

МЕХАНІКО-ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра експлуатації та ремонту рухомого складу

**КОНСТРУКЦІЯ ВУЗЛІВ І СИСТЕМ
ЛОКОМОТИВНИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ
УСТАНОВОК**

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до виконання лабораторних робіт
з дисципліни

«ЛОКОМОТИВНІ ЕНЕРГЕТИЧНІ УСТАНОВКИ»

Харків – 2019

Методичні вказівки розглянуто та рекомендовано до друку на засіданні кафедри експлуатації та ремонту рухомого складу 29 січня 2018 р., протокол № 12.

Методичні вказівки призначені для студентів спеціальності 273 «Залізничний транспорт», спеціалізації «Локомотиви та локомотивне господарство» усіх форм навчання, які вивчають дисципліну «Локомотивні енергетичні установки».

Укладачі:

професори Д. С. Жалкін,
С. Г. Жалкін

Рецензент

проф. О. С. Крашенінін

КОНСТРУКЦІЯ ВУЗЛІВ І СИСТЕМ ЛОКОМОТИВНИХ
ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до виконання лабораторних робіт
з дисципліни

«ЛОКОМОТИВНІ ЕНЕРГЕТИЧНІ УСТАНОВКИ»

Відповідальний за випуск Максимов М. В.

Редактор Ібрагімова Н. В.

Підписано до друку 11.06.18 р.

Формат паперу 60x84 1/16. Папір писальний.

Умовн.-друк.арк. 2,25. Тираж 30. Замовлення №

Видавець та виготовлювач Український державний університет
залізничного транспорту,
61050, Харків-50, майдан Фейєрбаха, 7.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 6100 від 21.03.2018 р.

ЗМІСТ

Вступ.....	4
Лабораторна робота 1. Вивчення особливостей конструкції вузлів і побудови систем локомотивних енергетичних установок типу Д49	4
Лабораторна робота 2. Визначення конструкції кривошипно-шатунного механізму локомотивних енергетичних установок	13
Лабораторна робота 3. Вивчення конструкції та роботи паливного насоса високого тиску тепловозних дизелів	23
Лабораторна робота 4. Вивчення конструкції та роботи форсунки тепловозних дизелів	27
Лабораторна робота 5. Вивчення конструкції та роботи турбокомпресора	32
Список літератури	38
Додаток А. Конструктивні відношення та розміри колінчастих валів.....	39
Додаток Б. Конструктивні відношення та розміри поршнів і шатунів	40
Додаток В. Конструктивні відношення, розміри та параметри паливної апаратури	41
Додаток Г. Основні параметри турбокомпресорів і їхні розміри.....	42

ВСТУП

Дані методичні вказівки містять матеріали з конструкції вузлів і систем тепловозних двигунів. Ці матеріали призначені для використання при проведенні лабораторних робіт для бакалаврів і магістрів спеціальності 273 «Залізничний транспорт» спеціалізації «Локомотиви та локомотивне господарство» усіх форм навчання за програмою курсу «Локомотивні енергетичні установки».

Основна мета виконання лабораторних робіт – закріпити теоретичні розділи курсу і придбати практичні навички при вивченні конструкції дизелів.

Перед початком робіт студенти зобов'язані ознайомитися з основними правилами техніки безпеки при проведенні досліджень і дотримуватися всіх вказівок керівника при їхньому проведенні.

Порядок виконання лабораторних робіт такий: самостійно ознайомитися зі змістом чергової лабораторної роботи, підготувати звіт і відповіді на контрольні питання, виконати роботу і здати її. Звіти з виконаних лабораторних робіт повинні містити необхідні ескізи, рисунки, таблиці, розрахунки та висновки.

Лабораторна робота 1

ВИВЧЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ КОНСТРУКЦІ ВУЗЛІВ І ПОБУДОВИ СИСТЕМ ЛОКОМОТИВНИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК ТИПУ Д49

Мета роботи: ознайомлення з дизельною і тепловозною лабораторіями, натурним зразком тепловозного дизеля, його компонуванням і технічними характеристиками.

Короткі теоретичні відомості

Тепловозними двигунами є поршневі двигуни внутрішнього згоряння, у яких згоряння палива і перетворення теплової енергії в механічну роботу здійснюється всередині робочого циліндра.

Перетворення у двигуні хімічної енергії палива в механічну роботу здійснюється за допомогою газоподібного робочого тіла, стан і кількість якого циклічно змінюється.

Сукупність усіх змін, що відбуваються в робочому тілі в циліндрі дизеля, а також у суміжних з циліндром системах, призначених для введення складових елементів робочого тіла в циліндр і видалення робочого тіла з циліндра, називається робочим процесом. Робочий процес умовно складається з окремих частин, які слідують одна за одною певним чином.

Послідовність частин робочого процесу (надходження свіжого заряду повітря, стиск, впорскування палива, горіння, розширення і видалення продуктів згорання), яка періодично повторюється в циліндрі двигуна, називається робочим циклом.

Частина циклу між двома суміжними положеннями поршня, що відповідає найбільшому (нижня мертва точка) і найменшому (верхня мертва точка) об'єму циліндра, називається тактом.

Періодичність робочого циклу характеризується кількістю ходів поршня (або тактів), необхідних для його здійснення.

Двигуни внутрішнього згорання поділяються на два типи: чотиритактні, у яких необхідно чотири ходи поршня для здійснення робочого циклу (Д49, К6S310DR, Д80, М756, САТ3512В та ін.), і двотактні, у яких робочий цикл здійснюється за два ходи поршня (10Д100, 14Д40, ЕМД645Е та ін.).

Існує і ряд інших ознак, за якими можуть класифікуватися двигуни:

- за способом сумішоутворення вони можуть бути з внутрішнім і зовнішнім сумішоутворенням;

- за способом займання робочої суміші двигуни поділяються на дизелі (з самозайманням від стиску) і бензинові (з примусовим займанням).

На тепловозах застосовуються дизелі, які розрізняються:

- за паливом, яке застосовується, – двигуни легкого рідкого палива, важкого рідкого палива, газоподібного палива і багатопаливні двигуни. Тепловозні дизелі працюють на важкому рідкому паливі;

- за ступенем швидкохідності – швидкохідні (середня швидкість поршня більше 10 м/с), тихохідні (швидкість поршня менше 6 м/с) і середньої швидкохідності (швидкість поршня

7...10 м/с). На тепловозах застосовуються дизелі середньої швидкохідності і швидкохідні;

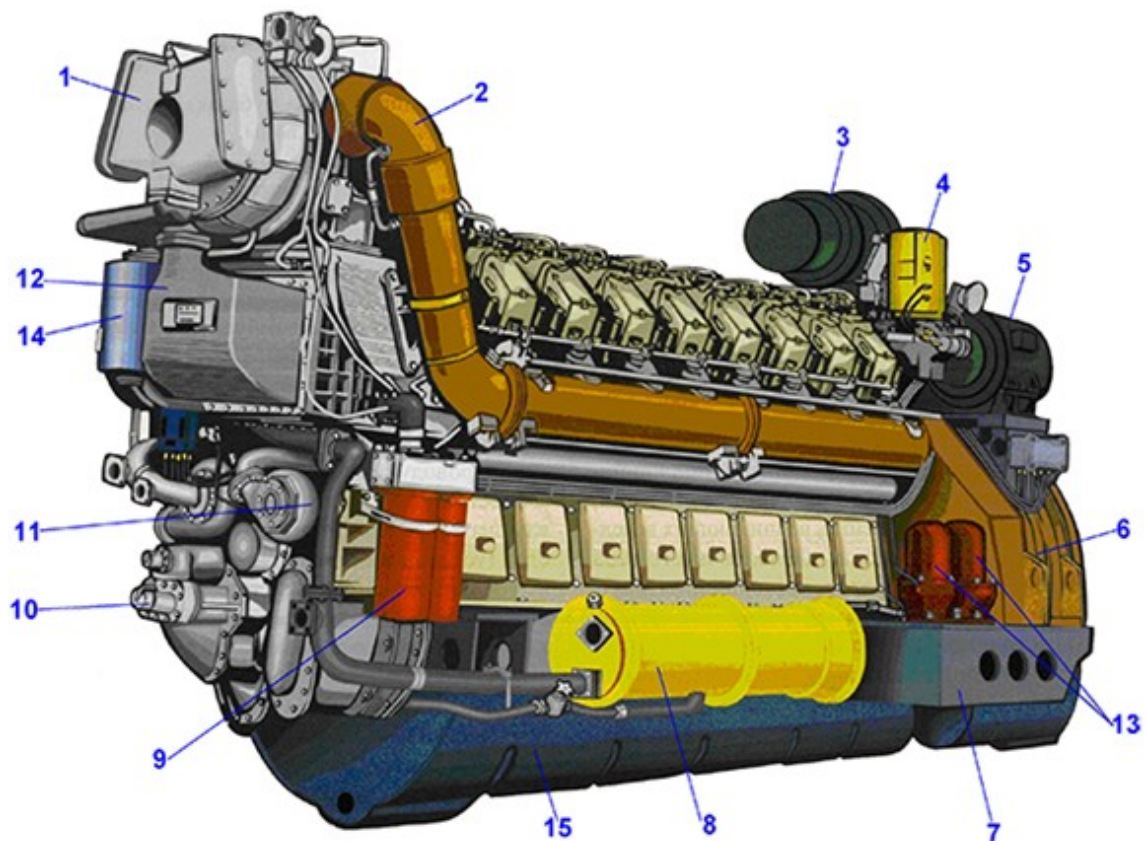
- за способом наповнення циліндра повітрям – двигуни без наддування і з наддуванням. На сучасних тепловозах застосовуються дизелі з наддуванням;

- за способом охолодження циліндрів – двигуни з водяним і повітряним охолодженням. Тепловозні дизелі мають водяне охолодження;

- за розташуванням циліндрів – вертикальні (однорядні); двигуни з поршнями, які рухаються назустріч і мають два колінчастих вали; V-подібні (дворядні з розташуванням рядів під певним кутом).

Кожний двигун має умовну заводську марку (10Д100, Д49) та умовне позначення згідно з ГОСТ, яке містить у послідовному порядку кількість циліндрів, букви, що позначають тип двигуна (Ч – чотиритактний, Д – двотактний, Н – з наддуванням), а також діаметр циліндра та хід поршня (у сантиметрах), поданих у вигляді дробу (10ДН20,7/2х25,4; 16ЧН26/26).

