

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Гуманітарно-педагогічний факультет
Кафедра технологічної та професійної освіти і декоративного мистецтва

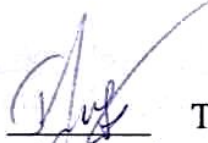
КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Дидактичне проектування навчального посібника
«Кривошипно-шатунний механізм двигуна автомобіля»

Рівень вищої освіти: другий (магістерський)
Галузь знань: 01 Освіта
Спеціальність: 015 Професійна освіта
Спеціалізація: 015.38 Транспорт
Освітня програма: Професійна освіта. Транспорт (Обслуговування та ремонт автомобілів)

КРПО. 22154.01.00

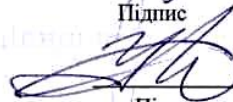
Виконав: студент 2 курсу
група ПОТМ-22-1



Підпис

Тарас БАНАШКО

Керівник: к.пед.н., доц.



Підпис

Іван ГЕРНІЧЕНКО

Нормоконтролер



Підпис

Віктор ПРИЙМАК

До захисту допускаю

Завідувач кафедри технологічної та
професійної освіти і декоративного мистецтва



Підпис

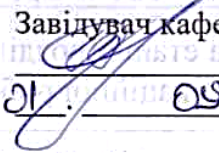
Ірина АНДРОЩУК

18 12 2023 р.

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет гуманітарно-педагогічний
Кафедра технологічної та професійної освіти і декоративного мистецтва
Освітній рівень другий (магістерський)
Галузь знань 01 Освіта
Спеціальність 015 Професійна освіта
Спеціалізація 015.38 Транспорт
Освітня програма «Професійна освіта. Транспорт (Обслуговування та ремонт автомобілів)»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Ірина АНДРОЩУК
2023 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

Тарасу БАНАШКУ
(ім'я, прізвище)

1. Тема кваліфікаційної роботи Дидактичне проектування навчального посібника «Кривошипно-шатунний механізм двигуна автомобіля»

керівник кваліфікаційної роботи к.пед.н., доц. Іван ГЕРНІЧЕНКО
Затверджено наказом ректора університету від 15.08.2023 р. № 30

2. Строк подання студентом кваліфікаційної роботи на кафедру 22.12.2023 р.

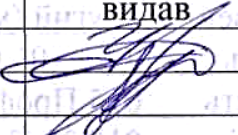
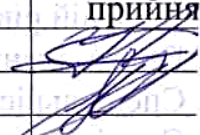
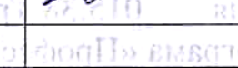
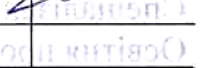
3. Вихідні дані кваліфікаційної роботи робоча програма дисципліни «Спецтехнологія»

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):
Проектування змісту основного тексту навчального посібника, Розробка елементів методичного апарату навчального посібника

5. Перелік графічного матеріалу

Макет навчального посібника «Кривошипно-шатунний механізм двигуна автомобіля»

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

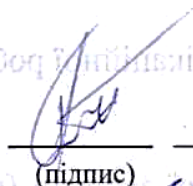
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завданн прийня
<i>Антиплагіат</i>	<i>Іван ГЕРНІЧЕНКО</i>		
<i>Нормоконтроль</i>	<i>Віктор ПРИЙМАК</i>		

7. Дата видачі завдання 4.09.2023

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

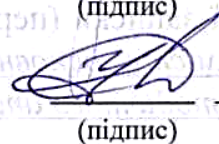
№ п/п	Назва етапів (розділів) кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Прим
1	<i>Вступ</i>	<i>15.09.2023</i>	<i>викон</i>
2	<i>1 розділ</i>	<i>4.10.2023</i>	<i>викон</i>
3	<i>2 розділ</i>	<i>20.10.2023</i>	<i>викон</i>
4	<i>Висновки, перелік посилань</i>	<i>15.11.2023</i>	<i>викон</i>
5	<i>Проект навчального посібника</i>	<i>1.12.2023</i>	<i>викон</i>
6	<i>Попередній захист</i>	<i>11-13.12.2023</i>	<i>викон</i>
7	<i>Нормоконтроль</i>	<i>14-15.12.2023</i>	<i>викон</i>
8	<i>Перевірка на плагіат</i>	<i>14-15.12.2023</i>	<i>викон</i>
9	<i>Рецензування</i>	<i>18-20.12.2023</i>	<i>викон</i>
	<i>Захист</i>	<i>26-27.12.2023</i>	<i>викон</i>

Студент


Тарас БАНАШКО

(підпис)

Керівник кваліфікаційної роботи


Іван ГЕРНІЧЕНКО

(підпис)

Анотація

Кваліфікаційна робота на тему «Дидактичне проектування навчального посібника «Кривошипно-шатунний механізм двигуна автомобіля»» вирішує практичну задачу з розробки дидактичного забезпечення дисципліни «Спецтехнології» для учнів закладів професійної

У роботі визначено результати навчання з теми «Кривошипно-шатунний механізм двигуна автомобіля»; скомпоновано інформаційне поле та сформовано дидактичні одиниці навчального матеріалу основного тексту посібника; побудовано структурно-сміслову модель основного тексту навчального посібника та визначено логічну послідовність його подання; обґрунтовано методичний апарат та розроблено макет навчального посібника «Кривошипно-шатунний механізм двигуна автомобіля».

Кваліфікаційна робота виконана студентом спеціальності 015.38 Професійна освіта (Транспорт) кафедри технологічної та професійної освіти і декоративного мистецтва Хмельницького національного університету Банашком Тарасом під керівництвом старшого викладача кафедри Герніченка Івана

В кваліфікаційній роботі використовуються такі ключові слова як: дидактичне проектування, навчальний посібник, структурування навчального матеріалу, інформаційне поле теми, засоби самоконтролю, кривошипно-шатунний механізм двигуна автомобіля.

Дипломна робота складає 101 сторінку, 3 таблиці, 13 рисунків та літературних джерел в кількості 35.

Зміст

ВСТУП.....	6
1 ПРОЕКТУВАННЯ ЗМІСТУ ОСНОВНОГО ТЕКСТУ НАВЧАЛЬНОГО ПОСІБНИКА «КРИВОШИПНО-ШАТУННИЙ МЕХАНІЗМ ДВИГУНА АВТОМОБІЛЯ».....	10
1.1 Проектування результатів навчання теми	10
1.2 Компонування інформаційного поля та формування дидактичних одиниць навчального матеріалу.....	14
1.3 Побудова структурно-сислової моделі та визначення логічної послідовності викладу навчального матеріалу.....	20
2 РОЗРОБКА ЕЛЕМЕНТІВ МЕТОДИЧНОГО АПАРАТУ НАВЧАЛЬНОГО ПОСІБНИКА.....	27
2.1 Визначення структури та укладання змісту навчального посібника.....	27
2.2 Обґрунтування додаткового і пояснювального тексту	39
2.3 Система навчальних завдань	47
2.4 Оцінювання якості спроектованого посібника	54
Висновки.....	59
Перелік джерел посилань.....	61
Додаток А – Зміст дидактичних одиниць	65
Додаток Б – Фрагмент навчального посібника	98
Додаток В – Анкета якості навчального видання	101

ВСТУП

Одним з головних завдань сучасної системи професійної (професійно-технічної) освіти в умовах швидкоплинних змін, що сьогодні відбуваються у світі, є якісна підготовка кваліфікованих робітників, здатних до професійної самореалізації, швидкого реагування до вимог ринку праці, активної участі у соціальних, економічних та культурних процесах країни.

Модернізація сучасної системи професійної освіти вимагає удосконалення освітнього процесу, професійної переорієнтації викладача на оновленні цілі, зміст та технології навчання. Сьогодні заклади освіти, що здійснюють підготовку педагогів професійного навчання для системи професійної освіти повинні забезпечити відповідну запитам практики готовність майбутнього викладача до роботи в умовах особистісно орієнтованої освіти, модульно-компетентісного підходу. Все це, в свою чергу, передбачає також підвищення рівня знань і умінь якісного використання в освітньому процесі навчальної літератури, уміння використовувати інструментарій для проведення оцінювання її якості. Проблема покращення якості навчальної літератури привертала увагу педагогів та дослідників в усі часи та епохи. Важливим внеском у розв'язання різних аспектів цієї проблеми є наукові роботи видатних педагогів-класиків Я. А. Коменського, К. Д. Ушинського, В. О. Сухомлинського та ін. Але проблема якості навчальної літератури залишається важливою і сьогодні. Ряд науковців сучасності (О. В. Аніщенко, Л. І. Денисенко, В. М. Мадзігон, Ю. І. Терещенко) у своїх науково-педагогічних дослідженнях звертають увагу на питання удосконалення підручників, на нагальну потребу проведення експертної перевірки її якості. Міністерство освіти і науки України та Національна академія педагогічних наук України сьогодні також приділяють багато уваги питанням щодо розроблення навчальної літератури, яка б враховувала

сучасні реалії розвитку науки, техніки, технологій. Активно ведеться робота по розробленню електронних навчальних видань. Розроблено чимало важливих документів, які регламентують діяльність науковців і педагогів щодо видання нових підручників, поліпшення їх якості, постійно проводяться науково-методичні конференції різного рівня спрямовані на розгляд проблем підручникотворення. Однак, проблема якісної навчальної літератури, з гарним методичним і дидактичним апаратом, адаптованої до вікових особливостей учнів, на сьогодні ще до кінця не вирішена [15].

Сьогодні в системі професійної (професійно-технічної) освіти активно впроваджується модульно-компетентісний підхід до організації освітнього процесу. При цьому підході значно підвищується роль самостійної роботи здобувачів освіти. Відповідно для ефективної її організації потрібне оновлення навчальної літератури, пристосування її до нових вимог сьогодення. Сучасний навчальний посібник має містити матеріал як для викладання та і для самостійного опрацювання учнями, бути упорядкований відповідно вимог за допомогою пояснень і описів, таблиць, наочних схем, діаграм, інтелект-карт, графіків, тощо. Актуальним сьогодні є і аудіо супровід представленої графічно інформації.

Також навчальна література має ознайомлювати з методами й прикладами робіт, які здобувачі освіти будуть в подальшому виконувати самостійно під час своєї професійної діяльності. Якісний навчальний посібник має спрямовувати самостійну роботу, здійснювати синтез вже відомого й нового навчального матеріалу на різних рівнях узагальнення.

Маємо відмітити, що серед підручників та навчальних посібників з будови автомобіля, які сьогодні є в наявності для використання в освітньому процесі в закладах професійної (професійно-технічної) освіти, дуже мало таких, що б забезпечували якісну підготовку майбутніх кваліфікованих робтників. Їх змістовне наповнення не завжди відповідає сучасному рівню розвитку технологій в автотранспортній галузі, зазвичай розгляд

конструкції та функціонування різних механізмів та систем автомобілів базується хоча й на класичних, але вже застарілих прикладах.

Тому і було обрано тему кваліфікаційної роботи – Дидактичне проектування навчального посібника «Кривошипно-шатунний механізм двигуна автомобіля».

Мета роботи – обґрунтувати і укласти макет навчального посібника «Кривошипно-шатунний механізм двигуна автомобіля».

Об'єкт дослідження – процес вивчення будови автомобіля учнями закладів професійної (професійно-технічної) освіти.

Предмет дослідження – зміст та елементи методичного апарату навчального посібника «Кривошипно-шатунний механізм двигуна автомобіля».

Завдання дослідження:

- визначити результати навчання з теми «Кривошипно-шатунний механізм двигуна автомобіля»;
- скомпонувати інформаційне поле та сформувані дидактичні одиниці навчального матеріалу основного тексту посібника;
- побудувати структурно-сміслову модель основного тексту навчального посібника та визначити логічну послідовність його подання;
- обґрунтувати методичний апарат та розробити макет навчального посібника «Кривошипно-шатунний механізм двигуна автомобіля», оцінити його якість.

Для вирішення поставлених завдань використані такі методи дослідження: аналіз наукової, методичної та технічної літератури з проблеми проектування змісту навчання будові автомобіля та проблеми розроблення навчально-методичного забезпечення дисциплін; узагальнення і систематизація теоретичних даних зі змісту, системний аналіз для визначення фахових знань, які необхідно сформувані у учнів; графо-аналітичний метод структурування для визначення логічної послідовності

викладання основного тексту посібника; логічне узагальнення при розробці висновків; метод моніторингу якості навчальних видань.

Результати кваліфікаційної роботи було апробовано на XII Міжнародній науково-практичній конференції «Професійне становлення особистості: проблеми і перспективи» (м. Хмельницький, 19-20.10.2023). Опубліковано тези доповіді на тему «Принципи створення навчальних посібників для закладів професійної освіти» [3].

1 ПРОЄКТУВАННЯ ЗМІСТУ ОСНОВНОГО ТЕКСТУ НАВЧАЛЬНОГО ПОСІБНИКА «КРИВОШИПНО-ШАТУННИЙ МЕХАНІЗМ ДВИГУНА АВТОМОБІЛЯ»

1.1 Проєктування результатів навчання теми

На початку проєктування навчального посібника важливим є етап цілепокладання. Нам потрібно визначити які цілі ми ставимо перед проєктованим навчальним посібником і яких результатів ми маємо досягнути учні закладів професійної (професійно-технічної) освіти після його використання в освітньому процесі.

Розкриємо сутність дефініції «результати навчання». Згідно з законом України «Про професійну (професійно-технічну) освіту, результатами навчання є відповідна сукупність знань, умінь, навичок і інших компетентностей, що отримані особою у процесі навчання за певною професією, які можна ідентифікувати, оцінити та виміряти, і які особо може продемонструвати після закінчення процесу навчання в закладі освіти.

Результати навчання дають нам змогу визначити, що повинно бути досягнуто здобувачами освіти (обсяг знань, перелік умінь, компетентності) і яким чином здобувачі освіти можуть ці досягнення підтвердити.

Результати навчання мають відображати рівень засвоєння, сферу діяльності і зміст програми навчання; а також бути зрозумілими і легко контрольованими після завершення програми; бути досяжними в межах встановленого терміну навчання та навантаження; співвідноситися з відповідними видами навчальної діяльності, формами і критеріями оцінювання [14].

Результати навчання лежать в основі процесу цілепокладання. Тобто вони допомагають визначити яких цілей ми плануємо досягти в процесі навчання. В свою чергу, розуміння цілей навчання дає можливість пояснити

учням орієнтири їх навчальної діяльності, зробити завдання, які потрібно вирішити, зрозумілими. Це знижує напруження у процесі навчання, допомагає сформувати позитивну мотивацію в учнів, і в цілому підвищує ефективність усього освітнього процесу.

Відповідно до робочої програми навчальної дисципліни «Спецтехнологія», учні, які навчаються за програмою робітничої професії «слюсар з ремонту колісних транспортних машин», після вивчення цієї дисципліни мають знати компонування, будову і принцип роботи вузлів і агрегатів сучасних автомобілів; опираючись на знання будови, теорії та конструкції автомобілів та двигунів уміти розібрати (зібрати, відрегулювати) автомобіль (агрегат, вузол), забезпечити їх безаварійну роботу тощо.

На наступному етапі нами було проведено конкретизацію означених вище цілей стосовно теми «Кривошипно-шатунний механізм двигуна автомобіля». В результаті нами було визначено наступні уміння, які мають бути сформовані в учнів після вивчення цієї теми:

- уміння пояснювати призначення та загальну будову кривошипно-шатунного механізму;
- уміння характеризувати будову та роботу основних деталей кривошипно-шатунного механізму;
- уміння визначати основні несправності кривошипно-шатунного механізму;
- уміння здійснювати технічне обслуговування та поточний ремонт кривошипно-шатунного механізму з дотриманням правил техніки безпеки.

Важливим є питання рівня сформованості умінь. Аналіз літератури дозволив сформулювати висновок, що не існує одностайної думки стосовно кількості їх рівнів. Так, В. В. Беспалова виокремлює п'ять основних рівнів (низький, нижче середнього, середній, вище середнього та високий),

О. М. Спирін – шість (початковий, мінімально-базовий, базовий, підвищений, поглиблений та дослідницький). У нашій роботі ми використали підхід О. К. Белової, яка виділяє 3 рівні рівня сформованості умінь [4]:

- перший рівень – з опорою на джерело інформації (ОДІ) – уміння виконувати певну дію за інструкцією, під керівництвом викладача;
- другий рівень – самостійно (С) – без використання інструкцій, описів, вказівок, допомоги педагогів;
- третій рівень – самостійно в автоматичному режимі (СА) – дії виконуються автоматично, тобто сформована на рівні навика.

Для формування визначених умінь учні мають засвоїти відповідну їх систему знань. Так наприклад, для формування уміння пояснювати призначення, будову кривошипно-шатунного механізму, потрібно знати призначення кривошипно-шатунного механізму, вимоги до нього; загальну будову. Аналогічно визначаємо забезпечуючі знання для усіх умінь. Результати визначення результатів навчання подано у таблиці 1.1. У таблиці сформульовано цілі вивчення теми, рівень їх сформованості та дидактичні задачі, які забезпечують формування визначених цілей.

Таблиця 1.1 – Результати навчання з теми «Кривошипно-шатунний механізм двигуна автомобіля»

Дидактична ціль	Бажаний рівень сформованості дій	Дидактичні навчальні задачі
1	2	3
пояснювати призначення та загальну будову кривошипно-шатунного механізму	С	<ul style="list-style-type: none"> – призначення кривошипно-шатунного механізму; – вимоги до кривошипно-шатунного механізму; – загальну будову кривошипно-шатунного механізму;

Кінець таблиці 1.1

1	2	3
характеризувати будову та роботу основних деталей кривошипно-шатунного механізму	С	– призначення та конструкцію основних деталей кривошипно-шатунного механізму (корпуса, блок-картера, головки блоку, піддону, гільз циліндрів, корінних підшипників, поршневої та шатунної груп, колінчастого вала і маховика);
визначати основні несправності кривошипно-шатунного механізму	С	– основні несправності кривошипно-шатунного механізму; – методи діагностування кривошипно-шатунного механізму;
здійснювати технічне обслуговування та поточний ремонт кривошипно-шатунного механізму з дотриманням правил техніки безпеки	С	– операції технічного обслуговування кривошипно-шатунного механізму; – технологію поточного ремонту деталей кривошипно-шатунного механізму; – правила техніки безпеки при виконанні робіт з технічного обслуговування та поточного ремонту кривошипно-шатунного механізму.

Отже, використання навчального посібника «Кривошипно-шатунний механізм двигуна автомобіля» під час вивчення дисципліни «Спецтехнологія» має допомогти сформувати в учнів закладів професійної (професійно-технічної) освіти уміння характеризувати будову та роботу кривошипно-шатунного механізму та його деталей, уміння визначати основні несправності, здійснювати його діагностування та технічне обслуговування. Відповідно змістове наповнення навчального посібника має містити інформацію про будову та призначення кривошипно-шатунного механізму та його деталей, принцип роботи механізму, питання діагностики, технічного обслуговування тощо. Тому на наступному етапі роботи проведемо відбір необхідної інформації та компонування інформаційного поля теми.

1.2 Компонування інформаційного поля теми

Навчальний посібник розкриває зміст навчальної дисципліни або її окремої теми. Щоб якісно провести відбір та конструювання інформаційного поля для навчального посібника необхідно зрозуміти, яким чином власне формується зміст самої навчальної дисципліни, так як з теорії даного питання випливають важливі практичні висновки. Навчальна дисципліна є описом певної частини об'єктів, узятих з наукової дисципліни з урахуванням її логіки і пристосованих для цілей навчання.

Зміст будь-якої навчальної дисципліни може містити [2]:

- знання про природу, суспільство, техніку, людину, способи її діяльності;
- досвід здійснення певних способів діяльності, які разом зі знаннями втілюється у вміннях й навичках особистості;
- досвід творчої професійної діяльності;
- досвід емоційно-ціннісного ставлення до знань і дійсності.

Зазначені вище елементи змісту освіти є взодять в зміст дисциплін теоретичного та практичного циклів підготовки кваліфікованих робітників різних професій у закладах професійної (професійно-технічної) освіти. Кожен з цих елементів виконує свою конкретну функцію у процесі підготовки кваліфікованих робітників.

Знання, якими оволодів учень в процесі навчання допомагає сформувати у них цілісну картину світу, стають світоглядним фундаментом, інструментом майбутньої професійної діяльності.

У вимогах щодо добору змісту, які пропонуються різними підходами (традиційним, системним, модульним, діяльнісним тощо), говорить про неюхідність дотримання загальнодидактичних принципів, таких як науковість, професійна спрямованість, наочність, систематичність,

доступність та ін. Керуючись цими принципами, викладачі мають підібрати навчальний матеріал для заняття.

Принципи навчання виконують регулятивну функцію освітньому процесі. Вони лежать в основі вивчення усіх дисциплін, і здійснюють регулювання освітнього процесу на різних рівнях. Враховуючи загально-дидактичні принципи розробляють принципи фахових методик навчання, конкретизують принципи для вивчення окремих дисциплін з урахуванням особливостей останніх. Так саме, вимоги принципів навчання повинні враховуватися і при проектуванні підручників і навчальних посібників.

Стосовно формування змісту освіти, розрізняють загально-дидактичні і специфічні принципи. До загально-дидактичних відносять принцип науковості; наочності; єдності теорії і практики, навчання і освіти; систематичності і послідовності; доступності; міцності знань, умінь, навичок; емоційності і гуманізації навчання; взаємозв'язку змісту, завдань, форм і методів навчання.

Розглянемо деякі принципи, на яких має базуватися зміст навчальних посібників.

1 Принцип науковості. Цей принцип вимагає коректності і достатньої глибини викладу змісту навчального матеріалу з врахуванням останніх наукових та технічних досягнень. Для його реалізації час розроблення навчальних посібників у їх змісті під необхідно:

- вибрати і подати найбільш суттєві факти зі змісту науки, яка вивчається;
- забезпечити вивчення кожного нового поняття чи явища з урахуванням його розвитку і взаємодії з іншими поняттями або явищами;
- забезпечити відповідність наукових понять у визначеннях і термінах, які прийняті у відповідній науці;
- розглядати історичні відомості щодо відкриття вивчаємих явищ;

– знайомити учнів з методами наукового пошуку, які використовувалися для відкриття явища, що розглядається.

Сформований на основі принципу науковості зміст навчального посібника має на меті не лише розвиток в учнів основ наукового світогляду, а й формування у них умінь використовувати здобуті знання на практиці, розвивати творче мислення і здібності до самонавчання.

2 Принцип доступності. Цей принцип розглядається у тісному взаємозв'язку з принципом науковості. На його основі визначається науково-теоретична складність навчального матеріалу, обсяг, форми і способи вивчення. Складність і глибина вивчення навчального матеріалу мають відповідати віковим та індивідуальним особливостям учнів.

3 Принцип систематичності і послідовності. Дотримання принципу послідовності є важливим при формуванні змісту навчального посібника. Це забезпечить логічну послідовність засвоєння учнями системи знань з певної предметної галузі, яка вивчається. В свою чергу, принцип систематичності вимагає, щоб навчальний матеріал змісту подавався згідно з певною логічною системою, елементи якої тісно пов'язані між собою, кожен елемент спирається на попередній і відповідно готує учня до сприймання нового. Тому зміст навчального посібника повинен бути побудований таким чином, щоб нові знання, уміння і навички засвоювались у системі, з врахуванням зв'язку з раніше вивченим, і відповідно закріплювались й вдосконалювались також у певному порядку – системі.

4 Принцип наочності. Цей принцип означає чуттєве сприйняття учнями об'єктів вивчення. Навчальний посібник забезпечує реалізацію цього принципу, тому що сприймання інформації для вивчення відбувається вже за допомогою органів зору, тобто сенсорно. Також можливе наочно-образне представлення не лише реальних об'єктів, а й наукових теорій, понять, закономірностей. Сучасні інформаційні технології дозволяють візуалізувати навіть математичні закономірності. Однак при використанні принципу наочності доречно дотримуватися розумної помірності при

використанні наочних засобів, аби не перевантажувати емоційну й образну пам'ять учнів.

5 Принцип міцності засвоєння знань. Щоб міцно засвоїти навчальний матеріал повине мати місце його глибоке осмислення та можливість для учня неодноразового звернення до пройденого матеріалу. Також повторення має супроводжуватися перевіркою і оцінюванням знань учнів. Навчальний посібник, надаючи завдання для самоконтролю та самооцінювання, допомагає організувати повторення матеріалу.

Педагог професійного навчання повинен забезпечити навчання різними видами знань у комплексі та поєднанні їх між собою.

Тут є важливим ознайомлення учнів із власне знаннями про різні способи діяльності:

- аналізом та проєктуванням технологічних процесів;
- розбиранням та складанням схем, виконанням розрахунків, розв'язанням технічних задач, роботою з технічною літературою і нормативною документацією.

Також дуже важливим для становлення кваліфікованого робітника є ще один вид змісту освіти – досвід здійснення відомих способів діяльності. Дисципліна «Спецтехнологія» має тісний зв'язок з виробничим навчанням. Тому отримані теоретичні знання можуть бути використанні в практичній діяльності учнів. Нагадаємо, що навички та уміння формуються в учнів лише в тому випадку, коли вони накопичений людством досвід у процесі власної діяльності роблять своїм надбанням.

Специфіка навчальної дисципліни «Спецтехнологія» в тому, що вона надає можливість сформувати в учнів уміння діяти за зразком, за алгоритмом. Однак, протрібно домагатися, щоб навчання відбувається не тільки в межах здійснення вже відомих способів діяльності, тому що в результаті тримаємо лише відтворення і повторення вже відомого. Потрібно формувати в учнів навички творчої діяльності – третього виду змісту освіти. Сучасний фахівець повинен уміти не тільки опановувати нову техніку і

технології, які швидко змінюється, вдосконалюються, й створювати її. Механізми формування досвіду творчої діяльності сьогодні всебічно вивчаються. Однак, ще є чимало труднощів та проблем на цьому шляху. І завданням викладача на сьогодні є створення передумов для розвитку творчості.

Таким чином, зміст занять із «Спецтехнологій» спрямований не лише на набуття знань і вмінь. Він також має включати досвіду творчої діяльності.

Відбір змісту навчального матеріалу теми «Кривошипно-шатунний механізм двигуна автомобіля» дисципліни «Спецтехнології» було проведено відповідно до дидактичних задач, які визначені у пункті 1.1.

Спочатку ми сформували інформаційне поле – відібраний матеріал теми з підручників, навчальних посібників та інших джерел інформації, який буде викладати педагог учням, а в нашому випадку – який буде представлений у навчальному посібнику «Кривошипно-шатунний механізм двигуна автомобіля». Щоб скомпонувати інформаційне поле нами були проаналізовані підручники і навчальних посібників з будови автомобіля, наукові публікації, навчально-методична література, інтернет-ресурси. В результаті було відібрано інформацію, яка при дидактичній обробці може стати навчальним матеріалом даної теми. Для цього було проведено структурний аналіз, який дав можливість відокремити в зібраній інформації головне від другорядного, розділити її на структурні компоненти: теоретичний матеріал, головні і другорядні факти, теоретичні висновки, узагальнення тощо.

На наступному етапі ми проводимо поділ скомпонованого інформаційного поля на дидактичні одиниці – «логічно незалежні дози навчальної інформації, які зберігають властивості навчального об'єкту» [2, с. 63].

Для змісту навчального посібника «Кривошипно-шатунний механізм двигуна автомобіля» нами виокремлено наступні 16 дидактичних одиниць (ДО):

ДО1 Призначення та загальна будова кривошипно-шатунного механізму

ДО2 Корпус кривошипно-шатунного механізму

ДО3 Блок-картер кривошипно-шатунного механізму

ДО4 Головка блоку

ДО5 Піддон картера

ДО6 Гільзи циліндрів

ДО7 Корінні підшипники

ДО8 Прокладки і сальники

ДО9 Поршнева група. Призначення та будова поршня

ДО10 Призначення і типи поршневих кілець

ДО11 Поршневі пальці

ДО12 Деталі шатунної групи

ДО13 Група деталей колінчастого вала

ДО14 Основні несправності кривошипно-шатунного механізму

ДО15 Технічне обслуговування та поточний ремонт кривошипно-шатунного механізму

ДО16 Техніка безпеки при технічному обслуговуванні та ремонті кривошипно-шатунного механізму

Зміст дидактичних одиниць подано у таблиці А.1 додатку А.

