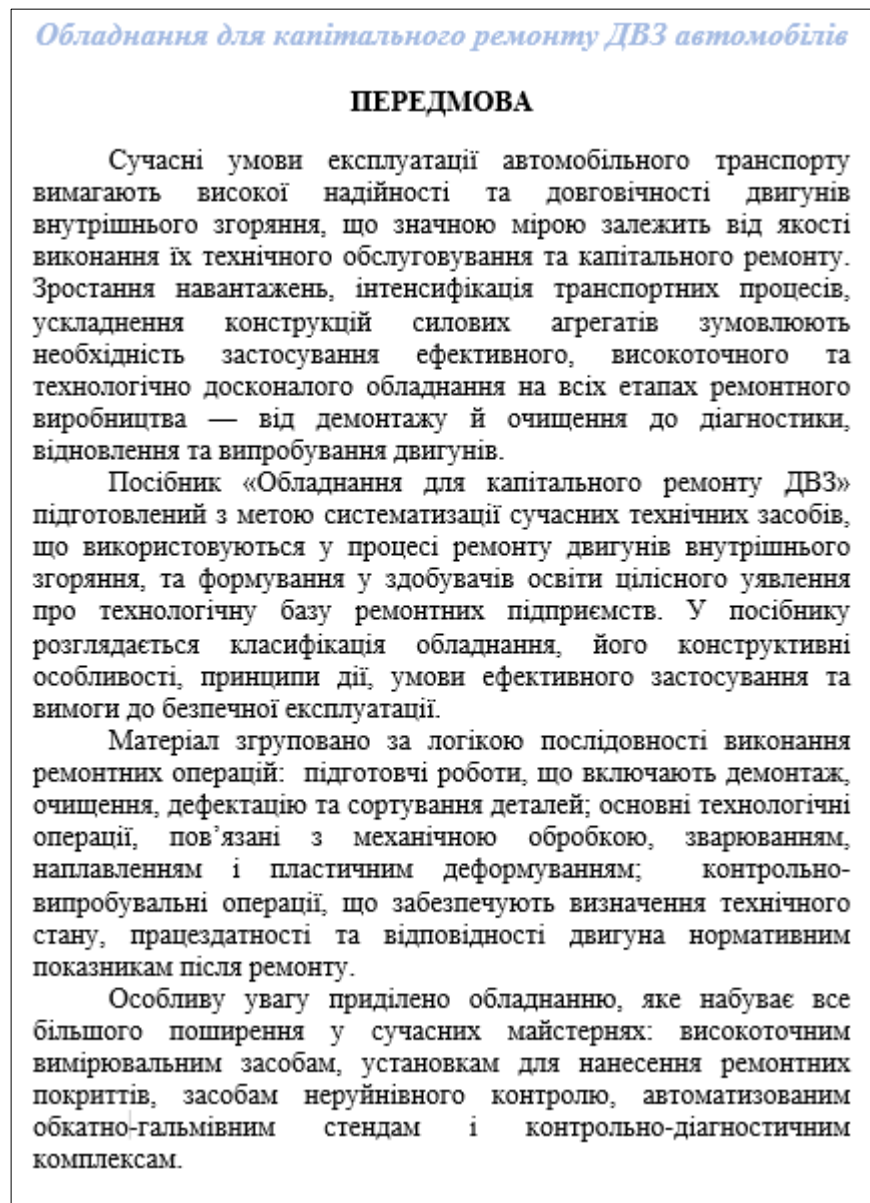


Рисунок 7 – Фрагмент вступу (передмови) посібника «Обладнання для капітального ремонту ДВЗ автомобілів»

Основний текст підручника є його центральною та найважливішою складовою. Він має бути чітко структурований, ретельно опрацьований автором і відповідати як змістовим, так і методичним вимогам. Підручник повинен забезпечувати ефективну передачу знань, підтримувати самостійне

опрацювання матеріалу та містити достатній обсяг педагогічно значущої інформації. Важливою є наявність фахової термінології, візуальних матеріалів, логічно побудованих пояснень і прикладів, що сприяють кращому розумінню теми. Виклад державною мовою з дотриманням мовних норм та наукового стилю є обов'язковою умовою якості навчального видання.

Основний текст посібника являє собою упорядковану дидактичну інформацію, що передає зміст ключових понять, закономірностей і технологічних процесів, необхідних для засвоєння матеріалу. Такий текст формує в здобувачів уміння логічно мислити, аналізувати та робити обґрунтовані висновки. Приклад основного тексту нашого навчального посібника наведено на рисунку 8.

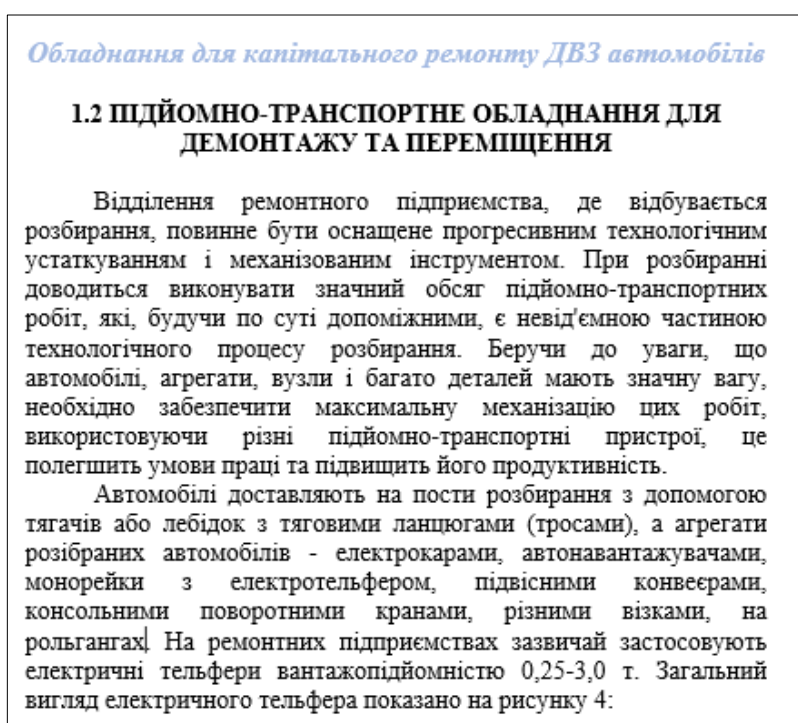


Рисунок 8 – Фрагмент основного тексту посібника

Під час підготовки основного тексту було забезпечено його логічне структурування та дотримано вимог щодо методичної організації подання матеріалу. У викладі змісту застосовано індуктивний, дедуктивний та комбінований (індуктивно-дедуктивний) підходи. Вибір методу залежить від

характеру теми: якщо матеріал доцільніше засвоювати на основі індукції, викладач може ефективно використовувати елементи евристичного навчання; якщо ж тема потребує дедуктивного викладу, перевага надається пояснювальним методам. Завдяки цьому підручник створює можливість обирати найбільш раціональний спосіб подачі навчального матеріалу відповідно до особливостей кожної теми.

Принцип наочності, який Ян Амос Коменський назвав «золотим правилом дидактики», зберігає свою актуальність і сьогодні. Він передбачає, що здобувач освіти має не тільки читати чи слухати навчальну інформацію, але й сприймати її через візуальні образи – моделі, схеми, рисунки, приклади реального обладнання. Такий підхід значно полегшує розуміння складних технічних процесів та сприяє глибшому засвоєнню матеріалу.

Ілюстративний матеріал добирається з урахуванням змісту теми, задуму автора, рівня підготовки здобувачів та логіки побудови навчального матеріалу. Ілюстрації не лише конкретизують текст, але й підвищують ефективність сприйняття інформації. У навчальних посібниках вони виконують три основні функції:

1. Ілюстрації, що замінюють або розкривають текст. Використовуються тоді, коли візуальна форма подання є більш доцільною, ніж текстова. Це можуть бути схеми і діаграми механізмів, графіки, креслення чи інші зображення, здатні повністю передати сутність матеріалу без додаткових текстових пояснень.

2. Ілюстрації, що доповнюють текст. Слугують для деталізації або уточнення відомостей, поданих у тексті, розширюють його інформативність. До цього типу належать фотографії деталей, рисунки, таблиці з параметрами, приклади застосування теоретичних положень. Вони дозволяють зробити матеріал більш зрозумілим та наочним.

3. Ілюстрації, спрямовані на формування позитивного емоційного враження. Це видавничі або декоративні елементи, що підвищують привабливість посібника, створюють комфортну атмосферу читання,

підтримують інтерес здобувача. До них належать стилізовані графічні елементи, декоративні рисунки та зображення, які викликають емоції чи асоціативні зв'язки.

У комплексі ці види ілюстрацій роблять навчальний посібник більш доступним, структурованим і привабливим, а також значно підсилюють педагогічну цінність основного тексту.

Приклад ілюстрованого матеріалу для посібника «Обладнання для капітального ремонту ДВЗ автомобілів» показано на рисунку 9.



Рисунок 9 – Приклад ілюстрованого матеріалу посібника «Обладнання для капітального ремонту ДВЗ автомобілів»

Застосування ілюстративного матеріалу значно підвищує якість засвоєння навчальної інформації, роблячи заняття більш змістовними, динамічними та привабливими для здобувачів. Візуальні матеріали активізують мислення й мовлення студентів, оскільки їх використання часто спонукає до обговорення, коментування та усних дискусій. Незважаючи на широкий типологічний спектр ілюстрацій, у навчальних виданнях найпоширенішими залишаються репродукції, рисунки, фотографії, схеми, карти, таблиці, графіки та діаграми. Ілюстрації виконують низку ключових функцій – наочну, пояснювальну, деталізуючу, допоміжну, виховну й естетичну – що робить їх невід'ємним компонентом якісного навчального посібника. Тому кількість, види та зміст ілюстрацій необхідно продумувати заздалегідь, ще на підготовчому етапі редакційно-видавничого процесу.

При підготовці бібліографічного апарату навчального посібника, зокрема такого, як «Обладнання для капітального ремонту ДВЗ автомобілів», особливо важливо забезпечити повноту й коректність бібліографічного опису джерел. Список використаної літератури виконує не лише інформаційну, а й науково-перевірну функцію: він підтверджує достовірність поданого матеріалу, дозволяє читачеві звернутися до першоджерел та слугувати базою для подальшого самостійного опрацювання теми. Приклад оформлення бібліографічного опису для навчального посібника наведено на рисунку 10.

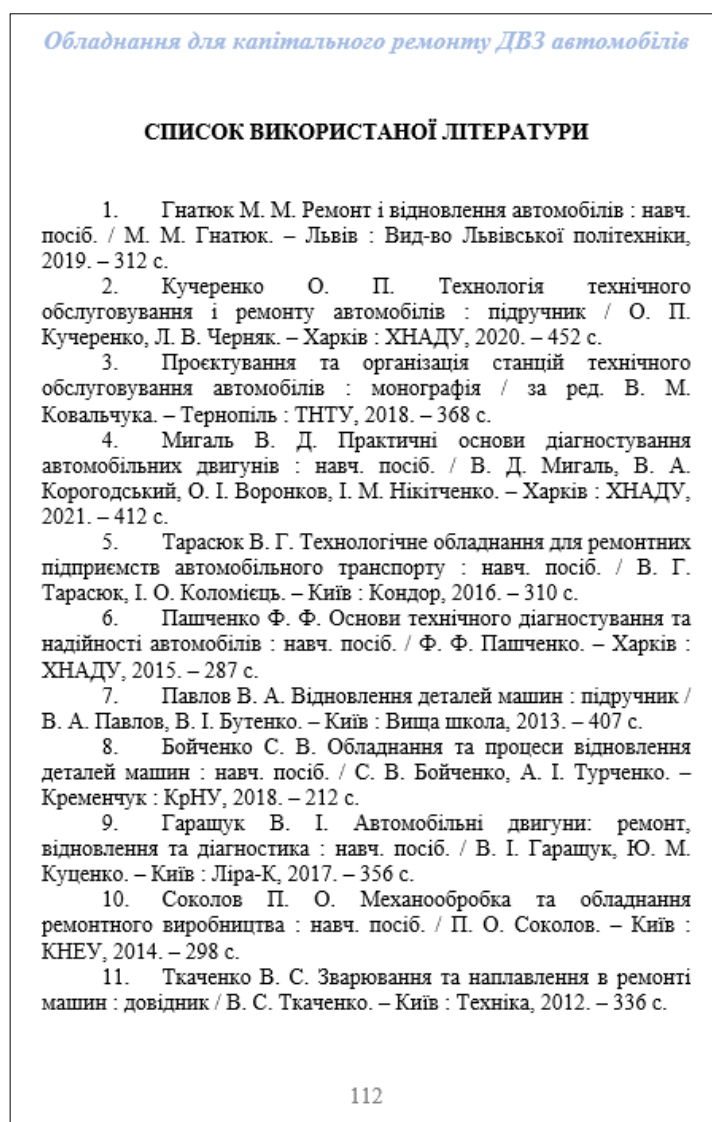


Рисунок 10 – Бібліографічний опис посібника «Обладнання для капітального ремонту ДВЗ автомобілів»

Для зручності опанування матеріалу в навчальних посібниках застосовують спеціальну систему умовних позначень. Вони маркують основний виклад змісту, додаткові пояснення, а також запитання й завдання для самоперевірки. Такі позначення розроблені таким чином, щоб бути максимально зрозумілими й доступними для здобувачів освіти. Використання цих символів посилює реалізацію принципу наочності в підручнику, адже допомагає швидко орієнтуватися у структурі матеріалу та визначати місце розташування ключових пояснень, уточнень і компонентів контролю знань.

Для забезпечення принципу наочності в навчальному посібнику ми використовуємо такі умовні позначення: додатковий текст, пояснювальний текст, запитання і завдання для самоконтролю. Дані позначення показано на рисунку 11.



1 ) додатковий текст; 2) – пояснювальний текст; 3) – питання та завдання для самоконтролю

Рисунок 11 – Умовні позначення посібника «Обладнання для капітального ремонту ДВЗ автомобілів»

Обсяг друкованого видання є одним із ключових параметрів, що визначає кількість інформації, включеної до навчального посібника, і

використовується як базовий показник у видавничо-поліграфічній сфері. Відповідно до встановлених стандартів, цей обсяг вимірюється в друкованих аркушах – універсальній одиниці, що дозволяє точно оцінити обсяг літературного тексту. Один друкований аркуш становить 40 000 друкованих знаків разом із пробілами, пунктуацією, літерами та цифрами.

У ході роботи було визначено основні структурні компоненти навчального посібника, до яких належать: зміст, вступна частина, система умовних позначень, основний текстовий матеріал та ілюстративний супровід. У посібнику також передбачено приклади використання цих елементів, що продемонстровано на матеріалах навчального видання «Обладнання для капітального ремонту ДВЗ автомобілів».

## 2.2 Обґрунтування додаткового і пояснювального тексту посібника

У навчальному посібнику «Обладнання для капітального ремонту ДВЗ автомобілів» поряд з основним дидактично спрямованим текстом передбачено використання додаткового та пояснювального текстів, які відіграють важливу роль у підвищенні якості сприйняття навчального матеріалу та формуванні глибшого розуміння технологічних процесів. Завдяки цим допоміжним компонентам посібник стає більш доступним, структурованим і зручним для опрацювання здобувачами освіти різного рівня підготовки. Інноваційні форми візуалізації пояснювального матеріалу, описані у [15], дозволяють підвищити пізнавальну активність та оптимізувати сприйняття складних технологічних процесів.

Додатковий текст має інформаційно-довідковий характер і призначений для розширення, конкретизації та поглиблення змісту, поданого

в основному тексті. Він займає відносно невеликий обсяг, проте виконує низку важливих функцій. До його ключових призначень належать:

1. Емоційно-мотиваційна підтримка, яка сприяє створенню сприятливого середовища для навчання та підвищує зацікавленість здобувачів у темі.

2. Забезпечення логічних зв'язків між окремими частинами матеріалу, що полегшує розуміння складних технологічних залежностей.

3. Уточнення та доповнення основного змісту, зокрема через подання історичних довідок, коротких пояснень, додаткових технічних фактів, розкриття механізмів роботи обладнання або описів нестандартних виробничих ситуацій.

4. Створення контексту, який допомагає студентам краще орієнтуватися у практичному застосуванні технологічних знань.

Пояснювальний текст використовується для роз'яснення термінів, понять, специфічних визначень, формул чи особливостей технологічних процесів, які можуть бути складними для первинного сприйняття. Його функції спрямовані на:

1. Забезпечення точності і коректності розуміння інформації, особливо коли йдеться про спеціалізовану термінологію, параметри обладнання або особливості технологічних операцій.

2. Підвищення доступності матеріалу, що дає змогу студентам із різним початковим рівнем підготовки опанувати складні теми без надмірних труднощів.

3. Запобігання помилкам, пов'язаним із неправильним трактуванням ключових понять або технологічних інструкцій.

Усі додаткові та пояснювальні тексти у посібнику «Обладнання для капітального ремонту ДВЗ автомобілів» систематизовано та подано у таблиці

3. Навпроти кожної дидактичної одиниці зазначено відповідний довідково-пояснювальний матеріал, що забезпечує цілісність, логічність та послідовність викладу навчального змісту.

Таблиця 3 – Додатковий та пояснювальний текст посібника «Обладнання для капітального ремонту ДВЗ автомобілів»

№ ДО	Назва дидактичної одиниці	Додатковий текст	Пояснювальний текст
1	2	3	4
ДО1.	Обладнання для мийки та первинної підготовки двигунів до капітального ремонту	«При віброабразивній мийці (очищенні) деталі поміщаються в абразивне середовище і піддаються інтенсивним коливанням. установка ОМ-3025 розроблена і використовується для очищення дрібних деталей від нагару.»	«Очищення деталей від забруднень – це специфічна операція ремонтного виробництва.»
ДО2.	Підйомно-транспортне обладнання для демонтажу та переміщення	«Високу продуктивність праці і збереження деталей при розбиранні можна забезпечити лише за умови максимального використання механізованого інструменту. При цьому час на виконання операції скорочується в чотири-п'ять разів у порівнянні з виконанням тих же операцій ручним інструментом.»	«Кран-балка – підйомно-транспортний механізм мостового типу, що складається з металевої балки, по якій переміщується вантажопідйомний візок або тельфер, і призначений для вертикального піднімання та горизонтального переміщення вантажів у межах робочої зони.»
ДО3.	Обладнання для розбирання	«Обладнання для розбирання двигунів є критично важливою частиною ремонтного процесу. Використання пресів, знімачів і стендів забезпечує безпечно, точно й ефективно виконання демонтажних операцій, мінімізує ризик пошкодження деталей та значно скорочує час підготовки двигуна до дефектування і подальшого ремонту.»	«Конвеєр – це безперервний або циклічний транспортний механізм, призначений для переміщення вантажів, деталей або агрегатів у горизонтальному, похилому чи вертикальному напрямках за допомогою рухомого робочого органа (стрічки, роликів, ланцюга, візків.»
ДО4.	Обладнання для дефектації деталей	«Магнітна дефектоскопія заснована на появі магнітного поля розсіяння при проходженні магнітного потоку через дефект. В цьому випадку дефект порушує суцільність металу, внаслідок чого змінюється його магнітна проникність.»	«Ультразвукова дефектоскопія – це метод неруйнівного контролю, заснований на здатності ультразвукових коливань проникати в матеріал і відбиватися від меж поділу середовищ,

## Продовження таблиці 3

1	2	3	4
		<p>деталей. Токарно-гвинторізні верстати дозволяють також нарізати різьбу, обробляти торцеві поверхні, проточувати канавки та виконувати інші операції.»</p> <p>«Відновлення деталей методом пластичної деформації (тиском) ґрунтується на їх здатності змінювати форму і розміри за рахунок пластичного перерозподілу металу без руйнування деталі.»</p>	<p>деталі.»</p> <p>«Пластичне деформування – це технологічний процес відновлення деталей, під час якого їх геометрія змінюється під дією зовнішнього зусилля без порушення суцільності металу, що дозволяє вирівняти поверхні, усунути деформації та зміцнити матеріал.»</p>
ДО8.	Обладнання для наплавлення та нанесення ремонтних шарів	<p>«Пристроєм, що передає енергію високої частоти в наплавлюваний метал, є індуктор. Це виток або спіраль з кількох витків мідної трубки, який при роботі охолоджується водою, по якому проходить струм високої частоти. При цьому навколо витків створюється змінне магнітне поле. Підготовлені до наплавлення деталі розміщують в зоні дії індуктора, де вони пронизуються змінним магнітним полем.»</p>	<p>«Паяння - процес нероз'ємного з'єднання двох металевих поверхонь за допомогою проміжного розплавленого металу (припою).»</p>
ДО9.	Обладнання для металізації (напилення) та гальванічних покриттів деталей	<p>Напилення на робочі поверхні спеціальних сплавів із необхідними фізико-механічними властивостями забезпечує нижчу собівартість відновлення деталей, а показники їх надійності і довговічності не поступають відповідним показникам деталей, виготовлених повністю із дорогого металу.</p>	<p>«Металізація - термін, що визначає спосіб нанесення покриттів. Частина слова - „метал" визначає основний матеріал покриття і металевий тип зв'язку при створенні шару і припиканні його до основи. Частина слова – «ізація» відображує технологію отримання покриттів за рахунок нанесення порошкового шару або оболонки і наступної термообробки. При металізації проходять специфічні фізико-хімічні процеси формування шару і припикання його до основи - схоплювання, склеювання, спікання в твердій фазі, гаряче пресування та ін”</p>

## Кінець таблиці 3

1	2	3	4
ДО10.	Обладнання для складання двигунів після ремонту	“Бічні зазори між зубами заміряють індикатором або щупом. При складанні зубчатих зачеплень з великим модулем бічний зазор можна визначати за допомогою свинцевої пластини, прокотивши її між зубами, а потім замірявши мікрометром її товщину”	“Складання – один із заключних етапів ремонту двигунів, при якому одержують готовий працездатний ДВЗ, з’єднуючи у певній послідовності окремі деталі, вузли і агрегати. Якість роботи автомобіля значною мірою залежить від якості виконання складальних робіт.»
ДО11.	Обладнання для припрацювання і обкатки двигунів	«На панелі пульта управління, крім циферблату, за допомогою якого визначається величина крутного моменту двигуна, змонтовані наступні прилади: два дистанційних термометра для контролю температури води в системі охолодження, показчик тиску масла, показчик електричного тахометра, кнопки пускача електродвигуна і контрольна лампа.»	«Холодна та гаряча обкатка відремонтованого двигуна – це процеси перевірки та прироблення деталей ДВЗ, під час яких його обертання та навантаження створюються асинхронним електродвигуном: при холодній обкатці він працює як привід, а при гарячій – у режимі синхронного генератора, формуючи необхідне робоче навантаження»
ДО12.	Випробувальне та діагностичне обладнання	«Випробувальне обладнання також забезпечує контроль економічних показників, таких як питома витрата палива, коефіцієнт корисної дії, стабільність роботи на середніх і мінімальних навантаженнях. Для цього використовують точні вагові або об’ємні паливоміри, витратоміри повітря, системи контролю температури та тиску.»	«Випробувальне обладнання для контролю працездатності відремонтованих ДВЗ – це комплекс технічних засобів (динамометричних стендів і діагностичних установок), призначених для обкатування, навантажувальних випробувань та вимірювання технічних, економічних і екологічних параметрів двигуна з метою підтвердження його працездатності після ремонту.»

На рисунку 12 наведено зразок пояснювального тексту посібника «Обладнання для капітального ремонту ДВЗ автомобілів».

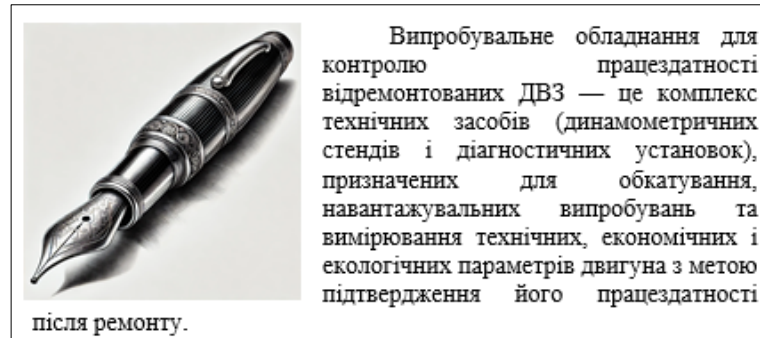


Рисунок 12– Зразок пояснювального тексту посібника «Обладнання для капітального ремонту ДВЗ автомобілів»

На рисунку 13 показано зразок довідкового тексту посібника «Обладнання для капітального ремонту ДВЗ автомобілів».

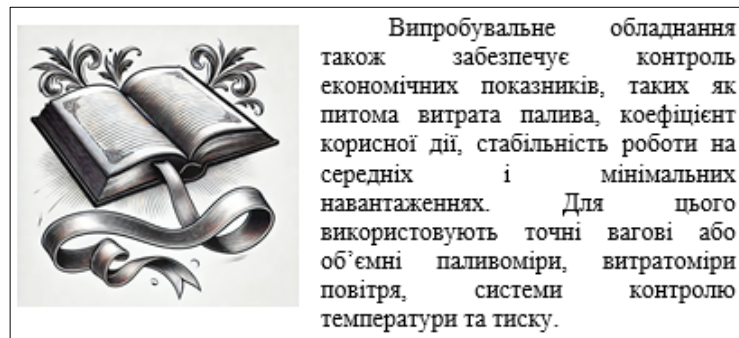


Рисунок 13 – Зразок довідкового тексту посібника «Обладнання для капітального ремонту ДВЗ автомобілів»

Отже, було системно обґрунтовано добір пояснювальних і додаткових текстів до навчального посібника «Обладнання для капітального ремонту ДВЗ автомобілів». У відповідній таблиці представлено повний перелік таких текстових елементів, розподілений за дидактичними одиницями. Під час створення макета посібника для кожної дидактичної одиниці було підготовлено власні фрагменти додаткового та пояснювального матеріалу. Зразки їх практичного використання наведено на поданих вище рисунках.

### 2.3 Обґрунтування навчальних завдань посібника

Однією з ключових вимог до навчальних завдань, поданих у посібнику, є забезпечення максимальної неупередженості та коректності їх оцінювання.

Методичний апарат посібника охоплює комплекс спеціально розроблених елементів, покликаних полегшити опанування змісту та активізувати самостійний пошук знань. До його структури входять контрольні запитання, різні типи завдань і вправи для самоперевірки, що спрямовані на розвиток аналітичного мислення та вміння застосовувати матеріал у практичних ситуаціях.

Організація контролю засвоєння матеріалу ґрунтується на принципах системності, послідовності та всебічності. Ефективність перевірки залежить від чіткого визначення об'єктів контролю, добору адекватних методів оцінювання та раціонального використання отриманих результатів у подальшому навчанні.

Сучасна освітня практика особливу увагу приділяє самостійній роботі здобувачів освіти, яка розглядається як важливий інструмент формування професійної автономії. Вона виконується позааудиторно й передбачає індивідуальне опрацювання програмних тем, підготовку до виконання

практичних і творчих завдань, поглиблення знань за рахунок додаткових джерел.

Самостійна діяльність має декілька стратегічних завдань:

- сформувати здатність працювати з навчальними та науковими матеріалами без зовнішнього супроводу;
- розвинути навички самоорганізації, відповідального ставлення до навчання та професійного зростання;
- забезпечити поглиблення, систематизацію й розширення знань, здобутих під час аудиторної роботи;
- сприяти розвитку таких особистісних якостей, як ініціативність, самодисципліна, критичність мислення та дослідницька активність.