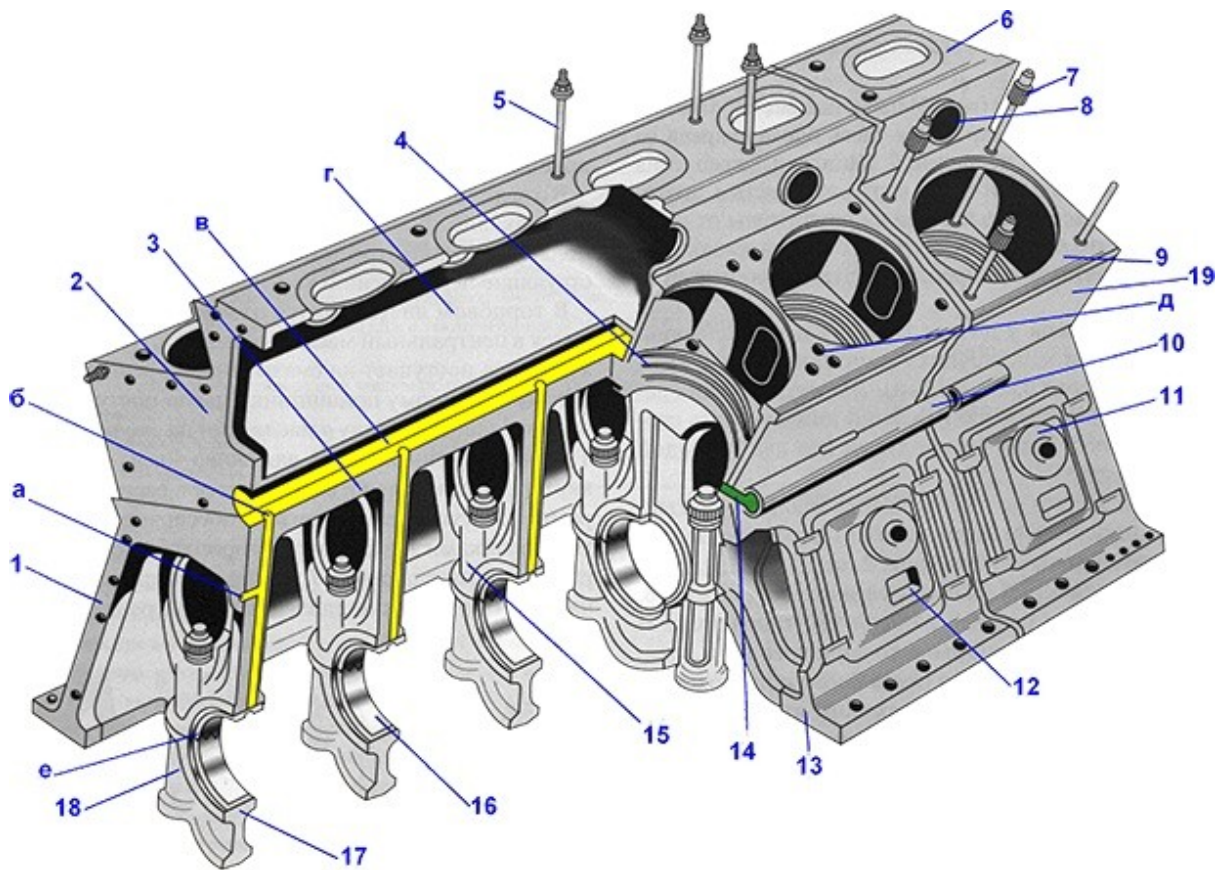
Потужніший ряд чотиритактних дизелів типу Д49 (ЧН26/26) включає 8-, 12-, 16- і 20-циліндрові модифікації дизелів потужністю від 585 до 4410 кВт (рисунок 1).



1 – турбокомпресор; 2 – колектор випускний; 3 – вентилятор охолодження тягового генератора; 4 – регулятор частоти обертання і потужності; 5 – збудник тягового генератора; 6 – генератор тяговий (змінного струму); 7 – рама піддизельна; 8 – оливоохолоджувач; 9 – масляний фільтр грубого очищення; 10 – насос масляний; 11 – насос водяний; 12 – охолоджувач наддувального повітря; 13 – відцентрові фільтри оливи; 14 – оливний бачок; 15 – піддон дизеля

Рисунок 1 – Дизель-генератор 16ЧН26/26

Блок циліндрів дизеля типу Д49 (рисунок 2) являє собою зварювально-литу конструкцію. Нижня картерна частина блока зварена з литих стійок 13, верхня частина – з листів 9. Шпильки 7 кріплення кришок циліндрів встановлені в нижню частину картера 3, тому основні зварні шви верхньої частини блока розвантажені від газових сил, що розтягують. Таке рішення забезпечує їхню високу надійність.



1 – корпус блока; 2 – передній лист блока; 3 – середня плита;
 4 – проставкова втулка; 5 – шпилька кріплення лотка; 6 – верхня плита;
 7 – шпилька кріплення циліндрових кришок; 8 – проставок для підведення повітря до впускних клапанів; 9 – верхній лист блока циліндрів;
 10 – водяний колектор; 11 – запобіжний клапан; 12 – кришка люка картера;
 13, 15 – стійки блока; 14 – втулки з нержавіючої сталі для пропускання води з колекторів до сорочок циліндрів; 16 – вкладиші корінних підшипників; 17 – підвіска; 18 – болт; 19 – бічні поздовжні листи блока;
 а, б, в – оливопідвідні канали; г – повітряний колектор; д – отвір для пропускання оливи з кришки в картер дизеля; е – зубці для фіксації стику підвіски

Рисунок 2 – Блок циліндрів дизеля

До стійок блока 13 болтами прикріплені штамповані підвіски 17. Стик стійок блока і підвісок у дизеля типу Д49 плоский або зубчастий, зміщенню підвісок у поперечному напрямку відносно осі блока перешкоджають трикутні зубці. Підвіски з плоским стиком монтуються в стійки блока з зазором по бокових поверхнях 0,03-0,12 мм. Для обмеження переміщення підвісок у поперечному напрямку нижня частина стійок блока і підвісок стягнута чотирма болтами. Для розміщення втулок

циліндрів блок розділений на вісім відсіків. У розвалі блока утворені ресивер наддувного повітря z і канал $в$ для проходження оливи до підшипників колінчастого вала.

Для підвищення довговічності нижнього пояса блока і запобігання його корозії в отвори блока запресовані втулки 4 з нержавіючої сталі підвищеної твердості. Для перетікання охолоджуючої води з колекторів 10 до втулок циліндрів і запобігання блока від корозії встановлені втулки 14 з нержавіючої сталі. У нижній частині бічних поздовжніх листів блока 19 проти кожного циліндра під трубою водяного колектора є отвори для контролю герметичності порожнини охолодження втулки циліндра.

Проставок 8, за яким підводиться повітря з ресивера до впускних клапанів кришки циліндра, складається з кілець, обичайки і болтів. При загортанні болтів кільця розсуваються і ущільнюють стики між ресивером і проставком, між проставком і кришкою циліндра.

В отвори, які утворені стойками і підвісками, встановлені вкладиші 16 корінних підшипників. На дев'ятій стойці і підвісці передбачені півкільця упорного підшипника, що перешкоджають переміщенню колінчастого вала в осьовому напрямку.

У торцевому листі є отвір, через який олива підводиться до центрального каналу та звідки по каналах $б$ до стійок блока надходить на змазування корінних підшипників. До десятого корінного підшипника олива надходить з порожнини колінчастого вала. Каналом $а$ олива йде на змазування привода насосів. Трубки $д$ призначені для зливу оливи з кришок циліндрів у картер дизеля. Доступ у картер дизеля забезпечується через люки, закриті кришками 12.

Порядок виконання роботи

Ознайомлення з натурним тепловозним дизелем, його устроєм і роботою. Виявлення конструктивних особливостей основних вузлів дизеля, їх розташування та функціонального призначення.

Ознайомлення з пультом керування дизелем, переліком основних параметрів, що контролюються.

Ознайомлення з випробувальними стендами, які застосовуються для дослідження та доводки робочого процесу дизелів.

Складання спрощеної схеми поперечного перерізу оглянутого тепловозного дизеля і експлікації вузлів (рисунок 3).

До схеми і специфікації обов'язково повинні входити такі вузли та деталі дизеля: блок циліндрів, поршні, кривошипно-шатунний механізм, впускні і випускні клапани, форсунки, паливні насоси, колінчастий вал, випускний колектор, впускний ресивер.

Складання таблиці основних технічних характеристик тепловозного дизеля, що розглядається за зразком таблиці 1.

Таблиця 1 – Технічні характеристики дизеля марки 6Д49

Параметр дизеля	Значення параметра	Коротка характеристика або особливості
Позначення за ДСТУ	8ЧН26/26	з наддуванням
Ефективна потужність N_e , кВт	890	
Частота обертання n_d , хв^{-1}	1000	
Тактність τ	4	
Кількість циліндрів i	8	
Середній ефективний тиск P_e , МПа	0,96	
Діаметр циліндра D , мм	260	
Хід поршня S , мм	260	
Тиск наддування P_k , МПа	0,25	
Ступінь стиску ε	12,5	
Питомі витрати палива g_e , г/кВт*год	212	
Середня швидкість поршня C_m , м/с	8,67	
Ефективний ККД η_e	0,41	
Габаритні розміри, мм		
L	2600	
H	1610	
B	2950	
Маса дизель-генератора (дизеля), кг	9500	

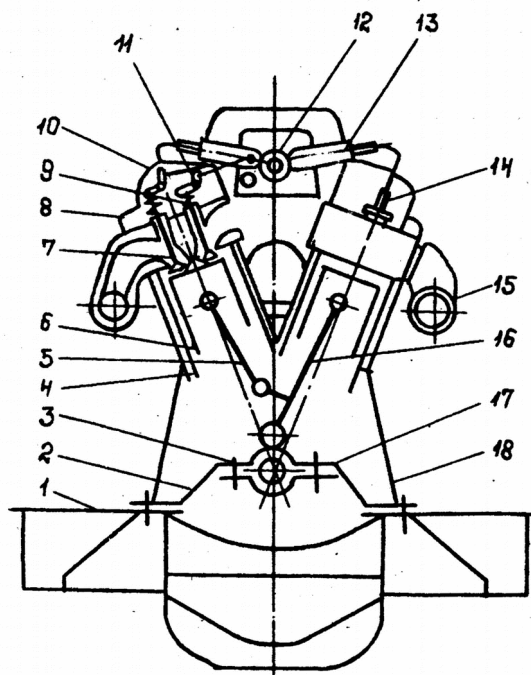


Рисунок 3 – Схема дизеля типу Д49

Експлікація основних вузлів дизеля складається за зразком таблиці 2.

Таблиця 2 – Експлікація основних вузлів дизеля

Позиція позначенн я	Найменування	Кількіст ь
1	2	3
1	Рама дизеля	1
2	Блок циліндрів	1
3	Колінчастий вал	1
4	Гільза циліндра	8
5	Причіпний шатун	4
6	Поршень	8
7	Випускний клапан	16
8	Кришка циліндра	8
9	Впускний клапан	16
10	Клапанна коробка	8
11	Привод клапанів	8
12	Розподільний вал	1

13	Паливний насос високого тиску	8
Продовження таблиці 2		
1	2	3
14	Форсунка	8
15	Випускний колектор	2
16	Головний шатун	4
17	Кришка корінної шийки колінчастого вала	5
18	Стійка остова дизеля	4

Зміст звіту

Складання спрощеної схеми поперечного перерізу оглянутого тепловозного дизеля і специфікації вузлів.

Складання таблиці основних технічних характеристик розглянутого тепловозного дизеля.

Контрольні питання:

- 1 Як відбувається займання палива в тепловозних дизелях?
- 2 Яке призначення остова дизеля?
- 3 Яке призначення кривошипно-шатунних механізмів дизеля?
- 4 З яких процесів (тактів) складається робочий процес дизеля?
- 5 За скільки обертів колінчастого вала відбувається робочий цикл двотактного дизеля?
- 6 За скільки обертів колінчастого вала відбувається робочий цикл чотиритактного дизеля?
- 7 Де на дизелі 6Д49 розташовані:
 - паливні насоси високого тиску;
 - форсунки;
 - охолоджувач наддувного повітря;
 - об'єднаний регулятор потужності;
 - фільтр тонкого очищення палива;
 - індикаторні крани?

Лабораторна робота 2

ВИЗНАЧЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ КРИВОШИПНО-ШАТУННОГО МЕХАНІЗМУ ЛОКОМОТИВНИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ УСТАНОВОК

Мета роботи: практичне ознайомлення з устроєм і роботою колінчастого вала, шатуна, поршня, гільзи циліндра.

Короткі теоретичні відомості

Колінчастий вал є однією з найбільш відповідальних, напружених, трудомістких у виготовленні і дорогих деталей ЛЕУ. Він працює в умовах дії на нього знакозмінних сил і моментів, які за характером близькі до ударних. Ці сили і моменти призводять до появи в колінчастому валі пружних коливань.

