

Міністерство освіти та науки України
Державний вищий навчальний заклад
«Київський електромеханічний коледж»

Опорний конспект лекцій

з навчальної дисципліни:

«Тепловози та дизель-поїзди»

для студентів III, IV курсу

спеціальності 5.07010501

«Технічне обслуговування, ремонт та експлуатація тягового
рухомого складу»

Тепловози. Основи теорії та конструкції



Викладач : Лейба О.О.

Київ 2018

Міністерство освіти і науки України
Державний вищий навчальний заклад
«Київський електромеханічний коледж»

РОЗГЛЯНУТО ТА СХВАЛЕНО

Цикловою комісією
відділення ЕТ

Протокол № _____ від

«__» лютого 2018 р.

Голова циклової комісії

_____ Ю. В. Клецов

ЗАТВЕРДЖУЮ

Заступник директора з НР

_____ О.І.Марченко

«__» _____ 20__ р.

Опорний конспект лекцій
з навчальної дисципліни:
«Тепловози та дизель-поїзди»
для студентів III, IV курсу
спеціальності 5.07010501

« Технічне обслуговування, ремонт та експлуатація тягового рухомого складу»

Розробив викладач коледжу:
Лейба О. О.

Київ 2018

Опорний конспект лекцій розроблений для студентів за напрямком підготовки 5.070105 «Залізничний транспорт», спеціальністю 5.07010501 «Технічне обслуговування, ремонт та експлуатація тягового рухомого складу». КЕМК. 26 лютого 2018 року - 97 с.

Розробник: викладач коледжу О.О. Лейба

Опрний конспект лекцій розглянутий та затверджений на засіданні циклової комісії спеціальності 5.07010501 «Технічне обслуговування, ремонт та експлуатація тягового рухомого складу»

Протокол № __ від «__» лютого 2018 року

Голова циклової комісії _____ Ю.В. Клецов

Зміст

Вступ	7
1. Заняття №1 «Вступ»	8
2. Заняття №2 «Загальні відомості про тепловози та дизель-поїзди»	10
3. Заняття №3 «Лабораторна робота №1»	14
4. Заняття №4 «Основи технічної термодинаміки»	14
5. Заняття №5 «Теорія теплопередач. Основи гідравліки»	18
6. Заняття №6 «Загальні відомості про двигуни внутрішнього згорання»	21
7. Заняття №7 «Робочі процеси дизелів. Техніко-економічні показники дизелів»	22
8. Заняття №8 «Тепловозні дизелі»	27
9. Заняття №9 «Рама та блок дизеля»	28
10. Заняття №10 «Циліндрові втулки»	30
11. Заняття №11 «Циліндрові кришки та газорозподільний механізм»	31
12. Заняття №12 «Шатунно-кривошипний механізм»	34
13. Заняття №13 «Лабораторна робота №2»	38
14. Заняття №14 «Колінчаті вали»	38
15. Заняття №15 «Вертикальна передача та гасівники крутильних передач»	41
16. Заняття №16 «Паливна апаратура тепловоза. Форсунки, паливні помпи високого тиску »	42
17. Заняття №17 «Лабораторна робота №3»	47
18. Заняття №18 «Регулятор частоти обертів (РЧО) та прискорювач пуску дизеля»	47
19. Заняття №19 «Лабораторна робота №4»	51
20. Заняття №20 «Лабораторна робота №5»	51
21. Заняття №21 «Паливна система тепловоза»	51
22. Заняття №22 «Лабораторна робота №6»	64
23. Заняття №23 «Масляна система тепловоза»	65
24. Заняття №24 «Лабораторна робота №7»	67
25. Заняття №25 «Водяна система тепловоза»	68
26. Заняття №26 «Лабораторна робота №8»	74
27. Заняття №27 «Тепловозний холодильник»	74
28. Заняття №28 «Система подач повітря в циліндри»	77

29. Заняття №29 «Система випуску відпрацьованих газів»	79
30. Заняття №30 «Лабораторна робота №9»	81
31. Заняття №31 «Привід основного та допоміжного обладнання»	81
32. Заняття №32 «Допоміжне обладнання. Пісочна система. Система пожежогасіння»	83
33. Заняття №33 «Повітропостачання. Система автоматики»	86
34. Заняття №34 «Лабораторна робота № 10»	88
35. Заняття №35 «Екіпажна частина тепловоза»	88
36. Заняття №36 «Рама візка»	90
37. Заняття №37 «Колісні пари. Букси»	91
38. Заняття №38 «Ресорне підвішування»	94
39. Заняття №39 «Нові типи тепловозів та дизель-поїздів, та їх обладнання»	96
Література	97

ВСТУП

На залізницях України разом з електровозами широко також використовуються тепловози. Тепловози належать до автономних локомотивів, у яких в якості джерела енергії використовуються двигуни внутрішнього згорання. Робота двигунів внутрішнього згорання на тепловозах пов'язана з підведенням та перетворенням великої кількості теплоти в механічну роботу, тому при вивченні принципу роботи, а також проектуванні двигунів внутрішнього згорання потрібно досить гарно знати процеси перетворення теплової енергії, способи передачі тепла. Також на тепловозі застосовується велика кількість гідравлічних систем (паливна, масляна, водяна) тому перед вивченням цих систем необхідно вивчити основи гідравліки.

Тому в даному конспекті приведено основи теорії роботи двигунів внутрішнього згорання, їх будова, також приведено коротка характеристика принципу роботи та будови допоміжних систем двигуна (паливна, водяна, масляна, система пуску), які забезпечують нормальне функціонування двигуна в цілому, особливості будови окремих вузлів та агрегатів двигуна, описані системи пуску двигунів, механічна частина тепловоза.

Метою даного конспекту являється допомогти студенту при вивченні будови, принципу дії, технології ремонту, як дизеля в цілому, так і окремих вузлів та агрегатів та дає можливість дізнатися основні техніко- економічні показники, особливості конструкції тепловозів, та самостійно освоїти відповідні теми при відсутності на заняттях, а також при підготовці до екзамену.

ЗАНЯТТЯ №1

Тема: «Вступ.»

План заняття: 1. Типи локомотивів

2. Принцип дії тепловоза

1. Тепловоз є одним з можливих типів локомотивів. Локомотивами називаються транспортні машини, призначені для створення рушійної сили (сили тяги), під дією якої з рейкових шляхів залізниць можуть переміщуватися состави вагонів з вантажами і пасажирями.

Залізниця як вид транспорту в сучасному розумінні виникли більше 170 років тому. Історія залізничного транспорту починається з появою перших локомотивів, які перетворили звичайні рейкові шляхи, яких вже в кінці XVIII і початку XIX століть було багато в гірській промисловості, в транспортну систему - залізницю.

На залізницях використовувалися і використовуються локомотиви різних типів: паровози, тепловози, електровози і ін. Тип локомотива визначається пристроєм і принципом дії його енергетичної установки - первинного двигуна, який перетворить внутрішню (хімічну) енергію палива в механічну роботу обертання рухомих коліс.

Першим історичним типом локомотивів був паровоз. Він виник в результаті зусиль багатьох талановитих інженерів і винахідників в першій третині XIX століття. У серпні 1834 р. була закінчена споруда першого російського паровоза. Його творцями були талановиті механіки Мирон Юхимович Черепанов і його отець Юхим Олексійович. Більше 100 років паровоз був символом залізниці, її єдиним тяговим засобом.

На паровозах внутрішня хімічна енергія палива (вугілля або нафти) перетворюється в механічну за допомогою паросилової установки, що складається з парового котла - генератора енергії, - і парової машини - двигуна. Таке перетворення енергії пов'язане з великими втратами теплоти. У зв'язку з цим паровози працюють дуже неекономічно. Їх коефіцієнт корисної дії (к.п.д.) складає всього 5-7 %. Іншими словами, тільки 5-7 % енергії, що міститься в паливі, використовується для руху поїзда, решта всієї енергії розсівається в атмосферу і втрачається безповоротно. Тому паровози в другій половині нашого століття повсюдно у всьому світі замінені (або замінюються) сучаснішими локомотивами: електровозами і тепловозами.

Тепловозами називаються локомотиви, у яких роль силової установки виконують теплові двигуни, а саме поршневі двигуни внутрішнього згорання - дизелі. Перетворення хімічної енергії палива в механічну роботу в такому двигуні відбувається на відміну від паросилової установки в обмеженому, замкнутому об'ємі усередині циліндра (внутрішнє згорання палива, на відміну від зовнішнього - в топці

паровоза), що значно знижує втрати і забезпечує вищу ефективність локомотива.

2. Найважливішою частиною будь-якого тепловоза є його первинний двигун - дизель. Дизель перетворює внутрішню хімічну енергію палива в механічну енергію обертання колінчастого валу. Властивості дизеля як двигуна не повною мірою відповідають вимогам поїздової роботи локомотива, його змінним режимам роботи. Потужність дизельного двигуна прямо пропорційна частоті обертання його колінчастого валу (при незмінній подачі палива). Для локомотива кориснішою є робота двигуна на постійному режимі - зазвичай при максимальній (номінальній) частоті обертання колінчастого валу, коли дизель розвиває найбільшу потужність. Щоб забезпечити можливість роботи дизеля з постійною частотою обертання валу при будь-яких режимах руху поїзда, енергія від валу двигуна передається колісним парам, швидкість обертання яких при русі повинна мінятися не безпосередньо, а через спеціальні проміжні пристрої, звані передачею. Передача пристосовує дизель до умов роботи на локомотиві. На тепловозах застосовуються головним чином електричні або гідравлічні передачі.

При електричній передачі (Рисунок 1.1, а) механічна енергія обертання колінчастого валу дизеля передається електричному тяговому генератору 2, який перетворює її в електричну. Електрична енергія від генератора поступає в тягові електричні двигуни 3, які кінематично зв'язані рухомими колісними парами 4 і приводять їх в обертання.

На тепловозах з гідравлічною передачею (Рисунок 1.1, б) енергія дизеля 1 витрачається на привід гідравлічного насоса 2, що передає енергію рідини, яка циркулює в замкнутому контурі. Потрапляючи в гідравлічну турбіну 3, потік рідини передає на її лопатки свою кінетичну енергію і обертає вал ротора турбіни, а разом з ним і колісні пари 4 тепловоза.

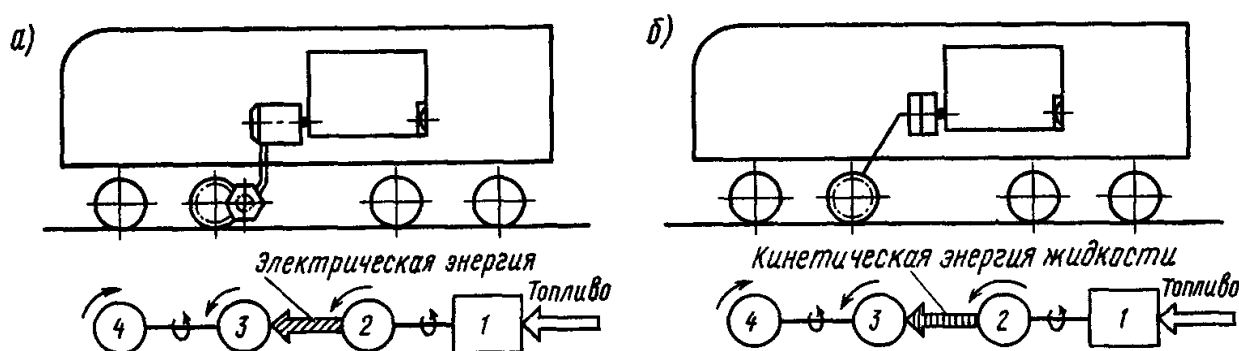


Рис. 1.1. Схемы размещения основного оборудования и преобразования энергии на тепловозах: а — с электрической передачей; б — с гидравлической передачей

Домашнє завдання: л.1 ст.4-7.

ЗАНЯТТЯ №2

Тема: «Загальні відомості про тепловози та дизель-поїзди»

План заняття: 1. Будова тепловоза

2. Класифікація та характеристики тепловоза

1. До основних частин тепловоза, крім дизеля і передачі, можна віднести допоміжне устаткування і екіпажну частину. Екіпажна частина тепловоза складається з кузова, головної рами з ударно-зчепними пристроями (автозчепками) і візків з колісними парами і пружним ресорним підвішуванням.

Головна рама тепловоза служить підставою для розміщення силової установки і допоміжного устаткування. Вона передає їх вагу через колеса на рейки.

Крім того, рама передає подовжні тягові зусилля від ведучих осей до складу. Кузов розміщується також на рамі і захищає устаткування тепловоза від зовнішніх дій. Кузови тепловозів бувають двох типів: вагонного або закритого (зазвичай у магістральних тепловозів) і капотного (у маневрових тепловозів). У першому випадку кузов утворює машинне приміщення з внутрішніми проходами для обслуговування силової установки; у другому - капот накриває устаткування тепловоза, доступ до якого зовні забезпечується через бічні дверці. Для можливості проходу обслуговуючого персоналу на тепловозі з капотним кузовом влаштовують подовжні (з обох боків) і поперечні (по кінцях рами) площадки.

Колісні пари більшості сучасних тепловозів розміщені у візках, двух- або трьохвісних, які можуть повертатися щодо головної рами, що спирається на них. Такий пристрій екіпажної частини полегшує проходження тепловозом кривих ділянок шляху. У деяких промислових тепловозів малої потужності рушійні колісні пари з'єднуються безпосередньо з головною рамою (екіпаж в жорсткій рамі).

Допоміжне устаткування забезпечує нормальну роботу дизеля, передачі і екіпажної частини, а також тепловоза в цілому. До нього відносяться паливна, водяна і масляна системи дизеля, його пристрої охолодження і повітропостачання, а також системи охолодження і допоміжні пристрої передачі, пісочна система екіпажа, повітряна (гальмівна) система тепловоза, система пожежогасіння і тому подібне.

Паливна система забезпечує живлення дизеля рідким паливом. Вона складається з паливних баків, допоміжних підкачуючих насосів, паливних фільтрів, паливопідігрівачів, основних паливних насосів і форсунок, що розпилюють паливо в циліндрах дизеля.

Система водяного охолодження дизеля (водяна система) служить для відведення теплоти від його циліндрів і включає циркуляційний водяний насос і радіатори, в яких теплота від води передається атмосферному повітрю. Для

інтенсивнішого відведення теплоти від радіаторів повітря через них проганяється примусово - спеціальним вентилятором. Масляна система дизеля, що складається з насосів, фільтрів для очищення масла і пристроїв, що охолоджують (радіаторів або теплообмінників), служить для подачі мастила масла до частин дизеля, що труться, а також частково і для відведення теплоти також частково і для відведення теплоти від них. а в деяких випадках і від поршнів дизеля.

Повітряна система тепловоза (гальмівний компресор, головні і запасні резервуари стислого повітря та ін.) забезпечує роботу гальмівних засобів всього поїзда, а також ряду допоміжних пристроїв тепловозів. Системи повітропостачання і повітряного охолодження складаються з агрегатів, призначених для подачі повітря (повітродувки і нагнітачі - для дизеля, вентилятори - для охолодження електричних машин), повітрозабірних пристроїв (вікна, жалюзійні ґрати), очисників повітря і повітроводів.

1. Тепловози класифікуються по ряду різних ознак. Найбільш важливим є розділення тепловозів по наступних ознаках.

По роду служби (виду виконуваної роботи) вони діляться на вантажних, пасажирських, універсальних (призначені для виконання різної роботи, наприклад, вантажопасажирські, маневрово-вивізні і т. п.), маневрових і промислових. Призначення тепловоза відбивається на його характеристиках, конструкції передачі і екіпажної частини.

Сучасні тепловози за типом передач діляться на тепловози з електричною і гідравлічною передачами. Електричні передачі можуть бути постійного, змінно-постійного і змінного струму. Промислові тепловози малої потужності виконують і з механічною передачею.

По пристрою ходових частин розрізняються тепловози візкового типу, аналогічні розглянутим вище тепловозам типу 2ТЭ10, і тепловози з осями в жорсткій рамі (бестележечніє). Майже всі сучасні тепловози тележечного типу.

Тепловози діляться також: по ширині рейкової колії - на тепловози нормальної колії - 1520 мм до СРСР і 1435 мм в багатьох зарубіжних країнах - і вузькоколіїні (ширина колії від 600 до 1000-1100 мм); по числу секцій - на одно-, двух- і багатосекційні. Односекційніє тепловози часто мають дві кабіни управління, двух- секційні - по одній на секцію. У багатосекційних тепловозів проміжні секції взагалі можуть не мати кабін машиніста, оскільки управляються з головних секцій.

Серії тепловозів, тобто групи тепловозів, побудованих по одних і тих же проектах, на залізницях СРСР прийнято позначати поєднанням заголовних букв російського алфавіту і цифр

В більшості випадків позначення починається з букви Т («тепловоз»); друга буква, як правило, характеризує тип передачі (Е - електрична. Г - гідравлічна); третя

- зазвичай говорить про призначення тепловоза (П-пасажирський. М - маневровий, у вантажних тепловозів третя буква в серії відсутня) Цифри позначають номер серії тепловоза, для поїздових тепловозів зазвичай вказуючий також і на завод-виготівник. Номери серій від 1 до 49 відводилися магістральним тепловозам, спроектованим Харківським заводом транспортного машинобудування ім. В. А. Малишева. Номери від 50 до 99 привласнюються тепловозам розробки тепловозобудівного заводу Коломенського ім. В. В. Куйбишева (нині ПО завод «Коломенський»), а номери вище 100 входять в серії локомотивів Ворошиловградського тепловозобудівного заводу ім. Жовтневій революції (нині ПО «Луганськтепловоз»)

Таким чином, позначення ТЕЗ розшифровується так: вантажний тепловоз з електричною передачею третьої серії, спроектований Харківським заводом; позначення ТГ102-тепловоз з гідравлічною передачею, вантажний 102-ї серії Ворошиловградського заводу; ТЕП 70 - тепловоз з електричною передачею пасажирський споруди заводу Коломенського; ТГМЗ і ТЕМ5 - тепловози маневрові відповідно з гідравлічною і електричною передачами (у серіях маневрових і вузькоколіїних тепловозів цифра позначає тільки порядковий номер моделі).

Цифра перед буквеним позначенням означає число секцій багатосекційного тепловоза, створеного на базі основної серії «наприклад, 2ТЭП60 - двосекційний пасажирський тепловоз, 3ТЕ10М- трисекційний вантажний). Буква після номера серії указує або на модернізований варіант (М), або на завод-виготівник, якщо первинний проект тепловоза розроблений іншим заводом. Так, тепловоз 2ТЕ10В створений Ворошиловградським заводом на базі односекційного тепловоза Те10 Харківського заводу (серія 2ТЕ10Л розроблялася раніше. коли завод, як і в даний час, називався Луганським).

У позначення серій тепловозів, що працюють в СРСР, але побудованих за кордоном, введена буква, вказуюча на страну-ізоготовітель. Так, серії ЧМЕ2 і ЧМЕЗ означають маневрові тепловози з електричною передачею, побудовані в Чехословачії.

Одній з важливих характеристик кожного тепловоза, як і будь-якого локомотива, є його осьова формула. Вона характеризує число, розташування і призначення осей локомотива. Для тепловозів тележечного типу осьова формула представляє поєднання цифр, число яких відповідає числу візків, а кожна цифра показує число осей у візку. Наприклад, шестіосний тепловоз ТЕП70 має осьову формулу 3о-3о, яка показує, що у тепловоза два тривісні візки (мал. 1.4, а).

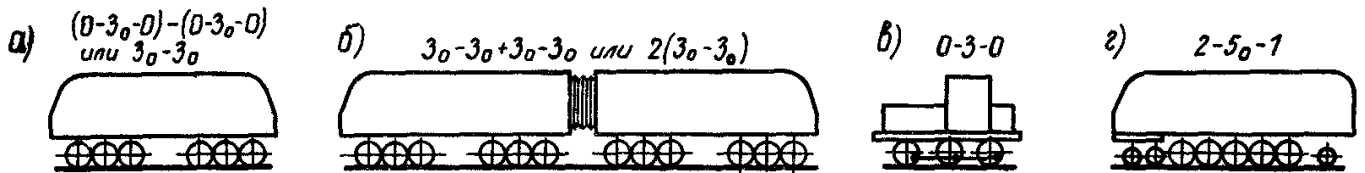


Рис. 1.4. Осьові формули тепловозів:

а — 3_0-3_0 (ТЭП70); б — $2(3_0-3_0)$ или $3_0-3_0+3_0-3_0$ (2ТЭ10В, 2ТЭ116); в — $0-3-0$ (ТГМ1); г — $2-5_0-1$ (Э^{эл})

Знак «-» означає, що візки не сполучені між собою (незчленовані), а індекс «0» у цифр показує, що кожна вісь має індивідуальний (окреми) привід (тяговий електродвигун). Для двосекційного тепловоза 2ТЭ10В (Рисунок 1.4.б), у якого секції зчеплені між собою, осьова формула виглядає так: $3_0-3_0+3_0-3_0$ або $2(3_0-3_0)$.

За кордоном в осьових формулах тепловозів число провідних осей у візках позначають не цифрою, а буквою, порядковий номер якої, що мається на увазі, в латинському алфавіті відповідає числу осей (А - одна вісь, В - дві, С - три, D - чотири). Отже, позначення Со-Со (або, просто С-С) відповідатиме розглянутій вище формулі 3_0-3_0 . (У Франції прийнято букви писати злино: ВВ, СС). У деяких країнах застосовують колісні формули, в яких цифри указують на число коліс, а не осей. Написана за цим принципом колісна формула тепловоза Э^{эл} виглядає так: 4-10-2, тобто всі цифри подвоєні в порівнянні з осьовою формулою.

До характеристик локомотивів відносяться також осьове навантаження, службова і зчіпна вага, а також габарит.

Осьове навантаження (або, точніше, навантаження від осі на рейки) характеризує статичну дію локомотива на залізничну колію.

Для магістральних локомотивів, що експлуатуються на залізницях СРСР, найбільші допустимі навантаження на рейки складають 225 кН. У нових локомотивів, вже розроблених промисловістю, осьові навантаження досягають 235 кН (електровози ВЛ15 і ВЛ85) і 245 кН (тепловози 2ТЭ121 і дослідний тепловоз ТЭ136).

Службовою вагою тепловоза називається його повна вага - з локомотивною бригадою, повним запасом води і масла і двома третинами запасів палива і піску.

Вага, що доводиться на рушійні колісні пари і бере участь в створенні сили тяги, називається зчіпною вагою. Оскільки майже у всіх сучасних тепловозів всі осі є рушійними, то для них зчіпна вага рівна службовій. З іншого боку, службова вага рівна сумі навантажень від провідних осей на рейки.

Домашнє завдання: л.1 ст.7-13. Самостійна робота «Історія тепловозобудування».

ЗАНЯТТЯ №3

Тема: Лабораторна робота №1 «Дослідження будови тепловоза та його обладнання».

Домашнє завдання: Звіт №1.

ЗАНЯТТЯ №4

Тема: «Основи технічної термодинаміки»

План заняття: 1. Термодинаміка

2. Робоче тіло та параметри його стану

3. Основні закони ідеальних газів

4. Основні термодинамічні процеси

1. Термодинаміка - це галузь фізики, що вивчає закони перетворення енергії і процеси переходу її з одних форм в інших. Технічна термодинаміка має своїм предметом технічні додатки основних принципів термодинаміки до процесів перетворення теплової енергії в механічну роботу або навпаки, роботи в теплову енергію в так званих теплових машинах - двигунах, турбінах, компресорах і так далі. Ця наука містить теоретичні основи роботи теплових машин і дозволяє оцінювати ефективність їх робочих процесів.

2. Робота теплових машин здійснюється з використанням робочих речовин - теплоносіїв, які називаються робочими тілами. В якості робочих тіл використовуються, як правило, речовини в газоподібному (пароподібному) стані. Гази і пари під впливом зовнішніх умов (температури і тиск) допускають значні зміни свого об'єму і тому можуть здійснювати при розширенні або стисненні істотно велику роботу, чим рідкі і тверді тіла, які практично нестискувані.

Якщо робоче тіло знаходитиметься в середовищі, що має постійний тиск і температуру, то після закінчення достатнього часу в робочому тілі за всім його обсягом встановляться такі ж по величині тиск і температура. Надалі стан робочого тіла буде незмінним, поки не зміняться параметри зовнішнього середовища. Робоче тіло в цьому випадку знаходиться в термодинамічній рівновазі з навколишнім його середовищем. При нерівноважному стані параметри робочого тіла за об'ємом неоднакові і не можна говорити в цілому про його тиск і температуру.

Таким чином, фізичне полягання робочого тіла в термодинамічній рівновазі визначається трьома термодинамічними параметрами стану: температурою, тиском і питомим об'ємом (або щільністю). Необхідно відзначити, що такими параметрами є не просто температура і тиск, а саме абсолютні їх величини.

Реальні робочі тіла теплових машин мають складний і часто змінний склад, що ускладнює аналіз їх робочих процесів. Для можливості вивчення загальних принципів поведінки робочих тіл в різних процесах у фізиці введено поняття ідеального газу. Ідеальний газ на відміну від реальних характерний відсутністю сил взаємодії між молекулами. Самі ж молекули вважаються такими, що не займають об'єму.

3. Основні закони ідеальних газів (або, як їх іноді називають у фізиці, газові закони) встановлені працями ряду крупних учених і тому пов'язані з їх іменами. Ще в другій половині XVII століття роботи англійця Роберта Бойля (1661 р.) і незалежно від нього проведені докладніші дослідження Едма Маріотта (1676 р.) у Франції з'ясували одну з важливих закономірностей, властивих газам. Більш ніж через сто років французи Жак Шарль (1787 р.), Жозеф Луї Гей-Люссак (1802 р.) і італієць Амедео Авогадро (1802 р.) отримали ряд важливих результатів, які склалися в систему газових законів, - простих аналітичних виразів, що визначають властивості і поведінку ідеальних газів.

Газові закони лежать в основі термодинаміки. Їх значення дуже велике, причому дуже важливі навіть не самі закони, а то що вони існують. Адже аналогічних загальних законів немає ні для рідин, ні для твердих тіл.

Перший закон термодинаміки встановлює кількісний зв'язок між внутрішньою енергією системи U , тепловою енергією Q і механічною роботою L . Він є окремим випадком загального закону збереження енергії, згідно якому енергія не створюється знов і не зникає, а лише переходить з однієї форми в іншу. Перший закон термодинаміки встановлює закономірність взаємного перетворення теплоти і роботи в системі, а саме теплова енергія Q , підведена до тіла, витрачається тільки на зміну внутрішньої енергії тіла і на здійснення зовнішньої роботи.

Аналітичні вирази першого закону термодинаміки встановлюють принцип еквівалентності теплоти і роботи. З нього виходить, що якщо вся підведена до тіла теплота відводиться у вигляді роботи (або навпаки), внутрішня енергія тіла не міняється.