Отже, проведений аналіз інформаційного поля теми дав змогу нам сформулювати зміст основного тексту навчального посібника «Кривошипно-шатунний механізм двигуна автомобіля». Наступним етапом проєктування є його структурування та визначення логічної послідовності викладу.

1.3 Побудова структурно-логічної моделі та визначення послідовності викладу навчального матеріалу

Для того, щоб скомпоноване в п. 1.2 та поділене на дидактичні одиниці інформаційне поле перетворилося у текст навчального посібника, потрібно вибудувати його структуру, тобто здійснити структурування. У дидактичному та методичному сенсах структурування – така процедура, за допомогою якої складники змісту навчального матеріалу (поняття, закони, ідеї, принципи, способи їх передачі учням і відповідні дії здобувачів освіти щодо їх засвоєння) вибудовуються в певних зв'язках і відношеннях, які відображають принципи дидактики: наступність і перспективу, науковість, інтеграцію понять і законів, етапність формування загальних, інтегральних і спеціальних (фахових) компетентностей.

Сутність процесу структурування полягає в тому, щоб виявити систему смислових зв'язків між елементами змісту навчальної дисципліни (розділу, модуля, теми) і розташувати навчальний матеріал у тій послідовності, яка випливає з цієї системи зв'язків. Внаслідок цього процес структурування дає відповідь на запитання стосовно того, якою повинна бути структура змісту і яка послідовність засвоєння елементів цього учнями. Стосовно до структурування змісту навчального посібника, це означає виявлення основних параграфів і послідовності їх вивчення відповідно до логіки їх взаємозв'язку.

Структурно-сміслову модель навчального матеріалу навчального посібника «Кривошипно-шатунний механізм двигуна автомобіля» будуємо на основі графоаналітичного методу структурування [30]. У побудові даної моделі можна виділити декілька етапів. Перший етап це власне формування множини понять навчального посібника. Його ми вже виконали в попередньому пункті роботи, поділивши інформаційне поле теми на 16 дидактичних одиниць.

На другому етапі будуємо графу взаємозв'язків між дидактичними одиницями. При побудові графу, умовно ставимо запитання «Чи потрібно учневі для вивчення, наприклад, ДО3 знати матеріал ДО1?». Якщо відповідь ствердна, то на графі стрілкою позначаємо зв'язок у напрямку від ДО1 до ДО3. Це говорить, що ДО1 є базовою, тобто такою що забезпечує вивчення ДО3. Аналогічно аналізуємо зв'язки і між усіма іншими дидактичними одиницями. Власне це головний етап структурування, так як від правильності встановлення зв'язків в подальшому буде залежити логічна послідовність викладу основного тексту навчального посібника. Тому до побудови графу взаємозв'язків нами було залучено в якості експерта викладача дисципліни «Спецтехнології» Вищого професійного училища №4 м. Хмельницького.

Граф взаємозв'язків між поняттями навчального посібника «Кривошипно-шатунний механізм двигуна автомобіля» показано на рисунку 1.1.

Далі здійснюємо аналіз графу на виявлення в ньому замкнених контурів і автономних вершин. Цих двох явищ потрібно уникати, так як в першому випадку група дидактичних одиниць взаємно впливають одна на одну і не зрозуміло яку з них потрібно вивчати першою. В другому випадку дидактична одиниця не пов'язана логікою з іншим навчальним матеріалом і виникає сумнів у доцільності включення її у зміст навчального посібника. В нашому випадку «автономні вершини» і «замкнені контури» на графі відсутні, тому виконуємо побудову матриці зв'язків між дидактичними одиницями (таблиця 1.4.). Розмірність цієї матриці у нашому випадку 16x16 елементів.

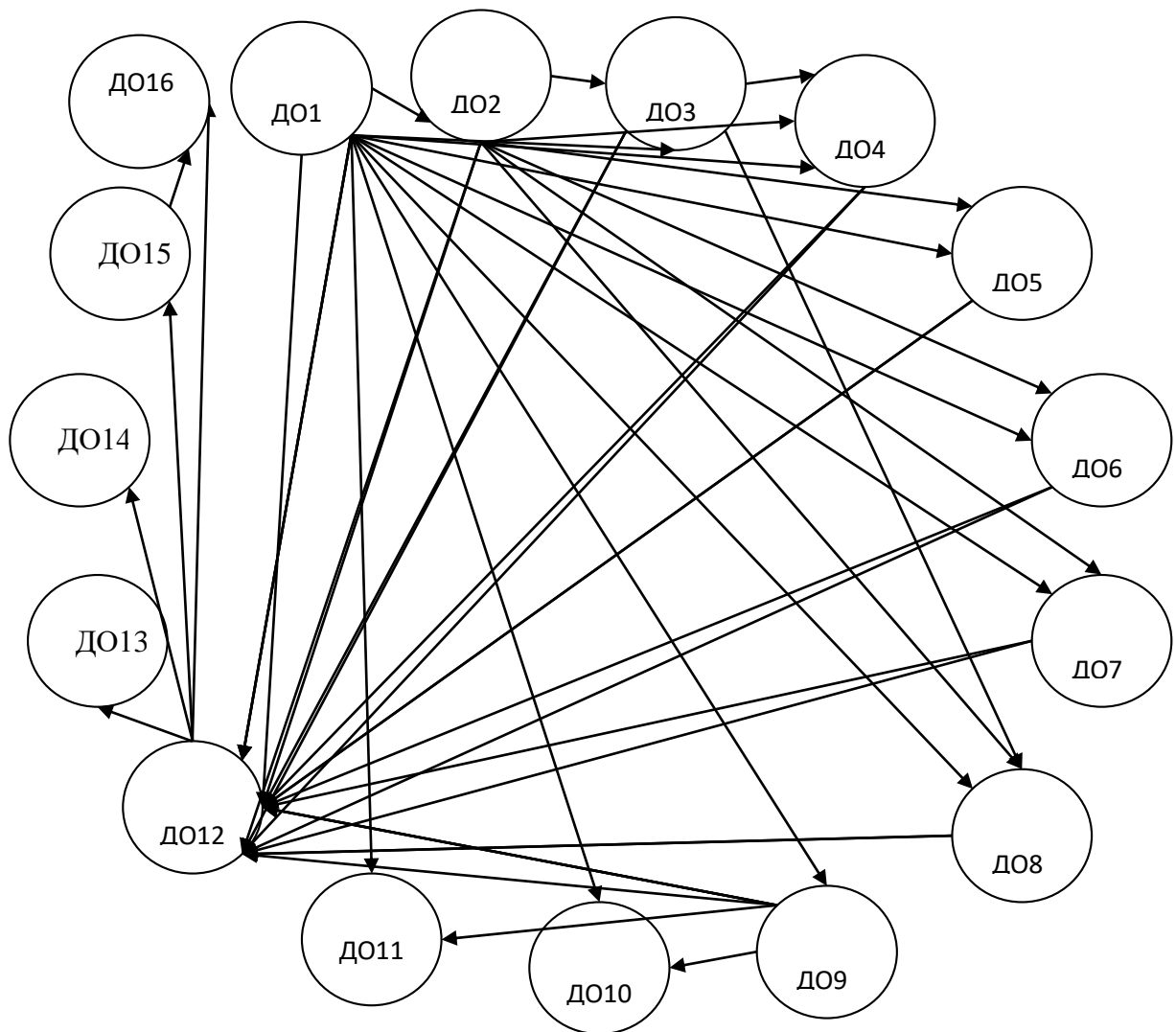


Рисунок 1.1 – Граф взаємозв'язків між дидактичними одиницями

Заповнення клітин матриці – це перенесення зв'язків (стрілок) з графу рис. 1.1. у клітинки перетин відповідних номерам дидактичних одиниць рядків і стовпців. При наявності зв'язку у відповідну клітинку ставимо одиницю. Далі підсумовуємо окремо кожен рядок матриці і отримане число дописуємо в стовпець праворуч і так само підсумовуємо кожен стовпець матриці. Ці суми в стовпцях і рядках показують кількість вихідних і вхідних зв'язків для кожної вершини графа, а самі отримані рядки і стовпці утворюють вектори W_a (вектор-рядок) і W_b (вектор-стовпець), розмірність яких дорівнює кількості рядків або кількості стовпців матриці взаємозв'язків.

Таблиця 1.4 – Матриця зв'язків між дидактичними одиницями основного тексту навчального посібника «Кривошипно-шатуний механізм двигуна автомобіля»

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Wb
1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		14
2			1	1	1	1	1	1						1	1		8
3				1	1			1						1	1		4
4								1						1	1		2
5														1	1		2
6														1	1		2
7														1	1		2
8														1	1		2
9										1	1	1	1	1	1		6
10																	0
11																	0
12														1	1		2
13														1	1		2
14																	0
15																1	0
16																	
Wa0	0	1	2	3	3	2	2	4	1	2	2	2	2	11	11	1	Шар 0
Wa1		0	1	2	2	1	1	3	0	1	1	1	1	10	10	1	Шар 1
Wa2			0	1	1	0	0	2		0	0	0	0	8	8	1	Шар 2
Wa3				0	0			1						3	3	1	Шар 3
Wa4								0						1	1	1	Шар 4
Wa5														0	0	1	Шар 5
Wa6																0	Шар 5

Потім вектор W_a розкладаємо на шари. Кожен з отриманих шарів в свою чергу також утворює вектор. Позначимо їх через $V(z)$, де z – номер шару ($z \geq 0$). Розмірність даних векторів (в нашому випадку це кількість елементів кожного шару) визначається в процесі розкладання вектора W_a на шари.

В якості нульового шару береться вектор $V(0) = (DO1)$. Елементами вектора є поняття з індексами, рівними номерами тих стовпців матриці, які відповідають нульовим елементам вектора W_{a0} . Перший шар будується згідно з формулою:

$$Wa1 = Wa0 - Wb1 \quad (1.1)$$

де $Wa1$ – допоміжний вектор для побудови першого шару, $Wb1$ – вектор, рівний першому рядку матриці взаємозв'язків (тобто номери рядків матриці відповідають номерам нульових елементів вектора Wa).

Таким чином, $V(1) = (ДО2)$. Елементами вектора є поняття з індексами, рівними номерами тих стовпців матриці, які відповідають нульовим елементам вектора $Wa1$.

Для побудови наступних шарів використовується формули, аналогічні (1.1):

$$Wa2 = Wa1 - Wb2 - Wb9;$$

$$Wa3 = Wa2 - Wb3 - Wb6 - Wb7 - Wb10 - Wb11 - Wb12 - Wb13;$$

$$Wa4 = Wa3 - Wb4 - Wb5;$$

$$Wa5 = Wa4 - Wb8$$

$$Wa6 = Wa5 - Wb14 - Wb15$$

Таким чином, ми розбили усю множину дидактичних одиниць змісту основного тексту навчального посібника на 6 шарів:

$$\text{Шар 0: } V(0) = (ДО1);$$

$$\text{Шар 1: } V(1) = (ДО2, ДО9);$$

$$\text{Шар 2: } V(2) = (ДО3, ДО6, ДО7, ДО10, ДО11, ДО12, ДО13);$$

$$\text{Шар 3: } V(3) = (ДО4, ДО5);$$

$$\text{Шар 4: } V(4) = (ДО8);$$

$$\text{Шар 5: } V(5) = (ДО14, ДО15);$$

$$\text{Шар 6: } V(6) = (ДО16).$$

На базі отриманого результату будемо структурно-сміслову модель основного тексту посібника «Кривошипно-шатунний механізм двигуна автомобіля» в шарово-паралельній формі (рисунок 1.2).

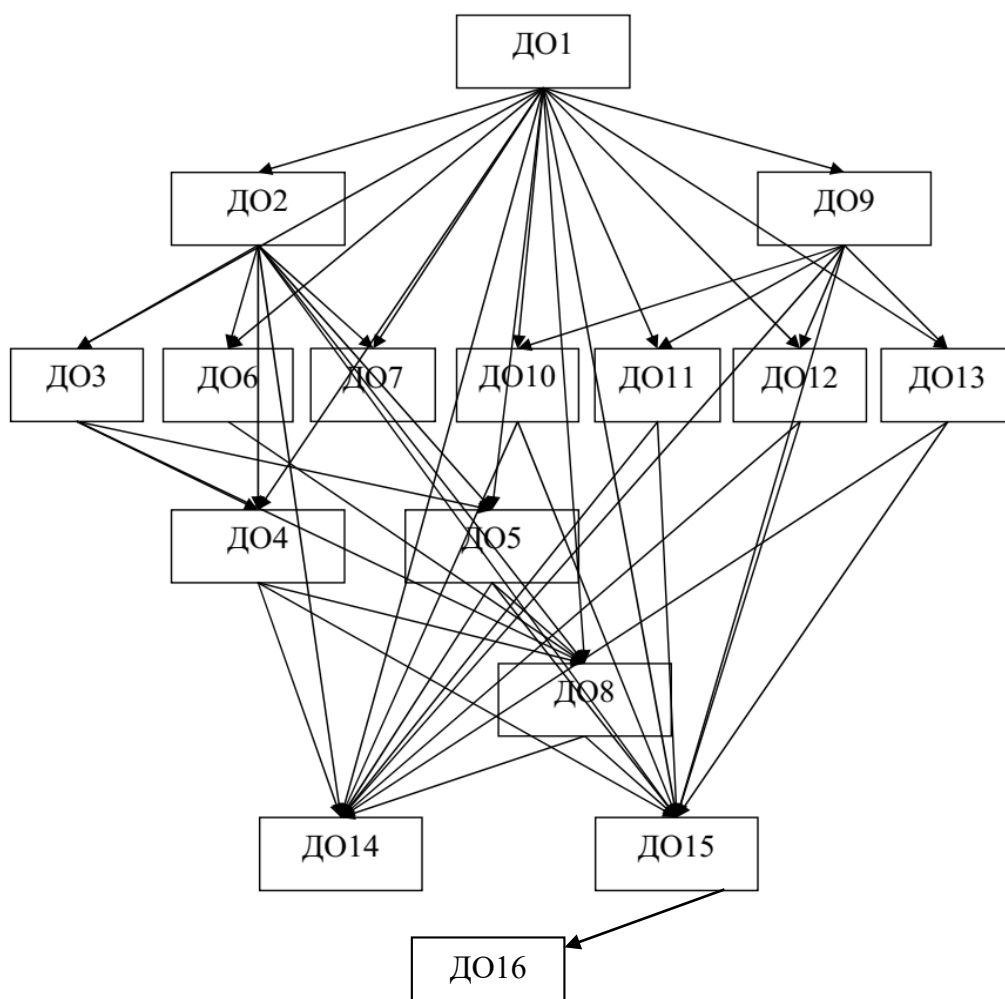


Рисунок 1.2 – Структурно-смілова модель навчального матеріалу посібника
«Кривошипно-шатунний механізм двигуна автомобіля»

Аналіз моделі дозволив нам отримати оптимальну послідовність викладу навчального матеріалу (рисунок 1.3).

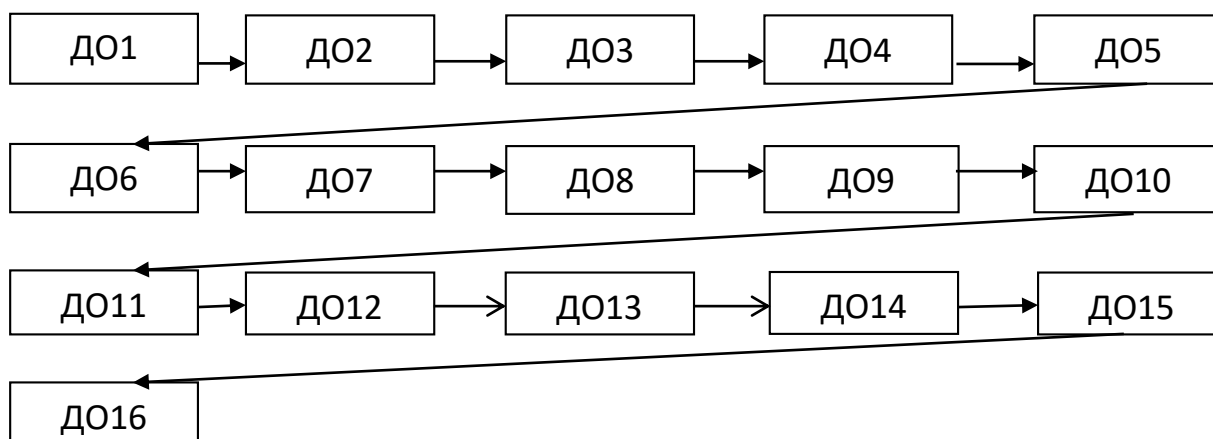


Рисунок 1.3 – Послідовність оптимального викладу змісту навчального матеріалу

Отже, проведене структурування змісту навчального матеріалу графо-аналітичним методом дало нам змогу на основі взаємозв'язків між дидактичними одиницями навчального матеріалу, визначити в якій саме послідовності доцільно подати цей матеріал у навчальному посібнику. Відповідно до структурно-логічної моделі і враховуючи отриману послідовність, навчальний матеріал посібника «Кривошипно-шатунний механізм двигуна автомобіля» можна поділити на три розділи: «Загальна будова кривошипно-шатунного механізму. Нерухомі детал механізму», «Шатунно-поршнева група та колінчастий вал», «Технічне обслуговування кривошипно-шатунного механізму».

2 РОЗРОБКА ЕЛЕМЕНТІВ МЕТОДИЧНОГО АПАРАТУ НАВЧАЛЬНОГО ПОСІБНИКА

2.1 Визначення структури та укладання змісту навчального посібника

Для розробки елементів методичного апарату навчального посібника «Кривошипно-шатунний механізм двигуна автомобіля» вимоги, які висуваються до сучасної навчальної літератури. Безперечно, щр навчальна література має відповідати вимогам, які стосуються і змісту освіти вцілому, бути цікавою, доступною, лаконічною, забезпечувати ґрунтовне засвоєння навчального матеріалу учнями, сприяти вирішенню навчальних і виховних завдань, що стоять перед закладами професійної (професійно-технічної) освіти, повинна створювати умови для всебічного гармонійного розвитку пізнавальних здібностей учнів, ознайомлення учнів з новими прийомами міркувань, які притаманні теоретичному мисленню і забезпечують доказовий виклад знань. З цією метою в навчальних посібниках використовують матеріал, засвоєння якого потребує різних форм логічного мислення: індукції і дедукції, порівняння і протиставлення, абстрагування, аналіз, різних способів доведень тощо. При створенні сучасної навчальної книги обов'язковим є впровадження у навчальний процес інноваційних педагогічних технологій, використання новітніх методик навчання [27].

У структурі навчальних посібників можна виділити два основні компоненти – змістовний і методичний. До змістовного компоненту належить власне авторський текст посібника, а до методичного – способи організації тексту, системи завдань для самоконтролю, ілюстрації і т.п. Важливим є також технічне подання навчального матеріалу в посібнику, яке включає оформлення, способи виділення інформації, різноманітні довідкові матеріали, типи і розміри шрифтів, якість поліграфії.

За цими трьома параметрами – змістовним, методичним і технічним – можна визначити якість навчального видання.

Отже, навчальний посібник – це видання, яке може доповнювати або частково замінювати підручник при вивченні навчального матеріалу з певної дисципліни, предмета, курсу або окремого його розділу [31].

На відміну від підручника посібник може включати не тільки апробовані та загально визнані відомості і знання, але й різноманітні думки, погляди на ту чи іншу проблему, шляхи її вирішення. Інколи у випадках створення нових навчальних дисциплін існує практика проектування спочатку навчального посібника, а потім після апробації його матеріалів переходити до розроблення і видання підручника. В основі відбору навчального матеріалу для навчальних посібників, крім загальновідомих дидактичних принципів також використовують додаткові критерії відбору, згідно яких навчальний матеріал посібника має містити типові для даної галузі знань види професійної діяльності; відповідати головним напрямкам розвитку сучасної науки і техніки; бути здатним до об'єднання в систему взаємопов'язаних знань; мати тісний зв'язок з майбутньою професійною діяльністю; дотримуватися вимог прогностичної та стабільності наукової інформації [27].

Типова структура навчального посібника може містити наступні елементи:

- зміст (назви розділів, тем, параграфів у точній відповідності до затвердженої навчальної програми);
- вступ (або передмова), в якому обґрунтовується, яка частина навчальної дисципліни розкривається у навчальному посібнику, які теми висвітлені повністю, які – частково;
- основний текст, який власне містить основний навчальний матеріал, призначений для засвоєння учнями;
- питання, завдання, тести для самоконтролю і самооцінювання;

- апарат для орієнтування в матеріалі навчального посібника (показчики, списки, скорочення тощо);
- список використаних джерел або рекомендованої літератури.

В навчальному посібнику навчальна інформація подається не лише за допомогою текстів, а й використовуються світлини, рисунки, схеми, діаграми, графіки тощо. Навчальні посібники виконують три основні функції: освітню, розвивальну і виховну. Освітня функція полягає у співвіднесенні змісту навчального посібника з вимогами навчальної програми щодо засвоєння певного визначеного державними стандартами об'єму знань, формування відповідних умінь та навичок. Розвивальна функція передбачає розвиток в учнів позитивних мотивів навчання, пам'яті, мислення, мовлення, уяви, вміння планування та самоконтролю навчальної діяльності. Виховна функція реалізується шляхом впливу змісту навчального посібника на світогляд учнів, їх самовизначення у житті та професійній діяльності, розвиток духовної сфери тощо.

Важливою рисою навчальних посібників є їхня стабільність, тобто можливість зберігати роль джерела інформації декілька років. Переважна більшість навчальних посібників має своєрідне «ядро», в якому концентруються головні ідеї навчальної дисципліни, і «оболонку» – систему інформації, яка має тимчасовий характер і може змінюватися залежно від суб'єктивних факторів.

У навчальному матеріалі навчального посібника структурно можна виокремити емпіричну, теоретичну і практичну компоненти процесу засвоєння знань [31].

Емпіричні знання містять інформацію про чуттєвий досвід, відображають поверхневі зв'язки і відношення. Цю компоненту навчального матеріалу використовують з метою навчити учнів впорядковувати факти і явища, які вони вивчають, спостерігають тощо, аналізувати та розробляти класифікації, користуватися ними. Утворені емпіричним шляхом абстракції (тобто відображення окремих сторін предметів) є основним «матеріалом»,

на базі якого здійснюється перехід від чуттєво-конкретного до суттєвого, конкретного [31].

Теоретичні знання становлять зміст теоретичної компоненти навчального матеріалу, яка містить інформацію, що проникає в сутність відношення речей. Ця компонента оперує науковими поняттями, що відтворюють ідеалізований предмет вивчення, а також систему його зв'язків. Теоретичне осмислення явища необхідне для переходу предмету вивчення з емпіричної компоненти в теоретичну.

Третя компонента навчального матеріалу – практична – відіграє важливу роль підготовки учнів до життя, до майбутньої професійної діяльності, у розвитку їх творчих здібностей, формуванні рис характеру, переконань, поглядів, інтересу до знань, мотивів тощо. Вона охоплює інформацію щодо організації засвоєння навчального матеріалу навчального підручника і може включати запитання для самоконтролю, різноманітні пізнавальні завдання, зразки розв'язання завдань, проблемні ситуації, таблиці, пояснення до тексту та ілюстрацій, а також інформацію про способи діяльності або творчості (опис творчої діяльності, проблемно-пошукові, дослідницькі, теоретичні і прикладні завдання, правила та рекомендації, послідовність рисунків, які ілюструють окремі прийоми трудової і професійної діяльності тощо), тобто навчальний інформаційний текст.

Навчальний матеріал навчального посібника потрібно розглядати у єдності усіх трьох його компонент – чуттєвого досвіду (емпірична компонента), розкриття сутності явищ (теоретична компонента), виконання практичних завдань (практична компонента).

Крім основного тексту, навчальний посібник містить додаткові тексти, які допомагають розширити та поглибити знання учнів з важливих питань змісту навчального матеріалу. Це може бути нормативні документи, історичні довідки, цікаві відомості та ін.).

Запитання і завдання для самоконтролю та самопідготовки які також мають місце у навчальних посібниках, за рівнем пізнавальної самостійності учнів ділять на репродуктивні та продуктивні. Репродуктивні вимагають від учнів відтворення знань без істотних змін, а продуктивні навпаки передбачають трансформацію знань, істотні зміни в структурі їх засвоєння, пошук нових знань тощо.

Навчальний посібник обов'язково має містити ілюстративний матеріал – різноманітні зображення, які з допомогою специфічних засобів наочності реалізують педагогічний принцип науковості навчального посібника. Ілюстрації які розміщують в навчальних посібниках мають розкривати основний зміст елементів програми. Вони можуть замінювати основний текст, бути рівнозначним або доповнювати його, чи використовуватися як об'єкт для завдань, запитань тощо.

Перейдемо власне до розроблення структурних елементів навчального посібника «Кривошипно-шатунний механізм двигуна автомобіля».

Титульний аркуш посібника показано на рисунку 2.1.

Структуру навчального посібника відображає його зміст – перелік заголовків рубрик у книзі.

Згідно п. 1.3 в змісті основного тексту ми виділили три розділи: «Загальна будова кривошипно-шатунного механізму. Нерухомі деталі механізму», «Шатунно-поршнева група та колінчастий вал», «Технічне обслуговування кривошипно-шатунного механізму». В свою чергу кожний розділ включає в себе декілька питань. Зміст навчального посібника «Кривошипно-шатунний механізм двигуна автомобіля» подано на рисунку 2.1.

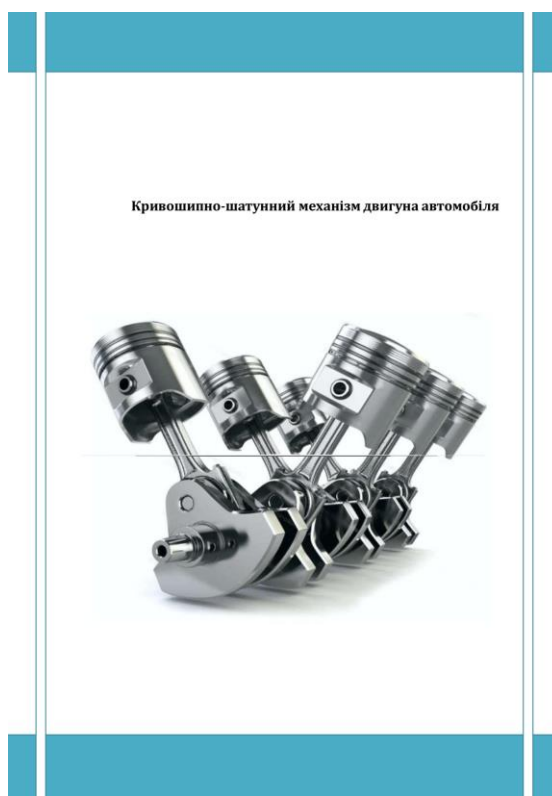


Рисунок 2.1 – Титульний аркуш навчального посібника

Зміст

Передмова	4
§1. Призначення та загальна будова кривошипно-шатунного механізму.....	5
§2. Корпус кривошипно-шатунного механізму	8
§3. Блок-картер.....	10
§4. Головка блоку.....	12
§5. Піддон картера двигуна.....	15
§6. Гільзи циліндрів.....	16
§7. Корінні вальниці.....	19
§8. Прокладки і сальники.....	21
§9. Особливості конструкції КШМ двигунів з повітряним охолодженням.....	26
§10. Поршнева група. Призначення та будова поршня.....	27
§11. Призначення і типи поршневих кілець.....	36
§12. Поршневі пальці.....	43
§13. Деталі шатунної групи.....	46
§14. Група деталей колінчастого вала.....	54
§15. Основні несправності кривошипно-шатунного механізму.....	62
§16. Технічне обслуговування кривошипно-шатунного механізму.....	65
Питання для самоконтролю.....	68
Тестові завдання.....	69
Чисок використаної літератури	72

Рисунок 2.2 – Зміст посібника «Кривошипно-шатунний механізм двигуна автомобіля»

Як видно з рисунка 2.2, перед розділами основного тексту посібника подано передмова. В ній обґрунтовується актуальність посібника, коротко описується які питання розглядаються в посібнику, кому цей посібник рекомендується для використання. Фрагмент передмови посібника «Кривошипно-шатунний механізм двигуна автомобіля» подано на рисунку 2.3.