Серед сучасних засобів контролю вагоме місце посідає тестування, яке дозволяє оперативно й об'єктивно оцінити рівень навчальних досягнень. Попри це, традиційні форми контролю (запитання, завдання для самоперевірки, аналіз практичних ситуацій) залишаються актуальними, оскільки забезпечують глибше осмислення матеріалу й формування комплексних професійних умінь.

У нашому посібнику використано саме традиційні контролюючі елементи, адаптовані до змісту відповідних дидактичних одиниць. Приклад структури таких запитань і завдань наведено на рисунку 14.



Питання для самоконтролю:

1. У чому полягає принцип підфлюсового наплавлення та які основні переваги забезпечує флюсовий шар під час процесу відновлення деталей?
2. Які особливості відрізняють газове наплавлення від дугових методів і в яких випадках воно є більш доцільним для деталей ДВЗ?
3. Чим відрізняється віброударне зміцнення від традиційного наплавлення металу та які типи деталей найбільш ефективно відновлюються цим методом?
4. Які технологічні переваги має індукційне нанесення покриттів порівняно з іншими методами та чому його застосовують для зон із високими контактними навантаженнями?

Завдання для самоконтролю

1. Порівняйте чотири методи нанесення ремонтних шарів (підфлюсове, газове, віброударне, індукційне) за такими критеріями: продуктивність, точність, тепловий вплив, застосування для сталевих, чавунних і алюмінієвих деталей.
2. Опишіть технологічну послідовність відновлення шийки колінчастого вала методом підфлюсового наплавлення, включаючи операції підготовки, наплавлення та кінцевої механічної обробки.
3. Складіть перелік деталей двигуна внутрішнього згоряння, які доцільно відновлювати методом індукційного наплавлення, обґрунтувавши вибір.
4. Проаналізуйте, у яких випадках віброударна обробка може бути недостатньою для повного відновлення деталі, та запропонуйте комбінований варіант ремонту (наприклад, наплавлення + механічна обробка + віброударне зміцнення).

Рисунок 14 – Питання та завдання для самоконтролю

Оцінювання сформованих знань, умінь і практичних навичок здобувачів освіти є одним із базових компонентів освітнього процесу. Якість управління навчальною діяльністю значною мірою визначається тим, наскільки раціонально організовано систему контролю на всіх її етапах. Своєчасний та об'єктивний моніторинг успішності дозволяє виявити як досягнення студентів, так і ті аспекти, що потребують доопрацювання.

Світова педагогічна практика засвідчує, що використання тестових форм контролю зменшує психологічне напруження в здобувачів та мінімізує можливі конфліктні ситуації під час перевірки знань. Тестування допомагає сфокусувати увагу на ключових, найбільш складних елементах навчального

матеріалу та забезпечує можливість повертатися до проблемних питань для їх глибшого опрацювання.

Історичні джерела вказують, що перші тестові методики виникли кілька століть тому завдяки Френсісу Гальтону, який застосовував їх для дослідження психофізіологічних характеристик людини [6]. Згодом тести стали невід'ємним інструментом педагогічної діагностики.

На сучасному етапі тестування широко представлено у науково-методичній літературі та активно використовується у світовій і вітчизняній освітній практиці. Тестові завдання виконують роль структурних елементів контролю і можуть відрізнятися за змістом, формою та рівнем складності. Як правило, кожне таке завдання відображає певну навчальну ситуацію (мовну, логічну чи змістову) і потребує вибору правильної відповіді з кількох варіантів або прийняття альтернативного рішення.

Сучасні комп'ютеризовані тести поділяють на два основні типи – лінійні (ординарні) та адаптивні. Лінійні тести передбачають незмінну логіку подання завдань, тоді як адаптивні системи автоматично добирають наступне питання залежно від правильної чи неправильної відповіді здобувача, що дає змогу точніше встановити рівень його підготовки.

У межах ординарного тестування виділяють два формати:

1. Тести з наперед сформованим переліком завдань. Це найбільш традиційна форма комп'ютерного тестування, що за структурою подібна до паперових бланків. Користувач отримує фіксований набір завдань, які можуть подаватися у визначеній послідовності або у випадковому порядку. Через лінійну організацію їх часто називають класичними.

2. Тести з автоматизованим формуванням наборів завдань. Питання добираються із загального банку автоматично за певними параметрами. Хоча кожен здобувач може отримати різний варіант тесту, такі тести не вважаються адаптивними, оскільки алгоритм відбору не залежить від відповідей учасника.

На відміну від лінійних тестів, адаптивні системи модифікують траєкторію тестування відповідно до поточного рівня знань здобувача, ускладнюючи або спрощуючи завдання залежно від його відповідей.

Серед усіх форм тестового контролю найбільш поширеними є тести успішності, які дозволяють оцінити, наскільки здобувач засвоїв навчальний матеріал та чи сформовані у нього необхідні компетентності.

Ці тестові інструменти є невід’ємною складовою оцінювання ефективності освітнього процесу та підтвердження результатів навчальної діяльності.

У межах виконання магістерської роботи було створено авторські тестові завдання для перевірки рівня засвоєння теоретичного та практичного матеріалу. Типи розроблених тестів наведено на рисунку 15.

Тести до розділу 1
<p>1. Яку мінімальну концентрацію миючого засобу МСД-1 рекомендують для циркуляційного очищення системи охолодження ДВЗ?</p> <p>a) 1–5 г/л b) 5–10 г/л c) 10–20 г/л d) 25–30 г/л</p> <p>2. Який метод очищення деталей передбачає занурення у ванну з миючим розчином при температурі ~ 80 °С протягом кількох годин?</p> <p>a) струмене миття b) виварювання в ваннах c) ультразвукове миття d) пневмомеханічне очищення</p> <p>3. Установа, яка очищає деталі струменем миючого розчину і працює як прохідна або тупикова мийна машина, називається:</p> <p>a) вібраційна мийка b) струменева мийна машина c) пневмомеханічна установка d) ультразвукова установка</p> <p>4. Який метод очищення підходить для дрібних деталей і передбачає абразивну суспензію з інтенсивною вібрацією?</p> <p>a) ультразвукове миття b) пневмомеханічне очищення c) віброабразивна мийка d) виварювання деталей</p>

Рисунок 15 – Тестові завдання посібника

Таким чином, в пункті 2.3 кваліфікаційної роботи обґрунтовано та наведено в якості прикладу навчальні завдання посібника «Обладнання для капітального ремонту ДВЗ автомобілів». Сформульовані питання та завдання для самоконтролю, а також тестові завдання.

#### 2.4 Оцінювання якості посібника

Оцінювання результативності будь-якої діяльності неможливе без аналізу її кінцевого продукту, який підлягає фаховій експертизі та об'єктивному контролю. У контексті освітнього процесу таким продуктом виступає, зокрема, навчальний посібник, якість якого безпосередньо впливає на ефективність формування професійних компетентностей здобувачів освіти. Забезпечення закладів освіти якісною сучасною навчально-методичною літературою є важливою умовою розвитку освіти та підвищення рівня професійної підготовки майбутніх фахівців.

С. О. Сисоєва підкреслює важливість зовнішньої та внутрішньої експертизи навчальних матеріалів для забезпечення їх ефективності та відповідності освітнім потребам [38].

Систематизований і узагальнений навчальний матеріал з дисциплін, викладений у навчальному посібнику, створює підґрунтя для його ефективного використання в освітньому процесі. З метою об'єктивного оцінювання якості навчального посібника «Обладнання для капітального ремонту ДВЗ автомобілів» було організовано анкетне опитування респондентів, безпосередньо залучених до процесу навчання за відповідним фаховим спрямуванням.

Анкетування здійснювалося з використанням моніторингового листа, розробленого на кафедрі технологічної та професійної освіти і декоративного мистецтва Хмельницького національного університету. Моніторинговий лист є інструментом цілеспрямованого збирання інформації про якість навчального посібника і містить певну кількість чітко сформульованих,

логічно взаємопов'язаних запитань і тверджень, відтворення яких можливе в аналогічних дослідженнях. Структуру моніторингового листа якості посібника подано на рисунку 16.

№ п/п	Компоненти якості навчального видання	Кількість балів (1-10)
1	Актуальність змісту посібника	
2	Повнота й логічність розкриття тем	
3	Науковість і коректність викладу	
4	Доступність матеріалу для сприйняття здобувачами освіти	
5	Методична доцільність подання матеріалу	
6	Якість ілюстративного матеріалу	
7	Зручність навігації та структури посібника	
8	Дизайн та оформлення посібника	
9	Практична цінність посібника для навчального процесу	
10	Загальна оцінка посібника.	

Рисунок 16 – Лист моніторингу якості навчального посібника «Обладнання для капітального ремонту ДВЗ автомобілів»

Під час проектування моніторингового листа було дотримано базових вимог до його змістово-структурної організації:

- забезпечено чітку послідовність розміщення запитань;
- витримано ясність формулювань, однозначність термінів і нейтральність стилю викладу;
- обрано зручний для респондента спосіб заповнення та візуально зрозумілий дизайн бланка.

Анкета містила три логічні блоки:

1. Вступну частину з поясненням мети опитування, інструкціями щодо заповнення та порядку повернення анкет.
2. Основну частину, у якій були сформульовані твердження, що стосувалися змістового наповнення посібника, логіки подання матеріалу,

дидактичної доцільності структури, доступності викладу, наочності, відповідності матеріалу сучасним вимогам професійної підготовки тощо;

3. Блок, який містив запитання щодо віку, статі, рівня освіти, кваліфікації та статусу респондента (студент, викладач).

Запитання і твердження в анкеті, залежно від функції у дослідженні, поділялися на:

- прямі – ті, що безпосередньо стосувалися оцінки різних аспектів якості посібника (зміст, структура, методична цінність, дизайн, зручність використання у навчальному процесі);

- непрямі – спрямовані на виявлення ставлення респондентів до організації навчального процесу, їхньої мотивації, готовності користуватися навчальним посібником, порівняння з іншими джерелами тощо.

Для підвищення достовірності результатів у формулюваннях запитань уникалися навідні оцінки, а самі запитання максимально чітко окреслювали явище, що аналізується. Частина запитань містила запропоновані варіанти відповідей, частина була відкритою, що дозволяло респондентам доповнювати оцінку власними коментарями й зауваженнями.

Анкетування використовувалося для: оцінки ставлення респондентів до якості конкретного навчального посібника; збирання фактичних даних щодо зручності його використання в освітньому процесі; отримання кількісно вимірюваних оцінок для розрахунку інтегрального показника якості посібника; виявлення сильних сторін та потенційних напрямів удосконалення навчально-методичного забезпечення.

Серед безперечних переваг обраного методу можна відзначити: відносну простоту проведення та обробки результатів; невисоку вартість організації опитування; можливість охоплення досить широкої вибірки респондентів; зручність використання анкет навіть за значної кількості опитаних.

Водночас анкетування має й певні обмеження:

- існує ризик надмірної інтерпретації отриманих даних без урахування контексту;
- формулювання запитань може опосередковано впливати на характер відповідей;
- суб'єктивність респондентів, відсутність емпатійної взаємодії під час заповнення анкети та формальний підхід окремих учасників можуть знижувати валідність частини відповідей.

У межах нашого дослідження респондентів було відібрано серед студентів і викладачів автомобільної галузі, які безпосередньо працюють з навчальними матеріалами відповідного профілю. Загалом в анкетуванні взяли участь 30 осіб, що забезпечує достатній для констатувального етапу рівень репрезентативності вибірки.

Моніторинговий лист містив 10 запитань і тверджень, що дозволили здійснити комплексну оцінку посібника: від змістово-структурних характеристик до якості поліграфічного та інформаційного дизайну. Респондентам було запропоновано попередньо ознайомитися з навчальним посібником, а потім оцінити кожне твердження за десятибальною шкалою, де:

- 10 балів – максимальна відповідність посібника сформульованому твердженню;
- 1 бал – мінімальна відповідність.

Для інтерпретації результатів було запроваджено такі рівні якості:

- 1–3 бали – низький рівень;
- 4–6 балів – середній рівень;
- 7–10 балів – високий рівень.

Рівень якості посібника за кожним твердженням обчислювався шляхом підсумовування усіх балів, виставлених респондентами, з подальшим діленням на загальну кількість відповідей. Це дало змогу виокремити інтегральний показник якості за окремими параметрами та сформувати узагальнену оцінку відповідності навчального посібника освітнім вимогам.

Зведені результати анкетування подано на рисунку 17. Аналіз отриманих даних засвідчив, що 80 % респондентів віднесли якість навчального посібника до високого рівня, а 20 % – до середнього рівня. Оцінок, що відповідали б низькому рівню (1–3 бали), зафіксовано не було. Це свідчить про загалом позитивне сприйняття електронного навчального посібника «Обладнання для капітального ремонту ДВЗ автомобілів» як студентами, так і викладачами.



Рисунок 17 – Загальні результати анкетування

Для більш детальної ілюстрації результатів проаналізуємо відповіді респондентів за твердженням, що стосувалося оцінки загального дизайну та оформлення посібника (пункт 8). Розподіл оцінок за цим твердженням подано на діаграмі (рисунок 18). Аналіз відповідей респондентів за твердженням, що стосувалося оцінки загального дизайну навчального посібника, показав нерівномірний, але чітко окреслений у бік позитивного спектр розподілу оцінок. Найнижчі значення (1–3 балів) надали 36 % опитаних: зокрема, 10 % оцінили дизайн у 1 бал, 12 % – у 2 бали, а 14 % – у 3 бали. Ці оцінки відображають помірний рівень задоволеності та свідчать про наявність окремих аспектів оформлення, які респонденти вважають такими, що потребують удосконалення.

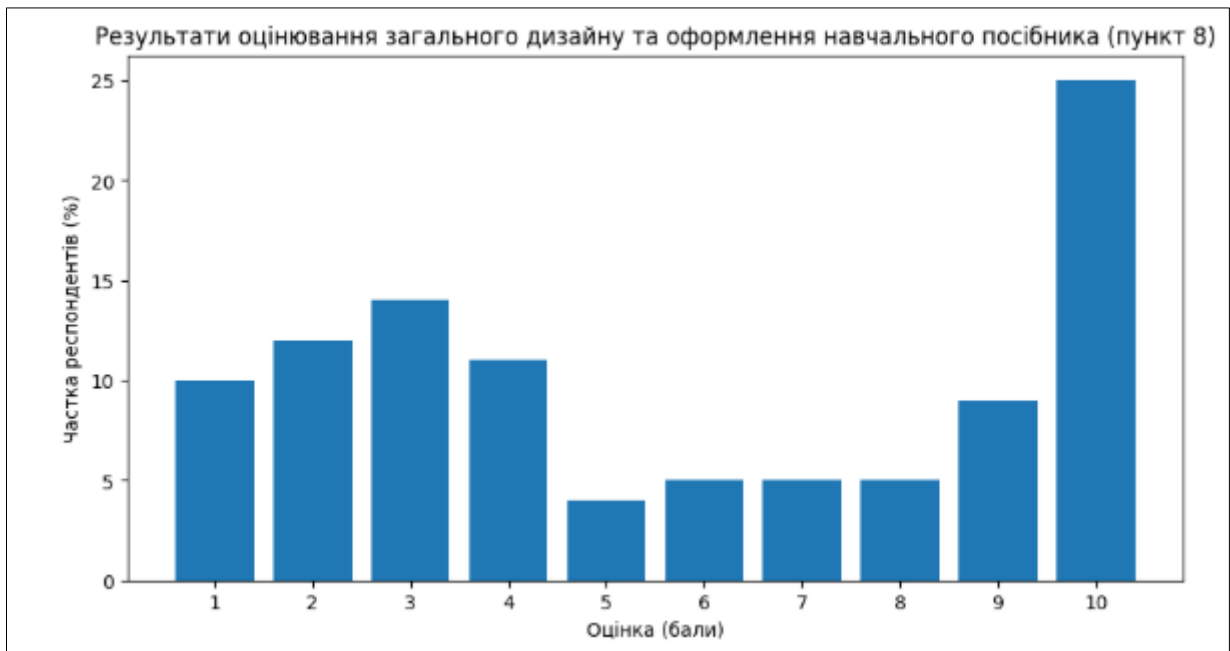


Рисунок 18 – Результати анкетування пункту 8

Подальший діапазон (4–6) балів отримав 20 % відповідей (11 % – 4 бали, 4 % – 5 балів, 5 % – 6 балів), що демонструє загалом позитивне сприйняття дизайну, але із збереженням певних критичних зауважень щодо окремих елементів верстки чи візуальної організації тексту.

Високі оцінки (7, 8, 9, 10) балів виставили 44 % респондентів, з них 5 % обрали 7 балів, 5 % обрали 8 балів, 9 % обрали 9 балів, а 25 % надали максимальну оцінку. Саме ці результати свідчать про те, що дизайн посібника сприймається значною частиною користувачів як якісний, сучасний і методично виважений.

Загалом, сукупність високих оцінок (9–10 балів) перевищує частку середніх і низьких разом узятих, що дозволяє стверджувати: візуальне та графічне оформлення посібника є його сильною стороною, а зворотний зв'язок респондентів засвідчує позитивне ставлення до структурної організації й дизайну матеріалу.

Узагальнюючи результати анкетування, можна констатувати, що більшість респондентів високо оцінили як змістову, так і візуально-структурну якість навчального посібника. Переважання оцінок, що

відповідають високому рівню (7–10 балів), підтверджує відповідність навчального посібника сучасним вимогам до навчально-методичного забезпечення, його придатність для використання в освітньому процесі та позитивне сприйняття цільовою аудиторією. Водночас наявність окремих оцінок у зоні середнього рівня (4–6 балів) визначає конкретні напрями подальшого удосконалення посібника, пов'язані з оптимізацією дизайну, уточненням формулювань, розширенням ілюстративного матеріалу та підвищенням інтерактивності поданого змісту.

Таким чином, результати моніторингового оцінювання, відображені на рисунках 23–25, дають підстави вважати, що розроблений навчальний посібник загалом відповідає сучасним освітнім стандартам, забезпечує необхідний рівень дидактичної якості та може бути рекомендований до широкого використання у підготовці фахівців автомобільної галузі. Анкетування, у свою чергу, виступає не лише інструментом фіксації поточного стану якості посібника, а й механізмом зворотного зв'язку, який дає можливість цілеспрямовано планувати його подальше вдосконалення.

## ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі «Дидактичне проєктування змісту навчального посібника “Обладнання для капітального ремонту ДВЗ автомобілів”» теоретично обґрунтовано та практично реалізовано підходи до створення сучасного навчального посібника, адаптованого до потреб здобувачів фахової передвищої освіти автомобільного профілю. Сукупність виконаних досліджень дає змогу стверджувати, що поставлена мета досягнута, а визначені завдання – розв’язані в повному обсязі.

Проведений аналіз наукових, навчальних і методичних джерел показав, що існуючі підручники та посібники з технології ремонту автомобілів, експлуатації ДВЗ та технологічного обладнання забезпечують переважно розгляд загальнотехнологічних основ, будови агрегатів і організації ремонтного виробництва. Водночас у них відсутній цілісний, структурований, дидактично опрацьований опис обладнання саме для капітального ремонту двигунів внутрішнього згорання: бракує системної класифікації верстатів і стендів, розкриття їхніх конструктивних та експлуатаційних особливостей, вимог до точності, безпеки й умов застосування на мотороремонтних дільницях. Це об’єктивно засвідчує наявність прогалини в навчально-методичному забезпеченні й підтверджує актуальність створення спеціалізованого посібника.

У роботі обґрунтовано дидактичне проєктування змісту теми «Обладнання для капітального ремонту ДВЗ автомобілів» з позицій компетентнісного підходу. Визначено дидактичні цілі та результати навчання, які охоплюють когнітивний (знання про будову, класифікацію, принципи роботи обладнання), операційно-діяльнісний (уміння добирати, налаштовувати, експлуатувати й контролювати обладнання) та ціннісно-мотиваційний (відповідальне ставлення до техніки безпеки, технологічної дисципліни й культури праці) компоненти. Результати навчання сформульовано чітко, вимірювано та узгоджено з вимогами стандарту

фахової передвищої освіти і реальними завданнями професійної діяльності в галузі капремонту двигунів.

На основі аналізу нормативних документів, освітньо-професійної програми та змісту споріднених дисциплін сформовано коло дидактичних одиниць, які відображають повний цикл капітального ремонту ДВЗ. Виокремлено тринадцять взаємопов'язаних дидактичних одиниць, що охоплюють обладнання для мийки та підготовки двигунів, підйомно-транспортні засоби, засоби для розбирання, дефектації, вимірювання, сортування й комплектування деталей, обладнання для механічної обробки, пластичного деформування, наплавлення, металізації, складання, припрацювання, обкатки та випробування двигунів. Така побудова забезпечує цілісність інформаційного поля та створює логічний каркас для організації навчального матеріалу.

За допомогою графоаналітичного методу побудовано структурно-сміслову модель навчального матеріалу, розроблено граф взаємозв'язків між дидактичними одиницями та матрицю їхніх залежностей. Це дало змогу визначити оптимальну послідовність викладу – від обладнання для попередньої підготовки до випробувального та діагностичного обладнання. Встановлено, що така послідовність не лише відображає реальну технологічну логіку капітального ремонту, а й є методично виправданою з точки зору принципів системності, послідовності та «руху від простого до складного». Отримана структурно-смістова модель стала основою для побудови змісту посібника й дозволила уникнути дублювань, логічних розривів і надмірної фрагментації матеріалу.

У роботі обґрунтовано структуру навчального посібника «Обладнання для капітального ремонту ДВЗ автомобілів» як навчального теоретичного видання, що доповнює чинні підручники з ремонту та експлуатації автомобілів. Визначено його основні компоненти: зміст, вступ, систему умовних позначень, основний текст, додаткові й пояснювальні тексти, ілюстративний матеріал, питання та завдання для самоконтролю, тестові

матеріали та бібліографічний апарат. Підкреслено, що структура посібника відповідає вимогам чинних стандартів і внутрішніх положень закладу освіти щодо підготовки навчально-методичної літератури.

Особливу увагу приділено основному тексту як центральному носію навчальної інформації. У процесі його проектування та фрагментарної реалізації забезпечено логічне структурування, послідовність подання, відповідність державній мові й науковому стилю, а також поєднання індуктивного, дедуктивного та індуктивно-дедуктивного методів викладу. Це створює умови для гнучкого використання посібника викладачами з різним стилем роботи та дозволяє адаптувати подання матеріалу до особливостей конкретних груп здобувачів.

Важливою складовою дидактичного проектування стало обґрунтування додаткових і пояснювальних текстів. Додатковий текст виконує інформаційно-довідкову, мотиваційну, контекстуалізуючу й зв'язуючу функції, тоді як пояснювальний текст забезпечує коректне розуміння спеціальної термінології, параметрів обладнання, сутності технологічних операцій. Створено таблицю відповідності додаткових та пояснювальних текстів до кожної дидактичної одиниці, що підтверджує системність підходу й сприяє підвищенню доступності навчального матеріалу для здобувачів з різним стартовим рівнем підготовки.

Методичний апарат посібника представлено питаннями та завданнями для самоконтролю, а також тестовими завданнями. Їх розроблення базується на принципах систематичності та об'єктивності контролю, орієнтації на формування вмінь самостійного опрацювання матеріалу й рефлексії власних освітніх результатів. Запропоновані форми контролю відповідають сучасним тенденціям використання тестових технологій в освіті, сприяють зниженню суб'єктивізму в оцінюванні та підвищенню прозорості й зрозумілості навчальних вимог для здобувачів.

У роботі запропоновано підхід до оцінювання якості розробленого посібника на основі анкетування здобувачів і викладачів. Результати

анкетування показали, що переважна більшість респондентів охарактеризували посібник як якісний та методично доцільний навчальний ресурс, який відповідає сучасним вимогам освітнього процесу. Високі оцінки отримали структура, логіка викладу, наочність і загальний дизайн посібника. Це свідчить про успішну реалізацію дидактичного задуму та практичну значущість отриманих результатів для системи фахової передвищої освіти.

Підсумовуючи, можна констатувати, що в роботі розроблено й обґрунтовано дидактичну модель навчального посібника «Обладнання для капітального ремонту ДВЗ автомобілів», яка інтегрує технічний, технологічний та методичний компоненти в єдину структурно-логічну систему. Запропонований підхід дає змогу підвищити ефективність підготовки фахових молодших бакалаврів автомобільного профілю, забезпечити кращу узгодженість між теоретичними знаннями й практичними вміннями та сприяти формуванню професійних компетентностей, необхідних для роботи в умовах сучасного мотороремонтного виробництва.

Усі поставлені завдання для виконання кваліфікаційної роботи було успішно виконано.

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Алексюк А. М. Педагогіка вищої школи : навч. посіб. – Київ : Либідь, 1998. – 312 с.
2. Андрущенко В. П., Бех І. Д., Волощук І. С. та ін. Педагогіка вищої школи : підручник / за ред. В. Г. Кременя, В. П. Андрущенка, В. І. Лугового. – Київ : Педагогічна думка, 2008. – 256 с.
3. Біляковська О. О., Мицишин І. Я., Цюра С. Б. Дидактика вищої школи : навч. посіб. – Львів : ЛНУ ім. І. Франка, 2013. – 215 с.
4. Бойченко С. В. Обладнання та процеси відновлення деталей машин : навч. посіб. / С. В. Бойченко, А. І. Турченко. – Кременчук : КрНУ, 2018. – 212 с.
5. Бондар В. І. Дидактика: ефективні технології навчання студентів : навч. посіб. – Київ : Вересень, 1996. – 129 с.
6. Буряк О. М. Історія розвитку психодіагностики : навч. посіб. / О. М. Буряк. – Київ : КНУ імені Тараса Шевченка, 2018. – 112 с.
7. Верховський А. А. Технологічне обладнання для авторемонтного виробництва : навч. посіб. – Київ : НАУ, 2015. – 284 с.
8. Вітвицька С. С. Основи педагогіки вищої школи : підручник за модульно-рейтинговою системою навчання для студентів магістратури. – Київ : Центр навчальної літератури, 2006. – 384 с.
9. Гаращук В. І. Автомобільні двигуни: ремонт, відновлення та діагностика : навч. посіб. / В. І. Гаращук, Ю. М. Куценко. – Київ : Ліра-К, 2017. – 356 с.
10. Гнатюк М. М. Ремонт і відновлення автомобілів : навч. посіб. – Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2019. – 312 с.
11. Гнатюк М. М. Ремонт і відновлення автомобілів : навч. посіб. / М. М. Гнатюк. – Львів : Вид-во Львівської політехніки, 2019. – 312 с.
12. Гончаренко С. У. Педагогічні технології : навч. посіб. – Київ : Вища школа, 2000. – 254 с.

