

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Гуманітарно-педагогічний факультет

Кафедра технологічної та професійної освіти і декоративного мистецтва

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

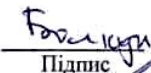
Дидактичне проектування навчального посібника

«Механізм газорозподілу двигуна автомобіля»

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

КРПО. 022155.00.00

Виконав: студент 2 курсу  
група ПОТМ-22-1

  
Підпис

Денис БОЛКУН

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 / Педагогіка  
Спеціальність 015.38 Професійна освіта  
Спеціалізація Транспорт  
Освітня програма «Професійна освіта. Транспорт (Обслуговування та ремонт автомобілів)»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Ірина АНДРОЩУК

01. 09 2023 р.

ЗАВДАННЯ  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Денису БОЛКУНУ  
(ім'я, прізвище)

1. Тема кваліфікаційної роботи Дидактичне проєктування навчального посібника «Механізм газорозподілу 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.

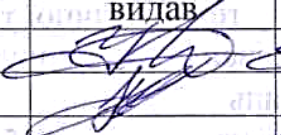
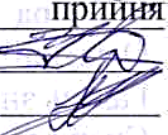
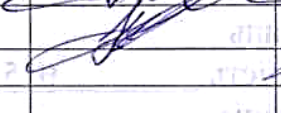
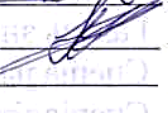
3. Вихідні дані до кваліфікаційної роботи робоча програма дисципліни «Технології (Автомобілі)»

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 «Механізм газорозподілу 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	Приміт
1	<i>Вступ</i>	<i>15.09.2023</i>	<i>виконс</i>
2	<i>1 розділ</i>	<i>4.10.2023</i>	<i>виконс</i>
3	<i>2 розділ</i>	<i>22.10.2023</i>	<i>виконс</i>
4	<i>Висновки, перелік посилань</i>	<i>19.11.2023</i>	<i>виконс</i>
5	<i>Проект навчального посібника</i>	<i>3.12.2023</i>	<i>виконс</i>
6	<i>Попередній захист</i>	<i>10-12.12.2023</i>	<i>виконс</i>
7	<i>Нормоконтроль</i>	<i>13-15.12.2023</i>	<i>виконс</i>
8	<i>Перевірка на плагіат</i>	<i>16-18.12.2023</i>	<i>виконс</i>
9	<i>Рецензування</i>	<i>19-26.12.2023</i>	<i>виконс</i>
10	<i>Захист</i>	<i>29.12.2023</i>	<i>вико</i>

Студент Болкун Денис БОЛКУН

(підпис)

Керівник роботи



(підпис)

Іван ГЕРНІЧЕНКО

## АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота на тему «Дидактичне проектування навчального посібника «Механізм газорозподілу двигуна автомобіля»» визначає та розглядає теоретичні аспекти дидактичного проектування, де обґрунтовано вибір педагогічних підходів та методів для ефективного навчання.

У роботі розглядається важливий аспект автомобільної техніки – механізм газорозподілу двигуна. Надається глибокий огляд основних компонентів цього механізму, його принципів роботи та впливу на продуктивність автомобіля.

Розроблено макет навчального посібника «Механізм газорозподілу двигуна автомобіля».

Кваліфікаційна робота виконана студентом спеціальності 015.38 Професійна освіта (Транспорт) кафедри технологічної та професійної освіти і декоративного мистецтва Хмельницького національного університету Болкуном Д. під керівництвом доцента кафедри Герніченка І.І.

Ключові слова: дидактичне проектування, навчальний посібник, структурування навчального матеріалу, інформаційне поле теми, засоби самоконтролю, механізм газорозподілу двигуна автомобіля.

Кваліфікаційна робота складає 108 сторінок, 7 таблиць, 11 рисунків та літературних джерел в кількості 33.

## Зміст

ВСТУП.....	6
1 ПРОЄКТУВАННЯ ОСНОВНОГО ТЕКСТУ НАВЧАЛЬНОГО ПОСІБНИКА ..	9
1.1 Формулювання очікуваних результатів навчання.....	9
1.2 Компонування інформаційного поля.....	15
1.3 Формування дидактичних одиниць навчального матеріалу.....	20
1.4 Розробка структурно-сислової моделі основного тексту посібника.....	22
2 РОЗРОБКА ЕЛЕМЕНТІВ МЕТОДИЧНОГО АПАРАТУ НАВЧАЛЬНОГО ПОСІБНИКА «МЕХАНІЗМ ГАЗОРОЗПОДІЛУ ДВИГУНА АВТОМОБІЛЯ»...	29
2.1 Визначення вимог та структури навчального посібника.....	29
2.2 Обґрунтування додаткового та пояснювального тексту посібника.....	40
2.3 Розробка апарату навчального посібника.....	47
2.4 Оцінювання якості зпроектованого посібника.....	66
ВИСНОВКИ.....	73
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.....	75
Додаток А – Зміст дидактичних одиниць.....	67
Додаток Б – Фрагмент навчального посібника.....	101

## ВСТУП

Завдання створення нових підручників та навчальних посібників для студентів є актуальним у зв'язку зі значущими змінами в освітньому процесі. Ці видання, як ключовий інструмент в освітньому процесі, відіграють важливу роль у визначенні напрямку інтелектуального розвитку студентів. Навчальні матеріали визначають не лише зміст освіти, а й сприяють формуванню критичного мислення, розвитку аналітичних здібностей та розширенню кругозору.

Підручники впливають на формування не лише технічних аспектів знань, але й важливих аспектів особистісного розвитку студентів. Вони створюють зручний контекст для оволодіння матеріалом, сприяють виробленню навичок самостійної роботи, а також активізують інтерес студентів до вивчення предмету.

Позитивний вплив підручників на академічний успіх студентів полягає не лише у передачі інформації, а й у створенні стимулів для активного і плідного вивчення навчального матеріалу. Такий підхід сприяє глибокому засвоєнню теми, розвитку критичного мислення та вміння аналізу.

Однак, крім змістовної сторони, важливо також враховувати дидактичні особливості підручника, включаючи структуру, послідовність матеріалу, наочність викладу та наявність практичних завдань для самоперевірки. Це сприяє оптимальному сприйняттю та засвоєнню знань студентами.

Сучасний швидкоплинний технічний прогрес у сфері автомобільної індустрії вимагає постійного удосконалення підготовки фахівців. У цьому контексті, дидактичне проектування навчальних посібників виявляється ключовим елементом, спрямованим на забезпечення ефективного вивчення складних аспектів автомобільної техніки [8]. Даний дослідницький проект спрямований на створення навчального посібника з теми «Механізм газорозподілу двигуна автомобіля».

Мета цієї кваліфікаційної роботи полягає в розробці та обґрунтуванні дидактичного проекту для навчального посібника, спрямованого на систематичне та доступне вивчення механізму газорозподілу двигуна автомобіля. Орієнтований на студентів технічних спеціальностей та майбутніх фахівців

автомобільної галузі, посібник покликаний полегшити їхнє розуміння та опанування цієї ключової технічної теми.

Об'єктом дослідження є навчальний процес, спрямований на вивчення механізму газорозподілу двигуна автомобіля. Предмет дослідження охоплює всі аспекти, пов'язані зі створенням, розробкою та впровадженням навчального посібника з даної теми з метою поліпшення процесу навчання та розуміння майбутніми фахівцями автомобільної галузі.

Основні завдання цього дослідження включають:

- 1) формування дидактичних одиниць навчального матеріалу основного тексту посібника;
- 2) побудова структурно-сислової моделі основного тексту навчального посібника;
- 3) обґрунтування методичного апарату посібника «Механізми керування автомобілем»;
- 4) розробка макету навчального посібника «Механізми керування автомобілем».

У процесі дослідження були використані наступні методи:

- 1) аналіз психолого-педагогічної літератури: основний акцент роботи був зроблений на аналізі наукових та методичних джерел, що стосуються проблеми проектування змісту навчання студентів у сфері будови автомобіля та розробки навчально-методичного забезпечення дисциплін.
- 2) абстрагування та конкретизація при проектуванні змісту навчання: використовувалися методи абстрагування та конкретизації для уточнення та структурування матеріалу при проектуванні змісту навчання.
- 3) формулювання принципів та загальної логіки проектування: здійснювалося формулювання принципів та визначення загальної логіки для ефективного проектування та розробки процедур освітнього процесу.

Для досягнення поставлених завдань використано широкий спектр методів, таких як аналіз літератури, класифікація, систематизація теоретичних даних, системний аналіз, структурування, логічне узагальнення. Ці методи

сприяли не лише отриманню інформації, а й формуванню структурно-сислової моделі навчального матеріалу та розробці конкретних висновків.

## ПРОЄКТУВАННЯ ОСНОВНОГО ТЕКСТУ НАВЧАЛЬНОГО ПОСІБНИКА

Формулювання очікуваних результатів навчання.

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.

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

Проектування результатів навчання з теми «Механізм газорозподілу двигуна автомобіля» передбачає визначення чітких та досяжних цілей, які студент повинен досягти після вивчення матеріалу [13].

Основні етапи цього процесу включають:

- 1) визначення очікуваних результатів – це передбачає чітке визначення того, що студент повинен знати, розуміти та вміти виконувати після завершення навчання. Наприклад, це може включати розуміння принципів роботи

газорозподільного механізму, здатність визначати його основні компоненти та виконання технічного обслуговування.

- 2) формулювання ключових компетенцій – визначення основних навичок та компетенцій, які студент має опанувати, таких як аналіз та діагностика проблем газорозподільного механізму, ремонт чи заміна його елементів.
- 3) адаптація до цільової аудиторії – врахування особливостей студентів, їх рівня підготовки та потреб для оптимального пристосування навчального процесу.
- 4) використання активних методів навчання – залучення інтерактивних та практичних методів, таких як лабораторні роботи, віртуальні симуляції, демонстрації та групові проєкти, для забезпечення більш ефективного засвоєння матеріалу.
- 5) оцінювання та перевірка результатів – розробка системи оцінювання, що дозволяє ефективно оцінювати досягнення студентів та коригувати процес навчання за необхідності.

Проєктування результатів навчання має на меті створення програми, яка сприятиме не лише засвоєнню теоретичних знань, а й розвитку практичних вмінь та готовності студентів до вирішення реальних завдань пов'язаних із темою.

В педагогічній науці досягнення цілей зазвичай вимагає використання різноманітних педагогічних методів та стратегій, орієнтованих на конкретні потреби та характеристики учнів [14]. Далі наведено декілька таких підходів:

- 1) планування та організація уроків – ретельне планування уроків, враховуючи вікові, індивідуальні та когнітивні особливості учнів, сприяє ефективному викладанню та досягненню цілей.
- 2) використання різноманітних методів та засобів – педагоги використовують різноманітні методи, такі як лекції, групова робота,

практичні вправи, використання технологій тощо, для забезпечення різнобічності та доступності матеріалу.

- 3) особистісно-орієнтовані підходи – врахування індивідуальних особливостей учнів та створення сприятливого середовища для їхнього розвитку.
- 4) ефективне використання засобів оцінювання – регулярне оцінювання забезпечує взаємодію між вчителем і учнями, сприяє корекції процесу навчання та виявленню досягнень та слабкостей.
- 5) створення системи мотивації – залучення учнів шляхом створення цікавих та стимулюючих завдань, використання позитивного підходу до похвали та визнання успіхів.

Ці підходи можуть комбінуватися в залежності від конкретних завдань, учнів та предмета навчання, створюючи індивідуально адаптовані методики для досягнення педагогічних цілей [15].

Професія слюсаря з ремонту автомобілів відіграє важливу роль у забезпеченні функціональності та безпеки автотранспортних засобів. Основна

робота цих фахівців пов'язана із діагностикою, обслуговуванням та ремонтом автомобільних систем та агрегатів.

Відповідно до робочої програми навчальної дисципліни «Автомобілі», учні, які навчаються за програмою робітничої професії «слюсар з ремонту автомобілів», мають наступні обов'язки:

- 1) діагностика і виявлення несправностей – слюсар автомобільного ремонту використовує різноманітні методи та інструменти для визначення причин поломок або несправностей в автомобільних системах.
- 2) ремонт та заміна деталей – відремонтувати чи замінити пошкоджені частини та агрегати автомобіля, такі як гальма, двигун, трансмісія, система охолодження тощо.
- 3) обслуговування та технічне обслуговування – виконання регулярних технічних оглядів, заміна оливи, фільтрів та інші роботи з планового обслуговування автомобілів.
- 4) використання технічних інструментів – володіння різноманітними інструментами та обладнанням, необхідним для проведення ремонтних та обслуговувальних робіт.
- 5) а також студенти професії «слюсар з ремонту автомобілів» мають відповідати наступним стандартам та вимогам:
- б) освіта та кваліфікація – більшість слюсарів з ремонту автомобілів мають технічну освіту, отриману в спеціалізованих автомобільних технічних

училищах або коледжах. Однак практичний досвід та професійна підготовка також є важливими.

- 7) безпека – фахівці повинні дотримуватися норм та вимог з безпеки під час виконання ремонтних робіт, використовуючи захисне обладнання і враховуючи високий рівень відповідальності.
- 8) оновлення знань – з урахуванням постійного розвитку автомобільної техніки, слюсарі повинні постійно оновлювати свої знання та вивчати нові технології.
- 9) вміння використовувати сучасні технічні системи – спроможність працювати з сучасними системами діагностики та обладнанням, такими як комп'ютерні програми для діагностики автомобілів.

Аналіз програми виявив, що результатом вивчення студентами теми «Механізм газорозподілу двигуна автомобіля» є:

- 1) знання принципів роботи – розуміння, як працює механізм газорозподілу, включаючи роботу впускних та випускних клапанів, розподільників, системи керування газорозподілом тощо.
- 2) визначення ключових компонентів – вміння визначати та описувати основні частини механізму газорозподілу, такі як клапани, розподільники, датчики тощо.
- 3) діагностика та вирішення проблем – здатність виявляти проблеми в роботі механізму газорозподілу, визначати їх причини та розробляти стратегії вирішення.
- 4) обслуговування та ремонт – знання про процедури обслуговування та можливості ремонту механізму газорозподілу, включаючи регулювання клапанів, заміну деталей тощо.
- 5) розуміння взаємодії з іншими системами – уміння розуміти, як механізм газорозподілу взаємодіє з іншими системами автомобіля, такими як система запуску, випускна система тощо.

б) безпека та екологія – свідомість про безпекові та екологічні аспекти роботи механізму газорозподілу, включаючи вплив на навколишнє середовище та важливість забезпечення безпеки експлуатації.

Ці навички та знання допомагають студентам, які навчаються за програмою робітничої професії «слюсар з ремонту автомобілів», ефективно розуміти, обслуговувати та вирішувати проблеми, пов'язані з механізмом газорозподілу двигуна автомобіля [3; 13-25].

Узагальнено результати навчальної діяльності студентів з теми «Механізм газорозподілу двигуна автомобіля» подано у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Результати навчання з теми «Механізм газорозподілу двигуна автомобіля»

Дидактична ціль	Дидактичні навчальні задачі
Уміти:	Знати:
Розуміння принципів роботи механізму газорозподілу	Опис роботи впускних та випускних клапанів. Розуміння функції розподільників та їхню взаємодію з клапанами.
Визначення ключових компонентів механізму газорозподілу	Визначення та опис клапанів, розподільників, системи керування газорозподілом. Розрізнення між випускною та впускною стороною.
Діагностика та вирішення проблем механізму газорозподілу	Виявлення симптомів та можливих несправностей. Аналіз причин та визначення стратегій вирішення проблем.
Обслуговування та ремонт механізму газорозподілу	Опис процедур обслуговування, включаючи регулювання клапанів. Знання та навички щодо заміни деталей механізму.
Розуміння взаємодії механізму газорозподілу з іншими системами автомобіля	Вивчення взаємозв'язку з системою запуску. Розуміння взаємодії із випускною системою.

Таблиця 1.1. показує, які результати навчання повинні досягатись студентами, які навчаються за програмою робітничої професії «слюсар з ремонту

автомобілів», під час вивчення теми «Механізм газорозподілу двигуна автомобіля».

### Компонування інформаційного поля

Розробка навчального посібника на тему: «Механізм газорозподілу двигуна автомобіля» потребує компонування інформаційного поля, що виконується за допомогою порівняльного аналізу навчальних підручників. За робочою

програмою навчальної дисципліни «Автомобілі» було визначено основні літературні джерела:

- 1) Підручник з будови автомобіля. Видавництво «Моноліт», Харків, 2022.
- 2) Дяченко В. Г. Двигуни внутрішнього згоряння. Підручник. Друкарня НТУ «ХП», Харків, 2008.

Показники якості навчальних джерел можуть включати різноманітні аспекти, які визначають їхню ефективність та придатність для навчання. Якість навчальних джерел може залежати від конкретного контексту та потреб читачів.

Аналіз навчальних матеріалів здійснюється з використанням трьох категорій показників (Таблиця 1.2) [3].

Таблиця 1.2 – Показники якості навчальних джерел

№ з/п	Найменування показника	Кі
1	2	3
Група I – Наявність діагностично висунутої мети		
1	Перелік спеціальностей, для яких призначено підручник	1
2	Перелік рівнів засвоєння матеріалу, що вивчається	1
3	Наявність назначеної мети перед кожним розділом	1
4	Наявність структури підручника	1
5	Наявність рекомендацій по його використанню	1
Група II – Дидактична обробка змісту		
6	Повнота відображення матеріалу, який вивчається	3
7	Наявність та відображення логічної структури матеріалу, який вивчається	3
8	Послідовність та логічність	3
9	Відображення сучасних досягнень розвитку науки і техніки	3
10	Зв'язок викладення з практикою	3
11	Відповідність визначень і термінів загальноприйнятих в базових дисциплінах	2
12	Рівномірність розподілу навчального матеріалу	2
13	Доступність викладу	3
14	Наочність	2

Кінець таблиці 1.2

Група III – Дидактичні принципи та організація структури підручника		
15	Наявність вказівок до самостійної роботи за кожним розділом	3
16	Наявність завдань та вправ з прикладами їх розв'язання та методичними вказівками	3
17	Наявність завдань для самостійного розв'язання	2
18	Наявність тестів самоперевірки та критеріїв оцінки відповідей за ними	3

Перша група показників якості оцінює наявність чітко визначеної діагностичної мети та включає в себе: перелік спеціальностей, для яких призначений підручник, і рівні засвоєння матеріалу; визначення мети перед кожним розділом та загальна структура підручника; надання рекомендацій щодо його використання.

Друга група охоплює дидактичну обробку змісту і включає в себе: повноту відображення вивченого матеріалу; відображення логічної структури представленого матеріалу; логічність та послідовність викладу, врахування сучасних досягнень у галузі науки і техніки; практичне застосування навчального матеріалу; відповідність визначень і термінів, що є загальноприйнятими у базових дисциплінах; рівномірний розподіл матеріалу; доступність викладу та наочність.

Третя група, яка оцінює дидактичні принципи та організацію структури підручника, включає: наявність вказівок для самостійної роботи після кожного розділу; наявність завдань і вправ з прикладами їх розв'язання та методичними вказівками; завдань для самостійного вирішення; наявність тестів для самоперевірки та критеріїв оцінки відповідей до них.

Визначення загальної суми балів для кожного навчального підручника проводиться за формулою:

$$K_i \cdot P_{ig} \quad (1.1)$$

де  $K_i$  – коефіцієнт значущості  $i$ -го показника якості в  $g$ -му навчальному підручнику (посібнику);

– оцінка реалізації  $i$ -го показника якості в  $g$ -му навчальному підручнику

(посібнику), порівняльний аналіз навчальних підручників (посібників) за кожним показником виконується по п'ятибальній шкалі.;

– кількість показників [3].

Оцінювання обраних джерел інформації за показниками якості представлено в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Оцінювання якості навчальних джерел з дисципліни

№ з/п	Найменування показника	[1]			[2]		
		$K_i$	$P_{ig}$	$N_{ig}=K_i \cdot P_{ig}$	$K_i$	$P_{ig}$	$\frac{N_{ig}=K_i \cdot P_{ig}}{P_{ig}}$
<i>Група I – Наявність діагностично висунутої мети</i>							
1	Перелік спеціальностей, для яких призначено підручник	1	5	5	1	5	5
2	Перелік рівнів засвоєння матеріалу, що вивчається	1	4	4	1	3	3
3	Наявність назначеної мети перед кожним розділом	1	2	2	1	2	2
4	Наявність структури підручника	1	5	5	1	4	4
5	Наявність рекомендацій по його використанню	1	2	2	1	4	4
	$\sum I$			18			18
<i>Група II – Дидактична обробка змісту</i>							
6	Повнота відображення матеріалу, який вивчається	3	5	15	3	5	15
7	Наявність та відображення логічної структури матеріалу, який вивчається	3	4	12	3	5	15
8	Послідовність та логічність	3	5	15	3	5	15
9	Відображення сучасних досягнень розвитку науки і техніки	3	4	12	3	4	12
10	Зв'язок викладення з практикою	3	5	15	3	5	15
11	Відповідність визначень і термінів загальноприйнятих в базових дисциплінах	2	4	8	2	4	8
12	Рівномірність розподілу навчального матеріалу	2	5	10	2	4	8

Кінець таблиці 1.3

13	Доступність викладу	3	5	15	3	5	15
14	Наочність	2	4	8	2	4	8
	$\sum$ II			110			111
<i>Група III – Дидактичні принципи та організація структури підручника</i>							
15	Наявність вказівок до самостійної роботи за кожним розділом	3	2	6	3	0	0
16	Наявність завдань та вправ з прикладами їх розв'язання та методичними вказівками	3	2	6	3	0	0
17	Наявність завдань для самостійного розв'язання	2	2	4	2	0	0
18	Наявність тестів самоперевірки та критеріїв оцінки відповідей за ними	3	2	6	3	0	0
	$\sum$ III			22			0
	$\sum$ заг.			150			139

За результатами оцінювання ми вибрали книгу №1, яка набрала більшу кількість балів та в якій виклад матеріалу є логічним і послідовним.

Після аналізу навчальних джерел починаємо формувати інформаційне поле.

Інформаційне поле представляє собою відібраний матеріал з теми, який, після дидактичного опрацювання, стає основним текстом навчального посібника. Формування інформаційного поля відбувається не лише на основі вибраного

підручника; до нього також додається інформація з інших джерел для більш повного викладу матеріалу.

Це важливо для забезпечення ефективного вивчення матеріалу учнями, а також для поліпшення їх сприйняття, усвідомлення, розуміння та запам'ятовування.

Окрім наведених вище підручників [1-2], як інформаційне поле було використані такі літературні джерела: [3-23, 28-33].

### Формування дидактичних одиниць навчального матеріалу

На основі створеного інформаційного поля теми «Механізм газорозподілу двигуна автомобіля» було виділено основні структурні елементи змісту теми – дидактичні одиниці.

Дидактичні одиниці – це частини навчального матеріалу, які визначають певний фрагмент інформації, предмет занять чи конкретне завдання з метою досягнення певної освітньої мети. Однією з основних функцій дидактичних одиниць є організація і структурування матеріалу для оптимальної передачі знань та навичок студентам чи учням [3].

Дидактичні одиниці можуть бути різних рівнів складності та включати в себе конкретні теми, підрозділи, завдання, уроки або лекції. Вони спрямовані на послідовну та логічну передачу матеріалу, що допомагає зрозуміти та вивчати

нові знання ефективніше. Використання дидактичних одиниць є важливою складовою процесу викладання та навчання у різних освітніх контекстах.

З метою відбору інформації з дисципліни складається перелік її основних понять відповідно до робочої програми.