4. Зміни стани ідеального газу, пов'язані з підведенням або відведенням теплоти або здійсненням роботи, зводяться до зміни значень його параметрів стану. У великому числі можливих процесів зміни параметрів, зв'язаних рівнянням стану, можна виділити декілька основних, в яких який-небудь один з параметрів стану не міняє свого значення. В першу чергу можна вказати на процес при постійному об'ємі ($V = \text{const}$) - ізохорний, процес при постійному тиску ($P = \text{const}$) - ізобарний, процес при постійній температурі ($T = \text{const}$) - ізотермічний, процес без теплообміну із зовнішнім середовищем ($q = 0$) - адіабатний, процес при постійній теплоємності ($c = \text{const}$) - політропний.

Проведемо аналіз основних особливостей цих процесів. Заздалегідь відзначимо наступне. Оскільки довільний стан газу визначається трьома параметрами (P, V, T), цей стан можна представити крапкою в тривимірному просторі з осями координат (P, V, T). Частіше, проте, використовують простіше графічне представлення термодинамічних станів і процесів - на площині, зазвичай в координатах (P і V).

Такий графік процесу називають PV -діаграммою. Він дозволяє оцінити роботу, що здійснюється в процесі.

З іншого боку, для оцінки термодинамічних процесів використовується ще один комбінований параметр стану, званий ентропією S . У термодинаміці має значення не само абсолютне значення ентропії, а її зміна в процесі (так само як і зміна внутрішньої енергії). Зміна ентропії S визначається відношенням кількості тепла Q підведеного до тіла (або відведеного від нього), до середньої температури тіла T_m .

З використанням ентропії будуються так звані ентропійні діаграми термодинамічних процесів, в яких по осі абсцис відкладається ентропія S , а по осі ординат - або абсолютна температура T (Ts -діаграма) або питома ентальпія i (is -діаграма).

Наочніші в наших випадках зображення процесів в координатах (Ts , які дозволяють судити про ступінь використання теплоти в даних процесах.

Ізохорний процес (Рисунок 3.1) протікає при нагріванні або охолодженні газу в замкнутій судині, тобто при незмінному об'ємі. Його рівняння $V = \text{const}$. У координатах (p, v) цей процес зображається вертикальною лінією - ізохорою 1-2 (Рисунок 3.1. а).

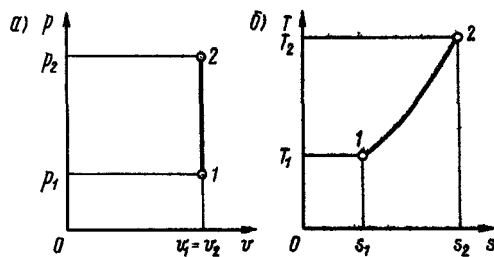


Рис. 3.1. Изохорный процесс ($v = \text{const}$)

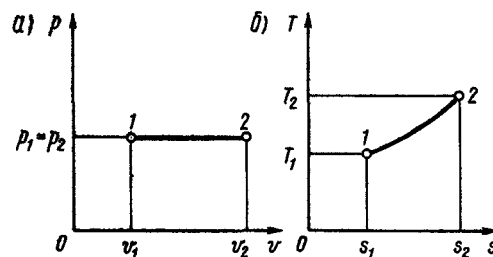


Рис. 3.2. Изобарный процесс ($p = \text{const}$)

Рівняння стану для крапок 1 і 2 відповідно будуть $P_1 V_1 = RT_1$ і $P_2 V_1 = RT_2$. Розділивши одне на інше, отримуємо співвідношення між параметрами стану цих точок $P_1/P_2 = T_1/T_2$, що є виразом закону Шарля, в ізохорному процесі тиск газу змінюється прямо пропорційно його температурі.

При підводі теплоти до газу тиск і температура газу підвищуються (від крапки 1 до крапки 2), при відведенні теплоти - знижуються (від крапки 2 до крапки 1).

У ізохорному процесі, як це витікає з його визначення, робота, пов'язана із зміною об'єму, рівна нулю ($l=0$). Іншими словами, в процесі робота не здійснюється. Тому вся підведена теплота йде на підвищення внутрішньої енергії.

Ізобарний процес (Рисунок 3.2) протікає при постійному тиску, наприклад при нагріванні або охолодженні газу в циліндрі, на поршень якого діє постійна по величині сила. Рівняння процесу $P = \text{const}$. У координатах (P, V) графіком процесу (див. рисунок 3.2, а) є пряма 1-2, паралельна осі абсцис, звана ізобарою. При підводі тепла температура і об'єм газу збільшуються (процес йде від точки 1 до точки 2), при відведенні тепла - зменшуються (від точки 2 до точки 1).

Рівняння стану для цих крапок відповідно виглядають так: $P_1 V_1 = RT_1$ і $P_2 V_2 = RT_2$. Розділивши перше на друге, отримуємо співвідношення параметрів в процесі $V_1/V_2 = T_1/T_2$, що є виразом закону Гей-Люссака, в ізобарному процесі питомі об'єми газу змінюються прямо пропорційно його температурі.

Ізотермічний процес (Рисунок 3.3) протікає при незмінній температурі. Його рівняння $T = \text{const}$ або згідно із законом Бойля - Маріотта $PV = \text{const}$, на основі якого і встановлюється співвідношення між параметрами процесу $V_1/V_2 = P_2/P_1$: у ізотермічному процесі тиску газів назад пропорційні їх об'ємам. Таким чином, в координатах P, V графік процесу - ізотерма - є рівнобічною гіперболою (Рисунок 3.3. а). При підводі теплоти газ розширюється і здійснює роботу, при відведенні теплоти - стискається.

Оскільки в ізотермічному процесі температура газу не міняється, отже, не міняється і його внутрішня енергія. В цьому випадку, очевидно, що відповідно до першого закону термодинаміки вся підведена теплота перетворюється в механічну роботу.

Адіабатний процес (Рисунок 3.4) протікає без теплообміну газу із зовнішнім середовищем ($q=0$). Для того, щоб процес зміни стану газу був адіабатним, його треба проводити, наприклад, в циліндрі з поршнем, виконаних з матеріалів, що не проводять тепло. Насправді абсолютно нетеплопровідних матеріалів немає, але проте часто можна деякі швидко протікаючі процеси в теплових машинах вважати приблизно адіабатними. При великій швидкості процесу за малий проміжок часу, протягом якого він протікає, робоче тіло не встигає віддати або отримати скільки-небудь помітні кількості теплоти. Тому з практичною точністю теплообміном в такій формі можна нехтувати.

Таким чином, за відсутності зовнішнього теплообміну в адіабатних процесах розширення або стиснення газу відбувається тільки унаслідок зміни його внутрішньої енергії. При розширенні газу (зменшенні внутрішньої енергії) його температура знижується, при стисненні (збільшенні внутрішньої енергії) підвищується. Графіком цього процесу в координатах P, V (Рисунок 3.4. а) служить

лінія - адіабата, яка так само як ізотерма, є гіперболою, але на відміну від ізотерми - нерівнобічною.

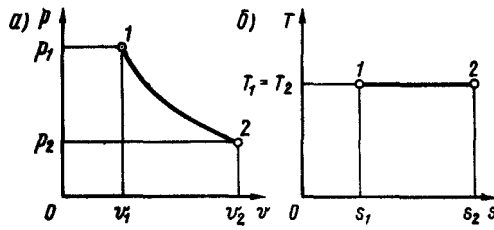


Рис. 3.3. Изотермический процесс ($T = \text{const}$)

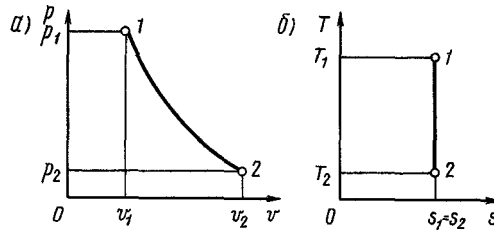


Рис. 3.4. Адиабатный процесс ($s = \text{const}$)

При розгляді основних термодинамічних процесів було показано, що в деяких процесах може здійснюватися в певних умовах при розширенні газу механічна робота. Отже, можливе використання таких процесів в теплових машинах, призначених для перетворення теплоти в роботу. Проте для того, щоб це перетворення в тепловій машині могло відбуватися безперервно (протягом певного часу), необхідно, щоб робоче тіло після розширення було б повернене в первинний, початковий стан, тобто стиснення для можливості подальшого розширення. Очевидно, що стиснення повинне здійснюватися іншим процесом, чим розширення, щоб витрата роботи на стиснення була б менше роботи, що отримується при розширенні.

Таким чином, для безперервного перетворення теплоти в роботу необхідне використання робочого тіла в замкнутій послідовності процесів з періодичним поверненням в первинний стан. Замкнута сукупність термодинамічних процесів такого типу називається в термодинаміці круговим процесом, або термодинамічним циклом. Ефективність теплового двигуна буде тим вище, чим велика частина підведеної теплоти перетвориться в роботу. Ступінь ефективності циклу оцінюється його термічним к.п.д.

Домашнє завдання: л.1 ст.37-54.

ЗАНЯТТЯ №5

Тема: «Теорія теплопередач. Основи гідравліки»

План заняття: 1. Способи передачі

- 2. Теплопередача в твердих тілах**
- 3. Конвективний теплообмін**
- 4. Теплообмін випромінюванням**
- 5. Основи гідравліки**

1. Перетворення теплоти в механічну роботу в двигунах внутрішнього згорання і газотурбінних установках, охолодження тягових електричних машин і

апаратів, підігрівши палива, охолодження надувочного повітря і багато інших процесів на тепловозах супроводжуються теплообміном, тобто передачею теплової енергії (теплоти) від одного тіла до іншого. Природа тіл, між якими проходить теплообмін, може бути різною, в теплообміні можуть брати участь тверді, рідкі і газоподібні тіла. Теплота може передаватися або безпосередньо від тіла до тіла (наприклад, від твердого тіла до твердого, рідкого або газоподібного або навпаки), або складнішими шляхами (наприклад, від твердого тіла до твердого, але не безпосередньо, а через проміжний теплоносій - рідину або газ). Передача тепла між рідкими і газоподібними тілами також може проходити або безпосередньо (при їх змішуванні або через вільну поверхню рідини), або через ту, що розділяє їх потоки перегородку (тверду стінку).

Відповідно до другого закону термодинаміки необхідною умовою теплообміну є наявність різниці температур між тілами. Іншими словами, природним чином тепла енергія може переходити від більш нагрітого тіла до менш нагрітому, але не навпаки.

Процеси теплообміну є складними фізичними явищами. З фізики відомо, що в природі мають місце три різні способи перенесення тепла: теплопровідність, конвекція, випромінювання (радіація).

2. Французький вчений Жан Батист Фур'є (1768-1830), вивчаючи процеси теплопровідності, встановив, що щільність потоку теплоти q є відношенням кількості теплоти Q до площі поперечного перетину тіла F , перпендикулярного напрямку потоку, і часу τ процесу, пропорційна градієнту температури t/x , де t - перепад температур; x - довжина, на яку розповсюджується тепловий потік:

$$q = \frac{Q}{F\tau} = -\lambda \frac{\Delta t}{\Delta x}.$$

Виразом є основний закон теплопровідності і називається законом Фур'є. Знак «мінус» в нім означає, що тепловий потік направлений у бік зменшення температури.

3. Теплообмін між поверхнею якого-небудь твердого тіла (наприклад, плоскої стінки - рисунок 3.16) і потоком теплоносія, рухомим уздовж цієї поверхні є конвективним.

Якщо температура стінки $t_{ст}$ нижча за температуру теплоносія (рідини, газу) t , то тепловий потік q буде направлений від теплоносія до стінки. Кількість тепла Q , передавана в цих умовах при конвективному теплообміні в одиницю часу (с), прямо пропорційно площі поверхні теплообміну (стінки) F (m^2) і різниці температур теплоносія t і поверхні стінки $t_{ст}$:

$$Q = \alpha F(t - t_{\text{ст}}),$$

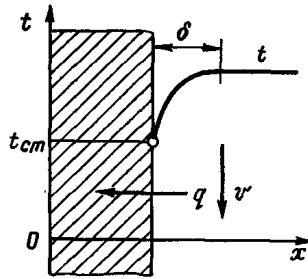


Рис. 3.16. Конвективный теплообмен — теплоотдача от потока к стенке

де α - коефіцієнт конвективного теплообміну (коефіцієнт тепловіддачі), Вт/(м² К).

Розділивши обидві частини рівняння на F отримаємо рівняння питомого теплового потоку: $q = Q/F = \alpha(t - t_{\text{ст}})$.

Його можна переписати в іншому вигляді:

$$q = \frac{t - t_{\text{ст}}}{1/\alpha}.$$

4. Особливістю цього виду теплообміну є відсутність безпосереднього контакту тіл тих, що обмінюються теплотою. Теплове випромінювання має місце у будь-яких тіл температура яких відрізняється від нуля, проте перенесення теплоти в помітних розмірах спостерігається лише при високих температурах.

5. Гідравлікою називається прикладна наука, яка вивчає закони рівноваги та руху рідин і способи їх практичного використання. Гідравліка складається з двох основних розділів: гідростатики і гідродинаміки. У гідростатиці розглядаються закони рівноваги рідин, у гідродинаміці – закони їх руху.

З точки зору гідравліки під терміном «рідина» розуміють не лише рідкі, а й газоподібні тіла. У зв'язку з цим рідини ділять на крапельні і газоподібні.

Рівняння $p = p_0 + \rho q h$ називається основним рівнянням гідростатики. Воно показує, що гідростатичний тиск у будь-якій точці всередині рідини рівний тиску на її вільну поверхню і збігається з тиском стовпчика рідини, висота якого дорівнює глибині точки, в якій вимірюється тиск. Гідростатичний тиск за формулою називається повним або абсолютним.

Основне рівняння гідростатики.

$$P_{\text{надм.}} = p - p_0 = \rho q h$$

Маса рідини, що рухається, для аналізу закономірностей руху в гідродинаміці вважають такою, що складається з окремих елементарних струмків, кожен з яких переміщується, не змішуючись з іншими. Сукупність елементарних струмків являє собою потік рідини. Потоки характеризуються живим перетином та витратами.

Домашнє завдання: л.1 ст.14-25,55-62. Самостійна робота «Гідравліка, насоси, вентилятори».

ЗАНЯТТЯ №6

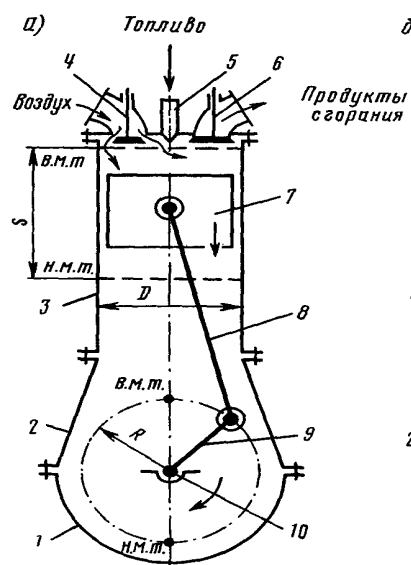
Тема: «Загальні відомості про двигуни внутрішнього згорання»

План заняття: 1. Загальна будова двигуна внутрішнього згорання
2. Класифікація двигунів внутрішнього згорання

1. У ДВЗ два основних цикли, які входять в її теоретичний термодинамічний цикл, а саме згорання палива (підведення теплоти) та перетворення теплової енергії в механічну роботу.

Загальну роботу ДВЗ розглянемо на прикладі одного циліндра чотирьохтактного дизеля. ДВЗ складається з нерухомого циліндра 3 який складає разом з картером 2 і піддоном 1 єдину конструкцію, яка називається основою. Зверху циліндр обмежується кришкою циліндра на дні якого розміщено впускний 4 і випускний 6 клапан і форсунка 5 для подачі палива.

Рухомі деталі дизеля поршень 7, шатун 8, кривошип 9 і вал 10 які з'єднані за допомогою шарнірів і складають кривошипно-шатунний механізм.



Положення поршня в ВМТ утворює об'єм камери стиснення, відстань між ВМТ і НМТ є робочий об'єм двигуна внутрішнього згорання.

Класифікація ДВЗ:

- по числу тактів: - 4-х
 - 2-х тактні
- по роду палива: - бензинові
 - дизельні
 - газові
- по способу сумішоутворення: - з внутрішнім
 - з зовнішнім
- по способу спалахування робочої суміші: - з само спалахуванням
 - з вимушеним спалахуванням
- по способу охолодження: - з повітряним
 - з водним.

Домашнє завдання: л.1 ст.63-66. Самостійна робота «Характеристики газотурбінних та інших двигунів».

ЗАНЯТТЯ №7

Тема: «Робочі процеси дизелів. Техніко-економічні показники дизелів»

План заняття: 1. Процеси утворення робочої суміші

2. Продувка двохтактних двигунів

3. Надув дизелів

4. Кругова діаграма газорозподілення 4-х тактного дизеля

1. В дизелях подача палива і його розпилювання в об'ємі камери стиснення циліндра здійснюється паливною системою.

На сумішоутворення і згорання палива в кожному циклі робочого процесу дизеля відводяться тисячні долі секунди, протягом яких паливо, поступивши в циліндр, повинно пройти стадію підготовки до горіння - краплі палива повинні нагрітись, випаруватись (паливо горить в пароподібному стані), пари палива повинні переміщатись з повітрям і потім згоріти. Для повного згорання необхідний рівномірний розподіл палива в середовищі стислого повітря. Воно досягається розпилюванням палива за допомогою форсунки в об'ємі камери згорання. Для швидкої підготовки до горіння краплі палива повинні мати мінімальні розміри і бути однорідними по величині. Далекобійність струменя крапель повинна бути пов'язана з формою камери згорання. Краплі розпорошеного палива повинні володіти такою кінетичною енергією, при якій вони не концентруватимуться у форсунки, але і не потраплятимуть на стінки циліндра і кришки, не випарувавшись.

Застосовуються декілька різних конструктивних способів утворення робочої суміші в дизелях.

Дизелі з безпосереднім (або струменевим) розпилюванням палива.

Паливо вприскується форсункою 1 (рисунок 4.2, а) безпосередньо у камеру стиснення циліндра під високим тиском - від 20-30 МПа (на початку вприскування) і до 60- 80 МПа. При виході з отворів форсунки струя розпиленого палива розширюється. В результаті на зовнішній поверхні струї є надлишок кисню повітря, тоді як в середині струї його не вистачає для горіння палива.

Хороша якість сумішоутворення при безпосередньому (струменевому) вприскуванні палива досягається в основному відповідністю форми камери згорання формі і розподілу струменів палива. Перевагою системи безпосередньої подачі палива в циліндр вважають малу величину поверхні охолодження камери згорання і хороші пускові якості двигуна. До недоліків струменевої системи відносяться: необхідність значного надлишку повітря, погіршення якості розпилювання при зниженні частоти обертання колінчастого валу і високий тиск уприскування, що ускладнює роботу паливної апаратури.

Дизелі з вихровими камерами. Гарне сумішеутворення при відносно низькому тиску розпилювання забезпечується в двигунах з вихровими камерами. Вихрова камера 2 (рисунок 4.2. б) - порожнина, розташована в кришці циліндра 3, з'єднується з внутрішнім об'ємом циліндра каналом і утворює частину об'єму камери стиснення. Форсунка 1 встановлена у вихровій камері. В процесі наповнення частина маси повітря поступає через канал в камеру 2 і в кінці стиснення завихрюється в ній. Завдяки завихренню («обертання») повітря в камері паливо, яке вприснулося форсункою, добре перемішується з повітрям.

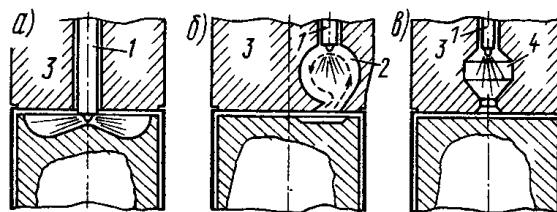


Рис. 4.2. Схеми способів образования рабочей смеси в дизелях:
а — струйное (непосредственное) распыливание топлива; б — с вихровой камерой; в — с предкамерой

Недоліками слід вважати складність будови циліндрової кришки і її підвищений нагрів, а перевагою - малий вплив на якість сумішоутворення при зміні навантаження і частоти обертання валу двигуна.

Передкамерні дизелі. Паливо розпилюється форсункою 1 (рисунок 4.2, в) при порівняно невеликому тиску - 7-10 МПа - в передкамері 4, поміщеною в кришці 3 циліндра і відокремленою від камери стиснення отвором невеликого діаметру.

У такті стиснення повітря з циліндра перетікає в передкамеру 4 через її отвір. Паливо, що вприснулося форсункою 1 в передкамеру, загорається, і частина його згорає. Внаслідок цього тиск в передкамері різко зростає і являється вищим за тиск в

решті об'єму циліндра, тому продукти згорання з великою швидкістю виходять з передкамери, захоплюючи з собою в циліндр двигуна і незгорілу частину палива, де вона догорає. Цим забезпечується хороше перемішування палива з повітрям і його повне згорання. Проте пуск такого двигуна в холодному стані опиняється поганим через те, що повітря, проходячи через невеликий отвір в передкамеру, встигає охолонути настільки, що паливо в ньому не загорається. Тому для пуску вдаються до штучного запалення за допомогою спіралей розжарювання або інших нагрівальних пристроїв. Недоліком предкамерних дизелів вважають також підвищену витрату палива із-за втрат тепла і зниження тиску при проході повітря і газу через отвори передкамери.

2. Без видалення продуктів згорання з циліндрів і без заповнення їх кожного разу новим зарядом повітря неможливо забезпечити роботу двигуна. У чотиритактному дизелі видалення продуктів згорання і наповнення циліндра повітрям здійснюються поршнем за два окремі такти. На відміну від чотиритактного дизеля в двухтактном відсутні впускання і випуск як самостійні такти, що вимагають одного обороту валу. Ці процеси здійснюються в невеликі періоди двох основних тактів стиснення і розширення. Тому в двотактних дизелях продування і наповнення циліндра здійснюють подачею в циліндр заздалегідь стислого повітря, яке витісняє продукти згорання і заповнює об'єм циліндра. Проста схема продування (петлева) представлена на рисунку 4.3. а. У впускний колектор 4 нагнітачем безперервно подається стисле повітря. Колектор з'єднується з продувочними вікнами 3 в стінках циліндра. Більш високі випускні вікна 2 з'єднують циліндр з випускною трубою 1. Коли під тиском продуктів згорання поршень рухається вниз, він спочатку собою відкриває випускні вікна, чим забезпечує швидке падіння тиску

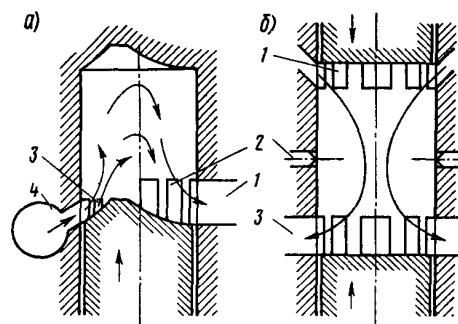


Рис. 4.3. Способи продувки двухтактных дизелей:
а — петлевая; б — прямоточная двухпоршневая

в циліндрі до тиску продування. Після цього починають відкриватися продувальні вікна. Цим запобігає появі зустрічного потоку газів з циліндра у впускний колектор. При русі поршня вгору спочатку поршень закриває продувальні вікна, а потім - і випускні. За час відкриття продувочних вікон об'єм циліндра заповнюється повітрям. Поки випускні вікна не закрилися повністю, відбувається продування:

частина повітря виходить з циліндра; потім з моменту закриття випускних вікон і до приходу поршня у в.м.т. відбувається стиснення. Недоліком цієї схеми є можливість «застою» продуктів згорання в «кутах» циліндра, у кришки.

Краще очищення циліндра виходить при прямооточному продуванні, коли повітря і продукти згорання рухаються в одному напрямі - прямим потоком. Прямоточна двухпоршневе продування здійснюється в двигунах з протилежно рухомими поршнями (рисунок 4.3,б). Тут повітря, входивши через продувальні вікна 1, рухається суцільним стовпом по всьому перетину циліндра, витісняючи попереду себе продукти згорання через випускні вікна 3. Нижній поршень відкриває випускні вікна 3, а верхній - продувочні 1. Підбором висоти вікон і взаємного розташування верхнього і нижнього кривошипів забезпечується початок випуску продуктів згорання раніше початку продування. Форсунки 2, розміщені в середній частині циліндра, подають паливо в камеру згорання, яка утворюється поршнями в період їх зближення. При розбіжності поршнів нижній поршень відкриває випускні вікна, через які продукти згорання виходять з циліндра. Тиск в циліндрі падає. До цього часу верхній поршень починає відкривати продувочні вікна. Повітря під тиском потрапляє в циліндр, виштовхуючи продукти згорання. У дизелях типу Д100 нижній вал при обертанні випереджає верхній на 12° , тому між продуванням і стисненням в цих дизелях відбувається дозарядка циліндра, тобто продовжується надходження повітря в циліндр після закриття випускних вікон.

3. Оскільки робота, яку можна отримати від дизеля при даних розмірах його циліндрів, знаходиться в прямій залежності від кількості спалюваного палива, а останнє залежить від маси повітря в об'ємі циліндра, то для підвищення потужності дизеля застосовують наддув, тобто подачу в циліндр повітря під тиском вище атмосферного. Наддув дозволяє при тому ж об'ємі циліндра, а отже, при майже тих же габаритах і масі двигуна збільшити його потужність 1,5-2,5 разу. Стиснення і подача в циліндри наддувочного повітря можуть здійснюватися або приводними (від валу дизеля), або (газотурбінними нагнітачами). Дизелі з газотурбінним наддувом є комбінованою теплосиловою установкою. Робочий цикл установки відрізняється продовженням розширення продуктів згорання майже до атмосферного тиску в газовій турбіні.

4. В робочих процесах дизелів на відміну від ідеальних моменти відкриття і закриття клапанів і подачі палива не співпадають за часом з положеннями поршня в мертвих точках, а відхиляються від них. Реальні фази газорозподілу наочно представляються круговими діаграмами (рисунок 4.5). У чотиритактних дизелях, щоб забезпечити краще наповнення циліндра свіжим повітрям і здійснення продування циліндра, впускний клапан починає відкриватися завчасно, ще тоді, коли кривошип валу на кут A не дійшов до свого верхнього вертикального

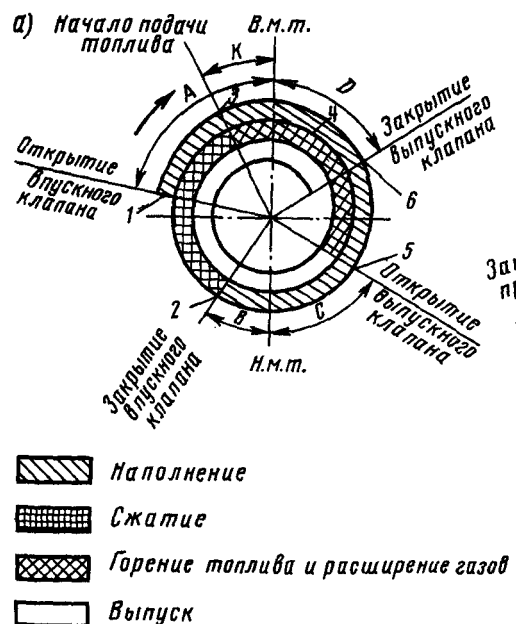
положення. Це випередження відкриття впускного клапана (точка 1) забезпечує його повне відкриття до в.м.т.