Першорядними вимогами до колінчастого вала є надійність роботи в різних умовах експлуатації, жорсткість і міцність; стійкість шийок вала проти спрацьовування; статична та динамічна зрівноваженість; відсутність резонансних крутих коливань у діапазоні робочих частот обертання вала; мінімальна маса і технологічність конструкції та ряд інших.

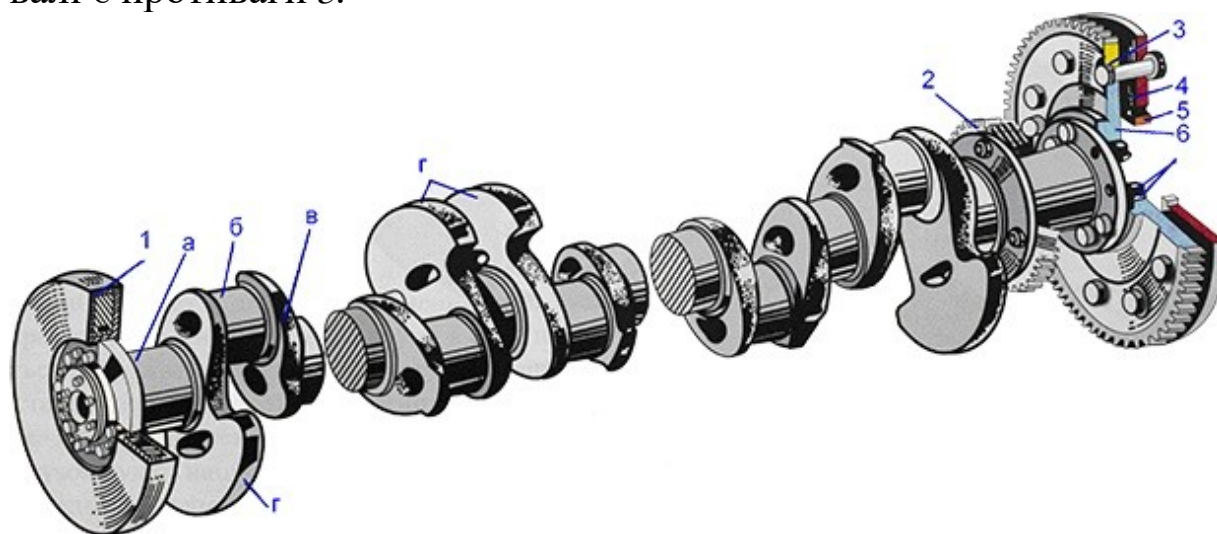
Розміри колінчастого вала ЛЕУ залежать від кількості корінних і шатунних підшипників, конструкції блока та головки циліндрів, типу сполучення шатунів у V-подібних двигунів, матеріалу вала.

Як матеріали для виготовлення литих колінчастих валів використовують високоміцні модифіковані чавуни з кулястим графітом перлітно-феритної структури: СЧ30, СЧ35.

Для виготовлення сталевих кованих і штампованих валів застосовують хромованадієві, хромомолібденові, хромонікелеві і хромонікельмолібденові сталі: 30ХМА, 20ХН3А, 38Х2МЮА, 40Х2Н2МА, 25Х2Н4МА.

Колінчастий вал дизеля 6АД49 (рисунок 4) виготовлений з високоміцного чавуну. Шатунні шийки б мають діаметр 200 мм. Для зменшення внутрішніх моментів від сил інерції і

розвантаження корінних підшипників на щоках у колінчастому валі є противаги 2.



1 – демпфер в'язкого тертя; 2 – шестерня; 3 – сухар; 4 – пакет пластин;
5, 6 – диски дизель-генераторної муфти; 7 – напрямні кільця;
а – корінна шийка; б – шатунна шийка; в – щока; г – противаги

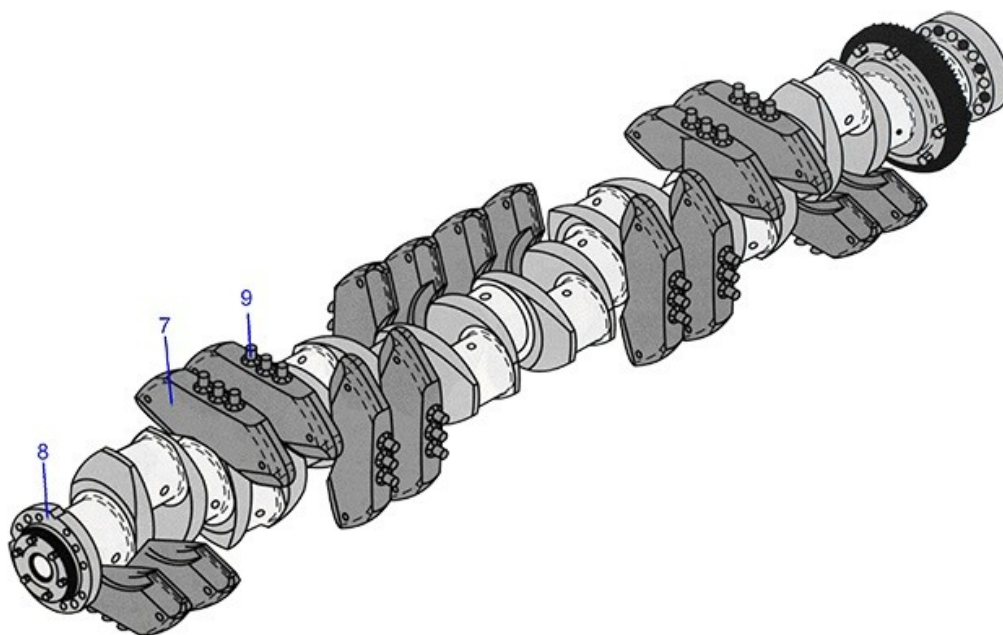
Рисунок 4 – Колінчастий вал дизеля з високоміцного чавуну

На передній фланець встановлюють демпфер в'язкого тертя 1, на задній фланець відбору потужності – провідний диск муфти. На передній торець вала встановлена втулка зі шліцами, яка через шліцьовий вал передає обертання шестерням привода насосів. Між п'ятою та шостою корінними шийками колінчастий вал має фланець, до якого прикріплена шестерня 2, що передає обертання шестерням привода розподільного вала.

Олива з корінних підшипників за отворами в корінних шийках а колінчастого вала надходить на змазування шатунних підшипників.

До шостого корінного підшипника олива підводиться з порожнини, яка з'єднана свердлінням з зовнішньою поверхнею п'ятої корінної шийки. Порожнина закрита заглушкою. Олива на змазування шліців шліцьової втулки підводиться від першої корінної шийки по внутрішній порожнині колінчастого вала

Колінчастий вал дизеля 1А-5Д49 виготовлений з легованої сталі (рисунок 5). Шийки колінчастого вала азотовані, галтелі накатані, що забезпечує підвищення зносостійкості і втомної міцності вала.



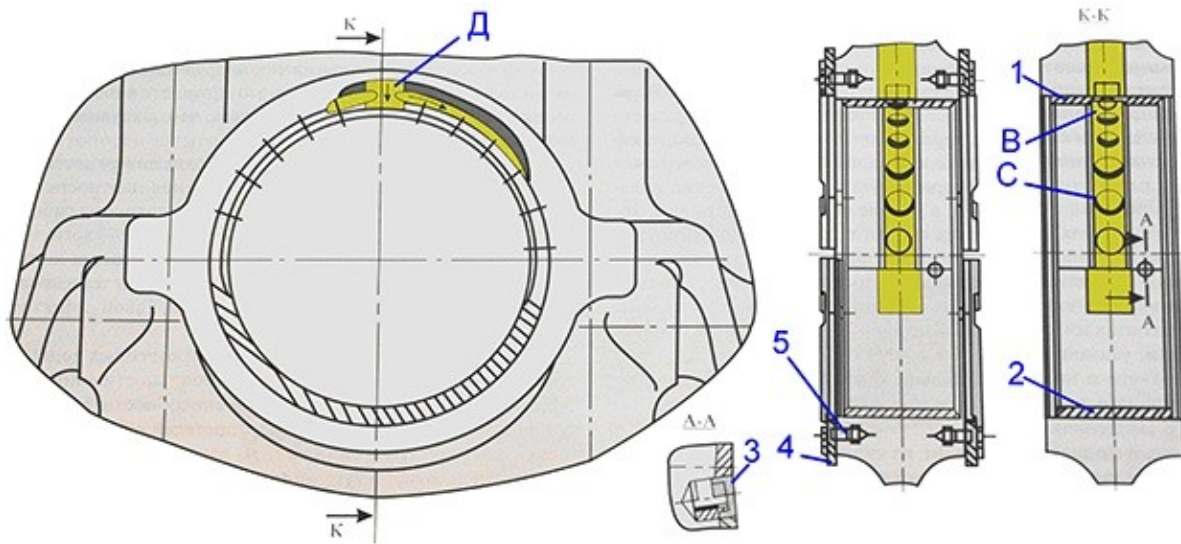
1 – щока; 2 – шатунна шийка; 3 – корінна шийка; 4 – оливний канал;
 5, 7 – противаги; 8 – фланець кріплення комбінованого антивібратора;
 9 – шпильки кріплення противаг

Рисунок 5 – Колінчастий вал з легованої сталі

Для кращого балансування на всіх щоках колінчастого вала є противаги 7, прикріплені до вала шпильками 9, шайбами і гайками. На передній фланець встановлюють комбінований антивібратор.

Олива з корінних підшипників через отвори в корінних шийках колінчастого вала надходить до сусідніх шатунних шийок (тобто від другої корінної шийки олива по похилих каналах у щоках подається до першої та другої шатунних шийок і т. д.) на змащення шатунних підшипників. Діаметр шатунних шийок 190 мм. В іншому конструкція сталевого колінчастого вала аналогічна конструкції чавунного колінчастого вала.

Корінний підшипник (рисунок 6) складається з верхнього та нижнього сталевих тонкостінних вкладишів, залитих тонким шаром свинцевої бронзи, на яку нанесений тонкий шар свинцевого сплаву для припрацювання.