Основними поняттями, які студенти повинні засвоїти з теми «Механізм газорозподілу двигуна автомобіля» є :

- 1) призначення, загальна будова та принцип роботи газорозподільного механізму;
- 2) будова та робота механізмів та деталей газорозподільного механізму;
- 3) несправності і технічне обслуговування клапанного механізму газорозподілу.

На базі аналізу літератури [1-23, 28-33], укладено інформаційне поле даної теми та виділено дидактичні одиниці:

ДО1 Призначення газорозподільного механізму та його типи

ДО2 Типи клапанних механізмів залежно від розміщення клапанів та розподільного валу, їх будова і робота

ДО3 Конструктивні параметри механізму газорозподілу та його фази.

ДО4 Клапани, їх конструкція і умови роботи

ДО5 Напрямна втулка

ДО6 Сідло клапана

ДО7 Клапанні пружини, їх призначення, кількість та способи кріплення

ДО8 Механізм обертання клапана

ДО9 Розподільний вал, його призначення, будова та матеріал

ДО10 Привод розподільного валу

ДО11 Штовхачі та їх типи

ДО12 Натискні важелі і штанги

ДО13 Несправності клапанного механізму газорозподілу

ДО14 Технічне обслуговування клапанного механізму газорозподілу

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

## Розробка структурно-сміслової моделі основного тексту посібника

Для того, щоб перетворити скомпоноване в розділі 1.3 та поділене на дидактичні одиниці інформаційне поле в текст навчального посібника, необхідно побудувати його структуру, здійснити структурування. У дидактичному та методичному контексті структурування – це процедура, за допомогою якої складові елементи змісту навчального матеріалу (поняття, закони, ідеї, принципи, способи їх передачі учням та відповідні дії здобувачів освіти стосовно їх засвоєння) організовано в певних взаємозв'язках та відносинах, що відображають принципи дидактики: послідовність та перспективу, науковість, інтеграцію понять і законів, етапність формування загальних, інтегральних та спеціальних (фахових) компетентностей.

Суть процесу структурування полягає в ідентифікації системи смислових зв'язків між елементами змісту навчальної дисципліни (розділу, модуля, теми) і розміщенні навчального матеріалу у такій послідовності, яка впливає з цієї системи взаємозв'язків. Цей процес структурування відповідає на питання щодо того, як повинна бути організована структура змісту і яка послідовність засвоєння елементів цими учнями. З точки зору структурування змісту навчального посібника це означає визначення основних параграфів та порядку їх вивчення відповідно до логічних зв'язків між ними.

Конструювання структурно–сміслової моделі навчального посібника «Механізм газорозподілу двигуна автомобіля» відбувається з використанням графоаналітичного методу структурування [19]. Процес побудови цієї моделі включає кілька етапів. Перший етап включає формування множини понять, яке вже було завершено в попередньому розділі роботи, де ми розділили інформаційне поле теми на 16 дидактичних одиниць.

На другому етапі відбувається створення графа взаємозв'язків між дидактичними одиницями. При цьому, ставиться умовне запитання: «Чи необхідно учневі для вивчення, наприклад, ДО5, знати матеріал ДО2?». Якщо відповідь

позитивна, то на графі вказується стрілкою зв'язок в напрямку від ДО2 до ДО5. Це свідчить про те, що ДО2 є базовою, забезпечуючи вивчення ДО5. Подібно аналізуємо зв'язки між усіма іншими дидактичними одиницями. Це, в сутності, є основним етапом структурування, оскільки правильність встановлення зв'язків визначає логічний порядок викладу основного тексту навчального посібника.

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

Далі проводиться аналіз графу для виявлення в ньому замкнених контурів і автономних вершин. Ці явища слід уникати, оскільки у першому випадку група дидактичних одиниць взаємно впливає одна на одну, і невизначено, яку з них слід вивчати першою. У другому випадку дидактична одиниця не має логічного зв'язку з іншим навчальним матеріалом, і є сумнів щодо доцільності її включення в зміст навчального посібника. У даному випадку «автономні вершини» і «замкнені контури» в графі відсутні, тому переходимо до побудови матриці зв'язків між дидактичними одиницями (таблиця 1.4.). Розмірність цієї матриці у даному випадку – 14 на 14 елементів.

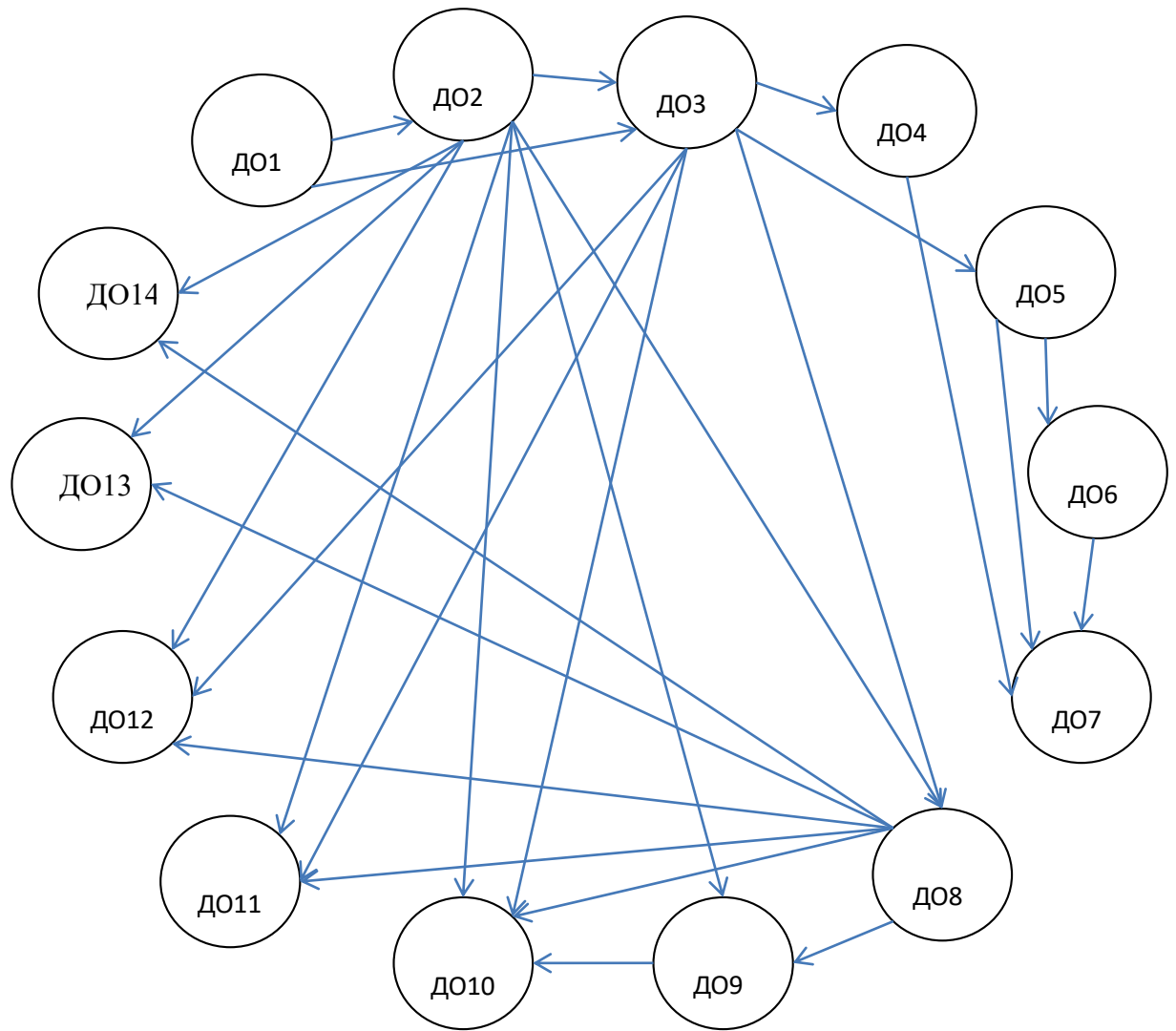


Рисунок 1.1 – Граф взаємозв’язків між дидактичними одиницями

Заповнення клітин матриці виконується наступним чином: якщо для вивчення дидактичної одиниці ДО2 необхідно знання дидактичної одиниці ДО1, то на перетині першого рядка і другого стовпця ставиться одиниця, у протилежному випадку – нуль.

Далі потрібно підсумувати окремо кожен рядок матриці і отримане число дописати в стовпець праворуч та підсумувати окремо кожен стовпець матриці і отримане число дописати в рядок знизу.

Таблиця 1.4 – Матриця зв’язків між дидактичними одиницями навчального матеріалу посібника «Механізм газорозподілу двигуна автомобіля».

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	W <sub>b</sub>
1		1	1												2
2			1					1	1	1	1	1	1	1	8
3				1	1			1		1	1	1			6
4							1								1
5						1	1								1
6							1								1
7															0
8									1	1	1	1	1	1	6
9										1					1
10															0
11															0
12															0
13															0
14															0
W <sub>a0</sub>	0	1	2	1	1	1	3	2	2	4	3	3	2	2	Шар 0
W <sub>a1</sub>		0	1	1	1	1	3	2	2	4	3	3	2	2	Шар 1
W <sub>a2</sub>			0	1	1	1	3	1	1	3	2	2	1	1	Шар 2
W <sub>a3</sub>				0	0	1	3	0	1	2	1	1	1	1	Шар 3
W <sub>a4</sub>						0	1		0	1	0	0	0	0	Шар 4
W <sub>a5</sub>							0			0					Шар 5

Ці суми в стовпці і рядку показують кількість вихідних і вхідних зв'язків для кожної вершини графа, а самі отримані рядки і стовпці утворюють вектори W<sub>a</sub> (вектор-рядок) і W<sub>b</sub> (вектор-стовпець), розмірність яких дорівнює кількості рядків або кількості стовпців матриці взаємозв'язків.

Далі розкладаємо вектор W<sub>a</sub> на шари. Позначимо ці вектори через V(z), де z – номер шару (z ≥ 0). Розмірність цих векторів визначається в процесі розкладання вектору W<sub>a</sub> на шари. В якості нульового шару береться вектор V(0) = (ДО1). Елементами вектору є поняття з індексами, рівними номерами тих стовпців матриці, які відповідають нульовим елементам вектору W<sub>a0</sub>. Перший шар будується згідно з формулою:

$$W_{a1} = W_{a0} - W_{b1} \quad (1.2)$$

де  $Wa_1$  – допоміжний вектор для побудови першого шару,  $Wb_1$  – вектор, рівний 1-му рядку матриці взаємозв'язків (номери рядків матриці відповідають номерам нульових елементів вектору  $Wa$ ).

Таким чином,  $V(1) = (DO_2)$ . Елементами вектору є поняття з індексами, рівними номерами тих стовпців матриці, які відповідають нульовим елементам вектору  $Wa_1$ .

Для побудови наступних шарів використовується формули, аналогічні (2.1):

$$\begin{aligned}Wa_2 &= Wa_1 - Wb_2; \\Wa_3 &= Wa_2 - Wb_3; \\Wa_4 &= Wa_3 - Wb_4 - Wb_5 - Wb_8; \\Wa_5 &= Wa_4 - Wb_6 - Wb_9 - Wb_{11} - Wb_{12} - Wb_{13} - Wb_{14}.\end{aligned}\tag{1.3}$$

Виконавши таким чином роботу, ми змогли розбити всю множину дидактичних одиниць навчального матеріалу на 6 шарів:

Шар 0:  $V(0) = (DO_1)$ ;

Шар 1:  $V(1) = (DO_2)$ ;

Шар 2:  $V(2) = (DO_3)$ ;

Шар 3:  $V(3) = (DO_4, DO_5, DO_8)$ ;

Шар 4:  $V(4) = (DO_6, DO_9, DO_{11}, DO_{12}, DO_{13}, DO_{14})$ ;

Шар 5:  $V(5) = (DO_7, DO_{10})$ .

На базі отриманого результату будемо структурно-сміслову модель навчального матеріалу посібника «Механізм газорозподілу двигуна автомобіля» в шарово-паралельній формі (рисунок 1.2).

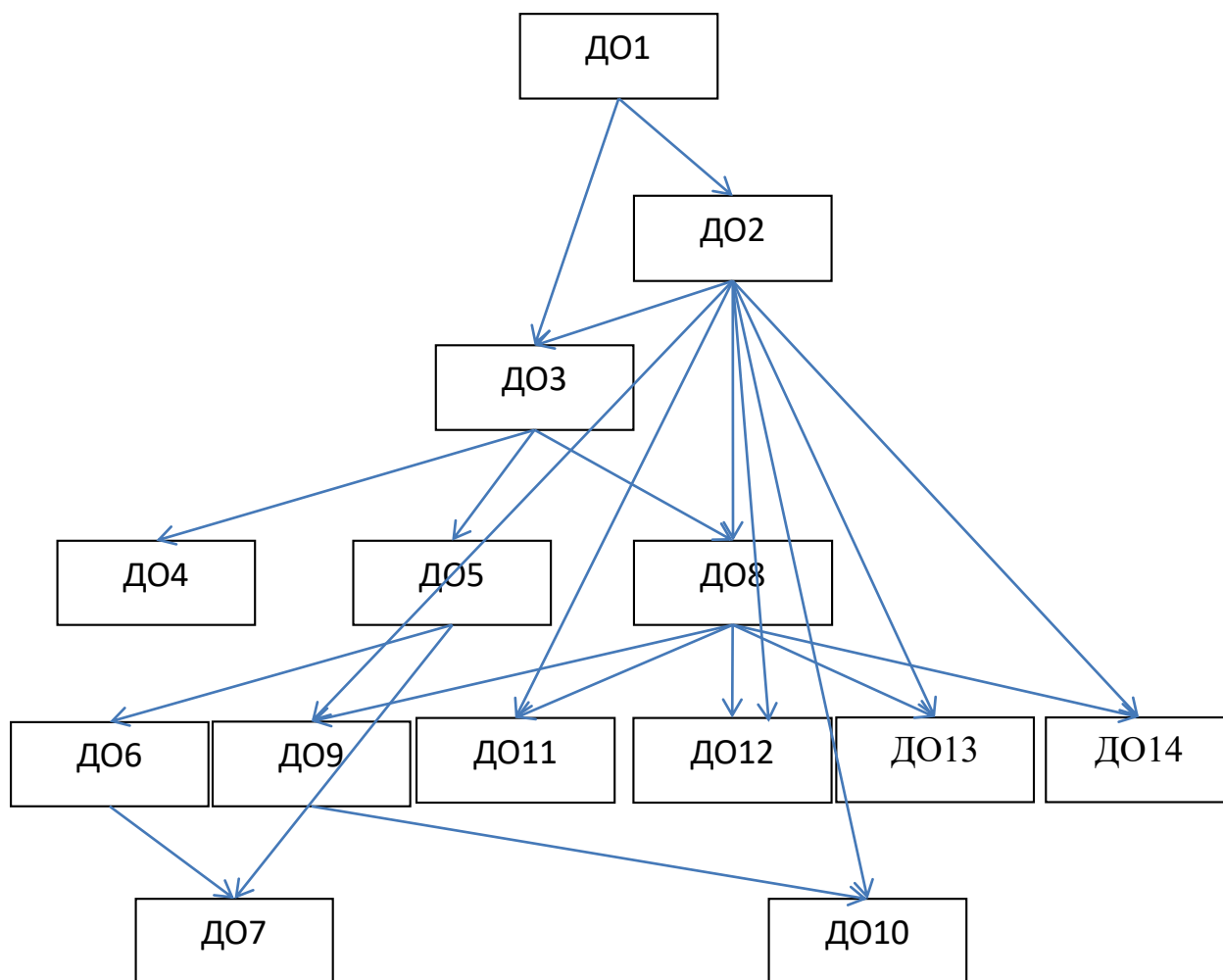


Рисунок 1.2 – Структурно–смысловая модель навчального матеріалу посібника  
«Механізм газорозподілу двигуна автомобіля»

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

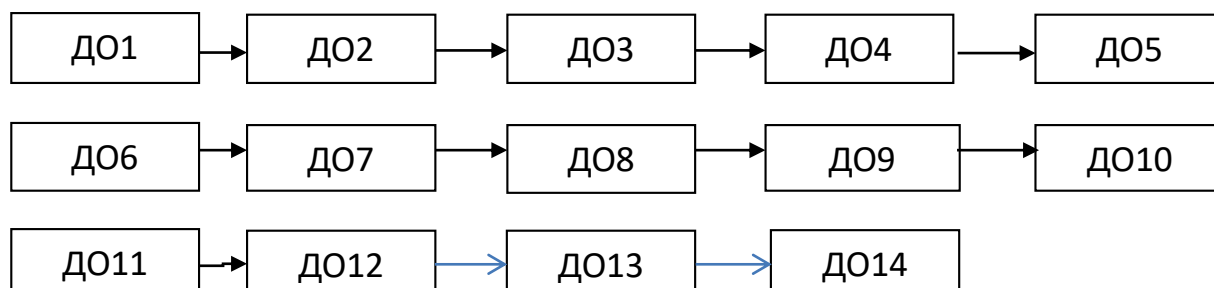


Рисунок 1.3 – Логічний ланцюжок оптимального викладу змісту теми «Механізм газорозподілу двигуна автомобіля»

Як видно з рисунку вона не відрізняється від прийнятої на початку проектування.

У першому розділі були визначені результати вивчення теми «Механізм газорозподілу двигуна автомобіля», організовано інформаційне поле, проведено визначення дидактичних одиниць основної частини тексту посібника, створена структурно-смілова модель та встановлена логічна послідовність викладення навчального матеріалу посібника.

## 2 РОЗРОБКА ЕЛЕМЕНТІВ МЕТОДИЧНОГО АПАРАТУ НАВЧАЛЬНОГО ПОСІБНИКА «МЕХАНІЗМ ГАЗОРОЗПОДІЛУ ДВИГУНА АВТОМОБІЛЯ»

Визначення вимог та структури навчального посібника

Оцінка діяльності навчального закладу включає в себе важливий показник – науково-методичне забезпечення кожного напрямку підготовки та спеціальності. Це включає в себе відповідну навчальну і наукову літературу, методологічні, дидактичні та методичні розробки, а також електронні засоби для навчання, які відповідають галузевим стандартам вищої освіти. Забезпечення навчально-методичної та інформаційної підготовки фахівців повинно враховувати сучасні можливості та вимоги до навчально-методичної літератури відповідно до конкретних навчальних дисциплін. У період реформування системи вищої освіти з особливою актуальністю важливим стає науково-методичне забезпечення, оскільки зменшується кількість аудиторних годин, а збільшується обсяг самостійної роботи студентів. Для ефективності самостійної роботи студентам важливо мати доступ до різноманітних видів навчальних видань [10].

Типологічна модель системи навчальних видань для закладів освіти має у своєму складі чотири групи видань, які диференційовані за функціональною ознакою, що визначає їх значення та місце в навчальному процесі. Цими виданнями є [21]:

програмно-методичні, які визначають мету й завдання, структуру, зміст дисциплін, обсяг матеріалу по окремих питаннях, послідовність їхнього розгляду. До програмно-методичних видань належать навчальні плани й навчальні програми.

навчальні – це підручники, навчальні посібники, конспекти лекцій, курси лекцій, тощо. Матеріал поданий таким чином, щоб той, хто навчається, мав можливість самостійно засвоювати текст видання.

навчально-методичні – це методичні вказівки, методичні рекомендації, що

містять матеріали з методики викладання навчальної дисципліни, виконання контрольних робіт, курсових і дипломних проєктів у вузах, по організації самостійної роботи студентів.

допоміжні видання – це практикуми, хрестоматії, збірники завдань та вправ, книги для читання, словники, атласи, енциклопедії, тощо.

Головна мета навчальних видань полягає в забезпеченні ефективного процесу навчання та успішному засвоєнні знань в умовах зростаючих вимог до підготовки та перепідготовки фахівців. Такі видання виділяються основними базовими характеристиками навчального видання, а саме науковістю, доступністю, систематичністю, лаконічністю та ясністю викладення, а також орієнтованістю на потреби студентів.

Місце відповідних навчальних дисциплін у системах підготовки фахівців цілі та завдання навчання а також особливості конкретного видання, що є засобом передачі навчально-наукової інформації визначає процес розробки, структуру і зміст навчального видання.

Важливими аспектами розробки навчальних видань є:

- 1) визначення ролі і місця навчальної дисципліни для підготовки фахівців, враховуючи освітньо-кваліфікаційні характеристики, освітньо-професійні програми, навчальні плани і час, відведений на її вивчення.
- 2) визначення обсягу знань і навичок, які студенти мають отримати під час вивчення попередніх дисциплін, для врахування формування структури видань.
- 3) встановлення характеру і обсягу знань, які студент повинен отримати під час вивчення дисципліни.
- 4) уникнення непотрібного повторювання навчального матеріалу, який вже був представлений в інших виданнях.

Ключовим засобом до реалізації навчального завдання та забезпечення технологіями вивчення предмету є композиція та апарат навчального видання. Розробка структури навчальних видань ґрунтується на інформаційних, дидактичних та педагогічних принципах, які є відображенням унікальних

аспектів навчального процесу – ціль, завдання, основний напрямок освоєння дисципліни та вплив на студента та його особистість.

Інформаційний зміст навчального видання реалізує систему знань і спрямований на вивчення предмету. Структура видання, яка є інформаційною системою, повинна точно містити відображення логіки предметної області та забезпечення повного викладення навчального матеріалу. Ця структура втілюється, перш за все, композиційно (структурно) у змісті навчальної літератури, враховуючи що основа побудови даного змісту є навчальною програмою. Теми навчальної дисципліни та її дидактичні одиниці становлять Основу предметної області навчального видання є темою навчальних дисциплін, що визначають структуру викладу матеріалу.

Дидактична система навчального видання є процесуальною і виконує роль забезпечення технології та динаміки освоєння навчального матеріалу. Мета структури цієї дидактичної системи є підпорядкування мети і завдання навчання, визначення маршрутів оволодіння матеріалу та розширення можливостей пов'язані із розвитком студента. Важливим є врахування закономірностей навчальної діяльності студентів, а саме віку, ступеню засвоєння матеріалу, психіко-дидактичних особливостей у сприйнятті інформації.

Роль педагогічної системи підручника полягає у спрямуванні та формуванні особистості учня. Педагогічна система та система знань забезпечує становлення інформаційної культури особистості, виступаючи її інформаційною, етичною та естетичною основою. Мета структури педагогічної системи – об'єднання та впорядкування всіх елементів навчального видання в гуманітарному контексті, втілюючи виховні функції освіти.

Навчальні видання розглядаються як основні засоби навчання, як головне джерело науково-дисциплінарних знань. Підручник є основною навчальною книгою по дисципліні. У ньому мають бути відображені базові знання навчальної дисципліни, які визначені Стандартами вищої освіти за спеціальностями.

Навчальний посібник випускається, як додаток до підручника. Посібник може охоплювати не всю навчальну дисципліну, а лише один, або декілька

розділів навчальної програми. Вміст навчального посібника в більшій мірі, аніж вміст підручника, відбиває актуальні проблеми й тенденції розвитку галузі.

Навчальний посібник – видання, яке частково чи повністю замінює або доповнює підручник, офіційно затверджений. Він затверджується Міністерством освіти і науки України, як нормативне видання з відповідним грифом.

У навчальні посібники дозволено впроваджувати спірні проблеми, демонструючи різні точки зору щодо проблеми. Читацька аудиторія посібника вужча, ніж читацька аудиторія підручника. Навчальні посібники призначені для

розширення, поглиблення й кращого засвоєння знань, передбачених навчальними програмами й поданими у підручнику.