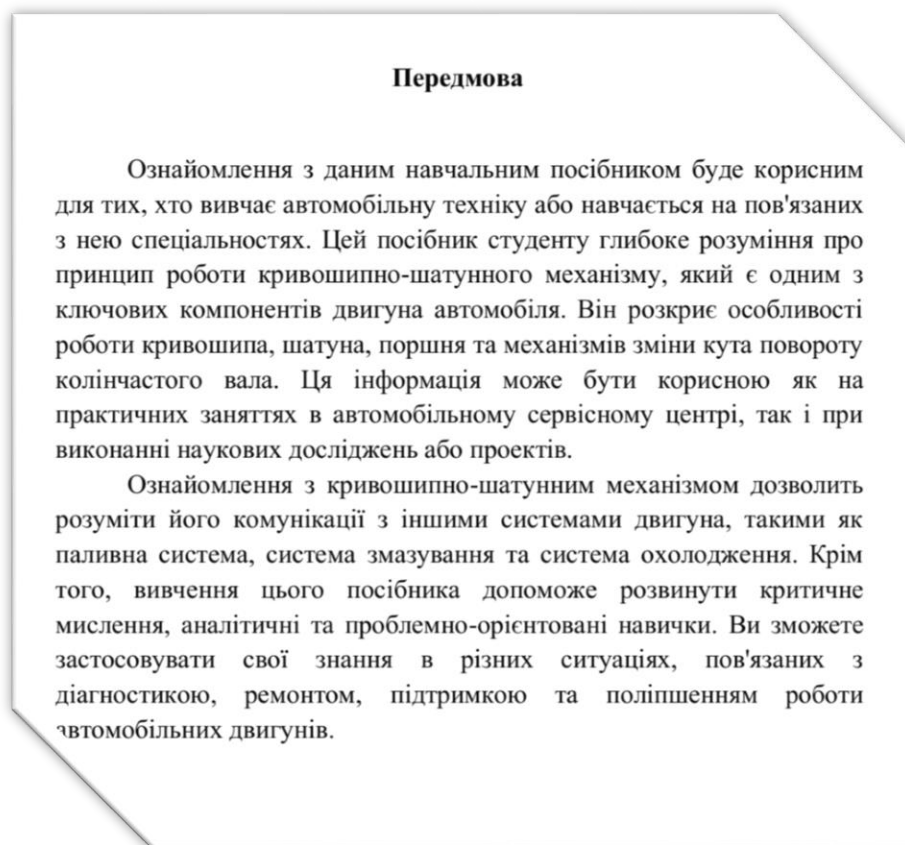


Рисунок 2.3 – Фрагмент передмови до навчального посібника «Кривошипно-шатунний механізм двигуна автомобіля»

Для основного тексту посібника обрано шрифт Times New Roman (звичайний, розмір 10,5 пунктів, інтервал одинарний). З метою привернення уваги читача, основні поняття виділяються жирним шрифтом.

Для виділення додаткового і пояснювального тексту використовуються інші типи шрифтів додаткові шрифти, кольорові рамки, тонування фону.

Виклад матеріалу в навчальному посібнику має бути об'єктивним, науковим, з чіткою логічною послідовністю. Композиційне оформлення посібника, подання визначень, термінів, прийоми введення у текст нових понять, використання засобів наочності повинні бути спрямовані на передачу учневі певної інформації, а також навчити його самостійно користуватися книгою, зацікавити його, викликати інтерес до навчального предмета.

Для того, щоб забезпечити більш ефективне опрацювання учнями навчального матеріалу під час самостійної роботи з посібником, в ньому передбачені питання та завдання (для самоперевірки та контролю засвоєння знань). Такі контрольні питання та завдання, що розміщуються наприкінці кожної структурної частини книги (глави, параграфа), допомагають формуванню практичних прийомів і навичок логічного мислення.

Зазначимо, що вірно з методичної точки зору сформульовані питання та завдання є запорукою того, що у ході самостійної роботи з навчальним посібником процес засвоєння знань призведе до їх практичного застосування.

Під час розроблення навчальних посібників потрібно орієнтувати учнів на активну пізнавальну діяльність, самостійну творчу роботу та формувати в них уміння виконувати вправи. Тому структурі навчальних посібників обов'язково потрібно передбачити наявність прикладів, питань, задач.

Розглянемо правила та вимоги до використання ілюстрацій у посібнику. Вибір їх виду залежить від цілей, які ставить перед собою автор. До загальних рекомендацій щодо їх застосування можна віднести наступні:

- ілюстрації мають використовуватися тільки тоді, коли вони розкривають, пояснюють або доповнюють інформацію посібника. Їх наявність дозволяє авторам більш чітко, точно та образно передати програмні навчальні матеріали;

– вид ілюстрацій має відповідати ступеню підготовленості учнів. Так, у посібниках для учнів молодших курсів навчання ілюстрації мають бути більш образними, ніж для учнів старших курсів, у яких вже сформовані уміння читати креслення та складні схеми;

– потрібно враховувати можливості відтворення ілюстрацій типографією та інші фактори, які можуть впливати на вибір ілюстративного матеріалу. Тому на цьому етапі необхідна співпраця автора посібника і редактора, який буде готувати посібник до видання;

– ілюстрації у вигляді схем не повинні дублювати матеріалу основного тексту або навпаки містити зайву несуттєву інформацію, щоб не відволікати учнів від засвоєння теми;

– технічні креслення, що пояснюють будову та принципи роботи машин, механізмів, вузлів і окремих деталей не повинні містити малозначимих подробиць;

– усі однотипні ілюстрації мають бути виконані в одному стилі х використанням однією техніки оформлення;

– для ілюстрування статистичних даних доречно використовувати графіки та діаграми, які дають змогу ефективно передавати співвідношення між величинами і явищами;

– використання кольорових ілюстрацій, допомагає збагатити інформацію посібника, акцентувати увагу учнів на основних ідеях ілюстрованого матеріалу.

В проєктованому посібнику «Кривошипно-шатунний механізм двигуна автомобіля» нами було використано різні види ілюстрацій – кольорові малюнки (рисунок 2.4), креслення (рисунок 2.5) та їх поєднання (рисунок 2.6).

У навчальних посібниках мають бути приведені джерела, з яких отримано фактичний матеріал, що вказуються у відповідних посиланнях та

у бібліографічному списку. Використовувати дозволяється лише дані, які допущені до опублікування у відкритому друці.

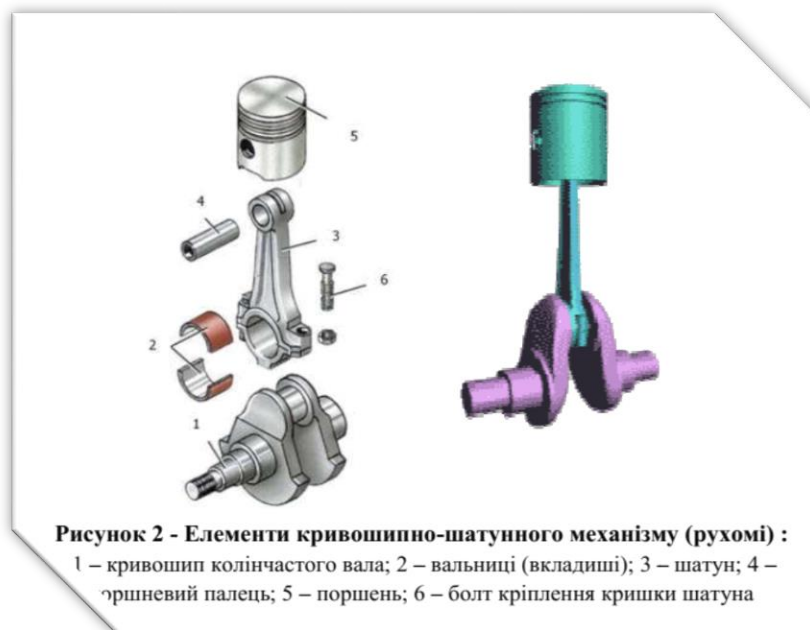


Рисунок 2.4 – Приклад кольорової ілюстрації посібника
 «Кривошипно-шатунний механізм двигуна автомобіля»

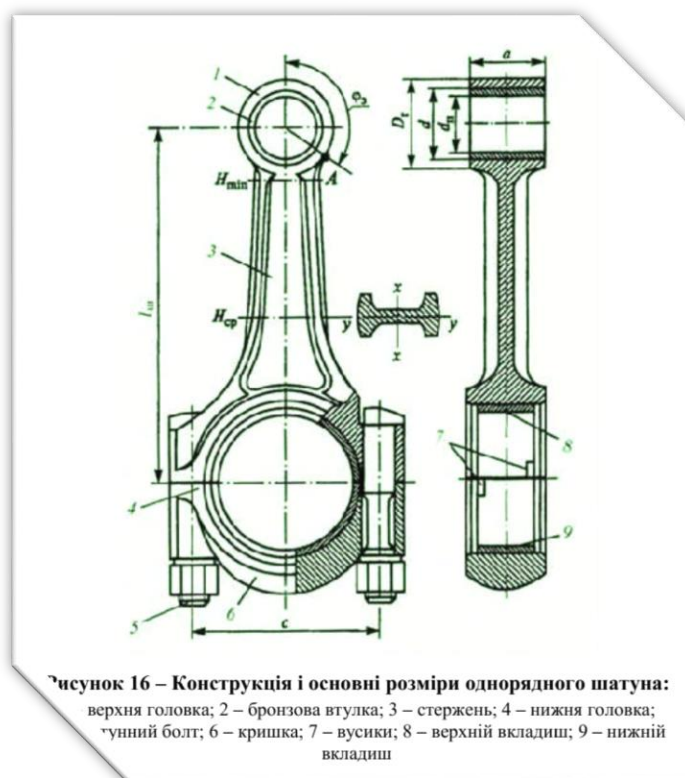


Рисунок 2.5 – Приклад креслення посібника «Кривошипно-шатунний механізм двигуна автомобіля»

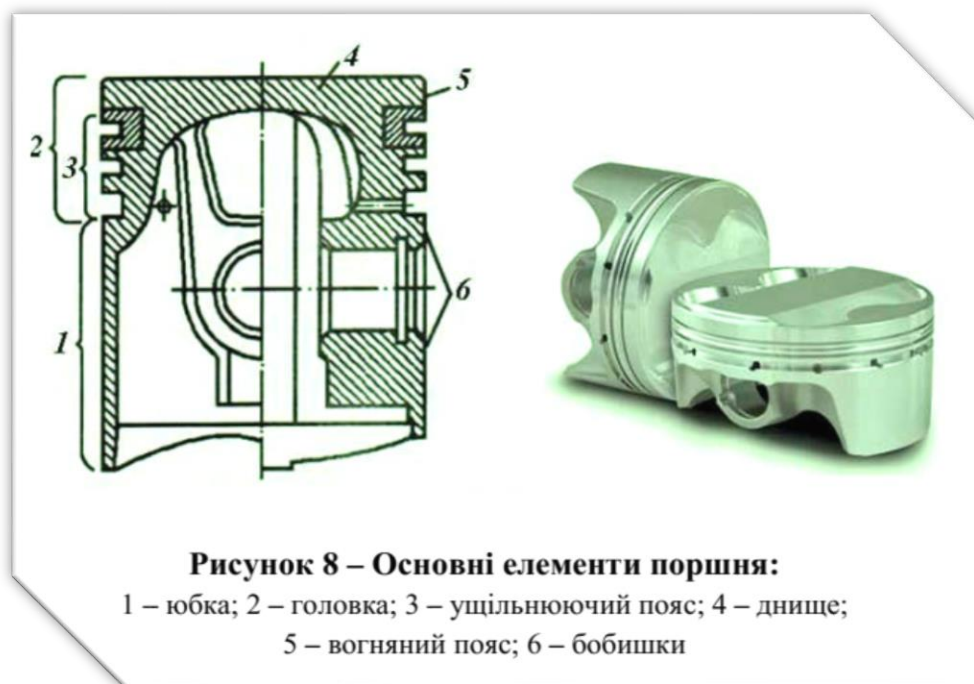


Рисунок 2.6 – Приклад поєднання різних видів ілюстрацій

У розділі «Список рекомендованої літератури» навчального посібника потрібно вказати основну використану і літературу, що рекомендується для поглибленого вивчення курсу.

Основними елементами бібліографічного опису літератури є прізвище автора, назва твору, місто випуску, назва видавництва, рік випуску, кількість сторінок. Якщо використовувалися джерела мережі інтернет, то вказується за наявності прізвище автора, назва твору, і адреса посилання. Бібліографічні посилання доручно давати на останнє видання даного твору або зібрання творів. На рисунку 2.8 показано приклад оформлення бібліографічного опису посібника «Кривошипно-шатунний механізм двигуна автомобіля»

Список рекомендованої літератури

1. Абрамчук Ф.І. Автомобільні двигуни / Абрамчук Ф.І., Гутаревич Ю. Ф., Долганов К. Є., Тимченко І. І. – К. : Арістей, 2004. – 476 с.
2. Білан А.М., Гетта В.Г. Методика навчання будови автомобіля: Навчальний посібник.– Чернігів, 2012. – 333 с.
3. Боровських Ю. І. Будова автомобілів: навчальний посібник / Ю. І. Боровських, Ю. В. Буральов, К. А. Морозов. – К.: Вища школа, 1991. – 304 с.
4. Будова й експлуатація автомобілів. Підручник. / Кисликов В.Ф., Лущик В.В. – К.; Видавництво «Либідь», 2006. – 420 с.
5. Будова та основи експлуатації вантажних автомобілів. Навчальний посібник. / Іващенко М. В. – К., Знання – Прес, 2012. – 250 с.
6. Кривошипно-шатунний механізм [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://4ua.co.ua/transport/>
7. Кривошипно-шатунний механізм двигуна автомобіля [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://avtosvit.biz/kryvoshipno-shatunnyj-mehanizm/>
8. Кривошипно-шатунний механізм двигуна: будову, призначення, як працює [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://uk.avtotachki.com/krivoshipno-shatunnyj-mehanizm-dvigatelya-vnutrennego-sgoraniya-ustrojstvo-naznachenie-kak-rabotaet/>
9. Маркушин О.Г. Дидактичний посібник до теми: «Кривошипношатунний механізм» [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://nmc-pto.rv.ua/DOK/PPD/11/MarcushinKrShM.pdf>
10. Призначення, будова та принцип дії КШМ [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://avtomehanik.at.ua/load/rozdil_1_dvigun/priznachennja_budova_ta_princip_diji_kshm/5-1-0-2
11. Сирота В. І. Основи конструкції автомобілів. Навчальний посібник для вузів. К.: Арістей, 2005. – 280 с.
12. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: Технологія: посібник / Лудченко О.А. – К.: Вища шк., 2008. – 527 с.

Рисунок 2.6 – Фрагмент бібліографічного списку навчального посібника «Кривошипно-шатунний механізм двигуна автомобіля»

Для покращення орієнтації у змісті та сприйняття інформації у посібнику використовуються умовні позначення для подання додаткової інформації (рисунок 2.7, а), пояснювального тексту (рисунок 2.7, б), та запитань і завдань для самоконтролю (рисунок 2.7, в).



Рисунок 2.8 – Умовні позначення посібника: а – довідковий текст, б – пояснювальний текст, в – питання самоконтролю

Таким чином, ми визначили структуру, зміст та розробили елементи методичного апарату навчального посібника «Кривошипно-шатунний механізм двигуна автомобіля».

2.2 Обґрунтування додаткового і пояснювального тексту посібника

В структурній схемі підручника службову функцію виконують додатковий та пояснювальний тексти. Пояснювальний текст, як правило, має розміщуватися на сторінці, де розміщений основний текст. Він містить популяризаційну інформацію, приклади використання або новітні впровадження, історичні довідки, тощо.

Службову функцію в структурній схемі підручника займає додатковий (навчальний матеріал призначений для підкріплення і поглиблення положень основного тексту) та пояснювальний тексти (довідковий апарат підручника).

В посібнику «Кривошипно-шатунний механізм двигуна автомобіля» використовується додатковий та пояснювальний текст, який подано у таблиці 2.1 в якій показано до яких дидактичних одиниць власне і відноситься даний текст.

Таблиця 2.1 – Додатковий та пояснювальний текст посібника
«Кривошипно-шатунний механізм двигуна автомобіля»

№ ДО	Назва дидактичної одиниці	Додатковий і пояснювальний текст
1	2	3
ДО1.	Призначення та загальна будова кривошипно-шатунного механізму	<p><i>Додатковий текст</i></p> <p>Історія розвитку кривошипно-шатунного механізму сягає великої кількості століть. Вже в давніх часах люди застосовували прості механізми для перетворення прямолінійного руху на обертальний. Прототипами сучасного кривошипно-шатунного механізму можуть бути водяний візок і ручна рейкова тачка. Протягом історії інженери зробили значний прогрес у розвитку цього механізму.</p> <p>На початку 19 століття було зроблено значні вдосконалення у створенні ефективних двигунів з кривошипно-шатунним механізмом. Французький інженер Жан-Жозеф Етьєн Леноард придумав і опублікував патент на кривошипно-шатунний механізм у 1807 році. Його винахід використовувався для перекладення вертикального руху поршня у обертальний рух колінчастого вала. Леноард також був відомий своїми внесками в автомобільну промисловість. Згодом, інженери Луї Доде та Джеордж Стефенсон також внесли свої внески у вдосконалення кривошипно-шатунного механізму. Доде розробив двигун з кривошипно-шатунним механізмом, який використовувався у першому автомобілі з двигуном внутрішнього згорання.</p> <p>У подальшому розвитку автомобільної промисловості кривошипно-шатунний механізм став стандартом у більшості двигунів внутрішнього згорання. Інженери працювали над вдосконаленням його ефективності і надійності, що призвело до значного зростання продуктивності та потужності автомобілів.</p>
ДО2.	Корпус кривошипно-шатунного механізму	<p><i>Додатковий текст</i></p> <p>Цікаві факти про корпус кривошипно-шатунного механізму:</p> <p>Корпус повинен бути виготовлений з високою точністю, щоб забезпечити правильне вирівнювання вала. Навіть дрібні відхилення можуть призвести до нестабільної роботи двигуна.</p>

Продовження таблиці 2.1

1	2	3
		<p>У корпусі можуть бути внутрішні канали для прокладання системи змащення, охолодження та змащення циліндрів для оптимізації роботи двигуна.</p> <p>Корпус повинен бути достатньо міцним, щоб витримувати великі навантаження і не руйнуватися під час роботи двигуна.</p> <p>Деякі корпуси можуть проходити спеціальне оброблення поверхні, таке як гальванізація або порошкове фарбування, для запобігання корозії та покращення зовнішнього вигляду.</p>
ДО3.	Блок-картер кривошипно-шатунного механізму	<p><i>Додатковий текст</i></p> <p>Одним з головних завдань блок-картера є забезпечення стійкої роботи двигуна, зменшення втрат потужності та ефективне охолодження. Він також має функцію утилізації тепла від згоряння палива шляхом розсіювання його через двигун. У процесі роботи блок-картер піддається великим навантаженням, тому його дизайн та виготовлення вимагають високої точності та стійкості. Він також має бути герметичним, щоб утримувати масло та інші робочі рідини в межах системи змащення двигуна.</p>
ДО5.	Піддон картера	<p><i>Додатковий текст</i></p> <p>У багатьох автомобілях піддон картера також функціонує як різновид балансувального валу, який допомагає зменшити вібрацію і поступово розподіляє силу крутного моменту. Один з ключових аспектів піддону картера - його форма і ємність. Це визначає кількість мастила, яке може бути збережено і яке забезпечує надійне змащення всіх рухомих деталей двигуна.</p>
ДО6.	Гільзи циліндрів	<p><i>Додатковий текст</i></p> <p>Сучасні технології виготовлення гільз двигуна автомобіля включають в себе використання різноманітних матеріалів і методів обробки. Деякі з основних технологій включають:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Високоточне комп'ютерне керування: Сучасні машини розробляються з використанням комп'ютерного проектування, що дозволяє точно визначити геометрію гільзи та оптимальні параметри виготовлення. 2. Використання високоякісних матеріалів: Для виготовлення гільз використовуються спеціальні композитні матеріали, такі як чавун, алюміній або сплави нікелю, які мають високу міцність та зносостійкість.

Продовження таблиці 2.1

1	2	3
		<p>3. Точне порошкове напилення: Цей процес полягає в нанесенні шару матеріалу на внутрішню поверхню гільзи, що дозволяє отримати високу якість поверхні та знижує тертя під час роботи двигуна.</p> <p>4. Термічна обробка: Гільзи також можуть піддаватися термічній обробці, такі як спеціальний зміцнюючий обробка, що поліпшує міцність та довговічність гільзи.</p> <p>5. Обробка на верстатах з числовим програмним керуванням: Для створення різних геометрій гільз, використовуються верстати з числовим програмним керуванням, які забезпечують високу точність та швидкість обробки.</p> <p>Використання цих технологій дозволяє виготовляти більш міцні гільзи з кращою якістю поверхні, що сприяє підвищенню ефективності та тривалості роботи двигуна автомобіля.</p>
ДО7.	Корінні підшипники	<p><i>Поясуювальний текст</i></p> <p>Підшипник є механічним пристроєм, який використовується для зменшення тертя між рухомими частинами і забезпечення плавного обертання або руху. Він складається з двох основних елементів - зовнішнього кільця і внутрішнього кільця, які оточені кулями або роликками. Підшипники можуть бути кульковими, роликковими або шариковими, залежно від типу елементів, що використовуються для зменшення тертя.</p> <p><i>Додатковий текст</i></p> <p>Хоча існує багато доказів використання підшипників у різних культурах з давніх-давен, перші патенти на винахід підшипників записані в історії. Підшипники, які використовували кочегари в Егейському морі та на островах Кіпр та Родос понад 2000 років тому, були розглянуті як одні з ранніх прикладів. Однак, Філон з Бізантію, грецький інженер, що жив у 3 столітті до н.е., є особою, яку вважають винахідником підшипників як таких. Ймовірно, він вперше використав ковзкі підшипники з металевих кілець і пазів у дерев'яних осіх. Цей дизайн входить до складу основних принципів підшипників, які застосовуються і сьогодні.</p>
ДО8.	Прокладки і сальники	<p><i>Додатковий текст</i></p> <p>Прокладки і сальники кривошипно-шатунного механізму виготовляються з різних матеріалів залежно від вимог до їх функцій.</p>

Продовження таблиці 2.1

1	2	3
		<p>Основні матеріали, що використовуються, включають:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Гумові прокладки: Зазвичай виготовляються з еластомерних матеріалів, таких як нітриловий каучук (NBR) або фторовулканізована гума (FKM). Вони мають високу стійкість до зносу і хімічної стійкості. 2. Пластмасові прокладки: Виготовлюються з полімерних матеріалів, таких як поліетилен, поліуретан або поліамід. Вони володіють доброю герметичністю і ударостійкістю. 3. Композитні прокладки: Вони складаються зі спресованих шарів різних матеріалів, таких як фіброві добавки, армована графітова фольга або металеві вкладення. Вони поєднують в собі переваги різних матеріалів, такі як стійкість до тиску, зносостійкість і герметичність. <p>Що стосується сальників, то вони також можуть бути виготовлені з різних матеріалів. Найпоширенішими матеріалами для сальників є гума, фторовулканізована гума (FKM), силікон та поліуретан.</p>
ДО9.	Призначення та будова поршня	<p><i>Додатковий текст</i></p> <p>Поршень був винайдений англійським інженером та винахідником Самюелом Морзом у 1828 році. Він був використаний у парових двигунах та внутрішнього згорання для перетворення енергії в рух. Поршень є циліндричною деталлю з декількома кільцями на ньому, яка рухається вздовж циліндра. У сучасних двигунах поршень використовують для перетворення згоряючої суміші у кінетичну енергію, створюючи рухаючу силу, яка потім передається до інших механізмів.</p> <p><i>Додатковий текст</i></p> <p>Зазвичай, двигуни автомобілів мають поршні діаметром від 70 до 105 мм. Діаметр поршня вимірюється в міліметрах і відображає його ширину. Однак існують великі двигуни, такі як як Deltic, які мають поршні діаметром до 380 мм. У наземних двигунах для важкого обладнання та суден можуть використовуватись поршні з діаметром до 700 мм і більше.</p>
ДО10	Поршневі кільця	<p><i>Додатковий текст</i></p> <p>Сучасні поршневі кільця можуть мати спеціальні покриття або прорізи, що поліпшують їх продуктивність та зносостійкість. У деяких видах двигунів, наприклад,</p>

Продовження таблиці 2.1

1	2	3
		дизельних, можуть використовуватися кільця з компресійною і нафтопаливною плавкою станками.
ДО11	Поршневі пальці	<p><i>Додатковий текст</i></p> <p>Кілька цікавих фактів про поршневі пальці:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Поршневі пальці використовуються у внутрішньому згорянні двигунах для з'єднання поршня з втулкою. 2. Вони зазвичай виготовляються з високоміцних сталей або алюмінієвих сплавів, що забезпечує їм високу міцність і стійкість до зносу. 3. Поршневі пальці допомагають утримувати поршень у вертикальному положенні в циліндрі, дозволяючи йому рухатися вгору і вниз під час роботи двигуна. 4. Вони також допомагають утворювати теплопровідну структуру між поршнем і втулкою, що допомагає відводити тепло від двигуна. 5. Поршневі пальці повинні бути належно змащені, щоб забезпечити плавний рух поршня. Для цього використовують мастило, яке наноситься на зовнішню поверхню пальця. 6. У високооберткових двигунах можуть використовуватися багатоштифтові поршневі пальці, які забезпечують більшу стійкість та зменшують шум і вібрацію двигуна.
ДО12	Деталі шатунної групи	<p><i>Додатковий текст</i></p> <p>Шатун двигуна автомобіля - це одна з ключових складових частин двигуна внутрішнього згорання. Слово "шатун" походить від французького слова "bielle", що означає "двічі".</p> <p>Історія шатунів пов'язана з розвитком двигунів та автомобільної промисловості. Перші двигуни, які використовували шатуни, мали пряме з'єднання поршня з колінчастим валом. У 1860-х роках французький інженер Жан Жозеф Етьєн Леноар Марі Дельорм напридумав і запатентував механізм шатуна, який дозволяв поршню рухатися по вертикалі та передавати цей рух до колінчастого вала. Це стало першим кроком у поліпшенні роботи двигунів. Згодом, з появою автомобілів, шатун використовувався все ширше.</p> <p>Шатун зазвичай складається з двох частин: верхньої (або головної) і нижньої (або шатункової). Верхня частина шатуна приєднується до поршня, а нижня - до колінчастого вала.</p>

Кінець таблиці 2.1

1	2	3
		<p>Цей механізм дозволяє перетворювати прямолінійний рух поршня у обертальний рух колінчастого вала, який в свою чергу приводить в рух інші механізми автомобільного двигуна.</p> <p>Протягом минулих десятиліть із розвитком автомобільної промисловості шатун удосконалювався. Інженери шукали способи зменшення маси шатунів для поліпшення роботи двигуна та підвищення ефективності паливного споживання. Застосування нових матеріалів, таких як легкі сплави, сприяло цьому.</p> <p>Сьогоднішні шатуни виготовляються з високоміцних сплавів або сталі. Вони проходять строгі випробування та контроль якості, щоб забезпечити надійну роботу двигуна.</p> <p>У результаті історичного розвитку автомобільних двигунів, шатун став важливою деталлю, яка допомагає перетворити прямолінійний рух поршня на крутильний рух колінчастого вала, що забезпечує рух автомобіля та його працездатність.</p>
ДО13	Колінчастий вал	<p><i>Додатковий текст</i></p> <p>Історія колінчастого вала сягає давніх часів. Перші згадки про використання колінчастих валів датуються VI століттям, коли китайці використовували їх у механізмах для водяного часового механізму. Згодом, у V-VI століттях, колінчасті вали стали використовуватися в ковальських та зерноочисних машинах.</p> <p>Протягом історії автомобільного промислу, технології виготовлення та використання колінчастих валів постійно розвивалися. Різні конструкції, матеріали та методи обробки дозволяли поліпшити ефективність і надійність двигунів. Спочатку використовувались прості валки, але з часом з'явилися складніші конструкції з врахуванням різних параметрів, таких як швидкість, кутова швидкість зміни, балансування і момент застосування сили.</p> <p>Сьогоднішні колінчасті вали зазвичай виготовляються з високоякісних сталей або сплавів, які забезпечують потрібну міцність і стійкість до навантажень. Разом з використанням сучасних технологій обробки, виробництво колінчастих валів стало більш точним і ефективним.</p>

Приклади подання пояснювального та додаткового текстів у навчальному посібнику «Кривошипно-шатунний механізм двигуна автомобіля» зображено на рисунках 2.6. та 2.7.