13. Гончаренко С. У. Український педагогічний словник. – Київ : Либідь, 1997. – 376 с.
14. Гуревич Р. С. Теорія і методика професійної освіти : монографія. – Вінниця : Планер, 2007. – 356 с.
15. Дичківська І. М. Інноваційні педагогічні технології : навч. посіб. – Київ : Академвидав, 2004. – 352 с.
16. Дубасенюк О. А. та ін. Професійна освіта: андрагогічний підхід : монографія / за редакцією О. А. Дубасенюк. – Житомир : ЖДУ ім. І. Франка, 2018. – 420 с.
17. Енциклопедія освіти / Акад. пед. наук України ; гол. ред. В. Г. Кремень. – Київ : Юрінком Інтер, 2008. – 1040 с.
18. Костюк В. І. Обкатка, випробування та діагностика двигунів внутрішнього згоряння : навч. посіб. / В. І. Костюк, О. А. Чередниченко. – Полтава : ПолтНТУ, 2017. – 180 с.
19. Кремень В. Г. Філософія людиноцентризму в стратегіях освітнього простору : монографія. – Київ : Педагогічна думка, 2009. – 520 с.
20. Кучеренко О. П. Технологія технічного обслуговування і ремонту автомобілів : підручник / О. П. Кучеренко, Л. В. Черняк. – Харків : ХНАДУ, 2020. – 452 с.
21. Кучеренко О. П., Черняк Л. В. Технологія технічного обслуговування і ремонту автомобілів : підручник. – Харків : ХНАДУ, 2020. – 452 с.
22. Методика навчання і наукових досліджень у вищій школі : навч. посіб. / за ред. С. У. Гончаренка, П. І. Олійника. – Київ : НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2003. – 260 с.
23. Мигаль В. Д. Практичні основи діагностування автомобільних двигунів : навч. посіб. / В. Д. Мигаль, В. А. Корогодський, О. І. Воронков, І. М. Нікітченко. – Харків : ХНАДУ, 2021. – 412 с.

24. Митрофанов О. С., Проскурін А. Ю. Основи експлуатації, обслуговування та ремонту двигунів внутрішнього згорання : навч. посіб. – Миколаїв : видавець Торубара В. В., 2018. – 152 с.
25. Ничкало Н. Г. (ред.) Професійна освіта : словник : навч. посіб. – Київ : Вища школа, 2000. – 352 с.
26. Ничкало Н. Г. Неперервна професійна освіта : філософсько-педагогічний аспект. – Київ : Педагогічна думка, 2000. – 280 с.
27. Ничкало Н. Г. Педагогічна професіологія : монографія. – Київ : Педагогічна думка, 2012. – 280 с.
28. Огневий В. О. Технологічне обладнання для обслуговування та ремонту автомобілів: курсове проектування : електронний навчальний посібник / В. О. Огневий, В. Л. Крещенецький, Ю. Ю. Буренніков. – Вінниця : ВНТУ, 2021. – 121 с.
29. Оріщен М. С. Дидактичні принципи створення навчального посібника «Обладнання для капітального ремонту ДВЗ автомобілів» // Професійне становлення особистості: проблеми і перспективи = Professional Development of Personality: Problems and Perspectives : матеріали доп. XIII міжнар. наук.-практ. конф., м. Хмельницький, 06–07 листоп. 2025 р. : у 2 ч. / М-во освіти і науки України [та ін.] ; ред. кол.: Н. Г. Ничкало, В. О. Радкевич, І. В. Андрощук [та ін.]. – Хмельницький : ХНУ, 2025. – Ч. 2. – С. 80–81.
30. Павлов В. А. Відновлення деталей машин : підручник / В. А. Павлов, В. І. Бутенко. – Київ : Вища школа, 2013. – 407 с.
31. Пашченко Ф. Ф. Основи технічного діагностування та надійності автомобілів : навч. посіб. / Ф. Ф. Пашченко. – Харків : ХНАДУ, 2015. – 287 с.
32. Проектування та організація станцій технічного обслуговування автомобілів : монографія / за ред. В. М. Ковальчука. – Тернопіль : ТНТУ, 2018. – 368 с.
33. Проектування та організація станцій технічного обслуговування автомобілів : монографія / за редакцією В. М. Ковальчука. – Тернопіль: ТНТУ, 2018. – 420 с.

34. Радкевич В. О. Державні стандарти професійної освіти: теорія і методика : монографія. – Київ : Педагогічна думка, 2011. – 320 с.
35. Радкевич В. О. Науковий супровід забезпечення якості професійної (професійно-технічної) освіти // Професійна освіта. – 2021. – № 3. – С. 12–13.
36. Радченко С. В. Очищення та підготовка деталей при ремонтних роботах : навчально - практичний посібник / С. В. Радченко. – Харків : УкрДУЗТ, 2018. – 64 с.
37. Рязанцев Р. Ю. Експлуатація та ремонт підйомно-транспортних, будівельних і дорожніх машин і обладнання : навч. посіб. – Бар, 2017. – 297 с.
38. Сисоєва С. О. Педагогічні технології у неперервній професійній освіті : монографія. – Київ : Либідь, 2001. – 392 с.
39. Слєпкань З. І. Наукові засади педагогічного процесу у вищій школі: монографія. – Київ : Вища школа, 2005. – 280 с.
40. Соколов П. О. Механообробка та обладнання ремонтного виробництва : навч. посіб. / П. О. Соколов. – Київ : КНЕУ, 2014. – 298 с.
41. Тарасюк В. Г. Технологічне обладнання для ремонтних підприємств автомобільного транспорту : навч. посіб. / В. Г. Тарасюк, І. О. Коломієць. – Київ : Кондор, 2016. – 310 с.
42. Ткаченко В. С. Зварювання та наплавлення в ремонті машин : довідник / В. С. Ткаченко. – Київ : Техніка, 2012. – 336 с.
43. Тригуб О. А. Технологічне обладнання для обслуговування та ремонту автомобілів : навчальний посібник / О. А. Тригуб ; М-во освіти і науки України, Черкас. держ. технол. ун-т. – Черкаси : ЧДТУ, 2021. – 187 с.
44. Фіцула М. М. Педагогіка вищої школи : навч. посіб. – Київ : Академвидав, 2006. – 456 с.
45. Чабанний В. Я. Ремонт автомобілів : навч. посіб. / В. Я. Чабанний, С. О. Магопєць, О. Й. Мажейка, В. М. Кропівний, І. Ф. Василенко, І. В. Шепеленко, В. А. Павлюк-Мороз ; за ред. В. Я. Чабанного. – Кіровоград : Кіровоградська районна друкарня, 2007. – 720 с.

ДОДАТОК А  
(обов'язковий)

**ФРАГМЕНТ НАВЧАЛЬНОГО ПОСІБНИКА «ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ  
КАПІТАЛЬНОГО РЕМОНТУ ДВЗ АВТОМОБІЛІВ »**



## *Обладнання для капітального ремонту ДВЗ автомобілів*

Рецензент:

Яремчук А.А. – голова циклової комісії «Автомеханічних дисциплін» Хмельницького політехнічного фахового коледжу Національного університету "Львівська політехніка"

Обладнання для капітального ремонту ДВЗ автомобілів:  
Навчальний посібник / Укл. Оріщенко М.С. – Хмельницький,  
2025. – 124 с.

У посібнику систематизовано сучасні відомості про обладнання, що використовується під час капітального ремонту двигунів внутрішнього згорання. Подано характеристику підйомно-транспортних засобів, обладнання для розбирання та очищення деталей, засобів дефектації та вимірювання, технологічного оснащення для механічної обробки, відновлення та наплавлення. Посібник призначений для здобувачів освіти, викладачів, майстрів виробничого навчання, а також фахівців авторемонтної галузі.

## *Обладнання для капітального ремонту ДВЗ автомобілів*

### ПЕРЕДМОВА

Сучасні умови експлуатації автомобільного транспорту вимагають високої надійності та довговічності двигунів внутрішнього згоряння, що значною мірою залежить від якості виконання їх технічного обслуговування та капітального ремонту. Зростання навантажень, інтенсифікація транспортних процесів, ускладнення конструкцій силових агрегатів зумовлюють необхідність застосування ефективного, високоточного та технологічно досконалого обладнання на всіх етапах ремонтного виробництва — від демонтажу й очищення до діагностики, відновлення та випробування двигунів.

Посібник «Обладнання для капітального ремонту ДВЗ» підготовлений з метою систематизації сучасних технічних засобів, що використовуються у процесі ремонту двигунів внутрішнього згоряння, та формування у здобувачів освіти цілісного уявлення про технологічну базу ремонтних підприємств. У посібнику розглядається класифікація обладнання, його конструктивні особливості, принципи дії, умови ефективного застосування та вимоги до безпечної експлуатації.

Матеріал згруповано за логікою послідовності виконання ремонтних операцій: підготовчі роботи, що включають демонтаж, очищення, дефектацію та сортування деталей; основні технологічні операції, пов'язані з механічною обробкою, зварюванням, наплавленням і пластичним деформуванням; контрольно-випробувальні операції, що забезпечують визначення технічного стану, працездатності та відповідності двигуна нормативним показникам після ремонту.

Особливу увагу приділено обладнанню, яке набуває все більшого поширення у сучасних майстернях: високоточним вимірвальним засобам, установкам для нанесення ремонтних покриттів, засобам неруйнівного контролю, автоматизованим обкатно-гальмівним стендам і контрольно-діагностичним комплексам.

*Обладнання для капітального ремонту ДВЗ автомобілів*

**УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ**

**Пояснювальний текст посібника:**



**Додатковий текст посібника:**



**Питання та завдання для самоконтролю:**



## *Обладнання для капітального ремонту ДВЗ автомобілів*

### ЗМІСТ

Передмова.....	4
Умовні позначення.....	6
Розділ 1 Обладнання для підготовчих операцій до капітального ремонту ДВЗ.....	5
1.1 Обладнання для мийки та первинної підготовки двигунів до капітального ремонту.....	5
1.2 Підйомно-транспортне обладнання для демонтажу та переміщення .....	15
1.3 Обладнання для розбирання.....	22
1.4 Обладнання для дефекації деталей.....	29
Тести до розділу 1 .....	36
Розділ 2 Обладнання для контролю та відновлення деталей ДВЗ.....	39
2.1 Вимірювальне обладнання.....	39
2.2 Обладнання для сортування, комплектування та маркування деталей .....	49
2.3 Обладнання для механічної обробки.....	53
2.4 Зварювальне обладнання.....	56
2.5 Обладнання для наплавлення та нанесення ремонтних шарів.....	65
2.6 Обладнання для металізації (напилення) та гальванічних покриттів деталей .....	73
Тести до розділу 2 .....	81
Розділ 3 Обладнання для складання, припрацювання та випробування ДВЗ.....	82
3.1 Обладнання для складання двигунів після ремонту.....	85
3.2 Обладнання для припрацювання та обкатки двигунів.....	95
3.3. Випробувальне та діагностичне обладнання.....	108
Тести до розділу 3 .....	118
Список використаної літератури.....	122

## *Обладнання для капітального ремонту ДВЗ автомобілів*

### **Розділ 1 ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПІДГОТОВЧИХ ОПЕРАЦІЙ ДО КАПІТАЛЬНОГО РЕМОНТУ**

#### **1.1 ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ МИЙКИ ТА ПЕРВИННОЇ ПІДГОТОВКИ ДВИГУНІВ ДО КАПІТАЛЬНОГО РЕМОНТУ**

Підготовка двигуна внутрішнього згоряння (ДВЗ) до капітального ремонту проводиться в АТП. Вона включає промивання системи охолодження і зовнішнє очищення автомобіля.

Промивання системи охолодження ДВЗ служить для видалення забруднень із системи водяного охолодження, що дозволяє відновити ефективність її роботи і зберегти непродуктивну витрату паливо-мастильних матеріалів. До найбільш розповсюджених способів видалення накипу відноситься очищення лужними або кислотними миючими розчинами. Для цього систему охолодження обробляють лужним або кислотним розчином, який сприяє розкладу накипу.

Розглянемо деякі розчини для промивання системи охолодження двигуна (в дужках дана маса компонента на 1 л води в грамах)

1. Кальцинована сода (150).
2. Соляна кислота 5% концентрації (0,1).
3. Кальцинована сода (100), гас (50).
4. Кальцинована сода (50), питна сода (10), поварена сіль (50), сульфат натрію (15), фосфат натрію (20).

Після роботи двигуна на протязі 10... 12 год його зупиняють, зливають розчин і промивають систему: заповнюють її водою, запускають двигун на 1 год., потім його зупиняють і зливають воду із системи.

Однак вплив лужних і кислотних розчинів приводе до корозійних руйнувань деяких деталей, виконаних як із чорних (сталь, чавун), так і із кольорових (латунь, алюміній) металів. Для зменшення корозії і підвищення якості очищення системи охолодження двигуна рекомендується застосовувати

## ДОДАТОК Б (Обов'язковий)

Таблиця Б.1 – Зміст дидактичних одиниць навчального матеріалу з теми «Обладнання для капітального ремонту ДВЗ автомобілів»

№ ДО	Назва дидактичної одиниці	Зміст дидактичної одиниці
1	2	3
ДО1	Обладнання для мийки та первинної підготовки двигунів до капітального ремонту.	<p>Підготовка двигуна внутрішнього згоряння (ДВЗ) до капітального ремонту проводиться в АТП. Вона включає промивання системи охолодження і зовнішнє очищення автомобіля.</p> <p>Промивання системи охолодження ДВЗ служить для видалення забруднень із системи водяного охолодження, що дозволяє відновити ефективність її роботи і зберегти непродуктивну витрату паливо-мастильних матеріалів. До найбільш розповсюджених способів видалення накипу відноситься очищення лужними або кислотними розчинами. Для цього систему охолодження обробляють лужним або кислотним розчином, який сприяє розкладу накипу.</p> <p>Розглянемо деякі розчини для промивання системи охолодження двигуна (в дужках дана маса компонента на 1 л води в грамах)</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Кальцинована сода (150).</li> <li>2. Соляна кислота 5% концентрації (0,1).</li> <li>3. Кальцинована сода (100), гас (50).</li> <li>4. Кальцинована сода (50), питна сода (10), поварена сіль (50), сульфат натрію (15), фосфат натрію (20).</li> </ol> <p>Після роботи двигуна на протязі 10... 12 год. його зупиняють, зливають розчин і промивають систему: заповнюють її водою, запускають двигун на 1 год., потім його зупиняють і зливають воду із системи.</p> <p>Однак вплив лужних і кислотних розчинів приведе до корозійних руйнувань деяких деталей, виконаних як із чорних (сталь, чавун), так і із кольорових (латунь, алюміній) металів. Для зменшення корозії і підвищення якості очищення системи охолодження двигуна рекомендується застосовувати високоефективний склад МСД-1. Щоб видалити накип і продукти корозії, необхідно очищати систему охолодження циркуляційним способом при температурі 80...90 °С. В систему охолодження вводять склад МСД-1 з розрахунку 10...20 г/л.</p> <p>Організація і технологія очисних робіт залежить від типу підприємства, його виробничої програми, виду забруднень, об'єкта миття.</p> <p>Досвід роботи ремонтних підприємств показує, що найбільш раціональною формою організації мийно-очисних робіт є багатостадійне миття з використанням спеціальних способів очищення відповідальних деталей.</p> <p>Забруднювачами деталей є:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– дорожньо-ґрунтові забруднення;</li> <li>– залишки мастильних матеріалів;</li> <li>– лакові плівки;</li> <li>– нагари;</li> <li>– опади;</li> <li>– накип;</li> <li>– абразивні і металеві частки;</li> <li>– біологічні відкладення.</li> </ul> <p>Крім забруднень на поверхнях деталей можуть знаходитися продукти корозії, особливо на сталевих і чавунних поверхнях (плівка червоно-бурого кольору - гідрат оксиду заліза).</p>

		<p>Перед початком зовнішнього очищення і миття з автомобіля необхідно зняти електричні прилади, акумулятори, гумові і інші деталі, які можуть бути пошкоджені миючими розчинами.</p> <p>Вибір способу очищення залежить від ступеня забрудненості автомобіля і виду забруднень. Крупні грудки бруду і товсті шари пилу, просочені нафтопродуктами, смолянисті і інші забруднення знімають звичайно вручну за допомогою скребоків.</p> <p>Зовні автомобілі миють за допомогою насосів низького (0,3...0,4 МПа) тиску, пересувних струменевих установок ГАРО високого тиску або пароводоструменевої установки типу ОМ-3360. На авторемонтних заводах зовнішнє миття також здійснюють за допомогою мийних камер типу ОМ-1438, ОМ-7459 і ін.</p> <p>Автомобіль миють в розбирально-мийних цехах (на великих заводах) або на майданчиках, які розташовані ближче до ділянки розбирання.</p> <p>Одночасно з очищенням необхідно пропарити і промити порожнини систем мащення і охолодження. Агрегати (вузли), що поступають в ремонт окремо від автомобілів, миють за допомогою струменевих камерних установок тупикового і прохідного типу: ОМ-691, ОМ-947, АКТЬ-М116, ОМ-1418 і ін.</p> <p>Для зовнішнього миття використовують 10 %-й розчин каустичної соди, а також розчини синтетичних речовин: МЛ-51, «Тракторина», «Аерола» і ін.</p> <p>При мийці необхідно дотримуватися правила охорони праці, які встановлені для робіт з хімічно активними речовинами.</p> <p>Зовнішня мийка проводиться однопроцентним розчином каустичної соди, нагрітим до температури 70-80 ° С. Одночасно з картерів агрегатів видаляють олію, яка зливається в загальний водозбірник мийної установки. Транспортування М в зоні мийної установки здійснюється тяговим конвеєром. Агрегати в мийній установці транспортують на спеціальних візках або за допомогою підвісного конвеєра. З метою економії витрат води в установках для мийки передбачається багаторазове її використання. Для цього призначені спеціальні очисні пристрої. Мийні установки з багаторазовим використанням води називаються установками з «оборотною водою». Ці установки більш економічні, т. к. крім зменшення витрати води знижується витрата енергії на її підігрів.</p> <p>Найбільш поширений миючий засіб в ремонтному виробництві - розчин каустичної соди, який проте, має високу токсичність та не може застосовуватися для очищення і миття деталей з алюмінію і його сплавів. Алюміній (як амфотерний метал) реагує з лугами з утворенням розчинної солі - алюмінату натрію, тому для знежирення деталей з алюмінію і алюмінієвих сплавів використовують розчини на основі кальцинованої соди (10... 15 г/л), з додаванням тринатрійфосфату (10...25 г/л) і рідкого скла (10... 15 г/л).</p> <p>В даний час в ремонтному виробництві широке розповсюдження знайшли синтетичні багатокомпонентні миючі засоби МЛ-51, МЛ-52, а також «Тракторин», «Лабомід», «Аерол» і ін.</p> <p>Препарати МЛ-51, МЛ-52 це суміш поверхнево-активних речовин з електролітами (натрієвими розчинними солями фосфорної і кремнієвої кислот). Миюча здатність розчинів на основі цих препаратів в 2-3 рази вища, ніж у каустичної соди. Миючий засіб випускається у вигляді порошку або гранул білого і ясно-жовтого кольору. Він має високу емульгуючу здатність і тому дозволяє багатократне використання миючих розчинів.</p> <p>Миючий препарат «Тракторин» має наступний склад: метасилікат натрію - 53 %, тринатрійфосфат - 11%, сода кальцинована - 32 %, активна речовина - 1,0... 1,5 %; інше - вода.</p> <p>Залежно від призначення застосовуються 10...20 %-ні водні розчини препарату. Він придатний для миття деталей з чорних і кольорових металів, не викликає їх руйнування.</p> <p>Високою миючою здатністю володіють синтетичні препарати «Аерол» і «Лабомід». Вони не викликають корозії металу, мають високу миючу здатність. Недолік цих препаратів - підвищене піноутворення. Для пінопогашення використовують дизельне паливо, яке додають в розчин у кількості 10... 15 г/л.</p>
--	--	--

В даний час розроблені також інші технічні миючі препарати.

Виварюють деталі в стаціонарних виварювальних ваннах (Рисунок 1) лужними розчинами або синтетичними препаратами при температурі 80 °С. Відстій смолянистих і масляних забруднень збирається під решітками 4 на дні металеві ванни 3. Для видалення пари токсичних речовин служить зонд. При виварюванні забруднення видаляються за рахунок теплової і адсорбційно-хімічної дії миючого розчину.

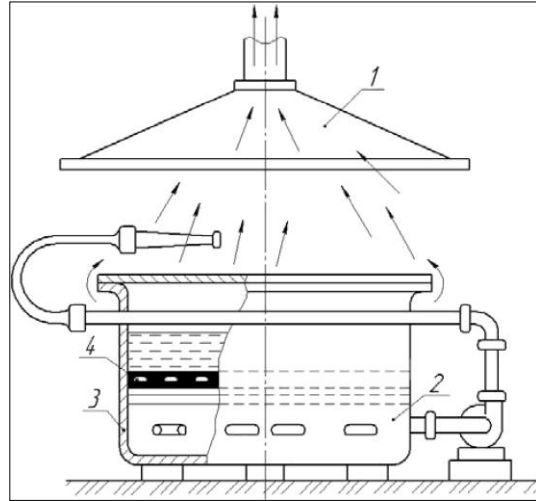


Рисунок 1 – Ванна для виварювання деталей:

1 – витяжний зонд; 2 – пристрій для нагрівання миючого розчину;  
3 – ванна; 4 – решітка

Деталі виварюються протягом 2...4 год. Переваги способу: простота, можливість застосування сильнодіючих концентрованих миючих розчинів.

Струменева мийка полягає в механічній, хімічній і термічній дії струменя миючого розчину на забруднену поверхню в мийних машинах прохідного або тупикового типу. Схема камери мийної машини прохідного типу приведена на рисунку 2. Деталі для миття підвішують на гаки 7 підвісного рухомого конвеєра 5.

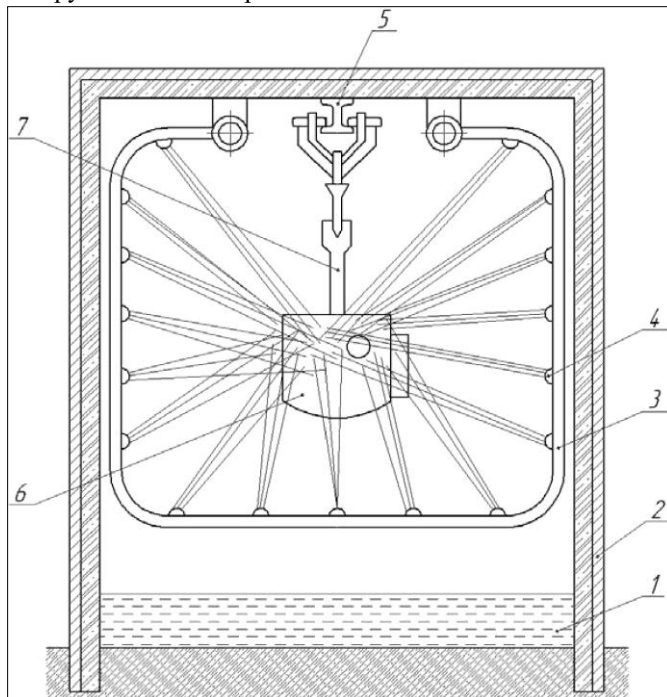


Рисунок 2 – Камера прохідного типу для струменевого миття деталей з підвісним конвеєром:

1 – ємність для збирання миючої рідини; 2 – каркас мийної машини; 3 – труба (колектор) для підведення миючої рідини; 4 – насадки (розбризкувачі); 5 – підвісний конвеєр; 6 – деталь;  
7 – гак для навішування деталей

В ремонтному виробництві застосовуються одно-, двокамерні і конвеєрні машини.

Вібраційне миття здійснюється, як правило, в машинах закритого типу. Виникаючий під дією вібрації турбулентний рух рідини інтенсифікує відшарування забруднень. Електромагнітний або механічний вібратор створює коливання частотою 20 Гц і амплітудою 2...20 мм. Продуктивність вібраційної мийки в 1... 2 рази вища струменевої.

При пневмомеханічному очищенні деталей в спеціальних установках типу ОМ-3181 (Рисунок 3) поверхня деталі обдувається стисненим повітрям ( $p = 0,5...0,6$  МПа) з кісточковою крошкою (з кісточок абрикоси), металічним дробом або капроновими гранулами 00,5...0,8 мм.

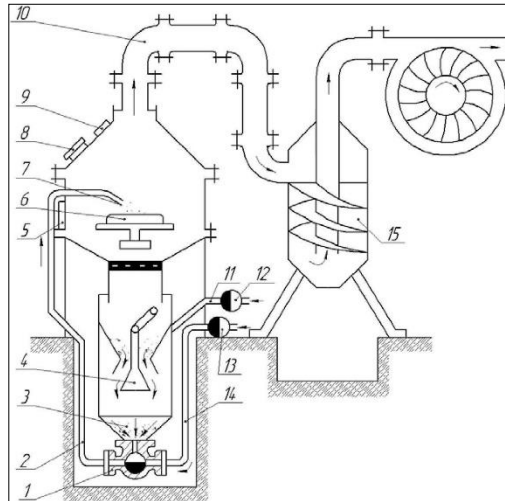


Рисунок 3 – Установка для пневмомеханічного очищення деталей кісточковою крошкою:

1 - змішувач; 2, 11, 14 - трубопроводи; 3 - бункер; 4 - клапан; 5 - дверцята; 6 – обертовий стіл; 7 – сопло; 8 – кришка; 9 – вікно; 10 – патрубок; 12, 13 - вентилі; 14 – трубопровід; 15 – циклон.

Через вентиль 13 установки по трубопроводу 14 стиснуте повітря поступає в змішувач 1, де, захоплюючи з бункера 3 крошку, подає її по трубопроводу 2 до сопла 7. Деталі завантажують через дверцята 5 і укладають на стіл 6, який виконує обертовий рух. Нагар, бруд і пил кісточкової крошки відсмоктуються через патрубок 10. Крошка, що накопичилася, після закінчення роботи висипається через клапан 4 в бункер 3 для повторного використання. Нагар залишається в циклоні 15.

Для зняття старої фарби і нагару ефективно застосовувати піскоструминну обробку дрібним кварцовим піском.

Ультразвукова мийка відбувається під дією кавітації рідини, що супроводжується гідравлічними ударами великої потужності. Ультразвукові коливання миючої рідини створюються за допомогою генераторів типу УЗГ-10 і магнітострикційних перетворювачів ПМС. Деталі, що очищуються, завантажують у ванну на рамках (підвісках), що покращує розповсюдження ультразвукових хвиль на забруднену поверхню. Ультразвукове очищення досить продуктивне; його тривалість - 2...5 хв. Застосування ультразвуку ефективно для очищення деталей від нагару.

Електрохімічне миття і знежирення деталей частіше за все здійснюються в електролітичних ваннах. Деталь, що очищається, навішується на катод; як електроліт використовується розчин на основі каустичної соди. Протікає слабка електрохімічна реакція, що супроводжується інтенсивними виділеннями пухирців водню, який сприяє зняттю відкладень з поверхні деталі.

Існують і інші методи очищення і миття деталей. Зокрема, стару фарбу в практиці ремонтного виробництва ефективно видаляють хімічним шляхом - за допомогою змивів. Синтетичні емалі знімають змивом АФТ-1, нітроемалі - змивом СД. Змиваючі препарати наносять на поверхню пульверизатором або волосяною кісточкою; через 15...20 хв. фарба спучується і легко видаляється.