При розробці композиції навчального посібника необхідно враховувати:

- 1) мету й завдання дисципліни, що вивчається;
- 2) структуру навчальної програми дисципліни;
- 3) специфіку предметної області дисципліни;
- 4) особливості освітніх технологій, які використовуються у навчальному процесі;
- 5) функціональні можливості всіх складових навчального видання: основної, додаткової і пояснювальної частин тексту, структурних елементів видання;
- 6) зв'язки між дисциплінами та внутрішні зв'язки у дисципліні;
- 7) закономірності пізнавальної діяльності студентів;
- 8) рівень підготовки студентів з даної галузі;
- 9) формування компетенції студентів.

Алгоритм розробки навчальних посібників включає в себе декілька важливих етапів.

- 1) визначити концепцію посібника, його основну мету й завдання, враховуючи головну функцію навчального предмета і характер його основних цільових структур навчального закладу.
- 2) обрати тип посібника в залежності від специфіки навчального предмета та вмінь, якими повинен оволодіти учень, структури знань, які повинен засвоїти, а також мети навчання в рамках навчального предмета.
- 3) визначити дидактичний обсяг навчального посібника, враховуючи виділений час, характер мети і змісту навчального предмета. Обсяг посібника повинен відповідати обсягу часу, визначеного навчальним планом і навчальною програмою для його вивчення.
- 4) виділити систему понять, які в певних навчальних елементах будуть доводитись до учнів, вичленити логічний зв'язок між ними, з'ясувати, які

знання і вміння інших навчальних предметів необхідні для засвоєння даного матеріалу.

- 5) визначити структурний поділ навчального посібника у такій послідовності: назва розділу (тематичний блок), назва розділу (тема), назва параграфа (підтема). Їх назви повинні бути сформульовані таким чином, щоб було зрозумілим, що є предметом навчання.
- б) упорядкувати матеріал у логічній послідовності, за якою він буде засвоюватися учнями: від простого – до складного, від часткового – до загального, від конкретного – до абстрактного і таке інше. Здійснити узагальнення, синтез основних відомостей і відносин між ними в рамках даного навчального елемента і обрати такі модельні варіанти, на яких буде

показано практичне застосування засвоєних знань, методів і видів діяльності при вирішенні задач теоретичного і практичного характеру.

- 7) розробити навчальні завдання для перевірки, закріплення і застосування знань, сформулювати конкретні запитання, завдання, вправи з допомогою яких повинен перевірятися рівень досягнення поставленої мети.
- 8) відібрати ілюстрації, розмістивши їх в логічній послідовності, визначити зміст, вид жанр і форму виконання кожної ілюстрації.
- 9) відібрати дидактичні прийоми і методи організації навчально–пізнавальної діяльності учнів, котрі б відповідали характеру визначеної мети.
- 10) визначити для посібника відповідні показники.

Структура навчального посібника може варіюватися залежно від його призначення, теми та виду. Однак загальна структура навчального посібника включає такі елементи:

- 1) зміст (перелік розділів і підрозділів з вказівкою сторінок);
- 2) вступ (короткий огляд теми, мета і завдання посібника);
- 3) основна частина (основна інформація, яка поділена на логічні частини та передається учням чи читачам, графічні зображення для кращого розуміння матеріалу);
- 4) вправи та завдання (завдання для вирішення студентами для закріплення знань (практичні завдання), запитання для самоперевірки);
- 5) пояснення термінів (словник чи пояснення основних термінів, які використовуються в посібнику);
- 6) література (список джерел, які використовувалися при створенні посібника);
- 7) додатки (додаткова інформація, яка може бути корисною для розуміння теми, зображення або матеріали, які допомагають в поясненні концепцій);
- 8) висновки (підсумки, в яких може бути наведено основні висновки та рекомендації);

Зміст навчального посібника містить заголовки рубрик, що з точністю повторюють заголовки в основній частині тексту. Вимоги до написання змісту навчального посібника включають:

- 1) логічність та систематичність – заголовки повинні бути структуровані та логічно впорядковані.
- 2) зрозумілість та доступність – заголовки мають бути зрозумілими для цільової аудиторії.
- 3) зміст має містити підзаголовки, як використовуються для полегшення навігації та швидкого знаходження необхідної інформації.

Вступ або передмова навчального посібника – це перший розділ або частина тексту, яка введе читача в зміст та основні аспекти навчального

посібника. Цей розділ має на меті зацікавити читача, пояснити мету та структуру посібника, а також підготувати його до освоєння основного матеріалу.

Вимогами до вступу є:

- 1) актуальність теми – зазначення того, чому дана тема є важливою та актуальною для читача. Пояснення, як вивчення цього матеріалу може бути корисним або зацікавити читача.
- 2) мета та завдання – формулювання основної мети та конкретних завдань, які будуть вирішуватися під час вивчення посібника. Це допомагає читачеві розуміти, чого він може очікувати від матеріалу.
- 3) структура посібника – короткий огляд головних розділів, тем, які будуть розглядатися у посібнику. Це надає читачеві орієнтацію в структурі та логіці подачі матеріалу.

Вступ є важливим етапом, оскільки він визначає контекст та очікування читача від навчального посібника.

Структура вступу характеризується аспектами, які становлять текст основної частини посібника та орієнтовані на предмет, і читацьку аудиторію навчального видання.

Вступ може мати у своєму складі два блоки інформації:

- 1) характеристику дисципліни або її розділу (історичні відомості, оцінка сучасного стану, тенденції й перспективи розвитку);
- 1) характеристику поданого підручника або його розділу (логіку побудови, особливості складу, можливості оволодіння дисципліною самостійно, тощо).

Передмова – складова всього видання, в якій пояснюються цілі і особливості змісту і побудови книги. Головна вимога: охарактеризувати місце і роль даного видання в навчальному процесі за даною спеціальністю і даним

навчальним предметом, а також особливості даного видання на відміну від тих, що вже є.

Передмова містить наступні аспекти:

- 1) мета (призначення) даного видання (для вивчення навчальної дисципліни, для практичних, лабораторних занять, для самостійної роботи учня);
- 2) читацька адреса (для студентів, викладачів, фахівців певної галузі);
- 3) основні відмінності від раніше випущених видань, особливості структури даного видання (ступінь новизни, повнота обхвату і глибина розробки матеріалу, особливості авторської концепції, структури видання);
- 4) методичні рекомендації з його використання;
- 5) загальна характеристика, особливості і правила ефективного використання навчального видання (структура посібника, наявність і особливості покажчиків, додатків);
- 6) відомості про авторів (обов'язково у разі колективного авторства) і написані ними розділи навчального видання;

Основний текст навчального посібника – це головна частина посібника, де подано основний матеріал для вивчення. Цей текст містить інформацію, яка

спрямована на досягнення цілей та завдань, визначених в посібнику. Основний текст включає в себе наступні елементи:

- 1) теоретичний матеріал – пояснення теоретичних концепцій, понять та принципів, пов'язаних з темою посібника.
- 2) практичні приклади – застосування теоретичних знань у практичних ситуаціях. Це може включати в себе вирішення завдань, приклади використання теоретичних положень у реальних сценаріях тощо.
- 3) вправи та завдання – задачі, які допомагають у закріпленні отриманих знань. Це можуть бути самостійні завдання, тести, практичні вправи тощо.
- 4) ілюстрації та графіка – графічні елементи, які допомагають зрозуміти та візуалізувати інформацію. Це можуть бути схеми, графіки, діаграми, малюнки тощо.

Основний текст є ключовою частиною навчального посібника, оскільки від нього залежить ефективність навчання та зрозуміння матеріалу студентами чи читачами.

Додатки є важливим засобом збагачення змісту навчальної книги. У вигляді додатків доцільно давати різні матеріали, що доповнюють або ілюструють основний текст. Додатки за своїм характером та змістом повинні стосуватися всієї книги в цілому або її окремих частин, а не окремих часткових питань. Не допускається включати додатки, що не мають безпосереднього відношення до теми книги.

Висновки навчального посібника – це розділ, в якому формулюються основні висновки та підбивається підсумок представленого матеріалу. Цей розділ має на меті узагальнення інформації, виокремлення ключових моментів та

визначення основних результатів, які читач повинен засвоїти після вивчення посібника.

Вимоги до висновків включають наступне:

- 1) викладення основних відкриттів та результатів, які були отримані під час вивчення матеріалу. Це може бути нова інформація, яку читач здобув під час вивчення, або підсумок важливих концепцій.
- 2) підкреслення важливих та ключових питань, які розглядалися в посібнику, і визначення їхньої важливості.
- 3) перелік запитань для самоперевірки, які допоможуть читачеві перевірити своє розуміння матеріалу та закріпити отримані знання.

Висновки допомагають читачеві систематизувати інформацію та отримати повний образ теми, а також можуть слугувати підґрунтям для подальших роздумів та досліджень.

Обґрунтування додаткового та пояснювального тексту посібника

Поділ навчального матеріалу на частини має підпорядковуватися законам оволодіння інформацією – обсяг кожної частини має співвідноситися з можливостями засвоєння та запам'ятовування матеріалу у відносно короткий проміжок часу. При цьому, кожний відносно закінчений проблемно-тематичний розділ, має забезпечувати певний ступінь пізнання дисципліни. Крім цього, поділ тексту на частини підпорядкований єдиному логічному принципу, який простежується у співпідпорядкованості розділів. Кожна частина тексту має назву, яка відображає його зміст та яка посилює можливості щодо запам'ятовування викладених знань.

Різноманітні фрагменти тексту мають неоднакові значення з точки зору загальної концепції дисципліни. Тому текст навчального посібника ділять на

основний, пояснювальний та додатковий, які відділяються один від одного розмірами шрифтів та розміщенням на полотні сторінки.

Складові підручника включають в себе текстові та позатекстові елементи. За їхніми дидактичними цілями текстові компоненти поділяються на основні, додаткові і пояснювальні. За способом відтворення реальності та освітньо-методичною метою вони можуть бути теоретичними (з теорією, закономірностями та методологічними знаннями) або емпіричними (з фактами, явищами, подіями, вправами, правилами).

Додатковий текст служить для доповнення та узагальнення основного матеріалу. Його завданням є поглиблення наукового обґрунтування та емоційне насичення підручника, включаючи цікаву та пізнавальну інформацію.

Пояснювальна частина тексту навчального посібника має на меті розширити та глибше пояснити основний матеріал, наведений у підручнику. Вона служить для розкриття ключових понять, уточнення складних тем, надання прикладів, аналізу та додаткового контексту для полегшення розуміння студентами чи читачами.

Основними функціями пояснювальної частини тексту є детальний розгляд ключових тем, аналіз або порівняння з іншими концепціями та явищами для глибшого розуміння теми, роз'яснення питань або уточнення інформації, надання інформації, що підтримує та розширює розуміння матеріалу навчального посібника.

Додатковим текстом у підручнику виокремлюються обов'язкові та додаткові завдання; питання, таблиці, примітки, питання для самоконтролю; посилання на додаткові ресурси (інтернет, літературні джерела тощо); перелік використаних (рекомендованих) джерел (за необхідності); додатки. Рубрики додаткового тексту визначаються з урахуванням вікових особливостей цільової аудиторії, включаються за необхідності.

Додатковий текст спрямований на посилення наукової доказовості та емоційного навантаження посібника. Це, наприклад, цікава в пізнавальному плані інформація: розкриття історичних аспектів проблеми, етимології того чи

іншого поняття тощо; це і «невідоме про відоме», тобто інформація про те, що учні вже частково знають; узагальнений цифровий матеріал, що є базою для порівняння, узагальнення вивчаваного, підкреслення його значущості й ін. Такі відомості допомагають поглибити знання з того чи іншого предмета; вони можуть інколи виходити за межі навчальної програми, виступати додатковим джерелом знань.

До текстових компонентів посібника відносять також пояснювальний текст, який містить необхідний для розуміння і ґрунтовного засвоєння навчальний матеріал. Його характерна ознака – тісний зв'язок з основним текстом.

Ілюстрації, карти, схеми, креслення, графіки, діаграми тощо – їхній підбір залежить від мети, яку ставить перед собою автор. Їх використовують лише у випадках, коли вони розкривають, пояснюють або доповнюють інформацію, що міститься у тексті посібника або підручника. Вони не повинні повторювати матеріал основного тексту або містити зайву інформацію, що відволікає читача від засвоєння теми. Вигляд ілюстрацій, схем, карт, креслень має відповідати ступеню підготовленості студентів. Так, у підручниках для студентів молодших курсів вони мають вирізнятися більшою образністю, ніж ілюстрації для студентів старших курсів, які можуть вільно читати креслення та складні схеми. Наявність їх дозволяє авторам передати більш чітко, точно та образно програмні

матеріали, що викладаються. Однотипні види наочності у підручнику мають бути виконані однією технікою та зразком.

В посібнику «Механізм газорозподілу 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.

Навчальний посібник на тему «Механізм газорозподілу двигуна автомобіля» у тексті викладення містить вставлення визначень та понять, що забезпечують швидке розуміння змісту знань, які вміщені у тексті.

Рисунок 2.1 показує приклад пояснювальної частини тексту навчального посібника.

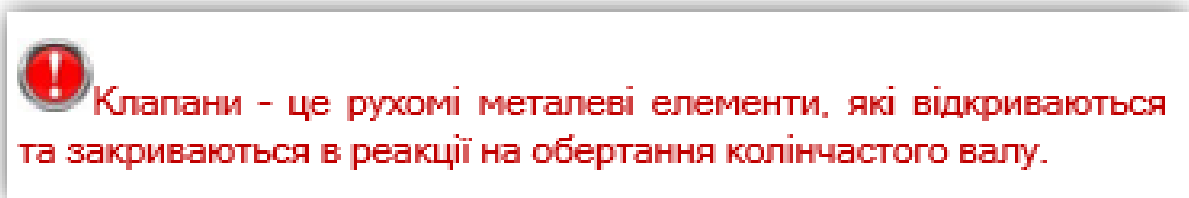


Рисунок 2.1. – Приклад пояснювальної частини тексту.

Таблиця 2.1 – Додатковий та пояснювальний текст посібника «Механізм газорозподілу двигуна автомобіля»

№ ДО	Назва дидактичної одиниці	Додатковий текст	Пояснювальний текст
1	2	3	4
ДО1			Газорозподільний механізм (ГРМ) двигуна внутрішнього згорання призначений для своєчасного впускання свіжого заряду в циліндри двигуна і випуску з них відпрацьованих газів
ДО2		<p>Уперше зміна фаз газорозподілу була застосована на автомобілях Альфа Ромео в 1983 році.</p> <p>Після цього такі системи стали застосовуватися на автомобілях Мерседес, Ніссан, БМВ, Порше та ін.</p> <p>У 90-і роки все більше і більше двигунів стало обладнати системами зміни фаз газорозподілу таким чином, що кут перекриття клапанів міг змінюватися відповідно до режимів роботи двигуна.</p>	Моменти відкриття і закриття клапанів, виражене в кутах повороту колінчастого валу по відношенню до початкових або кінцевих моментів відповідних тактів, називаються фазами газорозподілу.

Продовження таблиці 2.1

		<p>У цих системах, вживаних на двигунах DOHC (з двома розподільними валами), монтувався спеціальний пристрій в приводну шестерню розподільного валу впускних клапанів. Такі пристрої називають змінюваними фазами газорозподілу VIVT (Variable inlet valve timing).</p>	
ДО9	Розподільний вал	<p>Змащування розподільного валу</p> <p>Мастильний матеріал до підшипників при нижньому розташуванні валу підводиться по каналах в перегородках картера.</p> <p>Проміжні опорні шийки нерідко мають серповидні канавки, що забезпечують пульсуюче подання оливи до деталей ГРМ, розташованих в головці блоку циліндрів.</p> <p>До підшипників при верхньому розташуванні валу мастильний матеріал підводиться через внутрішню порожнину валу і отвору в його опорних шийках і куркульках.</p> <p>Змащування приводу масляного насоса і розподільника системи запалення бензинових двигунів з нижнім розподільним валом здійснюють циліндричні зубчасті колеса із спіральними зубами.</p>	
ДО10	Привід розподільного валу	<p>Привід розподільного валу здійснюється, як правило, від колінчастого валу за допомогою зубчастої, ремінної, ланцюгової або вальної передачі.</p> <p>Оскільки газорозподіл безпосередньо пов'язаний з тактами, що відбуваються в циліндрах, а ті, у свою чергу, визначаються положенням колінчастого валу, те обертання розподільного валу має бути строго погоджене з обертанням колінчастого валу.</p>	

Кінець таблиці 2.1

		<p>З цієї причини розподільвач конструктивно пов'язаний з колінчастим валом двигуна і обертається синхронно з ним, але, не обов'язково з однаковою частотою. Частота обертання розподільного валу чотиритактного двигуна, зазвичай, в два рази нижче частоти обертання колінчастого валу.</p> <p>ГРМ сучасних двигунів може містити один або два розподільні вали. Кількість розподільвачів зазвичай відповідає типу двигуна.</p>	
--	--	---	--

Додаткова частина тексту у навчальному посібнику «Механізм газорозподілу двигуна автомобіля» – окрема частина навчального тексту, в якій

використані довідкові матеріали, що є підтвердженням окремих положень основного тексту (Рисунок 2.2).

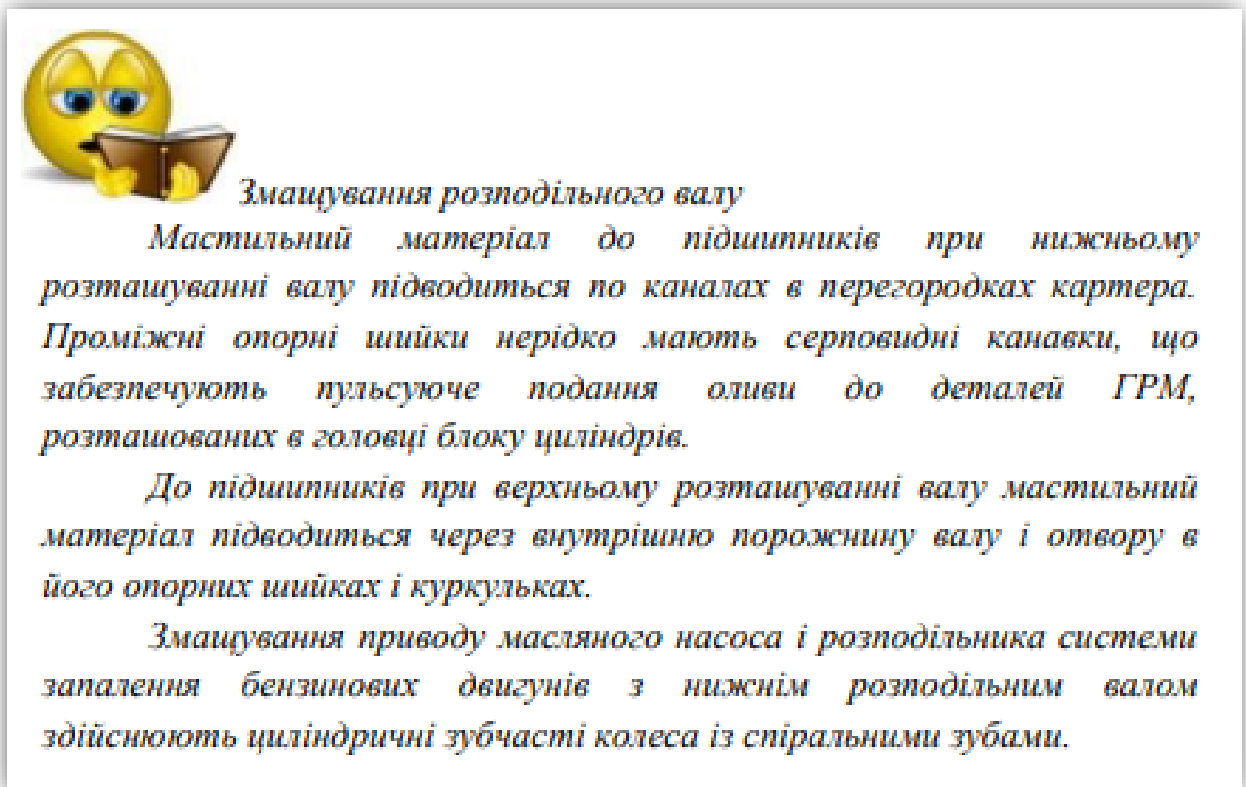


Рисунок 2.2 – Приклад додаткової частини тексту.

Обґрунтування додаткового і пояснювального тексту в навчальному посібнику важливе для розуміння та глибшого усвідомлення матеріалу. Ці аспекти спільно працюють для створення додаткових розділів, які доповнюють та розширюють основний текст, роблячи навчальний матеріал більш доступним та зрозумілим для читача.

Розробка апарату навчального посібника

Одним з показників якості навчального посібника є рівень розробки та реалізації дидактичного апарату. Вчитель, проаналізувавши структуру та зміст

дидактичного апарату посібника, визначить яким найкращим чином його застосувати у процесі викладання.

Будь-який підручник складається з двох основних компонентів – змістового (авторський текст) і методичного – системи завдань, способу організації тексту, ілюстративного матеріалу (рисунок, фото, діаграми, схеми тощо, офіційні й архівні документи). Як допоміжний, третій компонент можна виокремити технічне виконання – поліграфічне оформлення, способи виділення особливо важливих місць, довідковий матеріал тощо. За цими трьома параметрами і їх співвідношенням можна визначити, хороший підручник чи ні.

Змістовий компонент є визначальним, хоча для багатьох спеціалістів таке твердження є досить спірним. Вочевидь хорошим текстовим матеріалом є той,

який при високому рівні науковості доступний для користувачів тієї чи іншої вікової категорії.

До того ж вкрай важливо, щоб він був написаний хорошою мовою і був збалансованим, тобто цікаво викладав основні факти і містив доступні тлумачення основних понять.

У процесі творчого розроблення підручників нового покоління використовується система наукових принципів, форм і методів дослідницької діяльності, яка полягає у:

- 1) визначенні способу здобуття наукових знань, які відображають процеси та явища в динаміці розвитку;
- 2) передбаченні особливого шляху, на якому досягається певна науково-дослідницька мета;
- 3) забезпеченні всебічності отримання інформації щодо процесу чи явища, що вивчається;
- 4) введенні нової інформації до фонду теорії науки;
- 5) забезпеченні уточнення, збагачення, систематизації термінів і понять у науці;
- 6) створенні системи наукової інформації, яка базується на об'єктивних фактах, і логіко-аналітичного інструменту наукового пізнання;
- 7) забезпеченні системності для закріплення нового матеріалу і перевірка знань.

У процесі розроблення концептуальної моделі підготовки підручників нового покоління використовуються такі методи наукового дослідження, як:

- 1) метод критичного аналізу наукової літератури та практичного досвіду;
- 2) метод спостереження і анкетування;
- 3) контент-аналіз статистичних даних та соціологічних досліджень;
- 4) порівняльно-історичний метод тощо.

Будь-який навчальний текст повинен відповідати таким критеріям: адекватність, швидкість і міцність сприйняття студентами навчальної інформації. Щоб інформація сприймалась адекватно, повинен дотримуватися принцип

однозначності. Це означає, що кожен мовний вираз, використовуваний при викладі навчального матеріалу, повинен бути символом одного і того ж об'єкта.

Неадекватність сприйняття матеріалу виникає і в тому випадку, коли використовуються близькі за звучанням терміни.

Неоднозначність змістових значень слів утруднює розуміння й усвідомлення студентами навчальних текстів, спотворює знання і уявлення.

Методичний компонент закладається у тому, що підручник і навчальний посібник повинні бути книгами універсальними і спрямованими на діалог зі студентом (у сучасній методиці це отримало назву інтерактивності). Навчальна книга повинна передбачати різні форми діяльності, сприяти формуванню і розвитку розумових і творчих здібностей.

При розробці дидактичного апарату навчального посібника основна мета для його вдосконалення є можливість пошуку найефективнішого засобу викладення навчального матеріалу та способу реалізації його самостійного вивчення студентами.