Запізнення закриття впускного клапана (кут В і точка 2) передбачають для того, щоб в кінці ходу наповнення клапан був ще достатньо відкритий і забезпечував прохід повітря в циліндр за інерцією і тоді, коли поршень почне рухатися вгору (дозарядка).

Випередження відкриття випускного клапана (кут С і точка 5) зменшує роботу на виштовхування відпрацьованих газів поршнем. Період очищення робочого циліндра розділяється на випуск газів при випускному клапані, що відкрився, за рахунок їх надмірного тиску і виштовхування газів поршнем при його русі від н.м.т. до в.м.т. Випередження відкриття випускного клапана робиться таким, щоб випуск закінчився до приходу поршня в н.м.т. і виштовхування протікало з меншим протитиском газів на поршень.

Запізнювання закриття випускного клапана (кут D і точка 6) забезпечує повніше очищення циліндра від залишкових газів. Оскільки впускний клапан відкривається з випередженням (крапка 1), а випускний закривається із запізненням (точка 6), то під час повороту кривошипа на дузі 1-6 обидва клапани відкрито одночасно, що забезпечує продування циліндра і очищення його від газів.

Оскільки необхідно якийсь час для підготовки палива до само займання, то його подача починається не на початку робочого ходу, а в кінці стиснення за кут К (точка 3) до приходу кривошипа у в.м.т. Цей кут називається кутом випередження подачі палива. Подача палива закінчується в точці 4.



Домашнє завдання: л.1 ст.66-78.

ЗАНЯТТЯ №8

Тема: «Тепловозні дизелі»

План заняття: 1. Основні вимоги до тепловозних дизелів

2. Основні параметри дизелів тепловозів

1. Економічність роботи тепловоза визначається його основною силовою установкою - дизелем. Дизель тепловоза повинен володіти високою економічністю, надійністю і високим ступенем автоматизації його роботи. Ці основні вимоги до конструкції дизеля направлені на економію витрат на паливо, технічне обслуговування, ремонт і інші витрати в процесі його експлуатації.

Економічність дизеля - це його здатність працювати з малими питомими витратами палива і масла в широкому діапазоні експлуатаційних навантажень від холостого ходу до номінальної потужності. Сучасні дизелі мають питому витрату палива q_e , на номінальній потужності $N_{ном}$, 200- 220 г/кВт-год. Питома витрата палива при навантаженнях тих, що становлять 75 і 50 % від $N_{ном}$ не повинен перевищувати відповідно значень тих, що становлять 105 і 112% від q_e , на номінальній потужності. Для дизелів з вільним турбокомпресором відповідно 105 і 110% від q_e , на номінальній потужності.

Ступінь надійності дизеля визначається його здатністю тривало працювати без відмов на всіх експлуатаційних режимах за наступних умов навколишнього середовища: температура повітря, що оточує дизель від 5 до 50 °С, температура зовнішнього повітря від -40 до +40 °С, висота над рівнем моря до 2000 м. До показників надійності відносяться моторесурс дизеля і його основних вузлів і деталей, а також число відмов на 1 млн. км. пробігу.

Автоматизація роботи і управління полегшує обслуговування дизелів в експлуатації і зменшує кількість обслуговуючого персоналу. Дизелі обладнали регуляторами частоти обертання колінчастого валу, граничними вимикачами і системами автоматичного регулювання температури води і масла.

Дизелі тепловозів повинні володіти контроле- і ремонтопридатністю. Разом з надійністю ці дві якості визначають витрати на технічне обслуговування і ремонт дизелів в експлуатації. Контролепридатність дизеля - властивість, що полягає в пошуку несправностей і прогнозування технічного стану. Ремонтпридатність дизеля – властивість, що полягає в його пристосованості до швидкого і зручного розбирання і збирання всіх відповідальних вузлів і деталей, а також до ремонту цих вузлів і деталей.

Спеціальні вимоги до дизеля тепловоза визначаються специфікою конструкції тепловозів, обмеженою габаритами рухомого складу, навантаженнями на вісь і особливостями умов їх роботи. До них відносяться невеликі габаритні

розміри і маса як самого дизеля, так і допоміжного устаткування, встановленого зовні дизеля, необхідного для його роботи. Для тепловозів потужністю більше 2500 кВт прийняті габаритні розміри і питомі маси на рівні 5- 8 кг/кВт досягаються при V-образній конструкції дизеля з діаметром циліндра приблизно 250-300 мм. Одна з важливих експлуатаційних вимог до дизеля - безвідмовний пуск як гарячого, так і холодного двигуна при найменшій витраті енергії від стороннього джерела (аккумуляторна батарея, стисле повітря) при температурі води, масла і палива не більше 8 °С. Як виняток, допускається забезпечення пуску при температурі вище 8 °С, але не більше 15 °С.

2. Всі двигуни тепловозів відносяться до безкомпресорних дизелів з внутрішнім сумішеутворенням, самозайманням і водяним охолодженням. Для цих дизелів характерне застосування газотурбінного наддуву і проміжного охолодження повітря, що дозволяє досягти ефективного тиску 1,0 МПа у двухтактних і 1,4-1,8 МПа у чотиритактних дизелів. Робочий процес цих дизелів відбувається з високим тиском наддуву -0,12- 0,18 МПа і з високими ступенями стиснення і розширення при максимальному тиску згорання до 8-12 МПа. Всі дизелі тепловозів відносяться до середньошвидкохідних дизелів з середніми швидкостями поршнів 7- 10 м/с; по частоті обертання колінчастого валу вони можуть бути розділені на дві групи: перша – до 1000 об/хв і друга - від 1000 до 1500 об/хв.

Домашнє завдання: л.1 ст.79-91. Самостійна робота «Характеристики дизелів маневрових тепловозів».

ЗАНЯТТЯ №9

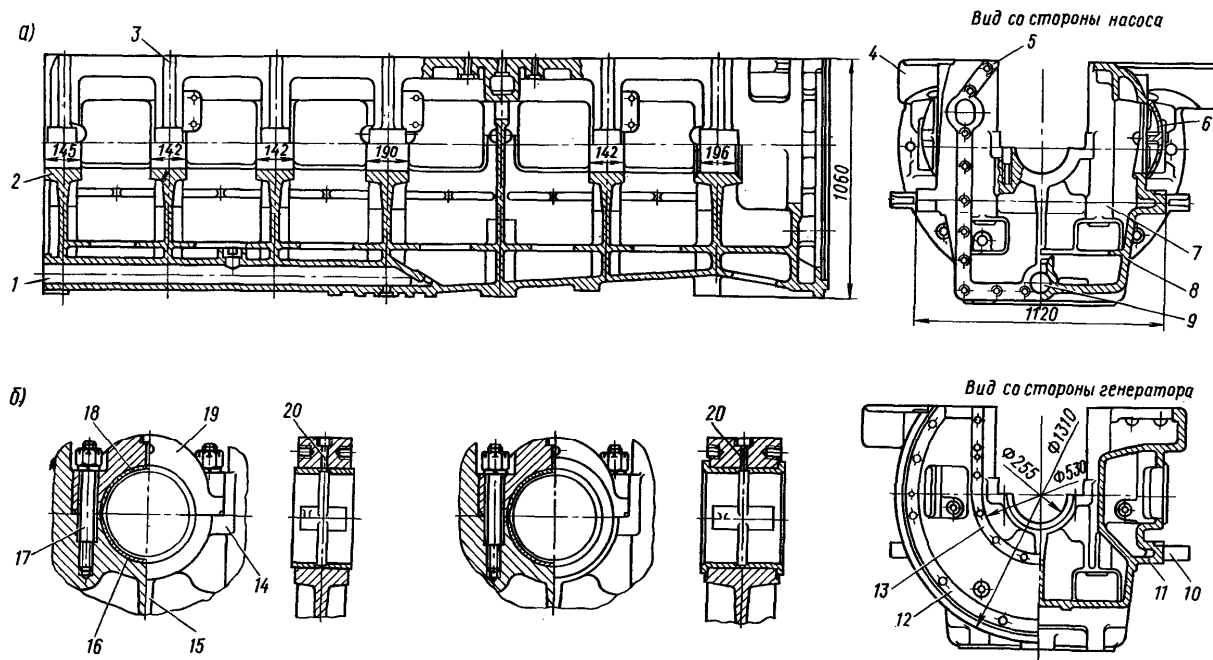
Тема: «Рама та блок дизеля»

План заняття: 1. Рама дизеля Д50

2. Блок дизеля 10Д100

1. Фундаментна рама дизеля типу Д50 відлила з чавуну СЧ 21-40.Обидві бічні стінки мають по шість люків, через які можна оглядати підшипники і шатуново-кривошипний механізм. З кожного боку люки закриті кришками, відлитими з алюмінієвого сплаву. Верхня площина рами з боку генератора утворює могутній круговий фланець 12 з кільцевою проточкою. До фланця за допомогою шпильок кріпиться стартер генератор. На торцевій стінці рама має фланець 13, до якого кріпиться шпильками і фіксується двома штифтами роз'ємний корпус ущільнення колінчастого валу. Торець рами з боку масляного насоса має фланець 5 для кріплення корпусу диска боксовки колінчастого валу. Сім поперечних перегородок 3 рами утворюють опори 2 корінних підшипників колінчастого валу. Опори першого, другого, третього, п'ятого і шостого підшипників (рахунок ведеться від масляного насоса до генератора) однакові і

мають по дві шпильки для кріплення кришки корінною підшипника. Опори четвертого і сьомого підшипників ширше і мають по чотири шпильки. З боків опор перегородки розширюються і утворюють колонки 7 з отворами, через які проходять анкерні кріплення блоку циліндрів до рами. Нижня частина рами утворює піддон 9 для масла, дно якого має ухил від країв до середини, де розташований отвір масляного каналу. Порожнина рами відокремлена від піддону сітками, прикріпленими до полиць 8. Уздовж рами з обох боків розташовані лапи 11 і упор 10, призначенні для установки і кріплення її до рами тепловоза.



2. Блок дизеля 10Д100 зварений із сталевих деталей. Вертикальними листами завтовшки 16 мм (сталь 20Г) блок поділений на 12 відсіків. У десяти з них розміщені втулки циліндрів, в передньому відсіку дизеля - механізми управління, а в задньому - вертикальна передача і привід повітрорудки. Горизонтальними листами (сталь 20) завтовшки 25 мм і верхньою і нижньою плитами блок роздільний на відсіки: верхнього колінчастого валу, повітряних ресиверів, паливної апаратури, випускних колекторів і нижнього колінчастого валу. До верхньої плити і вертикальних листів приварено 12 опор для корінних підшипників верхнього колінчастого валу, а до нижньої плити і вертикальних листів-12 опор для корінних підшипників нижнього колінчастого валу. У вертикальних листах з правого і лівого боку усередині блоку вварено по 11 опор для підшипників кулачкових валів паливних насосів. До вертикальних зовнішніх листів блоку у відсіку повітряних ресиверів приварені впускні колектори. У відсіку випускних колекторів є ніші для установки випускних коробок. Ніші закриті плитами, які кріпляться за допомогою болтів і шпильок. У плитах вирізані люки для постановки і зняття кришок люків випускних колекторів і термопар. У похилих бічних листах є люки, призначені для огляду нижнього колінчастого валу, корінних і шатунових підшипників і їх

монтажу, а також для виїмки поршнів. Верхній колінчастий вал оглядають при знятій кришці блоку. Поршні і кільця оглядають через люки повітряних ресиверів і люки випускних колекторів.

Домашнє завдання: л.1 ст.87-91.

ЗАНЯТТЯ №10

Тема: «Циліндрові втулки»

План заняття: 1. Умови роботи та типи втулок

2. Циліндрова втулка Д50

3. Циліндрова втулка Д100

1. Втулки утворюють робочий об'єм циліндра і направляють рух поршня. Робота втулок відбувається в умовах високих температур і тиску газів. Для забезпечення надійної та довговічної роботи втулки повинні бути міцними і жорсткими із зносостійкою поверхнею, по якій рухається поршень. За умовами роботи втулки циліндрів дизелів тепловозів охолоджуються водою. Залежно від способу водяного охолодження втулки розділяють на два типи: втулки без водяних сорочок в дизелях, де водяна порожнина утворюється між втулкою і стінками блоку; втулки з водяною сорочкою, коли водяна порожнина утворюється між втулкою і сорочкою. Циліндрові втулки без водяних сорочок встановлюються на дизелі типів Д50, Д12, Д40, 310DR. На дизелях типів Д100, Д49, М750 втулки мають напресовані на них сорочки. Циліндрові втулки виготовляють, як правило, із спеціального чавуну або сталі. Внутрішня поверхня втулки (дзеркало циліндра) обробляється хонінгуванням до високого класу чистоти (шороховатість не більше 0,63).

2. Втулка циліндра дизеля типу Д50 (рисунок 5.16, а) відлила з чавуну СЧ24-44 і є циліндром. Втулка має бурт 2, яким вона входить у виточку блоку циліндрів. На верхній частині бурту проточений паз 1 для установки кришки циліндра. На внутрішній поверхні втулки вифрезеровано чотири вирізи, що дозволяють відкриватися клапанам газорозподілу. У блоці втулка ущільнена у верхній частині притиранням поверхні бурту до поясу блоку, а в нижній частині гумовими кільцями. Аналогічну конструкцію циліндрових втулок мають чотиритактні дизелі К6С310DR.

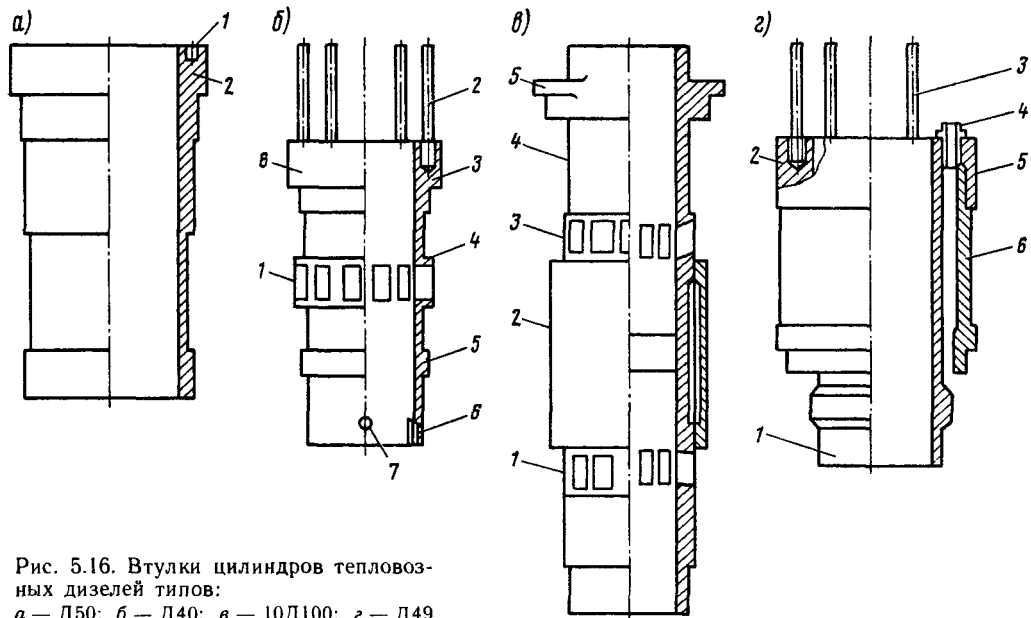


Рис. 5.16. Втулки цилиндров тепловоз-
ных дизелей типов:
а — Д50; б — Д40; в — 10Д100; г — Д49

3. У дизелів типу Д100 циліндрові втулки (мал. 5.16, в) мають особливості, що визначаються конструкцією двигуна з поршнями, що розходяться. Втулка 4 розвантажена від осевих зусиль, тому до блоку кріпиться тільки чотирма невеликими шпильками за допомогою фланця 5. У верхній частині втулки розташовані продувальні вікна 3, а в нижній частині втулки – випускні вікна 1. На середню частину втулки напресована сталева сорочка 2, яка в нижній частині стопориться кільцем. Для ущільнення водяної камери між втулкою і сорочкою встановлені гумові кільця. У сорочці є два отвори для підведення і відведення води і три наскрізні отвори в сорочці і втулці для установки адаптерів форсунок і індикаторного крана. У блоці втулка з сорочкою ущільнені гумовими кільцями і лабіринтом.

Домашнє завдання: л.1 ст.94-95.

ЗАНЯТТЯ №11

Тема: «Циліндрові кришки та газорозподільний механізм»

План заняття: 1. ГРМ дизеля Д50

2. Кришка циліндрів

1. Газорозподільний механізм управляє процесами впуску і випуску газів в циліндри дизеля. Конструкція механізму залежить від типу дизеля та системи продування циліндрів. У двотактних дизелях застосовуються прямоточно щілинна і клапанно-щілинна системи продування циліндрів, в чотиритактних дизелях - тільки клапанні системи продування. У двотактних дизелях типу Д100 газорозподіл здійснюється поршнями, що відкривають і закривають продувочні і випускні вікна, розташовані в циліндровій втулці. Зміщення кривошипів верхнього і нижнього

колінчастих валів дозволяє управляти всіма фазами газорозподілу. Прямоточна щілинна система продування - найбільш доконаний вид продування, але при цьому створюються важкі умови роботи нижнього поршня. У двотактних дизелях типу Д40 газорозподіл здійснюється і поршнем (впускання), і клапанами (випуск), розташованими в кришці циліндра. Механізм газорозподілу рядного чотиритактного дизеля типу Д50 складається з впускних і випускних клапанів і їх приводу (рисунок 5.30).

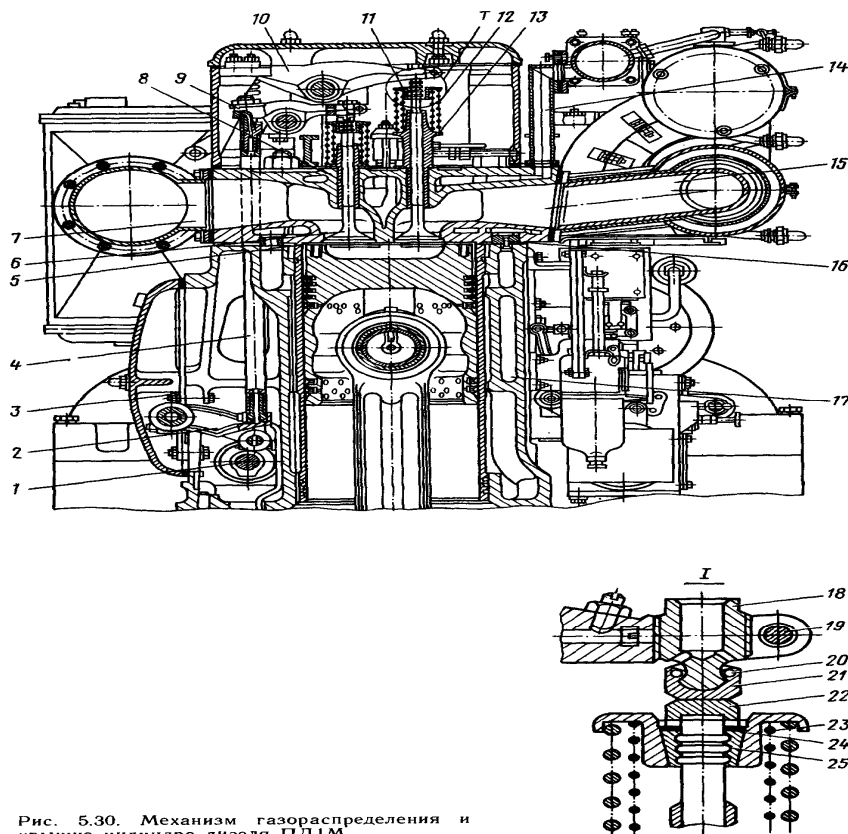


Рис. 5.30. Механізм газораспределения и крышка цилиндра дизеля ПДІМ

Клапани відкриваються кулачками розподільного валу 1, які піднімають ролики важелів штовхачів 2. Штовхачі, впливаючи через штанги 4 на важелі впускання 9 і випуску 10 та відкривають клапани. Закриття клапанів і поворотний рух механізму важеля відбуваються під дією пружин клапанів. У кожній кришці встановлені попарно по два впускних і випускних клапана. Робочі фаски тарілок клапанів виконані під кутом 45° , відшліфовані і притерті до своїх сідел. Клапан притискається до сидла двома пружинами 12 з легованої сталі. Щоб клапан не провертався із-за скручування пружин, зовнішня пружина зроблена з лівою навивкой, а внутрішня - з правою. Знизу пружини упираються в борт направляючої втулки, а зверху - в тарілку 11 пружини. Тарілка пружини кріпиться на стержні клапана двома розрізними конічними сухарями 25 (мал. 5.30, б), на поверхню яких встановлено фіброве кільце 24, що не допускає попадання масла на шток клапана. Кільце від випадання утримується пружинним замком 23, вставленим в кільцеву

канавку тарілки пружини. Важелі впускних 9 і випускних 10 клапанів відрізняються за розміром. Розподільний вал отримує обертання від колінчастого валу дизеля за допомогою приводу, який розміщений з боку головного генератора.

2. Кришка циліндра (мал. 5.31) лита з високоміцного чавуну. У кришці 1 встановлені два впускання і два випускні клапани 6. Всі клапани мають наплавлення фасок кобальтовим стелітом для забезпечення високої жаро- і зносостійкості. Висока зносостійкість посадочних фасок кришки для випускних клапанів 1 досягається установкою плаваючих вставних сідел 5, утримуваних пружинними кільцями 4. Кожна пара клапанів відкривається одним важелем через гідроштовхач, який забезпечує при роботі дизеля відсутність зазору між важелем і клапаном. Гідроштовхач складається з втулки 11, упору 12, пружин 13, кульки 14, штовхача 15 і ковпачка 17. Від випадання штовхач утримується кільцем 16, а ковпачок - шплінтом 18. Масло в гідроштовхач потрапляє з масляної системи дизеля через отвір δ у важелі і отвір $\mathcal{X}$ в порожнину $\mathcal{L}$, коли клапан закритий. У момент натиснення гідроштовхача на клапан тиск масла в порожнині $\mathcal{L}$ миттєво підвищується, кульковий клапан 14 перешкоджає виходу масла через отвір $\mathcal{X}$, і зусилля важеля передається на клапан через масляну подушку. Направляючі втулки 3 і 7 клапанів виготовлено з чавуну. Охолоджуюча вода, поступає у водяну порожнину кришки $\mathcal{B}$ по каналах a і відводиться через отвір z . Ричажно- клапанний механізм змащується маслом, що поступає з лотка. Клапанна коробка зверху закривається кришкою 10. Розподільний вал приводиться в обертання колінчастим валом через зубчаті колеса. Привід встановлений на задньому торці блоку циліндрів і є шестерним редуктором.

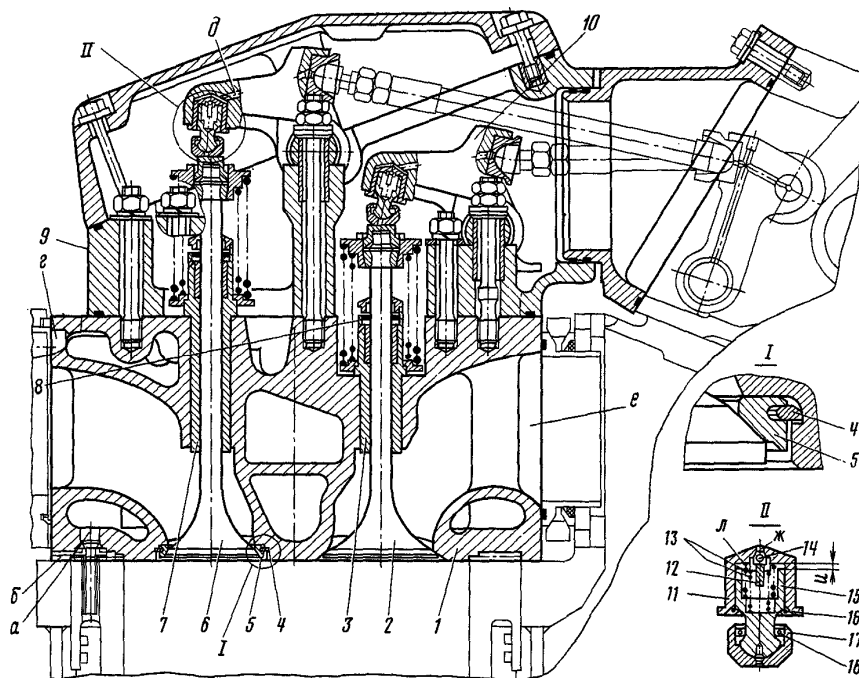


Рис. 5.31. Крышка циліндра дизеля 5Д49

Домашнє завдання: л.1 ст.108-112

ЗАНЯТТЯ №12

Тема: «Шатунно-кривошипний механізм»

План заняття: 1. Призначення та будова ШКМ

2. Призначення та будова поршнів

3. Призначення та будов поршневих кілець

4. Призначення та будова шатунів

1. Шатуно-кривошипний механізм дизеля перетворює зворотно поступальний хід поршнів в обертальний рух колінчастого валу. Основні деталі механізму - колінчасті вали, поршні і шатуни. Конструктивне виконання шатуно-кривошипних механізмів залежить від особливостей конструкції дизеля, числа і розташування циліндрів.

2. У двигунах внутрішнього згорання поршні піддаються дії значних механічних і термічних навантажень. Вони виготовляються із матеріалів, що володіють малою щільністю, високою зносостійкістю і міцністю. На більшості дизелів тепловозів застосовуються складені поршні (рисунок 5.23).