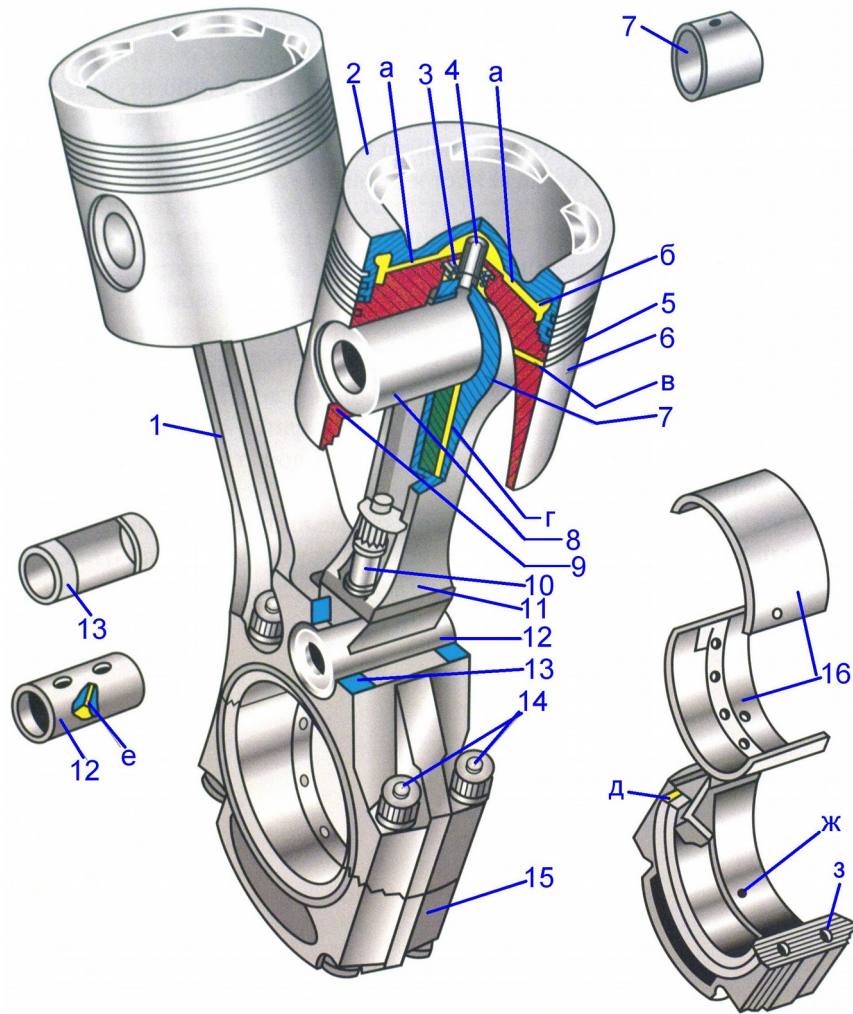
1, 2 – верхній і нижній вкладиші; 3 – штифт; 4 – півкільце упорного підшипника; 5 – гвинт; В – канавка для перетікання оливи; С – отвори для перетікання оливи; Д – канал у блоці циліндрів для підведення оливи до підшипника

Рисунок 6 – Корінний підшипник дизеля Д49

Верхній вкладиш на внутрішній поверхні має канавку, яка через отвори С сполучається з канавкою у стійці блока циліндрів, звідки надходить мастило для змащення підшипників. Нижній вкладиш біля стику має кишені для рівномірного розподілу мастила біля поверхонь, які труться, і безперервної подачі мастила до шатунних підшипників і поршнів. Вкладиші встановлюються в опорах з натягом, їхнє положення фіксується штифтом, який запресований у підвіску блока. Упорний підшипник складається зі сталевих півкільць, прикріплених гвинтами до дев'ятої стойки та підвіски блока. Опорна поверхня півкільць покрита тонким шаром бронзи.

Шатун передає зусилля від поршня до кривошипа колінчастого вала. На шатун діють змінні за значенням газові та інерційні сили. Загальними вимогами до шатунної групи є жорсткість і міцність, мінімальна маса й технологічність виготовлення (рисунок 7).

Шатун складається з поршневої головки, втулки поршневої головки, стрижня, кривошипної головки, кришки шатуна, вкладишів і шатунних болтів.



- 1 – головний шатун; 2 – поршень; 3 – пружина; 4 – стакан; 5 – оливознімне кільце з експандером; 6 – тронк; 7 – втулка верхньої головки шатуна; 8 – палець; 9 – стопорне кільце; 10 – болт причіпного шатуна; 11 – причіпний шатун; 12 – палець причіпного шатуна; 13 – втулка-підшипник; 14 – шатунні болти; 15 – кришка; 16 – вкладиші; а, в, г, д, е – канали, б – порожнина охолодження, ж – отвір під штифт; з – зубчастий стик

Рисунок 7 – Схема шатуна ЛЕУ

Використовують рядні шатуни та причіпні, один з яких (головний) з'єднаний з шатунною шийкою, а інший (причіпний) зв'язаний із головним шатуном. Стрижень шатуна має двотавровий переріз. Кривошипні головки виконують різніми. Площина рознімання виконується під кутом $\psi=30, 45$ або 60° до поздовжньої осі стрижня шатуна.

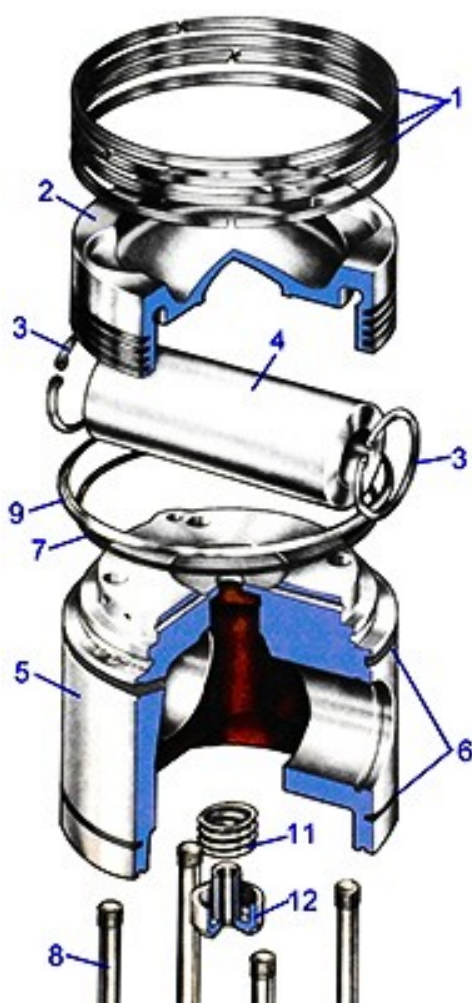
Матеріалом для виготовлення шатунів є леговані сталі 40ХНМА, 50ХФА.

Група поршня складається з безпосередньо поршня, поршневих кілець, поршневого пальця, деталей кріплення поршневого пальця.

Призначення цієї групи:

- брати участь в утворенні і герметизації камери згоряння;
- сприймати зусилля газів у циліндрі і передавати їх;
- сприймати і відводити теплоту від газів, а також ту, що виділяється від тертя поршня;
- у двотактних ЛЕУ виконувати функції газорозподілу.

Поршень конструктивно складається із головки, бобишок і юбки (рисунок 8).



- 1 – компресійні кільця; 2 – головка поршня; 3 – стопорне кільце; 4 – палець;
5 – тронк; 6 – канавки для установлення оливознімних кілець; 7 – кільце
ущільнювача; 8 – шпильки; 9 – оливознімні кільця; 10 – експандер;
11 – пружина; 12 – стакан

Рисунок 8 – Схема поршня ЛЕУ

Поршень дизеля Д49(Д80) складений, що складається зі сталеві головки 2 і алюмінієвого тронка 5, скріплених через кільце ущільнювача 7 чотирма шпильками 8 з гайками. Складена конструкція поршня дозволяє застосувати для головки поршня сталь з необхідними жароміцними властивостями, а для тронка – антифрикційний алюмінієвий сплав і за рахунок останнього знизити масу поршня. В отвори бобишек тронка встановлено поршневий палець 4 плаваючого типу. Осьове переміщення пальця обмежується стопорними кільцями 3.

На головці поршня встановлені три компресійних кільця 1 з односторонньою трапецією і одне, нижнє, компресійне прямокутне кільце. На тронці встановлені два оливознімних кільця 9. Верхнє кільце 9 забезпечене пружинним розширювачем (експандером) 10. Три верхні компресійних кільця виготовлені з легованого високоміцного чавуну і мають хромовану робочу поверхню.

Головка поршня охолоджується оливою. З верхньої головки шатуна олива надходить у щільно притиснутий до неї пружиною 11 стакан 12 і далі через отвори Б – у порожнину охолодження А. З порожнини охолодження олива по каналах В стікає в картер дизеля. На режимі номінальної потужності температура головки над верхнім компресійним кільцем не перевищує 170 °С. Робоча поверхня тронка покрита шаром дисульфиду молібдену.

Поршні тепловозних дизелів виготовляють з чавуну СЧ24-44, СЧ28-48, СЧ32-52; надміцних чавунів ВЧ45-10; сплавів алюмінію АЛ1, АЛ10В, АЛ19, В300, АК2, АК4. Поршні форсованих тепловозних дизелів виготовляють складеними: головка поршня відштампована з жароміцної сталі 20ХЗМВФ, 2Х13, ЕІ415 або спеціального чавуну, юбка з високоміцного алюмінієвого сплаву АК6.

Гільза циліндра ЛЕУ у процесі роботи перебуває під впливом сил тиску газів, термічних навантажень, осьових сил від тертя поршня, ударних навантажень при переведеннях поршня у ВМТ чи НМТ, агресивних середовищ (виникають при згорянні палива). Вона зазнає корозійних і кавітаційних впливів із боку охолоджуючої рідини.

За характером спірання гільзи бувають безпосереднього спірання на блок і підвісні, що кріпляться до кришки за допомогою шпильок. Залежно від того, омиваються гільзи охолоджуючою

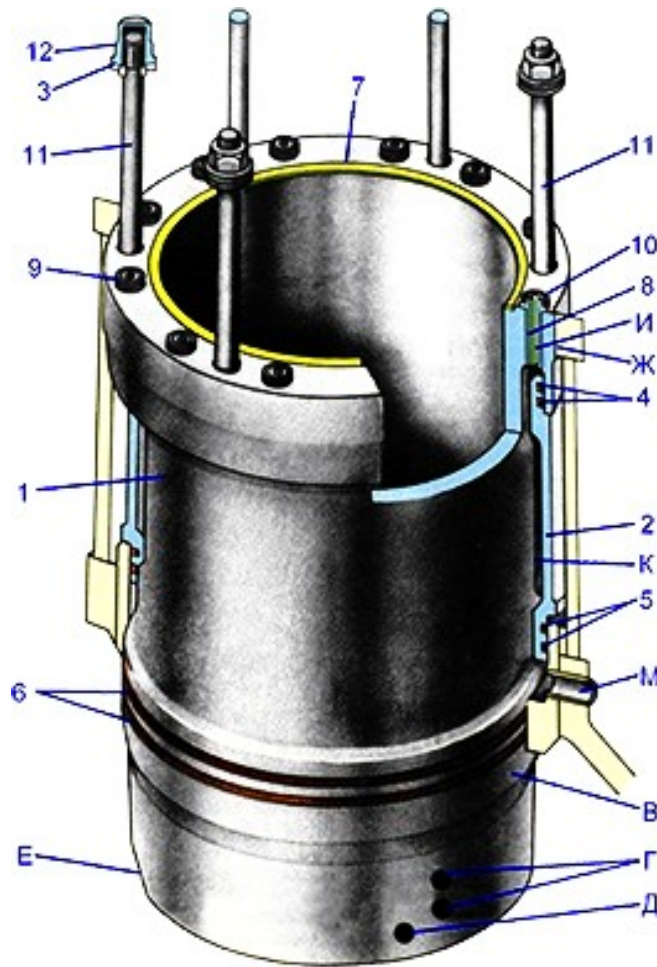
рідиною чи ні, їх поділяють на сухі та мокрі. Мокрі гільзи вставляються в напрямні центрувальні пояси блока. Для збереження геометричної форми під час роботи гільза має два напрямні центрувальні пояси: верхній і нижній. При виготовленні гільз широко використовують різні методи термообробки: цементацію, азотування, загартування НВВ, пористе хромування.

Для ущільнення газового стику між гільзою й кришкою циліндрів установлюють ущільнювальні кільця з червоної міді або алюмінію, вриваючи їх у торець гільзи. Для герметизації водяної сорочки в кільцевих канавках нижнього напрямного пояса гільзи встановлюють ущільнювальні кільця з фторокаучуку, фторовуглеводневого каучуку, фторосиліконового каучуку або гуми.

Гільза циліндра дизелів типу Д49 – підвісного типу (рисунок 9).