Дидактичний апарат навчального посібника – це комплекс засобів та елементів, спрямованих на оптимізацію навчального процесу, полегшення засвоєння матеріалу та підтримку педагогічного процесу. Він включає в себе різноманітні елементи, такі як тексти, графічні зображення, завдання для самостійної роботи, словники, системи додатків, а також інші засоби, спрямовані на максимальне полегшення процесу навчання та розуміння матеріалу студентами.

Апарат навчального посібника дозволяє зробити лінійне сприйняття змісту навчального матеріалу багат шаровим, об'ємним. Крім того, апарат може забезпечувати тісніші зв'язки між розділами навчального посібнику.

Теорія навчального видання виділяє три основних складових апарату: апарату організації засвоєння матеріалу, апарату орієнтування та безпосередньо

самого апарату видання, за допомогою якого здійснюється кінцева обробка навчального матеріалу.

Апарат організації засвоєння матеріалу (методичний апарат) – найважливіша складова апарату навчального видання, а також дидактичної системи. Апарат складається з питань, вправ, завдань.

Основним завданням складової апарату є забезпечення додаткового опрацювання матеріалу, формування в студента прагнення самостійно контролювати себе, проявляти можливості в застосуванні теоретичних знань на практиці й самостійно приймати рішення. При підготовці такого апарату необхідно знати можливості читача. Редактор навчального посібнику має володіти різноманітними техніками складання апарату засвоєння знань, чітко виділяючи, де необхідно ввести звичайні питання для самоконтролю (закріплення матеріалу, повторення найважливіших частин параграфу), а де застосувати завдання для творчої роботи. Такі різновиди визначаються метою складання даного апарату.

В традиційних посібниках функцію апарату засвоєння матеріалу виконують запитання на повторення, задачі різних типів та рівнів складності, тематичні та підсумкові тести, а в підручниках з фізики лабораторні роботи, практичні завдання. Все перераховане забезпечує включення школярів до активної діяльності з засвоєння навчального матеріалу, формує необхідні навички самоконтролю. В цифрових посібниках вказані вище засоби реалізуються у більш динамічний, гнучкий, адаптований для конкретного учня спосіб.

Одним із можливих напрямків підвищення ефективності апарату навчального посібнику, який забезпечить збільшення інтенсивності засвоєння матеріалу, а отже й активізацію формування визначених компетентностей, можливо запропонувати комплексну підготовку апарату організації засвоєння матеріалу та апарату орієнтування. При цьому визначальними при створення всіх елементів апарату має бути мета та цілі навчання. Ефективність, при засвоєнні

навчальної дисципліни, полягає у формуванні у студента системи знань, що забезпечується повнотою елементів апарату організації засвоєння матеріалу.

Самостійна робота учнів з апаратом орієнтування традиційного (друкованого) навчального посібника передбачає насамперед вміння раціонально

використовувати зміст, передмову, висновок, предметний та іменний покажчики, словники, системи додатків тощо.

Завданням апарату орієнтування є допомога найбільш повно оволодіти навчальним матеріалом конкретного видання та ефективніше його використовувати, забезпечити інтерес у студентів до дисципліни.

Елементами апарату орієнтування є:

- 1) скорочення та умовні позначки;
- 2) передмова;
- 3) короткі доповнення, пояснення, уточнення до основного тексту;
- 4) примітки;
- 5) сигнали-символи;
- 6) словники
- 7) колонтитули;
- 8) рубрикації;
- 9) вказівники;
- 10) висновки;
- 11) бібліографічні матеріали.

Формуючи дидактичний апарат необхідно враховувати вимогу у досягненні мети процесу навчання.

Цілі навчального процесу, які визначаються через використання навчального посібника, можуть бути різноманітні і залежать від конкретної ситуації, предмета чи дисципліни, а також від особливостей освітньої програми.

Основні цілі навчального процесу включають:

- 1) засвоєння матеріалу – навчальний посібник слугує інструментом для ефективного засвоєння навчального матеріалу. Учні використовують його для читання, розуміння та освоєння нових концепцій, термінів і фактів.
- 2) розвиток навичок – посібник має містити вправи, завдання та приклади, що допомагають учням розвивати навички розв'язання завдань, аналізу і критичного мислення.

- 3) самостійна робота – використання посібника дозволяє учням самостійно вивчати матеріал, що сприяє розвитку самостійності та вміння працювати з інформацією без прямого ведення вчителя.
- 4) контроль знань – посібники мають містити контрольні питання, завдання та вправи, які дозволяють вчителю та учням перевіряти рівень засвоєння матеріалу.
- 5) збагачення знань – додатковий матеріал, який може бути включений в посібник (додатки, джерела, рекомендації до додаткового читання), може допомогти учням розширити свої знання в даній області.

Кожна з цих цілей визначається завданнями та вимогами конкретного навчального процесу і відображає загальний контекст освітнього середовища.

Передмова до навчального посібника на тему «Механізм газорозподілу двигуна автомобіля» містить такі елементи, як структура вивчення предмету «Газорозподільний механізм», основні аспекти, напрямок розвитку.

Важливі складові дидактичного апарату є анотація і зміст.

Анотація – це короткий текстовий виклад основного змісту, ідеї або характеристики документу, такого як книга, наукова робота, стаття, навчальний посібник чи інший вид публікації. Анотація призначена для надання короткого, але інформативного огляду контенту, щоб зацікавити потенційного читача чи користувача і допомогти йому швидко зрозуміти, що можна очікувати від даного документу.

Структура посібника «Механізм газорозподілу двигуна автомобіля» реалізує його функції. Дидактика розуміє структуру навчального посібника як

сукупність його компонентів, їхня взаємодія під час проектування процесу навчання [10].

Структура навчального посібника має відображати його зміст, у якому зазначені заголовки тем книги.

Зміст – це перелік заголовків рубрик у книзі. Заголовки змісту повинні точно повторювати заголовки у тексті. Скорочувати заголовки у змісті або давати їх в іншій редакції порівняно із заголовками у тексті не дозволяється.

До змісту, як правило, необхідно включати всі заголовки рукопису, за винятком підзаголовків, розташованих у підбір з текстом.

Позначення ступенів прийнятої рубрикації (“частина”, “розділ”, “параграф” та їхні порядкові номери) пишуться в один рядок з відповідними заголовками і відділяються від них крапкою. Всі заголовки у змісті починаються з прописної літери без крапки на кінці. Останнє слово кожного заголовка

з'єднують крапками з відповідним номером сторінки у правому стовпчику змісту. Номери сторінок у змісті рекомендується проставляти простим олівцем.

Рисунок 2.3 представляє зміст навчального посібника «Механізм газорозподілу двигуна автомобіля».

<h2 style="color: #808000;">Зміст</h2>	
ПЕРЕДМОВА.....	4
1. ГАЗОРОЗПОДІЛЬНИЙ МЕХАНІЗМ: ПРИЗНАЧЕННЯ ТА БУДОВА.....	5
1.1. Поняття газорозподільного механізму .....	5
1.2. Будова клапанних механізмів та їх типи .....	8
1.3. Фази газорозподілу.....	15
1.4. Клапанна група .....	22
1.5. Приводи газорозподільного механізму .....	31
2. ТЕХНІЧНЕ ОБСЛУГОВУВАННЯ МЕХАНІЗМУ ГАЗОРОЗПОДІЛУ.....	43
2.1. Методи діагностики несправностей .....	43
2.2. Техніки ремонту механізму газорозподілу .....	48
Питання та завдання для самоконтролю.....	49
Література: .....	50

Рисунок 2.3 – Зміст посібника «Механізм газорозподілу двигуна автомобіля»

Передмова, з якого починається зміст навчального посібника, надає короткий виклад основного змісту даного посібника, для чого він призначений і які проблеми може вирішити після засвоєння теоретичного матеріалу посібника.

На Рисунку 2.4. представлено фрагмент передмови навчального посібника «Механізм газорозподілу двигуна автомобіля».

## ПЕРЕДМОВА

Механізм газорозподілу двигуна автомобіля – це складна та важлива система, яка визначає ефективність його роботи. Газорозподільний механізм у двигуні автомобіля відіграє ключову роль у синхронізації роботи поршнів та клапанів для забезпечення оптимального функціонування двигуна. Правильна робота цієї системи допомагає забезпечити ефективність, надійність та тривалу службу двигуна автомобіля.

Актуальність даної теми визначається стрімким розвитком автомобільної індустрії та постійним вдосконаленням двигунів. Зміни в екологічних та технічних стандартах вимагають від фахівців глибокого розуміння систем газорозподілу для досягнення оптимальної ефективності та відповідності нормам.

Розуміння принципів функціонування механізму газорозподілу є важливим аспектом для кожного студента та фахівця, який прагне вивчати та працювати з автомобільними системами.

Даний навчальний посібник створений з метою надати глибокі знання та розуміння про будову та принципи роботи механізму газорозподілу, його ключові елементи та функції.

Рисунок 2.4 – Фрагмент передмови навчального посібника «Механізм газорозподілу двигуна автомобіля»

За вимогами до основного тексту посібника, використаний шрифт Times Roman (11 пунктів, звичайний). Використано жирний шрифт для виділення основних понять, щоб привернути до них увагу читача, а також кольорові лінії для відокремлення довідкової та пояснювальної частин тексту.

Структурування навчального матеріалу підручника, подання термінів, прийоми введення до тексту нових понять, використання засобів наочності повинні бути спрямовані на передачу учням певної інформації, навчання їх

самостійному користуванню книгою, розвиток інтересу до предмета вивчення. Щоб привернути увагу читача до правил, фраз або окремих слів, літер, знаків в основному тексті використовують шрифтові виокремлення.

В основній частині підручника викладаються теоретичні положення певної навчальної дисципліни. Дається наукове пояснення досліджуваним явищам, розкриваються істотні зв'язки й закономірності, наводяться доведення основних положень.

Структура основного тексту складається з навчальних модулів, які, у свою чергу, містять кілька тем та завдання (рис. 2.5).

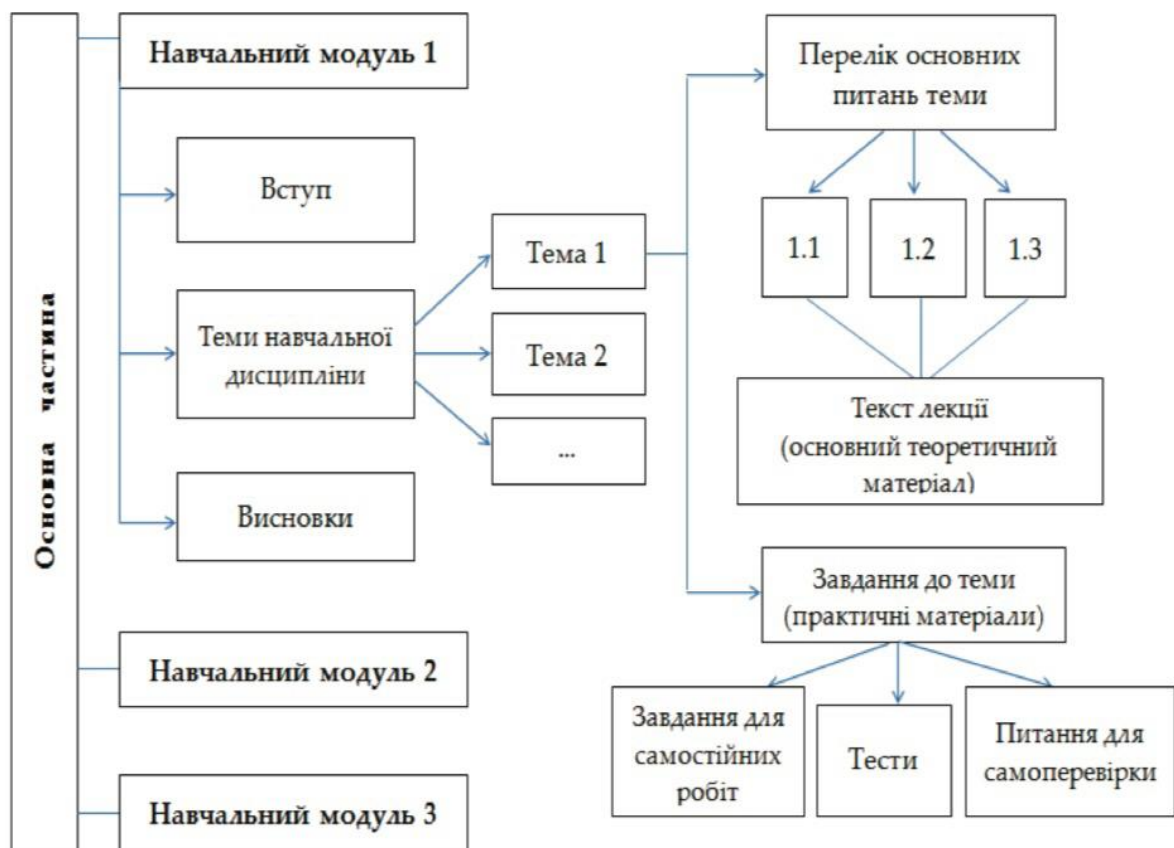


Рисунок 2.5 – основна частина навчального посібника

При розробленні підручника матеріал розбивається на навчальні модулі, теми, що складаються з кількох основних питань, мінімальних за обсягом, але

завершених за змістом. Складається також перелік питань, необхідних і достатніх для оволодіння предметом.

Викладення матеріалу в навчальній книзі повинно відрізнятися об'єктивністю, науковістю та чіткою логічною послідовністю.

Композиція підручника, подання термінів, прийоми введення до тексту нових понять, використання засобів наочності повинні бути спрямовані на те, щоб передати студентові певну інформацію, навчити його самостійно користуватися книгою, захопити його, викликати інтерес до предмета, що вивчається.

Основний зміст підручника (навчального посібника) представляє собою науково обґрунтований та методично опрацьований автором матеріал, який систематизовано для зручності вивчення. Викладання інформації в книзі відзначається такими характеристиками, як об'єктивність, високий науковий рівень і чітка логічна послідовність. Композиція підручника, введення термінів та нових понять, використання наочних засобів мають на меті ефективно передати студентові необхідну інформацію, розвивати його навички самостійного вивчення та зацікавлювати предметом. (В додатку Б показано основний текст посібника).

Важливим елементом змістового наповнення підручника є ілюстрації. До них належать малюнки, фото, карти, схеми, графіки, діаграми та інші зорові зображення. Вибір виду ілюстрацій залежить від мети, яку ставить перед собою автор. Ілюстрації мають пояснювати, доповнювати вербальну інформацію або бути самостійною дидактичною одиницею. Вони повинні уточнювати, пояснювати матеріал основного тексту. Вигляд ілюстрацій, схем, карт, креслень має відповідати ступеню підготовленості учнів до їх сприйняття, сучасним

реаліям життя учнів, відображати рівень розвитку інформаційно-комунікаційних технологій.

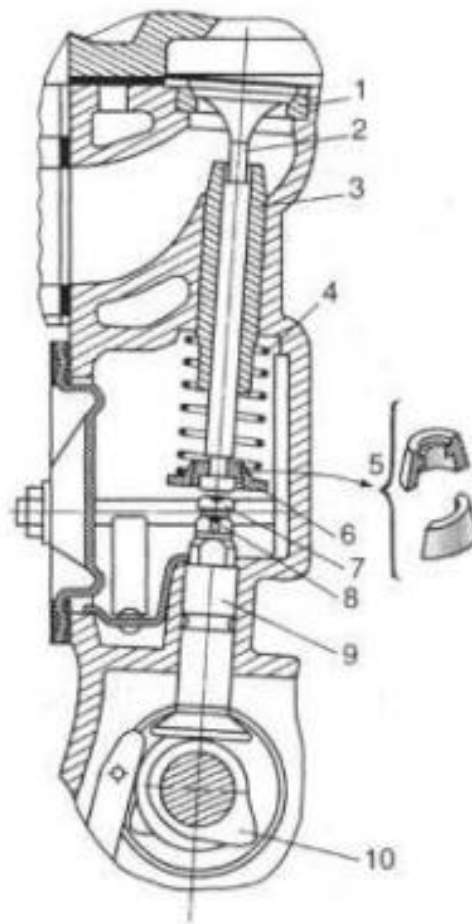
Вибір виду ілюстрацій залежить від мети, яку ставить перед собою автор. Можна сформулювати такі загальні рекомендації авторам по ілюструванню навчальних книг:

- 1) ілюстрації мають використовуватися тільки у тих випадках, коли вони розкривають, пояснюють або доповнюють інформацію, що міститься у книзі. Наявність їх дозволяє авторам передати більш чітко, точно та образно .
- 2) вигляд ілюстрацій має відповідати ступеню підготовленості студентів. Так, у підручниках для студентів молодших курсів ілюстрації мають відрізнятися більшою образністю, ніж ілюстрації для студентів старших курсів, які можуть вільно читати креслення та складні схеми;
- 3) під час підготовки ілюстрацій слід враховувати можливості відтворення їх типографією та інші фактори. Ось чому на цьому етапі важливою є

спільна робота автора та редактора. Автор повинен чітко уявляти, як буде виглядати майбутнє видання;

- 4) ілюстрації у вигляді схем не повинні повторювати матеріалу основного тексту або містити зайву інформацію, що відволікає читача від засвоєння теми;
- 5) подані в підручниках та посібниках технічні креслення, що пояснюють устрій та принципи роботи машин, їх механізмів та вузлів, не повинні містити малозначущих подробиць;
- 6) однотипні ілюстрації у підручнику мають бути виконані однією технікою;
- 7) при поданні статистичних даних доцільно використовувати графіки та діаграми, які є ефективним засобом передачі інформації між величинами і явищами, що вивчаються;
- 8) доцільно використовувати кольорові ілюстрації, які не тільки збагачують інформацію, а й акцентують увагу читачів на основних ідеях ілюстрованого матеріалу.

Приклад ілюстрованого фрагменту посібника «Механізм газорозподілу двигуна автомобіля» показано на рисунку 2.6.



**Рисунок 2 – Механізм газорозподілу двигунів з нижнім розташуванням розподільного валу:** 1 – сідло клапана; 2 – клапан; 3 – напрямна втулка; 4 – пружина; 5 – сухарики; 6 – тарілка; 7 – регулювальний болт; 8 – контргайка; 9 – штовхач; 10 – розподільний вал.

Рисунок 2.6 – Зразок ілюстрації до посібника «Механізм газорозподілу двигуна автомобіля»

В усіх навчальних книгах більш-менш розроблена система контрольних запитань і відповідей, тестів для тематичного оцінювання.

Запитання зазвичай формальні, тобто, як висловлюються методисти, «репродуктивні». Це коли відповідь передбачає механічне відтворення навчального матеріалу.

Усі питання мають формулюватися просто, коротко, з урахуванням вже вивчених понять і передбачати в основному лаконічні відповіді. В окремих темах може бути 2-5 питань. Вони можуть бути різного рівня складності, що дає змогу диференціювати оцінювання студента за ступенем засвоєння матеріалу.

Задачі мають бути різної складності, з поданим розв'язками типових задач та вправ з теми, з мінімальними поясненнями.

Тести мають відповідати таким вимогам, як:

- 1) адекватність результатів тестування дійсним знанням студента;
- 2) повнота (тест повинен забезпечувати повне покриття предметної галузі);
- 3) мінімальність питань.

Виконання розроблених завдань передбачає практичні дії: відповіді на запитання, виконання розрахунків, заповнення таблиць, побудову схем та графіків, здійснення спостережень, збір фактичного матеріалу, написання коротких текстів. У деяких випадках можна використовувати наскрізне завдання, яке виконується у процесі освоєння кількох тем, модулів.

Під час створення підручника необхідно орієнтувати студента на активну пізнавальну діяльність, самостійну творчу працю та вміння розв'язувати задачі. Засвоєння запропонованого обсягу навчальних матеріалів передбачає успішне проходження курсу і позитивну оцінку, засвоєння додаткових матеріалів.

Подання контрольних питань та завдань для самоперевірки та контролю засвоєння матеріалу в навчальному посібнику сприяє більш ефективному опрацюванню студентом навчального матеріалу під час самостійного вивчення. Розміщені в кінці кожної структурної частини книги (глави, параграфа) питання та завдання сприяють формуванню практичних прийомів та розвитку навичок логічного мислення у студента.

Необхідно пам'ятати, що методично вірно поставлені питання та завдання є запорукою того, що процес засвоєння знань у ході самостійної роботи з книгою приведе до їх практичного застосування. У ході виконання контрольних завдань бажано передбачити використання обчислювальної техніки, аудіовізуальних засобів навчання, забезпечити умови обов'язкового використання нормативної та


довідкової літератури. Під час написання навчальних книг необхідно орієнтувати студента на активну пізнавальну діяльність, самостійну творчу працю та вміння розв'язувати задачі. У кожному підручнику, посібнику мають бути приклади, питання, задачі.

На Рисунку 2.7 представлено приклад контрольних питань для самоперевірки навчального посібника «Механізм газорозподілу двигуна автомобіля».

Навчальні посібники мають містити розділ «Література», що описує джерела, з яких був отриманий фактичний матеріал. У підручниках (навчальних посібниках) мають бути приведені джерела, з яких отримано фактичний матеріал, що вказуються у відповідних посиланнях та у бібліографічному списку. У посібниках необхідно використовувати лише дані, допущені до опублікування у відкритому друці. У розділі «Література» підручника (посібника) необхідно вказати основну використану та рекомендовану літературу для поглибленого вивчення курсу. Основними елементами бібліографічного опису є прізвище автора, назва твору, місце випуску, назва

видавництва, рік випуску, кількість сторінок. Бібліографічні посилання необхідно давати на останнє видання даного твору або зібрання творів.

Рисунок 2.8 відображає приклад бібліографічних посилань навчального посібника «Механізм газорозподілу двигуна автомобіля».



**Питання та завдання для самоконтролю**

1. Які параметри не впливають на значення робочого об'єму циліндра двигуна?
2. Які функції виконує газорозподільний механізм?
3. Яка частота обертання розподільного вала по відношенню до колінчастого вала в чотиритактних двигунах? Чим це пояснити?
4. Навіщо в клапанному механізмі має бути тепловий зазор певної величини?
5. До яких наслідків призводить порушення нормального зазору (великий, малий) в клапанному механізмі?
6. З якою метою застосовують "випередження" відчинення і "запізнення" зачинення впускних і випускних клапанів?
7. Що розуміють під «фазами газорозподілу»?
8. Що надходить під час такту впуску в циліндри дизельного двигуна?
9. Під час якого такту в циліндрі дизельного двигуна надходить паливо?
10. На який кут в градусах повертається колінчастий вал одноциліндрового чотирьохтактного двигуна за один цикл?
11. Робочий об'єм циліндру дорівнює 500 см.куб. , об'єм камери згоряння 100 см.куб. чому дорівнює ступінь стискання?
12. Який рух здійснює штовхач під час роботи двигуна?
13. Обґрунтуйте сучасні тенденції розвитку двигунів внутрішнього згоряння.
14. Які фактори визначають хід поршня і відношення ходу поршня до діаметра циліндра?
15. Визначте переваги та недоліки автомобільного двигуна з іскровим запалюванням у порівнянні з дизелем.

Рисунок 2.7 – Приклад контрольних запитань та завдань для самоперевірки.

### Література:

1. Підручник з будови автомобіля. Видавництво «Моноліт», Харків, 2022. – 288 с.
2. Двигуни внутрішнього згоряння. Підручник. / В. Г. Дяченко. – Друкарня НТУ «ХП», Харків, 2008. – 486 с.
3. Газорозподільна система автомобіля – загальний устрій, типи і застосування [Електронний ресурс] – URL: <https://mehanik-ua.ru/lektsiji>
4. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: Технологія: Підручник./ Лудченко О.А. – К.: Вища шк., 2008. – 527 с.
5. Будова та основи експлуатації вантажних автомобілів. Навчальний посібник. / Іващенко М. В.,К., Знання – Прес, 2012. – 250 с.
6. Технічна експлуатація та надійність автомобілів: Навчальний посібник. / Форнальчик Є.Ю., Оліскевич М.С., Мاستикаш О.Л., Пельо Р.А. – Львів, Афіша, 2004. – 492 с.