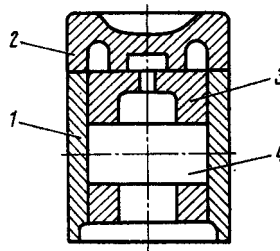


Рис. 5.23. Схема устройства поршня двигателя внутреннего сгорания

Поршні дизелів складаються з тронка 1, головки 2 і вставки 3. На дизелях типу Д100 та дизелі Д45 застосовуються поршні, у якого чавунна головка і тронк відлили в єдину деталь (стакан), поршні дизелів типу Д49 мають сталеву головку, а алюмінієві тронк і вставка представляють одне ціле. Поршні дизелів типів Д50 і 310DR суцільнолиті з алюмінієвих сплавів. Деталі складених поршнів з'єднуються між собою за допомогою болтів, шпильок або стопорних кілець.

Разом з кришкою циліндра і втулкою поршень утворює камеру згорання. Тому форма днища поршнів вибирається з умов забезпечення якнайкращої організації процесу згорання палива. Поршень повинен добре ущільнювати робочий циліндр, тому поршні мають рухомі ущільнюючі кільця. Оскільки робота тертя поршня складає 50-60 % механічних втрат в двигуні, то поршні разом з кільцями при забезпеченні ущільнення циліндра повинні володіти високими антифрикційними властивостями і добре прироблятися до дзеркала циліндрової втулки. Для зменшення втрат від тертя втулки циліндрів змащуються маслом; проте

надлишок масла шкідливий, оскільки приводить до закоксованості ущільнюючих кілець і втрати ними рухливості, тому в нижній частині поршня встановлюють маслозрізуючі кільця. Надійна робота поршнів визначає надійність всього дизеля. Для поліпшення умов роботи поршня у форсованих дизелях застосовують масляне охолодження. Тому конфігурація внутрішньої порожнини поршня робиться з урахуванням якнайкращого відведення тепла від днища і оберігання зони поршневих кілець від перегріву.

3. Поршневі ущільнюючі кільця (компресійні) призначені для ущільнення зазору між поршнем і циліндром і відведення теплоти від поршня. Маслозрізуючі (маслоз'ємні і маслозгонні) кільця перешкоджають попаданню масла в камеру згорання. Кільця виготовляють розрізними. При роботі вони притискаються до стінки циліндра силами власної пружності і тиску газів. У особливо важких умовах працює перше поршневе кільце. В період згорання сили від тиску газів в 40-70 разів перевищують сили власної пружності. У зоні першого кільця при положенні його у ВМТ висока температура і недолік мастила приводять до великого зносу як кільця, так і втулки циліндра. Високі температури сприяють також пригоранню поршневих кілець. На поршні дизелів тепловозів зазвичай встановлено 3-5 ущільнюючих кілець і 2-3 маслозрізуючих, виготовлених із спеціального чавуну. Найбільш поширені типи перетинів і замків поршневих кілець приведені на рисунок 5.27

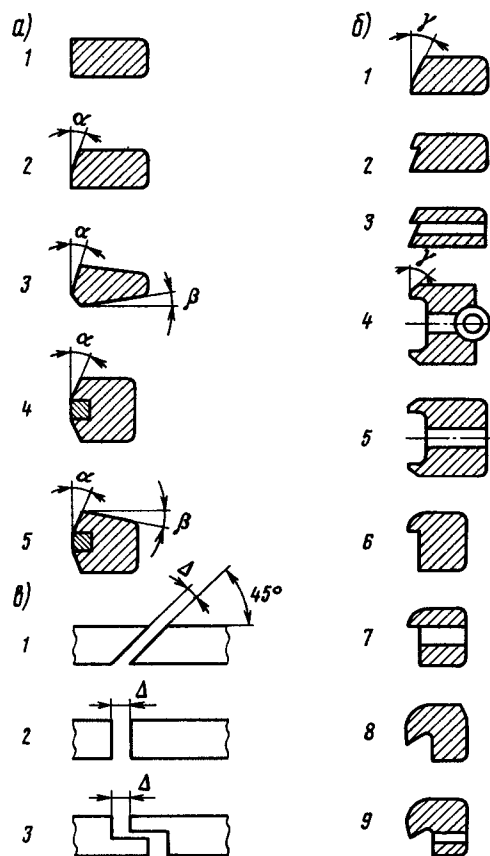


Рис. 5.27. Поршневые кольца:
а — сечения уплотнительных колец; б — сечения
маслосрезающих колец; в — замки колец

В тяжких умовах роботи (двотактні дизелі типів Д100, Д40 і ін.) застосовуються біметалічні кільця типу 4 зі вставкою з бронзи і подвійним конусом на зовнішній поверхні. Бронзова вставка при роботі двигуна зношується, утворюючи на стінці циліндра металеву плівку, яка оберігає втулку від задирів, збільшує тепловіддачу. Для підвищення зносостійкості кілець застосовують хромове їх покриття. У маслозрізуючих кілець для відведення масла профрезеровані вікна. У деяких конструкціях маслозрізуючих кілець типу 4 для підвищення пружності використовуються експандери (дизелі К6S310DR, 5Д49).

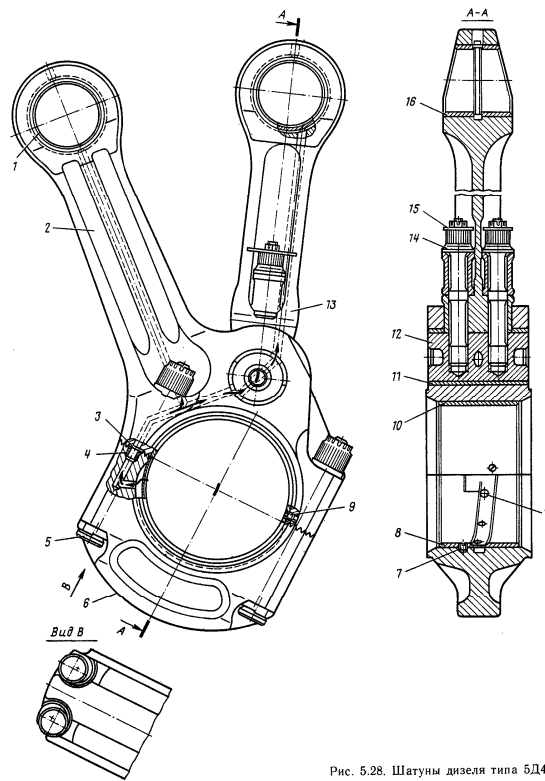
Замки кілець (рисунок 5.27, в) зазвичай бувають типу 1 косі під кутом 45° і в деяких випадках прямі типу 2 (хромовані кільця). Замки внахлестку типу 3 застосовуються в маслозрізуючих кільцях дизелів Д100.

4. Зусилля від поршня до колінчастого валу передають шатуни, що випробовують при цьому змінні навантаження від тиску газів і сил інерції. Конструкції шатунів володіють великою жорсткістю. Стержні шатунів зазвичай мають двотавровий перетин і виготовляються штампуванням. У V-образних дизелях застосовуються шатуни з причіпним зчленуванням головного і причіпного шатунів (дизелі типів Д40, Д49, Д70 і ін.). Причіпне зчленування забезпечує необхідну жорсткість нижньої головки шатуна.

Шатуни дизеля типу Д50 мають дві головки: верхню поршневу для з'єднання з поршневим пальцем і нижню кривошипну для з'єднання з шийкою колінчастого валу.

Стержень шатуна двотаврового перетину з потовщенням в середній частині, де проходить канал для масла. У верхній головці запресована бронзова втулка. На зовнішній і внутрішній поверхнях втулки є кільцеві канавки, які з'єднуються між собою чотирма отворами. Нижня головка роз'ємна. Знімна частина - кришка - з'єднується з шатуном болтами, що стопоряться від провертання штифтами. Кришка фіксується двома штифтами. Шатуновий підшипник складається з двох взаємозамінних вкладишів із заливкою з бабіту. Шатуни дизелів типу Д100 по конструкції аналогічні шатунам дизелів типу Д50. Верхній і нижній шатуни дизелів типу Д100 мають різну довжину. Нижні шатуни подовжені, щоб забезпечити умови виїмки поршнів через картер.

Шатуновий механізм дизеля Д49 (рисунок 5.28) складається з головного 2 і причіпного 13 шатунів. Шатуни з'єднані між собою пальцем 12, який встановлений у втулці 11, що запресована в проушину головного шатуна. Причіпний шатун прикріплений до пальця 12 двома болтами 14, які застопорені шайбами 15.



У верхніх головках обох шатунів запресовані сталеві втулки 1 і 16 та залиті свинцевою бронзою. Для подачі масла до поршневого пальця в середній частині втулок є канал з двома отворами. Нижня головка головного шатуна має знімну кришку 6, яка прикріплюється до стержня чотирма болтами 5. Стик нижньої головки і кришки має зубці трикутного профілю, що перешкоджають поперечному зміщенню кришки. У нижню головку головного шатуна встановлені верхній 10 і нижній 8 сталеві тонкостінні вкладиші, залиті свинцевою бронзою. Тильні поверхні вкладишів, якими вони спираються на кришку і шатун, покриті міддю. Вкладиші встановлюють з натягом, і положення їх фіксується штифтами 9 і 7. Натяг вкладиша, заміряний в спеціальному пристосуванні, вибитий на торці вкладиша. Верхній і нижній вкладиші невзаємозамінні. У нижньому вкладиші є канавка з отворами для перетікання масла. По отворах і каналі в кришці 6 масло перетікає в канал нижньої головки шатуна і по втулці 4, що ущільнена кільцем 3, в канал стержня головного шатуна і до втулки 11, звідки через отвір в пальці 12 в канал причіпного шатуна. З втулок 1 і 16 через отвори у верхніх головках шатунів масло поступає на охолодження поршнів. Вкладиші шатунових підшипників складаються з двох половин: верхньої - робочої, що розміщенна в нижній головці шатуна, і нижньої - нерабочої, що розміщенна в кришці нижньої головки шатуна.

У дизелях Д50 і Д100 встановлені бронзові вкладиші із заливкою бабітом БК2. Товщина слою заливки 2 (рисунок 5.29) після остаточної обробки складає приблизно 0,5-0,8 мм.

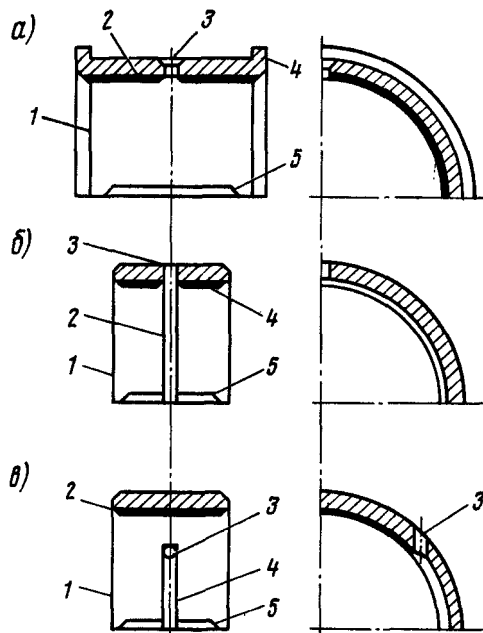


Рис. 5.29. Вкладыши шатунных подшипников:
 а — дизеля Д50; б — дизеля 2Д100 (канавочный);
 в — дизеля 10Д100 (бесканавочный)

У середній частині вкладиша 1 дизеля Д50 (рисунок 5.29, а) просвердлений отвір 3. На дизелях 2Д100 встановлені канавочні шатунні вкладиші (рисунок 5.29, б).

Домашнє завдання: л.1 ст. 95-108

ЗАНЯТТЯ №13

Тема: Лабораторна робота №2 «Дослідження конструкції шатунно кривошипного механізму дизеля».

Домашнє завдання: Звіт №2.

ЗАНЯТТЯ №14

Тема: «Колінчаті вали»

План заняття: 1. Умови роботи колінчатих валів

2. Колінчатий вал дизеля Д50

3. Колінчатий вал дизеля Д100

1. Вал дизеля схильний до дії змінних сил тиску газів, інерції і обертаючих моментів. Колінчасті вали виготовляють різними способами: вільним куванням з подальшою механічною обробкою, гарячим штампуванням, литтям із сталі і модифікованого або високоміцного чавуну.

2. Колінчастий вал дизеля типу Д50 (рисунок 5.17) - сталевий кований.

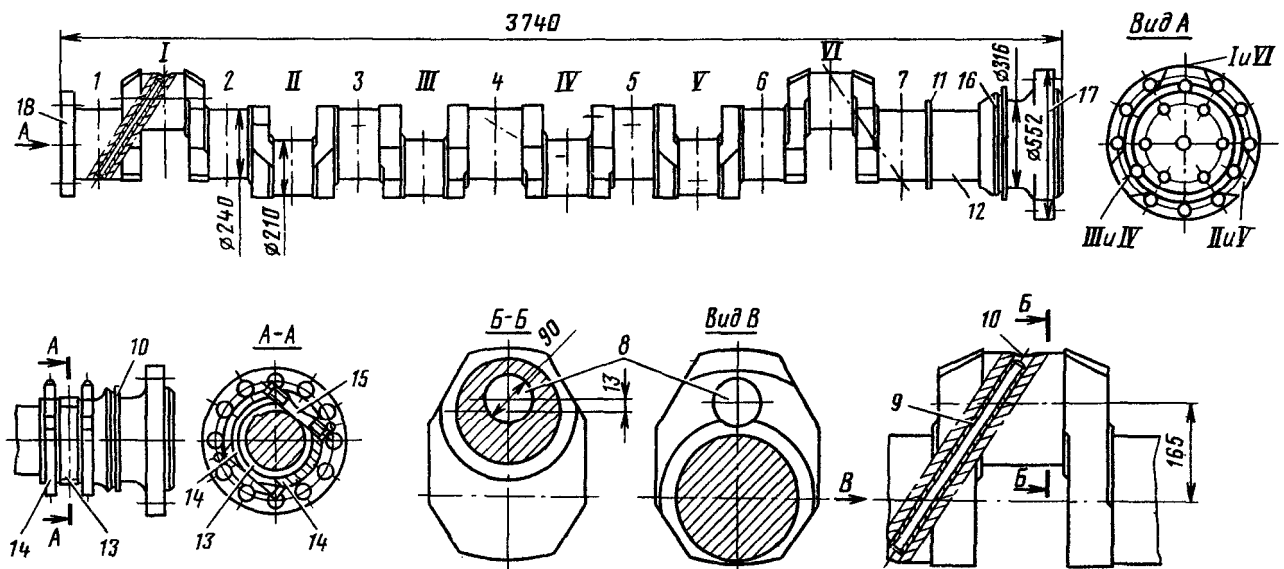


Рис. 5.17. Коленчатый вал дизеля типа Д50

Шість шатунних шийок колінчатого валу розташовано в трьох площинах під кутом 120° . Порядок роботи циліндрів: 1-3- 5-6-4- 2. Для зменшення маси шатуніві шийки I-VI мають отвори 8. Мастило від корінних шийок 1-7 (окрім четвертої) до шатунових підводиться по трубках 9 з розвальцованими кінцями 10. Фасонний бурт 16 служить для ущільнення картера і усунення попадання масла в порожнину генератора. З боку генератора вал закінчується фланцем 17, що має отвори для установки втулок та болтів кріплення якоря генератора. До фланця 18 валу з боку масляного насоса кріплять поворотний диск.

3. Чавунні литі колінчасті вали встановлені на дизелях типу Д100. Виготовлення литих валів забезпечує велику економію матеріалу і знижує витрати. Нижній і верхній колінчасті вали дизеля Д100 (рисунок 5.18) відрізняються один від одного тільки конструкцією кінцевих частин.

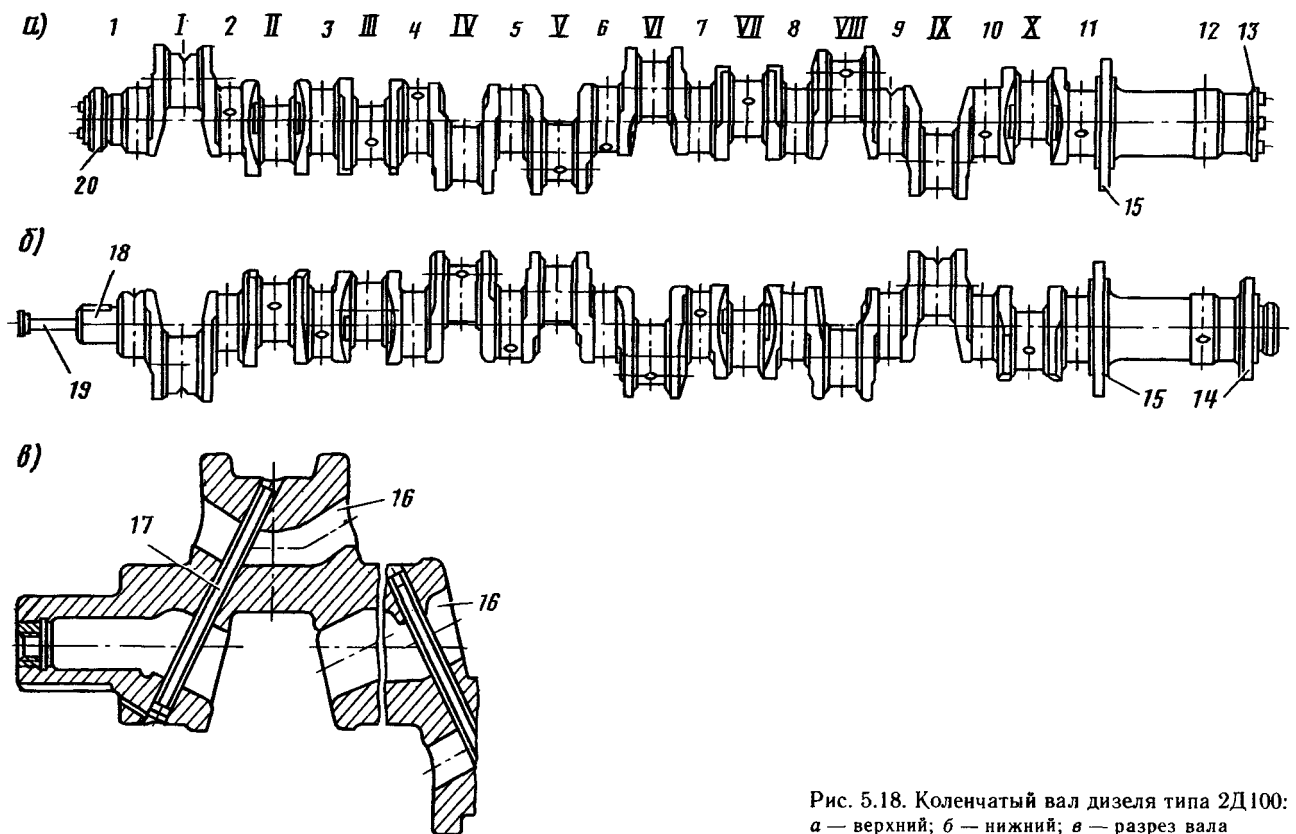


Рис. 5.18. Коленчатый вал дизеля типа 2Д100:
а — верхний; б — нижний; в — разрез вала

Вали мають по 10 шатунних I-X і по 12 корінних 1-12 шийок, які виконані для зменшення маси порожнистими 16. Корінні шийки валів змащуються маслом, що поступає через корінні підшипники. На шатунні шийки дизелів 2Д100 масло поступає по каналах 17. Передній кінець нижнього колінчастого валу має шпильку 19 і посадочне місце 18 під антивібратор, а протилежний - фланець 14 для кріплення пластинчастої муфти, що сполучає вал дизеля з валом генератора. До фланця 15 кріпиться конічна шестерня, що входить в зачеплення з шестернею вертикальної передачі.

Верхній колінчастий вал в передній частині має посадочне місце для кріплення шестерні 20 приводу розподільних валів, а в протилежній - фланець 13 для кріплення шліцьової втулки, яка передає обертання нагнітачеві повітря другого ступеня. У дизелі 2Д100 на задньому кінці верхнього колінного валу встановлений еластичний привід повітрорудки, маточина якого посаджена на шпонці і закріплена торцевим диском. Потужність від верхнього колінчастого валу передається нижньому через вертикальну передачу.

Домашнє завдання: л.1 ст. 95-97

ЗАНЯТТЯ №15

Тема: «Вертикальна передача та гасівник крутильних коливань»

План заняття: 1. Поняття про крутильні передачі

2. Антивібратор

3. Вертикальна передача

1. Колінчатий вал дизеля під дією обертового моменту закручується і тим сильніше, чим більший момент. Обертовий момент періодично змінюється і викликає скручування, і розкручування вала. Такі коливання називаються вимушеними. Якщо до колінчатого валу приложити обертовий момент, а потім зняти його, то вал спочатку розкрутиться. Розкручуючись вал пройде рівномірне положення і закрутиться в іншу сторону. І так вал буде коливатися уже без зовнішньої сили. Такі коливання називаються власними коливаннями.

При роботі дизеля колінчатий вал з приєднаними поршнями, шатунами і іншими деталями, під дією періодично змінного обертового моменту створює вільні і вимушені коливання, які є крутильними. Вони зазвичай не представляють небезпеки, але якщо частота вимушених коливань співпаде з частотою власних коливань, то настає резонанс, при якому розмір коливань різко збільшиться і виникають навантаження, які можуть призводити до поломки вала. Число обертів колінчатого валу, при якому настає резонанс називають критичним. Визначено, що співпадіння частот вільних коливань обертових моментів (резонанс) наступатиме при 1100, 825, 550, 470 і 330 об/хв. Для того щоб не наступив резонанс на кінець колінчатого вала насаджується антивібратор. Він налаштований на усунення резонансу при чотирьох критичних числах обертів колінчатого валу 1100, 825, 550 і 470 об/хв.

2. Антивібратор має вісім плоских вантажів, які встановлені в кільцеву проточку ступиці. Кожна пара діаметрально розміщених вантажів підвішена на два пальці і може на них коливатись. При відсутності крутильних коливань всі вантажі переміщуються радіально і займають найбільш віддалене від осі колінчатого вала положення. При появі критичного числа обертів одного із чотирьох порядків відповідна пара вантажів відкликається на ці оберти тобто починає коливатися. Відбувається це, тому що в валу з'являються кругові коливання і коли напрямлення пружного коливання вала в даний момент співпадає з обертанням вала, вантажі в силу закону інерції будуть відставати. А коли напрямлення коливання вала зміниться і стане протилежним його обертання, вантажі почнуть забігати вперед. Таким чином коливання вантажів змінить частоту вільних коливань вала і запобігне співпадінню з частотою обертаючого моменту.

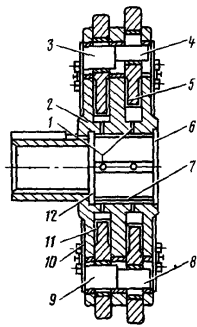


Рис. 5.21. Маятниковый анти-вibrator дизелей типа Д100

3. Вертикальна передача служить для з'єднання колінчатих валів дизеля типу Д100 і складається з двох валів, які обертаються в шарикових і роликових підшипниках. Вони з'єднані еластичною муфтою. Еластична муфта складається із двох фланців. Обертання передається від нижнього фланця через нижній ряд пружин до хрестовини, а від хрестовини через верхні пружини-верхньому фланцю.

Еластична муфта запобігає зуб'я шестерень від толчків при пуску і зміні швидкості обертання валів дизеля, допускає невелику неспіввісність валів при монтажу і компенсує теплове розширення блока і деталей передачі.

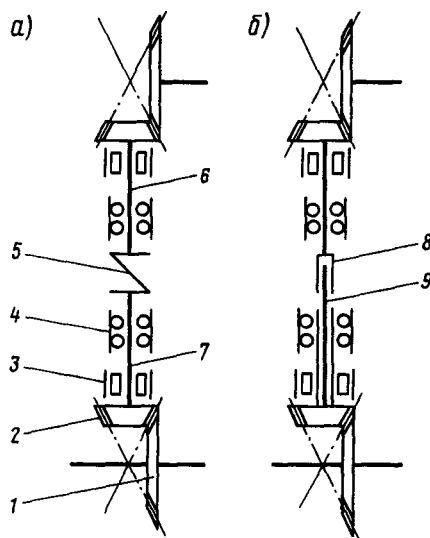


Рис. 5.19. Вертикальные передачи дизелей типа Д100:
а — с эластичной муфтой; б — с торсионным валом

Домашнє завдання: л.1 ст. 97-99

ЗАНЯТТЯ №16

Тема: «Паливна апаратура тепловоза. Форсунки, паливні помпи високого тиску»

План заняття: 1. Призначення та будова паливної апаратури

2. Паливний насос дизеля Д49

3. Форсунка дизеля Д49

1. Паливна апаратура являється одним із найбільш важливих механізмів дизеля і повинна забезпечувати:

1. Дозування визначеної кількості палива на кожен цикл в залежності від навантаження дизеля;
2. Подачу палива в суворо визначений момент часу до приходу поршня у верхню мертву точку (ВМТ);
3. Найкраще впорскування палива на протязі всього часу роботи;
4. Гарне розпилювання палива;
5. Найкраще розподілення палива по об'єму камери згорання.

Паливна апаратура дизеля (рисунок 5.32) складається з паливних насосів 8, їх приводу і форсунок 17. Основна особливість її полягає в тому, що при роботі реалізується високий тиск палива (до 80 - 90 МПа). Майже на всіх дизелях тепловозів радянських залізниць використовуються насоси з плунжером золотникового типу і форсунки закритого типу.

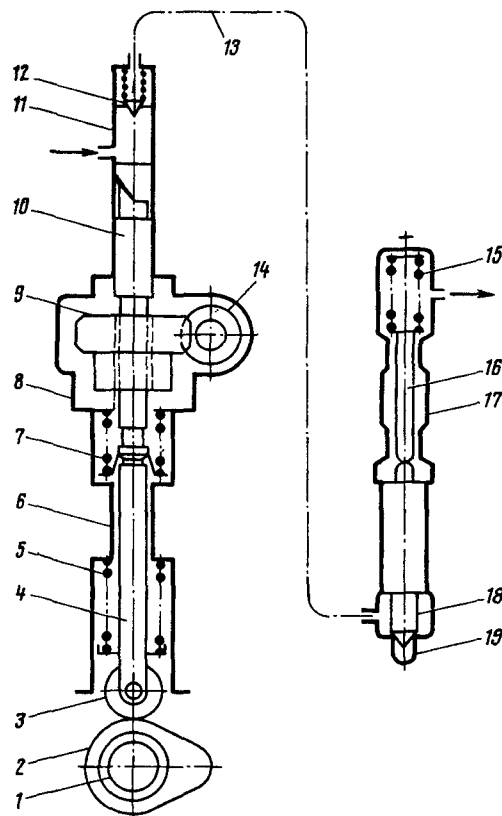


Рис. 5.32. Схема топливной аппаратуры тепловозных дизелей

Плунжер 10 паливного насоса 8 приводиться в рух від кулачка 2 валу паливних насосів 1 через штовхач 4 з роликом 3. Штовхач, розташований в корпусі 6, притискається до кулачка пружиною 5. При русі плунжера вгору паливо подається через нагнітальний клапан 12 по трубопроводу 13 до форсунки 17. Нагнітання палива пов'язане з підвищенням тиску у всій системі. Досягши тиску,

достатнього для підйому голки 18. паливо через сопло розпилювача 19 поступає в циліндр дизеля. При падінні тиску під дією пружини 15 через штангу 16 голка форсунки закривається і подача палива припиняється. Зворотний хід плунжер здійснює під дією пружини 7. При русі плунжера вниз в над плунжерний простір поступає паливо з паливного колектора через отвір в гільзі 11. Кількість палива, що подається, залежить від положення плунжера, яке встановлюється за допомогою шестерні 9 від рейки паливного насоса 14.