На втулку 1 напресована сталева або алюмінієва сорочка 2. Між втулкою і сорочкою утворена порожнина К для охолоджуючої води, що надходить з отвору М в блоці циліндрів. У кришку циліндрів вода проходить через перетічні втулки 8. Зниження температурного перепаду по перетину верхнього пояса втулки досягається установленням втулок, покритих з зовнішнього боку теплоізоляційним шаром і ізольованих по торцях від втулки циліндрів за допомогою паронітової прокладки 10. Відмінною особливістю втулки циліндрів є ізолювання кілець ущільнювачів 4 верхнього пояса від безпосереднього впливу високих температур. Температура втулки в зоні гумових кілець ущільнювачів не перевищує температуру охолоджуючої води. Ущільнення водяної порожнини між втулкою і блоком досягається за допомогою двох гумових кілець 6, між сорочкою і блоком – за допомогою двох гумових кілець 5, між втулкою і сорочкою – за допомогою двох гумових кілець 4. Газовий стик між втулкою і кришкою циліндра ущільнений обмідненою прокладкою 7 і стягнутий шпильками 11. Два отвори Г використовують для кріплення пристосування, що утримує поршень при монтажі і демонтажі циліндрового комплекту. В отвір Д встановлюють монтажний болт для запобігання сповзанню сорочки при транспортуванні комплекту. При

складанні з кришкою циліндра і установленні в блок втулки встановлюють скосом Е на бік всмоктування.



1 – втулка; 2 – сорочка; 3-6, 9 – кільця ущільнювачів; 7, 10 – прокладки;
 8 – втулка для перетікання води в кришку; 11 – шпилька; 12 – глуха гайка;
 В, Ж – нижній і верхній опорні пояси; Г – отвори для кріплення пристосування;
 Д – отвори для монтажного болта; Е – скіс; И – теплоізолююче покриття
 втулки; К – порожнина; М – отвір у блоці циліндрів для підведення води

Рисунок 9 – Схема підвісної гільзи циліндра ЛЕУ

Гільзи циліндрів зазнають комплексних навантажень, але розраховуються, як правило, залежно від основних із них: максимального тиску газів і бокової дії поршня.

Матеріалом для виготовлення гільз звичайно служить перлітний сірий чавун СЧ28-48, СЧ32-52; рідше - сталь: 45Х, 35ХНЮА, 38ХМЮА.

Порядок виконання роботи

Ознайомлення з призначенням, устроєм, особливостями конструкції вузлів ЦПГ ЛЕУ (див. також додатки А та Б).

Ознайомлення з робочими зразками колінчастих валів, поршнів, шатунів, вкладишів, гільз циліндрів ЛЕУ.

Зміст звіту

Складання схеми чавунного або сталевого колінчастого вала.

Складання схеми шатуна V-подібного ЛЕУ.

Складання схеми складеного поршня.

Складання схеми підвісної гільзи циліндра.

Контрольні питання:

1 Які типи колінчастих валів застосовують у тепловозних дизелях? Недоліки та переваги литих і кованих колінчастих валів.

2 Назвіть конструкційні та технологічні заходи, спрямовані на зміцнення колінчастих валів.

3 Які типи шатунів застосовують у тепловозних дизелях? Назвіть основні частини шатуна.

4 Побудова корінних (шатунних) підшипників тепловозних дизелів.

5 Які типи поршнів застосовують у тепловозних дизелях? Назвіть основні частини литого (складеного) поршня.

6 Типи і призначення поршневих кілець. З яких матеріалів виготовляють кільця?

7 З яких матеріалів виготовляють поршні тепловозних дизелів? Вибір кількості ущільнюючих і оливознімних кілець поршня.

8 Які способи кріплення поршня до шатуна вам відомі? Назвіть переваги.

9 Які типи циліндрових втулок (гільз) застосовують у тепловозних дизелях? Призначення сорочки втулки циліндра.

Лабораторна робота 3

ВИВЧЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ТА РОБОТИ

ПАЛИВНОГО НАСОСА ВИСОКОГО ТИСКУ

ТЕПЛОВОЗНИХ ДИЗЕЛІВ

Мета роботи: практичне ознайомлення з устроєм і роботою паливних насосів високого тиску (ПНВТ), послідовністю його розбирання і збирання.

Короткі теоретичні відомості

Паливна апаратура високого тиску складається з паливних насосів, їхніх приводів і форсунок. Паливні насоси високого тиску призначені для подачі за допомогою форсунок у циліндри дизеля суворо дозованих порцій палива в певний момент робочого циклу.

За способом дозування палива, що подається, паливні насоси поділяють на 3 групи: регульовані зміною закінчення подачі палива; регульовані зміною початку подачі палива; регульовані як початком, так і закінченням подачі палива. У тепловозних дизелях в основному застосовуються насоси першої (Д100, Д70, ПД1М та ін.) і третьої груп (Д49, 14Д40, Д80 та ін.). Усі вони мають золотникове керування.

За способом компоновання насосних елементів паливні насоси поділяються на блочні та індивідуальні. Блочні паливні насоси, що мають в одному корпусі декілька плунжерних пар, обслуговують групу циліндрів дизеля. Індивідуальні (односекційні) паливні насоси обслуговують кожний окремий циліндр і розташовуються на корпусі дизеля в безпосередній близькості від свого циліндра (Д100, Д49).

Характерною особливістю паливних насосів є забезпечення високих тисків палива під час впорскування (до 80...90 МПа). Дозування палива, здійснюване насосами, повинно забезпечувати на встановлених режимах роботи ідентичні впорскування від циклу до циклу не тільки у кожній секції окремо, а й рівномірність циклової подачі по циліндрах.

Кількість палива, яке подається за один хід плунжера (рисунок 10), дорівнює об'єму палива, витісненому за час

переміщення плунжера від моменту закриття вікна d в гільзі верхньої кромки плунжера до відкриття нижньої кромки, тобто V , м^3 ,

$$V = \pi D^2 (l - d) / 4, \quad (1)$$

де D – діаметр плунжера;

d – діаметр вікна в гільзі;

l – відстань від верхньої до нижньої кромки плунжера.

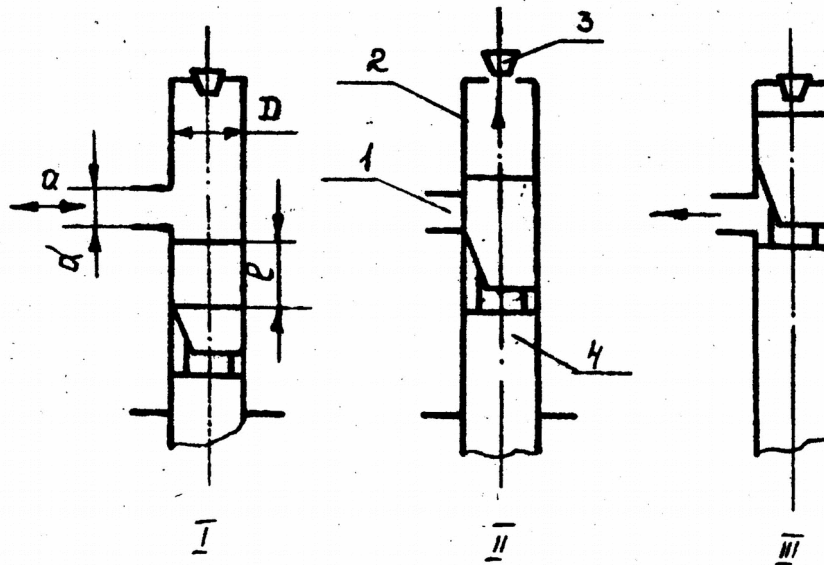


Рисунок 10 – Схема роботи ПНВТ

Зміна кількості палива, яке подається за цикл, досягається поворотом плунжера навколо його осі за допомогою втулки і штифта, що з'єднує втулку і плунжер при обертанні, але дає плунжеру змогу вільно рухатись поступально. При повороті плунжера відбувається більш раннє або пізнє відкриття відсічного вікна під час нагнітального ходу плунжера завдяки гвинтовій формі вирізу на ньому. Втулка обертається зубчастою рейкою, яка входить у зачеплення з зубчастим сектором.

Процес впорскування палива в дизелі характеризується нижченаведеними показниками й параметрами.

Циклова подача палива – це кількість палива за об'ємом або масою, що впорскується за один цикл або подається через форсунку за один хід плунжера $V_{\text{цmax}}$, $\text{м}^3/\text{цикл}$, $b_{\text{ц}}$, $\text{кг}/\text{цикл}$.

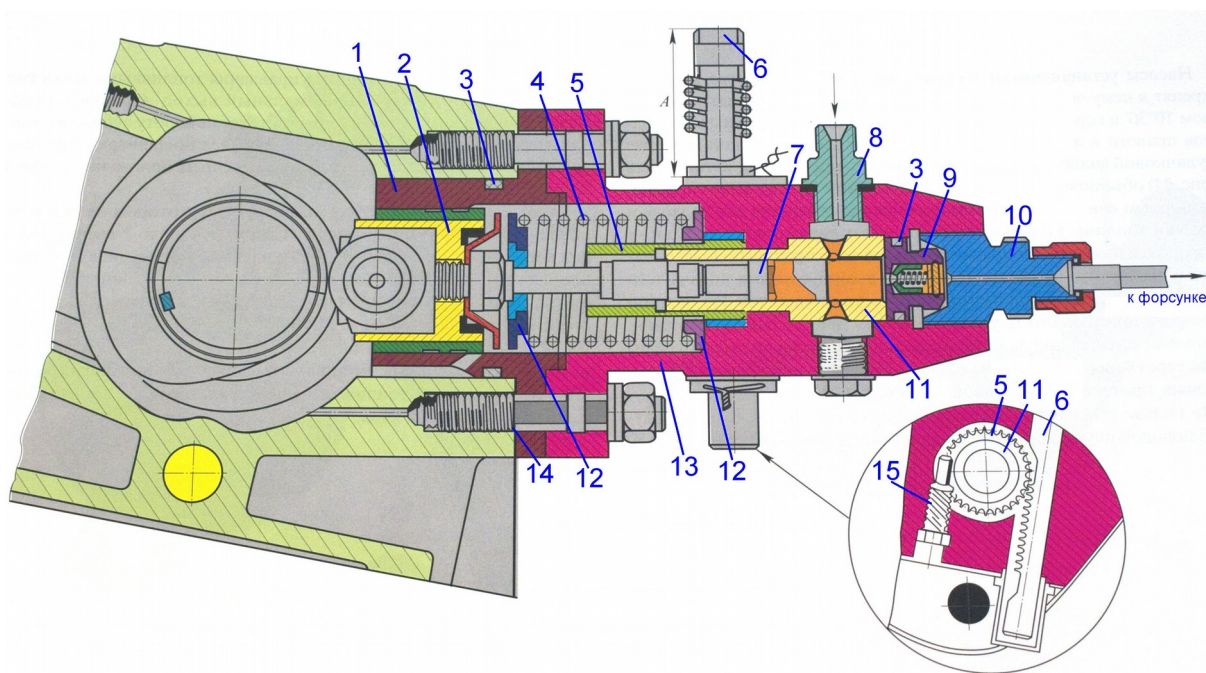
Тиск початку впорскування $P_{\text{ф}}$ – це тиск, при якому починає підійматися голка форсунки, $P_{\text{ф}} = 20 \dots 35 \text{ МПа}$.

Максимальний тиск впорскування $P_{п}$ – це максимальний тиск палива перед розпилюючими (сопловими) отворами розпилювача форсунки, $P_{п}=60\dots80$ МПа, для насос-форсунок до 150 МПа.

Геометрична тривалість впорскування $\Delta\phi_r$ дорівнює куту обертання колінчастого вала двигуна (або кулачкового вала паливного насоса) від початку до кінця впорскування, $\Delta\phi_r=15\dots25$ град о.к.в.

Гільзу та плунжер виготовляють із сталі 38ХЕМФСА, ШХ15, ХВГ.

Насос і штовхач (рисунок 11) об'єднані між собою. Положення гільзи зафіксовано стопорним гвинтом 15. У гільзі є два отвори для підведення і відсікання палива. Головка плунжера має дві відсічні кромки – верхню і нижню. Спиральні відсічні кромки розташовані таким чином, що при русі рейки в корпус насоса подача палива зменшується, а при висуванні – збільшується. На циліндричній поверхні плунжера є дві кільцеві канавки.