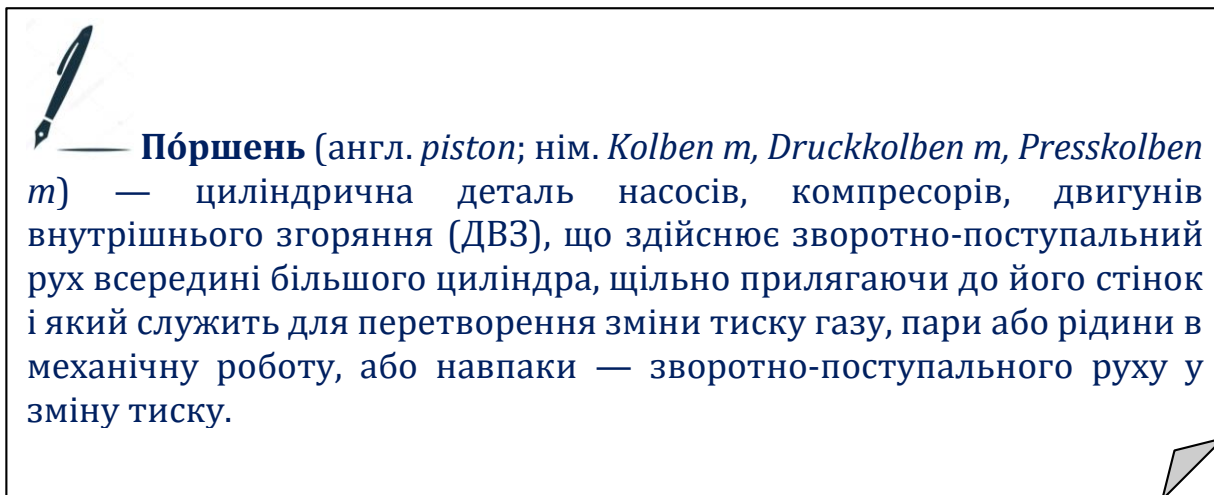


Рисунок 2.6 – Приклад пояснювального тексту навчального посібника



Шатун двигуна автомобіля - це одна з ключових складових частин двигуна внутрішнього згоряння. Слово "шатун" походить від французького слова "bielle", що означає "двічі".

Історія шатунів пов'язана з розвитком двигунів та автомобільної промисловості. Перші двигуни, які використовували шатуни, мали пряме з'єднання поршня з колінчастим валом. У 1860-х роках французький інженер Жан Жозеф Етьєн Леноар Марі Дельорм напридумав і запатентував механізм шатуна, який дозволяв поршню рухатися по вертикалі та передавати цей рух до колінчастого вала. Це стало першим кроком у поліпшенні роботи двигунів. Згодом, з появою автомобілів, шатун використовувався все ширше.

Шатун зазвичай складається з двох частин: верхньої (або головної) і нижньої (або шатункової). Верхня частина шатуна приєднується до поршня, а нижня - до колінчастого вала. Цей механізм дозволяє перетворювати прямолінійний рух поршня у обертальний рух колінчастого вала, який в свою чергу приводить в рух інші механізми автомобільного двигуна.

Протягом минулих десятиліть із розвитком автомобільної промисловості шатун удосконалювався. Інженери шукали способи зменшення маси шатунів для поліпшення роботи двигуна та підвищення ефективності паливного споживання. Застосування нових матеріалів, таких як легкі сплави, сприяло цьому.

Рисунок 2.7 – Приклад додаткового тексту навчального посібника

2.3 Система навчальних завдань посібника

Цілі сучасної освіти значно підсилюють роль блоку запитань і завдань, що розміщуються у навчальному посібнику. Проектування навчального посібника доцільно розпочинати не з визначення об'єму фактів і концептуальних основ тексту, а з визначення того, чого він має навчити та якими засобами можна досягти запланованих цілей. Тому навчальний посібник обов'язково має містити апарат контролю засвоєння змісту учнями [35; 36]. Це цілісна та розгалужена система запитань і завдань, які класифікують за різними ознаками:

за місцем розташування виділяють запитання і завдання, які передують тексту параграфа, мажуть міститися у середині тексту або розташовуються наприкінці його. Також запитання та завдання можуть супроводжувати ілюстрації і документи, які подані у тексті навчального посібника, там самим розширюючи його навчальні можливості;

– за метою використання запитання і завдання бувають актуалізуючими, мотивуючими, рефлексивними, спрямованими на осмислення матеріалу, перевірними, підсумковими тощо;

– за характером прогнозованої діяльності запитання та завдання для учнів поділяють на репродуктивні (на повторення), пошукові і творчі.

Найважливішим критерієм якості навчального посібника є наявність і правильне співвідношення в ньому всіх типів завдань є.

Розглянемо особливості використання подібних запитань і завдань у навчальних посібниках:

– випереджаючі запитання і завдання передують темі і мають на меті актуалізувати в учнів вже наявні знання і уміння. Такі завдання також виконують і роль мотивації учнів до вивчення теми, особливо, якщо вони мають проблемний характер. Така актуалізація попередніх знань (навіть, в випадку, коли учні пам'ятають лише окремі деталі) дозволяє полегшити

сприйняття нового матеріалу. Тому що, як доведено психологами, особливість мислення і запам'ятовування людини полягає у тім, що попередньо засвоєні нею поняття чи уявлення стають фундаментом для формування нових: і чим міцнішим буде фундамент, тим міцнішою стане новобудова;

– перед кожною рубрикою навчального посібника бажано розміщувати завдання, яке учні мають винести в процесі читання. Для того, щоб зробити читання осмисленим, потрібно запропонувати учням, щоб вони, читаючи текст, виконували ці завдання (відповідали на запитання). Це сприятиме сформуванню в учнів умінь поділу тексту на смислові частини, виділення в них головної частини, стеження за логікою викладу і здійснення діалогу з авторами з приводу їх судження про той або інший факт, явище чи висновок. Педагогу професійного навчання такі завдання допоможуть рівень розуміння кчнями тексту. Якщо на цьому етапі деякі поняття, факти, зв'язки між явищами будуть незрозумілими, то учні зможуть цей матеріал лише «завчити», а отже і забути відразу, як тільки він буде «пройденим».

– запитання і завдання, які пропонуються до кожної теми чи рубрики навчального посібника, мають утворювати систему, що забезпечить повноцінне самостійне засвоєння учнями навчального матеріалу. Така наскрізна мережа запитань і завдань дозволяє підтримувати постійний зв'язок авторів з читачами, і тому за таких умов процес читання навчального посібника стає керованим, навіть якщо учні опановують його самостійно вдома;

– наприкінці кожної теми розташовуються завдання, що дозволяють оцінити, наскільки цей матеріал засвоєний учнями. Бажано, щоб ці завдання були різнорівневими (як репродуктивними, так і творчими, дискусійними). Важливо правильно формулювати ці завдання. І якщо раніше в навчальній літературі панували питання і завдання типу «чому?», «навіщо?», «поясни», «порівняй», «доведи, що...», то сьогодні автори

прагнуть до рівноправного діалогу з учнями і тому використовують і такі завдання, як «відновіть картину», «оцініть», «висловіть вашу думку» тощо.

Необхідно пам'ятати, що методично вірно і коректно поставлені питання та завдання для самоконтролю в тексті навчального посібника є важливою умовою того, що засвоєні у ході самостійної роботи з посібником знання зможуть бути використанні в подальшому в практичній діяльності.

На сучасному етапі процесу пізнання об'єктивного світу виділяють наступні види запитань:

- уточнюючі та доповнюючі;
- прості і складні;
- проблемні;
- інформаційні запити.

Уточнююче запитання вимагає уточнення знання (інформації) щодо певного об'єкта пізнання (його властивості, принцип функціонування тощо). Такі запитання передбачають вибір із множинності відповідей лише два варіанти – «так» або «ні», тобто вибір альтернативи.

Доповнююче запитання передбачає отримання під час відповіді додаткового знання (інформації) стосовно предмета, факту чи явища. Доповнюючі запитання пропонують множинність відповідей залежно від контексту.

Просте і складні запитання. В першому випадку до структури запитання якого входить лише одне запитальне речення, в другому відповідно два або більше.

У проблемних запитаннях запитальне речення за змістом виражає певну проблему або проблемну ситуацію. На такі питання не можна дати однозначної відповіді.

Інформаційний запит – запитальне речення, яке ставиться для того, щоб отримати точну інформацію про певний предмет, явище чи подію.

Запитання формують згідно з вимогами законів логіки з дотриманням наступних правил:

- передумова запитання має бути істинною;
- запитальні речення мають містити поняття з точним сенсом та предметним значенням;
- запитальні речення повинні відповідати правилам вимогам синтаксису і граматики мови, на якій вони формуються.

З метою контролю засвоєння знань у навчальному посібнику «Кривошипно-шатунний механізм двигуна автомобіля» нами було використано питання для самоконтролю рівня засвоєння навчального матеріалу приклад яких подано на рисунку 2.8.

Питання для самоконтролю

?

1. Яке призначення кривошипно-шатунного механізму?
2. З яких деталей складається кривошипно-шатунний механізм?
3. Які деталі двигуна належать до корпусних?
4. Які існують типи кривошипно-шатунних механізмів двигуна?
5. Які існують типи гільз циліндрів?
6. Як ущільнюються посадкові місця гільз циліндрів у блоці?

Рисунок 2.8 – Приклади завдань для самоконтролю навчального посібника

Ще одним з засобів самоконтролю, які можна розмістити в навчальному посібнику є тестові завдання. В освітньому процесі найчастіше використовуються тести досягнень, які на відміну від широко розповсюджених тестів інтелекту, показують не стільки вплив загальних здібностей і накопиченого досвіду на поведінку і вирішення тих чи інших завдань, скільки вимірюють та оцінюють вплив спеціальних програм та

технологій навчання, професійної та іншої підготовки на ефективність навчання тому чи іншому комплексу знань, формування відповідних спеціальних умінь тощо. Таким чином, тести досягнень орієнтовані на оцінювання досягнень учня після завершення вивчення дисципліни в цілому чи її розділу. Крім того, їх особливістю є направленість на вимір та оцінювання досягнень учнів у певній галузі знань безпосередньо у момент тестування, в той же час як дослідження загальних здібностей учнів передбачає також і прогнозування їх майбутньої критеріальної діяльності та перспектив розвитку [25].

Тому в навчальному посібнику «Гальмівна система автомобіля» для перевірки якості засвоєння знань основного тексту нами було розроблено тестове поле з даної теми, як один із засобів контролю.

У завданнях тестового поля повинні перевірятися ті основні, важливі положення, які учень повинен засвоїти в результаті вивчення теми або дисципліни в цілому [25].

До тестового поля рекомендується включати тестові завдання різних типів, а саме;

- 1) закритого типу – альтернативні та множинного вибору.
- 2) відкритого типу – на доповнення та вільного викладу.
- в) встановлення відповідності
- г) встановлення послідовності.

Завдання закритої форми мають основну частину, що містить постановку проблеми, та готові відповіді, сформульовані викладачем. Зазвичай вірною відповіддю є лише одна. Усі правдоподібні відповіді називають дистракторами. Їх число у завданні, як правило, не має бути більше п'яти.

У тексті завдання потрібно уникати двозначності та неясності формулювань:

– основна частина завдання формулюється з одного речення з семи – восьми слів;

- відповіді до одного завдання повинні бути рівної довжини;
- з відповідей виключаються всі вербальні асоціації, які за допомогою припущення можуть сприяти вибору правильної відповіді;
- частота вибору номерів для правильної відповіді має бути однаковою для усього тесту або випадковою;
- основна частина тесту формулюється у формі твердження, яка звертається до вірного чи хибного висловлювання після підстановки одного з варіантів відповіді;
- з тестову видаляються завдання, які містять оціночні судження або думки учня з якогось питання;
- у формулюванні дистракторів уникати використання словосполучень: «жоден із перерахованих», «усі перераховані» тощо, що сприяють вгадуванню відповіді;
- дистрактори мають бути правдоподібними для учнів, які не знають вірної відповіді;
- дистрактори не повинні бути частково правильною відповіддю, що перетворюється на правильну за додаткових умов;
- з відповідей виключаються всі слова, що повторюються, шляхом введення їх в основний текст завдання;
- не рекомендується використовувати такі слова, як «усі», «жодний», «ніколи», «завжди» ... які сприяють вгадуванню;
- з-поміж неправильних виключаються відповіді, що впливають одна з іншої;
- відповідь одного тестового завдання не повинна служити підказкою до правильних відповідей іншого завдання, тобто не можна використовувати дистрактори з одного завдання як правильну відповідь для іншого;
- усі відповіді мають бути граматично узгоджені з основною частиною завдання тесту;

– якщо в завданні є альтернативні відповіді, то їх не слід ставити поруч із вірними, бо на них буде одразу зосереджена увага.

При розробленні тестових завдань на встановлення відповідності потрібно дотримуватися наступних правил:

– зміст завдання бажано виразити у вигляді двох множин з відповідними назвами;

– елементи стовпця, що містить питання, розташовуються зліва, а елементи вибору – праворуч;

– бажано, щоб кожен стовпець мав певну назву, яка узагальнює всі елементи стовпців;

– правий стовпець має містити на кілька дистракторів більше;

– усі дистрактори в одному завданні повинні бути однаковою ймовірно правдоподібними;

– елементи стовпців повинні бути обрані по одній підставі для включення тільки гомогенного матеріалу до кожного завдання тесту;

– у додатковій інструкції до завдання необхідно повідомити учня про наявність дистракторів у правому стовпці, і скільки разів використовується кожен елемент правого стовпця (один чи більше);

– завдання розташовується на одній сторінці, без переносу його елементів на іншу.

Завдання на встановлення послідовності дають змогу оцінити рівень володіння учнем послідовністю дій, процесів тощо. Ці дії в тестовому завданні наводяться у випадковому порядку. Учень повинен встановити правильний порядок дій, процесів, вказавши його за допомогою цифр.

При відповіді на відкрите завдання з обмеженою відповіддю учень має дописати пропущене слово, формулу, символ або число у місці прочерку. При розробці завдань на доповнення з обмеженою відповіддю потрібно слідувати таким правилам:

- кожне завдання має бути націлене лише на одне доповнення, місце якого позначене точками або прочерком;
- прочерк ставиться на місці ключового елемента, знання якого є найбільш суттєвим для даної теми, що контролюється;
- доповнення ставлять в кінці завдання або якомога ближче до кінця;
- текст завдання має мати просту синтаксичну конструкцію і містити мінімальну кількість інформації, яка достатня для правильного виконання завдання;
- у тексті виключаються подвійні заперечення та повторення;

Завдання вільного викладу не мають жодних обмежень на зміст та форму подання відповідей. Ці завдання близькі до традиційних контрольних завдань, вимоги до яких ми розглянули раніше.

Приклад тестових завдань, які були розроблені для самооцінювання і використовуються у посібнику «Кривошипно-шатунний механізм двигуна автомобіля», показано на рисунку 2.9.

Отже розроблені засоби для самоконтролю засвоєння навчального матеріалу посібника, які включають питання для самоконтролю та тестові завдання, дозволяють забезпечити більш ефективне опрацювання учнями навчального матеріалу у процесі самостійної роботи.

2.4 Оцінювання якості спроектованого посібника

Для оцінювання якості навчального посібника «Кривошипно-шатунний механізм двигуна автомобіля» було використано анкетування.

Цей метод відноситься до емпіричних методів збору інформації. Його особливість полягає в тому, що джерелом інформації є самоспостереження, особистий досвід та знання випробовуваних; тому, відповіді отримані при

анкетуванні не є об'єктивною реальністю, а лише думка респондентів анкетування щодо цієї реальності, яка в подальшому вимагає аналізу та інтерпретації.

Запитання 1

Скільки на колінчастому валу V-образного 8-ми циліндрового двигуна знаходиться шийок.
а) шатунних; б) корінних

варіанти відповідей

а) 8; б) 9 а) 8; б) 8

а) 3; б) 6 а) 4; б) 5

Запитання 2

Які деталі КШМ відносяться до нерухої групи

варіанти відповідей

Блок циліндрів, картер, кришка блок-картера, маховик Блок циліндрів, картер, кришка блок-картера, колінвал, гільза циліндрів

Блок циліндрів, картер, кришка блок-картера, гільза циліндрів, прокладка блок-картера.

Запитання 3

Що є направляючою для поршня при його переміщеннях в двигуні

варіанти відповідей

Блок-картер Гільза циліндра

Шатунний вал

Рисунок 2.9 – Фрагмент тестових завдань навчального посібника

Анкета – це заочне опитування, яке передбачає самостійні та письмові відповіді на запропоновані запитання.

Респондентами для оцінювання якості навчального посібника «Кривошипно-шатунний механізм двигуна автомобіля» стали викладачі та майстри виробничого навчання Вищого професійного училища №4 м. Хмельницького, які забезпечують фахову підготовку майбутніх слюсарів з ремонту колісних транспортних засобів.

Навчальний посібник «Кривошипно-шатунний механізм двигуна автомобіля» оцінювався за наступними показниками:

1 Відповідність структури навчального посібника вимогам до навчальних видань

2 Відповідність змісту навчального посібника програмі навчальної дисципліни

3 Науковий рівень змісту навчального посібника

4 Актуальність на новизна навчального матеріалу навчального посібника

5 Повнота та якість навчального матеріалу навчального посібника

6 Систематичність, структурованість і логічна послідовність подачі матеріалу змісту навчального посібника

7 Доцільність та якість ілюстративного матеріалу навчального посібника

8 Наявність методичного апарату видання (організація СРС, розвиток логічного мислення тощо) навчального посібника

9. Повнота і якість дидактичного апарату (зміст, вступ, заключна частина, посилання на літературу)

10 Дотримання вимог до оформлення.

У опитуванні взяли участь 5 респондентів. Бланк анкети подано в додатку В.

Узагальнені результати анкетування показано у вигляді діаграми на рисунку 2.10.

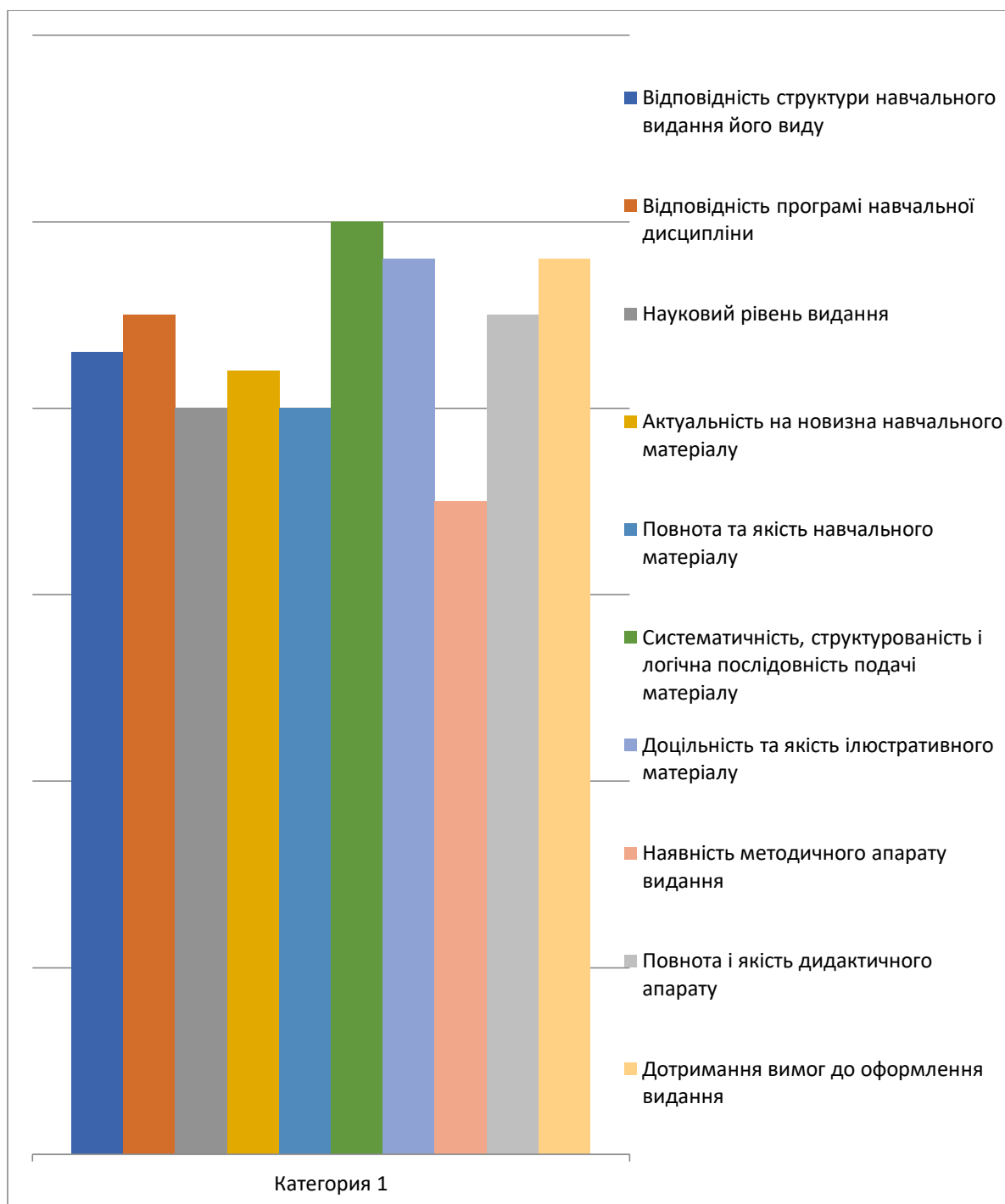


Рисунок 2.10 – Результати оцінювання навчального посібника

З діаграми видно, що середні оцінки респондентами показників якості навчального посібника знаходяться в межах від 3,5 бали (наявність та повнота методичного апарату навчального посібника) до 5,0 балів (у

показників доцільності ілюстративного матеріалу та систематичності, структурованості і логічної послідовності).

Отже, спроектований навчальний посібник «Кривошипно-шатунний механізм двигуна автомобіля» отримав достатньо високу оцінку у викладачів закладів професійної освіти і може бути рекомендований до використання в навчальному процесі.

ВИСНОВКИ

В процесі виконання кваліфікаційної роботи було розроблено проект навчального посібника на тему «Кривошипно-шатунний механізм двигуна автомобіля» для учнів закладів професійної (професійно-технічної) освіти.

В першому розділі кваліфікаційної роботи було здійснено проектування змісту основного тексту навчального посібника.

Відповідно до першого завдання «визначити результати навчання з теми «Кривошипно-шатунний механізм двигуна автомобіля» було проаналізовано робочу програму з дисципліни «Спецтехнології» і виявлено яких необхідно досягнути результатів при вивченні учнями теми «Кривошипно-шатунний механізм двигуна автомобіля», в результаті було отримано перелік умінь і відповідних їх знань, які є базою для формування у здобувачів відповідної фахової компетенції.

Для виконання другого завдання дослідження «скомпонувати інформаційне поле та сформувати дидактичні одиниці навчального матеріалу основного тексту посібника» було проведено пошук інформаційних джерел з теми, з врахуванням очікуваних результатів навчання було скомпоновано інформаційне поле теми та виділено одинадцять дидактичних одиниць навчального матеріалу.

Відповідно до третього завдання «побудувати структурно-сміслову модель основного тексту навчального посібника та визначити логічну послідовність його подання» було проведено структурування навчального матеріалу за графоаналітичним методом і побудовано його структурно-сміслову модель. Аналіз структурно-смісловуї модель дав змогу визначити послідовність викладу основного тексту навчального посібника «Кривошипно-шатунний механізм двигуна автомобіля» та розподілити його між розділами посібника.

У другому розділі кваліфікаційної роботи для виконання завдання «обґрунтувати методичний апарат та розробити макет навчального посібника посібника «Кривошипно-шатунний механізм двигуна автомобіля», оцінити його якість» було визначено основні складові апарату навчального посібника: апарат орієнтування (вступ, пояснення у вигляді основного та додаткового текстів); апарат організації засвоєння матеріалу (запитання, завдання для самоконтролю); апарат обробки видання в цілому (зміст, бібліографія), розроблено макет посібника «Кривошипно-шатунний механізм двигуна автомобіля» та проведено оцінювання якості.

Таким чином усі завдання кваліфікаційної роботи виконано і мета дослідження досягнута.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Абрамчук Ф. І. Автомобільні двигуни / Абрамчук Ф. І., Гутаревич Ю. Ф., Долганов К. Є., Тимченко І. І. – К.: Арістей, 2004. – 476 с.
2. Артюх С. Ф. Педагогічні аспекти викладання інженерних дисциплін. Посібник для викладачів / Артюх С. Ф., Коваленко О. Е., Белова О. К, Ізюмська Г. В., Белікова В. В – Харків: УПА, 2001. – 210 с.
3. Банашко Т., Герніченко І. Принципи створення навчальних посібників для закладів професійної освіти // Професійне становлення особистості: проблеми і перспективи : матеріали XII міжнар. наук.-практ. конференції (м. Хмельницький, 19–20 жовт. 2023 р.) / ред. кол.: Н. Г. Ничкало, В. О. Радкевич, І. В. Андрощук [та ін.]. – Хмельницький :ХНУ, 2023. – 400 с. (укр., англ., пол.) - С.297-298.
4. Белова О. К. Методика професійного навчання. Практикум по дидактичному проектуванню / О. К. Белова – Харків: УПА, 2000. – 36 с.
5. Білан А.М. Методичні рекомендації до лабораторних робіт з електронного обладнання сучасних автомобілів : Навчальний посібник для студентів вищих педагогічних навчальних закладів із спеціальності «Педагогіка і методика середньої освіти. Трудове навчання» Білан А. М. – Чернігів: Чернігівський національний педагогічний університет імені Т. Г. Шевченка, 2011. – 99 с.
6. Білан А. М., Гетта В. Г. Методика навчання будови автомобіля: Навчальний посібник. – Чернігів, 2012. – 333 с.
7. Білоконь Я. Ю. Трактори і автомобілі / Білоконь Я. Ю., Окоча А. І. – К.: Урожай, 2002. – 322 с.
8. Боровських Ю. І. Будова автомобілів: навчальний посібник / Ю. І. Боровських, Ю. В. Буральов, К. А. Морозов. – К.: Вища школа, 1991. – 304 с.
9. Будова й експлуатація автомобілів. Підручник / Кисликов В. Ф., Лущик В. В. – К.; Видавництво «Либідь», 2006. – 420 с.