Регулювання подачі палива плунжерним насосом із золотниковим управлінням полягає в наступному. При русі плунжера вгору з крайнього нижнього положення 1 у положення 2 (рисунок 5.33) паливо з надплунжерного простору витісняється через отвір в гільзі в паливний колектор. У положенні 2 верхня кромка

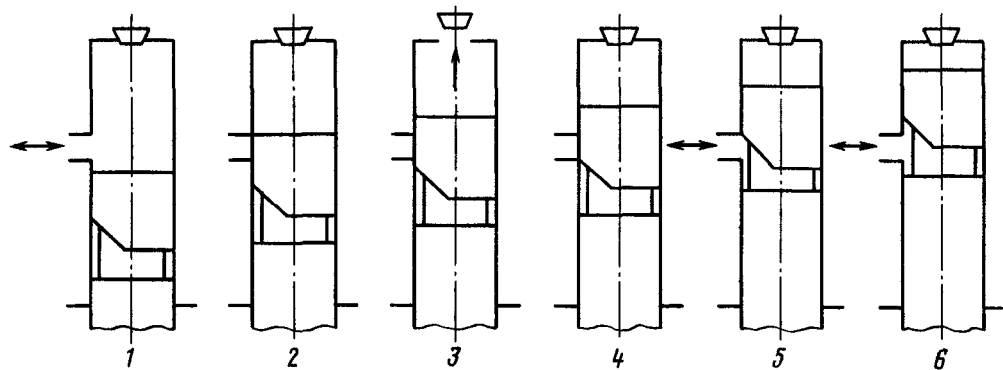


Рис. 5.33. Схема роботи топливного насоса

плунжера повністю перекриває отвір в гільзі - це положення відповідає геометричному початку подачі палива. При подальшому русі плунжера вгору тиск палива в надплунжерному просторі росте. Відкривається нагнітальний клапан, і паливо поступає до форсунки при русі плунжера з положення 2 в положення 4. У положенні 4 нижня гвинтова кромка головки плунжера співпадає з нижньою кромкою отвору в гільзі - це положення відповідає геометричному кінцю подачі палива. Хід плунжера від положення 2 до положення 4 називається корисним ходом плунжера. При подальшому русі плунжера з положення 4 вгору до крайнього верхнього положення 6 паливо з надплунжерного простору витісняється через вертикальний паз плунжера і кільцеву проточку в головці в паливний колектор. Нагнітаючий клапан закритий. При русі плунжера з положення 6 вниз паливо з паливного колектора поступає у надплунжерний простір. Так триває до досягнення плунжером положення 4. При русі плунжера з положення 4 в положення 2 вікно в гільзі перекрите головкою плунжера, і паливо не поступає. При подальшому русі плунжера з положення 2 в крайнє нижнє положення 1 паливо продовжує поступати в надплунжерний простір. Цикл роботи паливного насоса повторюється при кожному оберті колінчастого валу двотактних дизелів і один раз за два обороти колінчастого валу чотиритактних дизелів.

2. Паливні насоси тепловозних дизелів відносять до насосів з золотниковим управлінням і регулюванням зміни кінця подачі палива. По способу компоновки паливних насосів вони розділяються на блочні (Д50, М753, М756, Д45) і індивідуальні (Д70, Д49, Д100).

Блочні насоси зручні в обслуговуванні і дозволяють їх налаштування на стенді без дизеля. Але різна довжина нагнітаючих трубок відображається на рівномірності вприска палива. Індивідуальні насоси мають однакову довжину трубок, збільшене тертя в з'єднаних деталях привода рейки являється їх недоліком, так як зменшується чутливість регулятора.

Паливний насос дизеля Д49 (рисунок 5.35) встановлений на лотку, який розташований в розвалі циліндрів. Насос складається з корпусу гільзи 11, плунжера

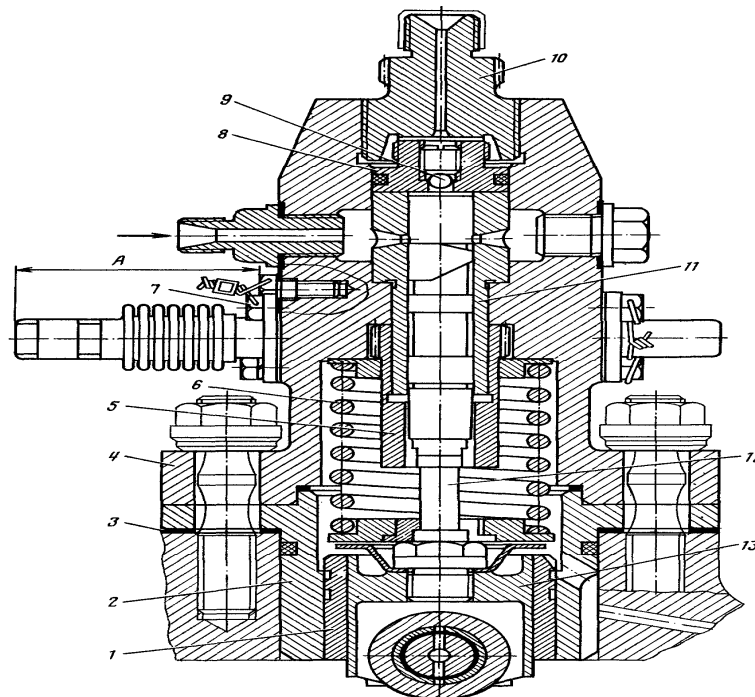


Рис. 5.35. Топливний насос дизеля 5Д49

12, сідел 8 і клапана 9. Гільза і сідло закріплені в корпусі насоса нажимним штуцером 10. У гільзі плунжера є два отвори для підведення палива. На циліндровій поверхні плунжера є дві кільцеві канавки. Широка канавка при будь-якому положенні плунжера по висоті сполучена з порожниною низького тиску. На гільзу плунжера встановлений зубчатий вінець 5, в пази якого входить повідець плунжера. У зачепленні з вінцем знаходиться рейка 6, якою механізм управління повертає плунжер. Розмір виходу рейки встановлюють при регулюванні насоса по подачі на стенді зміною положення рейки і прокладок під болтом 7. Кут випередження подачі палива по циліндрах регулюють набором прокладок 3 по зазору між плунжером і сідлом нагнітального клапана.

3. На дизелях встановлені форсунки закритого типу, призначені для направлення струменів і розпилювання палива в камері згорання. По конструкції

форсунки дизелів тепловозів розрізняються за конструкцією розпилювача, розмірами прохідних перетинів, кількістю і розмірами соплових отворів, масою, габаритними і встановочними розмірами.

У форсунки дизелів типу Д49 (рисунок 5.36) сопло 1 і корпус розпилювача 2 прикріплені до корпусу форсунки 7 за допомогою ковпака 4. У корпусі

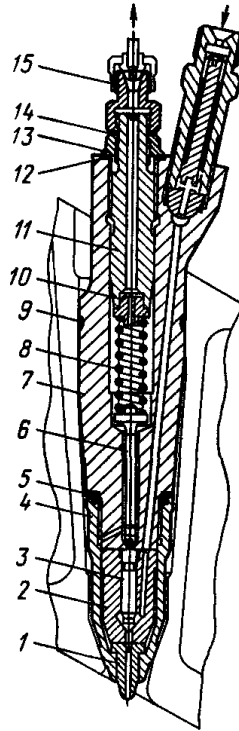


Рис. 5.36. Форсунка дизеля 5Д49

розпилювача розміщена голка 3, що роз'єднує внутрішні порожнини форсунки від камери згорання. Корпус розпилювача і голка є прецезійною парою. Голка притискається до корпусу розпилювача пружиною 8 через штангу 6. Пружина через тарілку 10 затягується гвинтом 11, положення якого фіксується гайкою 13. Зверху на регулювальний гвинт навернений штуцер 15, до якого приєднана труба відведення палива, що просочується по зазору між голкою і корпусом розпилювача. Паливо поступає через щілинний фільтр в канал корпусу форсунки і далі в кільцеву камеру корпусу розпилювача. Форсунки встановлюють в кришки циліндрів і кріплять шпильками. На дизелях типу Д100 форсунки вмонтовані в циліндри за допомогою спеціальних адаптерів, що забезпечують ущільнення від прориву газів і течі води.

Домашнє завдання: л.1 ст. 112-117

ЗАНЯТТЯ №17

Тема: Лабораторна робота №3 «Дослідження конструкції елементів паливної апаратури високого тиску».

Домашнє завдання: Звіт №3.

ЗАНЯТТЯ №18

Тема: «Регулятор частоти обертів (РЧО) та прискорювач пуску дизеля»

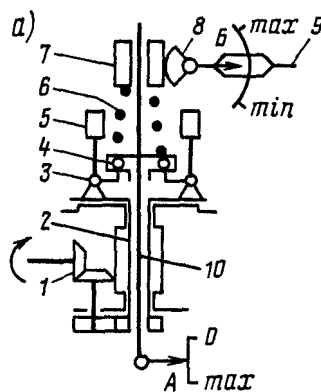
План заняття: 1. Призначення та загальні відомості про РЧО

2. Центробіжний регулятор прямої дії

3. Об'єднаний регулятор

1. Регулююча апаратура дизеля забезпечує: підтримку заданої частоти обертання колінчастого валу і потужності дизеля; захист дизеля від перевищення допустимої частоти обертання і перевантажень. Постійність частоти обертання валу дизеля підтримує автоматичний регулятор. Частота обертання валу змінюється тоді, коли міняється навантаження дизеля. Якщо навантаження від тягового генератора змінюється, а двигун отримує постійну кількість палива, то частота обертання його валу змінюватиметься, зменшуючись або збільшуватись, залежно від зміни навантаження. Для підтримки постійної частоти обертання потрібно встановлювати подачу палива відповідно до необхідної потужності. Це і виконує регулятор, впливаючи на паливний насос. Регулятори виготовляють по різних схемах, і загальне для всіх схем те, що при збільшенні частоти обертання колінчастого валу дизеля регулятор зменшує подачу палива, а при зменшенні, навпаки, збільшує.

2. Простий регулятор - центробіжний регулятор прямої дії.



Порожниста вісь 2 регулятора приводиться в обертання від колінчастого валу дизеля через зубчасту передачу 1 з постійним передаточним відношенням. Вантажі 5 обертаються на платформі, закріпленій у верхній частині осі. Через важелі 3 і муфту 4 відхилення вантажів від осі обертання перетвориться в переміщення осі 10 регулятора. Верхня половина муфти з'єднується з віссю 10 і може переміщатися

разом з нею, нижня половина муфти обертається разом з вантажами. На муфту зверху діє сила затягування пружини 6, а знизу - відцентрова сила від вантажів. При рівності сил муфта знаходиться в рівновазі. Це означає, що подача палива (стрілка А) забезпечує задану частоту обертання (стрілка Б) при відповідному навантаженні дизеля. Якщо частота обертання колінчастого валу дизеля зміниться, наприклад зменшиться із-за збільшення навантаження або по якійсь іншій причині, рівновага сил, що діють на муфту, також порушиться. Під дією сили пружини муфта переміщатиметься вниз і збільшувати подачу палива доти, поки частота обертання не зросте. Встановиться нова рівновага при новій частоті обертання, що зазвичай трохи відрізняється від заданої.

3. Істотне поліпшення автоматичного регулювання дизель-генератора тепловоза може бути досягнуте застосуванням об'єднаного регулятора частоти обертання і потужності. Окрім підтримки заданої частоти обертання впливаючи на подачу палива, об'єднаний регулятор встановлює також певне навантаження дизеля дією на збудження тягового генератора. При заданій частоті обертання об'єднаний регулятор забезпечує надходження в циліндри постійної кількості палива. Це дозволяє найповніше використовувати ефективну потужність дизеля на тягу поїздів. На дизелях 11Д45, 10Д100 типів Д70 і Д49 встановлено об'єднані регулятори різних конструкцій. Загальною для них є наявність регулятора потужності. Регулятор потужності призначений для забезпечення постійності потужності тягового генератора шляхом зміни його напруги. Зміна напруги досягається дією індуктивного датчика на збудження тягового генератора.

Для можливості автоматичної установки індуктивного датчика в положення мінімального збудження при пуску дизеля, при троганні тепловоза, а також при боксуванні в регуляторі потужності є відключаючий пристрій. При роботі відключаючого пристрою полегшується пуск дизеля, забезпечується плавне трогання тепловоза і захист від боксування.

Об'єднаний всережимний непрямої дії гідромеханічний регулятор частоти обертання і навантаження встановлений на дизелях 5Д49. Регулятор автоматично підтримує заданий режим роботи дизель-генератора шляхом дії на рейки паливних насосів і через індуктивний датчик на контур збудження тягового генератора, тобто автоматично підтримує задану частоту обертання колінчастого валу і задане висування рейок паливних насосів. Регулятор має відцентрового вимірника частоти обертання, автономну масляну систему, пристрій ступінчастого 15-позиційного електрогідравлічного дистанційного керування, пристрій для дистанційної зупинки дизель-генератора з пульта управління тепловозом або при спрацьовуванні захисту дизель-генератора і пристрій для виведення якоря індуктивного датчика в положення мінімального збудження тягового генератора.

Масло (рисунок 5.39) з масляної ванни 1 всмоктується масляним насосом 15 і подається в порожнину акумуляторів масла 14 і в канали регулятора. Два всмоктуючих і два нагнітальні клапани дозволяють працювати масляному насосу

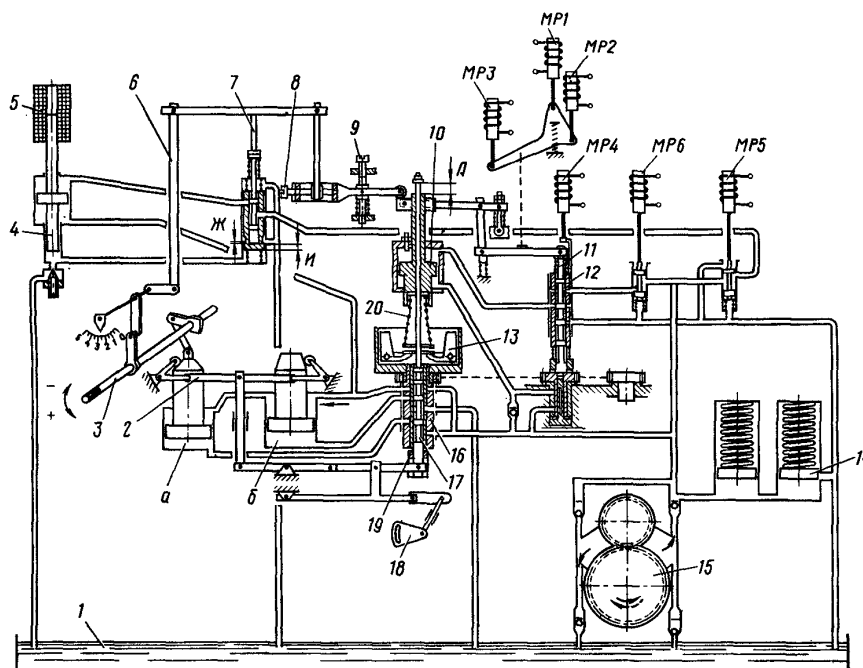


Рис. 5.39. Схема объединенного регулятора дизеля 5Д49

при будь-якому напрямі обертання приводного валу регулятора. В сталому режимі роботи дизель-генератора відцентрова сила вантажів вимірника частоти обертання 13 врівноважується силою затягування всережимної пружини 20. Золотник 17 своїми поясочками перекриває вікна в рухомій 19 і нерухомій втулках, унаслідок чого порожнина *а* силового серводвигуна і порожнина *б* додаткового серводвигуна перекриті і їх поршні залишаються нерухомими. Подача палива в циліндри дизеля не змінюється. При зміні затягування всережимної пружини або частоти обертання вантажі сходяться або розходяться, викликаючи переміщення золотника 17. При переміщенні золотника вниз, що відповідає зменшенню обертів або збільшенню затягування всережимної пружини, поясочок золотника відкриває вікно в рухомій втулці 19. Масло зливається з порожнини *а* під поршнем силового серводвигуна, який переміщається вниз на збільшення подачі палива в циліндри дизеля. За допомогою передачі важеля 2 буде переміщена і рухома втулка 19 вниз до перекриття вікна поясочком плунжера. Поршень силового серводвигуна, змінивши подачу палива, зупиниться. Другий керуючий поясочок золотника, що має більшу ширину, чим вікно в нерухомій втулці, з деяким запізнюванням відкриє прохід масла з акумулятора масла в порожнину *б* під поршнем додаткового серводвигуна, який переміститься вгору. Цією ж передачею важеля 2 рухома втулка буде переміщатися вгору. Збільшення подачі палива, викликане переміщенням вниз поршня силового серводвигуна і, отже, поворотом валу 3, викликає збільшення частоти обертання, і вантажі вимірника розходяться, повертаючи золотник 17 в

початкове положення. Повернення золотника і переміщення рухомої втулки здійснюються одночасно з однаковою швидкістю, вікно у втулці залишається перекритим поясочком золотника, і поршень силового серводвигуна нерухомий.

Повернення і початкове положення золотника і втулки відбуватиметься доти, поки другий поясочок золотника не перекриє доступ масла в порожнину *б* під поршнем додаткового серводвигуна і поршень зупиниться. При переміщенні золотника вгору, що відповідає збільшенню частоти обертів або зменшенню затягування всережимної пружини, поясочок золотника відкриває вікно в рухомій втулці 19 і масло з акумулятора поступає в порожнину *а*, і поршень силового серводвигуна переміщається вгору на зменшення подачі палива в циліндри дизеля. Рухома втулка за допомогою передачі важеля 2 переміщається вгору за золотником і перекриває доступ масла в порожнину *а*. Поршень зупиняється. Другий керуючий поясочок золотника відкриває злив масла з порожнини *б*, поршень додаткового серводвигуна переміститься вниз і за допомогою тієї ж передачі важеля перемістить рухому втулку вгору. Повернення золотника і рухомої втулки в початкове положення здійснюється одночасно з однаковою швидкістю, і поршень силового серводвигуна нерухомий. Вимірник частоти обертання приводиться в обертання шестерінчастою передачею і обертається на шийці букси 16, яка встановлена нерухомо.

Сектор 18 служить для узгодження взаємного положення поршнів серводвигунів переміщенням рухомої втулки. Поршень силового серводвигуна повинен займати пропорційне положення щодо свого верхнього упору, а поршень додаткового серводвигуна - щодо свого нижнього упору.

Частота обертання колінчастого валу двигуна змінюється за допомогою механізму управління. При перемиканні контролера машиніста подається або знімається живлення електромагнітів МР1, МР2, МР3 і МР4. Магніти МР1, МР2 і МР3 через трикутну пластину впливають на золотник 11. При цьому розмір переміщення золотника залежить від комбінації включених і вимкнених магнітів. Магніт МР4 переміщує втулку золотника 12.

Механізм регулювання навантаження складається із золотникової частини і блоку серводвигуна - індуктивний датчик. Оскільки потужність дизель-генератора залежить від обертового моменту на колінчастому валу двигуна і частоти його обертання, то регулювання зводиться до підтримки постійними обертового моменту і частоти обертання. На кожній конкретній позиції контролера машиніста повинне бути певне висунення рейок паливних насосів і відповідна частота обертання колінчастого валу. Тому зсув золотника 7, що керує положенням поршня 4 серводвигуна індуктивного датчика 5, проводиться як при зміні заданої частоти обертання, так і при зміні обертового моменту. Привід по частоті обертання до золотника 7 здійснюється через важіль, що спирається шарнірним підшипником на

траверсу поршня 10 і тягу. Привід по величині обертового моменту здійснюється від валу 3 силового серводвигуна через ричагі і тягу 6. Регулятор має пристрій для регулювання нахилу характеристики тепловоза (розбиття потужності дизеля по позиціях контролера). Гвинтом 9 регулюється рівень потужності на номінальній позиції контролера, а гвинтом 8-наклон характеристики тепловоза.

Домашнє завдання: л.1 ст. 117-127

ЗАНЯТТЯ №19

Тема: Лабораторна робота №4 «Дослідження конструкції регулятора частоти обертів».

Домашнє завдання: Звіт №4

ЗАНЯТТЯ №20

Тема: Лабораторна робота №5 «Дослідження конструкції регулятора частоти обертів».

Домашнє завдання: Звіт №5

ЗАНЯТТЯ №21

Тема: «Допоміжне обладнання дизеля. Паливна система тепловоза»

План заняття: 1. Призначення та типи паливних систем

2. Будова паливної системи тепловоза ЧМЭЗ

3. Паливний бак тепловоза

4. Паливопідкачуючий насос тепловоза

5. Паливні фільтри

6. Паливопідігрівачі

7. Вдосконалення паливних систем

1. Паливна система включає в себе змонтоване на дизелі і тепловозі устаткування, призначене для зберігання, підігріву, фільтрації і підтримки заданого тиску палива; подачі палива до паливоподаючої апаратури дизеля; подачі палива в циліндри в заданій кількості і в певний момент згідно діаграмі фаз газорозподілу, а також для рівномірного розподілу його по циліндрах. Конструкція системи повинна забезпечувати рівну температуру палива, що подається до паливних насосів дизеля.

Існує три принципові схеми паливних систем: замкнута, напівзамкнена і тупикова. Замкнута система застосовується на тепловозах 2ТЭ116, ТЕП60, ТЕП70, 2М62 і ін. До напівзамкнених систем можна віднести системи, які використовуються

на тепловозах 2ТЭ10 всіх індексів і маневрових тепловозах. Тупикова система застосовується на малопотужних дизелях (100-200 кВт), встановлених на автомотрисах, дрезинах і тому подібне

У всіх типах паливних систем паливо через забірний пристрій подається з бака паливопідкачуючим шестерінчастим насосам, проходить через фільтри і поступає в колектори насосів високого тиску. Частина палива забирається насосами і вприскується форсунками в циліндри двигуна. Решта палива по трубопроводах зливається назад в бак.

У замкнутій системі паливо багатократно проходить через фільтри, що забезпечує необхідне очищення палива і стабільніший температурний режим. При напівзамкненій системі паливо циркулює в системі так само, як і при замкнутій, окрім паливного колектора, який стає тупиковою ділянкою системи, порушуючи тим самим температурний режим палива, що подається до плунжерним пар насосів високого тиску. У тупиковій системі паливо у всмоктуючій порожнині не циркулює. Перевагою такої системи є менша швидкість палива і полегшення роботи паливопідкачуючого насоса. Недолік - порушення температурного режиму палива, що подається до насосів високого тиску.

Дизельне паливо при транспортуванні і подальшому зберіганні може забруднюватися, в нього може потрапляти пил з повітря. Можливе засмічення дизельного палива і при екіпіровці тепловозів, особливо якщо заправка паливного бака проводиться одночасно з набором піску або відразу після цієї операції. В результаті в дизельне паливо можуть потрапити шкідливі для роботи системи механічні домішки. Ці частинки мають дуже високу твердість, яка може навіть перевищує твердість сталей, яка використовується для виготовлення деталей паливної апаратури. Потрапляючи в зазор між плунжером і гільзою паливного насоса, такі частинки можуть заклинюватися в нім і при роботі насоса стиратимуть поверхні плунжера і гільзи. Заклинюванню частинок сприяє також те, що у момент подачі палива під дією його тиску гільза паливного насоса деформується, як би «роздається», збільшуючи зазор між плунжером і гільзою. У цей збільшений зазор (він може бути в два-три рази більше первинного, який складає 2-3 мкм) можуть проникати і крупніші частинки. Після відсічення і падіння тиску гільза стягується і затискає частинки, що проникли в зазор.

В результаті в міру зносу деталей плунжерної пари радіальний зазор між ними зростає, збільшуються витoki і знижується тиск подачі. Все це погіршує роботу дизеля, збільшує питому витрату палива. Для надійної експлуатації дизеля необхідне постійне і ретельне очищення палива, і тому в паливну систему дизеля для цієї мети обов'язково включають паливні фільтри. В'язкість дизельного палива сильно зростає при пониженні температури. Щоб уникнути утруднень в подачі палива, що «загусло», в зимових умовах (адже паливний бак розмішен зовні

тепловоза під його рамою) у паливній системі обов'язково включають пристрою для підігріву палива – паливо підігрівачі.

2. Будова паливних систем (паливопідкачуючі насоси, фільтри, баки) на більшості серійних вітчизняних тепловозів практично однотипні. У зовнішню паливну систему дизеля будь-якого тепловоза входять паливні баки, паливопідкачуючі насоси і трубопроводи.

При працюючому дизелі циркуляцію палива в системі забезпечує паливопідкачуючий насос 18 (рисунк 35), який отримує привід від колінчастого валу дизеля. Насос засмоктує паливо з бака 1 через зворотній клапан 20 і фільтр грубого очищення 19 та нагнітає через фільтри тонкого очищення 11 в паливний колектор 8, який з'єднаний шістьма перепускними трубками з насосами високого тиску 5. Насоси через форсунок 10 подають паливо під тиском 30 МПа (300 кгс/см²) в циліндри дизеля.

Тиск палива в колекторі 8 0,20-0,25 МПа (2,0-2,5 кгс/см²) підтримується перепускним клапаном 7, який встановлений на задньому кінці колектора. Паралельно клапану 7 приєднана зливна труба з вентилем 6, який при працюючому дизелі повинен бути закритий. На ремонтах вентиль 6 відкривають для зливу палива з колектора перед зняттям паливних насосів високого тиску. При збільшенні тиску в колекторі вище встановленої норми надлишок палива зливається перепускним клапаном в бак по трубі 3 через паливопідігрівач 23. Підігрів палива здійснюється гарячою водою, що потрапляє в паливопідігрівач з основного водяного контура охолодження дизеля.

Для захисту паливної системи від високого тиску перед фільтрами тонкого очищення 11 встановлений запобіжний клапан 13, який відрегульований на тиск 0,53-0,55 МПа (5,3 -5,5 кгс/см²). При засміченні фільтрів тонкого очищення клапан відкривається і зливає паливо в бак через паливопідігрівач.