- 1 – напрямна втулка штовхача; 2 – штовхач; 3 – гумові кільця; 4 – пружина;
 5 – поворотна шестерня; 6 – рейка; 7 – плунжер; 8, 10 – штуцери; 9 – корпус нагнітального клапана; 11 – гільза плунжера; 12 – тарілки плунжера;
 13 – корпус насоса; 14 – регулювальні прокладки; 15 – регулювальний гвинт

Рисунок 11 – Паливний насос дизеля Д49

Широка канавка, при будь-якому положенні плунжера за висотою, з'єднана через отвір у гільзі з порожниною всмоктування насоса, що виключає протікання палива по плунжеру в масляну систему.

На гільзі встановлена шестерня 5, у пази якої входить провідний поводок плунжера. У зачепленні з шестернею знаходиться рейка 6, за допомогою якої механізм керування паливними насосами повертає плунжер.

Максимальний вихід А рейки 6 обмежується гвинтом, який перешкоджає повороту зубчастого вінця і переміщенню рейки насоса. Розмір А встановлюють при перевірці насоса на подачу на стенді зміною положення рейки за допомогою прокладок.

Штовхач має корпус 2, у якому на осі встановлений цементований ролик. Зверху в корпус 2 вкручено упор для передачі зусилля від штовхача до плунжера. Рух штовхача направляєється бронзовою втулкою, яка запресована в напрямну втулку 1. Втулка 1 прикріплена болтами до корпусу насоса.

Кут випередження подачі палива регулюють прокладками 14. Необхідна товщина прокладок встановлюється на стенді. Її значення вибивається на корпусі насоса. Привод штовхачів паливних насосів здійснюється від загального розподільного вала.

Порядок виконання роботи

Ознайомлення з призначенням, устроєм, конструкцією вузлів паливної системи ЛЕУ.

Ознайомлення з робочими зразками тепловозних паливних насосів високого тиску. Навчитися розбирати і збирати паливний насос.

Розглянути конструктивне виконання плунжерної пари паливного насоса, особливості регулювання величини порції палива, яка подається.

Складання схеми роботи паливного насоса плунжерного типу (рисунок 10).

Складання таблиці основних технічних параметрів паливного насоса (додаток В) за зразком таблиці 3.

Таблиця 3 – Паливний насос високого тиску (ПНВТ) дизеля 6Д49

Конструктивний і робочий параметр ПНВТ	Числове значення	Коротка характеристика або особливості
Спосіб регулювання насоса	П і КП	
Діаметр плунжера, мм	17	
Хід плунжера, мм	22	
Максимальний тиск палива, МПа	70	
Середня швидкість плунжера C_p , м/с	1,62	

Зміст звіту

Складання схеми роботи ПНВТ плунжерного типу.
Складання таблиці основних технічних параметрів ПНВТ.

Контрольні питання:

- 1 Які виконують регулювання величини циклової подачі палива в ПНВТ плунжерного типу?
- 2 Які типи паливних насосів високого тиску застосовуються на тепловозних дизелях?
- 3 Як працюють ПНВТ, як регулюється початок і кінець подачі палива?
- 4 Що таке кут геометричного початку подачі палива?
- 5 Назвіть основні частини ПНВТ.

Лабораторна робота 4 ВИВЧЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ТА РОБОТИ ФОРСУНКИ ТЕПЛОВОЗНИХ ДИЗЕЛІВ

Мета роботи: практичне ознайомлення з устроєм і роботою форсунки, послідовністю її розбирання і збирання.

Короткі теоретичні відомості

Форсунки призначені для безпосереднього впорскування в робочий циліндр дизеля рідкого палива в розпиленому вигляді і розподілу його в середині камери згоряння.

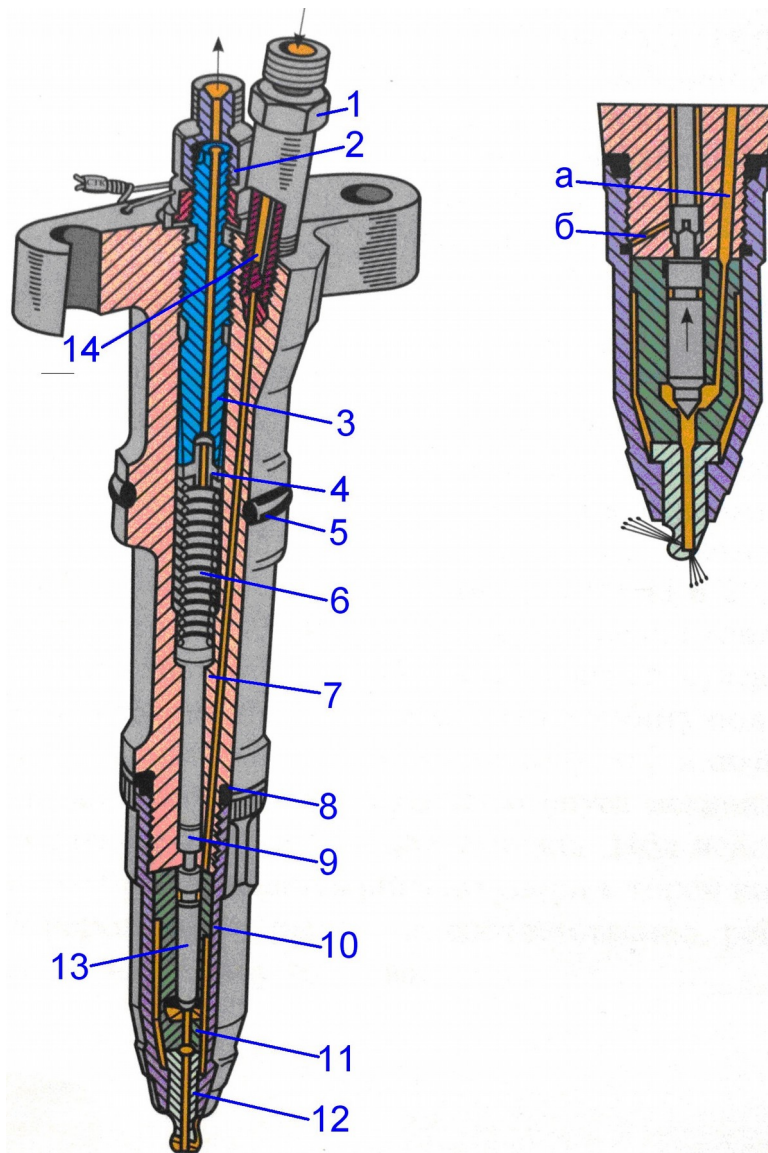
Форсунки повинні забезпечувати:

- якісне розпилювання палива;
- необхідну далекобійність впорскувального струменя палива;
- рівномірний розподіл розпиленого палива по всьому об'єму камери згоряння;
- високий тиск впорскування палива на початку подачі і в момент закінчення подачі;
- надійність роботи в експлуатації і простоту обслуговування.

Принципово форсунки всіх дизелів влаштовані однаково, а розрізняються переважно конструкцією розпилювача, розмірами прохідних перетинів у них, кількістю і розмірами соплових отворів і габаритними розмірами.

На всіх сучасних дизелях тепловозів установлюються форсунки закритого типу. Закритими називаються форсунки, у яких внутрішня порожнина в період між впорскуваннями палива роз'єднується з камерою згоряння спеціальною запірною голкою, яка навантажена пружиною. Запірна голка закритої форсунки сполучена з її корпусом двома поверхнями – циліндричною напрямною і конічною запірною. Обидві ці поверхні обробляються з високим ступенем точності. Діаметральний зазор між голкою і корпусом по циліндричній напрямній поверхні 2-4 мкм. Навантаження запірної голки пружиною в різних форсунках коливається в межах 20...30 МПа. При перевищенні тиску підведеного палива над вказаними величинами голка форсунки відкривається від запірного конуса, відкриваючи доступ палива до розпилювальних отворів. Кількість і діаметр розпилювальних отворів вибирається залежно від конструктивних особливостей камери згоряння дизеля і його швидкохідності. Звичайно діапазон величин діаметрів розпилювальних отворів знаходиться в межах 0,3...0,6 мм, а їхня кількість коливається від 3 до 10. Для виготовлення розпилювача використовують сталь ШХ-15, а для голки – Р18.

У сталевому корпусі 7 форсунки (рисунок 12) розміщені сопловий наконечник розпилювача 12 з отворами малого діаметра, корпус 11 голки (корпус розпилювача) і голка 13. Голка і корпус є прецизійною парою, які при циліндричній напрямній і конічній запірній поверхнях виконано з високим ступенем точності.



1, 2 – штуцери; 3 – регулювальний штуцер; 4 – тарілка; 5, 8 – гумові кільця;
 6 – пружина; 7 – корпус; 9 – штовхач; 10 – ковпак; 11 – корпус голки;
 12 – розпилювач; 13 – голка; 14 – щілинний фільтр; а, б – канали

Рисунок 12 – Форсунка дизеля Д49

Кут конуса голки 13 на 1-2 ° більше кута конуса корпусу, що забезпечує невелику ширину контактного пояса і гарне ущільнення. Голка 13 притиснута до посадкового гнізда пружиною 6 через штовхач 9. Затягування пружини здійснюється регулювальним гвинтом.

Затягуванням пружини встановлюється тиск палива, відповідний моменту початку піднімання голки, $32+0,5$ МПа ($320+5$ кгс/см²). Паливо підводиться від паливного насоса до

штуцера корпусу форсунки і через нього надходить до щілинного фільтра 14, який являє собою стрижень, на зовнішній поверхні якого профрезеровані канавки, що не доходять до одного з торців.

Паливо з однієї канавки в сусідню може потрапити тільки через зазор між стрижнем фільтра і отвором, у який він встановлений. Цей зазор для форсунок встановлюється від 0,02 до 0,1 мм. Пройшовши фільтр, паливо по каналу А надходить у порожнину корпусу розпилювача до голки. Початкове зусилля піднімання голки пропорційно площі кільцевого паска на голці.

При відриві голки паливо діє вже на всю площу голки і зусилля на неї різко зростає, приводячи до стрімкого піднімання голки. Поступово в канал соплового наконечника паливо через його отвори впорскується в циліндр. Після впорскування тиск палива різко падає і голка сідає на сідло під дією пружини. Максимальне піднімання голки обмежується упором, що забезпечує хід голки 0,55-0,65 мм.

Паливо, що просочилося через зазори деталей форсунки, відводиться через штуцер 2 регулювального гвинта. Деталі форсунки ущільнені мідними прокладками або гумовими кільцями.

Щоб не допустити накопичення палива під тиском і прориву гумового кільця 8 ущільнення деталей форсунки дизеля при можливих порушеннях площини стикових з'єднань деталей, у нижній частині корпусу виконаний похилий канал, через який паливо відводиться в систему зливу.

Форсунки дизелів Д49 встановлюють у спеціальні розточки кришок циліндрів під кутом 30° до осі циліндра, що дозволяє розташувати зовнішню частину форсунки поза закриття кришок циліндрів і знімати форсунки не розбираючи кришок. Ущільнення форсунки в кришці забезпечується конусним з'єднанням у нижній частині і гумовим кільцем ущільнювача 5 у верхній частині.

Порядок виконання роботи

Ознайомлення з робочими зразками форсунки тепловозних дизелів. Навчитися розбирати і збирати форсунку.

Розглянути конструктивні відмінності форсунок тепловозних дизелів, призначення й особливості роботи її елементів, пояснити вплив конструктивних параметрів форсунки на характеристику впорскування.

Складання таблиці основних технічних параметрів форсунки (додаток В) за зразком таблиці 4.