ДО2	Підйомно-транспортне обладнання для монтажу та переміщення.	<p>Відділення ремонтного підприємства, де відбувається розбирання, повинне бути оснащене прогресивним технологічним устаткуванням і механізованим інструментом. При розбиранні доводиться виконувати значний обсяг підйомно-транспортних робіт, які, будучи по суті допоміжними, є невід'ємною частиною технологічного процесу розбирання. Беручи до уваги, що автомобілі, агрегати, вузли і багато деталей мають значну вагу, необхідно забезпечити максимальну механізацію цих робіт, використовуючи різні підйомно-транспортні пристрої, це полегшить умови праці та підвищить його продуктивність.</p> <p>Автомобілі доставляють на пости розбирання з допомогою тягачів або лебідок з тяговими ланцюгами (тросами), а агрегати розібраних автомобілів - електрокарами, автотранспортувачами, монорейки з електротельфером, підвісними конвеєрами, консольними поворотними кранами, різними візками, на рольгангах. На ремонтних підприємствах зазвичай застосовують електричні тельфери вантажопідйомністю 0,25-3,0 т. Загальний вигляд електричного тельфера показано на рисунку 4:</p> <div data-bbox="635 698 1302 1178" data-label="Image"> </div> <p>Рисунок 4 – Електричний тельфер</p> <p>До візків монорейки можуть бути підвішені пневматичні підйомники різних моделей з горизонтальним і вертикальним розташуванням поршнів. Слід зазначити, що монорельси забезпечують переміщення вантажів тільки уздовж лінії монорейки.</p> <p>Розбирання на агрегати проводиться на робочих місцях, обладнаних гідравлічними підйомниками, естакадами, спеціальними підставками.</p> <p>Кран-балка забезпечує транспортування вантажу по всій площі ділянки, над яким вона переміщується.</p> <p>Консольні поворотні крани можуть бути повноповоротними і з обмеженим кутом повороту до 150 °. В останньому випадку крани кріпляться до несучої стіни або колоні будівлі. Поворот крана здійснюють вручну за допомогою стропа. Виліт консолі крана-до 8 м. Площа дії консольно-поворотного крана обмежується величиною вильоту консолі і кутом її повороту.</p> <p>Для підвішування і надійного закріплення агрегатів або великих деталей до гаків підйомно-транспортного устаткування служать спеціальні пристосування - захвати.</p> <p>Підрозбирання агрегатів (розтин) виконують на стендах або за допомогою спеціальних пристосувань, що дозволяють повертати агрегат у зручне для роботи положення.</p> <p>Застосування кантувача підвищує продуктивність праці, дозволяє механізувати важку операцію перевертання двигуна і полегшує його транспортування. Як показує досвід, використовуючи кантувач, робітник може за зміну підрозібрати 40 двигунів.</p> <p>У процесі підрозбирання (або розбирання) двигуна знімають головку блоку циліндрів. Практично для цієї мети нерідко використовують викрутки, монтажні лопатки і т. п. Однак виконання цієї операції за допомогою зазначених інструментів без пошкодження деталей пов'язано з відомими</p>
-----	---	---

	<p>труднощами, особливо якщо головка блоку циліндрів виконана з алюмінієвого сплаву.</p> <p>Підрозібранні промиті агрегати транспортують на пости повного розбирання агрегатів на деталі. Для цього застосовують ті ж підйомно-транспортні засоби, що і для транспортування агрегатів на пости підрозбирання. На ряді ремонтних підприємств для транспортування агрегатів використовують також транспортери та рольганги. Рольганг являє собою вантажонесучий роликівий конвеєр непривідного типу, що складається з опорних роликів, встановлених в раму з кутникової сталі. Для переміщення до вантажу прикладають тягове або штовхає зусилля. Рухаючись по рольгангу, вантаж викликає обертання опорних роликів, в результаті чого значно полегшується його переміщення.</p> <p>Величина кроку опорних роликів зазвичай дорівнює 100-200 мм, в залежності від довжини переміщуваних вантажів. Вона повинна становити 0,2-0,25 довжини переміщуваного вантажу або піддону, якщо деталі встановлені на піддонах. Вантаж повинен лежати не менше ніж на двох опорних роликах.</p> <p>Опорні ролики виготовляють з безшовних труб, розміри яких нормалізовані.</p> <p>У місцях проходу в рольганзі передбачають відкидні секції, в місцях повороту - поворотні.</p> <p>Для полегшення переміщення важких вантажів верхню площину рольганга роблять з ухилом 2-4 про убік руху.</p> <p>Агрегати розбирають на вузли і деталі на конвеєрах (при потоковому способі організації робіт) та стендах. Для цього на великих ремонтних підприємствах використовують візкові конвеєри.</p> <p>Конструкція стенду повинна забезпечувати безпеку й зручність виконання робіт, мінімальні витрати часу на встановлення та зняття агрегату. У ряді випадків вона повинна передбачати можливість повороту агрегату в процесі розбирання в зручне для роботи положення. Стопорні пристрої стенду виключають можливість самовільного повертання агрегатів. В залежності від свого призначення стенди можуть бути універсальними і спеціалізованими. Універсальними вважаються такі стенди, які призначені для установки на них однотипних агрегатів М різних марок або різнотипних агрегатів М однієї марки. На ремонтних підприємствах з великою виробничою програмою зазвичай застосовують спеціалізовані стенди.</p> <p>Стенди можуть бути також стаціонарними (з нерухомим підставою) і пересувними. Останні можуть переміщатися по напрямних від одного робочого місця до іншого.</p> <p>За кількістю встановлюваних агрегатів стенди діляться на одномісні і багатомісні. При великій виробничій програмі і необхідності поділу технологічного процесу розбирання на окремі групи операцій зазвичай застосовують багатомісні стенди. Вони обслуговуються одним або декількома робітниками, зручні і забезпечують широкий фронт робіт. Стенди першого типу застосовують для розбирання (складання) відносно нескладних і невеликих за габаритами і вагою агрегатів.</p> <p>Для розбирання (складання) двигунів поточковим способом на ремонтних підприємствах застосовують стенд-естакаду.</p> <p>Верстатні преси ручної дії створюють зусилля до 1-1,5 т і застосовуються при розпресуванні (запресуванні) невеликих деталей.</p> <p>Широке застосування отримали пневматичні преси, що приводяться в дію стисненим повітрям, який під тиском 4 - 6 кГ/см<sup>2</sup> надходить з цехової магістралі. Пневматичні преси дозволяють у декілька разів збільшити продуктивність праці в порівнянні з ручними. По конструкції пневматичні преси можуть бути прямої дії, з безпосередньою передачею зусилля від штока пневмоциліндра на повзун і важільні.</p> <p>Найбільш поширені пневматичні важільні преси із зусиллями запресування 1-3 т.</p> <p>Прес зазвичай встановлюють на металевій підставці висотою 500-600 мм або на верстаку. Вони застосовуються при розпресуванні (запресуванні) різних втулок, шестірень, пальців, підшипників та інших деталей.</p> <p>На ремонтних підприємствах широко застосовуються гідравлічні преси. На відміну від пневматичних, що вимагають підведення стисненого повітря, в</p>
--	---

гідравлічних пресах гідравлічний привід є складовою частиною конструкції преса. У робочих циліндрах гідравлічних пресів розвивається тиск до 300 кг/см<sup>2</sup>.

Промисловість випускає різні типи гідравлічних пресів, розрахованих на роботу із зусиллям до 100 т. На авторемонтних підприємствах найчастіше використовують вертикальні колонні гідравлічні преси із зусиллям 10, 25, 40 т.

Широке використання знімачів прискорює процес розбирання і оберігає деталі від пошкодження. Знімачі бувають універсальні та спеціальні.

На великих авторемонтних заводах застосовують знімачі, які працюють від спеціальної гідравлічної установки.

Знімачі широко використовують зняття підшипників кочення.

У деяких випадках кільця підшипників кочення видаляють з корпусних деталей без особливих труднощів за допомогою вибивача або оправки з м'якого металу.

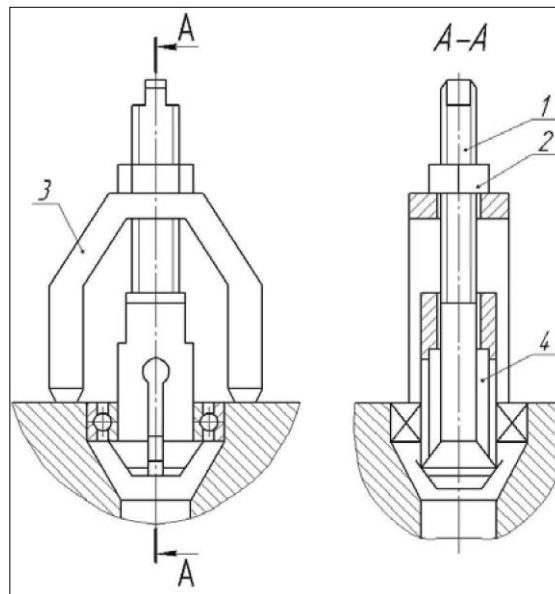


Рисунок 5 – Знімач цанговий:  
1 – гвинт ; 2 – гайка; 3 – опора.

У загальному обсязі розбірних робіт значне місце займає розбирання різьбових з'єднань. Приблизно 75% всіх з'єднань деталей автомобіля є різьбовими. При розбиранні двигунів, наприклад, витрати часу на розбирання різьбових з'єднань складають 45-47% загальної трудомісткості розбирання двигуна.

Виконання цих операцій представляє відомі труднощі, які впливають із специфіки ремонтного виробництва. Це пов'язано з тим, що при розбиранні, крім нормального моменту затягування, доводиться долати додатковий момент, викликаний корозією, пригорання, засміченням та деформуванням різьблення в процесі експлуатації.

У процесі розбирання різьбових з'єднань застосовують різні установки, механізовані і ручний інструмент.

Для правильного вибору обладнання та інструменту важливо знати величину необхідного крутного моменту відкручування. Величина крутного моменту для відкручування гайок, які зазнали впливу корозії, на 20-25% перевищує величину крутного моменту для їх загортання.

Для розбирання (складання) різьбових з'єднань на ремонтних підприємствах широко застосовують різні гайковерти. В залежності від типу двигунів гайковерти підрозділяють на електричні, пневматичні і гідравлічні. За конструктивного оформлення вони можуть бути ручними, підвісними, рухливими стаціонарними, за призначенням - універсальними і спеціальними.

Використовувати при розбиранні (зборці) тільки механізований інструмент і повністю відмовитися від застосування ручного не представляється можливим унаслідок серійного характеру виробництва. Тому важливо оснастити робочі місця розбирання (складання) досконалими

		<p>ручними інструментами, від конструкції і якості яких багато в чому залежить продуктивність праці і культура виробництва.</p> <p>При розбиранні різьбових з'єднань застосовують гайкові ключі різних конструкцій. Користуватися універсальними гайковими ключами не рекомендується, оскільки вони ушкоджують грані гайок і головок болтів. Прості різьбові гайкові ключі знаходять обмежене застосування, оскільки вони недостатньо надійні, малопродуктивні і також деформують грані гайок і головок болтів. Більш зручні в роботі накладні гайкові ключі, що мають замкнутий зів, що охоплює всі грані гайок або головок болтів. Широко застосовуються при розбиранні (зборці) торцеві ключі з рукоятками різних типів: Г-образні, з воротком, хрестові і коловоротні.</p> <p>На великих ремонтних підприємствах з метою підвищення продуктивності праці ключі для вигвинчування шпильок приводять в обертання пневматичним або електричним гайковертом. Для цього верхню частину корпусу ключа, виконаного у вигляді хвостовика, вставляють в шпindel гайковерта.</p>
ДОЗ	Обладнання для розбирання.	<p>Розбирання ДВЗ є одним із ключових етапів капітального ремонту, який потребує застосування спеціального обладнання, що забезпечує безпечно, точно та механізоване виконання операцій. Оскільки агрегати двигуна мають значну масу та складну конструкцію, використання ручних прийомів є малоефективним і травмонебезпечним. На ремонтних підприємствах застосовують комплекс підйомно-розбірного устаткування, що дозволяє виконувати монтажні роботи швидко та з мінімальним ризиком пошкодження деталей. До розбірного обладнання відносяться: преси; конвеєри; рольганги; стенди; верстати; стелажі різного роду. Преси для розпресування (запресовування), редагування і штампування деталей поділяються за конструкцією та за призначенням.</p> <p>За конструкцією: складальні, стаціонарні. За призначенням: універсальні, спеціальні.</p> <p>Преси можуть мати гідравлічний, пневматичний, пневмогідравлічний і ручний привід. Поширені преси із зусиллям запресовки 1-3 тс, а також 10-40 тс.</p> <p>Конвеєри розрізняють: вантажосупроводжувальні; вантажопереносні.</p> <p>Вантажосупроводжувальними конвеєрами називають конвеєри, тяговий елемент яких тільки переміщує машину по підлозі або настилу з направляючими, не сприймаючи при цьому навантаження від маси машини.</p> <p>Вантажопереносними конвеєрами називають конвеєри, тягові елементи яких сприймають на себе навантаження від маси машини (агрегату).</p> <p>Конвеєри зазвичай застосовують при поточному способі розбирання (складання) машин (агрегатів). Вони встановлюються в потоковій лінії і служать для пересування машини (агрегату) з одного поста (або робочого місця) розбирання-збирання на інший пост.</p> <p>На рис. 5 показаний вантажопереносний конвеєр потокової лінії розбирання двигунів. Він складається з: зварної рами; приводної станції; натягача; візків.</p> <p>На візки встановлюють розбираються (збираються) агрегати.</p>

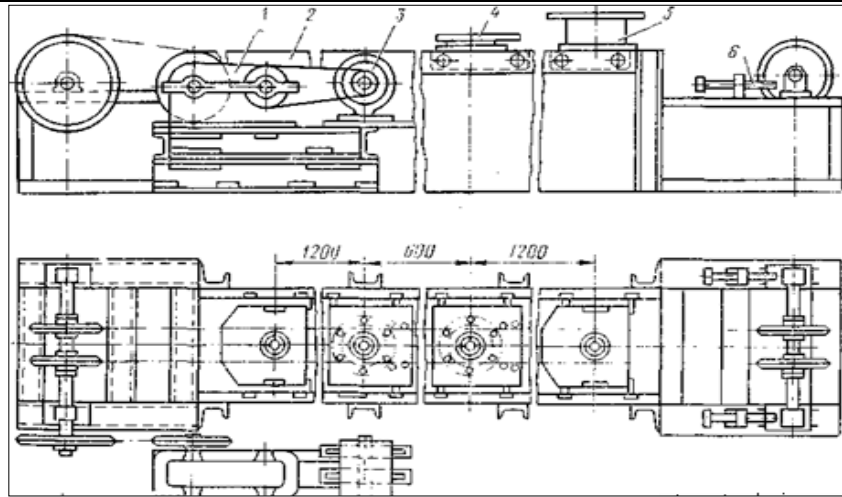


Рисунок 5 – Вантажопереносний конвеєр потокової лінії розбирання двигунів:  
1 –редуктор; 2 – рама; 3 – електродвигун;  
4, 5 – візки; 6 – натягач.

Конвеєри доцільно застосовувати на ремонтних заводах з великою виробничою програмою.

Вантажопереносний рольганг неприводного типу, у верхній частині рами якого монтується вільно обертаються ролики, по яких переміщуються агрегати і деталі. Для переміщення до агрегатів (деталей) прикладають тягове або штовхає зусилля. Рухаючись по рольгангу, вантаж викликає обертання опорних роликів, в результаті чого значно полегшується його переміщення. Рольганги доцільно застосовувати в ремонтних майстернях.

Конструкція стенда повинна забезпечувати безпеку і зручність виконання робіт, мінімальні витрати часу на установку і зняття агрегату. У ряді випадків конструкція стенда повинна забезпечувати в процесі розбирання можливість

Стенди для розбирання (складання) агрегатів можуть бути різних типів і конструкцій. Це залежить від конструктивних особливостей агрегатів, їх розмірів і маси, а також способу організації процесу розбирання (складання). повороту (кантування) агрегату в зручне для роботи положення. При цьому повинні бути передбачені стопорні пристрої, що виключають можливість самовільного повертання агрегатів. За призначенням стенди можуть бути універсальні і спеціальні.

Універсальні стенди призначені для розбирання (складання) однотипних агрегатів (вузлів) машин різних моделей або різнотипних агрегатів (вузлів) машин однієї моделі.

На рисунку 6 показаний механізований універсальний стенд для розбирання шатунно-поршневої групи будь-яких двигунів внутрішнього згоряння. Стенд складається зі спеціального столу, на якому змонтований пневматичний прес. Управління пневмокраном ножно-педальне. При натисканні на педаль включається прес і його шток з оправкою здійснює робочий хід (рухається вниз).

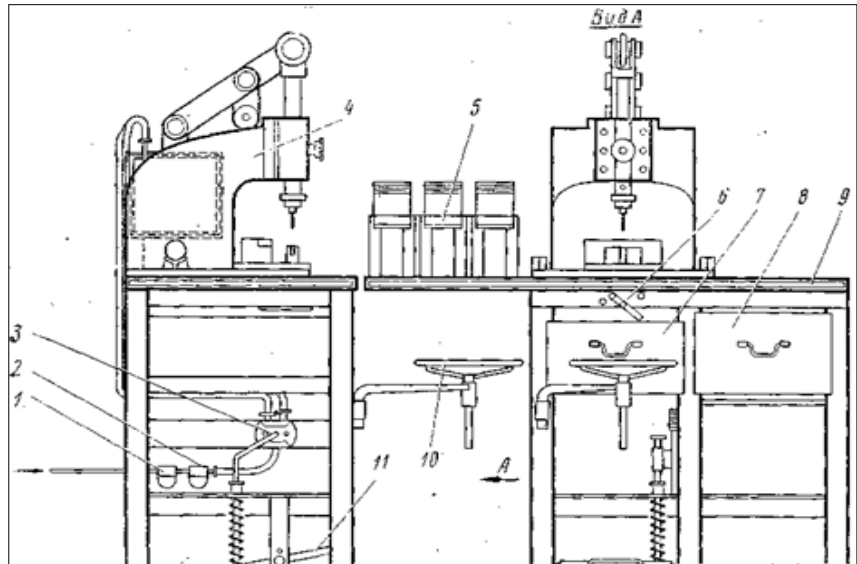


Рисунок 6 – Механізований універсальний стенд для розбирання шатунно-поршневої групи двигунів:

- 1 – вологовіддільник; 2 – масловіддільник; 3 – пневматичний кран;  
4 – пневматичний прес; 5, 6 – касети; 7, 8 – ящики;  
9 – стіл; 10 – сидіння;

При опущенні педалі відбувається відключення преса. При цьому шток преса рухається вгору, здійснюючи холостий хід. За допомогою оправок, закріплених на штоку преса, виконують випресування поршневих пальців з поршнів і втулок з верхніх головок шатунів.

Стіл стенду зварений з кутової сталі і забезпечений двома ящиками. Ящик, розташований під пресом, розділений на дві половини, які призначені для скидання випресованих втулок і пальців. Інший ящик призначений для зберігання інструменту. на стенді передбачено сидіння, що дозволяє виконувати роботи сидячи. Тривалість випресування поршневого пальця становить 8 – 10 с, втулки шатуна 3 – 4 с.

Спеціальні стенди призначені для розбирання (складання) однопішних агрегатів (вузлів) машин певної моделі. Їх застосовують на заводах з великою виробничою програмою. Стенди можуть бути також стаціонарні (з нерухомою підставою) і пересувні (рисунок 7).

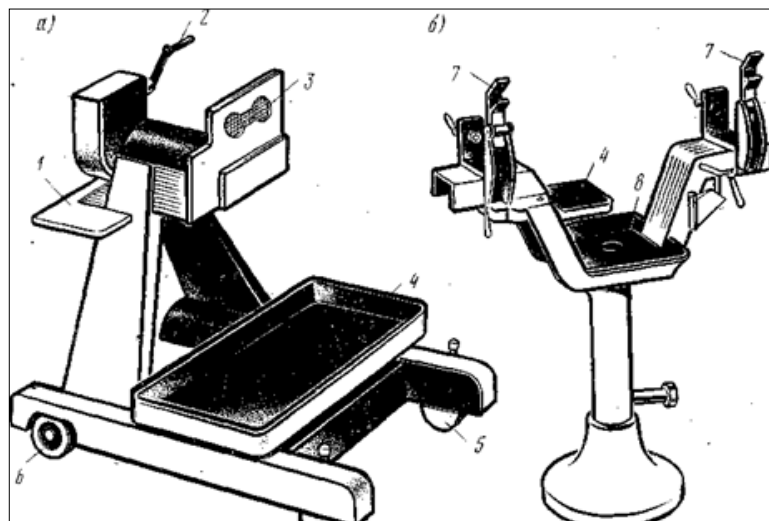


Рисунок 7 – Стенди для розбирання і збирання:  
а – пересувний; б – стаціонарний для передніх і задніх мостів;

		<p>Знімачі для випресовування деталей двигуна ЯМЗ-238НБ показано на рисунку 8:</p>  <p>Рисунок 8 – Знімачі для випресовки деталей двигуна ЯМЗ-238НБ:  а – шків колінчастого вала; б – передньої противаги;  в – шестерні колінчастого вала;</p>
ДО4	Обладнання для дефектації деталей	<p>Дефектація – це процес виявлення технічного стану деталей шляхом порівняння фактичних показників з даними технічної документації (ТУ, робочим кресленням деталі і т. д.). За допомогою дефектації виявляють можливість наступного використання деталей у вузлах без відновлення, з відновленням або встановлюють її непридатність для подальшої роботи, тобто вибраковують.</p> <p>Технічні умови на дефектацію складають на підставі аналізу умов роботи деталі, її фізико-механічних властивостей та інших показників. В технологічних картах на дефектацію вказують основні відомості про деталь, її матеріал, термічну обробку, а також можливі дефекти, способи їх виявлення, номінальні і граничні розміри і т.д.</p> <p>При дефектації деталі сортують на п'ять груп з маркуванням їх фарбою відповідного кольору:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) придатні - зеленою;</li> <li>2) придатні тільки в сполученнях з новими і відремонтованими до номінальних розмірів деталями - жовтою;</li> <li>3) підлягаючі відновленню на даному підприємстві - білою;</li> <li>4) підлягаючі відновленню на спеціалізованих підприємствах - синьою;</li> <li>5) непридатні (вibraковані) - червоною.</li> </ol> <p>Після сортування придатні деталі відправляють у відділення комплектації, непридатні - на склад металобрухту або використовують як матеріал для виготовлення інших деталей. Деталі, що підлягають відновленню, транспортують на склад ДЧР (деталей, які чекають ремонту).</p> <p>Громіздкі деталі (рама, кабіни, картери задніх мостів, і т.п.) контролюють безпосередньо на робочих місцях.</p> <p>Причинами вибракування деталей може бути граничний і аварійний знос, при появі яких подальша експлуатація деталей стає неможливою.</p> <p><i>Зовнішній огляд</i> застосовується для візуального визначення технічного стану всіх деталей і вузлів та виявлення таких явних дефектів, як поломки, викривлення, тріщини, погнутість, пошкодження різи, пробоїни і т.д.</p> <p>Обстукування призначене для визначення стану нерухомих з'єднань. Цим способом виявляють ослаблення посадок заклепок, шпильок, штифтів, втулок, кілець, наявність тріщин в корпусних деталях. При легкому простукуванні всі деталі з щільними і нерухомими посадками видають дзвінкий, металевий звук, а у разі тріщин або послабленої посадки - глухий.</p> <p>Знос деталей визначають за допомогою різних способів вимірювання універсальними і спеціальними вимірювальними засобами. Вибір засобів і методів вимірювань залежить від точності визначення розмірів, конструктивних особливостей деталей, частоти вимірювань (тобто типу виробництва). Необхідно прагнути по можливості застосовувати прості методи</p>

		<p>і засоби вимірювань.</p> <p>Приховані (неявні) дефекти деталей визначають за допомогою фізичних методів: магнітної, люмінесцентної, ультразвукової дефектоскопії, а також гідравлічним і пневматичним випробуваннями. Цими методами виявляють приховані тріщини, раковини у валах, металоконструкціях і ін.</p> <p>Деталь посипають феромагнітним порошком (відсортованим металевим шліфувальним пилом) або суспензією, приготованою з трансформаторного масла (40 %), гасу (60 % об'єму суміші) з додаванням 50 г/л магнітного порошку. Під дією магнітного поля розсіяння порошок або суспензія намагнічується і притягується до країв дефектної ділянки (як до полюсів магніту). На ремонтних підприємствах широке розповсюдження отримав універсальний магнітний дефектоскоп М-217.</p> <p>Люмінесцентна дефектоскопія заснована на здатності деяких речовин (люмінофорів) поглинати променисту енергію і віддавати її у вигляді світіння при дії ультрафіолетового проміння. Цим способом виявляють приховані дефекти в деталях з чорних і кольорових металів і неметалічних матеріалів.</p> <p>Для контролю на поверхню деталі наносять люмінесцентний розчин наступного складу: трансформаторне масло, гас і бензин в об'ємному співвідношенні 1:2:1 з додаванням 0,25 г/л дефектоля (речовина золотисто-зеленого кольору, що підсилює яскравість світіння). Через 10...15 хв. деталь протирають і наносять на контрольовані ділянки порошок тальку або вуглекислого натрію і опромінюють ртутно-кварцовою лампою. Порошок витягує з тріщин і пір люмінофор, який у вигляді світіння вказує на дефектні місця. В практиці використовують стаціонарний дефектоскоп ЛДА-3.</p> <p>Ультразвукова дефектоскопія заснована на здатності ультразвукових коливань розповсюджуватися в матеріалі на велику глибину у вигляді направлених пучків і відбиватися від дефектної ділянки внаслідок різкої зміни акустичного опору середовища. В практиці використовуються дефектоскопи, що працюють по тіньовому методу і методу віддзеркалення.</p> <p>По тіньовому методу деталь 3 (рисунок 9) поміщається між випромінювачем 2 і приймачем 5, які мають п'єзоелектричні пластини. В разі відсутності дефекту ультразвукові коливання передаються деталі, а від неї на п'єзоелектричну пластину приймача 5 і далі на індикатор 7 (стрілка відхиляється від нуля). Якщо дефект знайдений, ультразвукові хвилі 4 не відбиваються і не потрапляють на п'єзоелектричну пластину приймача 5, внаслідок чого за дефектною ділянкою деталі утворюється звукова тінь і індикатор 7 дефектоскопа не дає показів.</p> <p>Ультразвукова дефектоскопія заснована на здатності ультразвукових коливань розповсюджуватися в матеріалі на значну глибину у вигляді спрямованих пучків і відбиватися від дефектної ділянки внаслідок різкої зміни акустичного опору середовища. Оскільки ультразвук добре проникає крізь метали, але чутливо реагує на внутрішні неоднорідності, цей метод є одним з найефективніших у неруйнівному контролі деталей двигунів внутрішнього згорання, зокрема колінчастих валів, шатунів, циліндрів, гільз і складних корпусних елементів.</p>
--	--	--

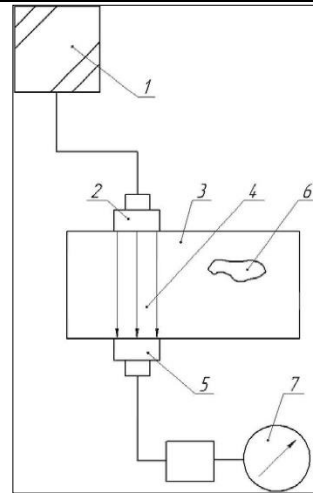


Рисунок 9 – Схема ультразвукового дефектоскопу, який працює по тіньовому методу:

1 - ультразвуковий генератор; 2 - випромінювач; 3 - деталь; 4 - ультразвукові хвилі; 5 - приймач; 6 - дефект; 7 – індикатор

Метод віддзеркалення полягає в тому, що імпульсний генератор 6 (рисунок 10) збуджує п'єзоелемент 3. Досягнувши дна контрольованого виробу 1, ультразвукові коливання відбиваються від нього і повертаються до приймальної пластини 2, в якій виникає слабкий електричний струм. Отриманий сигнал підсилюється підсилювачем 4 і подається на електронно-променеву трубку 5. При пуску генератора 6 на екрані з'являється початковий імпульс у вигляді вертикального піку, після чого настає пауза (генератор вимикається до подальшого імпульсу). При виявленні дефекту на екрані на відстані  $l_1$  від першого імпульсу з'являється другий, який відбивається від дефекту, а в кінці розгортки на відстані  $l_2$  - імпульс донного сигналу. Таким чином, відстань  $l_1$  відповідає глибині залягання дефекту, а відстань  $l_2$  - товщині виробу (в певному масштабі). В ремонтному виробництві і автомобілебудуванні широко використовують дефектоскопи УЗД-10, УЗД-10М і ін.