10. Будова та основи експлуатації вантажних автомобілів. Навчальний посібник. / Іващенко М. В. – К.: Знання – Прес, 2012. – 250 с.
11. Вільна енциклопедія Вікіпедія [Електронний ресурс] – URL: <http://uk.wikipedia.org/wiki>
12. Герніченко І. Засоби представлення фахових знань з технічних дисциплін. Вісник Глухівського національного педагогічного університету імені Олександра Довженка. Сер.: Педагогічні науки. Глухів. 2015. Вип. 29. С. 199-206
13. Гончаренко С. У. Український педагогічний енциклопедичний словник. Видання друге, доповнене й виправлене / С. У. Гончаренко. – Рівне : Волинські обереги, 2011. – 552 с
14. Державні стандарти професійно-технічної освіти. [Електронний ресурс] : Міністерство освіти і науки України: Освітні стандарти, навчальні плани та програми. Режим доступу: <http://surl.li/odlbn>
15. Жосан О. Е. Теорія і практика підручникотворення: історія та сучасний стан // Вісник післядипломної освіти. – 2009. – Вип. 12. – С. 41-51. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://library.kr.ua/wp-content/elib/zhosan/article35.pd>
16. Канарчук В. Є. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів. В 3 кн. – Кн. 1 : Теоретичні основи. Технологія: підручник / Канарчук В. Є., Лудченко О. А., Чигринець А. Д. – К. : Вища школа, 1994. – 384 с.
17. Каньковський І. Педагогічна практика як складова професійної підготовки інженера-педагога автомобільного профілю. Освіта дорослих: теорія, досвід, перспективи. Київ. – 2015–. Вип. 2. С. 160-169.
18. Каньковський І. Система професійної підготовки інженерів-педагогів автотранспортного профілю: [моногр.]. Хмельницький. – 2014. 561 с.
19. Когут І. Визначення базисних компетенцій у структурі професійно-педагогічної комунікативної компетентності майбутнього педагога. Освітологічний дискурс. Київ. – 2014. – № 2. С. 63-73.

20. Красильникова Г. Класифікація моделей моніторингу якості складників педагогічної системи у вітчизняних вищих навчальних закладах. Молодь і ринок. Дрогобич. – 2014. – № 11. С. 99-103.
21. Кривошипно-шатунний механізм [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://4ua.co.ua/transport/ya2ac68b5c53b89521216d27_0.html
22. Кривошипно-шатунний механізм двигуна автомобіля [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://avtosvit.biz/kryvoshypno-shatunnyj-mehanizm/>
23. Кривошипно-шатунний механізм двигуна: будову, призначення, як працює [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://uk.avtotachki.com/krivoshipno-shatunnyj-mehanizm-dvigatelya-vnutrennego-sgoraniya-ustrojstvo-naznachenie-kak-rabotaet/>
24. Маркушин О.Г. Дидактичний посібник до теми: «Кривошипношатунний механізм» [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://nmc-pto.rv.ua/DOK/PPD/11/MarcushinKrShM.pdf>
25. Методичні рекомендації зі складання тестових завдань / В. П. Сергієнко, Л. О. Кухар. – К.: НПУ, 2011. – 41 с.
26. Призначення, будова та принцип дії КШМ [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://avtomehanik.at.ua/load/rozdil_1_dvigun/priznachennja_budova_ta_princip_diji_kshm/5-1-0-2
27. Проблеми сучасного підручника: Зб. наук. праць. / Ред. кол. – К.: Педагогічна думка, 2010. – Вип. 10. – 780 с., табл., іл.
28. Професійне становлення особистості: проблеми і перспективи: матеріали доп. XII міжнар. наук.-практ. конф. (м. Хмельницький, 19–20 жовт. 2023 р.) / ред. кол.: Н. Г. Ничкало, В. О. Радкевич, І. В. Андрощук [та ін.]. – Хмельницький: ХНУ, 2023. – 399 с.
29. Сирота В. І. Основи конструкції автомобілів. Навчальний посібник для вузів. К.: Арістей, 2005. – 280 с.

30. Структурування навчального матеріалу інженерних дисциплін / С.Ф. Артюх, В. М. Приходько, С. А. Капленко, А. Т. Ашерев, І. В. Федотов. – Харків: УПА, 2002. – 30 с.
31. Структура, зміст та обсяг навчальних та навчально-методичних видань для ПТНЗ: методичні рекомендації щодо структури, змісту та обсягів навчальних та навчально-методичних видань для професійно-технічних навчальних закладів. – Ужгород, 2009. – 23 с.
32. Текстові документи. Загальні вимоги. СОУ 207.01:2017 / Ю. М. Бойко, Г. В. Красильникова, Л. І. Першина, Т. Ф. Косянчук. – 2-ге вид., виправлене. – Хмельницький : ХНУ, 2018. – 45 с.
33. Технічна експлуатація та надійність автомобілів: Навчальний посібник. / Формальчик Є. Ю., Оліскевич М. С., Мاستикаш О. Л., Пельо Р. А. – Львів, Афіша, 2004. – 492 с.
34. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: Технологія: Підручник / Лудченко О. А. – К.: Вища шк., 2008. – 527 с.
35. Чернилевский Д. В., Філатов О. К. Технологія навчання у вищій школі. Учбове видання / Під ред. Д. В.Чернилевського. — К.: Експедітор, 2006. – 288 с.
36. Ягупов В. В. Педагогіка : навч. посіб. / В. В. Ягупов. – К. : Либідь, 2003. – 560 с.

Додаток А (обовязковий)

Зміст дидактичних одиниць

Таблиця А.1 – Зміст дидактичних одиниць

Номер ДС	Назва дидактичної одиниці	Зміст дидактичної одиниці
1	2	3
ДО1	Призначення та загальна будова кривошипно-шатунного механізму	<p>Основне призначення кривошипно-шатунного механізму – перетворювати зворотно-поступальний рух поршня в обертальний рух колінчастого валу. Функція для автомобільного двигуна дуже важлива – адже кінцева ланка будь-якого автомобіля, його рушій – колесо переміщає позначений транспортний засіб за допомогою обертального руху.</p> <p>Оскільки в тепловому двигуні усі деталі і вузли, що становлять кривошипно-шатунний механізм, працюють в умовах високих температурних і механічних навантажень, до їх конструкції пред'являються відповідні вимоги, що визначають їх надійність і працездатність. Від виконання цих вимог багато в чому залежить надійність і прийнятний ресурс двигуна в цілому.</p> <p>До кривошипно-шатунного механізму (КШМ) двигуна пред'являють наступні вимоги:</p> <ul style="list-style-type: none"> – висока міцність і жорсткість; – корозійна і механічна зносостійкість; – мінімальна маса; – щільна посадка поршня в циліндрі; – урівноваженість деталей, що обертаються. <p>Окрім дотримання вимог, що обумовлюють працездатність деталей КШМ, цей механізм, як і усі інші механізми автомобіля, має бути виконаний конструктивно так, щоб забезпечити зручність його ремонту і обслуговування.</p> <p>Усі деталі КШМ діляться на дві групи: нерухомі і рухомі. До нерухомих деталей відносяться корпус (картер і циліндри), головка блоку циліндрів і піддон картера. Рухомими частинами КШМ є поршні з кільцями і поршневыми пальцями, шатуни, колінчастий вал і маховик.</p>
ДО2	Корпус кривошипно-шатунного механізму	<p>КШМ об'єднує в собі картер і циліндри (чи циліндр). Він є базовою частиною (остовом) двигуна. На нім встановлюються усі механізми і системи двигуна, і за допомогою його двигун встановлюється на автомобілі.</p>

Продовження таблиці А.1

1	2	3
		<p>Корпус двигуна може мати три виконання: картер, до якого кріпляться окремі циліндри; картер, до якого кріпляться циліндри, об'єднані в один блок циліндрів; блок-картер, в якому усі елементи відлили як одно ціле. Сьогодні з окремими циліндрами працюють тільки двигуни повітряного охолодження, оскільки виготовлення блоку циліндрів з ребрами (заввишки до 18 мм), що охолоджуються, представляє значні технологічні труднощі.</p> <p>Застосування окремих блоків циліндрів в сучасних автомобільних двигунах також обмежене. Вони переважно використовуються в потужних дизелях, картери і циліндри яких виготовляють з легких сплавів. У більшості автомобільних двигунів застосовуються блок-картери, які дещо складніші у виготовленні, але мають найбільш високу жорсткість.</p> <p>Залежно від того, які елементи корпусу двигуна сприймають основне навантаження, існують наступні варіанти силових схем :</p> <ul style="list-style-type: none"> з несучим блоком циліндрів (рисунок 1.1, а); з несучими циліндрами; з несучими силовими шпильками (рисунок 1.1, б). <div data-bbox="699 936 1220 1346" data-label="Image"> </div> <p>Рисунок А.1 – Силові схеми двигунів з рідинним охолодженням: а – з несучим блоком циліндрів, б – з несучими силовими шпильками, P_g – сила тиску газів</p> <p>Перший варіант отримав найбільше поширення. Тут навантаження від робочих газів сприймаються стінками циліндрів, сорочкою охолодження (порожнини для проходу охолоджувальної рідини), голівкою блоку циліндрів, поперечними перегородками картера, які закінчуються корінними опорами.</p> <p>Другий варіант використовується в двигунах з окремими циліндрами, сполученими з картером і голівкою блоку циліндрів короткими болтами або шпильками. В цьому випадку під дією тиску робочого тіла стінки циліндрів і сорочки охолодження, якщо вона є, випробовують напругу розриву.</p> <p>У третьому варіанті блок циліндрів (чи окремі циліндри), головка блоку циліндрів і кришки корінних підшипників стягуються довгими силовими шпильками, вкрученими в перегородки картера.</p>
	Блок-картер кривошипно-шатунного механізму	Блок-картер відливають з чавуну або алюмінієвого сплаву. Блок-картер V- подібного двигуна показаний на рисунку 1.2.

Продовження таблиці А.1

1	2	3
		<p>Горизонтальна перегородка ділить блок-картер на верхню і нижню частини. У верхній частині блоку і горизонтальній перегородці є отвори під циліндри або гільзи циліндрів. У вертикальних перегородках картера є отвори під підшипники колінчастого валу, які обробляють у зборі з кришками підшипників. Тому кришки підшипників не взаємозамінні.</p>  <p>Рисунок А.2 – Блок-картер V-подібного двигуна: 1 – корпус; 2 – отвір під колінчатий вал; 3 – отвір під розподільчий вал; 4 – канали для підводу охолоджуючої рідини; 5 – гільзи циліндрів</p> <p>Для того, щоб підвищити жорсткість блок-картера, кришки корінних опор у деяких двигунів додатково кріплять до частини картера блоку поперечними стяжними болтами.</p> <p>В блок-картері виконані отвори для деталей механізму газорозподілу, є площини для кріплення фільтрів, насосів і інших механізмів.</p> <p>Блок-картери можуть бути з циліндрами, виконаними безпосередньо у блоці, і зі змінними гільзами циліндрів.</p> <p>Гільзи циліндрів можуть бути «мокрими» або «сухими»: «мокрі» - якщо їх зовнішні стінки омиваються охолоджувальною рідиною, «сухі» - запресовуються в розточені отвори циліндрів і не мають контактів з охолоджувальною рідиною.</p> <p>Для збільшення жорсткості блок-картера двигуна виконують наступне:</p> <ul style="list-style-type: none"> об'єднують усі основні елементи в єдиний силовий каркас, що має просторову конфігурацію (рисунок 1.2); збільшують число перегородок, що несуть, розташованих в одній площині з корінними опорами колінчастого валу; роблять додаткове оребрення перегородок і стінок; розташовують площини роз'єму картера нижче осі колінчастого валу; використовують V- образне компонування; застосовують тунельний картер. <p>Найбільш жорстку конструкцію має блок-картер з нероз'ємним тунельним картером, який зазвичай застосовується при використанні в якості корінних опор підшипників кочення. В цьому випадку колінчастий вал монтується з торця двигуна, і зовнішні обойми підшипників встановлюються в розточених гніздах картера. Тунельний блок-картер найбільш складний у виробництві.</p> <p>Переважно блок-картери виконують з сірого чавуну або з алюмінієвих сплавів. Собівартість блок-картера, виконаного з сірого чавуну, нижче собівартості аналогічного картера, виконаного з алюмінієвого сплаву, оскільки чавун технологічніший в обробці і лепевший за алюміній. Сірий</p>

Продовження таблиці А.1

1	2	3
		<p>чавун має хороші ливарні властивості, міцний і легко обробляється. Виливки з сірого чавуну не схильні до короблення і утворення тріщин.</p> <p>Якщо чавунні блоки відливаються в земляні форми, то блоки з алюмінієвого сплаву виготовляються литтям під тиском в розбірні металеві форми. При цьому забезпечується висока точність і продуктивність. Істотним недоліком алюмінієвих блоків є їх підвищене теплове розширення, що в процесі роботи може викликати спотворення форм. Основна перевага - мала маса в порівнянні з чавунними блоками. Вірогідність деформації блок-картера при експлуатації багато в чому визначається технологією його виготовлення.</p>
	Головка блоку	<p>Головка блоку циліндрів закриває циліндри і зазвичай служить основою для кріплення клапанного механізму, свічок запалення або форсунок, а також різних вузлів і механізмів систем двигуна.</p> <p>Оскільки головка блоку циліндрів є своєрідною кришкою, що закриває циліндри, вона сприймає велике теплове і механічне навантаження від газів, що згорають, а також від попереднього затягування болтів або шпильок кріплення.</p> <p>Несприятливі умови роботи цього вузла проявляються і в тому, що різні ділянки головки під час роботи двигуна схильні до дії різних температур і тиску - ділянки в районі камери згорання розігріваються до температури 1900...2500°C, а ділянки, по яких проходять канали і порожнини з охолоджувальною рідиною, не нагріваються вище 90...95 °С. Нерівномірний нагрів окремих ділянок головки блок призводить до її об'ємно-просторової деформації, що теж необхідно враховувати при конструюванні цієї відповідальної деталі КШМ.</p> <p>Основні вимоги, що висуваються до конструкції головки блоку циліндрів :</p> <ul style="list-style-type: none"> висока жорсткість, що виключає деформацію від механічних навантажень; виключення викривлення і деформацій від місцевого перегрівання при робочих температурах; довговічність; оптимальні розміри і форма випускних каналів; оптимальна форма камери згорання; надійне ущільнення газового стику; раціональне розміщення деталей і вузлів двигуна; простота конструкції, технологічність виготовлення і експлуатації; ремонтпридатність; мінімальна маса і габарити. <p>На конструкцію головки блоку циліндрів здійснює вплив форма камери згорання, місця розташування свічок запалення або форсунок, їх розташування відносно осі циліндра, кількість і розташування клапанів, форма і місце знаходження каналів для підведення і відведення газів.</p> <p>Матеріал для виготовлення головок вибирається залежно від типу двигуна. Для двигунів з примусовим займанням (карбюраторні, інжекторні) в цілях забезпечення бездетонаційної роботи використовують алюмінієві сплави. У двигунах із займанням від стискування (дизелі) використовують чавуни, здатні переносити високі температурні і механічні навантаження, необхідні для оптимізації робочого процесу в дизелях.</p> <p>Для малопотужних дизелів, з метою зменшення маси, можуть застосовуватися голівки блоку циліндрів з алюмінієвих сплавів.</p>

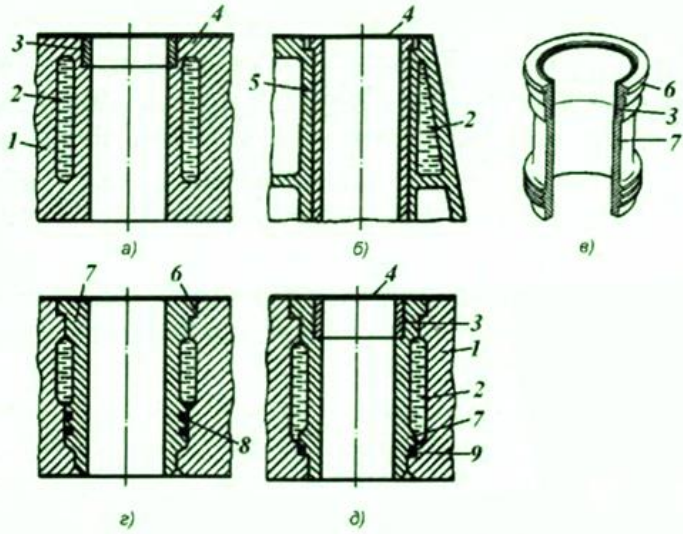
Продовження таблиці А.1

1	2	3
		<p>Найбільш простими є головки блоку циліндрів з нижнім розташуванням клапанів. У головках блоку циліндрів сучасних верхньоклапанних двигунів розміщуються гнізда і направляючі втулки клапанів, впускні і випускні канали, канали і порожнини систем мастила і охолодження; у верхній частині головки блоку виконуються опорні майданчики для кріплення деталей клапанного приводу механізму газорозподілу. У конструкціях з верхнім розташуванням розподільного валу передбачаються відповідні опори.</p> <p>Внутрішні порожнини головки блоку циліндрів утворюють сорочку, що заповнюється охолоджувальною рідиною.</p> <p>Згори головка блоку циліндрів закривається кришкою, що захищає деталі газорозподільного механізму від зовнішніх дій, а також запобігає розбризкуванню і витоків моторного мастила, використовуваного для змазування рухливих деталей ГРМ, закріплених на головці блоку циліндрів.</p> <p>Необхідна жорсткість головки блоку циліндрів забезпечується її силовим каркасом, який, як правило, утворюється вертикальними бобишками, що мають заглиблення для проходу шпильок (чи болтів), а також масивною нижньою опорною плитою.</p> <p>Неприпустимі деформації головки блоку циліндрів при складанні виключаються певним порядком затягування болтів або шпильок кріплення із строго нормованим моментом затягування.</p> <p>Проте, головки блоку циліндрів, які закривають декілька циліндрів одночасно, нерідко деформуються, особливо при неправильному затягуванні і перевищенні температурних режимів роботи. Для виключення чинників появи подібних несправностей і дефектів на деяких сучасних двигунах застосовують роздільні головки блоку – для кожного циліндра своя головка.</p> <p>Така конструкція використовується, наприклад, в дизельних двигунах автомобілів. Застосування роздільних головок блоку практично виключає деформації (через малі розміри окремої головки блоку), а також значно спрощує ремонтні операції, пов'язані з демонтажем головок блоку циліндрів, якщо виникає необхідність відремонтувати окремий циліндр (наприклад, замінити гільзу або яку-небудь прокладку).</p> <p>Для рівномірного охолодження головки блоку циліндрів діаметр і розташування отворів, через які циркулює охолоджувальна рідина, підбирають так, щоб забезпечити оптимальний температурний режим і інтенсивність тепловідводу.</p> <p>Форма впускних і випускних каналів вибирається з умови мінімального аеродинамічного опору потокам свіжого заряду і відпрацьованих газів.</p>
	Піддон картера	<p>Нижня половина картера, яку зазвичай називають піддоном, закриває блок-картер знизу і у більшості двигунів одночасно є резервуаром для моторного мастила. Піддони виготовляють штампуванням з листової сталі завтовшки 1,0...1,5 мм або відливають з алюмінієвих сплавів.</p> <p>Для зменшення переміщення моторного мастила в піддоні при русі автомобіля по нерівних дорогах, гальмуванні, розгоні або на поворотах, усередині піддону виконують спеціальні перегородки, лотки і перемички.</p> <p>Для підвищення жорсткості піддону роблять відбортовку, яка посилюється по периметру сталеву смугою, що приварюється до сталевому піддону точковим зварюванням.</p>

Продовження таблиці А.1

1	2	3
		<p>У нижній частині піддону приварюється або відливається бобишка з різьбовим отвором, який закривається пробкою для зливу моторного мастила. Зазвичай пробка виготовляється з магнітних сплавів для уловлювання з моторного мастила металевих крихт, стружки і інших продуктів зносу деталей КШМ.</p> <p>У двигунах, призначених для роботи зі значними нахилами в різні боки, застосовують піддони з глибоким колодязем в передній або задній частині, в якому розміщується олива. Іноді такі колодязі-резервуари роблять знімними для забезпечення доступу до маслоприймача без зняття усього піддону.</p>
	Гільзи циліндрів	<p>Гільзи циліндрів. Гільза циліндра є направляючою втулкою поршня і утворює разом з головкою циліндра порожнину, в якій здійснюється робочий цикл.</p> <p>Це одна з найбільш навантажених деталей двигуна - гільза циліндра сприймає і високі температурні навантаження, і колосальний тиск з боку згоряючої суміші палива і газів, і дію сил тертя, а також протистоїть інтенсивним корозійним діям.</p> <p>Поршень, переміщаючись усередині гільзи зворотно-поступально, чинить на її робочу поверхню значний тиск. У верхній частині гільзи через зміну напрямку руху поршня відбувається розрив масляної плівки і виникає граничне тертя.</p> <p>Крім того, верхній пояс гільзи в результаті дії продуктів згорання високої температури піддається електрохімічній корозії. В результаті змінного тиску з боку робочої порожнини циліндра стінки гільзи, особливо при недостатній товщині, можуть здійснювати коливання в радіальному напрямі. Це супроводжується зношуванням і навіть руйнуванням як самої гільзи, так і стінок блоку.</p> <p>З урахуванням вищевикладеного до гільз циліндрів висуваються наступні вимоги:</p> <ul style="list-style-type: none"> велика жорсткість і висока міцність стінок і посадочних поясків; висока зносостійкість; повна герметизація стиків і сполучень; простота конструкції і технологічність. <p>Для щільного прилягання поршня і поршневих кілець до циліндра і зменшення сил тертя між ними внутрішню порожнину циліндрів обробляють з великою мірою точності і високим значенням шорсткості, тому вона називається дзеркалом циліндра.</p> <p>В якості матеріалу для виготовлення гільзи циліндра найчастіше використовується сірий чавун, який добре утримує масляну плівку, відрізняється високою зносостійкістю і корозійною стійкістю, а також має відносно низьку вартість. Для підвищення зносостійкості чавуну в його сплав додають хром, молібден, фосфор, ванадій, мідь.</p> <p>На рисунку А.3 представлені гільзи різної конструкції.</p>


Продовження таблиці А.1

1	2	3
		 <p>Рисунок А.3 – Циліндри двигунів: а – з «сухою» гільзою і короткою вставкою; б – з «сухою» гільзою; в-д – з «мокрими» гільзами; 1 – блок циліндрів; 2 – рубашка озолодження; 3 – вставка; 4 – прокладка; 5 – «суха» гільза; 6 – бурт; 7 – «мокра» гільза; 8- ущільнюючі кільця; 9 – мідна прокладка</p> <p>Застосування гільз спрощує вимоги до виготовлення самого блоку циліндрів. Крім того, при виході з ладу одного з циліндрів не потрібно заміну усього блок-картера.</p> <p>«Сухі» гільзи виготовляються двох видів: з верхнім опорним буртиком (рисунок 1, б) і без нього. Товщина стінок «сухих» гільз від 2 до 4 мм. «Сухі» гільзи можуть також виконуватися у вигляді короткої вставки у верхній частині циліндра, яка схильна до найбільшого зношування і максимально напружена. Такі вставки виготовляють з кислотоупорного високолегованого чавуну, що має високу зносостійкість.</p> <p>При установці «мокрих» гільзи її бурт (рисунок 1, в) виступає над привалочною площиною блоку на 0,05...0,15 мм Це дозволяє ефективно ущільнювати її, затискаючи бурт через прокладки між блоком і голівкою блоку циліндрів.</p> <p>Герметизація сорочки охолодження в кільцевих канавках нижнього направляючого пояса здійснюється спеціальними ущільнюючими кільцями з гуми або каучуку, або мідними прокладками. Ці ж прокладки використовуються для регулювання положення гільзи по висоті.</p>
	Корінні підшипники	<p>Корінні підшипники. Корінні підшипники підтримують колінчастий вал у блок-картері і працюють у важких експлуатаційних умовах, що характеризуються значними динамічними навантаженнями з боку шийок колінчастого валу і високою частотою обертання. При цьому в результаті тертя підшипники нагріваються, і їх поверхні, що труться, піддаються механічному зношуванню.</p> <p>Інтенсивному зношуванню корінних підшипників значною мірою перешкоджає масляний клин, який утворюється в зоні сполучення вальниці - шийка колінчастого валу при обертанні останнього.</p> <p>В результаті високого тиску оливи в утвореному масляному клині колінчастий вал буквально спливає в масляній плівці, і під час роботи двигуна практично не торкається поверхні вкладишів.</p>

Продовження таблиці А.1

1	2	3
		<p>Проте, знос корінних підшипників розвивається динамічно, оскільки масляна плівка між шийками валу і поверхнею підшипників утворюється при стійкій частоті обертання і ефективному функціонуванні системи мащення, які в умовах пуску двигуна, особливо після тривалої перерви в роботі, вимагають значного часу для виходу на оптимальний режим.</p> <p>До корінних підшипників пред'являються наступні вимоги: зменшення тертя і тепловідводу; співвісність опор колінчастого валу; висока жорсткість; висока надійність.</p> <p>У двигунах внутрішнього згорання можуть застосовуватися корінні підшипники кочення (зазвичай роликові) і підшипники ковзання. Найбільше поширення отримали підшипники ковзання (вкладиші), оскільки застосування підшипників кочення пов'язане з ускладненням конструкції блок-картера і підвищеним гідродинамічним опором коченню роликів по шару мастильного матеріалу при високих частотах обертання.</p> <p>Корінні підшипники ковзання виконують роз'ємними. Верхня опорна частина їх розташована в перегородці картера, а нижня розміщена в знімній кришці, яка фіксується на картері болтами або шпильками. Кришки корінних опор в процесі виготовлення блоку картера і розточування отвору під колінчастий вал, обробляються спільно з перегородками, тому в процесі експлуатації двигуна не можна переставляти кришку з однієї опори на іншу, оскільки це може привести до порушення центрування колінчастого валу. Корінні підшипники ковзання виконуються у вигляді тонкостінних змінних вкладишів, які встановлюються у відповідних гніздах картера з натягом.</p>
	Прокладки і сальники	<p>Головні прокладки і сальники двигуна. Спряжені поверхні між базовими деталями двигуна необхідно належним чином ущільнити.</p> <p>Особливу увагу слід звернути на ущільнення стику між блок-картером і головкою блоку, оскільки ці елементи конструкції схильні до значних теплових і механічних навантажень, і прорив газів між головкою блоку і блок-картером приведе не лише до енергетичних втрат, але і до ушкодження основних деталей двигуна.</p> <p>Розгерметизація спряжених поверхонь головки блока-картера призводить до витоку охолоджувальної рідини в циліндри і піддон картера, попаданню моторного мастила в циліндри з подальшим пригаром і нагаром, викривлення головки блоку, зниженню міри стискування і, зрештою, до зниження ККД і втрати працездатності двигуна.</p> <p>Ущільнення корпусу двигуна, необхідне для виключення прориву газів з робочої порожнини циліндра, а також для запобігання витоку охолоджувальної рідини і моторного мастила виконується найчастіше у вигляді спеціальної прокладки, яку так і називають, - прокладка головки блоку циліндрів. Прокладка повинна виключати появу усіх перелічених вище несправностей, ущільнюючи усі системні магістралі двигуна, а також належним чином герметизуючи камеру згорання.</p> <p>Ущільненню за допомогою прокладок головки блоку підлягають: газові стики між головкою блоку циліндрів, торцем циліндра і впускним трубопроводом; стики між блоком циліндра і головкою блоку циліндрів в місцях сполучення отворів для охолоджувальної рідини і олії; стики між «мокрою» гільзою і блок-картером;</p>