Чисте паливо від насосів і форсунок, що просочилося через нещільності між деталями, збирається в зливних колекторах 4 і 9 і по трубі 2 поступає в бак. Кінці зливних труб від форсунок входять в спеціальні відростки, приварені до зливного колектора 9. Для контролю за зливом палива у відростках зроблені овальні вікна а. При працюючому дизелі повинно спостерігатися каплепадіння з кожної зливної труби (протікання палива не допускається). Забруднене паливо з тарілки під фільтрами 11 і з верхньої плити відсіку розподільного валу зливається по окремому трубопроводу в сміттєзбірник 22.

Перед пуском дизеля після ремонту або тривалої стоянки паливний трубопровід до насосів високого тиску заповнюється паливом за допомогою ручного насоса 17 через зворотній клапан 14 і фільтри тонкого очищення 11. Насос 17 використовується також для видалення повітря з системи і у разі виходу з ладу паливопідкачуючого насоса 18. При видаленні повітря відкривають кран 15,

розташований за насосом 17, і пробки на фільтрах тонкого очищення 11. Паралельно насосу поставлена трубка з краном 16 для зливу палива, що просочилося через зворотній клапан 14. У разі використання ручного насоса цей кран закривають. Зворотній клапан 14 не пропускає паливо до ручного насоса при працюючому дизелі.

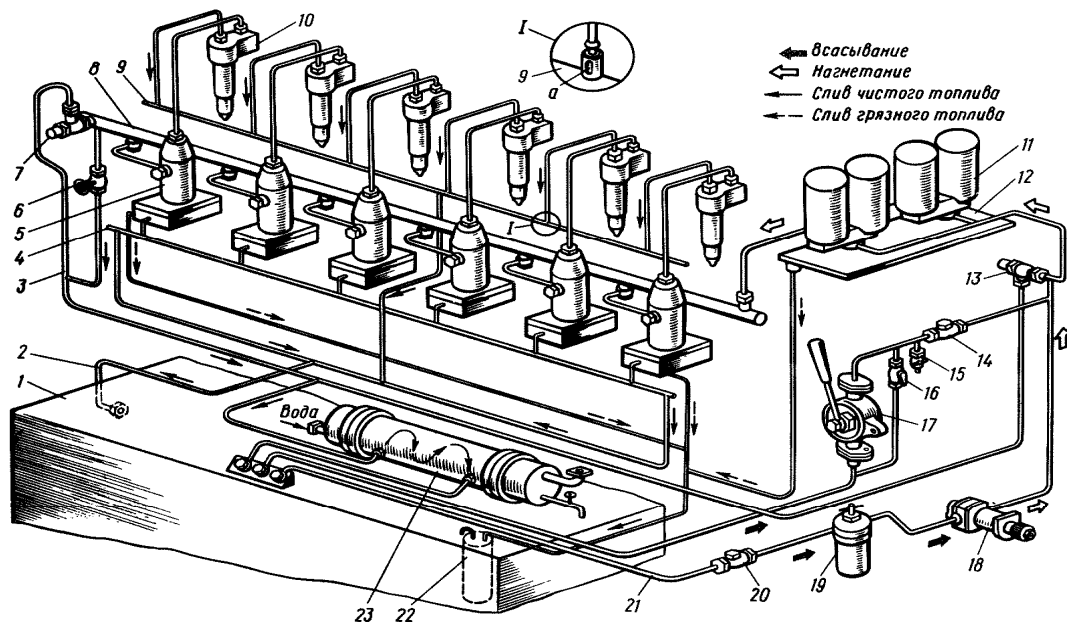


Рис. 35. Топливная система тепловоза ЧМЭЗ:

1 — топливный бак; 2, 3 — сливные трубы; 4, 9 — сливные коллекторы; 5 — топливный насос высокого давления; 6 — вентиль; 7 — перепускной клапан; 8 — топливный коллектор; 10 — форсунка; 11 — фильтр тонкой очистки; 12 — тарелка под фильтрами; 13 — предохранительный клапан; 14, 20 — обратные клапаны; 15, 16 — краны; 17 — ручной насос; 18 — топливоподкачивающий насос; 19 — фильтр грубой очистки; 21 — всасывающая труба; 22 — грязесборник; 23 — топливоподогреватель

Принципові схеми паливних систем більшості тепловозів аналогічні розглянутою вище. У деяких тепловозів є відмінності, що стосуються, головним чином, паливпідкачуючих насосів та паливних баків. Так, на тепловозах 2ТЭ10Л перших років випуску встановлювався додатково резервний паливпідкачуючий насос, підключений паралельно основному. При несправності основного насоса перемиканням двох триходових кранів можна було перевести живлення системи на резервний насос. На тепловозі ТЭП60 в такій ситуації в якості резервного паливпідкачуючого може бути використаний маслопрокачуючий насос, однотипний по конструкції.

На тепловозах 2ТЭ116 встановлюються два паливпідкачуючих насоса. Один з них, з електроприводом, використовується при пуску дизеля, а при його роботі є резервним. Другий насос має механічний привід від валу дизеля і забезпечує живлення його паливом при роботі. На деяких тепловозах паливна система має другий (витратний) паливний бак, що знаходиться під капотом тепловоза вище за дизель. В цьому випадку застосовуються два паливпідкачуючих насоса: один подає паливо з основного бака у витратний, а інший - з витратного бака до дизеля.

3. Бак (рис. 36), використовуваний для зберігання дизельного палива, зварений із сталевих листів і посилений внутрішніми сталевими перегородками 5,

що ділять його на вісім відсіків. Розміри паливного бака обмежені по ширині і висоті габаритом рухомого складу, а по довжині - відстанню між візками. Ємкість бака при таких обмеженнях складає від 3900 (тепловоз М62) до 8200 л (тепловоз 2ТЭ116).

Поперечні перегородки, крім того, служать для гасіння енергії гідравлічного удару всієї маси палива в торцеву стінку бака при різкому гальмуванні тепловоза. Для полегшення бака і з'єднання відсіків між собою в перегородках зроблені вирізи е. Така конструкція забезпечує достатню жорсткість і міцність при його невеликій масі.

Бак підвішують до головної рами тепловоза за допомогою шести закріпних плит для чого в місцях, посиленних перегородками, приварюють бонки 13, в які вкручують шпильки М24. Крім того, до бака приварені упорні кутники 15 і прикріплені болтами запобіжні захвати 14. Для транспортування бака до його торцевих стінок приварені чотири підвіси 18. Бак заправляють паливом під тиском через дві заливні горловину 8, забезпечені сітками д, для фільтрації. У експлуатації горловина закрита пробками 16. Кількість палива в баку визначають по двом паливомірним склам 6. Для з'єднання порожнини бака з атмосферою на ній встановлений сапун 9, кришка б якого має зазор щодо корпусу г. У корпусі сапуна встановлений фільтр в, що складається з чотирьох касет, які розділених металевими прокладками. Касета являється спіраллю, виконаною з двох сталевих стрічок, прижатих одна до іншої. Оскільки одна стрічка гладка, а інша хвиляста, то між ними утворюються щілини для проходу повітря. Наявність сапуна не допускає пониження тиску повітря в баку при всмоктуванні палива паливопідкачуючим насосом, що затрудняло б його роботу. Крім того, виключається можливість підвищення тиску палива в баку понад атмосферного при екіпіровці тепловоза. Виготовлений бак випробовують гідравлічно тиском 0,02-0,03 МПа (0,2-0,3 кгс/см²). По торцях баку розташовано два відстійники 3, в кожному з яких є два отвори, закритих пробками 1. У одному з них (з боку паливомірного скла) встановлений шариковий клапан 4, за допомогою якого періодично зливають відстій (грязь і воду). Злив відстою обов'язковий перед набором палива. Другу пробку в експлуатації не відкручують, а використовують тільки на ремонті для промивки бака. При цьому додатково відкручують чотири пробки 17 на бічних стінках бака. Усередині бака встановлено три похилі труби (дві всмоктуючі 10 і 11 і одна зливна 12). Всмоктуюча труба 10 через зворотний клапан і фільтр грубого очищення сполучена з паливопідкачуючим насосом, а труба 11 - з ручним насосом. По трубі 12 паливомзливається в бак після паливопідігрівача. Труби 10 і 12 з'єднанні ежекційним пристроєм 2. Загнутий кінець труби 12, який відіграє роль сопла, входить у воронкоподібний розтруб, приварений до кінця труби 10. Зливане в бак підігріте паливо викидається з труби 12 безпосередньо в розтруб труби 10, в якому при працюючому дизелі постійно

створюється розрідження. Така конструкція не тільки полегшує роботу паливopідкачуючого насоса, але і забезпечує достатньо хороший підігрів палива в холодну пору року.

Для зливу чистого палива до бака приєднують трубу 2 від зливних колекторів (див. рисунок 35). Брудне паливо зливається в сміттєзбірник 7 (див. рисунок 36) місткістю 50 л, який вварений в бак і з'єднаний з атмосферою трубою о. Для зливу з сміттєзбірника передбачений отвір з шариковим клапаном, закритий пробкою.

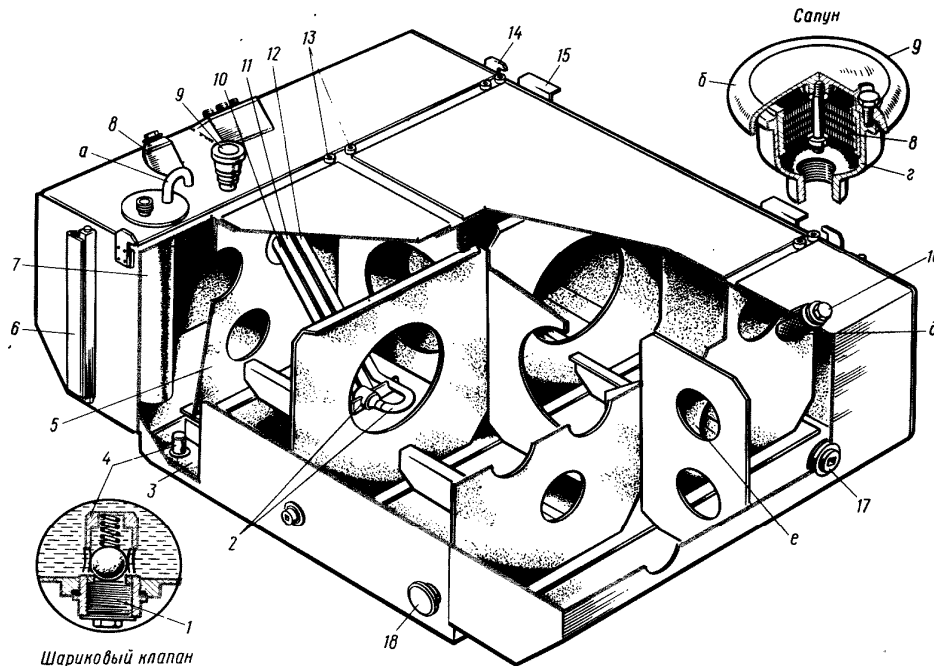
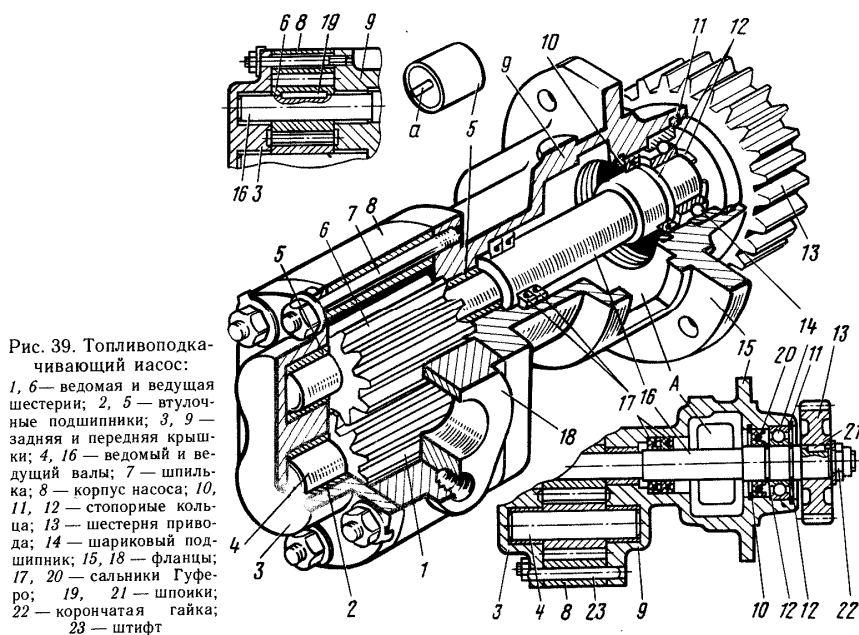


Рис. 36. Топливный бак:
1, 16, 17 — пробки; 2 — эжекционное устройство; 3 — отстойник; 4 — шариковый клапан; 5 — перегородка;
6 — топливомерное стекло; 7 — грязесборник; 8 — заливочная горловина; 9 — сапун; 10, 11 — всасывающие
трубы; 12 — сливная труба; 13 — бонка; 14 — предохранительный захват; 15 — пористый угольник; 18 —
подвес; а — трубка грязесборника; б — крышка сапуна; в — фильтр сапуна; г — корпус сапуна; д —
фильтрующая сетка; е — вырез в перегородке

Паливні баки тепловозів знесучимими кузовами (ТЕП60, ТЕП70) є елементом конструкції головної рами і виконуються разом з нею. У баках нових тепловозів влаштовуються ніші для розміщення акумуляторної батареї. Іноді за умовами компоновки тепловоза паливний бак виконують з декількох окремих ємкостей, сполучених трубами (наприклад. з трьох частин - на тепловозі ТГМ3А).

4. Насос шестерінчастого типу (рисунок 39) забезпечує подачу палива з бака через фільтри в паливний колектор. Подача насоса 2520 л/год (42 л/хв) при частоті обертання колінчастого валу дизеля 750 об/хв. У чавунному корпусі 8 розташовані дві однакові циліндрові прямозубі шестерні 1 і 6 ($Z=10$), що знаходяться в зачепленні. Корпус має два оброблені фланці 18 для кріплення всмоктуючої і нагнітальної труб. З торців корпус закритий кришками 3 і 9, які фіксуються відносно його двома штифтами 23 діаметром 8 мм і стягнутий шістьма шпильками 7 (М8). При збірці насоса між кришками і корпусом ставлять прокладки з кальки. Передня

кришка 9 одночасно є корпусом шарикового підшипника 14, на який спирається вал 16 привідної шестерні 6. Двома іншими опорами валу є бронзові втулки 5, які запресовані в розточування кришок. Шариковий підшипник 14 є опорно-упорним, тому його положення зафіксоване трьома стопорними кільцями. Стопорні кільця 12 не допускають зсуву підшипника по валу, а стопорне кільце 11 закріплює підшипник в корпусі. Вал 4 веденої шестерні 1 обертається в двох інших бронзових втулках, які також розташовані в кришках. Змазування втулкових підшипників 2 і 5 здійснюється паливом, для підведення якого на поверхні кришок зроблені виїмки, які з'єднані з канавками а у втулках. Шестерні 1 і 6 напресовані на вали 4 і 16. Привідна шестерня 6 додатково фіксується шпонкою 19. На передньому кінці провідного валу 16 укріплена за допомогою шпонки 21 і корончатої гайки 22 шестерня приводу 13 ($Z=26$). Шестерінчастий привід насоса від колінчастого валу збільшує частоту обертання робочих шестерень до 1100 об/хв при номінальному режимі роботи дизеля. У розточуваннях передньої кришки встановлено три сальники. Просочуванню палива по валу перешкоджають два сальники 17, а просочуванню масла, що змащує шестерню 13 і підшипник 14, - сальник 20, додатково закріплений в корпусі стопорним кільцем 10. Між сальниками 17 і 20 в передній кришці 9 є відкрита порожнина А для витікання палива, що просочилося, або масла. Насос прикріплений до головного масляного насоса дизеля за допомогою фланця 15, відлитого за одне ціле з передньою кришкою.



На фланці 15 просвердлені чотири отвори під шпильки, які вкручені в передню кришку масляного насоса.

Паливopідкачуючі насоси на серійних тепловозах встановлюються на одній підставі з приводним електродвигуном, утворюючи так званий паливopідкачуючий агрегат. Продуктивність паливopідкачуючих насосів серійних магістральних і маневрових тепловозів (2ТЭ10В, 2ТЭ116, ТЭЗ, ТЕМ2) 27 л/хв.

5. Паливні фільтри служать для постійного очищення палива, необхідного для надійної експлуатації дизеля на тепловозі. У паливну систему дизеля зазвичай включають не менше трьох-чотирьох паливних фільтрів. Відповідно до призначення їх можна розділити на фільтри попереднього, грубого і тонкого очищення.

Фільтри попередньої очистки розташовуються в горловині паливних баків, затримують лише дуже крупні частинки. Призначення цих фільтрів (сіток) - виключити можливість засмічення паливопроводів.

Фільтри грубого очищення затримують частинки розмірами більше 50-100 мкм. Фільтри тонкого очищення повинні надійно затримувати частинки розмірами більше 4 -5 мкм.

Всі паливні фільтри, вживані на дизелях тепловозів, складаються з двох основних частин: корпусу і фільтруючих елементів. Незалежно від конструкції фільтруючі елементи, повинні мати мінімальний гідравлічний опір, бути компактними, простими, не вимагати складного обслуговування і служити достатньо довго. Фільтри грубого очищення в паливних системах більшості серійних тепловозів складаються з двох циліндрових корпусів, які з'єднанні між собою загальною кришкою з триходовим краном. У кожному з корпусів розміщений фільтруючий елемент. Залежно від положення рукоятки крана можлива робота фільтру з паралельним включенням обох елементів або на будь-якому (правому або лівому) одному елементі. Нормальним режимом є робота на обох елементах (при вертикальному положенні рукоятки крана). Робота на одному елементі допускається лише при несправності іншого. Крім того, кран використовується для відключення елемента при його заміні на експлуатованому тепловозі.

Фільтруючі елементи у фільтрах грубого очищення можуть бути різними.

На тепловозі ЧМСЗ в алюмінієвому корпусі 1 (рисунок 41), закритому кришкою 9, знаходиться фільтруючий елемент пластинчато-щільового типу. Він є набором сталевих робочих пластин 3 завтовшки 0,2 мм, між якими встановлені проміжні пластини (зірочки) 4 завтовшки 0,1 мм. Пластини 3 і 4 зібрані на центральному стержні 18, що проходить через кришку 9 і ущільненому в ній набивним сальником 13, який закріплений пробкою 11. На стержні зроблений плоский зріз, що забезпечує правильну збірку всіх пластин і унеможлиwiająчий їх проворот. У кришку вкручено два циліндрові направляючі стержні 5 і стержень 17, що має квадратний перетин. На стержні 17 встановлені пластини (ножі) 2 завтовшки 0,1 мм, розташовані між робочими пластинами 3. Щоб уникнути перекосу стрижнів 5 і 17 на їх кінці надіта сталева фігурна шайба 19, закріплена диском 20. Останній встановлений на центральному стрижні 18 і зашплінтований. У кришці є канали для входу неочищеного палива і виходу чистого. Кришка прикріплена до корпусу фільтру чотирма гвинтами 10. Неочищене паливо, що поступає по трубопроводу 6, через порожнистий штуцер 8 і вхідний канал заповнює простір А між корпусом і

фільтруючим елементом. За рахунок різниці тиску (трубопровід 6 сполучений з паливним баком, в якому підтримується атмосферний тиск, а трубопровід 14 - з паливопідкачуючим насосом, який створює в нім розрідження) паливо проходить через щілини між робочими пластинами, утворені зірочками. Очищене паливо з порожнини Б усередині фільтруючого елементу по вихідному каналу в кришці, штуцеру 16 і трубопроводу 14. прикріплюваному до фільтру накидною гайкою 15, відводиться до паливопідкачуючого насосу.

Для очищення фільтру повертають рукоятку 12, укріплену на кінці стрижня 18. Встановлені на стрижні робочі 3 і проміжні 4 пластини повертаються відносно нерухомих ножів 2, які очищають грязь з поверхонь робочих пластин. Рекомендується повертати рукоятку за годинниковою стрілкою на три обороти тільки при непрацюючому дизелі. Видалена з пластин грязь осідає на дні корпусу. вкручена знизу в корпус пробка 22 дозволяє видаляти грязь без зняття і розбирання фільтру.

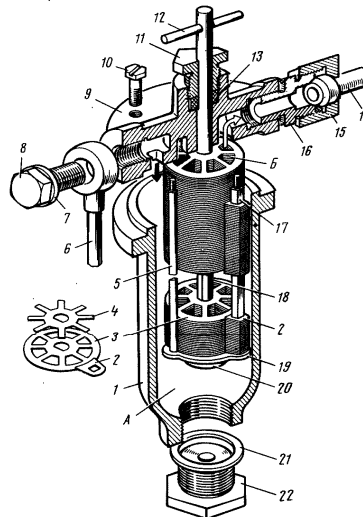


Рис. 41. Топливный фильтр грубой очистки:
1 — корпус; 2 — нож; 3, 4 — рабочие и промежуточные пластины; 5 — направляющий стержень; 6, 14 — трубопроводы подвода и отвода топлива; 7, 21 — уплотнительные кольца; 8, 16 — штуцера; 9 — крышка; 10 — винт; 11, 22 — пробки; 12 — рукоятка; 13 — сальник; 15 — накидная гайка; 17 — квадратный стержень; 18 — центральный стержень; 19 — фигурная шайба; 20 — диск; А, Б — полости неочищенного и очищенного топлива

Два однакових по конструкції фільтру тонкого очищення встановлені на нагнітальному трубопроводі перед паливним колектором. Вони укріплені за допомогою кронштейна на передньому торці блоку дизеля. Кожен фільтр (рисунок 42) має двосекційний корпус 3, відлитий з алюмінієвого сплаву. У нижній частині корпусу зроблений прилив, об'єднуючий обидві секції. У приливі просвердлені канали А і Б, сполучені між собою центральним отвором, в який вставлена пробка перемикача 19. У двох вертикальних площинах пробки, співпадаючих з каналами А і Б, просвердлені наскрізні отвори 6 діаметром 10 мм і радіальний отвір г діаметром 12 мм. Пробка має три робочих положення: І - включені обидві секції; ІІ — працює тільки ліва секція; ІІІ — працює тільки права секція. Для повороту пробки в одне з робочих положень на її торці профрезерований Т-образний паз, причому

розташування прорізів співпадає з розташуванням отворів в пробці. Пробка фіксується гайкою 18, вкрученою в корпус фільтру. Між корпусом 3 і гайкою 18 ставлять гумове кільце ущільнювача. Знизу в прилив корпусу вкручені штуцера 21 і 22 для підведення неочищеного і відведення чистого палива. У днищі кожної секції є прилив, в центрі якого зроблений отвір, що сполучає порожнину В секції з каналом Б. У прилив вкручена порожниста шпилька 5 з двома радіальними отворами а, на яку надягають фільтруючий елемент. Підставкою фільтруючого елементу, є сталевий циліндричний сітчастий каркас 17, до якого знизу приварена сталева пластина 2. На каркас надягають пластини 4 з войлоку, між якими ставлять паперові прокладки. Зібраний фільтруючий елемент, закривають сталеву пластину 7 і стискають гайкою 9, накрученою на різьбовий кінець каркаса. Під фільтруючий елемент ставлять гумову прокладку ущільнювача 1. Таку ж прокладку 6 надягають на шпильку після постановки фільтруючого елементу.

Кожна секція закрита кришкою 14, яка ущільнена гумовим кільцем 16, встановленим в ци-ліндрічній проточці на торці корпусу. Кришка закріплена гайкою 11, накрученої на хвостовик шпильки. Кріплення фільтруючого елементу, в корпусі забезпечується пружиною 15, затиснутою між двома тарілками 8 і 13, з яких одна упирається в елемент, а інша - в кришку. Паливо від паливопідкачуючого насоса підводиться до фільтру по трубці 20 і через порожнистий штуцер 21, пробку перемикача 19 і канал А заповнює обидві секції. Під тиском паливо проходить через фільтруючий елемент, і радіальні отвори а всередині пустотілої шпильки, а далі по каналу Б, штуцеру 22 і трубопроводу 23 відводиться в паливний колектор. Для випуску повітря з фільтрів на кінці шпильки профрезерований паз в, а в гайку 11 вкручена пробка 10. При відкручуванні пробки 10 порожнина неочищеного палива з'єднується з атмосферою і повітря разом з паливом виходить з секції. В якості фільтруючих елементів, можуть бути використані паперові елементи ФЕТО. На металевий сітчастий каркас елементу, сполучений з двома кришками, надітий паперовий гофрований циліндр, закритий зовні перфорованим картоном. Елемент ФЕТО встановлюють і закріплюють в корпусі так само, як і войлочний фільтруючий елемент. Очищення палива здійснюється за рахунок проходження його через спеціальний папір марки БФДТ, що забезпечує затримання механічних частинок розміром до 3-5 мкм.

Висока брудоемність фільтрувального паперу дозволяє працювати фільтру без зміни 7,5 мес (між поточними ремонтами).

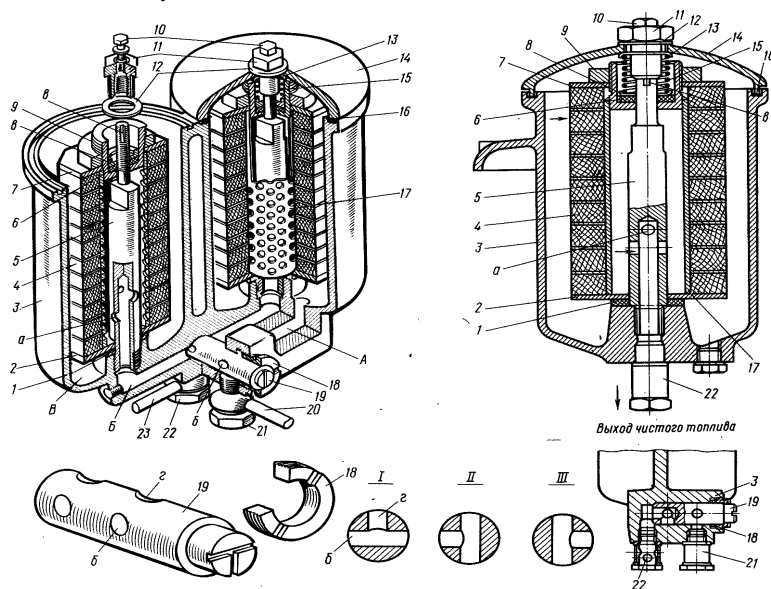


Рис. 42. Топливный фильтр тонкой очистки:
 1, 6 — резиновые уплотнительные прокладки; 2, 7 — стальные пластины; 3 — корпус; 4 — войлочная пластина; 5 — шпилька; 8, 13 — нижняя и верхняя тарелки; 9, 11, 18 — гайки; 10 — пробка; 12 — медное уплотнительное кольцо; 14 — крышка; 15 — пружина; 16 — резиновое уплотнительное кольцо; 17 — сетчатый каркас; 19 — переключающая пробка; 20, 23 — трубы подвода и отвода топлива; 21, 22 — штуцера; А, В — каналы; В — полость неочищенного топлива; а, з — радиальные отверстия; в — паз; б — сквозное отверстие; I — III — положения переключающей пробки

6. Оскільки бак розміщений між візками тепловоза і не захищений від дії низьких температур, то паливо, що знаходиться в ньому, в холодну пору року може застигнути. Для прогрівання палива в баку служить паливopідігрівач (мал. 37), прикріплений до рами дизеля з правої сторони. Паливopідігрівач є трубчастим теплообмінником, у сталевий циліндровий корпус якого вварені трубні решітки 5. У отвори трубних решіток вставлені, розвальцьовані і припаяні 123 мідних трубки 6, на яких заздалегідь надягають і припаюють три сегментні перегородки 7. До торців корпусу 13 прикріплені гвинтами 2 передня 9 і задню 4 кришки, сполученої патрубками 3 і 8 з основним контуром циркуляції води. У нижній частині передньої кришки 9 приварений патрубок 11 для кріплення зливного крана. Між кришками і корпусом ставлять паронітові прокладки ущільнювачів 10. До корпусу паливopідігрівача знизу приварені штуцера 1 і 12 для входу і виходу палива. Гаряча вода з основного контура через патрубок 3 поступає в задню кришку, проходить по трубках 6 в передню кришку і через патрубок 8 відводиться до всмоктуючої труби основного водяного насоса. Паливо входить в корпус 13 через штуцер 1, омиває трубки 6, відбираючи від них тепло, і далі через штуцер 12 зливається в паливний бак. Шлях палива усередині корпусу подовжується за рахунок сегментних перегородок 7, що сприяє підвищенню ефективності теплообміну.