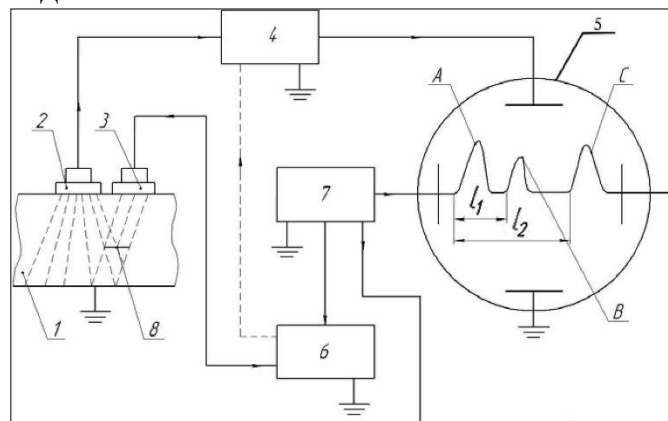


Рисунок 10 – Схема ультразвукового дефектоскопа, який працює по методу відбивання:

1 - деталь, що контролюється; 2 - приймальна пластина; 3 - елемент; 4 - підсилювач; 5 - електронно-променева трубка; 6 - генератор; 7 – генератор розгортки; 8 - дефект; А - початковий імпульс; В - відбитий імпульс; С - донний сигнал

Рентгенівська дефектоскопія не знайшла широкого розповсюдження в ремонтному виробництві, оскільки променеві установки дорогі і для роботи з ними потрібне спеціальне навчання обслуговуючого персоналу. Гідравлічним методом виявляють тріщини в блоках, головках блоків циліндрів двигунів і інших корпусних деталях. При гідравлічному випробуванні деталь встановлюють на універсальний стенд, всі технологічні отвори закривають

		<p>заглушками, насосом закачують у внутрішню порожнину воду під тиском 0,5 МПа.</p> <p>Пневматичним методом виявляють приховані тріщини в паливних баках, шинах, радіаторах і ін. У внутрішню порожнину деталі накачують повітря (0,1 МПа) і занурюють її у воду. Пухирці повітря вказують на наявність дефекту. У разі контролю крупних деталей (паливних баків) на поверхню останніх наносять мильний розчин. Спучування мильних пухирців вказує на ділянки пошкодження.</p>
ДО5	Вимірювальне обладнання	<p>Вимірювальне обладнання для контролю геометричних параметрів деталей двигунів внутрішнього згоряння є одним із найважливіших елементів усього процесу капітального ремонту. Від точності вимірювань залежить правильність прийнятих технологічних рішень, можливість подальшої експлуатації деталі, а також загальний ресурс і безпека роботи двигуна після ремонту. Будь-який двигун працює в екстремальних умовах: високі температури, значні навантаження, тертя, вібрації та циклічні деформації поступово змінюють розміри й форму поверхонь. Саме тому контроль геометрії вимагає застосування високоточних вимірювальних засобів, які дозволяють з великою точністю визначити відхилення від номінальних параметрів, встановлювати характер зносу, виявляти деформації, а також правильно оцінювати ступінь придатності деталей до подальшої експлуатації або відновлення.</p> <p>Серед найважливіших універсальних засобів вимірювання у ремонтному виробництві вирізняються мікрометри, нутроміри, індикатори годинникового типу, калібри, штангенінструмент та різноманітні спеціальні шаблони. Мікрометри є інструментом підвищеної точності й застосовуються для вимірювання зовнішніх розмірів деталей із точністю до 0,01 мм або навіть до 0,001 мм у прецизійних моделях. Принцип їх роботи ґрунтується на гвинтовій парі, що забезпечує плавне та точне переміщення вимірювального стрижня. Під час обертання мікрометричного гвинта вимірювальна п'ятка переміщується на строго визначену величину, що дозволяє отримати стабільний вимір. Для уникнення надмірного притиску, який може спотворити результат, мікрометри оснащують тріскачкою, що забезпечує однакове зусилля при кожному вимірюванні.</p> <p>Вигляд мікрометра показано на рисунку 11:</p> <div data-bbox="657 1220 1362 1668" data-label="Image"> </div> <p>Рисунок 11 – Мікрометр</p> <p>Мікрометрами вимірюють діаметри шийок колінчастих валів, розміри поршнів, товщину стінок, діаметри валів распредвала, осей коромисел, пальців, втулок, штовхачів та багатьох інших елементів, що мають відповідальні посадки. У процесі ремонту особливу увагу приділяють шийкам колінчастого вала: навіть незначне відхилення може призвести до зниження тиску масла або до появи додаткових вібрацій. Для поршнів мікрометри дозволяють визначити їх фактичний діаметр і порівняти його з діаметром циліндра, що дає змогу точно розрахувати тепловий зазор. Крім стандартних механічних мікрометрів широко використовують цифрові моделі з електронною індикацією, які дають можливість точно фіксувати результати, працювати з малими відхиленнями та зберігати дані для подальшої обробки.</p>

Нутроміри застосовуються для вимірювання внутрішніх діаметрів і є незамінними при контролі циліндрів блоку, гільз, підшипникових гнізд, отворів у шатунах та інших елементів, де вихідний розмір визначає правильність роботи всієї системи. Нутроміри дозволяють не лише визначати номінальний діаметр, але й оцінити ступінь зносу по висоті, встановити наявність овальності, конусності та бочкоподібності.

Загальний вигляд нутроміра показано на рисунку 12:



Рисунок 12 – Нутромір індикаторний

Для контролю геометрії та співвісності деталей також застосовуються індикатори годинникового типу, які дозволяють визначати радіальне та осьове биття валів, перевіряти точність посадок, оцінювати рівність поверхонь, вимірювати зазори у підшипниках кочення та ковзання. Інколи для контролю використовують спеціальні індикаторні стійки, що дозволяють вимірювати биття колінчастих валів у кількох площинах одночасно. Набори щупів застосовуються для вимірювання зазорів у клапанному механізмі, у зчепленні, у шлицьових з'єднаннях. Калібри-пробки та калібри-скоби використовують для контролю точності виготовлення або відновлення посадкових отворів та валів, а повірочні лінійки, рейсмуси та кутоміри – для перевірки плоских і кутових поверхонь, таких як площини головок блоку циліндрів чи площини прилягання картерів.

Вали вибраковуються за наявності тріщин, раковин, глибоких вибоїн на робочих поверхнях шийок. Тріщини і раковини валів виявляють зовнішнім оглядом і одним з методів дефектоскопії.

Граничні розміри шийок валів визначають вимірюванням з необхідною точністю. Спотворення геометричної форми (конусність, овальність) шийок колінчастих валів вимірюють за допомогою мікрометра в двох взаємно перпендикулярних площинах (в площині кривошипів і перпендикулярній їй).

Прогин колінчастих, розподільних і інших валів визначають в центрах токарного верстата або в призмах. При цьому щуп індикаторної головки встановлюють в крайній верхній точці А (рисунок 13) по середній корінній шийці колінчастого валу або середині валу. Потім легким рухом руки повертають вал в центрах; відхилення стрілки показує величину прогину валу.

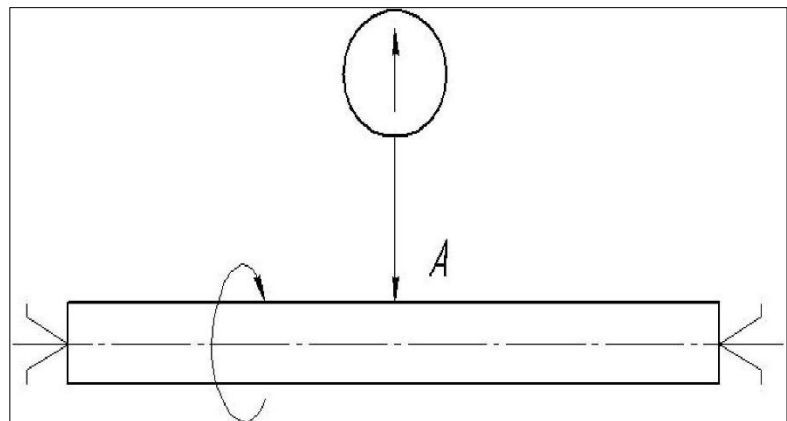


Рисунок 13 – Визначення прогину валу, який встановлений в центрах з допомогою індикатора

Для визначення прогину колінчастих валів і їх правки є також спеціальні пристосування (стенди) типу ГАРО.

Корпусні деталі контролюють на герметичність гідравлічним методом. Зноси отворів визначають нутромірами, пробками і іншими засобами. Різи контролюють новими болтами, різьбовими калібрами і зовнішнім оглядом.

Знос циліндрів двигунів визначають за допомогою індикаторного нутроміра (рисунок 14), вимірюючи діаметр в трьох поясах по висоті і в двох взаємно перпендикулярних напрямках.

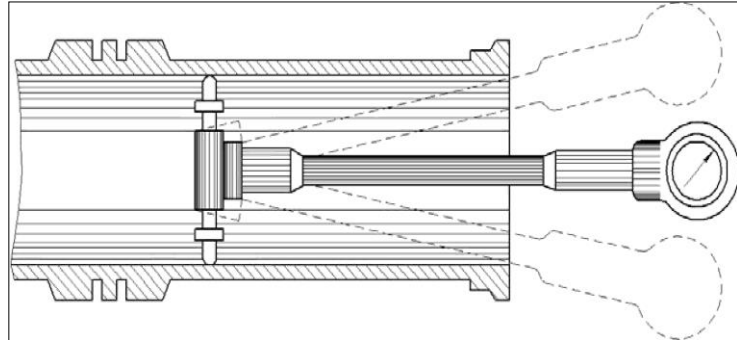


Рисунок 14 – Визначення спрацювання циліндра двигуна індикаторним нутроміром

Згин і скрученість шатунів визначають на пристосуванні (Рисунок 15) із строго вивіреними оправками. Відхилення стрілки верхнього індикатора показує прогин шатуна, а бічного -скрученість.

Підшипники кочення оцінюють в основному за зовнішніми ознаками і результатами вимірювання осьового і радіального зазорів.

При огляді виявляють плями корозії, виявляють стан бігових доріжок, кілець, кульок або роликів, сепараторів. При виявленні тріщин, раковин, надломів цих деталей підшипник вибраковують. Потім перевіряють легкість обертання підшипника від руки; заїдання і шуми при цьому недопустимі.

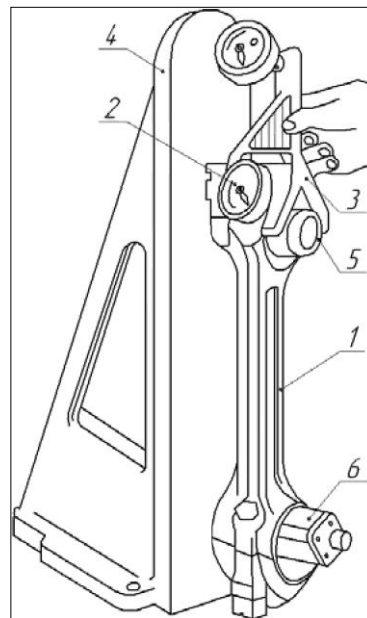


Рисунок 16 – Пристосування для визначення згину та скрученості шатунів:

1 - шатун; 2 - індикатор; 3 - призма; 4 - плита; 5 - поршневий палець; 6 - оправка.

Осьовий і радіальний зазори визначають на спеціальному пристосуванні.

При контролі зубчатих коліс визначають знос зубів по товщині і

довжині, викрошування цементованої або загартованої робочої поверхні, знос посадочного отвору, шпонкової канавки і шліців. Зуб по товщині вважається придатним, якщо між зовнішньою його поверхнею і шаблоном є зазор  $S$ ; за відсутності зазору зубчате колесо вибраковують (рисунок 17).

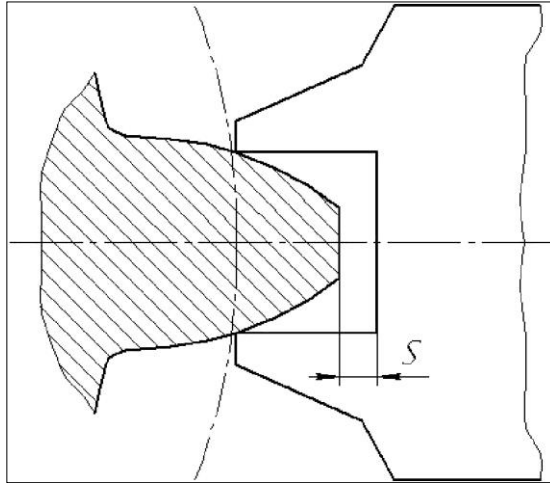


Рисунок 17 – Визначення зносу зуба з допомогою шаблону

Знос зубів по довжині визначають штангенциркулем, штангензубоміром або граничним калібром. Штангензубомір показано на рисунку 18:

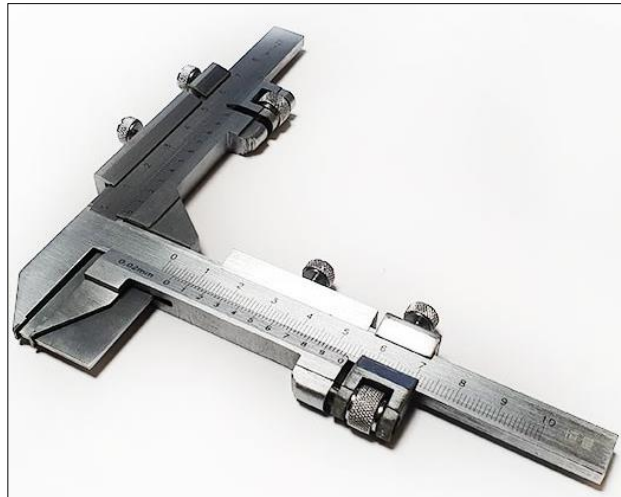


Рисунок 18 – Штангензубомір

Ширину канавок шпонок і шліцевих западин вимірюють шаблонами, а діаметральні розміри - скобами. Викришування (пітинг) робочої поверхні зубів встановлюють зовнішнім оглядом або за допомогою лупи п'ятикратного збільшення.

Таким чином, вимірювальне обладнання є основою якісного ремонту двигуна. Жодна операція капітального ремонту не може бути виконана без попереднього точного контролю геометричних параметрів деталей. Високоточні прилади – мікрометри, нутроміри, індикатори, калібри – гарантують правильність технологічних рішень, забезпечують надійну роботу агрегатів після ремонту і значною мірою впливають на довговічність та ефективність роботи двигуна внутрішнього згорання.

ДОб

Обладнання для сортування, комплектування та маркування деталей

Обладнання для сортування, комплектування та маркування деталей відіграє важливу роль у технологічному процесі капітального ремонту двигунів внутрішнього згорання. Після дефектації деталі повинні бути правильно розподілені за групами придатності, укомплектовані відповідно до ремонтних розмірів та технологічних вимог, а також промарковані для подальшого використання у збірці. Від точності сортування і комплектування залежить не лише якість ремонту, але й надійність роботи двигуна, оскільки кожен вузол ДВЗ потребує узгодженості геометричних параметрів, правильних посадок та точного відповідника за групами зносу.

Сортування деталей проводять після їх очищення та вимірювання. Для цього застосовуються спеціальні сортувальні столи, конструкція яких забезпечує зручність роботи оператора, розміщення великої кількості деталей та їх групування відповідно до технологічних вимог. Сортувальні столи оснащують гладкою або гумованою поверхнею, лотками, ящиками, перегородками, платформами для тимчасового зберігання ідентифікованих деталей, а також підставками для розміщення вимірювальних приладів, калібрів, маркерів і ремонтних карт. У великих ремонтних цехах використовують столи з поворотними платформами, пересувні столи на колесах, столи з вбудованими підсвітками для контролю поверхонь та спеціальні стенди для крупних вузлів.

Граничні калібри дозволяють визначати придатність деталі за принципом «проходить – не проходить», що дає можливість швидко розподілити деталі по ремонтних групах. У деяких випадках використовуються двосторонні калібри, де один бік відповідає максимальному допустимому розміру, а другий – мінімальному.

Загальний вигляд різьбових калібрів показано на рисунку 19:



Рисунок 19 – Різьбові калібри

Після сортування деталей переходять на операцію комплектування. Для цього використовують стенди комплектування – спеціальні робочі місця або мобільні конструкції з полицями, осередками та маркованими відсіками. На таких стендах розміщують деталі, підібрані за розмірними групами, що дозволяє здійснювати попередню підготовку комплектів для подальшої збірки агрегатів. Наприклад, шатунні і корінні вкладиші комплектують за класами товщини; поршні – за діаметром і масою; гільзи – за ремонтними групами; шатуни – за масою та геометричною точністю; клапани – за довжиною стержня, діаметром головки та класом притірки. Стенди комплектування значно зменшують час на пошук деталей, запобігають плутанині й забезпечують правильність технологічного процесу.

Кольорова система – одна з найбільш розповсюджених: зелений колір означає повну придатність, жовтий – придатність у сполученні з новими деталями, білий і синій – можливість відновлення на місцевому або спеціалізованому підприємстві, червоний – повну непридатність деталі. Для збирання складних агрегатів часто застосовують комплектувальні картки, у яких фіксується інформація про ремонтні розміри, групи і результати дефектації.

		<p>У процесі ремонтного виробництва обладнання для сортування, комплектування та маркування формує логістичний фундамент точного, організованого та безпомилкового виконання всіх подальших операцій. Сортувальні столи забезпечують зручність і швидкість попереднього розподілу деталей; калібри гарантують правильність розмірного контролю; стенди комплектування дозволяють формувати точні комплекти агрегатів перед складанням. Разом ці елементи створюють єдину систему, що забезпечує якість та ефективність капітального ремонту двигунів внутрішнього згоряння і мінімізує ризики помилок на збірних операціях.</p>
ДО7	Обладнання для механічної обробки та пластичного деформування	<p>Механічна обробка деталей двигуна внутрішнього згоряння є одним із ключових етапів відновлення їх працездатності під час капітального ремонту. Вона дозволяє відновити точні геометричні параметри поверхонь, забезпечити необхідну чистоту, точність посадок і форму деталей, які в процесі експлуатації зазнають зносу, деформацій і пошкоджень. Для виконання високоточної механічної обробки на ремонтних підприємствах використовують широкий спектр технологічного обладнання: токарні, фрезерні, розточувальні, шліфувальні верстати, а також спеціальні високоточні установки для тонкої та фінішної обробки. Кожен із цих видів обладнання має своє призначення та забезпечує виконання конкретних технологічних операцій, необхідних для відновлення деталей ДВЗ згідно з технічними умовами та кресленнями.</p> <p>У ремонті двигунів особливе значення має токарна обробка шийок колінчастих валів та валів розподільних, що дозволяє відновити їх геометрію перед шліфуванням. Завдяки зміні різального інструменту, кута різання й режимів подачі можна отримати поверхні з різною шорсткістю, що відповідає вимогам технічних умов. Загальний вигляд універсального токарно-гвинторізного верстату показано на рисунку 20:</p>  <p>Рисунок 20 – Універсальний токарно-гвинторізний верстат</p> <p>Фрезерні верстати використовуються для обробки площин, пазів, посадочних поверхонь, виступів та інших геометрично складних елементів. Фрезерування є необхідною технологічною операцією при ремонті блоків циліндрів і головок блоку. Після прогорання прокладки ГБЦ або перегріву двигуна площини блока та головки можуть деформуватися, тому їх фрезерують для відновлення геометричної рівності та герметичності з'єднання. На фрезерних верстатах також виконують обробку площин картерів, торців валів, шпонкових пазів, а у разі необхідності – підготовку поверхонь перед подальшим шліфуванням. Завдяки застосуванню торцевих, кінцевих, дискових фрез можна отримувати оброблені поверхні з високою точністю та однаковою глибиною зняття металу по всій площині.</p> <p>Загальний вигляд універсального фрезерного верстату показано на рисунку 21:</p>



Рисунок 21 – Універсальний фрезерний верстат

Розточувальні верстати використовуються для відновлення внутрішніх поверхонь отворів, що зазнали зносу. Найбільш критичною для двигунів є операція розточування циліндрів блоку або гільз, оскільки саме в циліндрах відбувається основний робочий процес. У результаті тривалої експлуатації на стінках циліндрів виникають овальність, конусність, виборки та інші дефекти, що роблять неможливим використання поршневої групи без відновлення. Розточування дозволяє збільшити діаметр до найближчого ремонтного розміру, після чого виконують хонінгування, фінішну операцію, що формує характерну «сітку хонінгу» для утримання мастила. Розточувальні верстати застосовуються також для відновлення посадкових отворів у шатунах, картерних деталях, гнізд під підшипники та інші відповідальні отвори, де важливо забезпечити точність співвідношень. Загальний вигляд розточувального верстату для розточування циліндрів ДВЗ показано на рисунку 22:



Рисунок 22 – Верстат для розточування циліндрів ДВЗ

Шліфувальні верстати використовують для високоточної обробки поверхонь після токарної або розточувальної обробки.

Шліфування забезпечує мінімальні припуски на обробку та формує чисту, гладку поверхню з контрольованою шорсткістю. У ремонтному виробництві двигунів особливе значення має шліфування корінних і шатунних шийок колінчастих валів. Ця операція виконується на спеціальних високоточних шліфувальних верстатах, оснащених пристроями для центрування валу та контролю бігу. Після шліфування шийки повинні відповідати ремонтному розміру з точністю до сотих міліметра і мати встановлену шорсткість для правильної роботи підшипників ковзання. Окрім валів, шліфуванню піддають торцеві поверхні, плоскі площини, гнізда під підшипники, деталі клапанного механізму та інші елементи, що вимагають прецизійної точності.

Загальний вигляд верстату для шліфування ГБЦ і блоків циліндрів показано на рисунку 23:



Рисунок 23 – Верстат для шліфування ГБЦ і блоків циліндрів

Завдяки застосуванню сучасного технологічного обладнання для механічної обробки можна відновити геометрію деталей ДВЗ до параметрів, близьких до заводських. Точність операцій, що виконуються на токарних, фрезерних, розточувальних і шліфувальних верстатах, визначає подальший ресурс двигуна, оскільки відхилення навіть на частки міліметра можуть спричинити порушення роботи системи мащення, збільшену вібрацію, перевитрату пального, перегрів або механічні поломки. Тому правильний вибір обладнання, налаштування режимів обробки та досвід оператора мають безпосередній вплив на якість ремонту і довговічність агрегату. Механічна обробка є основою відновлювального процесу, а сучасні верстати забезпечують точне й стабільне виконання технологічних операцій на всіх етапах відновлення деталей двигуна внутрішнього згоряння.

При цьому метал деталі з неробочих ділянок переміщається під дією спрямованих зовнішніх навантажень на робочі ділянки, компенсуючи зношування. Пластичним деформуванням відновлюють деталі в холодному і гарячому стані. При гарячому деформуванні деталі нагрівають до температури, що становить 40...60 % температури плавлення металу. У цьому випадку відбувається міжкристалічна деформація, тобто пластичний зсув цілих зерен металу по площинах ковзання. Нагрівання деталі приводить до зміни структури металу (рекристалізації), внаслідок чого первинні фізико-механічні властивості деталі змінюються. Тому відповідальні деталі машин після пластичного відновлення в гарячому стані необхідно піддавати термічній обробці. При холодному деформуванні механізм його виникнення носить досить складний характер, що пояснюється дислокаційними теоріями (зсувами

в кристалічних ґратах і заповненнями вакансій, що приводить до пластичного переміщення металу). Однак у металі при цьому змінюються фізико-механічні властивості: знижується в'язкість, підвищується границя текучості, збільшується твердість і локальна (місцева) крихкість.

В ремонтному виробництві методи пластичного деформування використовуються для відновлення розмірів зношених деталей (роздача, стиск, осадження, вдавнення, витяжка, накатка); усунення дефектів геометричної форми (правка); поверхневого зміцнення деталей.

Найбільш важлива перевага методу в тому, що відновлення деталей до первісних розмірів (або близьких до них) досягається без нарощування металу. Тому пластичне деформування деталей відрізняється технологічною простотою.

Роздача застосовується для відновлення пустотілих деталей циліндричної форми (поршневих пальців, втулок і ін.). При цьому зовнішній - робочий розмір діаметра збільшується за рахунок зміни внутрішнього - неробочого (рисунок 25). При роздачі напрямок тиску від дії зовнішньої деформуючої сили збігається з напрямком деформації 5.

Обтиснення - застосовується для відновлення деталей (втулок), зношених по внутрішньому робочому отвору. При обтисненні, як і при роздачі, збігаються напрямки дії деформуючої сили (тиску) і деформації 5. Цим методом відновлюють втулки розподільних валів.

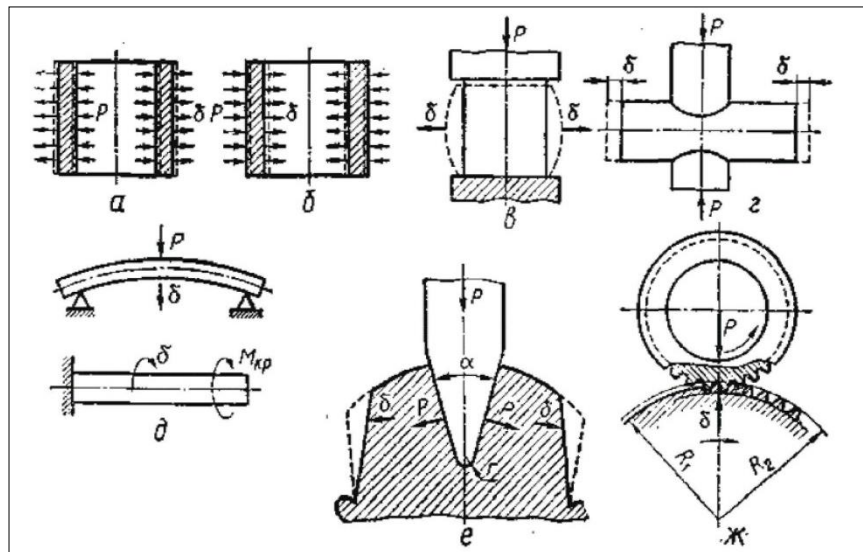


Рисунок 25 – Технологічні прийоми відновлення деталей пластичним деформуванням:

*a* – роздача; *b* – обтиснення; *v* – осадження; *г* – витяжка; *д* – правка; *e* – вдавнювання; *ж* – накатка ( $R_1$  - до відновлення;  $R_2$  - після відновлення)

На рисунку 26 зображено пристосування для обтиснення бронзових втулок. Відновлювану деталь 2 за допомогою пуансона 1 проштовхують через матрицю 3, встановлену в основу штампа 4. При цьому за рахунок зменшення зовнішнього діаметра  $D$  відновлюється розмір внутрішнього діаметра  $d$ .