Таблиця 4 – Форсунка дизеля 6Д49

Параметри форсунки	Числове значення	Коротка характеристика
Діаметр голки, мм	8	
Хід голки, мм	0,75	
Кількість розпилювальних отворів	6	
Діаметр розпилювальних отворів, мм	0,4	
Тиск початку піднімання голки форсунки, МПа	31,4	
Геометричний початок подачі палива, град о.к.в.	26-27	
Тривалість впорскування палива, град о.к.в.	19	

Зміст звіту

Складання схеми форсунки.

Складання таблиць основних технічних параметрів форсунки (додаток В).

Контрольні питання:

1 Які типи форсунок застосовуються на тепловозних дизелях?

2 Назвіть основні частини форсунок.

3 Як регулюється тиск початку подачі палива форсункою?

4 Що таке кут дійсного початку подачі палива?

Лабораторна робота 5 ВИВЧЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ ТА РОБОТИ ТУРБОКОМПРЕСОРА

Мета роботи: практичне ознайомлення з устроєм і роботою турбокомпресора.

Короткі теоретичні відомості

Турбокомпресор (рисунок 13) призначений для подачі повітря в дизель під надлишковим тиском з метою збільшення потужності і економічності дизеля. Турбокомпресори системи наддування повинні забезпечувати необхідні параметри: тиск наддування P_k ; витрати повітря G ; коефіцієнт надлишку повітря α , при яких досягається мінімальне значення питомих витрат палива g_e і помірно теплове навантаження у всьому діапазоні частот обертання колінчастого вала дизеля. Турбокомпресор повинен мати високий ККД, мінімальну інерційність і високу експлуатаційну надійність. Конструкція турбокомпресора повинна забезпечувати можливість діагностування його технічного стану без зняття з дизеля і бути простою в обслуговуванні.

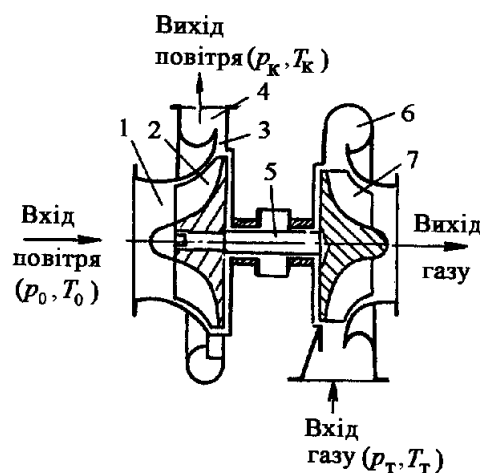


Рисунок 13 – Схема турбокомпресора

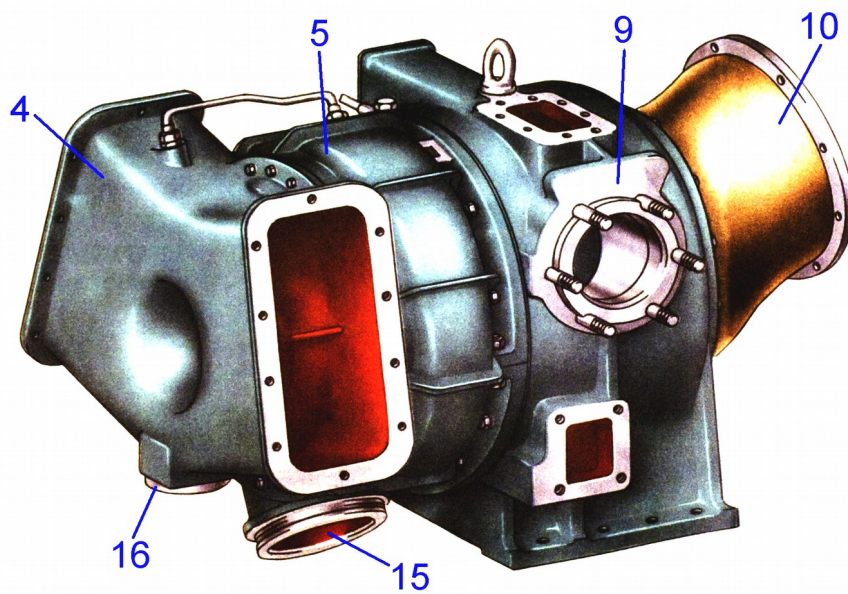
Турбокомпресором називають агрегат, який складається з компресора і газової турбіни, робочі колеса яких сидять на одному валу. Енергія, яка необхідна для стиску свіжого заряду

компресором, поступає від газової турбіни. Турбокомпресори виконуються за одно- чи двоконсольною схемою. Повітря через вхідний отвір компресора 1 поступає на колесо компресора 2, яке обертається. Колесо дає заряду кінетичну і потенціальну енергію. Для перетворення кінетичної енергії в тиск за робочим колесом компресора розміщують дифузор 3. Дифузор має змінну площину поперечного перерізу, яка в напрямку руху заряду поступово збільшується. Завдяки цьому швидкість заряду падає, а тиск підвищується. Заряд, який пройшов дифузор, потрапляє у збірник повітря 4, що має форму завитка, а звідти – у впускну систему двигуна. Компресор приводиться в роботу газовою турбіною, яка розміщена на одному валу 5 з ним. У впускний патрубок турбіни 6 поступають відпрацьовані гази з двигуна під тиском P_T і при температурі T_T . Далі гази проходять у сопловий апарат. Швидкість газу в ньому збільшується, а тиск і температура знижуються. Із соплового апарата газ поступає в міжлопаткові канали робочого колеса турбіни 7, де обтікає лопатки і змінює напрямок руху. Тангенціальна складова сили, що виникає внаслідок обтікання газом лопаток і зміни напрямку його руху, утворює крутий момент, який приводить у рух робоче колесо турбіни. З робочого колеса газ поступає через випускную трубу в глушник.

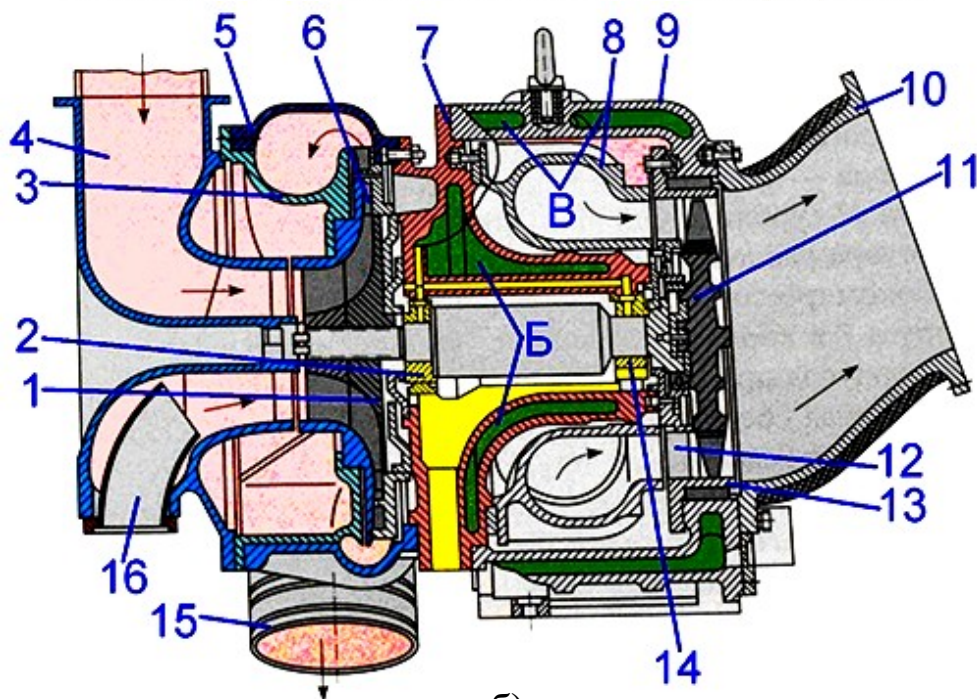
Основні параметри турбокомпресорів для ЛЕУ стандартизовані й дозволяють вибрати його типорозміри для конкретного двигуна за заданим значенням n_k і колової швидкості колеса компресора.

На дизелі типу Д49 встановлений турбокомпресор типу 6ТК (рисунок 14) Він розташований на кронштейні з переднього торця дизеля і складається з одноступеневої осьової турбіни, що працює за рахунок теплової енергії випускних газів дизеля, і одноступінчастого відцентрового нагнітача.

Характерна особливість цього турбокомпресора – консольне розташування колеса 1 нагнітача і колеса 11 турбіни. Опорно-упорний 2 і опорний 14 підшипники ротора розташовані між робочими колесами 1 та 11. Остов турбокомпресора складається з корпусу компресора 5, середнього корпусу 7 і корпусу турбіни 9.



a)



б)

1 – колесо компресора; 2 – опорно-упорний підшипник; 3 – проставок;
 4 – вхідний патрубок; 5 – корпус компресора; 6 – лопатковий дифузор;
 7 – корпус середній; 8 – завиток газовий; 9 – корпус турбіни; 10 – патрубок
 випускний; 11 – колесо турбіни; 12 – сопловий апарат; 13 – обід;
 14 – опорний підшипник; 15, 16 – труби; Б, В – порожнини

Рисунок 14 – Схема турбокомпресора (а) та турбокомпресор в розрізі (б)

Правильне співвісне розташування корпусів при складанні забезпечується буртами; корпуси з'єднані між собою болтами. Середній корпус служить для розміщення на ньому підшипників і деталей системи ущільнень, він утворений верхньою і нижньою половинами, які стикуються по горизонтальній діаметральній площині і скріпляються один з одним болтами. До корпусу компресора приєднаний двозахідний патрубок 4, по якому повітря всмоктується в компресор; патрубок з'єднаний з повітроочисниками, встановленими на бічних стінках кузова тепловоза.

У патрубок 4 вмонтована труба 16, по якій газу відсмоктуються з картера дизеля. Корпус компресора 5 і проставок 3 утворюють так званий повітряний завиток, по якому стиснене повітря надходить через трубу 15 в охолоджувач наддувального повітря і далі у впускний ресивер дизеля.

Олива для змащування тертьових поверхонь підшипників 2 і 14 надходить з оливної системи двигуна по каналах у корпусі 7. Кожен підшипник складається з двох половин, виготовлених з бронзи ОСЦ-4-4-17.

До корпусу турбіни 9 прикріплені болтами обід 13 і впускний патрубок 10. Сопловий апарат і турбінне колесо розташовані всередині обода, утворюючи проточну частину газової турбіни. Сопловий апарат відлитий з жароміцної сталі і складається з двох половин.

Газовий дво потоковий завиток 8 приєднаний болтами до середнього корпусу; до нього надходять відпрацьовані газу з впускних колекторів дизеля через жарові труби, вмонтовані в отвори корпусу. Газовий завиток і жарові труби захищають алюмінієвий корпус від зіткнення з гарячими газами.

У порожнинах Б середнього корпусу і В корпусу турбіни циркулює вода, яка підводиться з системи охолодження дизеля; це дозволяє зменшити теплові деформації корпусу. Впускний патрубок 10 відлитий зі сталі і покритий теплоізоляційним азбестовим шаром і склотканиною. Вал ротора викувано з легованої сталі, він має дві опорні шийки.