Продовження таблиці А.1

1	2	3
		<p>роз'єми між блок-картером, головкою блоку циліндрів і різними навісними деталями і кришками;</p> <p>обертові деталі, що виходять з двигуна: носок і хвостовик колінчастого валу, вали приводів різних вузлів.</p> <p>Як вже згадувалося вище, найбільш відповідальним є ущільнення газового стику, оскільки при порушенні герметичності погіршується робота двигуна, можливий прорив газів з камери згорання, попадання оливи в систему охолодження або охолоджувальної рідини в порожнину циліндра.</p> <p>Оскільки газовий стик є зоною високої температурної і механічної напруги, прокладки для його ущільнення виконуються з жаростійких і герметизуючих матеріалів. Такі прокладки повинні задовольняти наступним вимогам:</p> <ul style="list-style-type: none"> витримувати значний тиск газів і високі температури; мати достатню пластичність для заповнення нерівностей на опорних поверхнях головки блоку циліндрів і блок-картера; мати необхідну пружність і достатню міцність. <p>Прокладки головки блоку циліндрів можуть бути суцільнометалевими, складеними або комбінованими.</p> <p>У двигунах з високою мірою стискування застосовуються суцільнометалеві прокладки з листової сталі, алюмінію або міді або складені прокладки, набрані з декількох тонких листів.</p> <p>Сталеві суцільнометалеві прокладки мають навколо отворів штамповані канавки, які при складанні деформуються і забезпечують ущільнення внаслідок своєї пружності. При ремонті двигуна такі прокладки підлягають обов'язковій заміні на нові, оскільки вторинне їх використання не здатне забезпечити надійне ущільнення стику.</p> <p>У двигунах з середньою мірою стискування використовуються комбіновані прокладки, виконані з графітізованого азбестового полотна, армованого зовні листовою сталлю. Контур камери згорання обкантивається металевими смужками, які при затягуванні стику надійно оберігають камеру згорання від розгерметизації.</p>  <p>Рисунок А.4 – Прокладки і сальники двигуна</p> <p>Надійність ущільнення газового стику залежить від того, наскільки сила стискування прокладки в проміжку більше сили дії газів в циліндрі. Тому в місці розташування прокладок виконують наступне:</p> <ul style="list-style-type: none"> роблять потовщення прокладки по контуру циліндра;

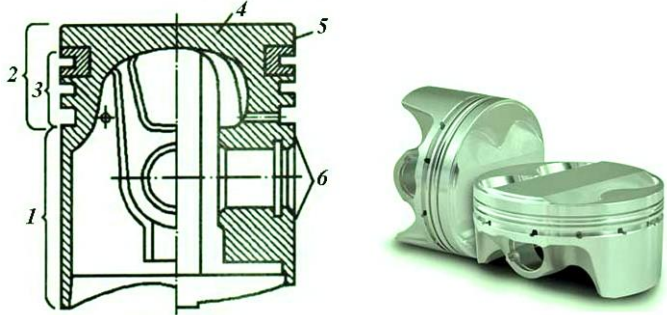
Продовження таблиці А.1

1	2	3
		<p>передбачають виступ торця циліндра на 0,05...0,15 мм над привалочною площиною блоку циліндрів;</p> <p>вдавлюють прокладку у фасонний торець гільзи сталевим кільцем, що розташований у виточці головки блоку циліндрів і виступає над її поверхнею;</p> <p>встановлюють металеві кільця, що затискаються між торцем гільзи і головкою блоку циліндрів. Канали охолоджувальної рідини і масляні канали ущільнюються гумовими кільцями.</p> <p>Окрім сполучення блок - головка блоку в двигуні підлягають якісному ущільненню і інші з'єднання деталей КШМ - з'єднання з впускним і випускним трубопроводом, блок-картера і піддону, з'єднання свічок запалення і форсунок дизельного двигуна з головкою блоку, а також різних валів, в т. ч. і колінчастого валу, що мають вихід з блоку циліндрів. Усі ці сполучення, як і стик між головкою блоку і блоком, безумовно, впливають на роботу двигуна, запобігаючи втратам теплової енергії у вигляді прориву робочих газів, витокам олії і охолоджувальної рідини з допоміжних систем двигуна.</p> <p>Газовий стик між випускним трубопроводом і головкою блоку циліндрів (блок-картером) ущільнюється прокладками з графітізованого азбестового картону, армованого сталевим перфорованим листом.</p> <p>Стик картера і піддону, роз'єми з кришками і навісними деталями ущільнюються прокладками з пароніту, картонними або гумовими прокладками із спеціальної гумової суміші. Іскрова свічка запалення в місці її стику з головкою блоку циліндрів ущільнюється металевими кільцями круглого перерізу, а форсунки - кільцями з відпаленої міді.</p> <p>Для відвертання протікання оливи в місцях виходу з двигуна носка і хвостовика колінчастого валу застосовуються манжети ущільнювачів або сальники.</p> <p>Сальники - це волокна або графітізований азбестовий шнур, які закладаються в кільцеву канавку корпусу навколо валу, що обертається. Отвір стає менше, завдяки чому і ущільнюється зазор.</p> <p>Для надійності ущільнення на поверхні валу під сальником виконують багатозахідну неглибоку накатку, по якій олива, що потрапила в проміжок ущільнення, повертається в картер.</p> <p>Крім того, перед сальником на хвостовику валу виконується масловідбиваючий гребінь. За відсутності накатки окрім гребеня може застосовуватися маслосгінна різьба. Передні кінці колінчастих валів, а також їх хвостовики у разі безфланцевого кріплення маховика зазвичай ущільнюються манжетами.</p> <p>Радіальний тиск кромки ущільнюючої манжети і її постійний контакт з валом забезпечується спіральною браслетною пружиною. Носок колінчастого валу зазвичай має масловідбивач.</p>
	Поршнева група. Призначення та будова поршня	<p>Поршнева група утворює рухому стінку робочого об'єму циліндра. Саме переміщення цієї «стінки», тобто поршня, є показником роботи, виконаної газами, що згоряють і розширюються.</p> <p>Поршнева група кривошипно-шатунного механізму включає поршень, поршневі кільця (компресійні і маслосгінні), поршневий палець і фіксуючі його деталі. Іноді поршневу групу розглядають разом з циліндром, і називають циліндро-поршневою групою.</p> <p>Поршень сприймає силу тиску газів і передає її через поршневий палець шатуну. При цьому він здійснює прямолінійний зворотно-поступальний рух.</p> <p>Умови, в яких працює поршень:</p>

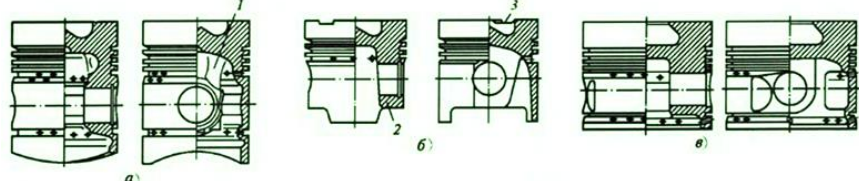
Продовження таблиці А.1

1	2	3
		<p>високий тиск газів (3,5.5,5 МПа для бензинових, і 6,0.15,0 МПа для дизельних двигунів);</p> <p>контакт з гарячими газами (до 2600 °С);</p> <p>рух зі зміною напрямку і швидкості.</p> <p>Зворотно-поступальний рух поршня викликає значні інерційні навантаження в зонах проходу мертвих точок, де поршень змінює напрям руху на протилежний.</p> <p>Інерційні сили залежать від швидкості переміщення поршня і його маси.</p> <p>Поршень сприймає значні зусилля: більше 40 кН у бензинових двигунах, і 20 кН - в дизелях. Контакт з гарячими газами викликає нагрів центральної частини поршня до температури 300...350 °С. Сильний нагрів поршня небезпечний можливістю заклинювання в циліндрі через температурне розширення, і навіть прогоранням днища поршня.</p> <p>Переміщення поршня супроводжується тертям і, як наслідок, зношуванням його поверхні і поверхні циліндра (гільзи). Під час руху поршня від верхньої мертвої точки до нижньої і назад сила тиску поверхні поршня на поверхню циліндра (гільзи) змінюється і за величиною, і по напрямку залежно від такту, що протікає в циліндрі.</p> <p>Максимальний тиск поршень чинить на стінку циліндра при такті робочого ходу, в момент, коли шатун починає відхилятися від осі поршня. При цьому сила тиску газів, що передається поршнем шатуну, викликає реактивну силу в поршневому пальці, який в даному випадку є циліндричним шарніром. Ця реакція спрямована від поршневого пальця уздовж лінії шатуна, і може бути розкладена на дві складові - одна спрямована уздовж осі поршня, друга (бічна сила) перпендикулярна їй і спрямована по нормалі до поверхні циліндра.</p> <p>Саме ця (бічна) сила і викликає значне тертя між поверхнями поршня і циліндра (гільзи), що призводить до їх зносу, додаткового нагріву деталей і зниження ККД через втрати енергії.</p> <p>Спроби зменшити сили тертя між поршнем і стінками циліндра ускладнюються тим, що між циліндром і поршнем потрібний мінімальний проміжок, що забезпечує повну герметизацію робочої порожнини з метою не допустити прорив газів, а також попадання оливи в робочий простір циліндра.</p> <p>Величина проміжку між поршнем і поверхнею циліндра лімітується тепловим розширенням деталей. Якщо його зробити занадто малим, відповідно до вимог герметичності, то можливе заклинювання поршня в циліндрі через теплове розширення.</p> <p>При зміні напрямку руху поршня і процесів (тактів), що протікають в циліндрі, сила тертя поршня об стінки циліндра змінює характер - поршень притискається до протилежної стінки циліндра, при цьому в зоні переходу мертвих точок поршень здійснює удари по циліндру через різку зміну величини і напрямку навантаження.</p> <p>Конструкторам, при розробці двигунів, доводиться вирішувати комплекс проблем, пов'язаних з описаними вище умовами роботи деталей циліндро-поршневої групи :</p> <p>високими тепловими навантаженнями, що викликають температурне розширення і корозію металів деталей КШМ;</p> <p>колосальним тиском і інерційними навантаженнями, здатним зруйнувати деталі і їх з'єднання;</p> <p>втрати енергії.</p>

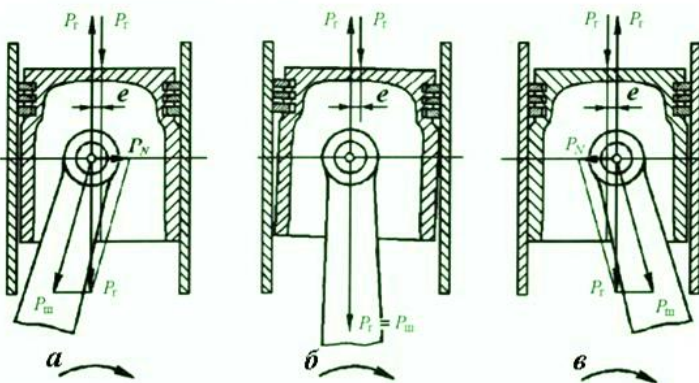
Продовження таблиці А.1

1	2	3
		<p>Виходячи з цього, до конструкції поршня пред'являються наступні вимоги:</p> <p>достатня жорсткість, що дозволяє витримувати силові навантаження; теплова стійкість і мінімальні температурні деформації; мінімальна маса для зниження інерційних навантажень, при цьому маса поршнів у багатоциліндрових двигунах має бути однаковою; забезпечення високої міри герметизації робочої порожнини циліндра; мінімальне тертя об стінки циліндрів; висока довговічність, оскільки заміна поршнів пов'язана з трудомісткими ремонтними операціями.</p> <p>Поршні сучасних автомобільних двигунів мають складну просторову форму, яка обумовлена різними чинниками і умовами, в яких працює ця відповідальна деталь. Багато елементів і особливості форми поршня не помітні неозброєним оком, оскільки відхилення від циліндричності і симетрії мінімальні, проте, вони є присутніми.</p> <p>Поршень двигуна внутрішнього згорання складається з верхньої частини – головки і нижньої – юбки (рисунок 1.5).</p>  <p>Рисунок А.5. – Основні елементи поршня: 1 – юбка; 2 – головка; 3 – ущільнюючий пояс; 4 – днище; 5 – вогняний пояс; 6 – бобишки</p> <p>Верхня частина головки поршня - днище безпосередньо сприймає зусилля з боку робочих газів.</p> <p>У бензинових двигунах днище поршня зазвичай роблять плоским. У поршневих днищах дизелів часто виконують камеру згорання.</p> <p>Днище поршня є масивним диском, який з'єднується за допомогою ребер або стоек з приливами, що мають отвори для поршневого пальця, - бобишками. Внутрішня поверхня поршня виконується у вигляді арки, що забезпечує необхідну жорсткість і тепловідвід.</p> <p>На бічній поверхні поршня прорізають канавки для поршневих кілець. Число поршневих кілець залежить від тиску газів і середньої швидкості переміщення поршня (тобто частоти обертання колінчастого валу двигуна) - чим менше середня швидкість поршня, тим більше вимагається кілець.</p> <p>Окрім компресійних кілець на поршні встановлюють одне або два маслос'ємних кільця. Канавки, виконані в поршні під маслос'ємні кільця, мають дренажні отвори для відведення моторного мастила у внутрішню порожнину поршня при знятті його кільцем з поверхні циліндра (гільзи). Ця олива зазвичай використовується для охолодження внутрішньої поверхні днища і юбки поршня, а потім стікає в піддон картера.</p>

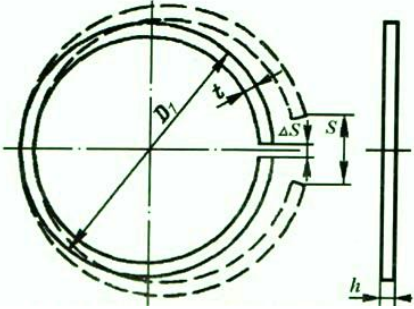
Продовження таблиці А.1

1	2	3
		 <p>Рисунок А.6 – Поршні дизелів: а – виліті; б і в – штамповані: 1 – ребро, з'єднує днище і бобишку поршня; 2 – бобишка зі скошеним внутрішнім торцем; 3 – виріз на поршні під клапан</p> <p>Форма днища поршня залежить від типу двигуна, способу сумішоутворення і форми камери згорання.</p> <p>Найбільш поширена плоска форма днища, хоча зустрічається опукла і увігнута. В деяких випадках в днищі поршня виконують поглиблення для тарілок клапанів при розташуванні поршня у верхній мертвій точці (ВМТ).</p> <p>Нижня частина поршня - юбка направляє поршень в прямолінійному русі, при цьому вона передає стінці циліндра бічне зусилля, величина якого залежить від положення поршня і процесів, що протікають в робочій порожнині циліндра. Величина бічного зусилля, що передається спідницею поршня, значно менше максимального зусилля, що сприймається днищем з боку газів, тому юбка виконується відносно тонкостінною.</p> <p>У нижній частині юбки у дизелів часто встановлюють друге маслоз'ємне кільце, що дозволяє поліпшити змазування циліндра і зменшити вірогідність попадання оливи в робочу порожнину циліндра.</p> <p>Для зменшення маси поршня і сил тертя ненавантажені частини юбки зрізують по діаметру і укорочують по висоті. Усередині юбки зазвичай виконуються технологічні приливи, які використовуються для підгонки поршнів по масі.</p>  <p>Рисунок А.7 – Поршні двигунів з примусовим займанням: а – терморегулюючою вставкою; б – з поперечним прорізом; в і г – Т-подібним прорізом; е – зазор (дезаксаж); 1 – терморегулююча вставка; 2 – поперечний проріз; 3 – вставка під компресійне кільце; 4 – Т-подібний проріз; 5 – зона вибірки металу при підгонці за масою</p> <p>Конструкція і розміри поршнів залежать головним чином від швидкості двигуна, а також від величини і швидкості наростання тиску газів. Так, поршні швидкохідних бензинових двигунів</p>

Продовження таблиці А.1

1	2	3
		<p>максимально полегшені, а поршні дизелів мають масивнішу і жорсткішу конструкцію.</p> <p>У момент переходу поршня через ВМТ змінюється напрям дії бічної сили, яка є однією із складових сили тиску газів на поршень. В результаті поршень переміщається від однієї стінки циліндра до іншої - відбувається перекидання поршня. Це викликає удар поршня об стінку циліндра, що супроводжується характерним стуком. Щоб зменшити це шкідливе явище поршневі пальці зміщують на 2...3 мм у бік дії максимальної бічної сили; при цьому бічна сила тиску поршня на циліндр значно зменшується. Таке зміщення поршневого пальця називається дезаксажем.</p> <p>Застосування в конструкції поршня дезаксажу вимагає дотримання правил монтажу КШМ – поршень повинен встановлюватися строго по мітках.</p>  <p>Рисунок А.8 – Схеми руху поршня в ВМТ: а – при підході до ВМТ; б – в ВМТ; в – після ВМТ; P_g – сила тиску газів; P_N – бічна складова сили P_g; $P_ш$ – друга складова сили P_g, направлена вздовж шатуна</p> <p>Для того, щоб задовольнити суперечливі вимоги герметичності робочої порожнини, що припускають наявність мінімальних проміжків між спідницею поршня і циліндром, і відвертання заклинювання деталі в результаті теплового розширення, у формі поршня застосовують наступні конструктивні елементи:</p> <ul style="list-style-type: none"> зменшення жорсткості юбки за рахунок спеціальних прорізів, компенсуючих її теплове розширення і покращуючих охолодження нижньої частини поршня. Прорізи виконують на тій стороні юбки, яка найменш навантажена бічними силами, що притискають поршень до циліндра; примусове обмеження теплового розширення юбки вставками з матеріалів з меншим, ніж у основного металу, коефіцієнтом температурного розширення; надання юбці поршня такої форми, щоб в навантаженому стані і при робочій температурі вона набула форми правильного циліндра.
	Призначення і типи поршневих кілець	Проміжок між поршнем і циліндром має бути мінімальним, щоб виключити прорив газів з робочої порожнини (камери згорання) і не допустити попадання в неї моторного мастила. І, оскільки цей проміжок лімітується тепловим розширенням поршня, то належної герметизації робочої порожнини циліндра одним лише зменшенням проміжку між

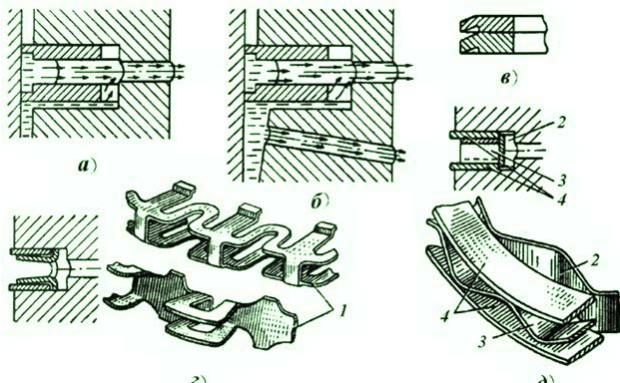
Продовження таблиці А.1

1	2	3
		<p>поршнем і стінками циліндра досягти неможливо - зростає вірогідність заклинювання поршня через температурне розширення.</p> <p>Щоб досягти оптимальної герметизації камери згорання, конструктори ввели в поршневу групу дуже важливий елемент - поршневі кільця.</p> <p>Поршневі кільця є пружними елементами ущільнення поршневої групи, що забезпечують: герметичність робочої порожнини циліндра; відведення теплоти від головки поршня; відвертання перекачування зайвого мастильного матеріалу в камеру згорання.</p> <p>Конструкція і технічний стан поршневих кілець визначають компресію в циліндрі і витрату оливи на чад. При цьому під компресією розуміється процес стискування газу в циліндрах двигуна при збільшенні його тиску і температури.</p> <p>Кількість компресійних кілець на поршні диктується тиском газів в циліндрі і частотою обертання колінчастого валу. Тому на поршнях двигунів, потужність яких обумовлена значним крутним моментом, встановлюють більше компресійних кілець, чим на поршнях швидкісних двигунів, потужність яких обумовлена високою частотою обертання колінчастого валу. Зменшення числа кілець дозволяє понизити масу поршня, завдяки чому у високоспритних двигунах зменшуються не лише втрати на тертя, але і інерційні навантаження</p> <p>Одно і те ж поршневе кільце не може одночасно виконувати дві важливі функції - запобігати прориву газів з робочого об'єму циліндра і не допускати попадання в цей об'єм моторного мастила, використовуваного для змащування поверхонь тертя між циліндром (гільзою) і поршнем. Тому в двигунах застосовується два типи поршневих кілець - компресійні (що ущільнюють) і маслоз'ємні.</p> <p>Компресійне (ущільнююче) поршневе кільце є криволінійним пружним брусом, що має відносно великий виріз (замок) S (див. рисунок 1.9) у вільному стані. При монтажі в циліндр кільце стискається і завдяки своїй пружності щільно прилягає до стінок циліндра, забезпечуючи надійне ущільнення проміжку між поверхнями поршня і циліндра.</p>  <p>Рисунок А.9 – Розміри поршневого кільця</p> <p>Величина зусилля прилягання кільця до поверхні циліндра визначається відношенням діаметру кільця в стислому стані по зовнішній поверхні до товщини кільця. Чим менше це відношення, тим більше пружності кільця і якісніше ущільнення робочої порожнини циліндра.</p> <p>Оскільки кінці поршневого кільця розтискали під впливом тиску усередині циліндра на торці стику (замку), це призводить до розриву змащуючої масляної плівки газами, що прориваються з робочої порожнини, і збільшення сил тертя в зоні замку.</p> <p>З метою збереження ущільнюючої дії застосовують поршневі кільця з коригованою епюрою зусиль або з розширювачами різної конструкції,</p>

Продовження таблиці А.1

1	2	3
		<p>що відносно рівномірно розподіляють навантаження на стінки циліндра з боку поршневого кільця.</p> <p>При зносі поршневого кільця і зменшенні його товщини радіальний тиск від сили пружності кільця знижується і перерозподіляється по його колу. При надмірному зносі кільця порушується його контакт з поверхнею гільзи, в першу чергу в зоні замку.</p> <p>Форма зношеного кільця залежить від первинної епюри його тисків на поверхню циліндра. Кільця з рівномірною епюрою тисків мають менші терміни служби, чим кільця з коригованою епюрою тисків.</p> <p>З цієї причини, для підвищення терміну служби і стійкості проти вібрацій кільця найчастіше виготовляють з нерівномірним (коригованим) тиском по колу, що збільшується в зоні замку. Це досягається різною товщиною кільця по його довжині - в зоні стику (замку) кільце виготовляють тонше, завдяки чому тиск на циліндр зменшується. При зносі кільця з коригованою епюрою тиск в зоні замку зменшується і перерозподіляється на сусідні ділянки. Тому тривалість роботи такого кільця до моменту втрати адійного контакту його з циліндром (гільзою) зростає.</p> <p>Поршневі компресійні кільця можуть виконуватися цілісними або складеними. Складені кільця є набором з трьох-чотирьох конічних пластинів, виготовлених навивкой на ребро із сталеві стрічки. Вони встановлюються в кільцеву канавку з осьовим натягом і добре забезпечують торцеве ущільнення.</p> <p>Такі кільця відрізняються великим радіальним зусиллям і добре приробляються до поверхні циліндра.</p> <p>Недоліком складених кільць є погана теплопровідність, тому їх не можна використати в якості верхніх компресійних кільць.</p> <p>Для прискорення прироблення поршневих кільць до робочої поверхні циліндра їх покривають м'якими сплавами і зменшують площу контакту нового кільця з поверхнею циліндра (гільзи). Для цього застосовують:</p> <ul style="list-style-type: none"> конічні («хвилинні») кільця з кутом нахилу твірної 15'...30'; торсіонні кільця; кільця з круговими канавками по зовнішній поверхні. <p>Конічні («хвилинні») кільця (рисунок 1.10, б) відрізняються підвищеним зусиллям з боку нижньої кромки на стінку циліндра, внаслідок чого вона інтенсивно зношується в перші години роботи</p>

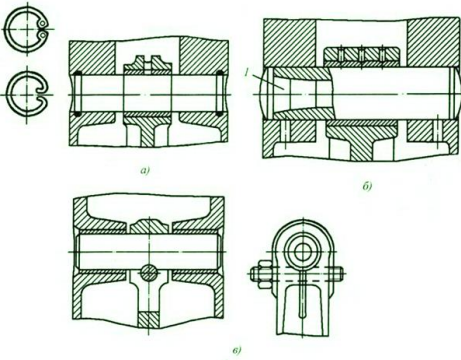
Продовження таблиці А.1

1	2	3
		<p>Рисунок А.10 – Поперечні перерізи різноманітних поршневих кілець: а – прямокутне; б – конічне; в – бочкоподібне; г і д – прямокутні з внутрішньою виточкою; е і ж – трапецієвидне; з – скребкове; и – сталеве вите; к – торсіонне</p> <p>Торсіонні кільця (рисунок 1.10, г, д, к) при стискуванні деформуються у верхній частині перерізу більшою мірою, чим в нижній. При цьому нижня частина кільця стає конусною (як в «хвилинних» кільцях) і швидко приробляється до стінки циліндра. Проте такі кільця погано контактують із стінками канавки, що утрудняє теплообмін через них між голівкою поршня і стінкою циліндра.</p> <p>Під впливом сил тертя і тиску газів тонкі поршневі кільця прогинаються і вивертаються, при цьому їх гострі кромки можуть викликати задири на робочій поверхні циліндра (гільзи). Щоб уникнути цього неприємного явища, кільцям надають бочкоподібної форми (рисунок 1.10, в).</p> <p>Для зменшення пригорання кілець іноді застосовують трапецієвидні кільця (рисунок 1.10, е, ж). Робота таких кілець базується на тому, що при зміні напрямку дії бічного зусилля трапецієвидне кільце переміщається по канавці і, встановлюючись в ній, вичавлює мастильний матеріал з торцевих проміжків, що перешкоджає утворенню смолянистих відкладень і коксуванню.</p> <p>Найбільш прості у виготовленні і мають хороший тепловідвід кільця з прямокутним поперечним перерізом (рисунок 1.10, а). Проте припрацювання таких кілець до дзеркала циліндра ускладнене.</p> <p>Компресійні кільця відрізняються негативною насосною дією, яка призводить до перекачування олії із стінок циліндрів в камеру згорання. При попаданні олії в робочу порожнину циліндра воно згорає і утворює нагар на днищі і в канавках поршня, на стінках циліндра і на свічці запалення. Для видалення моторного мастила із стінок циліндра застосовують маслоснімні кільця.</p> <p>Маслоснімні кільця можуть бути цілісними і складеними, чавунними і сталевими. Для того, щоб кільце не спливало в олії, його площа контакту з поверхнею циліндра збільшується вузькими кільцевими поясами. Перерізи цілісних маслоснімних кілець показані на рисунку 1.11.</p>  <p>Рисунок А.11 – Маслоснімні поршневі кільця: а – суцільне прямокутне з одним рядом дренажних отворів; б – те ж з двома рядами дренажних отворів; в – скребкове; г і д – сталеві складені; 1 – тангенціальні розширювачі; 2 – радіальний розширювач; 3 – осьовий розширювач; 4 - кільця</p>

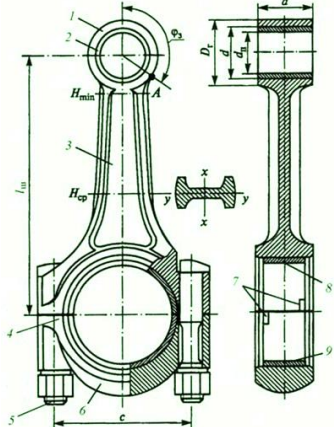
Продовження таблиці А.1

1	2	3
		<p>Широке застосування знайшли складені маслоснімні кільця. Вони складаються з двох витих сталевих кілець (рисунок 1.11) і розширювачів, що забезпечують як радіальне зусилля на стінку циліндра, так і притиснення кілець до торцевих поверхонь поршневих канавок. У зв'язку з цим розрізняють радіальні і осьові розширювачі поршневих маслосъемных кілець, які зазвичай виготовляються із сталевих гофрованих стрічок.</p> <p>Існують кільця, у яких функції осьового і радіального розширювача виконує один елемент, що має пружність, як в осьовому, так і в радіальному напрямі (рисунок 1.11, д). Такі розширювачі називають тангенціальними.</p> <p>Складені маслосъемные кільця, що мають високу гнучкість, відносно рухливість і високе радіальне зусилля, значно ефективніше, ніж цілісні чавунні, пристосовуються до поверхні циліндра.</p>
	Поршневі пальці	<p>Поршневий палець забезпечує шарнірне з'єднання поршня з шатуном. Під час роботи палець піддається значним механічним навантаженням в різних напрямках, а також дії сил тертя і температури.</p> <p>При чотиритактному процесі поршневий палець працює в умовах знакозмінного навантаження, при двотактному - в умовах, близьких до пульсуючого навантаження.</p> <p>Окрім механічного навантаження палець випробовує значне теплове навантаження внаслідок передачі теплоти від голівки поршня, а також виділення теплоти при терті поршневого пальця об голівку шатуна і бобишку поршня.</p> <p>В результаті цього створюються несприятливі умови для здійснення рідинного тертя. Із-за наявності напіврідинного тертя поршневий палець і зв'язані з ним поверхні бобишок поршня і верхньої головки шатуна сильно зношуються.</p> <p>Поршневий палець відноситься до деталей двигуна, що здійснюють під час роботи зворотно-поступальний рух, тому його маса має бути мінімальною. Проте через поршневий палець передаються значні механічні і теплові навантаження, тому розмір і маса пальця, його конструкція, технологія і матеріал виготовлення, з урахуванням собівартості масового виробництва, повинні забезпечувати довговічну і безвідмовну роботу.</p> <p>З точки зору сопромату, під час роботи двигуна на поршневий палець діють зусилля, що вигинають, і зусилля зрізу. Під впливом цих зусиль поршневий палець може прийняти неприпустиму овальність, в результаті якої можливе заклинювання поршня в поршневій головці шатуна або у бобишках поршня.</p> <p>Овальність поршневого пальця може привести до збільшення сил тертя, появи тріщин у бобишках поршня і подальшого руйнування поршня.</p> <p>З урахуванням умов, в яких працюють поршневі пальці, до їх конструкції пред'являються певні вимоги, з метою досягнення високої надійності і довговічності.</p> <p>Вимоги, що пред'являються до поршневих пальців :</p> <ul style="list-style-type: none"> висока міцність; мінімальна маса; висока зносостійкість.