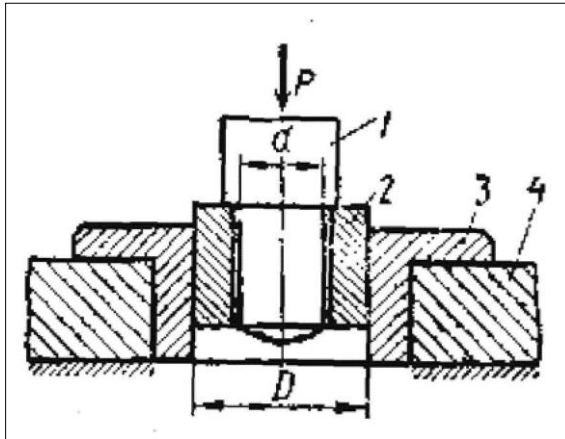


Рисунок 26 – Пристрій для обтиснення бронзових втулок

Після обтиснення, для одержання необхідної шорсткості поверхні і заданого розміру отвору, втулку розвертають або прошивають.

Осадженням збільшують зовнішній діаметр суцільних деталей, а також зменшують внутрішній і збільшують зовнішній діаметр порожнистих деталей за рахунок зменшення їхньої довжини. При осадженні напрямок діючої сили перпендикулярний напрямку деформації 5 (рис. 3.1 в). Осадженням відновлюють бронзові втулки верхньої голівки шатуна.

Вдавлювання застосовується для відновлення деяких шарових пальців, зубів шестерень, бічних поверхонь шліців і т.п. Воно поєднує в собі одночасно осадження і роздачу, а діюча сила спрямована під кутом до напрямку деформації 5 (рис. 3.1 е).

Витяжка дозволяє подовжувати важелі, тяги, стрижні за рахунок місцевого звуження поперечного перерізу на неробочих ділянках. Витяжку проводять при місцевому нагріванні до температури 820...850 °С.

Накатка застосовується для збільшення зовнішніх або зменшення внутрішніх розмірів за рахунок пластичного витиснення металу на окремих ділянках робочої поверхні. Накатку застосовують для відновлення розмірів посадочних поверхонь під підшипники кочення. Після накатки міцність деталей знижується, тому що западини, утворені накаточним інструментом, є концентраторами напружень. З метою підвищення несучої здатності ділянок валів під підшипники, залиті антифрикційним матеріалом, западини на останніх заливають бабітом.

В якості накаточного інструмента використовують зубчастий ролик, виготовлений з інструментальної або шарикопідшипникової сталі, загартованої до твердості 56...62 HRC. При накатці ролик встановлюється на державці в супорті токарного верстата.

Правка - один з найпоширеніших технологічних прийомів усунення вигину, скручування, жолоблення і т.п. Правкою відновлюють вали, шатуни, рами та інші деталі. Залежно від величини деформації і фізико-хімічних властивостей матеріалу деталі правлять у гарячому і холодному стані.

При холодній правці в результаті місцевого пластичного деформування металу сильно змінюються його структура і фізико-механічні властивості, причому має місце значна неоднорідність властивостей і розподілу залишкових напружень по перерізу. У зв'язку з цим при правці необхідно прагнути до одержання меншої локальної пластичної деформації, а також її рівномірного розподілу в металі деталі.

Для вирівнювання внутрішніх напружень після правки деталь доцільно піддати стабілізуючому нагріванню до температури, рівної  $0,8 T_{\text{отп}}$ , де  $T_{\text{отп}}$  - температура відпуску нової деталі. Час витримки при цьому складає 0,5... 1 год.

При більших деформаціях виконують гарячу правку деталей при температурі 600...800 °С. Прогин колінчастого вала - один з найпоширеніших дефектів, що усувають правкою на пресі перед шліфуванням шийок. Правка під пресом викликає сильні структурні зміни і знижує втомну міцність валів.

Дуже ефективним методом є правка валів місцевим наклепом. Вона заснована на дії залишкових внутрішніх напружень стиску, що виникають при

наклепі. Так, при наклепі колінчастого вала (рисунок 27) створені на окремих ділянках залишкові напруження усувають прогин. При наклепі використовують пневматичний молоток із закругленим бойком.

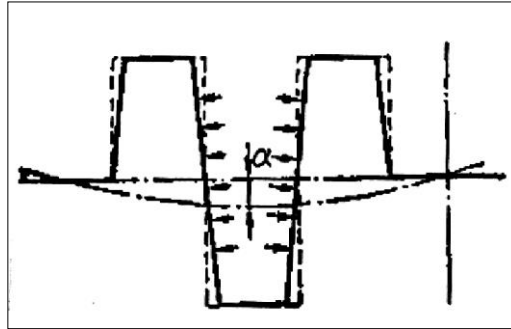


Рисунок 27 – Правка колінчастого вала місцевим наклепом

Контролюють вали і осі після виправлення в центрах за допомогою індикаторних пристосувань; плоскі деталі контролюють лінійками і шупами.

Пластичне деформування ефективно використовується для поверхневого зміцнення відповідальних деталей. Так зміцнюють і покращують якість поверхні циліндрів двигунів внутрішнього згоряння, отворів у корпусних деталях і т.п.

Багатокульковий розкатник (рисунок 28) складається зі шліцьового вала 1; корпуса 4; конуса 7; рухомого 2 і нерухомого 3 кільця сепаратора; регулювальних болтів 8, 10 і 13; контргайок 9; двох установочних штифтів 11; гвинтів 12; шпонки 14 і деформуючих елементів 15.

Рухомий конус 7, щоб уникнути його провертання, встановлюється на сегментній шпонці й може переміщатися по ній уздовж осі шліцьового вала. На зовнішній поверхні конуса виконані поздовжні циліндричні канавки, з радіусом основи декілька більшим радіуса куль. Вони забезпечують фіксацію розташування куль по колу. У конусі передбачені чотири рівномірно розташовані отвори для установки болтів 10 з мікрометричною різью для регулювання положення та закріплення рухомого кільця сепаратора. Нарізна пробка 6 і палець 5 забезпечують з'єднання шліцьового вала та корпуса. Нерухоме кільце сепаратора центрується на корпусі двома штифтами і кріпиться до нього гвинтами 12.

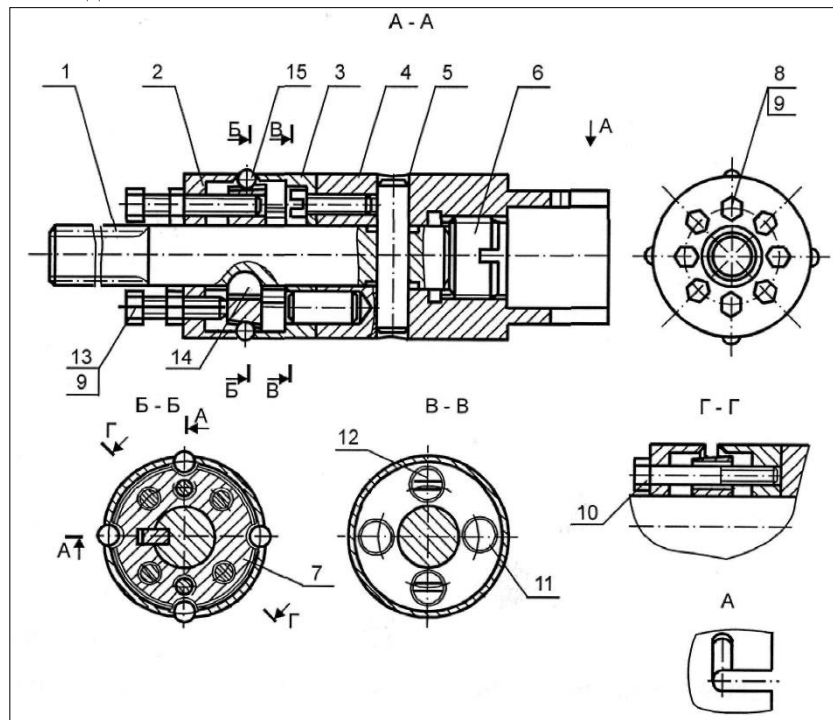


Рисунок 28 – Багатокульковий розкатник:

		<p>1 - вал шліцьовий; 2 - кільце сепаратора рухоме; 3 - кільце сепаратора нерухоме; 4 - корпус; 5 - палець; 6 - пробка нарізна; 7 - конус; 8, 10, 13 – болт регулювальний; 9 - контргайка; 11 - штифт настановний; 12 - гвинт; 14 - шпонка; 15 - елемент деформуючий (кулька)</p> <p>Регулювання натягу виконується таким чином. Для збільшення натягу рухомий конус за допомогою болтів 8 переміщується вліво (болти 10 і 13 при цьому вивернуті) і рухоме кільце сепаратора 2 також переміщується вліво. При досягненні необхідного натягу болт 8 з контргайкою 9 обмежує рухомість конуса вправо, а болт 13 не дає йому можливість переміщення вліво; болти 10 фіксують конус і кільце 2 сепаратори в такому положенні щодо нерухомого кільця 3, що забезпечує вільне обертання кульок. Аналогічні дії виконуються при зменшенні натягу (конус переміщається вправо).</p> <p>Перед розкаткою отвір попередньо розточують, залишаючи припуск на розкатку 0,04...0,06 мм.</p> <p>Методи пластичного деформування часто поєднують із наступною механічною обробкою – розточуванням, хонінгуванням, шліфуванням або поліруванням – для досягнення точних ремонтних розмірів і необхідної якості поверхні. Вибір конкретного обладнання залежить від типу деталі, характеру зносу, ступеня деформації та вимог до точності. Правильно застосована технологія пластичної деформації дозволяє значно підвищити ресурс деталей, скоротити витрати на виготовлення нових елементів і забезпечити надійну роботу двигуна після капітального ремонту.</p>
ДО7	Зварювальне обладнання	<p>Відновлювана деталь обертається в процесі наплавлення з визначеною швидкістю. Зварювальний дріт автоматично подається в зону зварювання. Дуга горить між кінцем електрода і відновлювальною поверхнею виробу під шаром флюсу, який безперервно подається з бункеру. Під впливом теплоти, що виділяється зварювальною дугою, плавляться зварювальний дріт і основний метал, а також частина флюсу, що потрапляє в зону горіння дуги. В зоні горіння дуги утворюється порожнина, заповнена парами металу, флюсу і газами. Їх тиск підтримує флюсове склепіння, що утворюється над зварювальною ванною. Розплавлений флюс внаслідок значно меншої густини впливає на поверхню розплавленого металу шва і покриває його щільним варом.</p> <p>Оболонка з розплавленого флюсу охороняє метал наплавки і пришовної зони від кисню і азоту повітря, і крім того, перешкоджає розбризкуванню рідкого металу. Завдяки тому що розплавлений флюс характеризується низькою теплопровідністю, уповільнюється процес охолодження металу.</p> <p>Це полегшує спливання на поверхню ванни шлакових включень і розчинених в металі газів, що різко підвищує якість наплавленого шару сплаву.</p> <p>До переваг зварювання (наплавлення) під шаром флюсу належать: висока продуктивність процесу завдяки застосуванню більших струмів, більшої глибини проплавлення, а також майже повної відсутності витрат металу на угар і розбризкування; можливість автоматизації процесу; висока якість наплавленого металу за рахунок надійного захисту зварювальної ванни флюсом; поліпшення умов праці зварника. До недоліків цього процесу слід віднести: значне нагрівання деталі; неможливість наплавлення деталей діаметром менше від 40 мм з причини стікання розплавлених металу, що наплавляється, і флюсу з поверхні відновлюваної деталі; необхідність в окремих випадках повторної термічної обробки деталі.</p> <p>Зварювальні флюси і зварювальний дріт. Зварювальним флюсом називається неметалічний матеріал, розплав якого необхідний для зварювання і поліпшення якості шва. До флюсів для автоматичного і напівавтоматичного зварювання висуваються такі вимоги:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- забезпечення стабільності горіння дуги в процесі зварювання;</li> <li>- одержання заданого хімічного складу наплавленого металу;</li> <li>- забезпечення потрібного формування металу;</li> <li>- одержання швів без тріщин і з мінімально допустимою кількістю шлакових включень та пор;</li> <li>- легка віддільність шлакової корки від поверхні наплавленого металу.</li> </ul>

		<p>Розв'язання цих завдань пов'язано зі складом матеріалу, що зварюється, зварювальним дротом, який використовується. Тому флюси, що використовуються, дуже різноманітні.</p> <p>Флюси класифікуються за такими основними ознаками:</p> <p>за призначенням: флюси загального призначення застосовують для зварювання і наплавлення вуглецевих, і низьколегованих сталей; флюси спеціального призначення застосовують для спеціальних способів зварювання, таких як електрошлакове зварювання, зварювання легованих сталей і т. ін.;</p> <p>за способом виготовлення: плавлені, тобто флюси, що одержують сплавленням шихти в електричних або полуменевих печах, і неплавлені виготовлені без розплавлення шихти. До неплавлених належить флюси, виготовлені подрібнюванням та змішуванням окремих компонентів, а також керамічні флюси, які одержують змішуванням порошкоподібних шлакоутворюючих, легуючих, розкислюючих та інших компонентів;</p> <p>за хімічним складом: оксидні флюси, що складаються з оксидів металів і фтористих сполук. Ці флюси застосовуються для зварювання і наплавлення вуглецевих і низьколегованих сталей; сольові флюси, що складаються з фтористих і хлористих солей, які застосовуються при зварюванні і наплавленні високолегованих сталей; за хімічним складом шлакоутворюючої частини; кислі флюси, що вміщують кислі оксиди, флюси нейтральні, що вміщують в основному фториди і хлориди; основні флюси, які вміщують оксиди основного характеру.</p> <p>Зварювальний дріт для зварювання під флюсом випускається за ГОСТ 2246-70. Стандарт поширюється на гарячекатаний і холоднокатаний дріт з вуглецевих, легованих і високолегованих сталей. У стандарті визначаються діаметр дроту, хімічний склад, розмір мотків й інші дані. Хімічний склад матеріалу дроту можна визначити за літерами і цифрами, що входять у позначення марки дроту. Зварювальний дріт має індекс "Св", а наплавлювальний "Нп". Цифри вказують середній вміст вуглецю в сотих частках відсотку. Марку дроту вибирають від повідно до хімічного складу сталі, що зварюється. Наприклад, для зварювання низьковуглецевих сталей використовують низьковуглецеві дроти Св-08. Св-08А. Св-08НА та ін. Легуючі елементи, що входять до складу дроту, мають ті самі позначення, що і при маркіруванні сталі. Літера "А" вказує на підвищену чистоту металу за вмістом сірки і фосфору. Дріт, виготовлений зі сталі, яка виплавлена електрошлаковим або вакуумно-дуговим способом або ж у вакуумно-індукційних печах, позначається літерами Ш. ВД і ВИ.</p> <p>Наплавочний дріт поділяють на три групи: з вуглецевої сталі типу Нп-30. Нп-40. Нп-80 й ін.. всього 8 марок; з легованої сталі типу Нп-3ОХ5. Нп-3ОХГМ. всього 11 марок; з високолегованої сталі типу Нп-4Х13: Нп-45Х4В3Ф:Нп-45Х2В8Т, всього 9 марок.</p> <p>Для наплавлення під шаром флюсу використовують також порошковий дріт марок ПП-3Х2В8, ПП-ОХВІ4.</p>
--	--	--

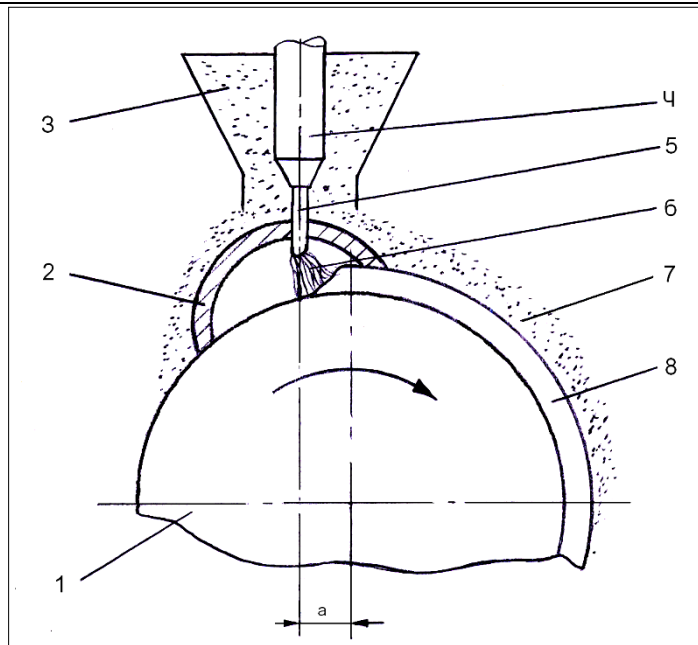


Рисунок 29 – Обладнання для зварювання під флюсом:

1 - деталь; 2 - оболонка рідкого флюсу; 3 - бункер із флюсом; 4 - мундштук; 5 - електрод; 6 - електрична дуга; 7 - шлакова кірка; 8 - наплавлений метал; а - зсув.

Суть способу полягає в тому, що в зону горіння дуги під невеликим тиском подають газ, який витискає повітря із зони і захищає зварювальну ванну від кисню і азоту повітря.

Залежно від застосовуваного газу зварювання в захисних газах поділяють на зварювання в активних-та інертних газах. Зварювання (наплавлення) в захисних газах ведуть як плавким, так і неплавким електродом. У першому випадку метал електрода розплавляється і бере участь в утворенні зварювального шва. При зварюванні неплавким електродом (звичайно вольфрамовим) метал електроду не розплавляється і з металом шва не реагує, а присадний матеріал вводиться в зону дуги окремо. Зварювання неплавким електродом широко застосовують при відновленні деталей з алюмінію та його сплавів.

Найбільше поширення при відновленні автомобільних деталей одержали зварювання і наплавлення в середовищі вуглекислого газу і аргону.

Зварювання і наплавлення деталей в середовищі вуглекислого газу.

Зварювання (наплавлення) у вуглекислому газі - це спосіб зварювання плавким електродом із захистом зварювальної ванни від повітря вуглекислим газом.

Зварювання у вуглекислому газі голим суцільним дротом належить до найдешевших способів зварювання вуглецевих і низьколегованих сталей. Тому за обсягом виробництва воно посідає перше місце серед механізованих способів зварювання плавленням.

Аргоно-дугове зварювання і наплавлення. Властивості деяких металів і сплавів помітно погіршуються у разі дії на них зависоких температур кисню, а в окремих випадках - азоту і водню. Щоб виключити цей шкідливий вплив і застосовують зварювання в інертних газах. Захист реакційного зварювального простору в цих випадках здійснюють або струменем захисного інертного газу, що відтискує повітря з зони горіння дуги, або зварюванням у спеціальних камерах, де створюється атмосфера потрібного складу.

Найуніверсальнішим захисним газом є аргон. У ряді випадків до інертного газу, щоб поліпшити стійкість дугового розряду, формування шва. Підвищити продуктивність, додають різні активні гази.

Одним із найпоширеніших методів відновлення є дугове зварювання в середовищі інертних або активних газів – процеси MIG/MAG. MIG (Metal Inert Gas) використовує інертні гази, як-от аргон або гелій, що запобігають окисненню розплавленого металу й забезпечують чистий та рівний шов. MAG

		<p>(Metal Active Gas) працює в середовищі вуглекислого газу або сумішей CO<sub>2</sub> з аргоном і застосовується переважно для сталевих деталей. Обладнання MIG/MAG характеризується стабільною подачею дроту, високою продуктивністю та можливістю ремонту великих площин або довгих тріщин, що є актуальним для блоків циліндрів, картерів та масивних корпусних елементів. Завдяки автоматичній подачі дроту, рівномірному формуванню валика та мінімальному розбризкуванню цей метод широко використовується у відновленні сталевих та чавунних деталей.</p> <p>TIG-зварювання (Tungsten Inert Gas) забезпечує найвищу якість шва серед усіх дугових методів і є незамінним при ремонті деталей з алюмінію, магнію, нержавіючих сталей та тонкостінних конструкцій. У TIG-процесі використовується вольфрамовий електрод, який не плавиться, а зона дуги захищається аргоном. За рахунок високої локалізації тепла, мінімальної деформації та точного контролю над процесом, TIG найчастіше застосовують при ремонті головок блоку циліндрів, алюмінієвих картерів, кришок підшипників, кронштейнів і дрібних корпусних деталей. TIG-зварювання дозволяє акуратно проварювати мікротріщини, виконувати наплавлення з високою чистотою поверхні та з мінімальним ризиком утворення пор. На рисунку 30 показано зварювальний апарат для технології TIG.</p>
Д08	Обладнання для наплавлення та нанесення ремонтних шарів	<p>Рис. 30 – Апарат для TIG зварювання</p>  <p>Обладнання для наплавлення та нанесення ремонтних шарів відіграє ключову роль у системі відновлення деталей двигунів внутрішнього згоряння, оскільки саме за допомогою цих технологій можна компенсувати зношування, усунути дефекти та сформувати нові робочі поверхні, що за своїми характеристиками нерідко перевищують первинний заводський стан. Наплавлення застосовується тоді, коли знос перевищує допустимі межі, деталь втратила геометрію або має локальні пошкодження, які неможливо усунути лише механічною обробкою. Залежно від типу металу, розмірів деталі, способу навантаження та вимог до міцності, використовують різні методи та обладнання: підфлюсове наплавлення, газове наплавлення, віброударне</p>

зміцнення та індукційне нанесення покриттів. Кожен із цих методів має свої технологічні переваги, обмеження та специфічну область застосування у відновленні ДВЗ.

Підфлюсові установки є одними з найбільш продуктивних видів обладнання. У процесі наплавлення електрична дуга повністю ізольована шаром флюсу, що не тільки захищає розплавлений метал від кисню та азоту повітря, а й забезпечує рафінування ванни, стабілізацію дуги та регулювання хімічного складу шва. Таке обладнання застосовують для деталей, що мають значну довжину і масу: колінчасті вали, осі, шестерні, вали коробок передач, шліцьові з'єднання. Підфлюсове наплавлення дозволяє наносити товсті шари (до 6–8 мм за один прохід), забезпечуючи відмінну провареність і високу однорідність металу. Завдяки автоматизації процесу забезпечується рівномірна якість по всій довжині відновленої поверхні. Однак цей метод має і недоліки – великий тепловий вплив, що може спричинити деформації, необхідність значного припуску під подальшу механічну обробку, а також обмеження щодо деталей малого діаметра.

Газове наплавлення застосовується для відновлення деталей, які не можуть бути піддані різкому нагріву або мають складну геометрію. Газові пальники створюють регульований температурний режим, що дозволяє працювати з чавуном, бронзою, латунню, алюмінієвими сплавами та навіть магнієвими компонентами. Перевагою газового обладнання є його універсальність: ним можна наплавляти невеликі тріщини, відновлювати посадкові поверхні, ремонтувати ребра охолодження та дрібні елементи, що не потребують значного шару наплавки. У випадку чавунних деталей газове наплавлення часто поєднують із графітовими або нікелевими присадками, що забезпечує хорошу пластичність металу після ремонту. Газова технологія дає змогу виконувати тонку ювелірну роботу, але вона менш продуктивна і вимагає високої кваліфікації зварника.

Віброударне обладнання належить до методів поверхневого зміцнення, які суттєво підвищують втомну міцність деталей без додавання металу. У цьому процесі робоча поверхня піддається впливу ударів високої частоти, що спричиняє ущільнення структури металу, зниження залишкових напружень та утворення зміцненого шару. Віброударні установки використовують у випадках, коли необхідно підвищити міцність поверхонь, які працюють під циклічними навантаженнями: шийки валів, торці штовхачів, опорні поверхні клапанів, місця контакту у зчепленні. Важливо, що цей метод суттєво покращує експлуатаційні властивості без значного нагрівання деталі, тому він не спричиняє викривлення або структурних змін металу, характерних для дугових методів.

Індукційне обладнання для нанесення покриттів є одним із найсучасніших рішень у ремонті двигунів. Індукційний нагрів забезпечує швидке локальне розігрівання поверхні металу, на яку подаються леговані порошки або спеціальні пасти. Під дією високочастотної індукційної котушки порошковий матеріал плавиться і дифундує в поверхневий шар основного металу, утворюючи міцне зміцнене покриття. Такий метод часто застосовують для ремонту сідел клапанів, кулачків розподільного вала, направляючих втулок, опорних кілець та інших високонавантажених зон, що потребують підвищеної зносостійкості. Індукційні установки забезпечують мінімальну зону термічного впливу, точний контроль над глибиною нагріву та товщиною покриття, що робить цей метод надзвичайно точним і технологічно стабільним.

У практиці ремонту ДВЗ також використовуються комбіновані процеси: наприклад, після підфлюсового наплавлення вал може пройти індукційне гартування для підвищення твердості; після газового наплавлення може виконуватися віброударне ущільнення; іноді індукційний нагрів застосовують перед механічною обробкою для зняття залишкових напружень. Правильне поєднання методів дозволяє досягти максимальної довговічності та якості відновлених деталей. Усе це робить обладнання для наплавлення важливою частиною технологічного процесу, що стоїть на межі сучасної металургії, зварювальних технологій та машинобудування, спрямованих на відновлення ресурсу двигунів внутрішнього згоряння з мінімальними витратами та максимальною ефективністю.

До відмітних особливостей індукційного нагрівання належить безконтактний спосіб передачі енергії у виріб, що нагрівається, за допомогою електромагнітного поля. В будь-якому електропровідному матеріалі, розміщеному в змінному електромагнітному полі, індуктуються вихрові струми. Порівняно з кондуктивним індукційним (безконтактним) підведенням енергії спрощує і розширює можливості нагрівання геометрично складних поверхонь деталей, наприклад, таких, як зубці шестерень, кулачки розподільних валів та ін. Загальний вигляд індуктора показано на рисунку 31:



Рисунок 31 – Загальний вигляд індуктора

Змінне електромагнітне поле індуктує електрорушійну силу (ЕРС). під впливом якої в металі виникають струми, що нагрівають поверхню, яка наплавляється, до заданої температури. Густина індуктованих у кожному елементарному об'ємі металу струмів може змінюватись за різними законами залежно від форми, геометричних розмірів деталі, що нагрівається, питомого опору і магнітної проникності матеріалу та ін.

Індуктовану електрорушійну силу визначають на основі відомого закону електромагнітної індукції, згідно з яким ЕРС дорівнює швидкості убавання магнітного потоку:

Для випадку зміни магнітного потоку, що пронизує витки потокозчеплення контуру близького до синусоїди, діюче значення ЕРС можна визначити.

Виходячи з непровідного середовища, наприклад повітря, електромагнітна хвиля всередині металу поширюється перпендикулярно до його поверхні і затухає в міру віддалення від нього. Частота потужності, що передається в деталь, яка наплавляється, в процесі наплавлення, якщо її досить для нагрівання потрібного об'єму основного і присадного металів, вважається корисною

В основу лазерного зварювання і наплавлення покладено використання енергії світлового потоку високого ступеня спрямованості. Це вид зварювання плавленням, за якого нагрівання матеріалу здійснюється когерентним світловим променем, який створюється, оптичним квантовим генератором лазером. Основною частиною такої установки є генератор, що перетворює енергію, запасену в блоці конденсаторів, в енергію когерентного світлового променя. Лазер дає змогу сконцентрувати на поверхні деталі енергію за густини потужності від гранично малих величин до 10 Вт/см<sup>2</sup>. Енергія може передаватися матеріалу безконтактне на значні відстані від генератора і строго дозовано. При відновленні деталей лазерний промінь використовують для приварювання додаткової ремонтної деталі або для наплавлення поверхонь розплавленням основного і присадного матеріалу. Присадний матеріал може бути у вигляді порошку, дроту або фольги. Найчастіше для наплавлення використовують порошкоподібний сплав, який попередньо наносять на відновлювану поверхню у вигляді обмазки на основі клейових сумішей.