Рисунок 2.8 – Фрагмент списку літератури навчального посібника  
«Механізм газорозподілу двигуна автомобіля»

### Оцінювання якості зпроектованого посібника

Підручник є відтворенням змісту освіти, серед провідних принципів якого: відповідність змісту загальної освіти потребам суспільства; єдність змістової і процесуальної сторін навчання; індивідуалізація і персоніфікація навчання на основі диференціації. Обов'язковими елементами змісту підручника мають бути: предметні наукові знання, способи освітньої діяльності і розвитку, досвід творчої діяльності і досвід ціннісних відносин.

За умов впровадження в освітній процес компетентнісного й особистісно орієнтованого підходів підручник як модель процесу навчання має відображати

методичну систему діяльності учителя (викладання), систему діяльності учня (учіння) та зміст виучуваного (навчальний матеріал). Він має забезпечувати не лише вироблення в учнів знань (когнітивний компонент) та відповідних умінь (операційний), а й формувати систему цінностей (аксіологічний), що в цілому має стати основою набуття учнями життєвоважливих компетентностей. З цією метою у підручнику має зрости частка практико орієнтованих завдань, що передбачають застосування навчального матеріалу у наближених до життєвих ситуаціях.

Успішне володіння навчальними дисциплінами не можливе без ефективного інформаційно-методичного забезпечення навчально-виховного процесу у ВНЗ, основу якого становлять підручники та навчальні посібники. Сучасний книжковий ринок та інтернет-ресурси переповнені великою кількістю підручників та навчальних посібників як вітчизняних, так і провідних іноземних видавництв. Більшість ВНЗ розробляють власні видання. Вони відрізняються за обсягом, ціною, рівнем складності та іншими критеріями, проте усі автори запевняють, що їхні продукти є якісними та забезпечують ефективне засвоєння навчального матеріалу. Так, велика кількість підручників та навчальних посібників значно підвищили доступність вивчення дисциплін, але, на жаль, не розв'язала проблему якості оволодіння ними.

Оцінювання необхідно здійснювати за такими критеріями: структура підручника (навчального посібника); його зміст та оформлення. Критерії оцінювання наведені у таблиці 2.2.

Структура передбачає наявність розділів та підрозділів та їх якість. Для оцінювання структури підручника (навчального посібника) важливо визначити відповідність її змісту навчальної дисципліни, документам, які регулюють

навчально-виховний процес у ВНЗ, наявність достатньої кількості додаткових матеріалів, а також зручність у пошуку необхідної частини змісту.

Таблиця 2.2 – Критерії оцінювання сучасного навчального посібника

№	Параметри оцінювання	Кількість балів
1. Структура підручника (навчального посібника)		
	Відповідність змісту посібника очікуваним результатам визначеним навчальною програмою	
	Відповідність темам, визначеним програмою навчальної дисципліни та робочою навчальною програмою	
	Актуальність, новизна та оригінальність матеріалів	
	Системність, логічність та послідовність викладу навчальної інформації	
	Наявність достатньої кількості розділів	
	Наявність зрозумілого апарату орієнтування посібником	
2. Зміст підручника (навчального посібника)		
	Науковість змісту, використання загальноприйнятої наукової термінології	
	Доступність і зрозумілість текстів підручника	
	Дотримання наступності щодо раніше вивченого навчального матеріалу	
3. Навчальні завдання		
	Наявність різноманітних вправ і завдань, пов'язаних з реальними життєвими потребами	
	Наявність завдань на контроль (самоконтроль) і повторення вивченого матеріалу	
	Можливості використання посібника для здійснення учнями самостійної освітньої діяльності	
4. Оформлення підручника (навчального посібника)		
	Наявність ілюстрацій, зокрема малюнків, фотографій, таблиць, графіків тощо	
	Доречність, сучасність та логічне розміщення ілюстративного матеріалу як самостійного або додаткового джерела інформації	
	Підручник (навчальний посібник) є зручним та практичним, може довгий час використовуватися без перевидання	
	Доречність, сучасність оформлення обкладинки посібника	
	Шрифт є зручним для сприйняття	

Найважливішим критерієм оцінювання є зміст підручника (навчального посібника). Його основу становлять текстові матеріали та навчальні завдання. Необхідно, щоб текстові матеріали відповідали змісту навчальної дисципліни,

темам, визначеним керівними документами, а також охоплювали всі сфери майбутньої фахової діяльності студентів.

Матеріали мають бути актуальними, новими, оригінальними та репрезентативними. Вони мають бути достатніми для вивчення навчальної дисципліни та відповідати інтенсивності її викладання. Важливо, щоб вони враховували індивідуалізоване та диференційоване навчання та були гнучкими для адаптації до різного рівня студентів.

Матеріали мають бути такими, які студенти змогли б використовувати не тільки під час аудиторних занять, але й в години самостійної підготовки. Ефективне використання матеріалів можливе лише в добре розроблених навчальних завданнях.

Важливо, щоб навчальні завдання в підручнику (навчальному посібникові) були доступними, містили зрозумілі інструкції, ґрунтувалися на науковому підході й, найважливіше, – передбачали активну участь та ініціативність з боку студентів. Не менш важливим є й вигляд підручника (навчального посібника), адже саме його оформлення (малюнки, рівень шрифту, загальна привабливість та ін.) впливає на ступінь засвоєння студентами навчального матеріалу.

Також у підручнику повинні бути наявні різноманітні вправи і завдання, які дадуть можливість вчителю застосувати широкий діапазон методів і технологій навчання.

Важливу роль у реалізації компетентнісного навчання мають відіграти навчальні завдання, спрямовані на пояснення фактів, процесів, явищ, виявлення

причинно–наслідкових зв’язків, відкриття нових знань або способів дій, розв’язання проблем практичного характеру тощо.

Необхідно враховувати, що методично правильно поставлені запитання й сформульовані завдання є запорукою того, що процес засвоєння знань у ході самостійної роботи з книгою спонукатиме до їх практичного застосування.

Оцінювання зпроектованого навчального посібника на тему «Механізм газорозподілу двигуна автомобіля» за критеріями якості представлено у таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Оцінювання навчального посібника на тему «Механізм газорозподілу двигуна автомобіля»

№	Параметри оцінювання	Кількість балів
1. Структура підручника (навчального посібника)		
	Відповідність змісту посібника очікуваним результатам визначеним навчальною програмою	
	Відповідність темам, визначеним програмою навчальної дисципліни та робочою навчальною програмою	
	Актуальність, новизна та оригінальність матеріалів	
	Системність, логічність та послідовність викладу навчальної інформації	
	Наявність достатньої кількості розділів	
	Наявність зрозумілого апарату орієнтування посібником	
2. Зміст підручника (навчального посібника)		
	Науковість змісту, використання загальноприйнятої наукової термінології	
	Доступність і зрозумілість текстів підручника	
	Дотримання наступності щодо раніше вивченого навчального матеріалу	
3. Навчальні завдання		
	Наявність різноманітних вправ і завдань, пов'язаних з реальними життєвими потребами	
	Наявність завдань на контроль (самоконтроль) і повторення вивченого матеріалу	
	Можливості використання посібника для здійснення учнями самостійної освітньої діяльності	
4. Оформлення підручника (навчального посібника)		
	Наявність ілюстрацій, зокрема малюнків, фотографій, таблиць, графіків тощо	
	Доречність, сучасність та логічне розміщення ілюстративного матеріалу як самостійного або додаткового джерела інформації	
	Підручник (навчальний посібник) є зручним та практичним, може довгий час використовуватися без перевидання	
	Доречність, сучасність оформлення обкладинки посібника	
	Шрифт є зручним для сприйняття	

Аналіз критеріїв оцінювання показав, що зпроектований навчальний посібник на тему «Механізм газорозподілу двигуна автомобіля» задовольняє та відповідає усім зазначеним критеріям.

У другому розділі був описаний апарат посібника та його складові, визначено основні цілі навчального процесу та його вимоги, створено структуру

навчального посібника, а також проведений аналіз оцінювання якості навчального посібника.

## ВИСНОВКИ

У результаті виконання кваліфікаційної роботи був зпроектований навчальний посібник на тему «Механізм газорозподілу двигуна автомобіля» для учнів та студентів закладів фахової передвищої та професійної (професійно-технічної) освіти.

У першому розділі здійснювалось проєктування змісту основної частини тексту навчального посібника «Механізм газорозподілу двигуна автомобіля».

При проєктуванні змісту посібника був проведений аналіз робочої програми дисциплін «Автомобілі» і були визначені результати вивчення теми «Механізм газорозподілу двигуна автомобіля». Базуючись на виявлених результатах навчання було організовано інформаційне поле теми, проведено визначення дидактичних одиниць основної частини тексту посібника. Маючи на меті встановити оптимальну послідовність викладення основної частини тексту посібника була створена структурно-смілова модель та встановлена логічна послідовність викладення навчального матеріалу посібника.

У другому розділі було визначено вимоги та структура навчального посібника, розроблено основні складові апарату навчального посібника: апарат викладення навчального матеріалу; апарат орієнтування (вступ, пояснення у вигляді основного та додаткового текстів); апарат оволодіння навчальним матеріалом (запитання, завдання для самоконтролю), проведено оцінювання якості спроектованого посібника за відповідними критеріями якості навчальних підручників.

Результатом вивчення змісту посібника «Механізм газорозподілу двигуна автомобіля» учні та студенти мають можливість дізнатись або поглибити свої знання про механізм газорозподілу.

Призначення навчального посібника «Механізм газорозподілу двигуна автомобіля» – допомога викладачу при вивченні конкретної теми дисципліни «Автомобілі».

Логічна послідовність, у якій поданий посібник, є найкращою для опрацьовування та використання його, як допоміжний, наочний чт основний

матеріал, або головне джерело отримання інформації про роль, поняття, складові та процес роботи газорозподільного механізму двигуна автомобіля.

Отриманий результат повністю задовольняє мету кваліфікаційної роботи і відповідає усім поставленим завданням та вимогам.

## ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Підручник з будови автомобіля. Видавництво «Моноліт». Харків. 288 с.
2. Дяченко В. Г. Двигуни внутрішнього згоряння. Підручник. Друкарня НТУ «ХПІ». Харків. 2008. 486 с.
3. Зязюн І. А. Дидактичне проєктування технологій і методів уміння у вимірах педагогічної дії. Київ. 2010.
4. Боровських Ю. І., Буральов Ю. В., Морозов К. А. Будова автомобілів: навчальний посібник. Вища школа. 1991. – 304 с.
5. Кисликов В. Ф., Луцик В. В. Будова й експлуатація автомобілів. Підручник. Видавництво «Либідь». 2006. – 420 с.
6. Газорозподільна система автомобіля – загальний устрій, типи і застосування [Електронний ресурс] – URL: <https://mehanic-ua.ru/lektsiji> (дата звернення 15.11.2023)
7. Канарчук В. Є., Лудченко О. А., Чигринець А. Д. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів. Теоретичні основи. Технологія: підручник.– К. : Вища школа. 1994. – 384 с.
8. Артюшина М. В. Психологія діяльності та навчальний менеджмент. Навч. посіб. КНЕУ. 2008. – 336 с.
9. Сирота В. І. Основи конструкції автомобілів. Навчальний посібник для вузів. Арістей. 2005. – 280 с.
10. 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.
11. Форнальчик Є.Ю., Оліскевич М.С., Мاستикаш О.Л., Пельо Р.А. Технічна експлуатація та надійність автомобілів: Навчальний посібник.– Львів. Афіша. 2004. – 492 с.

12. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів. Технологія: Підручник. Вища шк. 2008. – 527 с.
13. Зязюн І. А. Психологія–педагогіка учительської дії. Гірська школа Українських Карпат. 2014. № 11. С. 7–10.
14. Матюшкін М. В., Носенко Є. Ю. Психолого–педагогічні аспекти викладання інформаційно–комунікаційних технологій на курсах підвищення кваліфікації працівників освіти. Наукові записки Вінницького

державного педагогічного університету імені Михайла Коцюбинського.

15. Яремчук А.А. Робоча програма навчальної дисципліни «Технології (Автомобілі)» для студентів спеціальності 274 Автомобільний транспорт. Хмельницький. 2021. – 20 с.
16. Андрієвська В. П. Структурування навчального матеріалу з дисципліни у вищих навчальних закладах I–II рівня акредитації. Педагогічний дискурс. Вип. 14. С. 11–15
17. Іващенко М. В. Будова та основи експлуатації вантажних автомобілів. Навчальний посібник. Знання – Прес. 2012. – 250 с.
18. Приймак В.М. Робоча програма дисципліни «Автомобілі» Хмельницький.
19. Артюх С. Ф., Приходько В. М., Капленко С. А., Ашерев А. Т., Федотов І. В. Структурування навчального матеріалу інженерних дисциплін. Харків. УПА. 2002. – 30 с.
20. Іващенко М. В. Будова та основи експлуатації вантажних автомобілів. Навчальний посібник. Знання – Прес. 2012. – 250 с.
21. Положення про технічне обслуговування і ремонт дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту : Наказ Міністерства транспорту України від 30.03.1998 р. №102. – К. : Б. в., 1998. – 17с.
22. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів. Організація і управління. Підручник. Знання –Прес. 2004. – 478 с.
23. Костюк Г. С. Навчально–виховний процес і психічний розвиток особистості. Рад. школа. 1989. – 609 с.
24. Тхоржевський Д. О. Державний стандарт загальної середньої освіти і диференціація змісту навчання. Педагогіка і психологія. 1999. № 4. С. 47–
25. Жданова Н.С. Зміст і структура навчально–методичного комплексу з німецької мови для майбутніх менеджерів: автореф. дис. на здобуття наук.

ст. канд. пед. н.: спец. 13.00.02 «Теорія та методика навчання: германські мови». 2008. – 26 с.

26. Бодненко Д. М., Жильцов О. Б., Лещинський О. Л., Мазур Н. П. Моніторинг навчальної діяльності: навчальний посібник. Київський-університет імені Бориса Грінченка. 2014. 276 с.
27. Марченка А. П. Двигуни внутрішнього згоряння: Серія підручників у 6 томах. Т. 6. Надійність. Харків: Вид-во ХНАДУ. 2004. –324 с.
28. Дядченко В.Л. Підвищення паливної економічності багаточиліндрових двигунів з впорскуванням бензину в режимах малих навантажень і холостого ходу: дис. канд. техн. наук. 2010. – с. 150–156.
29. Гутаревич Ю. Ф. Екологія та автомобільний транспорт: навчальний посібник. Арістей. 2006. – 292 с.
30. Гутаревич Ю. Ф, Шуба Є. В. Уточнення методики розрахунку робочого процесу бензинового двигуна за роботи в режимі малих навантажень з добавкою водневмісного газу. Луцьк. Луцький НТУ. 2015. – №2(4). С. 20–
31. Анісімов В. Ф., Дмитрієва А.В., Севостьянов С.М. Тепловий та динамічний розрахунок автомобільних двигунів. Навч. посіб. для студ. спец. «Автомобілі та автомобільне госп-во». Вінниця: ВНТУ. 2009. 130 с.
32. Абрамчук Ф. І., Гутаревич Ю.Ф, Долганов К.С. Автомобільні двигуни. Підручник. Арістей. 2004. 475с.



Додаток А  
(обов'язковий)

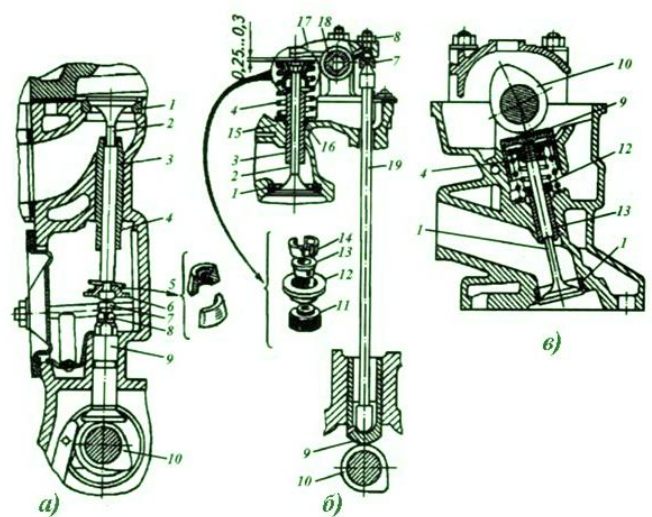
Таблиця А.1 – Зміст дидактичних одиниць навчального матеріалу

Номер ДО	Назва дидактичної одиниці	Зміст дидактичної одиниці
1	2	3
ДО1	Призначення газорозподільного механізму та його типи	<p>Газорозподільний механізм (ГРМ) двигуна внутрішнього згорання призначений для своєчасного впускання свіжого заряду в циліндри двигуна і випуску з них відпрацьованих газів.</p> <p>При цьому свіжим зарядом в карбюраторних двигунах мається на увазі порція суміші повітря і бензину, що подається в циліндр для подальшого займання від спеціального запалювального пристрою.</p> <p>У дизельних двигунах і інших двигунах з внутрішнім сумішоутворенням за допомогою газорозподільного механізму в циліндри подається чисте повітря, в яке, після попереднього стискування, упорскується паливо за допомогою спеціального пристрою (форсунки, компресора і т. п.), що має відношення до іншої системи двигуна - системи живлення.</p> <p>Очевидно, що без ретельно налагодженого і безвідмовно функціонуючого газорозподільного механізму двигун працювати не буде.</p> <p>Виходячи з призначення і з умов, в яких працюють деталі і вузли газорозподільного механізму, до нього висуваються наступні основні вимоги:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- добре наповнення і очищення циліндрів;</li> <li>- мінімальні габарити і маса деталей;</li> <li>- висока надійність деталей, обумовлена необхідною жорсткістю їх конструкції, стійкістю до зношування і високих температур;</li> <li>- мінімальні втрати на тертя при роботі;</li> <li>- простота і технологічність конструкції.</li> </ul> <p>Залежно від елементів, за допомогою яких циліндри двигуна сполучаються із зовнішнім середовищем, газорозподільні механізми діляться на клапанові і золотникові.</p> <p>Золотниковий принцип газорозподілу застосовується, переважно, в двотактних двигунах, де подання свіжого заряду і видалення відпрацьованих газів здійснюється через спеціальні вікна в циліндрах, що сполучаються з впускними і випускними каналами. Вікна відкриваються і перекриваються поршнем в процесі його переміщення уздовж циліндра, тобто основні функції ГРМ виконують деталі кривошипно-шатунного механізму двигуна.</p>

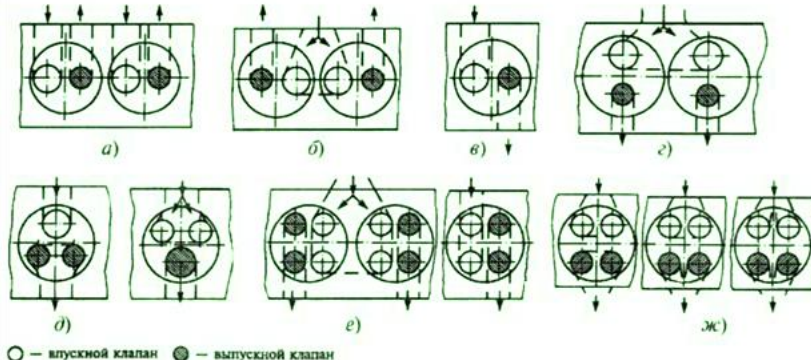
## Продовження таблиці А.1

1	2	3
ДО1		<p>Привід зазвичай включає зубчасту, ремінну або ланцюгову передачу і розподільний вал.</p> <p>Передатні деталі є проміжною ланкою між приводом і клапановим механізмом. До передатних деталей відносяться штовхачі, штанги, коромисла або інші конструктивні елементи, що виконують схожі функції.</p> <p>Клапанова група включає клапани, що направляють втулки клапанів і пружини клапанів із замковими пристроями.</p>
ДО2	<p>Типи клапанних механізмів залежно від розміщення клапанів та розподільного вала, їх будова і робота</p>	<p>Клапанові газорозподільні механізми можуть мати різну конструкцію і виконуватися по різноманітних технічних рішеннях.</p> <p>По розташуванню клапанів розрізняють ГРМ:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ з нижнім розташуванням клапанів;</li> <li>❖ з верхнім розташуванням клапанів.</li> </ul> <p>У випадку з нижнім розташуванням (рисунок 1) клапани розміщуються, як правило, в один ряд збоку циліндрів і наводяться в дію через штовхачі 9 від загального розподільного валу, на якому виконані куркульки 10.</p> <p>Така схема розташування клапанів має істотні недоліки: незручність регулювання теплових проміжків, розтягнута форма камери згорання, високий опір клапанів, що призводить до недостатнього наповнення і очищення циліндрів. З цих причин нижньоклапанова схема газорозподільних механізмів на сучасних двигунах майже не застосовується.</p> <p>При верхньому розташуванні клапанів (рисунок 1) вказані вище недоліки відсутні, тому потужність і економічність двигуна вищі.</p> <p>По розташуванню розподільного валу ГРМ можуть бути:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ з нижнім розташуванням валу;</li> <li>❖ з верхнім розташуванням валу.</li> </ul> <p>При нижньому розташуванні (рисунок 1) розподільний вал знаходиться збоку і трохи вище за колінчастий вал або над колінчастим валом. Нижньоклапановий газорозподільний механізм, показаний на рисунку 1.1, а, вигідно відрізняється високою жорсткістю і меншою інерційністю передатних деталей, чим верхньоклапановий ГРМ, зображений на рисунку 1, б, оскільки другий механізм має багато проміжних ланок (штанги, коромисла). Ці недоліки можна усунути, використовуючи верхнє розташування розподільного валу (рисунок 1, в), коли вал знаходиться в головці блоку циліндрів і безпосередньо діє на клапани.</p>

## Продовження таблиці А.1

1	2	3
		 <p>а – нижнім; б,в – верхнім; 1 – сідло; 2 – стержень клапана; 3 – напрямна втулка; 4 – пружина; 5, 14 – сухарі; 6, 12 – тарілки; 7 – регулювальний болт; 8 – контргайка; 9 – штовхач; 10 – кулачок; 11 – сальник клапана; 13 – втулка; 15 – головка блоку циліндрів; 16 – стопорне кільце; 17 – коромисло; 18 – вісь; 19 – штанга; 20 – напрямний стакан; 21 – регулювальна шайба</p> <p><b>Рисунок 1 – Схеми механізмів газорозподілу з різним розташуванням клапанів</b></p> <p>Клапановий ГРМ працює таким чином: приведений в обертання від колінчастого валу розподільний вал своїми кулачками діє на штовхачі або безпосередньо на клапани через направляючі склянки (рисунок 1, в).</p> <p>При нижньому розташуванні клапанів зусилля від штовхача передається безпосередньо на клапан, а при верхньому - від штовхача на штангу, потім на коромисло і після цього на клапан.</p> <p>Далі клапан, долаючи зусилля пружини, переміщається в направляючій втулці і відкривається, сполучаючи порожнину циліндра з впускним або випускним каналом (залежно від призначення клапана).</p> <p>При подальшому обертанні розподільного валу кулачок повертається, відпускаючи клапан, і він повертається в початкове положення під впливом пружини, закриваючи канал. Оскільки кулачки на розподільному валу виконані під певними кутами, клапани циліндрів відкриваються і закриваються в строго певні моменти, що обумовлює правильний газорозподіл.</p> <p>По розташуванню і числу клапанів ГРМ можуть бути:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ з подовжнім розташуванням відносно осі двигуна;</li> <li>❖ з поперечним або косим розташуванням;</li> <li>❖ з двома клапанами на циліндр;</li> <li>❖ з трьома клапанами на циліндр;</li> <li>❖ з чотирма клапанами на циліндр.</li> </ul>