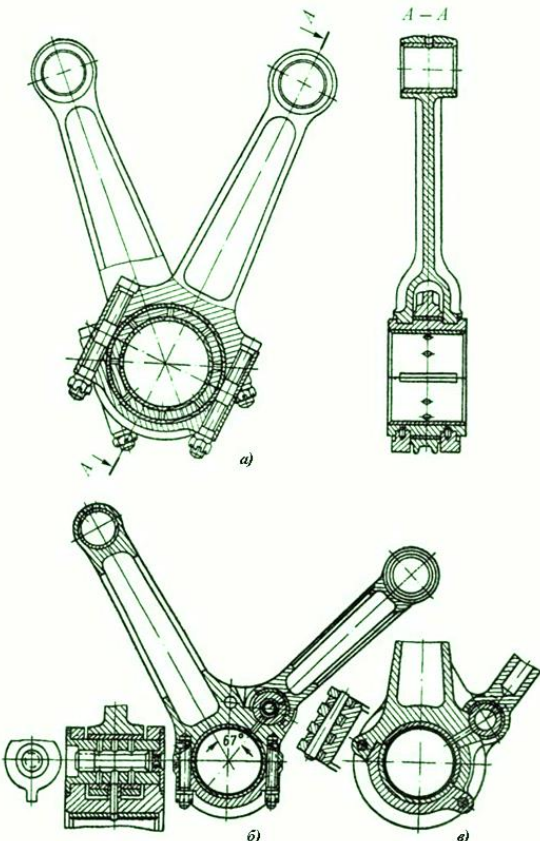
Продовження таблиці А.1

1	2	3
		<p>Надійність і довговічність поршневих пальців - необхідна вимога, оскільки їх заміна, монтаж і демонтаж пов'язані з виконанням ремонтних робіт високої трудомісткості.</p> <p>Конструктивні форми поршневих пальців дуже різноманітні. Найбільш простими є поршневі пальці трубчастої форми. Такий палець є гладким циліндричним стержнем, який для зменшення маси виконаний порожнистим.</p> <p>Іноді застосовують поршневі пальці з конічними внутрішніми поверхнями, що мають форму бруса рівного опору вигину (тонше до країв і товще до середини), завдяки чому зменшується маса поршневого пальця.</p> <p>Для змащування поршневого пальця у бобишках поршня олива підводиться по каналу від маслоз'ємних поршневих кілець через отвори у бобишках. Мاستило поршневого пальця в головці шатуна здійснюється оливою, що розбризкується рухомими деталями кривошипно-шатунного механізму, і що подається до поршневого пальця через отвори в головці шатуна, або оливою, що поступає по каналу в шатуні від шатунної шийки колінчастого валу.</p> <p>Залежно від способу кріплення розрізняють три типи поршневих пальців :</p> <ul style="list-style-type: none"> закріплені у бобишках поршня; закріплені у верхній головці шатуна; плаваючі (провертаються як у верхній голівці шатуна, так і у бобишках поршня). <p>Найбільше поширення отримали плаваючі пальці (рисунок 1.12, а, б), оскільки вони зношуються рівномірніше.</p> <p>Осьова фіксація плаваючих пальців зазвичай забезпечується сталевими пружинними стопорними кільцями, які встановлюються в канавках, проточених у бобишках поршня по обидві сторони пальця.</p> <p>Такий спосіб фіксації надійний і простий, але дещо зменшує опорну довжину бобишок.</p> <p>Відомі конструкції, коли палець фіксується за допомогою м'яких алюмінієвих заглушок.</p>  <p>Рисунок А.12 – Способи кріплення поршневих пальців: а – плаваючий палець зі стопорними кільцями; б – плаваючий палець з фіксацією заглушками; в – палець, закріплений у верхній головці шатуна; 1 - заглушка</p>
	Деталі шатунної групи	<p>Шатунна група утворює проміжну шарнірну ланку між поршнем, що прямолінійно переміщається, і колінчастим валом, що обертається. Вона включає шатун, шатунні вкладиші, втулку верхньої головки шатуна і кріпильні деталі, до яких відносяться болти і гайки нижньої головки шатуна (див. рисунок 1.13).</p>

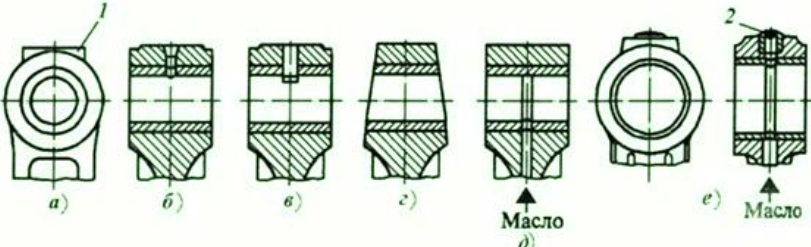
Продовження таблиці А.1

1	2	3
		 <p data-bbox="558 716 1484 851">Рисунок А.13 – Конструкція і основні розміри однорядного шатуна: 1 – верхня голівка; 2 – бронзова втулка; 3 – стержень; 4 – нижня голівка; 5 – шатунний болт; 6 – кришка; 7 – вусики; 8 – верхній вкладиш; 9 – нижній вкладиш</p> <p data-bbox="558 884 1484 1019">Деталі шатунної групи несуть значні механічні навантаження, що приймаються від поршня через поршневий палець і передавані далі деталям групи колінчастого валу, а також значні інерційні навантаження, обумовлені складним знакозмінним рухом шатуна.</p> <p data-bbox="558 1019 1484 1153">З цих причин до конструкції деталей шатунної групи висуваються певні вимоги, спрямовані на забезпечення їх надійної і безвідмовної роботи, а також прийнятній довговічності, оскільки ремонт і заміна цих деталей пов'язані з ремонтними роботами значної трудомісткості.</p> <p data-bbox="558 1153 1484 1355">Основною деталлю шатунної групи є шатун - металевий стержень з голівками на обох кінцях, що шарнірно сполучає поршень і колінчастий вал. Шатун сприймає зусилля з боку газів при робочому ході від поршневого пальця і передає його кривошипну колінчастого валу, а також забезпечує переміщення поршневої групи при здійсненні проміжних процесів (тактів).</p> <p data-bbox="558 1355 1484 1456">Верхня голівка шатуна гойдається на поршневому пальці через спеціальну втулку, а нижня обертається відносно шатунової шийки за допомогою підшипників ковзання (вкладишів).</p> <p data-bbox="558 1456 1484 1556">Аналіз кінематики руху шатуна показує, що його верхня голівка переміщається зворотно-поступальний спільно з поршнем. Здійснюючи при цьому циклічні кутові коливання невеликої амплітуди.</p> <p data-bbox="558 1556 1484 1657">Нижня голівка шатуна обертається разом з кривошипом колінчастого валу, при цьому вона теж здійснює коливання невеликої амплітуди відносно осі циліндра.</p> <p data-bbox="558 1657 1484 1724">Стержень шатуна здійснює складний циклічний рух в площині, перпендикулярній колінчастому валу.</p> <p data-bbox="558 1724 1484 1892">Механічні навантаження, що діють на шатун, дуже різноманітні і змінюються за величиною і напрямом під час роботи двигуна. Найбільші навантаження обумовлені силами стискування при робочому ході поршня, тому розрахунки на міцність для шатунів виконують по стискаючому навантаженню.</p> <p data-bbox="558 1892 1484 2027">Розтягуючі зусилля при допоміжних тактах, а також напруга, викликана силами тертя і інерції значно менше стискаючих сил, проте, при конструюванні шатунів (особливо високонавантажених і швидкохідних двигунів) доводиться враховувати і їх.</p> <p data-bbox="558 2027 1484 2056">До шатунів пред'являються наступні вимоги:</p>

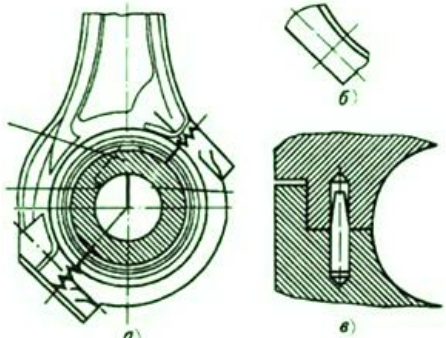
Продовження таблиці А.1

1	2	3
		<p>висока втомна міцність при динамічних навантаженнях; висока жорсткість головок і стержня; мінімальна маса і габарити (розміри шатуна не повинні перешкоджати його проходу через циліндр при складанні двигуна); простота і технологічність конструкції.</p> <p>Залежно від компонування двигуна можуть застосовуватися різні типи шатунів. У однорядних і V-подібних двигунах зі зміщеними циліндрами правого і лівого ряду найбільше поширення отримали прості одинарні шатуни (рисунок 1.13), що безпосередньо сполучаються з шатуною шийкою колінчастого валу. Рідше зустрічаються в дворядних і багаторядних двигунах з циліндрами, розташованими в одній поперечній площині, зчленовані шатуни (рисунок 1.14).</p> <p>Зчленовані шатуни можуть бути:</p> <ul style="list-style-type: none"> вилчатими (рисунок 1.14, а) з нижніми голівками, розташованими співісній шатуновій шийці; головними (рисунок 1.14, б) і причіпними (рисунок 1.14, в) з нижніми голівками, розміщеними поза центром шатунової шийки. <p>У останньому випадку осі нижніх головок головного і причіпного шатунів рухаються по різних траєкторіях.</p> <p>Конструкція верхньої головки шатуна залежить від способів фіксації поршневого пальця. У разі жорсткого закріплення поршневого пальця у верхній головці шатуна він запресовується в головку з гарантованим натягом.</p> <p>При установці плаваючого пальця у верхню головку шатуна запресовують бронзову втулку, завтовшки 0,8...2,5 мм</p>  <p>Рисунок А.14 – Зчленовані шатуни: а – вилчасті; б – головний; в – причіпний</p>

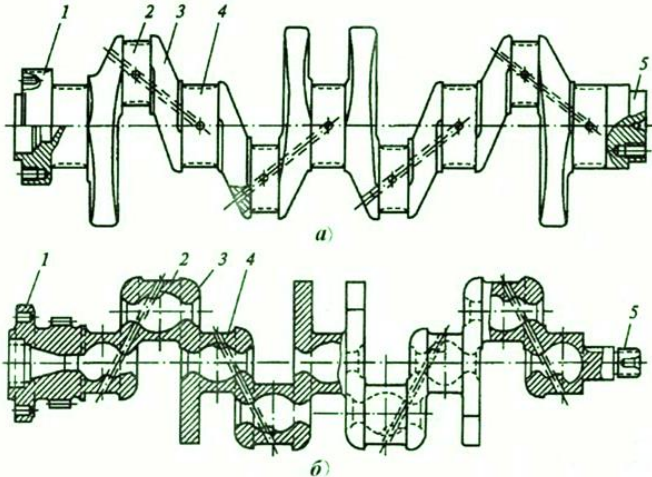
Продовження таблиці А.1

1	2	3
		<p>Для підгонки шатуна по масі і розташуванню центру мас на верхній голівці є прилив 1 (рисунок 1.15).</p> <p>Щоб забезпечити рівномірний тиск на опорну поверхню втулки, поперечний переріз верхньої голівки робиться з потовщенням в центрі.</p>  <p>Рисунок А.15 – Верхні головки шатунів: 1 – прилив; 2 - розпилювач</p> <p>Для змащування поршневого пальця в менш навантаженій частині верхньої голівки шатуна виконують отвори або прорізи (рисунок 1.15, б, в).</p> <p>Враховуючи значні відмінності величин стискування і розтягування, верхні головки шатунів дизельних двигунів іноді виконують з похилими торцевими площинами (рисунок 1.15, г). При цьому тиск на нижню і верхню половини голівки зрівнюються, а масляний шар має більше рівномірну товщину по колу.</p> <p>У найбільш навантажених двигунах застосовують подання оливи до поршневого пальця під тиском через канал в стержні шатуна (рисунок 1.15, д, е). При цьому з'являється можливість примусового струминного охолодження днища поршня через розпилювач 2 на верхній голівці.</p> <p>З точки зору міцності найнебезпечнішим перерізом верхньої голівки є переріз в місці її переходу в стержень (рисунок 1.15, точка А), розташування якого визначається кутом ϕ_3.</p> <p>Для зміцнення верхньої голівки виконують плавний перехід (галтель) до стержня або створюють прилив металу в зоні переходу.</p> <p>Стержень шатуна повинен мати високу жорсткість і міцність. Цим вимогам відповідає стержень двотаврової форми поперечного перерізу, який має високу жорсткість по осі x-x (рисунок 1.13).</p> <p>Така форма стержня вигідна і з точки зору зменшення маси шатуна, а також економії металу. Розмір поперечного перерізу стержня шатуна плавно зростає від верхньої до нижньої голівки.</p> <p>Нижня голівка шатуна забезпечує обертальний рух шатуна навколо шийки колінчастого валу і утворює корпус шатунного підшипника. Для забезпечення складання механізму нижні головки шатунів виконуються роз'ємними (розрізними). Кришка нижньої голівки кріпиться до шатуна за допомогою шатунових болтів, шпильок або конічних штифтів (рисунок 1.16).</p> <p>Для забезпечення правильних переходів отвору під шатуновий вкладиш нижня голівка обробляється у зборі з кришкою. Тому кришки нижніх головок шатунів не взаємозамінні.</p> <p>Площина роз'єму нижньої голівки найчастіше перпендикулярна осі стержня шатуна (рисунок 1.13). Проте в дизелях, що мають відносно великі діаметри шатунових шийок, колінчастого валу іноді застосовують косий роз'єм нижньої голівки (рисунок 1.16).</p>

Продовження таблиці А.1

1	2	3
		 <p>Рисунок А.16 – Нижня головка шатуна з косим роз'ємом: а – з фіксацією трикутними шліцями; б – з фіксацією буртиками; в – з фіксацією штифтами</p> <p>Якщо ж застосовувати звичайний перпендикулярний роз'єм, нижня головка може не пройти крізь циліндр при монтажі або демонтажі. Для точного центрування кришки відносно шатуна застосовують призонні болти (що мають точно оброблений направляючий поясок), а також трикутні шліци, буртики і фіксувальні штифти.</p> <p>Шатунові вкладиші, будучи підшипниками ковзання, забезпечують обертання шатуна відносно колінчастого валу з мінімальним тертям і зношуванням.</p> <p>Шатунні вкладиші працюють у важчих умовах, ніж корінні, оскільки навантажені нерівномірно. Вони виконуються аналогічно вкладишам корінних підшипників і з того ж матеріалу. Осьовий проміжок, якому відповідає можливе переміщення шатуна уздовж шатунової шийки, не повинен перевищувати 0,2...0,3 мм</p> <p>Шатунні болти затягуються із зусиллям; момент затягування повинен в 2...3 рази перевищувати момент розтягування, що виникає при роботі двигуна.</p> <p>Болт повинен виключати напругу, перекося. Має бути передбачена надійна фіксація, що перешкоджає самовідкочуванню болта.</p>
	Група деталей колінчастого вала	<p>Завершальна ланка кривошипно-шатунного механізму поршневого двигуна – група колінчастого валу. Деталі цієї групи завершують процес перетворення поступальної ходи поршня в обертальний рух вихідної ланки.</p> <p>До групи колінчастого валу входять: власне колінчастий вал, противаги, маховик, елементи приводу газорозподільного і інших допоміжних механізмів і систем двигуна, вузол осьової фіксації і деталі маслоущільнюючих пристроїв.</p> <p>Найбільш складною і відповідальною деталлю групи колінчастого валу є сам колінчастий вал.</p> <p>Від технічної досконалості конструкції і якості виготовлення колінчастого валу багато в чому залежать повнота використання двигуном теплової енергії згорілих газів, тобто ККД, втрати на тертя, довговічність, надійність, ефективність і економічність двигуна.</p> <p>Колінчастий вал поршневого двигуна є деталлю, конструкція якої дозволяє завершити перетворення зворотно-поступального прямолінійного руху поршня в обертальний рух.</p> <p>Обертальний рух є оптимальним для більшості машин, що пересуваються по суші, і механізмів (тобто для легкових, вантажних автомобілів і автобусів, тракторів і сільськогосподарської техніки і т. д.),</p>

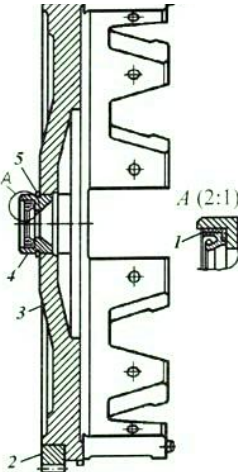
Продовження таблиці А.1

1	2	3
		<p>оскільки основним рушієм для таких машин є колесо, що здійснює в процесі виконання роботи обертальний рух.</p> <p>Колінчастий вал поршневого двигуна сприймає зусилля з боку шатуну і перетворює їх в крутний момент. Крім того, колінчастий вал забезпечує рух поршнів під час допоміжних тактів і пуску двигуна, а також приводить в дію допоміжні механізми і прилади двигуна і його систем.</p> <p>Зусилля з боку газів і сил інерції при великій довжині колінчастого валу викликають помітні подовжні і кутові деформації, причиною яких є динамічні (змінні) навантаження, здатні при тривалих діях привести до втомних руйнувань.</p> <p>Шийки колінчастого валу працюють при великих колових швидкостях і випробовують значну теплову і механічну напругу. При цьому шатунні шийки здійснюють складні переміщення, що викликають комплексні інерційні навантаження.</p> <p>Виходячи з перелічених вище умов, в яких працює колінчастий вал, до його конструкції пред'являються наступні вимоги:</p> <ul style="list-style-type: none"> форма колінвала повинна забезпечувати урівноваженість двигуна під час роботи; висока жорсткість, що виключає неприпустимі деформації; висока втомна міцність і здатність протистояти динамічним навантаженням; висока зносостійкість поверхонь, що труться; мінімальна маса, що дозволяє понизити ті, що виникають під час обертання валу інерційні сили і моменти. <p>Основними елементами колінчастого валу (рисунок 1.17) є корінні 4 і шатунні 2 шийки, що сполучають щоки 3, носок 5 і хвостовик 1. Дві шатунні шийки, шатунна шийка і щоки, що сполучають їх, утворюють кривошип.</p>  <p>Рисунок 1.17 – Колінчастий вал: а – сталевий; б – чавунний; 1 – хвостовик; 2 – шатунна шийка; 3 – щока; 4 – корінна шийка; 5 – носок</p> <p>Горцеві поверхні щік, що виступають за шийки, шліфуються і утворюють кільцеві поясочки, використовувані для осьової фіксації шатунів і самого колінчастого валу. Ці кільцеві поясочки сполучаються з циліндричною поверхнею шийок плавними переходами - галтелями.</p> <p>Усередині шийок і щік є система каналів і отворів для подання мастильного матеріалу до підшипників. Олія, як правило, поступає до шатунних вкладишів по каналах з суміжних корінних підшипників.</p>

Продовження таблиці А.1

1	2	3
		<p>Достатню жорсткість на вигин забезпечують повноопорні вали, в яких число корінних шийок на одну більше кількості шатунних шийок.</p> <p>Розташування шатунних шийок визначається з умови рівномірного розподілу займання і урівноваженості деталей.</p> <p>Колінчасті вали можуть бути цілісними і складеними, тобто розбірними – складатися з окремих кривошипів, що сполучаються в єдиний вузол. Складені вали застосовуються рідко, тільки у разі використання корінних підшипників кочення (рисунок 1.18).</p>  <p>Рисунок А.15 – Складений колінчастий вал з корінними підшипниками кочення</p> <p>Щоки колінчастого валу з боку корінних шийок часто мають продовження, що закінчується противагами, призначеними для розвантаження корінних підшипників від дії відцентрових сил мас, що обертаються, які обумовлені дисбалансом валу із-за зміщення шатунових шийок відносно осі обертання, а також для загального урівноваження двигуна.</p> <p>Противаги виконуються разом з колінчастим валом, але у разі великої їх маси (наприклад, в дизелях) вони можуть виготовлятися окремо від валу і кріпитися до нього болтами, шпильками або штифтами.</p> <p>На носку колінчастого валу встановлюють шківи або зубчасті колеса для приводу механізму газорозподілу, насосів, вентилятора і інших механізмів і вузлів різних систем двигуна.</p> <p>На хвостовику колінчастого валу встановлюється маховик, що урівноважує масу двигуна, на якому виконаний зубчастий вінець для пуску двигуна, що обертаються.</p> <p>Колінчастий вал сприймає значні осьові зусилля, що виникають при роботі косозубих розподільних зубчастих коліс і при виключенні зчеплення. Для того, щоб запобігти переміщенню валу від дії цих зусиль, застосовується осьова фіксація, яка забезпечується упорними буртами вкладишів або упорною вальницею (рисунок 1.19). У зібраному вузлі утворюється осьовий проміжок 0,05...0,15 мм, що забезпечує вільне обертання валу.</p>
		 <p>Рисунок 1.19 – Осьове фіксування колінчастого валу: а – вставками з буртиками; б – упорними кільцями; в – упорними шариковими вальницями</p>

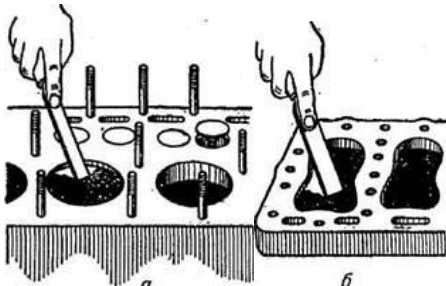
Продовження таблиці А.1

1	2	3
		<p>Для зменшення тертя робоча поверхня упорних кілець покривається антифрикційним сплавом. Від повертання упорні кільця фіксуються штифтами.</p> <p>Після виготовлення колінчасті вали піддаються статичному і динамічному балансуванню.</p> <p>Жорсткість і міцність колінчастого валу досягається: збільшенням поперечного перерізу шийок і шік; максимальним зменшенням маси шатунних шийок; раціональним розміщенням противаг; зменшенням концентрації напруги, що створюється шатунними шийками.</p> <p>Концентрацію напруги зменшують збільшенням радіусу галтелів, похилим розташуванням отворів в шатунній шийці, застосуванням бочкоподібної форми порожнини усередині шатунної шийки.</p> <p>Висока зносостійкість шийок колінчастого валу досягається обмеженням зусиль дії на підшипники, оптимальним вибором матеріалу антифрикційного шару, загартуванням шийок і галтелів валу струмами високої частоти з подальшим відпуском, азотуванням шийок і галтелів, а також забезпеченням оптимального режиму змащення.</p> <p>Маховик. Маховик служить для накопичення кінетичної енергії під час робочого ходу, зменшення нерівномірності обертання колінчастого вала, згладжування моменту переходу поршня через ВМТ і НМТ, полегшення пуску двигуна і руху автомобіля з місця. Маховик відливають з сірого чавуну, розташовуючи основну масу металу на ободі для збільшення моменту інерції.</p> <p>Для здійснення пуску двигуна електростартером на обід маховика напресовується зубчастий вінець 2 (рисунок 1.20), або його кріплять спеціальними болтами.</p> <p>На ободі або торці маховика можуть бути нанесені мітки для установки поршня першого циліндра у ВМТ або градусна шкала для установки моменту запалювання (у градусах).</p> <p>Для установки маховика на фланець колінчастого валу в однозначному положенні один з отворів кріплення маховика зміщують на невеликий кут (приблизно 2°). Інакше застосовуються установочні штифти і установочну втулку 4.</p>
		 <p>Рисунок 1.20 – Маховик: 1 – передня манжета ведучого вала; 2 – зубчастий вінець; 3 – маховик; 4 – установочна втулка; 5 – упорне кільце</p>