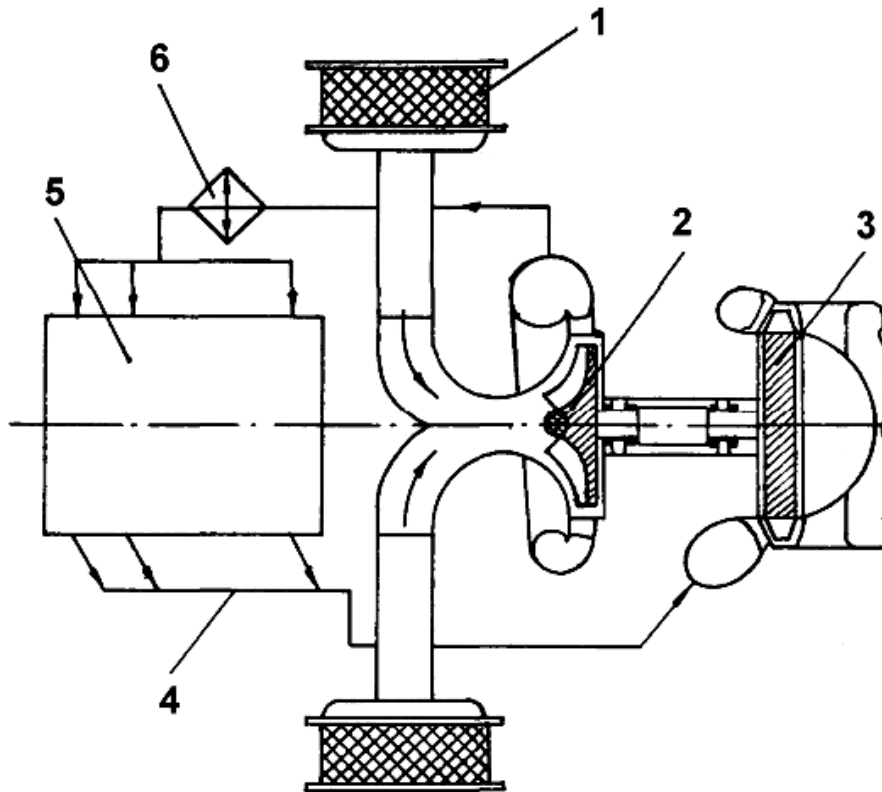
Колесо 1 компресора виготовлено з дюралюмінію, складається з двох частин. Одна частина колеса має спіральні лопатки, інша – прямі, перехід від спіральних лопатей до прямих

виконаний плавним. Це колесо насаджено на шліці вала і закріплено гайкою.

Колесо 11 турбіни виконано з жароміцної аустенітної сталі, посаджено на вал з натягом і зафіксовано штифтами. Робочі лопатки газового колеса виготовлені з жароміцного сплаву і укріплені на диску турбінного колеса за допомогою «ялинкових» замків.

Для запобігання витoku повітря і проникнення газів в оливу порожнину підшипників при підвищених навантаженнях або проникнення оливи в повітряну і газову порожнини при малих навантаженнях служать лабіринтові і пружні кільця.

Схема наддування чотиритактних двигунів типу Д49 наведена на рисунку 15.



1 – повітряний фільтр; 2 – компресор; 3 – турбіна; 4 – випускний колектор;
5 – циліндри дизеля; 6 – охолоджувач повітря

Рисунок 15 – Схема наддування дизеля

Повітря через повітряні фільтри 1 тепловоза надходить на вхід компресора 2. У компресорі повітря стискається, а потім

надходить в охолоджувач повітря 6, де охолоджується до 60... 80 °С. Стиснене і охолоджене повітря надходить у ресивер наддування, а звідти через впускні клапани в циліндри дизеля 5.

Відпрацьовані гази з циліндрів надходять до турбіни 3 через загальний для кожного ряду циліндрів колектор 4. Потенційна енергія випускних газів перетворюється в турбіні в механічну, потужність якої витрачається на привод компресора 2.

Ефективність роботи системи наддування в експлуатації зазвичай оцінюється за величиною тиску наддування P_k , а ефективність роботи турбокомпресора – за частотою обертання n_{TK} і часом вибігу τ ротора турбокомпресора, ці параметри вимірюють під час реостатних випробувань тепловоза в умовах депо.

Порядок виконання роботи

Розглянути призначення та схему наддування тепловозного дизеля, що встановлено на стенді лабораторії.

Розглянути конструкцію турбокомпресора, записати основні параметри турбокомпресора (діаметр коліс компресора і турбіни, ступінь підвищення тиску π_k або тиск наддування P_k , допустима температура газів перед турбіною).

Складання таблиці основних технічних параметрів турбокомпресора (додаток Г) за зразком таблиці 5.

Таблиця 5 – Турбокомпресор дизеля 6Д49

Параметр турбокомпресора	Числове значення	Коротка характеристика
Діаметр коліс компресора і турбіни, мм	230	ТК-23
Ступінь підвищення тиску в компресорі	1,35...2,5	$\pi_k = \frac{P_k}{P}$
Допустима температура газів перед турбіною, °С	600	T_T
Адіабатний ККД турбіни	0,77	
Маса, кг	180	

Зміст звіту

Складання схеми турбокомпресора.

Складання таблиці основних технічних параметрів турбокомпресора.

Контрольні питання:

1 З якою метою застосовують наддування в ЛЕУ? Як здійснюється наддування?

2 Назвіть основні частини турбокомпресора.

3 З якого матеріалу виготовлено колесо компресора?

4 З якого матеріалу виготовлено колесо турбіни?

5 Як пов'язані потужність турбіни та компресора?

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1 Автомобільні двигуни [Текст] : підручник / Ф. І. Абрамчук, Ю. Ф. Гутаревич, К. Є. Долганов, І. І. Тимченко. – К. : Арістей, 2006. – 476 с.

2 Головка, В. Ф. Енергетичне обладнання рухомого складу залізниць [Текст] : навч. посібник / В. Ф. Головка. – Харків : ПП видавництва «Нове слово», 2003. – 256 с.

3 Марченко, А. П. Двигуни внутрішнього згоряння [Текст] : серія підруч. у 6 томах. Т. 1. Розробка конструкцій форсованих двигунів наземних транспортних машин / А. П. Марченко, М. К. Рязанцев, А. Ф. Шеховцов. – Харків : Вид. центр НТУ «ХП», 2004. – 490 с.

4 Володин, А. И. Локомотивные энергетические установки [Текст] : учеб. для вузов ж.-д. трансп. / А. И. Володин, В. З. Зюбанов, В. Д. Кузьмич. – М. : ИПК Желдориздат, 2002. – 718 с.

5 Никитин, Е. А. Тепловозные дизели типа Д49 [Текст]: / Е. А. Никитин. – М. : Транспорт, 1982. – 255 с.

6 Симсон, А. Э. Тепловозные двигатели внутреннего сгорания [Текст] : учеб. для вузов / А. Э. Симсон, А. З. Хомич, С. Г. Жалкин. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Транспорт, 1987. – 536 с.

7 Тепловоз 2ТЕ116 [Текст]: руководство по эксплуатации к обслуживанию. – М. : Транспорт, 1990. – 239 с.

ДОДАТОК А
(довідковий)

Конструктивні відношення та розміри колінчастих валів

Таблиця А.1

Розміри та відношення	ЛЕУ				
	ПД1М	Д100	Д40/Д45	Д70/Д80	Д49
Діаметр корінної шийки d_k , мм	240	203,38	250	230	220
Відношення d_k/D	0,75	0,99	1,09	0,96	0,85
Діаметр шатунної шийки $d_{ш}$, мм	210	171,8	165	190	190
Відношення $d_{ш}/D$	0,66	0,83	0,71	0,79	0,71
Відношення L/D	1,7	1,47	1,37	1,62	1,46
Довжина корінної шийки вала l_k , мм	170	89	78/120*	95/105*	80
Відношення l_k/d_k	0,71	0,43	0,31/0,48*	0,41/0,46*	0,36
Довжина шатунної шийки вала $l_{ш}$, мм	138	108	98	135	120
Відношення $l_{ш}/d_k$	0,66	0,63	0,6	0,71	0,63
Відношення a/D	1,45	1,7	1,47	1,46	1,16
Відношення b/D	0,39	0,31	0,2	0,29	0,21
Перекриття шийок вала ε , мм	120	122	54	65	70
Примітки: D – діаметр циліндра; * цифри у знаменнику для подовжених шийок					

ДОДАТОК Б
(довідковий)

Конструктивні відношення та розміри поршнів та шатунів

Таблиця Б.1

Розміри та відношення	ЛЕУ				
	Д50/ ПД1М	Д100	Д40	Д70	Д49/Д80
Відношення H/D	1,44	1,42/1,52*	1,6	1,12	1,0
Відношення h_1/D	0,24	0,18	0,19	0,21	0,13
Відношення H_2/D	0,44	0,7	0,69	0,44	0,38
Відношення d_n/D	0,48	0,4	0,39	0,4	0,36
Відношення d_0/d_n	0,7	0,56	0,53	0,516	0,45
Радіальна ширина кільця t , мм	10	7,25	8	8	8
Висота кільця a , мм	4,8	8	8	3,9	5
Відношення радіуса кривошипа до довжини шатуна $\lambda=R/L_{ш}$	0,232	0,217/0,186	0,246	0,227* *	0,308
Відношення c/d_6	1,2	1,27	1,3	1,26	1,26
Відношення d_6/D	0,22	0,1	0,14	0,104* *	0,093
Маса поршня m_n , кг	54	35,47	46	25,1	39,5
Примітки: D - діаметр циліндра; * верхній/нижній; ** також для Д80					

ДОДАТОК В
(довідковий)

Конструктивні відношення, розміри та параметри паливної апаратури

Таблиця В.1

Розміри та відношення	ЛЕУ				
	ПД1М	Д100	Д40	Д80	Д49
Параметри плунжерних пар паливних насосів					
Діаметр плунжера d_p , мм	20	13	17	16	17
Хід плунжера h_p , мм	20	16	16	22	22
Максимальний тиск впорскування $P_{п}$, МПа	70	59	70	81,5	70
Геометрична тривалість впорскування $\Delta\varphi_r$, град о.к.в.	22	26,5	21	19	14
Середня швидкість плунжера c_m , м/с	1,1	1,4	1,5	1,62	2,55
Регулювання подачі палива	К*	К	П та К*	П та К	П та К
Параметри форсунок					
Тиск початку впорскування P_f , МПа	27,0	21,0	31,4	28,0	31,4
Діаметр голки d_g , мм	8,0	7,0	7,0	8,0	8,0
Максимальний хід голки z_{max} , мм	0,45	0,45	0,75	0,45	0,75
Кількість отворів у наконечнику розпилювача i_c	9	3	7	8	6,9,10**
Діаметр сопла форсунки d_c , мм	0,35	0,56	0,40	0,45	0,40
Примітки: * К - кінцем; П та К - початком і кінцем; ** залежно від числа циліндрів.					

ДОДАТОК Г
(довідковий)

Основні параметри турбокомпресорів і їхні розміри

Таблиця Г.1

Параметр	Турбокомпресор				
	ТК-23	ТК-30	ТК-34	ТК-38 (6ТК)	ТК41В- 21
Діаметр коліс компресора, турбіни, мм	230	300	340	380	410
Ступінь підвищення тиску в компресорі	1,35...2,5	1,35...2,5	1,35...2,5	1,35...2,0	1,5...2,2
Допустима тривала температура газу перед турбіною, К (° С)	873 (600)	873 (600)	873 (600)	873 (600)	758 (485)
Максимальна годинна температура газу перед турбіною, К (° С)	923 (650)	923 (650)	923 (650)	923 (650)	873 (600)
Адіабатний ККД турбіни, не менше	0,78 (0,74*)	0,78 (0,74*)	0,8 (0,74*)	0,8 (0,74*)	0,8 (0,75*)
Ефективний ККД турбіни, не менше	0,75	0,76	0,77	0,78	0,78
Розрахунковий моторесурс, год	15000	20000	20000	20000	20000
Маса, не більше, кг	180	350	510	700	880
Тип дизеля	3А-6Д49	ПД1М	10Д100	1Д80 Б, 1А-5Д49, 2А-5Д49	1Д80Б, 1А-5Д49, 2А-5Д49
* У дужках наведено адіабатний ККД компресора з безлопатковим дифузором					