## Продовження таблиці А.1

1	2	3
		 <p style="text-align: center;">а – г – два; д – три; е, ж – чотири</p> <p style="text-align: center;"><b>Рисунок 2 – Різне розташування і число клапанів в одному циліндрі</b></p> <p>Повздовжнє розташування клапанів (рисунок 2, а-в) є найбільш простим. Розташування клапанів може бути попарне і або почергове. При попарному розташуванні впускні канали сусідніх циліндрів можуть мати загальний патрубок.</p> <p>Поперечне розташування клапанів (рисунок 2, г) використовується при установці свічки запалення в центрі камери згорання. При цьому забезпечується краще наповнення циліндрів.</p> <p>Якщо при цьому клапани нахилені або зміщені відносно осі циліндра, то таке розташування клапанів називається косим. Косе розташування дозволяє збільшити діаметр клапанів, оптимізувати розташування свічок запалення або форсунок і форму камери згорання.</p> <p>При поперечному розташуванні клапанів впускні і випускні канали спрямовані в різні боки, що дозволяє збільшити діаметр клапанів, тобто збільшити їх пропускну спроможність.</p> <p>Збільшення діаметру клапанів позитивно позначається на газообміні в циліндрах, але, в той же час, призводить до збільшення маси і габаритів клапана, а значить - до зростання інерційних навантажень на деталі, особливо у високошвидкісних двигунах.</p> <p>Одним з вирішень цієї проблеми є застосування багатоклапанових двигунів, коли на кожен циліндр встановлюють три або чотири клапани. Це дозволяє збільшити прохідний переріз при меншій масі клапанів. Проте, і така конструкція не позбавлена недоліків, в першу чергу - через ускладнення і, як наслідок, зниження надійності і підвищення вартості.</p> <p>У газорозподільних механізмах сучасних двигунів може застосовуватися не лише один, але і два розподільні вали. Такі двигуни називають двигунами типу DOHC. Двигун DOHC (Double Over Head Camshaft) - це, відповідно до аббревіатури, двигун, що має два розподільні вали з верхнім розташуванням. Поява таких двигунів пов'язана зі збільшенням числа клапанів ГРМ для підвищення ефективності процесів газообміну в циліндрах.</p>

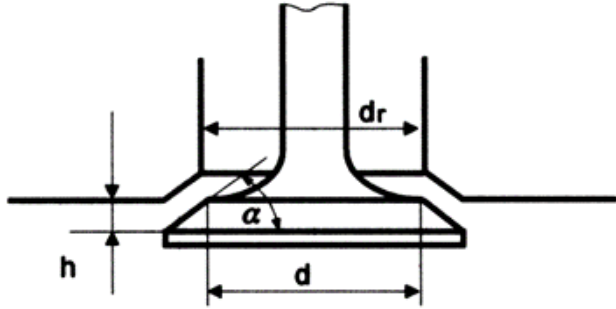
## Продовження таблиці А.1

1	2	3
		<p>У сучасних двигунах типу DOHC на кожен циліндр доводиться чотири клапани - два впускних і два випускних, це дозволяє швидше очистити циліндр від продуктів згорання палива і наповнити його свіжим зарядом.</p> <p>Очевидно, підвищення ефективності газообміну можна досягти двома способами - збільшенням діаметру клапанових тарілок або збільшенням кількості клапанів.</p> <p>У першому випадку обмеження накладає діаметр циліндра - не можна збільшувати діаметр тарілки клапана за межі, визначені діаметром циліндра двигуна. Тому використання збільшених до границі тарілок клапанів не дозволяє повністю використати площу циліндра для підвищення ефективності газообмінних процесів.</p> <p>Другий спосіб дозволяє використати площу циліндра раціональніше, але призводить до ускладнення конструкції ГРМ. Проте, конструктори сучасних автомобільних двигунів пішли шляхом ускладнення клапанового механізму з метою збільшення потужності і ККД при заданих параметрах двигуна.</p> <div data-bbox="619 1014 1422 1413" style="text-align: center;">  <p style="text-align: center;">Рис. 2.а. Многоклапаные ГРМ</p> </div> <p style="text-align: center;"><b>Рисунок 3 – Багатоклапанні ГРМ</b></p> <p>Деякі автовиробники з цією метою використовують не чотири клапани на циліндр, а п'ять ("Audi V6") і навіть шість ("Maserati V6 - 4ac - 36v") (рисунок 3).</p> <p>За видом приводу розподільного валу ГРМ можуть бути (рисунок 4) :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ з приводом від зубчастої передачі;</li> <li>❖ з приводом від ланцюгової передачі;</li> <li>❖ з приводом від ремінної передачі (зазвичай застосовується зубчастий ремінь);</li> <li>❖ з вальним приводом.</li> </ul>

## Продовження таблиці А.1

1	2	3
		<p>а – пасовий; б – ланцюговий; в – з зубчастим зачепленням; г – вальний; 1 – колінчастий вал; 2 – рідинний насос; 3- натяжний ролик; 4 – розподільний вал; 5 – приводний пас; 6 – натягувач ланцюга; 7 – башмак натягувача ланцюга; 8 – ланцюг; 9 – заспокоювач ланцюга; 10 – масляний насос; 11 – проміжний вал</p> <p><b>Рисунок 4 – Способи приводу розподільного вала</b></p> <p>На рисунку 5 представлені різні приводи клапанного механізму.</p> <p>а – безпосередній; б – г – через важелі; д – з – з допомогою коромисла; 1 – стакан; 2 і 6 – стійки; 3 і 4 – регульовальні болти; 5 – кулька; 7 - канал</p> <p><b>Рисунок 5 – Привод клапанного механізму</b></p> <p>При безпосередньому приводі (рисунок 5, а) на клапан діє кулачок розподільного вала через направляючий стакан 1, який виключає додаткові навантаження на стержень і втулку клапана.</p>

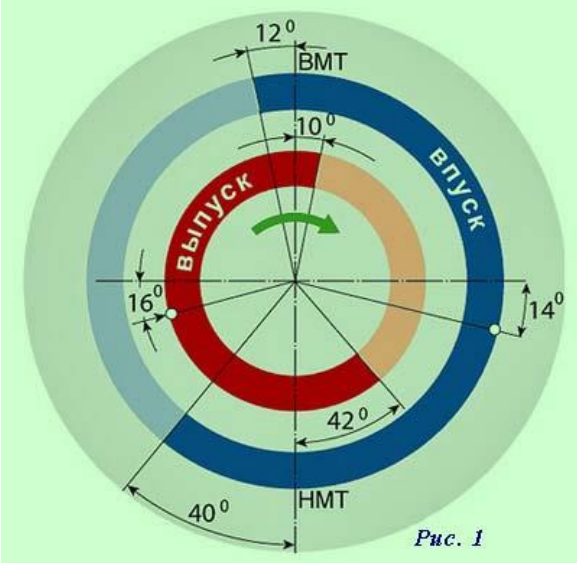
## Продовження таблиці А.1

1	2	3
		<p>При верхньому розташуванні розподільного валу і повздовжньому розташуванні клапанів привід клапана може здійснюватися і через одноплечові важелі (рисунок 5, б-г), а при поперечному і косому розташуванні клапанів - через коромисла (рисунок 5, з).</p> <p>При нижньому розташуванні розподільного валу привід клапанів здійснюється, як правило, через коромисла.</p>
ДОЗ	<p>Конструктивні параметри механізмів газорозподілу. Фази газорозподілу</p>	<p>Якість процесів газообміну вирішальним чином залежить від прохідного перерізу клапанів і тривалості їх відкриття.</p> <p>Основними конструктивними параметрами клапанного механізму є діаметр клапана <math>d</math> і висота його піднімання <math>h</math>.</p> <p>Значення діаметра клапана залежать від компонування механізму газорозподілу і визначаються, як правило, діаметром циліндра <math>D</math>. Величина <math>d</math> змінюється в межах:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- для впускних клапанів <math>d = 0,35 - 0,45D</math>;</li> <li>- для випускних клапанів <math>d = 0,30 - 0,40D</math>.</li> </ul> <div style="text-align: center;">  </div> <p><b>Рисунок 1.6 – Конструктивні параметри клапана</b></p> <p>Тривалість відкриття клапанів визначається фазами газорозподілу, які залежать від швидкохідності двигуна, режиму його роботи, наявності наддуву і гідроштовхача тощо.</p> <p>При розгляді робочих циклів поршневих двигунів умовно приймалося, що відкриття і закриття клапанів відбувається у момент знаходження поршня у верхній або нижній мертвій точці (ВМТ або НМТ).</p> <p>Насправді, при роботі реальних двигунів, клапани відкриваються з випередженням і закриваються із запізненням відносно мертвих точок, за рахунок чого досягається значне поліпшення наповнення циліндрів свіжим зарядом і ефективне видалення з них газів, що відпрацювали.</p> <p>Моменти відкриття і закриття клапанів, виражене в кутах повороту колінчастого валу по відношенню до початкових або кінцевих моментів відповідних тактів, називаються фазами газорозподілу.</p>

## Продовження таблиці А.1

1	2	3
		<p>Як відомо, основна функція механізму газорозподілу – забезпечити максимальну ефективність наповнення і очищення циліндра під час роботи двигуна. Від того, наскільки грамотно підібрані фази газорозподілу, залежить економічність і потужність двигуна, а також його тягові і динамічні характеристики.</p> <p>У двигунах без наддування впускний клапан відкривається за <math>10.30^\circ</math> повороту колінчастого валу до приходу поршня у ВМТ і закривається через <math>50.80^\circ</math> після проходження поршнем НМТ. Випускний клапан відкривається за <math>40.70^\circ</math> до НМТ і закривається після проходження поршнем ВМТ через <math>10.50^\circ</math> повороту колінчастого валу. Чим быстроходнее двигун, тим більше значення цих кутів (ширше за фазу газорозподілу).</p> <p>Відкритий стан впускного клапана на початку такту стискування забезпечує продовження наповнення циліндра із-за інерції свіжого заряду і різниці тиску доквілля і тиску в циліндрі на початку стискування. Випередження відкриття впускного клапана розраховують так, щоб до моменту приходу поршня у ВМТ хлипак був вже відкритий.</p> <p>Випередження відкриття випускного клапана до приходу поршня в нижню мертву точку (НМТ) забезпечує очищення циліндра на початковому етапі внаслідок надмірного тиску в циліндрі, тому робота поршня по виштовхуванню газів при такті випуску значно зменшується, що сприяє підвищенню потужності двигуна.</p> <p>Оскільки впускний клапан відкривається у кінці випуску, а випускний закривається на початку впускання, то виникає період часу, коли обидва хлипаки одночасно відкриті. Цей період називається перекриттям клапанів. У двигунах з наддуванням ці кути збільшують.</p> <p>Під час перекриття клапанів, коли одночасно в циліндр поступає свіжий заряд, а через випускний хлипак віддаляються гази, що відпрацювали, відбувається продування циліндрів, яке покращує газообмін. Очевидно, що наддування ефективно для дизельних двигунів, оскільки продування циліндрів в них здійснюється чистим повітрям, а не робочою сумішшю, як в карбюраторних двигунах.</p> <p>Діаграма фаз газорозподілу показана на рисунку 1.</p>

## Продовження таблиці А.1

1	2	3
		 <p style="text-align: right;"><i>Рис. 1</i></p> <p><b>Рисунок 7 – Діаграма фаз газорозподілу</b></p> <p>Фази газорозподілу залежать від профілю кулачка розподільного валу і взаємного розташування кулачків. Якщо профілі впускних і впускних кулачків однакові, то тривалість відкритого стану клапанів теж буде однакова.</p> <p><b>Змінні фази газорозподілу.</b></p> <p>У звичайному двигуні фази газорозподілу визначаються формою кулачка розподільного валу і залишаються незмінними в усіх діапазонах і при будь-яких режимах роботи двигуна. Проте постійні фази газорозподілу не дозволяють створювати оптимальні процеси сумішоутворення для кожного конкретного режиму.</p> <p>Для прикладу розглянемо, які вимоги до газорозподілу пред'являє двигун за різних умов навантаження і роботи.</p> <p><i>Режим холостого ходу</i></p> <p>На цьому режимі роботи слід встановлювати такий кут повороту розподільного валу, який відповідає найпізнішому початку відкриття впускних клапанів (максимальний кут затримки, при мінімальному перекритті клапанів). Цим забезпечується мінімальний вступ газів, що відпрацювали, у впускний трубопровід, що покращує стабільність роботи двигуна і зниження витрати палива.</p> <p><i>Режим низьких навантажень</i></p> <p>При роботі в режимі низьких навантажень перекриття клапанів необхідно зменшити для мінімізації вступу газів, що відпрацювали, у впускний трубопровід, що покращує стабільність роботи двигуна.</p> <p><i>Режим середніх навантажень</i></p> <p>У цьому режимі необхідно збільшити перекриття клапанів, що дозволить понизити "насосні" втрати. При цьому частина газів,</p>

## Продовження таблиці А.1

1	2	3
		<p>що відпрацювали, поступає у впускний трубопровід, що дозволяє підвищити температуру робочого циклу стискування і зменшити її в процесі такту згорання (робочого ходу), що, у свою чергу, призводить до зниження змісту оксидів азоту в газах, що відпрацювали, і підвищення температурного ККД двигуна.</p> <p><i>Режим високих навантажень при низькій частоті обертання колінчастого валу</i></p> <p>На цьому режимі повинне забезпечуватися раннє закриття впускних клапанів, щоб забезпечити збільшення крутного моменту. Невелике або нульове перекриття клапанів примушує двигун чіткіше реагувати на зміну положення дросельної заслінки, що, наприклад, дуже важливо при русі в міському транспортному потоці.</p> <p><i>Режим високих навантажень при високій частоті обертання колінчастого валу</i></p> <p>Для того, щоб отримати максимальну потужність при високій частоті обертання колінчастого валу, необхідно забезпечити перекриття клапанів біля ВМТ з великим кутом повороту колінчастого валу. Це пов'язано з тим, що потужність найбільшою мірою залежить від максимально можливої кількості паливно-повітряної суміші, що потрапляє в циліндр за короткий час, але, чим вище частота обертання, тим менше часу, що відводиться на заповнення циліндра.</p> <p>Приведений вище аналіз показує, що механізм газорозподілу повинен чуйно підлаштовуватися під конкретні умови роботи двигуна, щоб забезпечити найбільш ефективне виконання двигуном своїх функцій. Очевидно, що газорозподільний механізм повинен уміти змінювати фази газорозподілу залежно від режиму роботи двигуна.</p> <p>Усвідомлення конструкторами необхідності застосування "гнучких" ГРМ, здатних змінювати фази газорозподілу в стежачому режимі залежно від умов роботи двигуна привело до створення різних систем і технічних рішень, що дозволили утілити цю ідею в життя.</p> <p>Основними завданнями системи зміни фаз газорозподілу є:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ поліпшення якості роботи двигуна на холостому ходу;</li> <li>❖ підвищення паливної економічності двигуна;</li> <li>❖ оптимізація моменту, що крутить, в області середніх і високих частот обертання колінчастого валу;</li> <li>❖ збільшення внутрішньої рециркуляції газів, що відпрацювали, з супутнім їй зниженням температури газів при згоранні і зменшенням викиду оксидів азоту;</li> <li>❖ збільшення потужності в області високих частот обертання колінчастого валу.</li> </ul>

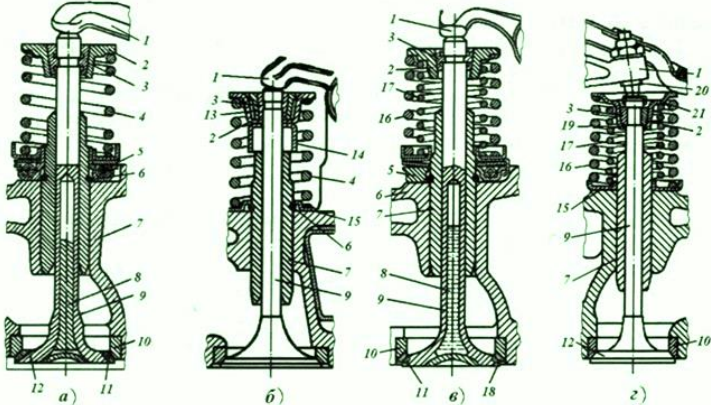
## Продовження таблиці А.1

1	2	3
		<p>Щоб варіювати фазами газорозподілу під час роботи двигуна необхідно яким-небудь чином змінювати положення розподільного валу відносно колінчастого валу. При цьому принцип дії приводу повороту розподільного валу, для зміни фаз газорозподілу, може бути будь-яким - механічним, гідравлічним, електричним або пневматичним.</p> <p>У зв'язку з зростаючими вимогами до зменшення викидів токсичних речовин з відпрацьованими газами в наш час розроблені пристрої, які можуть змінювати фази газорозподілу в усьому діапазоні можливої частоти обертання колінчастого валу двигуна, як для впускних, так і для випускних клапанів, що дозволяє регулювати кількість залишкових газів, що відпрацьовали, в камері згорання.</p> <p>Безступінчата зміна фаз газорозподілу дозволяє, також, поліпшити роботу двигуна на неодруженому ході і повних навантаженнях, забезпечуючи підвищення моменту, що крутить, і потужності.</p> <p>Альтернативною механічним системам явилася дешевша конструкція системи зміни фаз газорозподілу з використанням гідрокерованої муфти. Така муфта здатна під дією управляючої електроніки і гідравліки повертати розподільний вал на певний кут відносно його первинного положення.</p> <p>З підвищенням оборотів муфта повертає вал по ходу обертання, що веде за собою більш раннє відкриття впускних клапанів і як наслідок - краще наповнення циліндрів на високих обертах.</p> <p>Інженери не зупинилися на цьому і розробили ряд систем, здатних не лише рухати фази, але і розширювати або звужувати їх. Залежно від конструкції це може досягатися декількома способами.</p> <p>Наприклад, в системі VVTL - і, розробленої фахівцями фірми Тойота, після досягненні певних оборотів (6000 про/мін) замість звичайного кулачка в роботу включається додатковий - зі змінним профілем. Профіль цього кулачка задає іншу кінематику руху клапана і змінює фази газорозподілу. При підвищенні частоти обертання колінчастого валу понад 6500...8000 про/мін у двигуна немов відкривається друге дихання, здатне надати автомобілю динамічний ривок при прискоренні.</p> <p>В наш час системи безперервної зміни фаз газорозподілу застосовуються на двигунах Ауді, Фольксваген, Тойота, Рено, Вольво та ін.</p> <p>Ще одне технічне рішення проблеми - зміна висоти підйому клапанів, що дозволяє варіювати процес газообміну за допомогою різних систем управління. У таких системах висота підйому клапанів і тривалість фази впускання змінюються залежно від натиснення на педаль газу, т. е. за допомогою бездрессельного управління.</p>

## Продовження таблиці А.1

1	2	3
		<p>Економія від застосування системи бездроссельного управління складає 8...15%, приріст потужності - в межах 5...15%.</p> <p>Останнім часом механічний привід управління швидкістю і заввишки підйому клапанів все частіше витісняє електромагнітний привід, як чуйніший до сигналів пристроїв, що управляють.</p> <p>Висоту, час і швидкість підйому клапана в цьому випадку можна довести до ідеалу, а тривалість відкриття клапанів дозволяється міняти в дуже широких межах. Електроніка, відповідно до заданої програми, може періодично не відкривати "непотрібні" хлипаки, або зовсім відключати циліндри від газообміну. Робиться це в цілях економії, наприклад, на неодруженому ході або при гальмуванні двигуном.</p> <p>Робота інженерів і конструкторів по оптимізації і вдосконаленню систем газорозподілу двигунів внутрішнього згорання ведеться безперервно, щоб повністю використати потенціал збільшення динамічних і швидкісних характеристик двигунів, їх економічності і екологічної безпеки.</p>
ДО4	Клапани, їх конструкція і умови роботи	<p>Завершальною ланкою механізму газорозподілу є клапанова група, яка включає клапан, пружину, деталі кріплення клапана і пружини, направляючу втулку і сідло клапана.</p> <p>Клапанна група працює при великих механічних і теплових навантаженнях. Найбільш навантаженим є сполучення «клапан – сідло». Ці деталі піддаються найбільшим ударним діям при посадці клапана в сідло, і працюють в умовах високих температур.</p> <p>Сполучення «клапан – сідло – напрямна втулка» працює при недостатньому змазуванні і високій швидкості переміщення клапана, що викликає їх інтенсивне зношування.</p> <p>Виходячи з умов, в яких працюють деталі цієї групи ГРМ, до клапанової групи пред'являються наступні вимоги:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>❖ герметичне закриття клапанів;</li> <li>❖ малий опір робочої суміші і газам, що відпрацювали, при впусканні і випуску (хороша обтічність);</li> <li>❖ мінімальна маса деталей;</li> <li>❖ висока міцність і жорсткість;</li> <li>❖ висока теплова стійкість;</li> <li>❖ ефективне відведення тепла від клапана (особливо для випускного);</li> <li>❖ висока зносостійкість (особливо в сполученні "втулка-клапан");</li> <li>❖ висока корозійна стійкість в сполученні "сідло-клапан".</li> </ul> <p>Клапани відкривають і закривають впускні і випускні отвори в головці блоку циліндрів. Основні елементи клапана: головка 12 і стержень 9 (рисунок 8). Головку клапана іноді називають тарілкою клапана.</p>

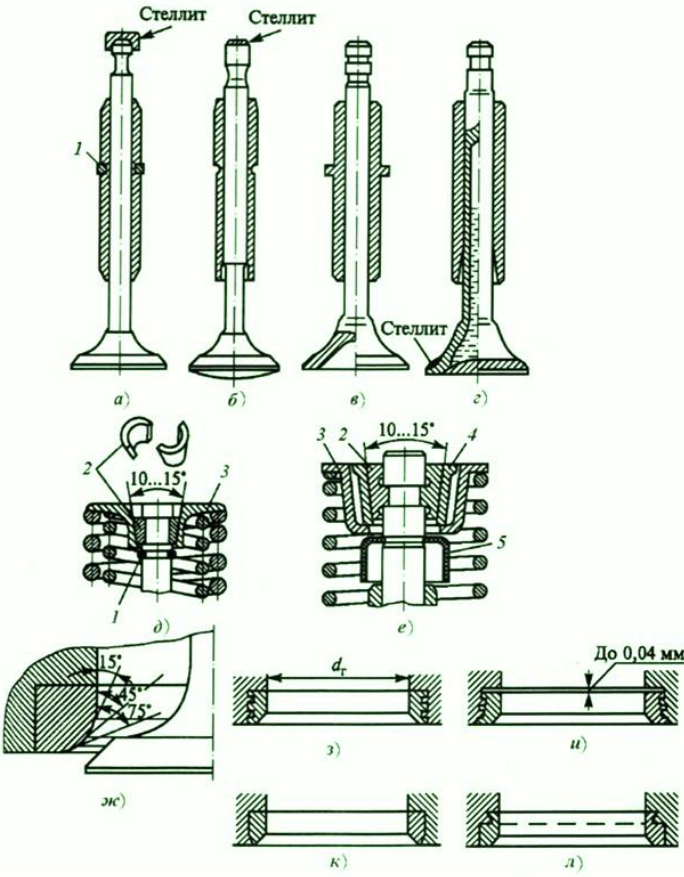
## Продовження таблиці А.1

1	2	3
		<p>Плавний перехід від головки до стержня знижує опір потоку газів при їх витіканні через газообмінні отвори. Оскільки гази, що відпрацювали, віддаляються через випускний клапан при значному тиску, головку цього клапана зазвичай виконують меншого діаметру, ніж головку впускного клапана.</p> <p>Температура головки випускного клапана бензинових двигунів досягає 800...900 °С, а в дизельних двигунах - 500...700 °С.</p> <p>Температурне навантаження на головки впускних клапанів значно нижче, проте воно призводить до нагріву тарілки клапана до 300 °С.</p> <p>Тому для виготовлення випускних клапанів застосовуються жароміцні сплави і матеріали, як які зазвичай використовують жароміцні сталі з великим змістом легуючих присадок. В цілях економії дорогих жаростійких матеріалів випускні клапани виготовляють з двох частин. При цьому для головки використовується жаростійкий матеріал, а для стержня - вуглецеві сталі.</p> <p>Головка і стержень в даному випадку з'єднуються між собою стиковим зварюванням.</p> <p>Для підвищення корозійної стійкості і зменшення зношування у випускних клапанах робочі поверхні фаски, а в деяких випадках і поверхню головки з боку циліндра наплавляють шаром твердого сплаву завтовшки 1,5...2,5 мм (рисунок 8).</p>  <p>а – випускний з однією пружиною; б – впускний; в - випускний з двома пружинами; г - впускний з двома пружинами; 1 – коромисло; 2 – верхня опорна тарілка; 3 – сухар; 4 – пружина; 5 – механізм примусового обертання клапана; 6 – стопорне кільце; 7 – напрямна втулка; 8 – внутрішня порожнина в стержні клапана; 9 – стержень клапана; 10 – сідло; 11 – зносостійка наплавка фаски; 12 – головка клапана; 13 – проміжна втулка; 14 – масло відбиваючий ковпак; 15 – нижня тарілка пружини; 16 – зовнішня пружина; 17 – внутрішня пружина; 18 – зносостійка наплавка сідла; 19 – гумове кільце; 20 – регулювальний гвинт коромисла; 21 – зносостійкий ковпак</p> <p><b>Рисунок 8 - Клапани</b></p>