Це дає змогу забезпечити рівномірність прогрівання по наплавлюваній

	<p>поверхні з мінімальними втратами порошку і, крім того, підвищує до 60-70% ступінь поглинання лазерного випромінювання.</p> <p>Одна з умов забезпечення міцного зчеплення припою з металевою основою, тому що при низькому поверхневому натягу припою останній добре розтікається по металу деталі, заповнює всі його нерівності (механічне зчеплення).</p> <p>Однак при паянні необхідно забезпечити надійне фізико-хімічне зчеплення, що відбувається при взаємній дифузії припою і основного металу і супроводжується утворенням інтерметалідних твердих розчинів.</p> <p>Це забезпечується підбором припоїв з необхідними фізико-хімічними характеристиками, режимів паяння і підготовкою поверхні деталі до паяння.</p> <p>Припої повинні мати комплекс гарних фізико-механічних, фізико-хімічних і експлуатаційних властивостей: мати високу рідинотекучість, змочуваність, невисоку температуру плавлення, досить високу міцність, пластичність і ін. Розрізняють м'які (легкоплавкі) і тверді (тугоплавкі) припої.</p> <p>До <i>м'яких</i> припоїв (температура плавлення до 500 °С) відносяться олов'яно-свинцеві сплави. Вони мають низьку механічну міцність, але широко застосовуються внаслідок низької температури плавлення. У ремонтній практиці для паяння бензобаків, радіаторів, трубопроводів застосовують наступні м'які припої: ПОС-18, ПОС-30, ПОС-50, ПОС-64. У марці буква П означає припій, О і С - відповідно, що його основою є олово і свинець; чисельне значення вказує на середній вміст олова (18, 30, 50, 64 %).</p> <p>До <i>твердих</i> припоїв (температура плавлення більше 500 °С) відносяться мідь, латунь, срібло.</p> <p>Чиста мідь (температура плавлення 1083 °С) має добру рідинотекучість і високу міцність зчеплення. Однак при високій температурі схильна до окислювання. Тому чисту мідь застосовують для паяння рідко, переважно в захисних газах.</p> <p>Срібні припої ПСр-10, ПСр-12, ПСр-25 і т.д. (10, 12, 25 %- срібла) застосовують для відповідальних з'єднань, коли потрібна висока корозійна стійкість (контакти електричних приладів і ін.). У ремонтному виробництві широко використовуються мідноцинкові (латунні) припої: ПМЦ-36, ПМЦ-48, ПМЦ-54 і ін. У позначеннях цих припоїв цифри вказують вміст міді у відсотках, інше - цинк із незначними присадками свинцю і заліза. Температура плавлення мідно-цинкових припоїв нижча, ніж мідних, і становить у середньому 840...860 °С.</p> <p>Для паяння алюмінієвих деталей використовують припої із силумінів, для швидкорізальної сталі і твердих сплавів - ГПФ, ГФК та ін.</p> <p><i>Флюси</i> призначені для розчинення і видалення окисних плівок, захисту поверхні металу від окислювання, зменшення поверхневого натягу, поліпшення змочуваності і адгезії припою.</p> <p>Застосовують рідкі і тверді флюси. <i>Рідкі флюси</i>, що застосовуються при паянні м'якими припоями, являють собою 20-50 % розчини хлориду цинку або хлориду амонію.</p> <p>Іноді для усунення корозії (особливо при паянні міді) застосовують кислотні флюси (каніфоль й ін.); їх наносять не на паяльник, а на місце паяння після розігріву деталі.</p> <p><i>Тверді флюси</i> (бура, суміш бури з борною кислотою, борним ангідридом) застосовують для паяння тугоплавкими припоями. Нержавіючі сталі паяють із активізованим флюсом, що одержують додаванням до бури 30-70 % тетрафторбората калію або 40 % фториду калію. При паянні алюмінію використовують флюс, до складу якого входять хлорид літію, фторид калію і інші компоненти.</p> <p>При паянні твердими припоями флюс у вигляді порошку або пасту наносять на місце пайки, а деталь нагрівають паяльною лампою, газовим пальником, електроконтактним методом або струмами високої частоти. При паянні сталевих деталей температура нагрівання не повинна перевищувати температуру їх термічної обробки.</p> <p>Сірий чавун погано піддається паянню, тому що графіт перешкоджає з'єднанню припою і деталі. Тому перед паянням на поверхню чавунної деталі наносять підшар міді, латуні або «випалюють» графіт полум'ям ацетилено-кисневого пальника, покривши поверхню пастою з опилок заліза і борної</p>
--	---

		<p>кислоти.</p> <p>Оксидну плівку при паянні алюмінію знімають за допомогою шкребків або розчиняють флюсами АФ-4А. Ефективно застосовувати для цієї мети спеціальний ультразвуковий паяльник типу УП-21, за допомогою якого руйнується тверда оксидна плівка. Після паяння деталь повільно охолоджують, очищають від надлишку припою і промивають.</p> <p>Паянням усувають дефекти в радіаторах, масляних і паливних баках, трубопроводах, припаюють контакти електропроводів приладів, твёрдосплавні пластини різальних інструментів і т.д.</p>
ДО9	Обладнання для металізації (напилення) та гальванічних покриттів деталей	<p>В умовах інтенсифікації виробничих процесів підвищення надійності деталей машин і механізмів - одне з важливих завдань. Найраціональніше використовувати матеріали, як ті, що давно існують, так і ті, що заново створені, підвищувати надійність деталей і отримувати при цьому значний економічний ефект можливо завдяки нанесенню покриттів. Існуючі способи нанесення покриттів удосконалюються шляхом створення нового обладнання, яке забезпечує підвищення продуктивності процесу та поліпшення властивостей покриттів. Нові способи нанесення покриттів створюються на основі використання нових фізико-хімічних або поєднання кількох існуючих процесів.</p> <p>Надійність деталі з покриттям забезпечується роботоздатністю (стійкістю) покриття і механічною міцністю деталі як композитної конструкції.</p> <p>Роботоздатність покриття визначається головним чином хімічним складом і структурою матеріалу шару, що наноситься. Високу стійкість проти спрацювання в умовах рідинного тертя мають багатофазові сплави, пористі і композиційні матеріали; в умовах абразивного тертя - тверді спечені сплави. До корозійно стійких відносять метали з малою спорідненістю з киснем (<i>Au, Pt</i>), деякі сплави (ніхром, оксиди, силіциди та інш.) композиції <i>Ni-Al2O3, Co-MoSi2</i>; хороші електроконтактні властивості мають композиції <i>W-Cu, W-Ag</i> та інші.</p> <p>Більшість зазначених матеріалів отримують методами порошкової металургії. Технологія порошкової металургії містить нанесення сирого порошкового шару і наступну термообробку.</p> <p>Недолік багатьох способів наплавлення, термічного напилення і деяких інших способів з використанням високотемпературного нагрівання – слабкий захист вихідного матеріалу від навколишнього середовища, що призводить до насичення наплавленого металу газами (<i>O2, N2</i>).</p> <p>Останнє зменшує пластичність і деякі міцнісні властивості матеріалу, що наноситься. У зв'язку з цим вдосконалення існуючих способів нанесення покриттів, а також розробка нових способів мають здійснюватися шляхом створення такої технології, за якої основні фізико-хімічні процеси нанесення проходили б в захисній атмосфері.</p> <p>Суть нанесення покриттів полягає в формуванні на поверхні основи шару із вихідного матеріалу і створенні зчеплення між ними. Таке явище досягається не тільки сплавленням, осаджуванням, а і схоплюванням за сумісного пластичного деформування вихідних матеріалів. Якщо до спеціально підготовленого порошкового матеріалу, нанесеного на поверхню, прикласти тиск, який перевищує межу міцності, то в результаті пластичної деформації відбувається припресування цього до основи. Припресування - високопродуктивний процес, який посідає важливе місце серед нових способів нанесення покриттів.</p> <p>Технологія нанесення покриттів розв'язує дві задачі: формування на поверхні деталі шару із вихідного матеріалу із заданими властивостями і створення зв'язку (зчеплення) між сформованим шаром і основою. Розв'язання обох задач одним технологічним процесом - термічною або термомеханічною обробкою - для деяких пар матеріалів неможливе. Це пояснюється тим, що необхідні для створення заданих властивостей покриттів режими нагрівання недопустимі для матеріалу основи. Наприклад, температура спікання вольфраму становить <math>3000^{\circ}\text{C}</math>, а температура плавлення сталі <math>1500^{\circ}\text{C}</math>.</p> <p>Внаслідок цього спікання вольфраму повинно проводитися окремо від матеріалу основи, а металопокриття зводиться до створення лише зв'язку попередньо виготовленої оболонки з основою. Необхідну міцність зчеплення</p>

	<p>шару (оболонки) з основою можна досягти за рахунок спікання, дифузійного зварювання або паяння за температур нагрівання нижчих, ніж при спіканні, сплавлюванні та інших процесах.</p> <p>Під „сирим“ мають на увазі шар із порошків, гранул, волокон, пластин, оболонок, армованих систем або композицій, нанесений напрусуванням, пульверизацією або іншим способом, з властивостями, достатніми лише для транспортування та інших маніпуляцій, пов'язаних з наступною термообробкою. Покриття при металізації створюється в процесі термообробки за рахунок спікання сирого шару і припикання його до поверхні виробу.</p> <p>Використання металізації в ремонтному виробництві дає можливість не тільки відновлювати початкову роботоздатність спрацьованої деталі, а й збільшувати її в кілька (десятки) разів. Вибираючи вихідний матеріал, вид і режим нанесення покриттів на деталі, необхідно виходити з того, щоб при термічній обробці не знижувались або знижувались в допустимих межах властивості матеріалу основи. У зв'язку з цим при ремонті використовують спікання з просочуванням, спікання з поверхневим нагріванням і з підпресовуванням між двома нагріваними. Найбільше використання знаходить термомеханічне спікання. Металізацією відновлюють клапани, сідла, сопла, деталі штампів і пресформ, контакти, напрямні та інші деталі машин і механізмів.</p> <p>Під відновленням деталей газотермічним напиленням розуміють процес нанесення покриттів розпиленням нагрітого до рідкого або в'язкотекучого стану диспергованого (порошкоподібного) матеріалу газовим струменем. Перед напиленням відновлювану поверхню потрібно підготувати. Частинки розпиленого металу досягають поверхні у пластичному стані й мають велику швидкість польоту. При контакті з поверхнею деталі вони деформуються та, заглиблюючись в її нерівності, утворюють покриття. З'єднання покриття з поверхнею деталі має здебільшого механічний характер і тільки в окремих локальних точках можна спостерігати мітки зварювання.</p> <p>Відновлення деталей газотермічними покриттями має ряд незаперечних переваг: незначне нагрівання (до 200°C) деталі; висока продуктивність процесу; можливість регулювання у широкому діапазоні (0,1...10 мм) товщини нанесеного покриття; простота технологічного процесу й устаткування; широкий діапазон матеріалів, що використовуються для одержання покриттів із заданими властивостями.</p> <p>Розглянутий спосіб дає змогу не тільки надавати відновлюваним деталям потрібної форми і розмірів, а й змінювати в широких межах поверхневі властивості металопокриттів. Тому багато деталей із дорогих і дефіцитних металів та сплавів можна при ремонті замінити деталями із дешевих матеріалів.</p> <p>Цим пояснюється широке застосування газотермічних методів напилення тільки у ремонті, а й у виготовленні нових деталей.</p> <p>Процес характеризується тим, що розплав одержують за рахунок теплоти електричної дуги, яка горить між двома електродними дротами, а розпилення виконується струменем стисненого повітря (рис.2) Метал розпилюється до частинок розміром 10...50 мкм, товщина одержуваного шару може досягти 12 мм й більше. Проте його міцність і стійкість до динамічних навантажень низька. До інших недоліків треба віднести перегрівання та окислення напилюваного матеріалу й вигорання легуючих елементів присадного матеріалу. Наприклад, вміст вуглецю у сплаві покриття зменшується на 40-60%, а кремнію та марганцю - на 10-15%.</p> <p>До переваг електродугового напилення відносять високу продуктивність процесу (до 65 кг/год), високу стійкість покриття до спрацювання, а також простоту й технологічність процесу.</p> <p>Електродугового напилення: 1-напилювана поверхня; 2-напрямні наконечники; 3-повітряне сопло; 4-подавальні ролики; 5-дріт</p> <p>Відновлення деталей металізацією містить у собі підготовку поверхні до нанесення покриття, безпосереднє напилення для наступної механічної обробки. Напилення складається з трьох процесів: переведення електрода електродного дроту в рідку фазу, розпилення розплаву струменем повітря і формування покриття. Процес наплавлення металу електродного дроту</p>
--	---

	<p>характеризується високою температурою горіння електричної дуги, циклічністю та швидкоплинністю явищ, які відбуваються в зоні плавлення.</p> <p>При плавленні дроту в процесі металізації відбувається:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- горіння дуги між електродами і плавлення їх;</li> <li>- перший розрив електричного кола електродів;</li> <li>- коротке замикання і плавлення електродів;</li> <li>- іскровий розряд, який запалює нову дугу.</li> </ul> <p>Матеріал електродів розплавляється у момент горіння та короткого замикання дуги.</p> <p>У даному випадку джерелом енергії для нагрівання частинок присадного матеріалу є газокисневе полум'я. Для транспортування нагрітого напилювального порошку на зміцнювану поверхню використовують стиснене повітря або газокисневий струмінь. Як газ у практиці ремонтного виробництва найчастіше застосовують ацетилен або пропанбутан.</p> <p>Розглянемо два основних способи газополум'яного напилення.</p> <p>Зображено схему газополум'яного напилення, на якій подача порошкоподібного присадного матеріалу в зону полум'я здійснюється за рахунок інжекції струменем кисню. У процесі напилення порошок з місткості, закріпленої на пильнику, після відкриття клапана надходить до каналу пальника і захоплюється потоком транспортуючого газу. При виході із сопла пальника порошкоподібний матеріал потрапляє до зони газового полум'я, де обплавлюється. Надалі потоком газів, що згоряють порошок, що перебуває у тістоподібному стані, подається на відновлювану поверхню.</p> <p>За другим способом порошкоподібний присадний матеріал подається з місткості безпосередньо у факел полум'я під дією сили ваги.</p> <p>Перевага першої схеми газополум'яного напилення полягає у тому, що транспортування порошку до поверхні деталі відбувається під дією струменя газу, а це зменшує ступінь окислення розплавлених частинок. В результаті підвищується якість напилюваного шару і міцність зчеплення його з основним металом.</p> <p>Перевага другого способу зовнішньої подачі порошку полягає в простоті устаткування, можливості точного регулювання потужності полум'я та місця введення порошку у факел; відповідає потреба у транспортуючому газі.</p> <p>Основна властивість, яка визначає експлуатаційну надійність деталей, відновлених напиленням - це міцність зчеплення нанесеного шару матеріалу з основним металом. Вона визначається, в першу чергу, станом відновлюваної поверхні деталі, швидкістю частинок та їх температурою, видом матеріалу.</p> <p>Високочастотне напилення. За такого способу напилення матеріал покриття (дріт) переводиться в рідку фазу нагріванням струмами ВЧ. Розплав розпиляється струменем стисненого повітря.</p> <p>Металізатор ВЧ має розпилювальну головку. Живлення індуктора апарата здійснюється від лампової ВЧ установки відносно невеликої потужності, наприклад, ВЧИ-4-10\0.44 або ВЧИ-25\0.44 (потужність відповідно 10 і 25 кВ, робоча частота 440 кГц).</p> <p>Фізико-механічні властивості покриттів, нанесених ВЧ напиленням, значно вищі аналогічних властивостей покриттів, одержаних електродуговим напиленням, що пояснюється сприятливішими умовами плавлення матеріалу покриття (дроту). Коливання розмірів розпилюваних частинок і їх температура до перерізу конуса розпилу змінюється у вузьких межах, ніж тоді, коли застосовують електродугову металізацію. Тому вигорання основних хімічних елементів зменшується у 4-6 разів, насиченість покриття оксидами - у 2-3 рази.</p> <p>Менше окислення частинок покриття поліпшує умови змочування частинками відновлюваної поверхні деталі. Тому за даного способу напилення міцність зчеплення частинок між собою і підкладкою підвищується. Крім того, конструкції апаратів для ВЧ напилення забезпечують розпилення металевих частинок у формі правильного конуса з малим кутом при вершині, що у підсумку забезпечує зменшення неефективних втрат матеріалу покриття (дроту).</p> <p>До основних недоліків треба віднести порівняно невисоку продуктивність процесу, складність і високу вартість ВЧ лампових установок, які необхідно використовувати для живлення індуктора металізатора.</p>
--	--

Електролітичні і хімічні покриття застосовують для відновлення і зміцнення деталей (хромування, залізнення, нікелювання), захисту від корозії і надання деталям гарного зовнішнього вигляду (нікелювання, хромування, цинкування, кадміювання та ін.).

Схему установки для електролітичного осадження металу наведено на рисунку 32:

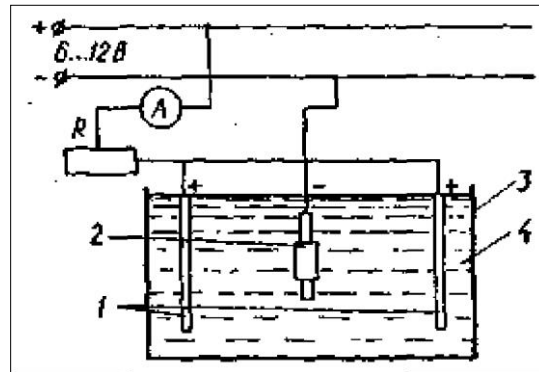


Рисунок 32 – Схема установки для електролітичного осадження металу:  
1 - анод; 2 - катод (деталь); 3 - ванна; 4 – електроліт

Аноди виготовляють з того металу, який наносять на деталь, рідше - із свинцю. Електролітом є розчин у дистильованій воді сполук (найчастіше солей) осаджуваного металу. Для підвищення стабільності процесу і якості покриттів в електроліт вводять різні домішки (кислоти та ін.).

Значення електрохімічних еквівалентів беруть з довідників. Для двовалентного заліза - 1,042, хрому - 0,324, нікелю - 1,095, двовалентної міді - 1,186.

Крім постійного струму при нанесенні електрохімічних покриттів застосовують змінний асиметричний струм. Його застосування поліпшує структуру покриття і дає змогу інтенсифікувати процес за рахунок підвищення щільності струму (у 1,5...3 рази).

*Електролітичне натирання* показано на рисунку 33. Деталь-катод 7 встановлюють на токарний верстат і надають їй обертання. Анодом є вугільний стрижень, покритий абсорбуючим матеріалом (губка у сукняному чохла, вата, скляна вата тощо). Електроліт у невеликій кількості надходить із місткості 1 через кран 2 на тампон 4 і далі у ванну 8. Постійне надходження свіжого електроліту й переміщення анода відносно деталі дає змогу застосувати високу густину струму, що підвищує продуктивність процесу.

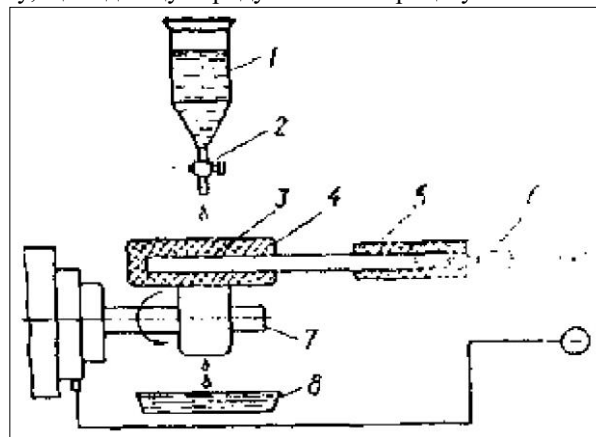


Рисунок 33 – Схема установки для електролітичного натирання металу:  
1 - анод; 2 - катод (деталь); 3 - ванна; 4 – електроліт

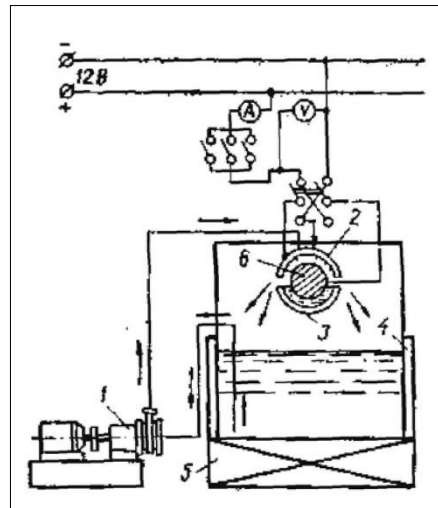
Електролітичне покриття у проточному електроліті (струминне покриття) показано на рис. 1.3. Електроліт з основної ванни 4 насосом подається через анодний насадок на шийку вала 6, який обертається (шийка частково занурена в електроліт, налитий у місцеву ванночку 3), і знову потрапляє в основну ванну 4.

На рисунку 34 показано схему установки для електролітичного покриття шийок вала:

Рисунок 34 –

покриття шийок  
1 - насос;  
3 - ванночка; 4 -  
підігрівач  
вал

Місцеве електролітичне полягає у тому, потрібному місці пристрою місцеvu проводять відновлюваної 35).



Установка для електролітичного вала:

2 - анод (насадок); основна ванна; 5 – електроліту; 6 –

(позаванне) нарощування що на деталі у за допомогою створюють ванночку і нарощування поверхні (рисунок

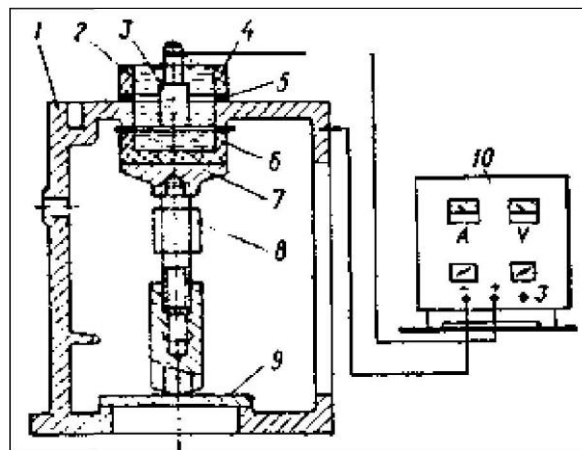


Рисунок 35 – Установка місцевого електролітичного нарощування поверхні отвору в корпусній деталі:

1 - корпусна деталь; 2 - електроліт; 3 - анод; 4 - кільце; 5 - гумова прокладка; 6 - стакан; 7 - диск; 8 - висувна розпірка з гайкою; 9 - підставка; 10 - випрямляч.

		<p>Заключні операції включають миття деталей, термічну і кінцеву механічну обробку. Миють деталі у гарячій воді (80...90°C). Термічну обробку проводять для поліпшення механічних властивостей покриттів. Вона полягає у нагріванні у масляній ванні хромованих деталей до температури 150...200 °С, а залізвених - до 200...300 °С і витримці протягом 1...1,5 год. Як остаточну механічну обробку застосовують шліфування, точіння, хонінгування тощо, залежно від характеру деталей, величини припуску, вимог до якості обробленої поверхні.</p>
ДО11	Обладнання для складання двигунів після ремонту	<p>Всі роботи процесу складання розбиваються на окремі послідовні етапи: складання вузлів; складання механізмів; складання агрегатів і т.д.</p> <p>Деталі поступають на складання після кінцевого контролю, але перед складанням окремі деталі необхідно комплектувати за масою, наприклад, поршні і шатуни двигунів внутрішнього згорання, деталі, які швидко обертаються (колінчасті вали, маховики, шківів і т.д.), повинні бути попередньо збалансовані.</p> <p>Перед складанням при необхідності виконують слюсарно-припасувальні роботи (опилювання, шабріння), фарбування окремих деталей, промивання, очищення і змащування (якщо це необхідно за технічними умовами) спряжених деталей.</p> <p>При складанні розрізняють наступні види з'єднань: нерухомі рознімні і нерознімні, рухомі рознімні і нерознімні.</p> <p>До нерухомих рознімних з'єднань відносяться такі, які можна (після складання) розібрати без ушкодження з'єднаних і зчленованих деталей. Прикладами нерухомих рознімних з'єднань служать нарізні, шпонкові та інші з'єднання.</p> <p>До нерухомих нерознімних з'єднань відносяться такі, розчленування яких (після складання) неможливе без ушкодження або руйнування зчленованих деталей. Ці з'єднання отримують зварюванням, склеюванням, паянням, розвальцюванням і т.д.</p> <p>До рухомих рознімних з'єднань відносяться такі, в яких деталі сполучаються за рухомою посадкою, наприклад, зубчасті зачеплення, підшипники ковзання.</p> <p>До рухомих нерознімних з'єднань відносяться підшипники кочення, клепані втулочно-роликів ланцюги і т.д.</p> <p>Від виду з'єднання значною мірою залежить трудомісткість складальних операцій. Точність складання - найважливіша умова отримання виробу із заданими показниками якості.</p> <p>Абсолютно точно скласти вузол, агрегат або автомобіль в цілому не можливо, оскільки при складанні неможливо уникнути похибок при взаємному розташуванні деталей, недотримання в сполученнях необхідних натягів, зазорів, підвищених деформацій.</p> <p>Похибки при виконанні складальних операцій викликані такими основними причинами: відхилення від точності розмірів, геометричної форми і взаємного розташування поверхонь спряжених деталей; недосконалість якості поверхні деталей; відхилення від точності встановлення (орієнтування) і закріплення деталей при складанні; залишкові напруження у матеріалі, які викликають деформації, порушення зазорів і посадок; геометричні неточності складального обладнання, інструменту і оснащення; неправильні настройка і режими роботи складального обладнання.</p> <p>Найбільш прогресивні прийоми складання можна використовувати при наявності взаємозамінних деталей, які підлягають зчленуванню. При цьому процес складання виконується найбільш просто, без застосування додаткових слюсарно-припасувальних операцій.</p> <p>Агрегати збирають і розбирають двома способами:  1) на стаціонарних постах (стаціонарна складання);  2) на рухомих постах потокової лінії (потокова зборка).</p> <p>Процеси збирання вузлів і агрегатів складаються з багатьох операцій. Разом з тим більшість являють собою однотипні повторювані роботи. До таких робіт відносяться: складання з'єднань різьбових, шпонкових, конусних і зубчастих (шліцьових), пресових, складання шестеренчастих передач (циліндричних і конічних), а також монтаж кулькових і роликів підшипників, складання клепаних з'єднань, зварювання, паяння, склеювання та</p>