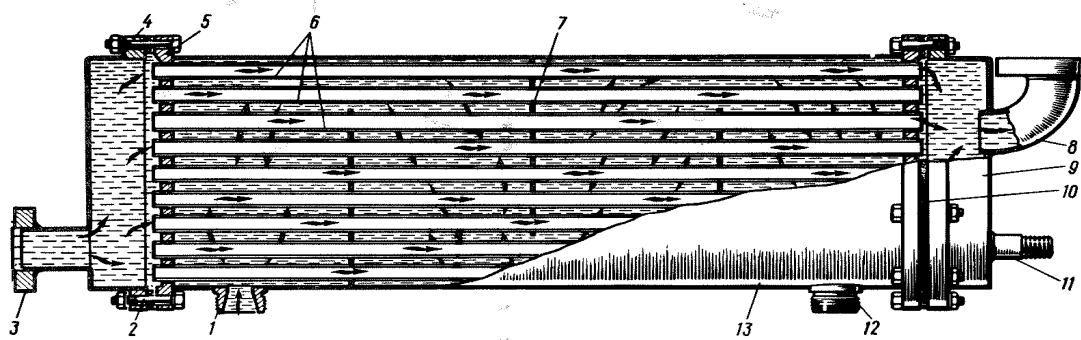


Рис. 37. Топливоподогреватель:
1, 12 — штуцера подвода и отвода топлива; 2 — болт; 3, 8 — патрубки подвода и отвода воды; 4, 9 — задняя и передняя крышки; 5 — трубные решетки; 6 — медные трубки; 7 — сегментная перегородка; 10 — уплотнительная прокладка; 11 — патрубок для сливного крана; 13 — корпус

У літню пору року паливopідігрівачі відключають від водяної системи.

7 . Вдосконалення паливних систем ведеться по двом основним напрямам: простота і надійність конструкції і забезпечення оптимальних процесів вприскування, а отже, підвищення економічності дизелів тепловозів.

Вже багато років ведуться пошуки паливної системи для роботи двигуна з двома фазами вприскування. Перед звичайним циклом уприскування в циліндр подається частина основної дози з великим випередженням: на початку такту стиснення або на такті всмоктування. При цьому у ряді випадків досягається підвищення коефіцієнта корисної дії двигуна і зниження жорсткості робочого процесу. Необхідність подачі палива в дві фази зв'язана з особливостей роботи дизеля на експлуатаційному режимі, з необхідністю частого пуску, роботи на холостому ходу до 70% всього часу.

Багато труднощів виникає при експлуатації дизелів в зимовий період і особливо в суворих кліматичних умовах. Зазвичай при пуску дизеля подачу палива збільшують висуненням рейок за допомогою прискорювача. Досить ефективний спосіб пуску дизеля і роботи при знижених температурах зовнішнього повітря з використанням двофазної подачі палива. В цьому випадку попередня доза палива подається на такті всмоктування. Під час ходу стиснення за тривалий час (150 - 200° - повороту колінчастого валу) це паливо встигне запалати, пройшовши всі стадії процесу згорання. Уприскування основної дози палива в кінці стиснення відбудеться вже в повітряне середовище, підігріте до температури, відповідної оптимальним умовам згорання. Після виходу двигуна на експлуатаційні режими попередня фаза уприскування відключається. Таким чином можна досягти економії палива тепловозів на експлуатаційних режимах. Японська фірма Мітцубісі реалізувала цей спосіб доповненнями в приводі насоса і в конструкції плунжерной пари. Простіше такий спосіб паливо подачі можна отримати зміною конструкції форсунки.

У розвитку систем паливоподачі і управління транспортними дизелями можна виділити три основні тенденції:

-розробка засобів для управління характеристиками вприскування;

- підвищення стабільності паливоподачі по циклах і циліндрах, зокрема на режимах холостого ходу;
- вдосконалення паливоподаючих і регулюючих органів, спрощення їх конструкції і об'єднання в комбінований агрегат.

Не дивлячись на багато зусиль в цьому напрямі і досягнуті успіхи, вимоги, що пред'являються до паливної апаратури, не можна вважати задоволеними. Системи паливоподачі з управлінням характеристиками впорскування, так само як і пристрої, що вводяться, для зниження циклової і циліндрової нерівномірності, ускладнюють конструкцію насосів і форсунок, знижують їх надійність. Це обмежує їх застосування в експлуатації.

Істотний прогрес можливий лише при відмові від традиційних принципів управління паливоподачею, коли відцентровий регулятор частоти обертання впливає за допомогою сервоприводу на вельми громіздку механічну передачу до виконавчого органу - рейки насоса високого тиску, що працює, як і дизель, на змінних режимах. При цьому сам насос віддалений від органів уприскування. Одним з раціональніших рішень можна вважати, коли в системі паливний насос створює необхідний тиск палива незалежно від швидкісного режиму двигуна і подає його у впорскуючий орган, де формується необхідний сигнал, що визначає кількість палива, характеристику уприскування і момент її початку. Сигнал формується за допомогою електричних імпульсів, менш інерційних, чим гідравлічні, і що не піддаються спотворенню при подачі до органу розпилювання палива. Регулятор передбачений електричного типу, без деталей, що обертаються, і механічних органів приводу. Він має таке поєднання елементів, яке забезпечує автоматичну настройку відповідно до режиму роботи двигуна і умов експлуатації. Такий регулятор правильніше називати мікропроцесором.

Можливості такої системи представляються вельми широкими. В цьому випадку не потрібні додаткових пристроїв для регулювання уприскування по оптимальному закону, знімаються обмеження у використанні двофазного уприскування як засоби стабілізації роботи транспортного дизеля на різних режимах. Паливний насос високого тиску працює в такій системі на акумулятор і може бути істотно спрощений. Тиск у впорскуючій системі легко може підтримуватися на заданому рівні або мінятися по розрахунковому закону. Без додаткових пристроїв збільшується циклова подача при пуску. Відпадає потреба в застосуванні додаткових механічних пристроїв регулювання випередження кута уприскування, пошук раціональної конструкції яких продовжується. Така система по структурі аналогічна акумуляторним системам подачі палива дизелів, багато років випускається, фірмою Доксфорд. Проте замість механічного дозуючого пристрою використовується електромагнітний привід, регульований агрегатом електричного управління дизеля (АЕУД). У системах, подібних Доксфорд,

регулювання кількості уприскуваного палива при зміні навантаження і частоти обертання здійснюється поворотом рейки плунжера, а фази подачі - здвоєним клапаном за допомогою штовхача дозуючого пристрою. В системі, керованою АЕУД, тривалість відкриття акумулятора визначається тільки часом подачі електричного сигналу на електромагнітний привід запірного органу. У одному варіанті він виконаний окремим вузлом і встановлений в нагнітальній трубці, поблизу від форсунок, конструкція яких залишається без зміни. У іншому варіанті електромагнітний привід розміщений в самому корпусі форсунок. При цьому управляючі клапани можуть бути замінені одним запірним органом або виключені зовсім; в цьому випадку якір електромагніта сполучений з голкою форсунки.

Система, керована АЕУД, забезпечує розширені можливості автоматизації паливоподачі шляхом формування і передачі оптимальною сигналу, аварійного захисту двигунів і їх теплового регулювання. Використання АЕУД відкриває додаткові можливості в прогріванні силової установки за допомогою постійних встановлених датчиків, що реагують на навколишні умови і стан відповідних вузлів двигуна. Такий агрегат може забезпечити дистанційний пуск і управління режимом двигуна тепловоза.

Використання такої паливної апаратури забезпечує прогрес в зростанні економічності дизелів на часткових навантаженнях, характерних для експлуатації тепловозів. Відкриваються нові можливості в підвищенні економічності дизеля регулюванням числа працюючих циліндрів, яке реалізується за допомогою екстремального коректора-мікропроцесора, що здійснює автоматичний пошук режиму мінімальних питомих витрат силової установки з тяговим генератором. По-новому можна вести і процес контролю працездатності елементів системи.

У нашій країні і за кордоном ведуться пошукові науково-дослідні роботи по створенню апаратури з електронним управлінням уприскуванням дизельного палива. Дослідні варіанти конструкцій апаратури з електронним управлінням уприскуванням проходять випробування на стендах, а також стендових дизелях 2-2Д49, Д50 і 10Д 100.

Домашнє завдання: л.1 ст.131-139; л.9 ст.69-77. Самостійна робота «Допоміжне обладнання маневрових тепловозів»

ЗАНЯТТЯ №22

Тема: Лабораторна робота №6 «Дослідження розміщення обладнання паливної системи на тепловозі».

Домашнє завдання: Звіт №6

ЗАНЯТТЯ №23

Тема: «Масляна система тепловоза»

План заняття: 1. Призначення масляних систем

2. Типи масляних систем

3. Масляні насоси

4. Масляні фільтри

1. Масляна система дизеля на тепловозі виконує декілька функцій. Головна функція є підтримання необхідного тиску масла для забезпечення рідинного режиму тертя в підшипниках колінчастого валу і інших вузлах дизеля, а також для можливості змазки його циліндро - поршневої групи.

Крім того масляна система служить для охолодження поршнів та відводу тепла, яка утворюється під час тертя, від змазуючи вузлів дизеля і його агрегатів, а також для видалення від робочих поверхонь вузлів поршня дизеля продуктів зносу.

Для виконання цих функцій масляна система повинна бути замкненою, циркуляційною. Вона складається із внутрішньої змазочної системи дизеля і зовнішньої системи, яка забезпечує циркуляцію охолодження і очистку масла.

2. Окремі елементи масляної системи (насоси, фільтри, масляні теплообмінники) можуть з'єднуватися між собою по різному, залежно від конструкції. Зазвичай у масляній системі використовується один масляний насос. В цьому випадку основний потік масла, який використовується для змазки дизеля, із масляної ванни 1(рисунк 6.7а) засосуються насосом 3, проходить послідовно через

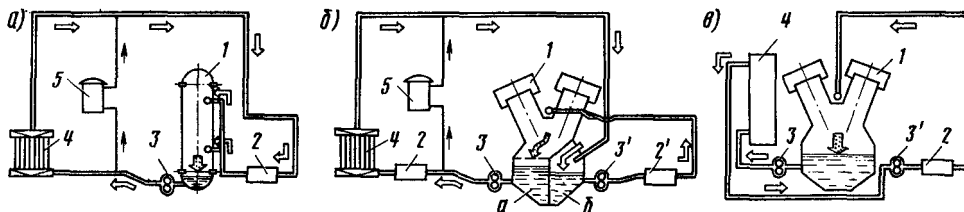


Рис. 6.7. Принципиальные схемы масляных систем тепловозных дизелей:
а — с одним насосом; б и в — с двумя насосами

охолоджуючі пристрої 4 і фільтри (грубої) очистки 2 і потрапляє в роздаточні колектори внутрішньої системи змазки дизеля. Витікаючи із вузлів дизеля в масляну ванну, масло замикає свій круг циркуляції.

В даній системі тиск, який розвивається одним насосом, повинен бути достатнім, щоб подолати всі гідравлічні опори системи.

Протяжний шлях циркуляції масла утруднює надійну змазку всіх вузлів завдяки обмеженому тиску насосу.

З метою зменшення загального тиску масла в системі можуть бути застосовані два послідовно включені насоси. Цим досягається можливість

підтримання більш високого тиску масла в підшипниках без підвищення його в охолоджуючих пристроях і фільтрах.

3. Насоси забезпечують циркуляцію масла в системі або в окремих її частинах. На сучасних тепловозах всі масляні насоси шестеренчастого типу, які представляють собою косозубі шестерні, які виконані за одно з валами. Шестерні розміщені в литому чавунному корпусі. Ведуча шестерня приводиться в рух від нижнього колінчастого валу дизеля через систему шестерень привода насосів. Допоміжні масло циркулюючі насоси мають аналогічну конструкцію, але ці насоси виконанні в вигляді окремих агрегатів з індивідуальним електродвигуном і мають не велику продуктивність.

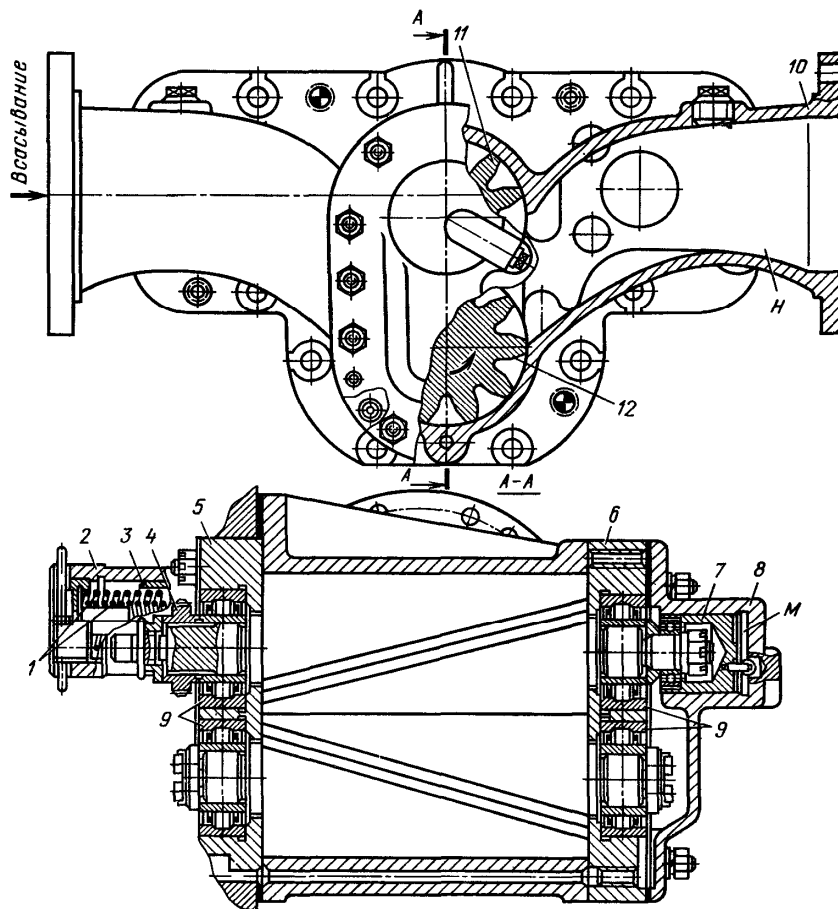


Рис. 6.9. Головний масляний насос

4. В масляних системах дизелів тепловозів застосовується наступні конструктивні типи фільтрів.

- Пластинчасто - щільові і сітчасті (грубої очистки)

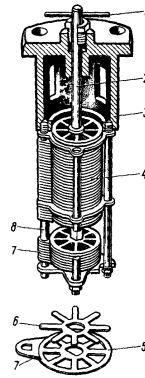


Рис. 6.10. Секция пластинчато-щелевого фильтра грубой очистки масла

- Фільтри тонкої очистки з бумажними елементами

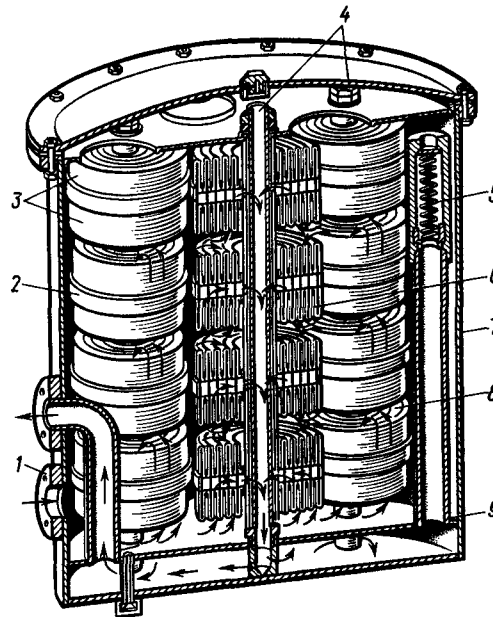


Рис. 6.12. Бумажный фильтр тонкой очистки масла

- Центробіжні очищувачі масла (центрофуги)

Домашнє завдання: л.1 ст.139-150

ЗАНЯТТЯ №24

Тема: Лабораторна робота №7 «Дослідження конструкції елементів масляної системи».

Домашнє завдання: Звіт №7

ЗАНЯТТЯ №25

Тема: «Водяна система тепловоза»

План заняття: 1. Призначення водяної системи

2. Умови роботи водяної системи

3. Типи водяних систем

4. Схема водяної системи тепловоза ЧМЭ 3

5. Водяні насоси

1. Водяна система служить для відведення і розсіювання в атмосферу надмірної теплоти від нерухомих деталей робочого механізму (гільз і кришок циліндрів), а також від випускних колекторів дизеля щоб уникнути їх надмірного нагріву. Вода охолоджує ці деталі дизеля за допомогою його внутрішньої системи охолодження і переносить теплоту в пристрої (радіатори), що охолоджують, де вона передається атмосферному повітрю. Таким чином, водяна система повинна бути замкнутою. Циркуляцію води в ній забезпечує водяний насос.

На ряду тепловозів водяна система використовується для відведення тепла від водомасляного теплообмінника (тобто від масляної системи) і охолоджувача надувочного повітря.

2. Умови роботи водяної системи характеризуються великими кількостями тепла, що виділяються у воду в дизелях тепловозів.

Температура води в дизелях повинна знаходитися, як правило, в діапазоні 65-80 °С (максимально до 95 °С - у відкритих системах серійних тепловозів). Щоб в нагрітих масивних деталях дизеля не виникала значна додаткова напруга, різниця температур води на виході з дизеля і вході в нього приймається невеликою ($t_b = 5-10$ °С).

3. На тепловозі (рисунок 6.14) вода може використовуватися для відведення тепла від трьох його джерел: дизеля Д, водомасляного теплообмінника ВМТ і повітроохолоджувача ВО. Джерела тепла можуть бути включені у водяну систему по-різному.

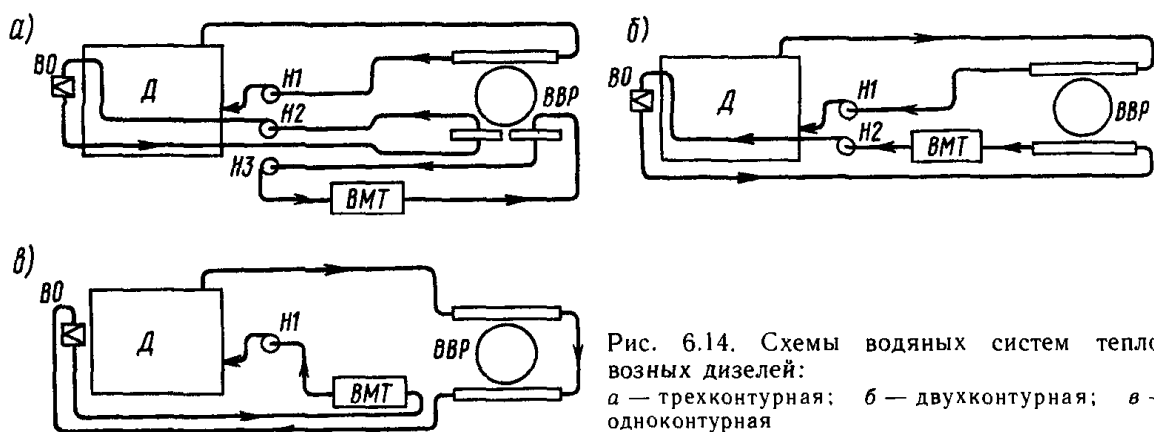
У зв'язку з цим водяна система може бути трьохконтурною, коли для кожного джерела тепла є незалежним контур циркуляції води відповідно з насосами Н1, Н2 і Н3 і частинами водоповітряного радіатора ВВР (рисунок 6.14. а). Така система зручна для роздільного регулювання температур рідин, що охолоджують, і, особливо, наддувочного повітря, проте наявність трьох насосів і необхідність їх приводу роблять її дуже складною. Крім того, оскільки всі насоси зазвичай розміщують на дизелі, в цій системі будуть найбільшими загальна довжина і вага трубопроводів.

У двоконтурній схемі (рисунк 6.14. б) розділені контур охолодження дизеля Д з насосом Н1 і контур охолодження масла у ВМТ і повітрі у ВО з насосом Н2. Така схема застосована на багатьох магістральних тепловозах. Вона дає можливість роздільного регулювання температур води і масла.

Можлива і одноконтурна система, в якій всі джерела тепла включені в загальний контур циркуляції з одним насосом. Ця схема (рисунк 6.14, в) найбільш проста по будові, проте в ній важко забезпечити оптимальні умови охолодження. Така схема застосована на деяких ддослідних тепловозах.

На тепловозах з масловоздушними радіаторами (ТЕЗ, ТЕМ1), дизелі яких не мають охолодження наддувочного повітря, водяна система складається з одного контура охолодження дизеля.

Водяні системи тепловозів поділяються також на відкриті і закриті. У відкритих системах вільна поверхня води в одній з точок системи (розширювальному баку) стикається з атмосферним повітрям. Максимальна температура води в таких системах не може бути вище 95-96 °С, оскільки при 100 °С у нормальних атмосферних умовах вода кипить. Відкриті системи застосовуються на більшості вітчизняних тепловозів. Закриті системи герметичні,



вони можуть працювати при температурі води вище 100 °С, якщо в них підтримується тиск вище атмосферного. Надмірний тиск порядку 0,03 МПа може створюватися за рахунок випаровування води в замкнутому об'ємі. Більший тиск повинен забезпечуватися штучно. Високотемпературне охолодження (при температурах води вище 100 °С) має деякі переваги: зменшуються втрати тепла у воду, потрібна менша поверхня охолодження радіаторів. Високотемпературне охолодження допускають водяні системи тепловозів 2ТЭ 116 і ТЕП 70.

4. Водяна система тепловоза ЧМЭ 3 має два самостійні контури циркуляції води. Основний контур забезпечує охолодження дизеля, підігрів палива в паливопідігрівачі і підігрів повітря в кабіні машиніста. Допоміжний контур призначений для охолодження в теплообмінниках наддувочного повітря і дизельного масла. Необхідність застосування двох контурів обумовлена тим, що для

охолодження дизеля потрібна вода більш нагріта, ніж вода, використовувана для охолодження масла і надувочного повітря. Циркуляцію води в кожному контурі здійснює спеціальний насос, який отримує привід від колінчастого валу дизеля.

Для охолодження води основного контура використовуються шістнадцять, а допоміжного – вісім водяних секцій, встановлених у шахті холодильника. Обидва контури об'єднано розширювальним баком, укріпленим над шахтою холодильника.

У основному контурі циркуляцію води забезпечує насос 44 (рисунок 72) відцентрові типу, що має напрям обертання робочого колеса за годинниковою стрілкою. Охолоджена в секціях радіатора вода засмоктується насосом 44 і нагнітається у напірний колектор 46 охолодженої води. З колектора вода по шести патрубках 47 поступає у водяні порожнини блоку 52, охолоджуючи циліндрові втулки 49. З блоку вода по патрубках 50 переходить в кришки циліндрів 51, охолоджує їх і по патрубках 13 йде в колектор гарячої води 14.

Частина води з напірного колектора по трубопроводу 2 прямує до турбонагнітача 8 для охолодження частин його корпусу, дотичних з відпрацьованими газами. Після охолодження турбонагнітача вода по трубопроводу 9 потрапляє в колектор гарячої води 14. Передній кінець колектора 14 прикріплений до трубопроводу 24, що з'єднує верхні колектори 28 секцій радіатора основного контура. Пройшовши по секціях 29, охолоджена вода збирається в нижніх колекторах 30, сполучених трубопроводом 31, і по трубопроводу 39 знов засмоктується водяним насосом 44.

Від протилежного кінця колектора 14 частина гарячої води поступає по трубопроводу 6 в калорифер 5, по трубопроводу 4 – на обігрів сходинок 3 під ногами машиніста, а по трубопроводу 1 - в паливопідігрівач 48. Охолоджена в калорифері, сходинок і паливопідігрівачі вода, минувши секції радіатора, засмоктується насосом 44 по трубопроводу 45.

Водяний насос 43 допоміжного контура закачує охолоджену воду і по трубопроводу 10 нагнітає її в охолоджувач наддувочного повітря 7. З охолоджувача 7 вода по трубопроводу 11 прямує до водомасляному теплообміннику 12 де, проходячи по його трубках, охолоджує дизельне масло. Теплообмінник 12 сполучений трубопроводами 16 і 21 з верхніми колекторами 22 секції радіатора допоміжного контура. Пройшовши по секціях 37, охолоджена вода збирається в нижніх колекторах 36, сполучених загальним трубопроводом 35, і по трубопроводу 38 знову закачується водяним насосом 43.

Розширювальний бак забезпечує необхідний запас води, поповнення обох контурів системи водою, сприймає пару і надлишки води при нагріві і розширенні її в контурах. Конструктивно розширювальним баком є дві ємкості - праву 17 і ліву 26. Обидві ємності зварено з листової сталі і встановлено на шахті холодильника над верхніми колекторами 22 і 28, тобто розширювальний бак розташований вище за

решту всіх частин водяної системи. Між ємкостями і каркасом шахти ставлять повстяні прокладки, після чого бак прикріплюють чотирма сталевими хомутами. Ємкості сполучені між собою двома трубопроводами: верхнім 25 малого діаметру і нижнім 20 великого діаметру. Нижній трубопровід 20 розташований ближче до дизеля і сполучений зі всмоктуючи ми трубопроводами 18 і 40 контурів охолодження для поповнення їх водою.