## Продовження таблиці А.1

1	2	3
		<p>Оскільки впускні клапани омиваються свіжим зарядом і знаходяться в легших температурних умовах, до матеріалу впускних клапанів пред'являються менш жорсткі вимоги і для їх виготовлення використовуються хромисті і хромонікелеві середньовуглецеві сталі.</p> <p>Обтічність клапана, працездатність його фасок багато в чому залежить від форми головки. Для впускних клапанів частіше використовують головки плоскої форми (див. рисунок 8 і 9), конструкції, що відрізняються простотою, і достатньою жорсткістю. У форсованих двигунах іноді застосовують впускні клапани з увігнутими головками (див. рисунок 8, в). Такі клапани мають меншу масу, ніж клапани з плоскою головкою і їх рух викликає менші інерційні навантаження.</p> <div data-bbox="778 875 1264 1429" style="text-align: center;"> </div> <p>а – впускний; б – випускний; 1 – головка; 2 – стержень; 3 – напрямна втулка; 4 – нижня нерухома опорна тарілка; 5 – зовнішня пружина; 6 – внутрішня пружина; 7 – сухар; 8 – верхня рухома опорна тарілка пружини; 9 – коромисло; 10 – сідло; 11 – проміжна втулка</p> <p style="text-align: center;"><b>Рисунок 9 – Клапани дизелів</b></p> <p>Головки випускних клапанів виконуються або плоскими (рисунки 8, 9 і 10, г), або опуклими (рисунок 10, б).</p> <p>Опукла форма головки сприяє поліпшенню обтічності клапана з боку циліндра і підвищенню його жорсткості, але в той же час збільшується і маса клапана, що негативно позначається на його інерційності.</p> <p>Сполучення між тарілкою (головкою) клапана і сідлом здійснюється по фасці - спеціальному поясок на бічній поверхні головки. Кут нахилу фаски у впускних клапанів для більшості двигунів складає 45°, а у випускних - 45 і 30°.</p> <p>В процесі виготовлення клапанів фаски головок шліфують, а при установці на двигун притирають до сідла.</p>

## Продовження таблиці А.1

1	2	3
		 <p>а – г – клапани; д – е – деталі кріплення тарілки пружини; ж – з – сідла; 1 – стопорне кільце; 2 – сухарі; 3 – опорна тарілка; 4 – втулка; 5 – ковпачок</p> <p><b>Рисунок 10 – Клапани і їх елементи</b></p> <p>Ширина притертого поясочка фаски для випускних клапанів має бути не менше 0,8 мм; для впускних клапанів допускається вужчий поясочок, який, проте, не повинен уриватися по периметру кола фаски.</p> <p>Для забезпечення надійного контакту між клапаном і сідлом по зовнішній кромці фаски клапана кут фаски клапана роблять на <math>0,5 \cdot 1^\circ</math> менше кута фаски сідла.</p> <p>Корозійний і механічний знос фасок на клапані і сідлі різко знижує ефективність роботи двигуна. На фасках випускних клапанів в процесі роботи поступово відкладається нагар, який теж перешкоджає герметичному закриттю випускного отвору.</p> <p>Нижче фаски головка клапана має циліндричний поясок, який оберігає її від обгорання, зберігає діаметр тарілки клапана при перешліфовуванні і забезпечує жорсткість голівки.</p> <p>Для попередження падіння клапана в циліндр при поломці хвостовика стержня або клапанної пружини, на його стержні може встановлюватися пружинне стопорне кільце (див. рисунок 10, д, поз. 1).</p> <p>Торці стержнів (п'яти клапанів), що перебувають у контакті з коромислом або кулачком, піддаються гартуванню. У деяких</p>


## Продовження таблиці А.1

1	2	3
		<p>двигунах замість гартування на кінці стержнів надіваються ковпачки (рис. 8, поз. 21) зі зносостійких матеріалів і сплавів.</p> <p>На стержень впускних клапанів надівають гумовий ковпачок (див. рисунок 10, е, поз. 5), який під час такту впускання перешкоджає проходу олії в камеру згорання через проміжок між стержнем і направляючою втулкою клапана.</p> <p>Для відвертання заклинювання впускних клапанів в отворі направляючої втулки при температурному розширенні, їх стержні поблизу голівки виконують дещо меншого діаметру, ніж по іншій довжині.</p> <p>Для кріплення клапанних пружин на кінці стержня виконуються одна або дві виточки, в які при складанні входять виступи сухарів 2 (рисунок 10, д, е).</p> <p>Для пониження температури впускних клапанів діаметр їх голівок зменшують, а діаметр стержня збільшують. Таке технічне рішення дозволяє підвищити теплову стійкість клапана, але збільшує опір потоку газів, що випускаються. Втім, оскільки викид газів, що відпрацювали, з циліндра здійснюється під значним тиском (в порівнянні з тиском впускання), то цим недоліком нехтують.</p> <p>Ефективнішим є спосіб примусового охолодження впускних клапанів.</p> <p>Для цього стержень впускного клапана роблять порожнистим (див. рисунок 8, а, в) і заповнюють металевим натрієм, який має низьку температуру плавлення (97 °С). При роботі рідкий натрій, нагріваючись від голівки клапана, випаровується, поглинаючи велику кількість теплоти. Піднявшись у верхню частину стержня, пари натрію конденсуються і передають теплоту верхньої частини стержня, яка працює в менш теплонапружених умовах.</p>
ДО5	Напрямна втулка	<p>Напрямна втулка 3 (рисунок 11) центрує клапан відносно сидла і забезпечує щільну, без перекосів посадку головки клапана в сидло. Її виготовляють з чавуну або металокерамічного сплаву.</p>

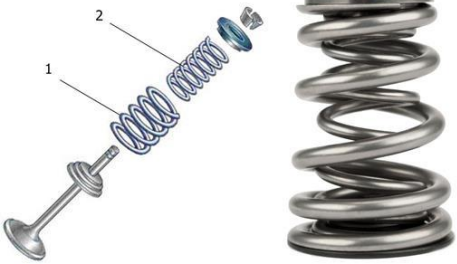
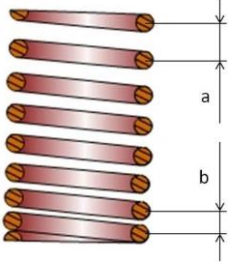
## Продовження таблиці А.1

1	2	3
		 <p>1 - сідло клапана; 2 - клапан; 3 - напрямна втулка клапана; 4 - пружина; 5 - тарілка; 6 - сухарі</p> <p><b>Рисунок 11 – Клапаний механізм</b></p>  <p><b>Рисунок 12 – Напрямні втулки клапанів</b></p> <p>Для зменшення проникнення масла в камеру згоряння через зазори між втулкою і стрижнем клапана застосовують захисні ковпачки або защілювачі (рисунок 13).</p>  <p>а – загальний вигляд; б - схема; 1 - напрямна втулка; 2 - защілювач клапана; 3 - клапан</p> <p><b>Рисунок 13 – Зашчілювачі клапана</b></p>
Д06	Сідло клапана	<p>Сідло клапана забезпечує довговічність контактної зони клапана з голівкою блоку циліндрів. У голівках з алюмінієвого сплаву використовують сталеві сідла, а в чавунних голівках вони</p>

## Продовження таблиці А.1

1	2	3
		<p>розточуються безпосередньо в тілі (див. рисунок 9, а). Для виготовлення вставних сідел використовують спеціальні леговані чавуни або жаростійкі сталі. Для підвищення зносостійкості фаски сідел випускних клапанів наплавляються шаром твердого сплаву (див. рисунок 8, поз. 18).</p> <p>Сідло є кільцем з циліндричною або конічною зовнішньою поверхнею. Кріпиться сідло в голівці з натягом при запресовке або шляхом розкарбовування голівки (див. рисунок 10, к). Сталеві сідла можуть кріпитися розвальцьовуванням верхньої частини сідла (див. рисунок 10, л). При кріпленні сідел запресовкой на їх зовнішній поверхні часто виконуються кільцеві проточки (див. рисунок 10, з, и), які в процесі запресовки заповнюються металом голівки.</p> <p>Циліндричні сідла вставляються до упору, а конічні - з невеликим торцевим проміжком.</p> <p>Для отримання надійного ущільнення поясок сідла шириною близько 2 мм виконують зі змінним кутом (див. рисунок 10, ж).</p>
ДО7	Клапанні пружини, їх призначення, кількість та способи кріплення	<p>Клапанна пружина 4 (див. рис. 11) має забезпечувати щільну посадку клапана на сідло і в процесі роботи механізму сталій, практично безазоровий контакт між деталями приводу. Для цього пружина має бути пружною, жорсткою, виключати можливість появи у механізмі резонансних явищ.</p> <div data-bbox="746 1256 1390 1496" style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;"><b>Рисунок 14 - Клапанні пружини</b></p> <p>Найпоширені циліндричні клапанні пружини зі сталем або змінним кроком, виготовлені з круглого дроту діаметром 3 – 8 мм і кількістю робочих витків від 5 до 14. Матеріал для виготовлення пружин – високовуглецева марганцева або хромонікелева сталь.</p> <p>Для зменшення розмірів пружин, зниження напружень і отримання необхідної характеристики в більшості двигунів на кожний клапан установлюють дві пружини, розміщені одна в одній. Навивання пружин одного комплекту виконане в різних напрямках, що запобігає потраплянню витків однієї пружини між витками другої.</p>

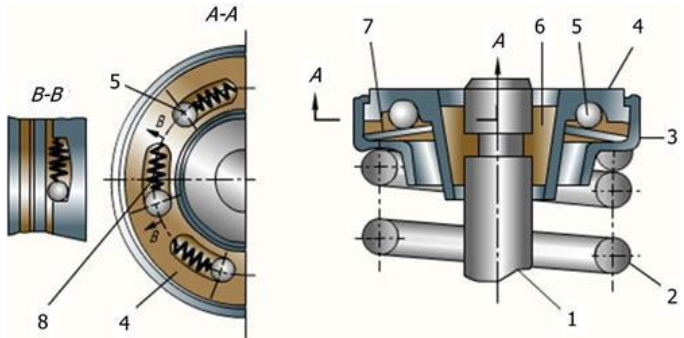
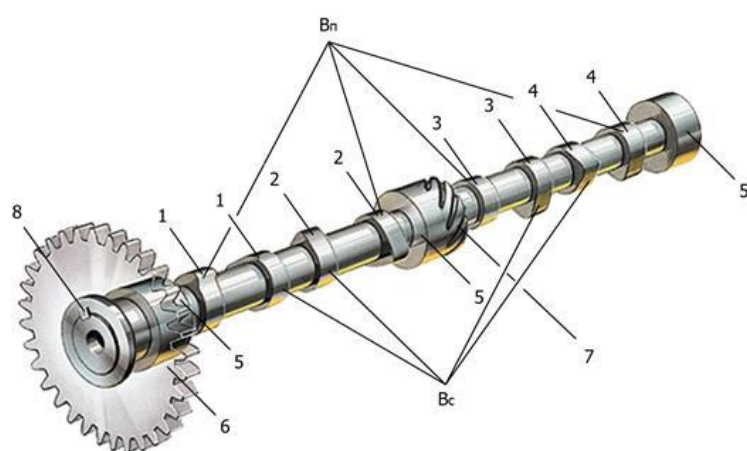
## Продовження таблиці А.1

1	2	3
		 <p>1 – зовнішня; 2 – внутрішня</p> <p><b>Рисунок 15 – Дві пружини клапанного механізму</b></p> <p>Пружини зі змінним кроком (ЗІЛ-130) слід установлювати більшим кроком навивання до головки клапана.</p>  <p><b>Рисунок 16 – Пружина зі змінним кроком (<math>a &gt; b</math>)</b></p> <p>Кріплення пружини 4 до клапана 2 (рис. 11) здійснюється, як правило, за допомогою тарілки 5 з внутрішньою конічною поверхнею і двох конічних сухариків 6, що кільцевим пояском входять у кільцеву проточку хвостовика клапана. Тарілка центрує пружину відносно стрижня клапана. Нерухомий (нижній) кінець пружини центрує опорна шайба, що, крім того, запобігає спрацюванню м'якших поверхонь головки циліндрів.</p>
Д08	Механізм обертання клапана	<p>Момент, що виникає під час стискання пружин, на двигуні ЗІЛ-130 і деяких моделях ЯМЗ використовують для примусового обертання випускного клапана навколо осі, що забезпечує самопритирання фасок і поліпшує експлуатаційну стабільність з'єднання клапана з сідлом.</p> <p>У клапанному приводі двигунів ЗМЗ, крім сухариків і тарілки, є конічна втулка, що щільно охоплює сухариків і стикається з тарілкою вузьким кільцевим пояском. Завдяки цьому зменшується тертя у з'єднанні й клапан може повертатися під дією зусилля, що передається через коромисло. Останнє сприяє зняттю нагару з головки і сідла клапана і запобігає їх обгоранню.</p> <p>Для цього ж випускні клапани V-подібних карбюраторних двигунів автомобілів ЗІЛ мають механізм примусового обертання.</p>

## Продовження таблиці А.1

1	2	3
		<div data-bbox="783 342 1259 607" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="563 611 1477 645"><b>Рисунок 17 – Механізм примусового обертання випускного клапана</b></p> <p data-bbox="563 663 1477 875">Він складається з корпусу 4 (рис. 18), розташованого в заглибленні головки циліндра на напрямній втулці 2, яку закріплено замковим кільцем втулки, п'яти кульок 5, установлених разом із поворотними пружинами 9 у похилих пазах корпусу, опорної шайби 6 і конічної дискової пружини 8. Шайбу й пружину вільно надіто на виступ корпусу й закріплено на ньому/</p> <div data-bbox="679 913 1374 1234" data-label="Image"> </div> <p data-bbox="563 1238 1477 1357">а, б – відповідно початкове й кінцеве робочі положення; 1 – стрижень випускного клапана; 2 – напрямна втулка; 3 – замкове кільце; 4 – корпус механізму примусового обертання; 5 – кульки; 6 – опорна шайба; 7 – пружина клапана; 8 – конічна дискова пружина; 9 – поворотні пружини</p> <p data-bbox="663 1361 1457 1424"><b>Рисунок 18 – Механізм примусового обертання випускного клапана двигуна автомобіля ЗІЛ-130</b></p> <p data-bbox="563 1464 1477 1644">Коли клапан зачинений і зусилля пружини 7 невелике (рисунок 1.18, а), дискова пружина 8 вигнута зовнішнім краєм угору, а внутрішнім – упирається в заплечники корпусу 4. При цьому кульки 5 у конічних пазах корпусу відтиснуті пружинами 9 у крайнє положення.</p> <p data-bbox="563 1648 1477 1861">Коли клапан починає відчинятися, зусилля пружини 7 зростає, внаслідок чого дискова пружина 8 (рисунок 18, б) випрямляється й передає зусилля пружини 7 на кульки 5, які, перекочуючися в похилих пазах корпусу, повертають дискову пружину 8, опорну шайбу 6, клапанну пружину 7 і сам клапан відносно його початкового положення.</p> <p data-bbox="563 1865 1477 2042">Під час зачинення клапана зусилля клапанної пружини 7 зменшується; при цьому дискова пружина 8 прогинається до свого початкового положення й звільняє кульки 5, які під дією пружини 9 повертаються в початкове положення, підготовлюючи механізм обертання до нового циклу повертання клапана.</p>

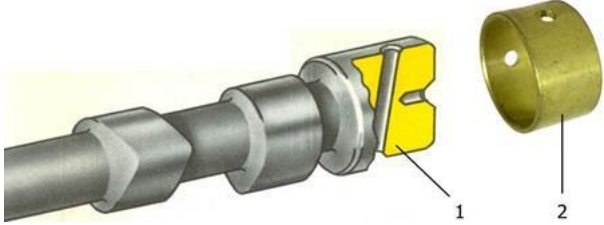
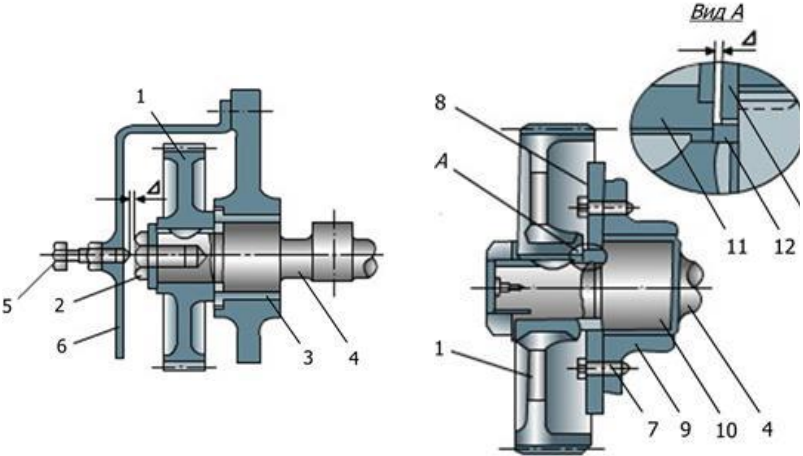
## Продовження таблиці А.1

1	2	3
		<p>На деяких двигунах механізм обертання клапана може встановлюватися зверху щодо пружини клапана.</p>  <p>1 – стрижень випускного клапана; 2 – пружина клапана; 3 – опорна шайба; 4 – корпус механізму примусового обертання; 5 – кульки; 6 – сухарики; 7 – конічна дискова пружина; 8 – поворотні пружини</p> <p><b>Рисунок 19 – Механізм примусового обертання випускного клапана, встановлений зверху щодо пружини клапана</b></p> <p>Його дія аналогічна до тієї, що розглядалася вище. За частоти обертання колінчастого вала <math>3000 \text{ хв}^{-1}</math> частота обертання випускного клапана досягає <math>30 \text{ хв}^{-1}</math>.</p>
ДО9	Розподільний вал, його призначення, будова та матеріал	<p>Розподільний вал через відповідні деталі привода керує роботою клапанів. Він складається з кулачків 1, 2, 3, 4 і опорних шийок 5 (рис. 20). На його форму впливають також особливості конструкції опорних і упорних підшипників, елементів привода як самого вала, так і деяких агрегатів двигуна (паливопідкачувальні насоси, переривачі-розподільники тощо.).</p>  <p>1, 2, 3, 4 – кулачки (Вп – впускні, Вс – випускні); 5 – опори; 6 – шестірня урухомника розподільного вала; 7 – шестірня урухомника переривника-розподільника; 8 – шпонка</p> <p><b>Рисунок 20 - Розподільний вал чотирициліндрового двигуна</b></p>


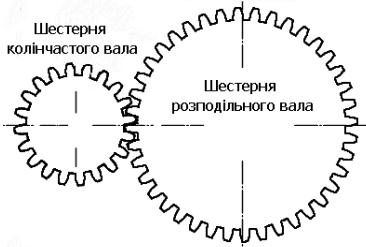
## Продовження таблиці А.1

1	2	3
		<p>Кожний кулачок розподільного вала діє на один клапан – впускний Вс або випускний Вп. Таким чином, кількість кулачків вдвічі більша від кількості циліндрів двигуна. Кулачки виконані як одне ціле з валом і розміщуються на ньому відповідно до порядку роботи циліндрів двигуна.</p> <p>У разі нижнього розміщення розподільний вал установлюють у розточках блока двигуна. В цьому випадку монтаж розподільного вала здійснюють з торця блока, а опорні шийки вала виконують такого розміру, щоб кулачки та інші елементи вала проходили крізь отвір під підшипники. Для зручності монтажу вала в блоці опорні шийки та їхні втулки мають діаметри, які послідовно зменшуються.</p>  <p><b>Рисунок 21 - Нижнє розміщення розподільного вала в розточках блока двигуна</b></p> <p>Опори вала в разі верхнього його розміщення виконують в окремому корпусі, що кріпиться зверху на головку блока. Інколи опори виконують у розточках поперечних перегородок головки або виконують рознімними з нижньою половиною опори, виготовленою в тілі головки.</p>  <p><b>Рисунок 22 - Корпус підшипників розподільного вала (1)</b></p>

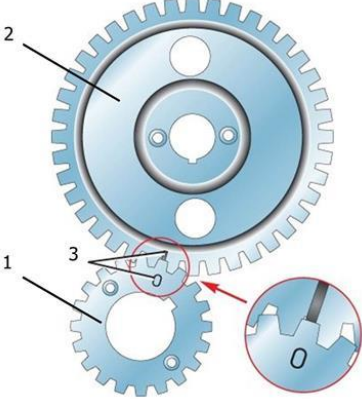
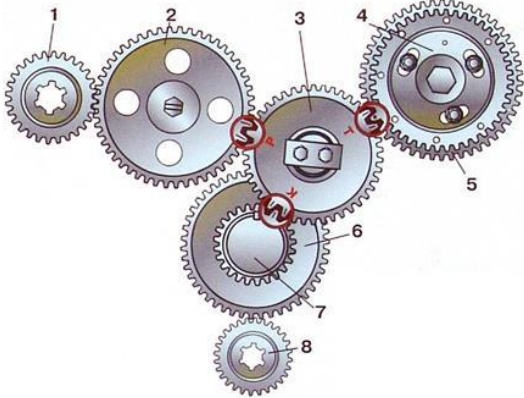
## Продовження таблиці А.1