		<p>ін.. Розглянемо ці види складальних робіт.</p> <p>Складання вузлів з підшипниками ковзання – це одна із відповідальних операцій складання, оскільки від правильності її виконання суттєво залежить довговічність роботи вузла (агрегату) і автомобіля в цілому. У вузлах і агрегатах автомобіля застосовуються суцільні і рознімні підшипники ковзання. В першому випадку підшипники виконані у вигляді втулки із антифрикційного металу або ж із звичайного металу із залитим всередині шаром антифрикційного сплаву або полімерного матеріалу, а у другому - складається із двох частин (вкладишів) з діаметральним розрізом.</p> <p>Складання нерознімних підшипників полягає в запресуванні їх в корпус, закріпленні від провертання і припасуванні отвору по валу. Втулку можна запресовувати ударами молотка через надставку, пресом або за допомогою гвинтових пристосувань. При цьому дуже важливо правильно її встановити для запобігання перекосу. Застосування нескладних пристосувань дозволяє досягти необхідного напрямку і виключити перекошування втулки.</p> <p>Перед запресуванням втулка і отвір корпусу повинні бути ретельно очищені, а гострі кути - обпилені. Для усунення можливості виникнення задири поверхню однієї із деталей змащують машинним маслом. Слід мати на увазі, що після запресування внутрішній діаметр втулки зменшується. Тому після запресування втулки розточують або розгортають.</p> <p>Втулку закріплюють від провертання декількома способами. Якщо в неї є опорний бурт, то стопорять штифтом (свердлять отвір в опорному бурті і в корпусі підшипника та запресовують штифт) або гвинтом (в бурті свердлять отвір, а в корпусі підшипника нарізають різь). В іншому випадку свердлять отвір з боку торця втулки так, щоб він утворився частково у втулці і частково в корпусі. В цей отвір запресовують штифт.</p> <p>Рознімні підшипники-вкладиші можуть бути товстостінними і тонкостінними. Їх виготовляють із маловуглецевої сталі і заливають антифрикційним сплавом з товщиною шару 0,7...3 мм для товстостінних і 0,3...1,3 мм для тонкостінних підшипників.</p> <p>Перед встановленням вкладишів перевіряють правильність їх прилягання до посадочних місць з допомогою щупа (щуп товщиною 0,05 мм не повинен проходити в місцях дотикання вкладиша з посадочним місцем) або на фарбу (пляма відбитка повинна займати не менше 80 % поверхні посадочного місця). Вкладиші заганяють на посадочні місця легкими ударами гумового молотка через дерев'яну планку, яка знаходиться на обох стикових поверхнях вкладиша.</p> <p>Кінцевою операцією складання рознімних підшипників ковзання служить укладка вала в підшипники. Вкладиші повинні добре прилягати до його шийки. Це досягається точністю виготовлення вкладишів у тонкостінних або розточуванням у товстостінних підшипників. При складанні тонкостінних деталей необхідно створити певний натяг при їх посадці в гнізда, що забезпечить повне прилягання і необхідну міцність з'єднання. Натяг в з'єднанні вкладиша з гніздом створюється після затяжки болтів кришки завдяки виступанню краю вкладиша над площиною роз'єму корпусу підшипника.</p> <p>Складання вузлів з підшипниками кочення. Підшипники кочення необхідно монтувати в наступному порядку:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- ретельно промити підшипник в дизельному паливі; посадочні поверхні на валу і в корпусі змастити тонким шаром масла;</li> <li>- нагріти в масляній ванні до температури 90 оС ті підшипники, які встановлюються з натягом;</li> <li>- напресувати підшипник на вал за допомогою гідравлічного стаціонарного або переносного преса, а також гвинтового пристосування.</li> </ul> <p>Підшипники кочення напресовують на вал або запресовують в корпус з допомогою преса або гвинтових пристосувань, уникаючи ударів. Зусилля необхідно прикладати рівномірно по всьому колу кільця. Для цього використовують підкладні кільця, монтажні труби, або гайки (рисунки 36). При запресуванні підшипника в корпус з одночасним напресуванням його на шийку валу застосовують спеціальну оправку.</p>
--	--	--

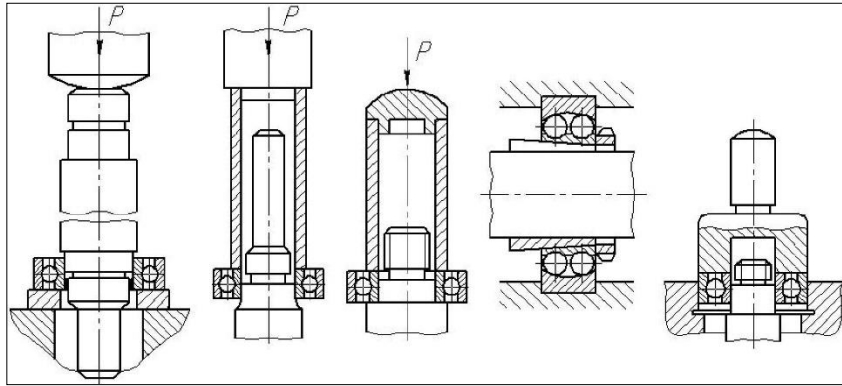


Рисунок 36 – Встановлення підшипників на вал і в корпус деталі

Правильно встановлені підшипники повинні провертатися вільно, без заїдань.

В шліцьових з'єднаннях центрування деталі може виконуватися: по зовнішньому діаметру вала, по внутрішньому діаметру западин вала і бічним сторонам шліців. При центруванні деталі по зовнішньому діаметру виступів вала останній шліфують по зовнішньому діаметру шліців, а отвір протягують. При центруванні деталі по внутрішньому діаметру западин вала шліфують отвір деталі. Це шліцьове з'єднання найбільш дороге у виготовленні. Третій вид шліцьового з'єднання (центрування деталі тільки по бічним сторонам) застосовується в тому випадку, якщо на валу більше 10 шліців. На автомобілях частіше всього застосовується перший тип шліцьового з'єднання.

В процесі механічної обробки не завжди вдається забезпечити точність спряжених поверхонь, і тому при складанні по шліцам вала доводиться підбирати окремі деталі (а саме, шестерні).

Після складання шліцьового з'єднання потрібно перевірити шестерні на биття. Перевірку виконують на перевірочній плиті, встановлюючи вал в центри або на призми. Перевірка на биття виконується за допомогою індикатора.

При рухомій посадці шестерні на шліцьовому валу шестерня повинна вільно переміщатися по валу без заїдання і в той же час не качатися.

При складанні конусних з'єднань особливу увагу потрібно звертати на прилягання конусних поверхонь. Для цього конусні поверхні відповідальних деталей розвертають або притирають за допомогою притирочних паст. Розвертання ведуть конусними розвертками. Перевірку притирання виконують за кольором поверхонь, що притираються (поверхня повинна бути рівною і матовою) або по фарбі. Щоб конусне з'єднання працювало надійно, воно повинно мати натяг. Без натягу конусне з'єднання швидко зношується.

При складанні комплектів автомобільних деталей застосовуються два види шпонкових з'єднань: з призматичною і з сегментною шпонками.

При складанні шпонкових з'єднань обох видів особливу увагу слід приділити припасуванню шпонок по торцях і зазору по зовнішньому боці шпонки. Оскільки бічні поверхні шпонок звичайно передають крутні моменти від однієї деталі до другої, вони повинні бути встановлені за потрібною посадкою, яка залежить від виду з'єднання. При неточній посадці різко підвищується питомий тиск в шпонковому з'єднанні шпонки та шпонкові пази зминаються. В шпонковому з'єднанні утворюється зазор, який поступово збільшується, і це розбиває з'єднання.

Нарізні з'єднання складають приблизно 25...30% від загальної кількості з'єднань деталей автомобілів. При складанні нарізних з'єднань повинні бути виконані наступні вимоги:

- забезпечена співвісність осей болтів, шпильок, гвинтів і нарізних отворів і необхідна щільність посадки в різі;
- відсутні перекошування торця гайки або головки болта відносно поверхні спряженої деталі, оскільки перекошування є основною причиною обриву гвинтів і шпильок;
- дотримуватися черги і постійності зусилля загвинчування групи гайок (головка циліндрів і т.д.);

Вибір типу інструменту визначається конструктивними особливостями

сполучених деталей і величиною крутного моменту, який необхідний для складання нарізного з'єднання.

При складанні нарізних з'єднань повинна бути правильно призначена послідовність загвинчування. Для виключення перекосів і викривлення деталей слід затягувати спочатку середні гайки, потім середні справа, сусідні зліва і т.д. до крайніх.

Для загвинчування болтів і гайок використовується ручний і механізований інструмент. Гайкові ключі бувають розмірні і універсальні розвідні, а також відкриті, накидні, торцеві і спеціальні.

Для забезпечення певного моменту затягування застосовують динамометричні і граничні ключі.

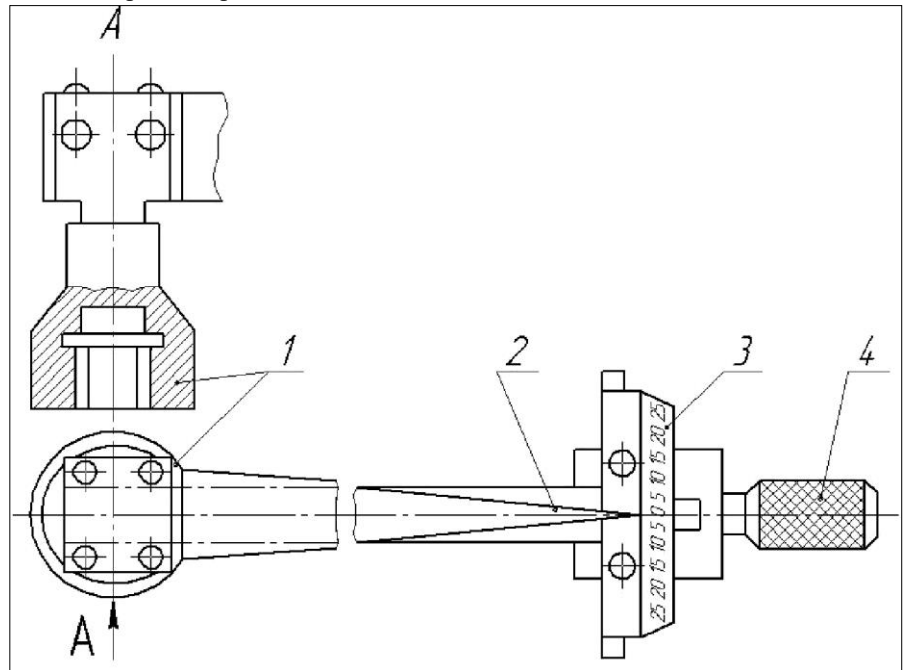


Рисунок 37 – Динамометричний ключ:

1 - головка; 2 - стрілка; 3 - шкала; 4 – рукоятка

При загвинчуванні гайку вставляють в головку 1 ( рисунок 37) динамометричного ключа і ключ обертають за рукоятку 4. При цьому згин стрижня ключа прямо пропорційний зусиллю, що прикладається до рукоятки. Загвинчування припиняється у момент досягнення стрілкою 2 необхідної поділки шкали 3.

При складанні нарізних з'єднань застосовують механізований інструмент з електро- і пневмоприводом. Розглянемо для прикладу принцип роботи електрогайковерта. Від асинхронного електродвигуна 8 (рисунок 38) через редуктор 7 крутний момент передається на кулачкові муфти 6, які обмежують граничний момент. Муфти знаходяться в зачепленні під дією пружини 5, зусилля якої регулюється гайкою 4, що розташована на вихідному валу. Муфта 3 нерегульована; вона служить для включення робочого наконечника 1. В неробочому стані муфта 3 під дією пружини 2 розімкнена. У момент початку роботи в результаті натиснення на інструмент долається опір пружини 2 і муфта 3 включається.

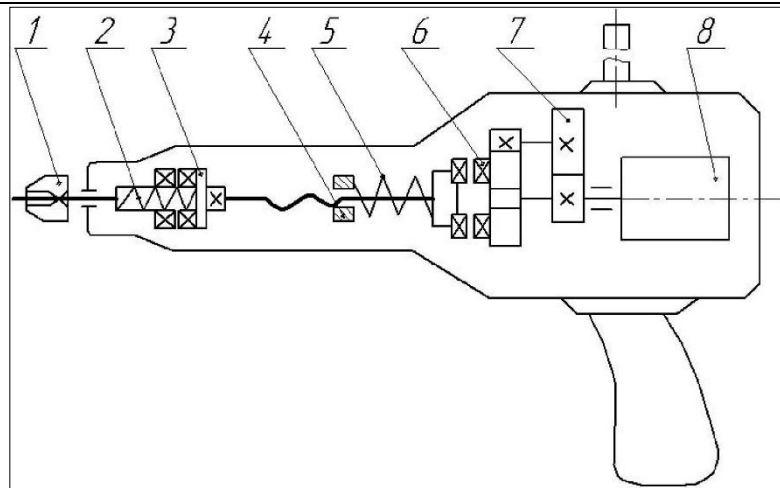


Рисунок 38 – Електричний гайковерт:

1 - робочий наконечник; 2, 5 - пружини; 3, 6 - муфти; 4 - гайка; 7 - редуктор; 8 - двигун.

Пресові з'єднання широко застосовуються при виконанні складальних робіт. Якість складання пресових з'єднань формується під дією наступних факторів: матеріалу спряжених деталей, геометричних розмірів, форми і шорсткості поверхні, наявності змащування і т.д.

Пресові з'єднання вважаються придатними, якщо вони забезпечують міцність і надійність при сприйманні навантажень.

При складанні пресових з'єднань з натягом необхідно знати величину зусилля запресування, оскільки в залежності його величини підбирається необхідне обладнання.

Для складання пресових з'єднань на авторемонтних і автотранспортних підприємствах застосовуються універсальні гідравлічні преси.

Зубчаті колеса насаджують на посадочні шийки валів з невеликим зазором чи натягом вручну або за допомогою спеціальних пристосувань. Процес складання зубчатих передач полягає в установці і закріпленні їх на валу, перевірці і регулюванні цих передач.

Для зубчатих циліндричних коліс необхідно, щоб вісі валів лежали в одній площині і були паралельні. Їх вивірка виконується регулюванням положення гнізд під підшипники в корпусі. Після встановлення зубчаті колеса перевіряють на зазор, зачеплення і контакт.

При незмінній міжцентровій відстані бічний зазор в зачепленні заміряють індикатором. Нижню шестерню 1 (рисунок 39) стопорять, ніжку індикатора 4 встановлюють перпендикулярно хомутику 3 і, провертаючи незакріплене зубчате колесо 2, фіксують відхилення.

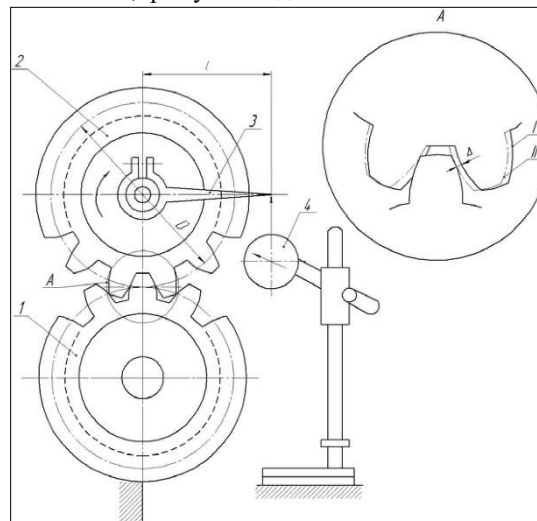
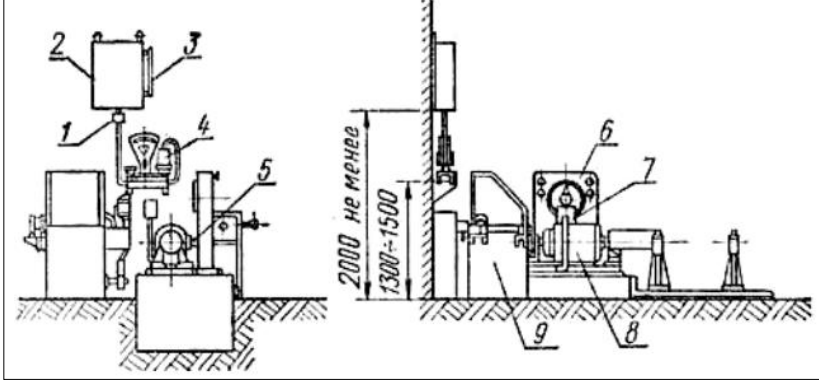


Рисунок 39 - Установа для перевірки бічного зазору у зачепленні циліндричних зубчатих коліс:

		<p>1 - нижня шестерня; 2 - зубчате колесо; 3 - хомутик; 4 - індикатор; I, II - різні відносні положення зубчатого колеса</p>
ДО12	Обладнання для припрацювання та обкатки двигунів	<p>Найбільше застосування для обкатки і випробування двигунів знайшли обкатно-гальмові стенди, які складаються з асинхронних балансирних електричних машин трифазного струму з фазовими обмотками ротора, рідинного реостата, вагового (вимірювального) пристрою, пускової апаратури, настановних і сполучних пристроїв, системи вимірювання витрати палива. В даний час різними конструкторськими бюро і науковими організаціями розроблений, а промисловістю випускається цілий ряд обкатувальних засобів:</p> <p>1. Електростенд КИ-2139А (рисунок 40) з електричною машиною АКБ-82-4 потужністю 55 кВт, з синхронним числом оборотів 1500 об/хв призначений для обкатки та випробування автомобільних двигунів, крутний момент яких не перевищує 40 кгс · м. Номінальна кількість обертів машини знаходиться в інтервалі 1600-3000 об/хв. Холодну обкатку двигунів на цьому стенді можна виконувати при 600-1450 об/хв, а гарячу - при 1600-3000 об/хв.</p>  <p>Рисунок 40 – Стенд для обкатки двигунів КИ-2139А:</p> <p>1 - кран; 2 - бак; 3 - показчик рівня палива; 4 - посудина для палива; 5 - ваговий механізм; 6 - пульт контрольних приладів; 7 - магнітний пускач; 8 - електрична машина балансирна; 9 - реостат</p> <p>2. Для обкатки двигунів, номінальне число обертів яких знаходиться в межах 1200-2000 об/хв, а крутний момент не перевищує 40 кгс.м, призначений електростенд КИ-1363Б (рисунок 41) з асинхронної машиною АКБ-82-6 потужністю 40 кВт і синхронним числом оборотів 1000 об/хв. На цьому стенді можна також обкатувати і випробовувати автомобільні двигуни з числом оборотів не вище 2500 об/хв. Використовувати його для високооборотних двигунів недоцільно, так як холодну обкатку двигунів на ньому можна виконувати тільки при числі оборотів не більше 950 об/хв, тоді як на електростенді КИ-2139А холодну обкатку можна виконувати при числі оборотів до 1450 об/хв. Гарячу обкатку на стенді КИ-1363Б виконують з меншим коефіцієнтом рекуперації, ніж на стенді КИ-2139А.</p>

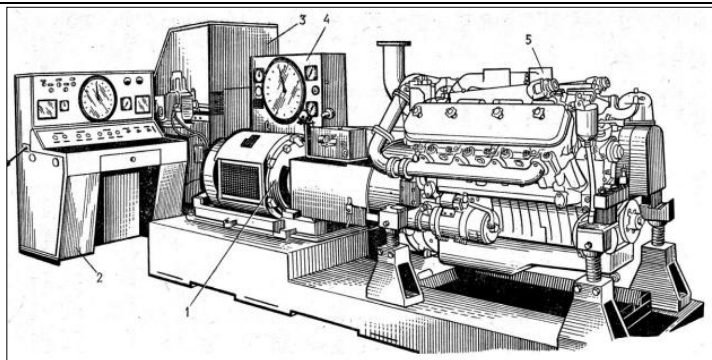


Рисунок 41 – Стенд для обкатки двигунів КИ-1363Б:

1 – електродвигун, 2 – дистанційний пульт керування, рідинний реостат, 4 – ваговий механізм з контрольними пристроями, 5 – двигун, який випробовують.

3. Для обкатки низькооборотних двигунів КДМ-46 і КДМ100 служить електростенд КИ-598Б з електричною машиною АКБ-92-8 потужністю 55 кВт і синхронним числом оборотів 750 об/хв. На цьому стенді можна також обкатувати і випробовувати на потужність двигуни інших марок, крутний момент яких не перевищує 75 кгс.м, а номінальне число обертів знаходиться в межах 800-1500 об/хв. Електростенди КИ-2139А і КИ-1363Б відрізняються один від одного тільки потужністю і кількістю обертів електричних машин; габаритні розміри цих стендів однакові. Електростенд КИ-598Б відрізняється від електростенда КИ-2139А числом обертів, габаритними розмірами і величиною крутного моменту.

4. Для обкатки і випробування потужних автомобільних і тракторних двигунів (ЯАЗ-204, ЯАЗ-206, ЯМЗ-236, ЯМЗ-238, ЯМЗ-238НБ) служить стенд КИ-2118А з електричною машиною АКБ-92-4 потужністю 100 кВт і синхронним числом оборотів 1500 об/хв. 5. Обкатувальний стенд КИ-5542 призначений для випробування автотракторних двигунів внутрішнього згоряння з метою визначення їх технічних, економічних і екологічних показників роботи в умовах ремонтних спеціалізованих майстерень або в лабораторних умовах. Стенд КИ-5542 складається з таких основних складових частин: динамометра електричного, реостата, електрошафа, пульта керування, установочних стояків, поздовжніх і поперечних плит, баку для палива, вагового пристрою. Балансирна машина використовується в якості приводу під час запуску двигуна і його «холодного» обкатування, а також гальма при «гарячому» обкатуванні двигуна з навантаженням. Балансирна електромашинка з фазовим ротором, обладнана двома опорними цапфами, закріпленими до загальної плити, що дозволяє корпусу машинки повертатись на деякий кут в обидві сторони відносно вала ротора. При роботі електромашинки, крутний момент ротора створює реактивний момент на її статорі, який прагне повертати.

Двигун піддають холодній та гарячій обкатці і випробуванню. Холодне припрацювання проводиться без навантаження, а гаряча припрацювання і випробування двигуна - без навантаження і під навантаженням.

При цьому як тільки число обертів випробуваного двигуна перевищить число обертів асинхронного електродвигуна, останній буде віддавати електроенергію в заводську мережу.

Конструкція електрогальмівного стенду значно простіше, ніж установки з гідروгальмом. Замість трьох агрегатів; електродвигуна, редуктора і гідрогальма, встановлюваних на стенді, електрогальмівний стенд має тільки один - асинхронний електродвигун.

Для вимірювання потужності, що розвивається випробуваним двигуном, статор асинхронного електродвигуна встановлений вільно на двох кулькових підшипниках в опорних стійках і з'єднаний з ваговим механізмом, що має вимірювальний прилад з циферблатом.

Випробування на економічність зводиться до визначення витрати палива при роботі двигуна на стенді. Витрата палива визначають за об'ємом або за вагою за певний проміжок часу.

У період припрацювання відбувається найбільш інтенсивне зношування

		<p>деталей двигуна і, як наслідок цього, - посилене забруднення масла продуктами зносу. Для зменшення зносу деталей двигуна в процесі припрацювання необхідно здійснювати якісну і безперервну очистку масла, яке циркулює в системі змащення, і швидко видаляти продукти зносу з поверхонь тертя. Це забезпечується застосуванням на випробувальних станціях проточною маслоциркуляційною фільтруючою установкою.</p> <p>Для контролю якості фільтрації масла в маслоциркуляційну установку Знос деталей в процесі припрацювання також значно знижуються при використанні маловязких масел. Для змащення двигунів в процесі припрацювання і випробування повинне застосовуватися індустріальне масло 20. При припрацюванні і випробуванні двигунів дуже важливо забезпечити підтримання необхідного теплового режиму. Від температури води в системі охолодження в значній мірі залежить знос сполучених деталей двигуна. Встановлено, що температура охолоджуючої води, що надходить у двигун, повинна бути в межах 65-75 ° С, а температура виходить -85-90 ° С.</p> <p>На випробувальних станціях для забезпечення нормального теплового режиму випробуваних двигунів застосовують систему централізованого водопостачання. З верхнього бака-змішувача вода по трубопроводу самопливом надходить в систему охолодження випробовуваних двигунів. Із водяної сорочки двигунів використана вода по трубопроводу зливається в бак-збірник, звідки вона насосом по трубопроводу перекачується в бак-змішувач.</p>
ДО13	Випробувальне та діагностичне обладнання	<p>Випробувальне обладнання для контролю працездатності відремонтованих ДВЗ є ключовим елементом завершального етапу капітального ремонту, оскільки дозволяє не лише перевірити якість виконаних робіт, а й об'єктивно оцінити технічні, економічні та екологічні характеристики двигуна. Жоден відремонтований двигун не може бути повернений в експлуатацію без проходження стендових випробувань, які підтверджують його працездатність, надійність, стабільність роботи та відповідність нормативним параметрам.</p> <p>Основним засобом перевірки є динамометричні стенди, спеціально призначені для створення навантаження на двигун у суворо регульованих умовах. Динамометр дозволяє вимірювати крутний момент, частоту обертання, потужність, витрату палива, температуру систем охолодження та змащування, тиск масла й інші експлуатаційні параметри. Завдяки цьому можна виявити приховані дефекти складання, неточності регулювань, надмірні втрати енергії, перегріву, детонаційні явища та інші відхилення. На сучасних обкатно-гальмівних стендах двигун проходить як холодну, так і гарячу обкатку, що дозволяє забезпечити плавне припрацювання деталей, стабілізацію теплового режиму та контроль навантаження у робочих діапазонах.</p> <p>Для обкатки та випробування відремонтованих ДВЗ застосовуються різні типи динамометрів: балансирні асинхронні електричні машини з фазним ротором, вихрострумівні гальмівні машини, гідравлічні динамометри, а також сучасні електронні установки, що дозволяють точно регулювати навантаження та автоматично знімати характеристики двигуна. Динамометричний стенд забезпечує можливість вимірювання потужності на різних режимах – від холостого ходу до максимальної номінальної. Крім того, він дає змогу проводити тривале випробування під навантаженням, що необхідно для виявлення теплових деформацій, витоків масла, порушення герметичності та збоїв у системах.</p> <p>Поряд з динамометричними стендами на ремонтних підприємствах широко застосовуються контрольно-діагностичні установки, які дозволяють оперативно оцінити роботу окремих систем двигуна ще до його запуску під навантаженням. До них належать установки для перевірки паливної апаратури, компресометри, прилади для вимірювання тиску масла, тестери для перевірки систем запалювання, прилади для вимірювання токсичності відпрацьованих газів, установки для контролю форсунок та насос-форсунок, обладнання для перевірки стартерів та генераторів. Такі засоби діагностики дозволяють локалізувати проблеми вже на ранньому етапі, що зменшує ризики виходу з ладу двигуна під час основних випробувань.</p> <p>Окремо проводиться оцінка екологічних параметрів – рівня токсичності відпрацьованих газів (CO, CO<sub>2</sub>, HC, NO<sub>x</sub>), що дозволяє визначити ефективність згоряння та відповідність двигуна нормативам. Сучасні контрольно-</p>

		<p>випробувальні комплекси часто оснащені цифровими системами збору даних, програмним забезпеченням для автоматичного побудування характеристик двигуна, зчитуванням параметрів у реальному часі та формуванням протоколів випробувань. Це забезпечує високу точність оцінки якості ремонту, підвищує об'єктивність результатів і дозволяє створити електронну історію технічного стану двигуна. Таким чином, випробувальне обладнання – це невід'ємна складова процесу капітального ремонту ДВЗ, що гарантує відповідність двигуна технічним вимогам, підвищує безпечність його подальшої експлуатації та дає можливість об'єктивно підтвердити працездатність усіх його систем після проведеного ремонту.</p>
--	--	---