Продовження таблиці А.1

1	2	3
	Основні несправності кривошипно-шатунного механізму	<p>Несправності кривошипно-шатунного механізму виявляють за певними зовнішніми ознаками. До основних ознак несправностей цього механізму належить: появлення сторонніх стуків і шумів, падіння потужності двигуна, підвищений вигар (витрата) масла, перевитрата палива, наявність диму у відпрацьованих газах.</p> <p>Стуки і шуми у двигуні виникають в результаті спрацювання його основних деталей і з'явлення між спряженими деталями внаслідок цього збільшених зазорів.</p> <p>Стуки у двигуні прослуховують за допомогою стетоскопа. При спрацюванні поршня і утворенні між ним і циліндром збільшеного зазора у двигуні виникає дзвінкий металічний звук, який добре прослуховується при роботі холодного двигуна.</p> <p>Різкий металічний стук на всіх режимах роботи двигуна свідчить про збільшення зазора між поршневим пальцем і втулкою верхньої головки шатуну.</p> <p>Посилення стуку при різьму збільшенні обертів колінчастого вала є ознакою спрацювання вкладишів корінних або шатунних підшипників, причому, стук більш глухого тону вказує на спрацювання вкладишів корінних підшипників. Звичайно при великому спрацюванні вкладишів відбувається виплавлення бабіту, що супроводжується різким падінням тиску масла.</p> <p>Падіння потужності двигуна звичайно виникає в результаті спрацювання або залягання у канавках поршневих кілець, спрацювання поршнів і циліндрів, а також поганої затяжки головки циліндрів. В результаті цих несправностей падає компресія в циліндрах.</p> <p>Існує кілька способів перевірки компресії у циліндрах двигуна. Найпростіший з них - перевірка компресії від руки, більш складним є перевірка за допомогою компресометра.</p> <p>Для перевірки компресії від руки необхідно викрутити свічки запалювання усіх циліндрів, крім циліндра, в якому проводять перевірку. Потім прокручують колінчастий вал двигуна пусковою рукояткою і відповідно до величини опору прокручуванню роблять висновок про компресію.</p> <p>При перевірці компресії компресометром викручують лише свічку з циліндра, який перевіряють, і замість неї встановлюють наконечник компресометра. Повністю відкривають дросель і повітряну заслонку карбюратора і прокручують колінчастий вал двигуна стартером протягом 2-3 сек. Величина компресії у справному циліндрі повинна бути у межах 7,0-7,2 кГ/см². Різниця величини компресії у різних циліндрах не повинна перевищувати 1 кГ/см². Як у першому, так і в другому випадку послідовно перевіряють компресію у кожному циліндрі.</p> <p>Підвищений вигар масла, перевитрата палива, поява диму у відпрацьованих газах (мри нормальному рівні масла у піддоні картера) звичайно з'являються при заляганні поршневих кілець у канавках або при спрацюванні кілець і циліндрів.</p> <p>Залягання кілець можна усунути, не розбираючи двигун, для чого у кожний циліндр гарячого двигуна через отвір викрученої свічки слід залити на ніч по 20 г суміші, яка складається з рівних частин денатурованого спирту і гасу. Вранці двигун слід запустити га 10-15 хв, потім зупинити і замінити масло.</p> <p>У кривошипно-шатунному механізмі зустрічають несправності, які не мають певних зовнішніх ознак; відкладання нагару на днищах поршнів і стінках камери згорання, тріщини в стінках сорочки охолодження блоку</p>

Продовження таблиці А.1

1	2	3
		<p>і головки циліндрів, обрив шпильок, пошкодження різьби гайок і болтів, витікання масла через пошкоджені прокладки і сальники.</p> <p>Відкладання нагару на днищах поршнів і стінках головок циліндрів негативно впливає на роботу двигуна, бо нагар різко погіршує відведення тепла, що призводить до перегрівання двигуна, зменшення його потужності. Збільшення витрати палива.</p> <p>Для видалення нагару необхідно випустити воду, зняти прилади, закріплені на головці циліндрів і, відкрутивши гайки, знати головку так, щоб не пошкодити прокладку. Якщо прокладка приклеїлась до болта або головки, її треба відокремити ножем або широкою металевою шайбою.</p> <p>Нагар слід видаляти обережно, щоб не пошкодити днища поршнів і стінок камери згоряння, користуючись дерев'яними скребками або скребками з м'якого металу (рисунок 1.21).</p> <p>Видаляти нагар слід почергово, прикриваючи чистою ганчіркою інші циліндри. Для того, щоб нагар легше видалювався, його розм'якшують, поклавши на нього ганчірку, змочену гасом. Після видалення нагару усі деталі старанно очищаються і встановлюються на місце. Перед установленням прокладку головки циліндрів слід обережно очистити і протерти порошкоподібним графітом.</p> <p>Нагар можна видалити з циліндрів і без розбирання двигуна. Для цього в кожний циліндр прогрітого двигуна заливають по 100 г суміші, яка складається з гасу, ацетону та автолу в рівних частинах. Потім запускають двигун, який працює доти. Поки з глушника виходитиме дим. Після цього промивають систему мащення солярним маслом і замінюють масло.</p>  <p>Рисунок 1.21 – Видалення нагару: а - з головок поршнів; б - з камери згоряння</p> <p>Тріщини у стінках сорочки охолодження блоку і головки циліндрів можуть з'явитися в результаті замерзання води або при заповненні сорочки охолодження гарячого двигуна холодною водою.</p> <p>Решту несправностей кривошипно-шатунного механізму усувають заміною окремих його деталей, або ремонтом.</p>
	Технічне обслуговування кривошипно-шатунного механізму	<p>Термін роботи деталей двигунів залежить як від якості їх виготовлення, так і від точного виконання правил технічної експлуатації. При нормальних умовах експлуатації та правильному обслуговуванні двигуна спрацьовування деталей кривошипно-шатунного механізму незначне і його надійна робота забезпечується протягом всього ресурсу. У випадку порушення правил технічного обслуговування деталі кривошипно-шатунного механізму, які працюють в дуже несприятливих умовах, спрацьовуються швидше, потужність двигуна різко зменшується, інколи це може призвести до серйозних аварій.</p> <p>Для забезпечення нормальних умов роботи деталей кривошипно-шатунного механізму забороняється:</p>

Продовження таблиці А.1

1	2	3
		<p>Повністю завантажувати без попередньої обкатки, згідно з інструкцією з експлуатації, новий двигун або після капітального ремонту. Обкатка двигуна при поступово зростаючих навантаженнях забезпечує наближення тертьових поверхонь до розрахункових геометричних параметрів.</p> <p>Працювати без попереднього прогріву двигуна до температури охолодної рідини не нижче 50 °С. Непрогрітий двигун не забезпечує повної потужності через порушення процесів сумішоутворення і згоряння палива, а також різкого погіршення умов мащення. При цьому прискорюється спрацювання деталей, в першу чергу гільз, поршнів, поршневих кілець, а також відбувається обсмолення цих деталей.</p> <p>Тривалий час працювати з перевантаженням двигуна.</p> <p>Працювати при температурі охолоджувальної рідини нижче 70 °С і вище 95 °С.</p> <p>Допускати тривалу роботу двигуна (понад 15 хв) при холостому ході, оскільки це супроводжується значним нагароутворенням і пригоранням (заклинюванням у канавках) поршневих кілець.</p> <p>Запускати двигун при температурі повітря нижче - 5 °С без попереднього його прогрівання за допомогою підігрівального пристрою або іншими способами.</p> <p>Експлуатувати двигун зі стуками, димними вихлопами, низьким тиском масла (нижче 0,1 МПа) та інтенсивним вигоранням масла.</p> <p>Розбирати кривошипно-шатунний механізм без необхідності. Робити це можна лише у закритому приміщенні і лише у випадку крайньої потреби.</p>
		<p>Технічний догляд за кривошипно-шатунний механізмом треба виконувати згідно з вимогами інструкції заводу-виготівника.</p> <p>Для запобігання підвищеного спрацювання деталей кривошипно-шатунного механізму тракторист зобов'язаний виконувати такі операції:</p> <ul style="list-style-type: none"> – при щоденному технічному обслуговуванні (ЩТО) очищати двигун від пилу і бруду, – усувати підтікання охолоджувальної рідини і масла; – перевіряти зовнішнє кріплення деталей, звертаючи особливу увагу на щільність з'єднання повітроочисника і впускних трубопроводів; – перевіряти рівень і стан масла в картері двигуна; під час роботи слідкувати за тиском масла і кольором вихлопних газів, перевіряти роботу дизеля для виявлення сторонніх стуків; – при перших ознаках ненормальної роботи потрібно усунути несправності; <p>при першому і другому технічному обслуговуванні (ТО1 і ТО2) перевірити і при необхідності долити масло в картер двигуна; перевірити тиск масла в головній магістралі системи мащення.</p> <p>Зниження тиску масла до 0,15–0,10 МПа на прогрітому двигуні при працюючих агрегатах системи мащення і правильних показаннях манометра свідчить про значне спрацювання підшипників колінчастого вала;</p> <ul style="list-style-type: none"> – при третьому технічному обслуговуванні (ТО 3) перевірити технічний стан циліндро-поршневої групи за кількістю газів, які надходять в картер двигуна, за допомогою індикатора витрати газів при роботі у номінальному режимі або вимірюванням компресії (тиск в циліндрі наприкінці такту стиску) за допомогою ком-пресіометра Для цього знімають головку циліндрів двигуна, очищають від нагару головку

Продовження таблиці А.1

1	2	3
		<p>циліндрів і поршні, при необхідності міняють поршневі кільця і прокладку.</p> <p>– після встановлення головки циліндрів на блок-картер гайки шпильок необхідно затягувати у певній послідовності з необхідним моментом затягування гайок кріплення головки циліндрів.</p>
ДО 16	Техніка безпеки при виконанні технічного обслуговування та поточного ремонту	<p>Загальні вимоги безпеки.</p> <p>Профілактичне обслуговування та ремонт транспортних засобів необхідно виконувати згідно з Положенням про профілактичне обслуговування та ремонт рухомого складу автомобільного транспорту, Правилами технічної експлуатації рухомого складу автомобільного транспорту, Правилами охорони праці на автомобільному транспорті.</p> <p>Профілактичне обслуговування та ремонт / ПО і Р/ т/з проводиться на спеціально відведених дільницях /постах/, які оснащені необхідним устаткуванням, пристроями, інструментом, приладами згідно з нормативно-технологічною документацією.</p> <p>Розташування постів ПО і Р, відстань між автомобілями, що установлені на цих постах, а також між автомобілями і конструкціями будівель повинні відповідати нормам технологічного проектування /основні відстані наведені в правилах ОП на АТП.</p> <p>Установлювати автомобілі в кількості, що перевищує норму, порушувати спосіб розстановки, зменшувати відстань між т/з і елементами будівель забороняється.</p> <p>Виробниче устаткування і робочі місця слід розташовувати з урахуванням безпеки працюючих, зручності при виконанні технологічних операцій згідно з нормами технологічного проектування підприємств автомобільного транспорту.</p> <p>Робітники, які проводять ПО і Р т/з, агрегатів, вузлів та деталей, повинні забезпечуватись справним інструментом та пристроями, що відповідають вимогам безпеки, які були попередньо розглянуті.</p> <p>Пристрої та інструменти, необхідні для виконання робіт, повинні використовуватись за призначенням, їх, слід розміщувати у легкодоступних місцях таким чином, щоб виключалась можливість випадкового переміщення або падіння. Під час роботи устаткування не допускається його чищення, змащування або ремонт.</p> <p>Робочі місця, виконання робіт на яких пов'язано з небезпекою для працюючих, повинні позначатися знаками безпеки згідно з вимогами Технічного регламенту знаків безпеки і захисту здоров'я працівників.</p> <p>Для зняття, установлення, а в окремих випадках транспортування деталей, вузлів, агрегатів вагою більше 20 кг необхідно використовувати підйомні механізми, які обладнані спеціальними пристроями /захватами/.</p> <p>У приміщеннях, де виділяється пил або шкідливі речовини, робота повинна виконуватись при увімкнених загальній припливно-витяжній і місцевій вентиляціях. При виконанні робіт на автомобілях із працюючим двигуном повинні застосовуватись пристрої для відведення відпрацьованих газів. Відходи виробництва, відпрацьовані матеріали тощо повинні після кожної зміни прибиратися з робочого місця. Пролиті ЛЗР повинні бути негайно видалені. Прибирати робочі місця від пилу, ошурків, стружки, дрібних металевих обрізків дозволяється тільки щіткою. Забороняється здувати їх стиснутим повітрям.</p> <p>Пуск двигуна та зрушення автомобіля з місця, його в'їзд і виїзд з виробничих приміщень слід проводити за умови забезпечення безпеки людей. Забороняється знаходження сторонніх осіб на робочих місцях, де виконуються роботи з підвищеною небезпекою. Робітники повинні</p>

Продовження таблиці А.1

1	2	3
		<p>користуватись ЗІЗ; при роботі на оглядових канавах, підйомниках, естакадах - працювати у захисних касках.</p> <p>Безпека при перевірці технічного стану транспортних засобів, митті автомобілів, агрегатів, вузлів, деталей.</p> <p>У місцях виконання та під час виконання робіт з перевірки технічного стану т/з можуть мати місце такі основні НШВФ: - наїзди автомобілів на працівників; - падіння працюючих з буфера, підніжки, естакади, в оглядову канаву тощо; - падіння деталей, вузлів, агрегатів;- знижена температура повітря у холодний період року; - недостатня освітленість.</p> <p>Перевірку технічного стану при випуску т/з на лінію та поверненні їх з лінії необхідно проводити при непрацюючому двигуні та загальмованих колесах. Виняток - випробування гальм та рульового керування.</p> <p>Входити в оглядову канаву для перевірки технічного стану т/з та виходити з неї необхідно через тунель, розташований збоку від проїзду.</p> <p>Для огляду т/з при недостатньому освітленні необхідно користуватися переносним світильником, який відповідає вимогам безпеки, що були розглянуті раніше.</p> <p>На території КТП не повинно бути пролитих ПММ та льоду. У холодний період року температура повітря в оглядових канавах КТП повинна бути не нижче +16° С.</p> <p>Ворота КТП відчиняються тільки для в'їзду /виїзду/ автомобілів. Забороняється утримувати ворота відчиненими та проходження людей через них. Швидкість руху автотранспорту через КТП - не більше 10 км/год.</p> <p>Випробування гальм на ходу проводять на спеціально обладнаній площадці. Для регулювання гальм після їх перевірки необхідно зупинити автомобіль і виключити двигун. При випробуванні гальм на стенді необхідно вжити заходи, що виключають самовільне скочування автомобіля з валиків стенда.</p> <p>У місцях миття т/з, агрегатів, вузлів і деталей можуть мати місце такі основні НШВФ: - падіння працівників, а також падіння деталей, вузлів, агрегатів; - наїзди т/з на працівників; - термічні фактори /опіки гарячою рідиною, концентрованими лужними розчинами, полум'ям; - наявність у повітрі робочої зони шкідливих речовин; - підвищена відносна вологість повітря.</p> <p>Миття автомобілів, агрегатів, вузлів та деталей повинно проводитися у спеціально відведених приміщеннях або на відкритих площадках. Для миття та знежирення повинні застосовуватись негорючі суміші, пасти, розчинники та емульсії, а також ультразвукові та інші безпечні у пожежному відношенні установки.</p> <p>Підлога на постах миття повинна мати шорстку /рифлену/ поверхню. Робоче місце машиніста мийних машин при механізованому митті автомобілів повинне розташовуватися у водонепроникній кабіні. Перед в'їздом до приміщення механізованої мийки повинна бути обладнана світлова сигналізація, яка сповіщає, що дозволяється заїзд автомобілів на пост; Під час роботи механізованої мийки забороняється знаходитися на шляху руху автомобілів. Пост відкритого шлангового /ручного/ миття повинен розміщуватись в зоні, ізольованій від відкритих струмонесучих провідників та обладнання, що знаходяться під напругою.</p> <p>Миття деталей, які контактують з етилованим бензином, здійснюють тільки після нейтралізації відкладень тетраетилсвинцю. Концентрація лугових розчинів повинна бути не більше 2-5 %; після миття ними потрібне обов'язкове промивання гарячою водою. Забороняється</p>

Продовження таблиці А.1

1	2	3
		<p>застосовувати бензин та інші ЛЗР невідомого складу для протирання автомобілів, знежирення і миття деталей, вузлів і агрегатів.</p> <p>Безпека виконання обов'язкових робіт профілактичного обслуговування та ремонту.</p> <p>Основні НШВФ, які можуть мати місце при виконанні таких видів робіт: - падіння вивішених частин т/з; - падіння кузова автомобіля-самоскида при обслуговуванні та ремонті гідропідйомника;- падіння перекидної кабіни вантажного автомобіля;- падіння деталей, вузлів, агрегатів, інструменту; - падіння працюючих; - наїзд автомобіля; - термічні фактори, в т.ч. пожежі; осколки металу, що відлітають; - наявність у повітрі робочої зони шкідливих речовин; - недостатнє освітлення; знижена температура повітря у холодний період року.</p> <p>Автомобіль на оглядовій канаві повинен бути установлений так, щоб був вільним не тільки основний, а й запасний вихід.</p> <p>Вїзд - виїзд у приміщення і постановка автомобілів на пости ПО і Р здійснюється з дозволу та під керівництвом відповідальної особи - майстра чи начальника дільниці.</p> <p>Автомобілі, агрегати та деталі, що направляються на пости ПО і Р, повинні бути вимиті, очищені від бруду і снігу.</p> <p>При обслуговуванні автомобіля на підйомнику на пульті управління підйомником повинна бути вивішена табличка з написом «Підйомник не включати - працюють люди». Плунжер підйомника у робочому /піднятому/ положенні повинен надійно фіксуватися упором /штангою/що гарантує неможливість довільного опускання підйомника.</p> <p>У приміщеннях ПО і Р з потоковим рухом автомобілів обов'язкове улаштування сигналізації яка своєчасно попереджує працюючих на лінії обслуговування про момент початку руху автомобіля з поста на пост або про виїзд автомобіля. Переміщення здійснюється тільки після подання сигналу.</p> <p>Перед вивішуванням частини автомобіля підйомними механізмами /крім стаціонарних/ необхідно спочатку встановити т/з на рівній поверхні, зупинити двигун, загальмувати стоянкове гальмо, підставити під колеса, що не підіймаються, упорні колодки у автобуса перевірити стан опорної площадки кузова. Під вивішені частини т/з повинні бути встановлені підставки /козелки/ у місцях, вказаних в технологічній документації.</p> <p>У виконанні робіт, пов'язаних із зняттям та установленням агрегатів, повинні брати участь два слюсарі з ремонту автомобілів /або замість одного слюсаря - водії, після проходження відповідного інструктажу/.</p> <p>При підніманні перекидної кабіни, вона повинна бути надійно зафіксована. Забороняється підіймати кабіну з несправним запірним механізмом, упором-обмежувачем, страховим пристроєм.</p> <p>При виконанні робіт на висоті понад 1 м робітники повинні бути забезпечені і користуватися спеціальними помостами, естакадами, площадками або драбинами - стрем'янками. Застосовувати приставні драбини не дозволяється. Забороняється виконувати одночасно роботи в одній площині на декількох рівнях. При проведенні робіт на висоті інструмент, деталі чи матеріали повинні знаходитись у сумці або спеціальних ящиках.</p> <p>При використанні перекидача попередньо надійно укріплюють на ньому автомобіль, зливають паливо, охолоджувальну рідину, щільно закривають маслорозливну горловину двигуна, знімають акумуляторну батарею.</p>

Кінець таблиці А.1

1	2	3
		<p>Забороняється пуск двигуна автомобіля на постах ПО і Р працівникам, які не мають на це права. При включенні двигуна необхідно передбачати відведення вихлопних газів за межі приміщення.</p> <p>При необхідності виконання робіт під автомобілем, що перебуває поза межами оглядової канави, підйомника, естакади, робітники повинні забезпечуватися і користуватися лежаками.</p> <p>Для роботи попереду та позаду автомобіля і для переходу через оглядову канаву необхідно користуватися перехідними містками.</p> <p>Усі регульовальні роботи на двигуні, за винятком регулювання карбюратора та кута випередження запалювання, повинні проводитися при виключеному двигуні.</p> <p>При проведенні ремонту паливних баків, а також паливо проводів, через які може витікати паливо із баків, останні перед ремонтом повинні бути повністю звільнені від нього. Зливання палива здійснюється у місцях, що виключають можливість його загорання.</p> <p>Важкодоступні точки мащення необхідно змащувати за допомогою наконечників з гнучким шлангом або наконечників з шарнірами.</p> <p>При ПО і Р т/з забороняється:</p> <ul style="list-style-type: none"> - виконувати будь-які роботи на автомобілі, який вивішений тільки на одних підйомних механізмах; - підкладати під вивішені частини замість підставок диски коліс, цеглу та інші випадкові предмети; - установлювати домкрат на випадкові предмети або підкладати їх під плунжер домкрата; - знімати і ставити ресори на т/з без попереднього їх розвантаження від маси кузова шляхом його вивішування; - підіймати /вивішувати/ автомобіль за буксирні пристрої /гаки/ шляхом захоплення їх тросами, ланцюгами або гаком підйомного механізму; - підіймати /навіть короткочасно/ вантажі масою більше підйомності механізму; - знімати, установлювати та транспортувати агрегати при зчалуванні їх тросами або канатами без спеціальних захватів; - транспортувати агрегати на візках, не обладнаних пристроями, що запобігають їх падінню; - працювати без упору під піднятим кузовом автомобіля-самоскида, або використовувати замість упору випадкові підставки; - запускати двигун та переміщувати автомобіль при піднятому кузові. <p>Виконання робіт в ємностях /цистернах/ з-під небезпечних вантажів дозволяється тільки після проведення цільового інструктажу і оформлення наряд-допуску. Перед роботою ємність очищається від залишків цих речовин і заземлюється. Робітники повинні бути забезпечені спецодягом, шланговим протигазом, рятувальним поясом з мотузкою. При цьому один робітник виконує роботи в середині ємності і два помічники перебувають зовні.</p> <p>Зняті з автомобіля вузли й агрегати слід установлювати на спеціальні стійкі підставки, а довгі деталі - тільки на горизонтальні стелажі.</p>

Додаток Б

Фрагмент навчального посібника

§1. ПРИЗНАЧЕННЯ, БУДОВА ТА ПРИНЦИП РОБОТИ КРИВОШИПНО-ШАТУННОГО МЕХАНІЗМУ АВТОМОБІЛЯ

Основне призначення кривошипно-шатунного механізму – перетворювати зворотно-поступальний рух поршня в обертальний рух колінчастого валу. Функція для автомобільного двигуна дуже важлива – адже кінцева ланка будь-якого автомобіля, його рушій – колесо переміщає позначений транспортний засіб за допомогою обертального руху.



— **Кривошипно-шатунний механізм** (варіант наближений до пол. Кóрбово-гонкóвий механізм: пол. *Mechanizm korbowy*) — механізм, в якому взаємодіють між собою три елементи: кривошип, шатун і повзун (найчастіше ним є поршень). Корба виконує обертальний рух, повзун — рух вертально-поступальний.

Оскільки в тепловому двигуні усі деталі і вузли, що становлять кривошипно-шатунний механізм, працюють в умовах високих температурних і механічних навантажень, до їх конструкції пред'являються відповідні вимоги, що визначають їх надійність і працездатність. Від виконання цих вимог багато в чому залежить надійність і прийнятний ресурс двигуна в цілому.

До кривошипно-шатунного механізму (КШМ) двигуна пред'являють наступні вимоги:

- висока міцність і жорсткість;
- корозійна і механічна зносостійкість;
- мінімальна маса;
- щільна посадка поршня в циліндрі;
- урівноваженість деталей, що обертаються.

Окрім дотримання вимог, що обумовлюють працездатність деталей КШМ, цей механізм, як і усі інші механізми автомобіля, має бути виконаний конструктивно так, щоб забезпечити зручність його ремонту і обслуговування.

Це забезпечується застосуванням практичних типів з'єднань деталей і раціональних конструкторських рішень, що дозволяють отримати доступ до будь-якої групи деталей або деталі КШМ при заміні, ремонті або обслуговуванні.

Усі деталі КШМ діляться на дві групи: нерухомі і рухомі. До нерухомих деталей (рисунок 1.1) відносяться корпус (картер і циліндри), голівка блоку циліндрів і піддон картера. Рухомими частинами КШМ є поршні з кільцями і поршневіми пальцями, шатуни, колінчастий вал і маховик (рис. 2).

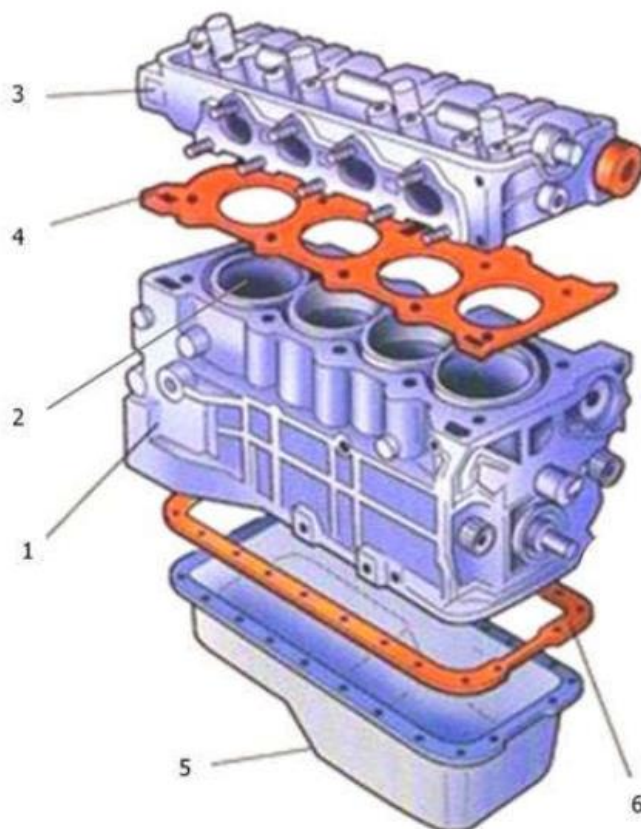


Рисунок 1 - Елементи кривошипно-шатунного механізму (нерухомі):

1 – блок-картер; 2 – циліндр; 3 – голівка циліндрів; 4 – прокладка голівки циліндрів; 5 – піддон картера; 6 – прокладка піддона картера

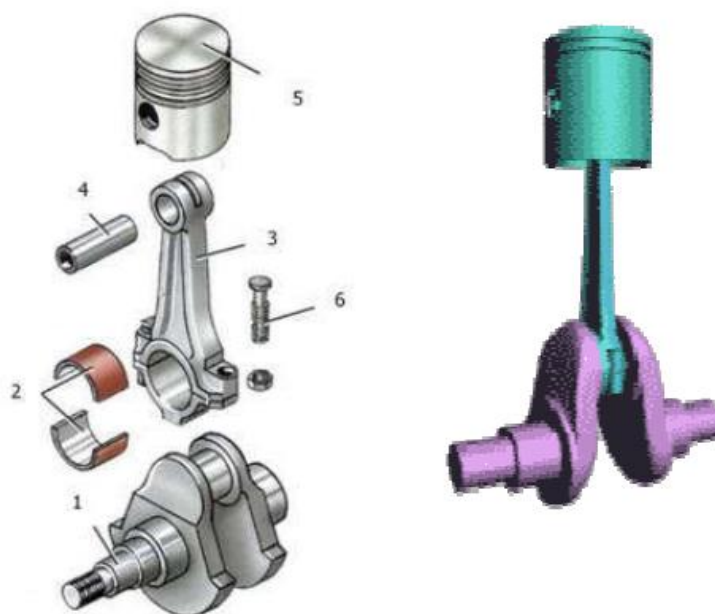


Рисунок 2 - Елементи кривошипно-шатунного механізму (рухомі) :

1 – кривошип колінчастого вала; 2 – вальниці (вкладиші); 3 – шатун; 4 – поршневий палець; 5 – поршень; 6 – болт кріплення кришки шатуна



Перші свідчення про застосування кривошипа знайдені ще в III столітті нашої ери, в Римській Імперії і Візантії в VI столітті нашої ери. Яскравим прикладом є пилорама з Ієраполіса, на якій був застосований колінчастий вал. Металевий кривошип був знайдений в римському місті Августа-Раурика на території сучасної Швейцарії. Як би то не було, запатентував винахід Джеймс Пакард в 1780 році, хоча свідчення його винаходу були знайдені ще в давнину.

Додаток В

Анкета якості навчального видання

Назва видання: «Кривошипно-шатунний механізм двигуна автомобіля»

Укладач: Банашко Тарас

Компоненти якості видання та їх оцінка

Назва компонента	Оцінка
1. Відповідність структури навчального видання його виду	
2. Відповідність програмі навчальної дисципліни	
3. Науковий рівень видання	
4. Актуальність на новизна навчального матеріалу	
5. Повнота та якість навчального матеріалу	
6. Систематичність, структурованість і логічна послідовність подачі матеріалу	
7. Доцільність та якість ілюстративного матеріалу	
8. Наявність методичного апарату видання (організація СРС, розвиток логічного мислення тощо)	
9. Повнота і якість дидактичного апарату (зміст, вступ, заключна частина, посилання на літературу)	
10. Дотримання вимог до оформлення видання	