1	2	3
		<p>Машення опор розподільного вала здійснюють примусовим подаванням масла під тиском у пульсуючому режимі через осьовий канал вала і радіальні канали в опорних шийках (рис. 23).</p>  <p><b>Рисунок 23 – Опорна шийка (1) і втулка (2) розподільного вала</b></p> <p>Осьове переміщення розподільного вала втулках змінюється в межах 0,08 – 0,25 мм. У двигунах типу СМД-14, СМД-31 осьові переміщення вала (рис. 24 а) обмежуються з одного боку упорним буртом втулки опори вала 3, а з іншого боку – приливком кришки блока 6, у який впирається підп'ятник 2. Осьове переміщення вала визначається зазором між накривкою та підп'ятником.</p>  <p><b>Рисунок 24 - Обладнання, що обмежує осьове переміщення розподільного вала</b></p> <p>1 – шестірня розподільного вала; 2 – підп'ятник; 3 – втулка опори вала; 4 – розподільний вал; 5 – регулювальний гвинт; 6 – накривка блока; 7 – болт кріплення упорної сталеної шайби; 8 – упорна сталена шайба</p> <p>У двигунах ЗІЛ-130 і ГАЗ-3307 для обмеження переміщення розподільного вала служить опорна сталена шайба 8 (рис. 24, б), прикріплена болтами 7 до передньої стінки блок-картера 9. Ця шайба розміщена між торцем опорної шийки 10 розподільного вала 4 і торцем маточини 11 шестерні 1. Товщина шайби 8 менше товщини розпирного кільця 12. Різниця в товщині цих двох деталей забезпечує необхідний зазор.</p> <p>На розподільних валах карбюраторних двигунів часто виготовлені разом з валом ексцентрик урухомника бензонасоса і шестірня урухомника масляного насоса.</p>

## Продовження таблиці А.1

1	2	3
		 <p>1 – ексцентрик привода бензонасоса; 2 - шестірня привода масляного насоса</p> <p><b>Рисунок 25 - Розподільний вал карбюраторного двигуна</b></p> <p>Розподільні вали виробляють із вуглецевих цементуючих сталей, які гартуються, або модифікованого чавуну. Кулачки, опорні шайби та ексцентрики піддають термічній обробці або поверхневому загартуванню, після чого шліфують.</p>
ДО 10	Привод розподільного вала	<p>На передньому кінці розподільного вала встановлюють шестірню приводу 6 (рис. 20), що отримує обертання від колінчастого вала двигуна. Схема передавання обертання залежить від загального компонування механізму приводу.</p> <p>У разі нижнього розміщення розподільного вала використовують шестеренчастий привод. Цей привод відзначається простою будовою та високою експлуатаційною стабільністю (спрацювання шестерень практично не впливає на роботу механізму газорозподілу). У чотиритактних двигунах передавальне число приводу дорівнює 2, тобто за 2 оберти колінчастого вала розподільний вал має здійснити за 1 оберт.</p>  <p><b>Рисунок 26 – Схема шестерінчастого приводу з проміжною шестернею (двигун Д-260)</b></p> <p>Схему шестерінчастого приводу, зображена на рис. 27, характеризується використанням однієї пари шестерень (аналогічно ЗІЛ-130).</p> <p>Для зменшення габаритних розмірів двигуна за шириною передавання до розподільного вала раціонально здійснювати за схемою, наведеною на рис. 28, тобто через проміжну шестерню (дизель типу СМД-14). Шестерні розміщують у спеціальному</p>

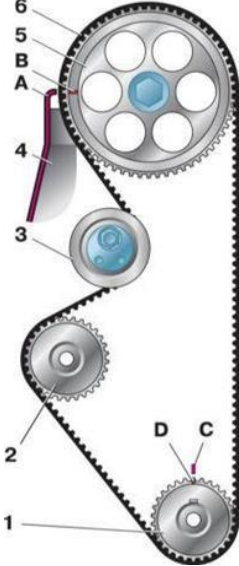
## Продовження таблиці А.1

1	2	3
		<p>картері, зазвичай, у передній частині двигуна або, як у дизелів типу СМД-60, ЯМЗ, – у задній його частині.</p>  <p>1 – шестірня колінчастого вала; 2 – шестірня розподільного вала; 3 – мітки</p> <p><b>Рисунок 27 - Схема шестерінчастого приводу з однією парою шестерень</b></p>  <p>1 – шестірня приводу насоса рульового керування; 2 – шестірня розподільного валу; 3 – проміжна шестірня; 4 – шестерня приводу паливного насоса; 5 – шестірня приводу компресора; 6 – шестірня ведуча; 7 – шестірня колінчастого вала; 8 – шестірня приводу масляного насоса двигуна</p> <p><b>Рисунок 28 - Схема шестерінчастого приводу з проміжною шестернею (двигун Д-260)</b></p> <p>Для забезпечення якісного і безшумного зчеплення розподільні шестерні виконують косозубчастими.</p> <p>Матеріалом для розподільних шестерень є сталь, чавун і пластмаса. Так, у карбюраторних двигунах ведена шестірня на розподільному валу текстолітова, що сприяє зменшенню шуму двигуна.</p> <p>Для того щоб правильно розмістити розподільний вал відносно колінчастого вала (це необхідно для дотримання фаз газорозподілу), розподільні шестерні (крім проміжних) кріпляться на своїх валах нарізними з'єднаннями, а їх певне</p>

## Продовження таблиці А.1

1	2	3
		<p>положення відносно валів фіксується шпонками або встановлювальними штифтами. З'єднання зубців шестерень під час складання двигуна здійснюють за позначками на шестерні, а іноді на картері шестерень (рисунок 28) К, Р.</p> <p>Проміжні шестерні і шестерні допоміжного обладнання (наприклад, зірочки натяжного обладнання за ланцюгового або пасового урухомлення) обертаються на сталених осях, запресованих у блок двигуна.</p> <p>У разі верхнього розміщення розподільний вал приводиться ланцюгом (як правило, це дворядний втулково-роликівий ланцюг) або зубчастим пасом (рисунок 29, рисунок 30). Установлення розподільного вала за такого приводу також здійснюють за позначками, що є на шестернях колінчастого вала, розподільного вала та на відповідних деталях блока й головки циліндрів.</p>  <p>1 – зірочка розподільного вала (ведена); 2 – втулково-роликівий ланцюг; 3 – заспокоювач ланцюга; 4 – зірочка приводу масляного насоса; 5 – зірочка колінчастого вала (ведуча); 6 – обмежувальний палець; 7 – башмак натяжного пристрою; 8 – натяжний пристрій; А, Б – установлювальні позначки</p> <p><b>Рисунок 29. Схема приводу розподільного вала за допомогою ланцюга</b></p>

## Продовження таблиці А.1

1	2	3
		 <p>1 – зубчастий шків колінчастого вала; 2 – зубчастий шків насоса охолоджувальної рідини; 3 – натяжний ролик; 4 – задня кришка; 5 – зубчастий шків розподільного вала; 6 – зубчастий пас; А – установлювальний виступ на задній захисній кришці; В – позначка на шкві розподільного вала; С – позначка на кришці масляного насоса; D – позначка на шкві колінчастого вала</p> <p><b>Рисунок 30 – Схема приводу розподільного вала за допомогою зубчастого паса</b></p> <p>У конструкції приводу обов'язково є пристрої, що дають змогу в процесі експлуатації або під час технічного огляду забезпечувати натяг ланцюга чи паса.</p>
ДО 11	Штовхачі та їх типи	<p>Зусилля від кулачків розподільного валу передається безпосередньо клапанам або штангам через штовхачі, які сприймають бічні навантаження від кулачків і розвантажують деталі ГРМ. При роботі штовхачі клапанів слідує по контуру або профілю кулачків розподільного валу, тим самим забезпечуючи перетворення обертання кулачка в зворотно-поступальний рух клапанового механізму.</p> <p>Бічна поверхня штовхача зношується із-за тертя в тих, що направляють, а торцеві поверхні – під дією контактної напруги, що створюється кулачком розподільного валу і наконечником штанги або п'ятою стержня клапана.</p> <p>Для забезпечення рухливого контакту з штангою в штовхачах виконується сферичне гніздо радіусом <math>r_1</math> на 0,2...0,3 мм більше радіусу головки штанги <math>r_2</math> (рисунок 31, г).</p> <p>Залежно від схеми приводу застосовують штовхачі різних конструкцій. Найбільше поширення отримали грибокві штовхачі з плоскою або сферичною опорною поверхнею; циліндричні штовхачі з сферичною або роликвою опорною поверхнею; важільні опуклі або роликві штовхачі.</p>


## Продовження таблиці А.1

1	2	3
		<p>Для забезпечення рівномірного зношування опорної поверхні штовхача забезпечують його обертання навколо своєї осі шляхом зміщення подовжньої осі штовхача відносно осі симетрії кулачка (рисунок 31, б).</p> <p>З цією ж метою опорна поверхня штовхача виконується сферичною, а опорна поверхня кулачка - концентричною з кутом нахилу що утворює до осі валу <math>7' \dots 15'</math>.</p> <p>Штовхачі старих конструкцій, у своїй більшості, мають плоску або опуклу контактну поверхню, по якій ковзає кулачок. Проте, у ряді конструкцій штовхачів використовується ролик, що перекочується по поверхні кулачка (рисунок 31, д). Роликові штовхачі використовують в двигунах головним чином для зниження втрат на тертя в клапановому механізмі (ефект від зниження втрат досягає 8%). Зниження витрат на тертя збільшує економічність двигунів і виправдовує підвищення вартості виробництва штовхачів такої конструкції.</p>  <p>а – грибокві з плоскою опорною поверхнею; б – грибокві з сферичною поверхнею; в і г – циліндричні з сферичною опорною поверхнею; д – циліндричні роликові; е – важільні опуклі; з – гідравлічні; 1 – корпус; 2 – головка; 3 – плунжер; 4 – клапан; 5 - пружина</p> <p><b>Рисунок 31 – Штовхачі</b></p> <p>Роликовий циліндричний штовхач забезпечує менше зношування кулачка розподільного валу, чим грибокві або циліндричний штовхач з сферичною опорною поверхнею. Проте зношування бічних поверхонь роликового штовхача більше, оскільки такий штовхач не може обертатися навколо своєї осі, і бічні навантаження завжди сприймаються одними і тими ж поверхнями, що сполучаються.</p>

## Продовження таблиці А.1

1	2	3
		<p>Для запобігання від повертання навколо осі роликові штовхачі мають бути закріплені за допомогою спеціальних утримувачів, що утримують ролики в одній площині з кулачками розподільного валу. При поломці утримувача роликів штовхач отримує свободу обертання навколо своєї осі, при цьому руйнується як сам штовхач, так і розподільний вал.</p> <p>Важільні штовхачі (рисунок 31, ж), встановлені на одній загальній осі, не мають тих, що направляють, і, отже, тертя ковзання в них відсутнє.</p> <p>Загальним недоліком роликів штовхачів є складність конструкції і велика маса рухомих деталей, яка у важільно-опуклого штовхача дещо менше.</p> <p>Циліндричні штовхачі встановлюються в тих, що направляють, які виконуються зазвичай у блок-картері.</p> <p>Наявність проміжків в механізмі газорозподілу призводить до ударів деталей, що рухаються, і прискорення їх зношування.</p> <p>Для усунення цього недоліку можуть застосовуватися так звані гідравлічні штовхачі (гідрокомпенсатори) (рисунок 31, з), працюючі без проміжку.</p> <p>Принцип дії конструкції, показаної на рисунку, полягає в наступному: штанга приводу клапана упирається в головку 2 плунжери 3, розташованого усередині корпусу штовхача. Плунжер постійно притиснутий пружиною 5 до штанги, а його внутрішня порожнина сполучається з масляною магістраллю, і при відкритому пластинчатому клапану 4 тиск в ній дорівнює тиску в масляній магістралі, який створюється насосом мастильної системи двигуна.</p> <p>На початку підйому штовхача тиск під плунжером різко збільшується, що викликає закриття клапана 4, і зусилля передається на штангу. Такі штовхачі вимагають для роботи тільки чисту олію з високим індексом в'язкості.</p> <p>Для виготовлення штовхачів використовуються спеціальні чавуни і сталі. У чавунних штовхачах опорна поверхня вибілюється, в сталевих її гартують струмами високої частоти, наплавляють легованим вибіленим чавуном. Бічні і внутрішні поверхні штовхачів цементують і гартують. Ролики в роликів важільних штовхачах, що коливаються, виконуються з шарикопідшипникової сталі, а втулки роликів - з бронзи.</p>
ДО 12	Штанги	<p>Штанги передають зусилля від штовхачів до коромисел. Штанга повинна мати достатню жорсткість, стійкість на поздовжній згин, невелику масу і зносостійкість робочих поверхонь.</p>

## Продовження таблиці А.1

1	2	3
		 <p style="text-align: center;"><b>Рисунок 32 - Штанги</b></p> <p>Для зниження маси стержні штанг найчастіше виконують трубчастими. У верхній і нижній кінці стержнів вставляють наконечники. Як правило, на нижньому наконечнику є сферична головка, а на верхньому - сферична головка або сферичне гніздо.</p> <p>Верхній кінець штанги, яким вона впирається в клапанове коромисло надається сферичної форми, якщо в клапановому коромислі не передбачений регулювальний гвинт в точці контакту з штангою. Якщо ж гвинт стоїть, то в торці штанги робиться лунка під кулясту головку регулювального гвинта, що стоїть в клапановому коромислі.</p> <p>Стержні штанг виготовляють з маловуглецевої сталі або алюмінієвого сплаву. Опорні поверхні наконечника піддаються термічній обробці і шліфуються. У деяких двигунах для подання оливи від штовхачів до коромисел в наконечниках є осьові канали.</p> <p>Оскільки найбільш частою несправністю штанги є поздовжній згин, при ремонті двигуна усі штанги обов'язково перевіряють на прямолінійність, катаючи їх по плоскій поверхні або обертаючи навколо осі в спеціальному верстаті.</p>
	Коромисло	<p>Коромисло служить для передачі зусилля від штанги (куркулька при верхньому розподільному валу) до стержня клапана.</p> <p>У дизельних двигунах зустрічається, так зване, форсунка коромисло, яке служить не лише для перетворення руху штанги штовхача в рух стержня клапана, але і для стискування насос-форсунки. Крім того, коромисло призначене для зменшення ходу штовхача при збереженні необхідної висоти підйому клапана або ходу стискування насос-форсунки.</p> <p>Коромисло є нерівноплечим важелем (рисунок 32, д, е, ж), що коливається навколо нерухомої осі (вісь коромисел). Для зменшення висоти підйому штовхачів та штанг і зменшення інерційних навантажень на ці деталі, плечі коромисла виконуються неоднаковими. Передатне число коромисла (співвідношення між плечем стержня клапана і плечем штанги) складає приблизно 1,5 : 1. В цьому випадку висота підйому клапана в півтора рази перевищує висоту підйому штанги штовхача клапана.</p> <p>При такому передатному числі клапанове коромисло виходить досить компактним, що дозволяє скоротити габарити</p>

## Продовження таблиці А.1

1	2	3
		<p>двигуна. Це також призводить до зниження швидкості відносного ковзання вершини кулачка по торцю штовхача клапана.</p>  <p>а – безпосередній; б – г – через важелі; д – з – з допомогою коромисла; 1 – стакан; 2 і 6 – стійки; 2 і 4 – регульовальні болти; 5 – кулька; 7 – канал</p> <p><b>Рисунок 32 – Привід клапанного механізму</b></p> <p>Для регулювання теплового проміжку в газорозподільному механізмі в один кінець коромисла, зазвичай звернений до штанги, вкручується регульовальний гвинт 3 з контргайкою.</p> <p>Залежно від типу наконечника штанги головка гвинта може бути сферичною або з внутрішньою сферичною поверхнею. Сферична частина головки гвинта гартується, цементується і шліфується. У тілі гвинта висвердлюється осьовий і радіальний канали для підведення мастильного матеріалу до поверхонь штанги і гвинта, що труться, від осі коромисла і навпаки, від штанги до втулки осі коромисла. Іноді в довгому плечі коромисла виконують канал для підведення олії до торця стержня клапан. Носок коромисла, що спирається на стержень клапана, теж піддається термічній обробці.</p> <p>Для зменшення сили тертя, що виникає при дії і прослизанні носка коромисла по стержню клапана, головку клапанів виконують сферичною. Іноді в носок коромисла вкручують гвинт 4 (див. рисунок 32, е), в сферичне гніздо якого завальцовують кулька 5 із зрізаним сегментом.</p>

## Продовження таблиці А.1

1	2	3
		<p>Осі коромисла встановлюються на бронзових втулках. При установці на загальних осях внутрішні коромисла утримуються від подовжніх переміщень спіральними пружинами, що надіваються на вісь, а коромисла на кінцях осі - пластинчатими або пружинними кільцями, плоскими шайбами і шплінтами.</p> <p>Осі коромисел переміщуються в спеціальних кронштейнах, які кріпляться до головки блоку циліндрів болтами.</p> <p>Мастило шарнірів коромисел, встановлених на осі, поступає по маслопроводним каналах, що проходять з блоку циліндрів через головку блоку циліндрів і порожнисту вісь до клапанових коромисел.</p> <p>Як правило, коромисла виготовляються штампуванням з середньовуглецевих сталей 40Х, 45, 45Л. Іноді для виготовлення коромисел використовують ковкі чавуни. У деяких імпортованих дизельних моторах (Cummins, Komatsu, CAT, Detroit Diesel, Perkins, Deutz) використовуються ковкі коромисла. Такі коромисла відрізняються високою міцністю, але їх виробництво обходиться дорого.</p> <p>У швидкохідних двигунах можуть застосовуватися полегшені коромисла, які штамнуються з листової сталі. Вони гойдаються на сферичній або півсферичній опорі, закріпленій на стойці 6 (див. рисунок 32, ж), яка запресована в головку блоку циліндрів. Коромисла у вигляді важелів наводяться в рух безпосередньо від розподільного валу, який впливає на їх плоскі (рисунок 32, б) або сферичні (рисунок 32, в, г) робітники поверхні.</p> <p>Важелі з плоскими робочими поверхнями встановлюються на осі, а з сферичними - на опорах і фіксуються на сферичній опорі спеціальною пружиною. Змащуються такі важелі через отвір в куркульках розподільного валу. Особливість змазування полегшеного коромисла (рис 32, ж) полягає в тому, що олія підводиться до робочих поверхонь коромисла з масляного каналу 7 по осьовому і радіальному отворам в стойці 6.</p> <p>При здійсненні ремонту двигуна, пов'язаного з демонтажем коромисел, їх необхідно ретельно прочистити і оглядати на сліди зносу і ушкоджень; при необхідності несправні коромисла слід замінювати на працездатні.</p> <p>Якщо коромисла не мають слідів зносу і ушкоджень, після очищення їх можна повторно встановити в двигун.</p>
ДО1 3	Несправності клапанного механізму газорозподілу	<p>Оптимальні показники двигуна можуть бути забезпечені лише в разі правильного складання й регулювання механізму газорозподілу.</p> <p>Установлення розподільного валу має здійснюватися чітко за значками, що нанесені на шестернях приводу. У разі недотримання цього правила може бути зсув фаз газорозподілу, тобто невідповідність моментів відкриття або закриття клапанів відносно мертвих точок (ВМТ, НМТ). Це призводить до зменшення час-</p>

## Продовження таблиці А.1

1	2	3															
		<p>перерізу клапанів і, як наслідок, до погіршення якості процесів газообміну. Значний зсув фаз може зумовити стикання клапанів з поршнем поблизу ВМТ і вихід з ладу клапана та з'єднаних з ним деталей (сідла клапана, напрямної втулки).</p> <p>Неправильне регулювання зазору в урухомнику клапанів впливає на роботу двигуна і, насамперед, на експлуатаційну функціональність механізму газорозподілу і довговічність його деталей. Якщо зазор збільшений, клапани відчиняється пізніше, а зачиняється раніше, і період їх відчиненого стану зменшується. Великі зазори спричиняють також зростаючі динамічні навантаження на деталі газорозподілу, підвищується інтенсивність їх спрацювання, особливо фасок клапанів та їх сідел. Робота двигуна супроводжується дзвінким металевим стуком у верхній частині двигуна, що особливо добре прослуховується на малій частоті обертання колінчастого вала.</p> <p>Якщо зазор недостатній, посадка клапана на сідло буде нещільною, що спричиняє витікання газів та обгоряння фасок.</p> <p>Зазори в приводі клапанів потрібно регулювати на холодному двигуні згідно з їх технічною характеристикою та вимогами експлуатації й ремонту. Як правило, зазори для випускних клапанів установлюють на 0,02 – 0,05 мм більшими, ніж для впускних (табл. 1).</p> <p style="text-align: right;">Таблиця 1</p> <p style="text-align: center;"><b>Теплові зазори в клапанах двигуна</b></p> <table border="1" data-bbox="619 1223 1422 1435"> <thead> <tr> <th>Клапан</th> <th>ЯМЗ-236</th> <th>КаМАЗ-740</th> <th>ЗМЗ-53</th> <th>ЗІЛ-130</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Впускний, мм</td> <td>0,35</td> <td>0,25</td> <td>0,25</td> <td>0,20</td> </tr> <tr> <td>Випускний, мм</td> <td>0,40</td> <td>0,30</td> <td>0,30</td> <td>0,25</td> </tr> </tbody> </table> <p>Герметичність з'єднань клапан – сідло досягається попереднім шліфуванням їх фасок під необхідний кут (30° або 45°) і наступним взаємним притиранням спеціальними пастами.</p> <p>Умови роботи клапанного механізму газорозподілу зумовлені значними силовими й температурними навантаженнями, наявністю у випускних газах корозійно-активних і нагароутворювальних компонентів. Подавання масла до сполучених деталей механізму обмежене.</p> <p>Характерні дефекти деталей і вузлів механізму газорозподілу, що з'являються в процесі експлуатації двигуна:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– порушення герметичності в посадці клапана на сідло внаслідок їх деформацій і спрацювання фасок. Це призводить до витікання газів і, як наслідок, до прогоряння клапана;</li> <li>– спрацювання стрижня клапана і напрямної втулки зумовлює перекіс під час посадки клапана на сідло, внаслідок чого також відбувається втрата герметичності в їх з'єднанні;</li> </ul>	Клапан	ЯМЗ-236	КаМАЗ-740	ЗМЗ-53	ЗІЛ-130	Впускний, мм	0,35	0,25	0,25	0,20	Випускний, мм	0,40	0,30	0,30	0,25
Клапан	ЯМЗ-236	КаМАЗ-740	ЗМЗ-53	ЗІЛ-130													
Впускний, мм	0,35	0,25	0,25	0,20													
Випускний, мм	0,40	0,30	0,30	0,25													

## Продовження таблиці А.1

1	2	3
		<p>– збільшення зазора в приводі механізму через спрацювання торця стрижня клапана, бойка коромисла, наконечників штанги, денця штовхача;</p> <p>– внаслідок втоми матеріалу пружні властивості пружини погіршуються, відбувається нещільна посадка клапана на сідло, може спостерігатися довільне його відкривання;</p> <p>– спрацювання кулачків і опорних шийок розподільного вала, зубів приводних шестерень, а за ланцюгового або пасового приводу їх розтягування призводять до порушення фаз газорозподілу.</p> <p>Наслідки зазначених дефектів чинять негативний вплив на якість перебігу процесів газообміну (якість процесів газообміну оцінюють, насамперед, коефіцієнтом наповнення) і, в кінцевому підсумку, виявляється в зменшенні потужності та погіршенні економічності двигуна.</p>
Д14	Технічне обслуговування клапанного механізму газорозподілу	<p>Для забезпечення нормальної роботи механізму газорозподілу слід виконувати операції з його технічного обслуговування. До основних операцій технічного обслуговування належать перевірка стану деталей механізму, перевірка й регулювання зазору в клапанах та осьового переміщення розподільного вала, перевірка і за потреби притирання фасок клапанів і сідел, підтягування кріпильних з'єднань.</p> <p>Обстеження технічного стану механізму газорозподілу слід проводити в послідовності, що виключає необгрунтоване розбирання вузлів двигуна, під час якого порушується приробляння сполучених поверхонь і герметичність з'єднань.</p>