Для з'єднання розширювального бака з атмосферою до заливальної горловини 19 правій ємкості прикріплена сигнальна (вестовая) труба 32, виведена під головну раму тепловоза. При екіпіровці тепловоза набір води ведуть доти, поки вона не почне витікати через сигнальну трубу. Викид води і пари через трубу 32 під час експлуатації тепловоза є наслідком перегріву води.

На передній торцевій стінці лівої ємкості 26 встановлені водомірне скло 27 для контролю за рівнем води в системі і краник, що дозволяє проводити відбір води на аналіз. Права ємкість 17 сполучена трубопроводом 34 з ручним насосом 33, що має як всмоктуючу трубу гнучкий шланг. Між баком і насосом на трубопроводі встановлений вентиль, який в експлуатації повинен бути закритий (відкривають його лише при аварійній екіпіровці тепловоза). Для виходу пари і надлишків води при її нагріві з обох контурів охолодження бак сполучений з ними двома спеціальними трубопроводами. Трубопровід 15 йде від колектора гарячої води в праву ємність, а трубопровід 23 сполучає праву ємність 17 з чотирма верхніми колекторами секцій 29 і 37.

Горловина 19 дозволяє заповнювати систему водою за відсутності екіпірувальних пристроїв, а також додавати воду в систему в незначній кількості. Ця робота виконується на даху тепловоза і вимагає строгого дотримання всіх мерів безпеки.

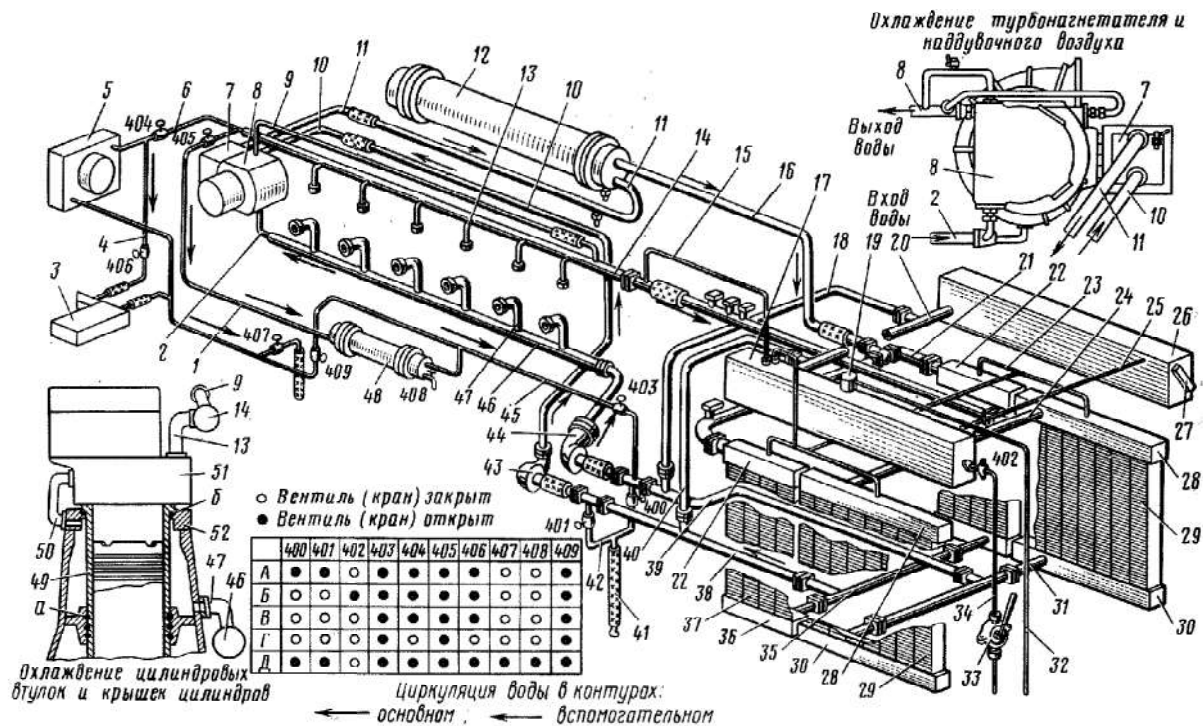


Рис. 72. Водяная система тепловоза:
1, 2, 4, 6, 9, 10, 11, 15, 16, 18, 20, 21, 23, 24, 25, 31, 34, 35, 38, 39, 40, 42, 45—трубопроводы воды; 3—стационарная ступенька; 5—калорифер; 7—охладитель наддувочного воздуха; 8—турбоагрегат; 12—водомастный теплообменник; 13, 47, 50—пат рубки; 14—коллектор горячей воды; 17, 26—привод и левая емкости расширительного бака; 19—заливочная горловина; 22, 28—верхние коллекторы секций; 27—водомерное стекло; 29, 37—водяные секции; 30, 36—нижние коллекторы секций; 32—сигнальная труба; 33—ручной водяной насос; 41—рукав; 43—вспомогательный водяной насос; 44—основной водяной насос; 46—паровый коллектор; 48—топливонагреватель; 49—втулка цилиндра; 51—крышка цилиндра; 52—блок цилиндра

5. Основной водяной насос (Рисунок 74) є насосом відцентрового типу. Його подача досягає 133 200 л/год (37 л/сек) при частоті обертання робочого колеса 1935 об/хв. Принцип дії відцентрових насосів полягає в тому, що робоче колесо, яке обертається з великою частотою, своїми лопатями приводить в рух воду, яка під дією відцентрової сили відкидається від центру до периферії, потрапляє в уліткоподібний канал корпусу і далі в нагнітальну трубу. Одночасно в центрі колеса створюється розрідження, що забезпечує підсос води. Уліткоподібний корпус 7 насоса відлитий з чавуну і має по торцях два оброблені кільцеві фланці для кріплення за допомогою шпильок передньої 9 і задньої 19 кришок. Для ущільнення між кришками і корпусом ставлять паронітові прокладки 8. До передньої кришки 9 кріплять шпильками 10 всмоктуючу трубу, а до фланця, яким закінчується розширюючий канал корпусу 7, - нагнітальну. Передня кришка 9, через вода поступає на лопатки робочого колеса, виконує роль направляючого апарату, тому її внутрішня поверхня має конічну форму. Задня кришка 19 одночасно є корпусом шарикових підшипників 18 і 20, які являються опорами валу 3 робочого

колеса насоса. Між зовнішніми кільцями підшипників поставлена дистанційна втулка 2 з отворами для проходу масла. Задній підшипник 20 є опорно-упорним і утримується від зсуву кільцями 21. Змазування підшипників здійснюється дизельним маслом, яке розбризкується соплом в корпусі приводу насосів і через три отвори а в задній кришці потрапляє до підшипників і потім зливається в картер. Щоб масло не просочувалося по валу у бік водяного колеса, за підшипником встановлений сальник 17, зафіксований стопорним кільцем. Для кріплення насоса до дизеля на задній кришці передбачений фланець з отворами під шпильки. Вал 3 робочого колеса насоса виготовлений з нержавіючої сталі і відполірований. На передньому кінці валу закріплено лопатне колесо 13, виготовлене з бронзи. Перед насадкою на вал колесо нагрівають, забезпечуючи натяг. Для додаткового кріплення колеса використовують шпонку 14 і гайку 11 з пелюстковою шайбою. Гайка 11 виготовлена з мідного сплаву і має ліву різьбу, яка захищається від саморозкручування. Щоб уникнути виникнення осьового зусилля, в колесі 13 зроблені три отвори, через які вода заповнює порожнину між колесом 13 і корпусом 7 насоса, внаслідок чого з обох боків лопатного колеса 13 вода має однаковий тиск. У порожнину, 4 задньої кришки по трубці 4, сполученою з штуцером, постійно підводиться вода з уліткоподібного каналу корпусу, не допускаючи створення усередині насоса повітряної пробки, тобто забезпечуючи нормальну роботу насоса.

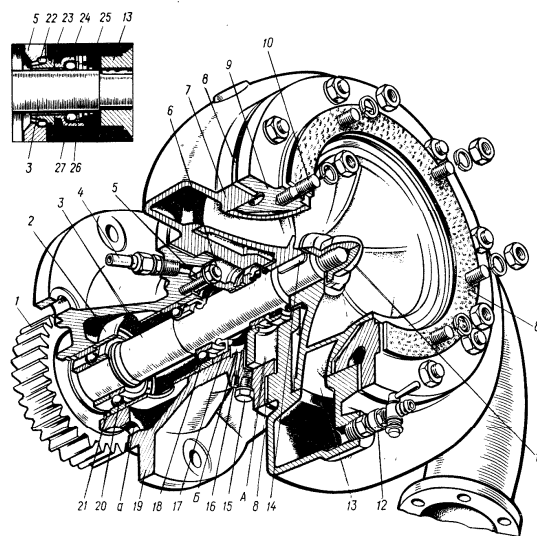


Рис. 74. Основной водяной насос:
1 — шестерня привода; 2 — дистанционная втулка; 3 — вал насоса; 4 — труба подвода воды к сальнику Гетца; 5 — фланец; 6, 10 — шпильки; 7 — корпус насоса; 8 — паронитовая прокладка; 9 — передняя крышка; 11 — гайка; 12 — край для слива воды; 13 — лопатное колесо; 14 — шпонка; 15 — пробка; 16 — сливное отверстие в корпусе; 17 — сальник Гуффера; 18, 20 — шариковые подшипники; 19 — задняя крышка; 21 — стопорное кольцо; 22, 27 — резиновые кольца; 23, 26 — стальные кольца; 24 — графитовое кольцо; 25 — коническая пружина; A, B — полости; а — отверстие для слива масла

Допоміжний водяний насос (рисунок 75) по конструкції майже не відрізняється від основного водяного насоса. Різниця полягає в тому, що допоміжний насос має менші розміри і його уліткоподібний корпус 6 відлитий як

одне ціле із задньою кришкою. На задньому кінці валу 3 робочі колеса насоса укріплена шестерня приводу 1 ($Z = 23$), що знаходиться в зачепленні з провідною шестернею колінчастого валу ($Z = 67$). Оскільки в приводі цього насоса немає проміжної шестерні, як у основного насоса, то напрям обертання робочого колеса протилежний напрямку обертання колінчастого валу, тобто вал насоса обертається проти годинникової стрілки. Подача насоса досягає 32400 л/год (9 л/с) при частоті обертання робочого колеса 2200 об/хв.

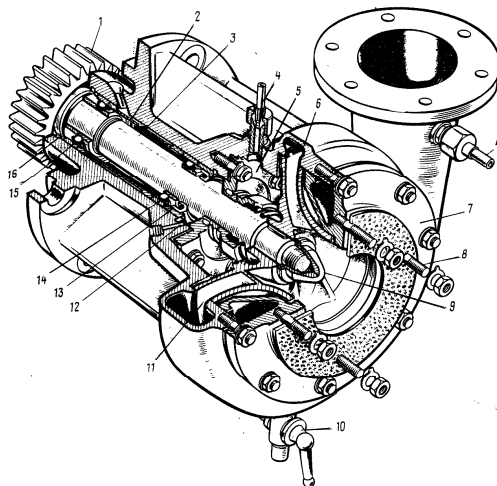


Рис. 75. Вспомогательный водяной насос:
1 — шестерня привода; 2 — дистанционная втулка; 3 — вал насоса; 4 — труба подава воды к салынику Гетца; 5 — фланец; 6 — корпус насоса; 7 — передняя крышка; 8 — шпилька; 9 — гайка; 10 — край для ссыва воды; 11 — рабочее колесо; 12 — сливное отверстие в корпусе; 13 — салыник; 14, 15 — шариковые подшипники; 16 — стопорное кольцо

Домашнє завдання: л.1 ст.150-154; л.9 ст.130-136.

ЗАНЯТТЯ №26

Тема: Лабораторна робота №8 «Дослідження конструкції елементів системи водяного охолодження».

Домашнє завдання: Звіт №8

ЗАНЯТТЯ №27

Тема: «Тепловозний холодильник»

План заняття: 1. Будова тепловозного холодильника

2. Секції радіаторів

3. Водомасляні теплообмінники

4. Повітроохолоджувачі

1. Пристрої тепловоза, що охолоджують, займають частину кузова тепловоза, так звану холодильною камерою або шахтою холодильника. Вони складаються з секцій радіатора, колекторів, вентилятора і його приводу, жалюзі і системи

управління жалюзі. Схеми розміщення радіаторів в кузові представлені на рисунку 9.11. На тепловозах застосовуються вентилятори з механічним, електричним і гідростатичним приводом.

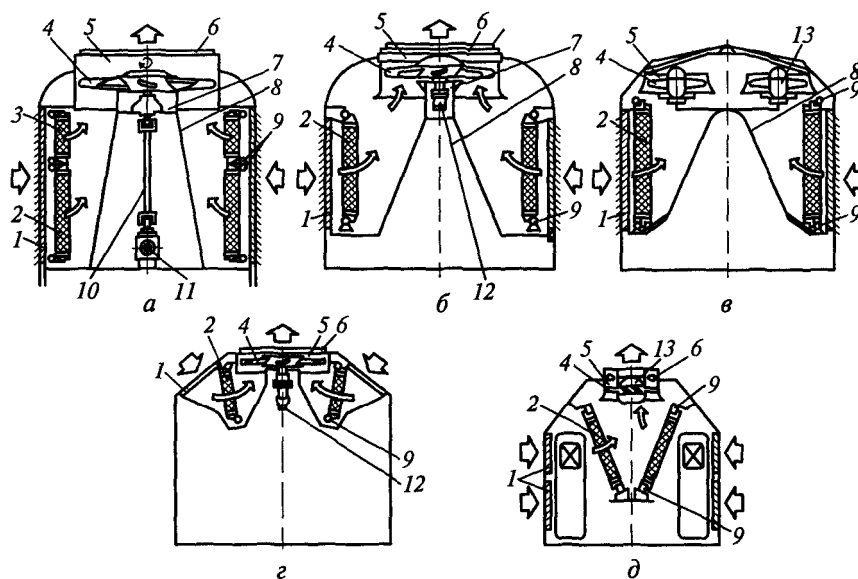


Рис. 9.11. Схеми розміщення радіаторів на тепловозах:

а — 2ТЭ10В (Л); б — ТЭП60; в — 2ТЭ116; г — ТГ16; ТЭП70; д — ТЭ109 (стрелками показано течение охлаждающего воздуха); 1, 6 — поворотные жалюзи; 2 — секции радиаторов нормальной длины; 3 — секция радиатора укороченная; 4 — вентиляторное колесо; 5 — диффузор; 7, 8 — горизонтальные и наклонные листы шахты холодильника; 9 — коллектор; 10 — карданный вал; 11 — редуктор; 12 — гидростатический мотор; 13 — электропривод вентилятора

Система управління відкриттям і закриттям жалюзі регулює величину потоку повітря, що охолоджує, залежно від температури рідини, що охолоджує.

2. Секції радіаторів є частиною загального радіатора і застосовуються нормальної і укороченої довжини. Секція радіатора (рисунок 9.12) - це багатотрубний теплообмінник, що складається з двох пакетів тонкостінних плоскоовальних трубок з латуні маркі Л96. Загальне число трубок 76, з них 68 робочі, а 8 - глухі, такі, що забезпечують жорсткість секції. Кожен пакет трубок має загальні ребра з пластин мідної фольги завтовшки 0,1 мм з кроком 2,3 мм, припаяні до трубок і призначені для збільшення площини охолодження повітрям.

На сучасних тепловозах секції радіаторів застосовуються в основному для охолодження води, дизеля або води, що охолоджує наддувочне повітря і масло дизеля. Така система значно підвищила надійність тепловоза, оскільки що застосовувалися раніше легко-масляні секції швидко засмічувалися, погано піддавалися промивці і не забезпечували надійного охолодження масла дизеля.

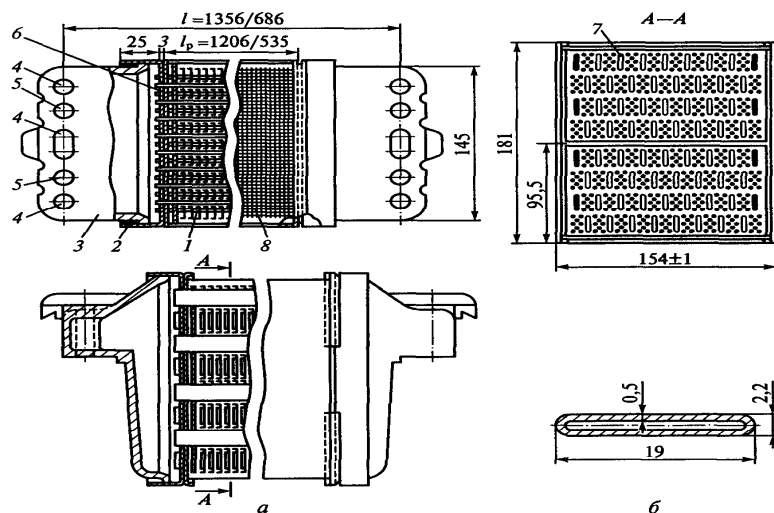
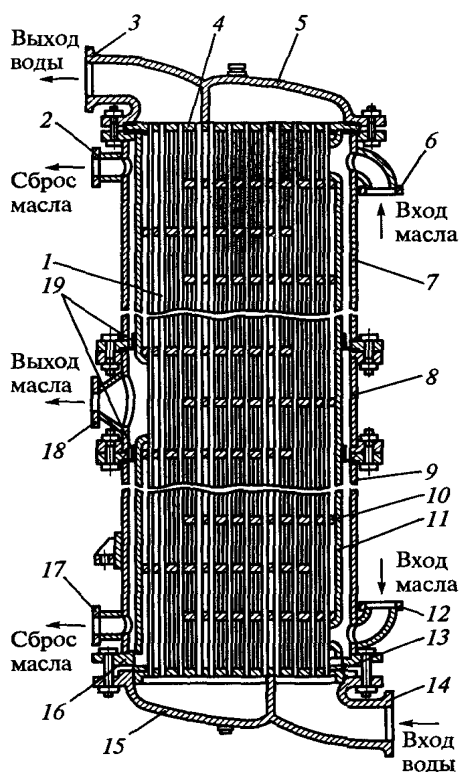


Рис. 9.12. Водовоздушная секция радиатора:

a — общий вид; *b* — сечение трубки; 1, 7 — плоскоовальные трубки; 2 — нижняя (верхняя) коробка; 3 — стальной коллектор; 4 — отверстия для воды; 5 — отверстия для шпилек; 6 — медная пластина; 8 — пластины оребрения; *l* — длина радиатора; *l_p* — активная длина радиатора

3. Водомасляні теплообмінники встановлюються на всіх сучасних тепловозах, що випускаються. Вони є кожухотрубними теплообмінниками, в яких одна рідина (вода) протікає по трубках, а інша (масло) омиває їх зовні, заповнюючи кожух. На рисунку 9.13 представлений теплообмінник з роз'ємним кожухом. Водомасляні теплообмінники інших тепловозів влаштовані, в принципі, так само. Вони можуть відрізнятися числом і довжиною трубок, числом ходів масла і тому подібне. У теплообмінниках тепловозів 2ТЭ116 і ТЕП70 застосовані трубки, що мають зовнішнє поперечно-гвинтове оребрення, що збільшує поверхню теплообміну з боку масла. Обребрення створюється шляхом накатки. Недолік такої конструкції - трудність очищення масляної порожнини від забруднень.



4. Повітроохолоджувачі застосовуються в системах повітропостачання дизеля. Вони є водоповітряними трубчастими теплообмінниками, в яких по трубках протікає вода з системи охолодження, а простір між ними омивається повітрям.

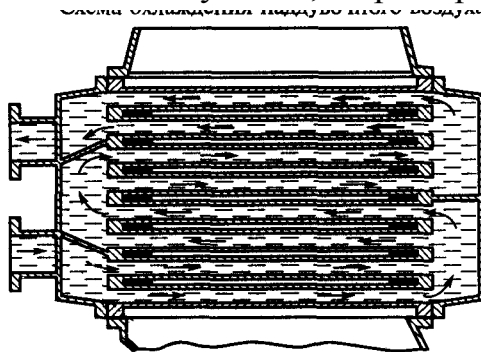


Рис. 9.14. Охладитель наддувочного воздуха:

1 — водяной патрубок; 2, 7 — передняя и задняя крышки; 3 — трубная доска; 4 — латунная трубка; 5 — банка; 6 — боковой лист; 8 — рамка; 9 — перегородка

Домашнє завдання: л.1 ст.162-169. Самостійна робота «Тепловозні холодильники маневрових тепловозів»

ЗАНЯТТЯ №28

Тема: «Система подачі повітря в циліндри»

План заняття: 1. Призначення і умови роботи системи подачі повітря

2. Будова системи подачі повітря
3. Нагнітачі робочого повітря
4. Турбокомпресор

1. Повітряна система дизеля призначена для постачання дизеля необхідною кількістю чистого повітря під надмірним тиском для наповнення циліндрів, а також для їх продувки. Сучасні дизелі тепловозів вимагають для своєї роботи великі витрати повітря (15-17 тис. м³/год - дизелі 10Д100 і 11Д45). Для подачі повітря в системах різних тепловозів використовуються нагнітачі (компресори) різних типів. Повітря забирається ззовні тепловоза через повітроприймаючі пристрої. Повітря, ззовні тепловоза, під час руху містить в зваженому стані велику кількість різноманітних за природою і різних по розмірах твердих частинок - порошків.

Наявність пилу в повітрі прискорює знос деталей двигунів. Тому всі дизелі тепловозів обов'язково забезпечуються очисниками повітря.

2. Система подачі робочого повітря на дизелях складається з повітроприймаючих пристроїв 1, очисників повітря 2, нагнітачів (приводних 3 або газотурбінних, таких, що складаються з відцентрового компресора 4а і газової турбіни 4б), впускних колекторів 6 і проміжних повітроводів (рисунк 6.17, а). Для збільшення маси заряду повітря в робочих циліндрах застосовують охолодження

наддувочного повітря за допомогою спеціальних повітроохолоджувачів 5 (рисунок 6.17. б). Охолодження наддувочного повітря особливо необхідне за наявності так званого високого наддуву. При двоступінчатому стисненні охолоджувач наддувочного повітря 5 розміщується або після нагнітачів - дизель 10 Д100 (рисунок 6.17, в), або між нагнітачами першого і другого ступенів (проміжне охолодження) - дизель 11Д45.

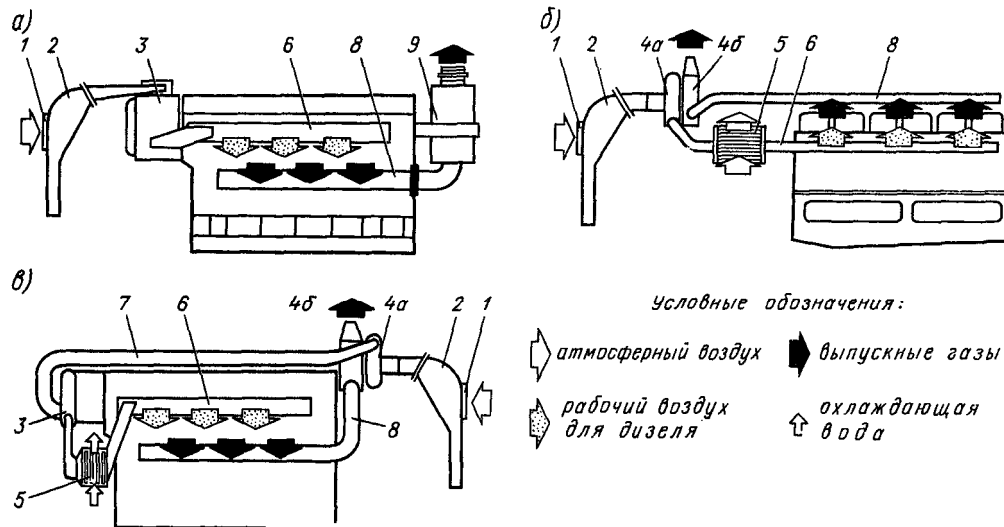
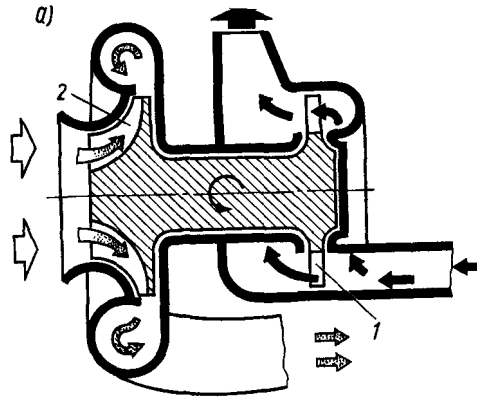


Рис. 6.17. Схемы систем воздухопоснабжения и выпуска газов тепловозных дизелей: а -- 2Д100; б -- ПД1М; в -- 10Д100

3. На дизелях тепловозів набули поширення нагнітачі двох основних типів: об'ємні (роторні) нагнітачі і відцентрові компресори. І ті, і інші можуть використовуватися з приводом від колінчастого валу дизеля. Проте відцентрові компресори ефективніше використовуються при індивідуальному приводі від самостійної газової турбіни, що працює на вихлопних газах дизеля. В цьому випадку компресор і турбіна конструктивно об'єднуються в єдиний агрегат- турбокомпресор.

4. Безпосередній привід нагнітачів від колінчастого валу дизеля володіє серйозним недоліком - продуктивність нагнітачів в цьому випадку зв'язана із швидкістю обертання колінчастого валу. В той же час система газотурбінного наддуву не має цього недоліку. Нагнітачем такої системи служить автономний турбокомпресор (рисунок 6.19, а), механічно не пов'язаний з валом дизеля. Він складається з двох агрегатів: осьової газової турбіни і відцентрового компресора, об'єднаних в одну машину. Ротор газової турбіни 1 і відцентрове колесо компресора 2 знаходяться на загальному валу. До турбіни через випускний колектор підводяться вихлопні гази, енергія яких приводить в обертання ротор. Продукти згорання, що розширилися, випускаються в атмосферу.



При обертанні ротора об'єм повітря, ув'язнений, між лопатками повітряного компресора переміщається від центру колеса до його периферії. Стисле повітря нагнітається у впускний колектор дизеля. Продуктивність компресора прямо пропорційна швидкості обертання колеса. Ротори турбокомпресорів обертаються із змінною швидкістю, залежною від потужності дизеля, точніше, від кількості випускних газів, тобто від кількості спалюваного палива. Важлива перевага газотурбінного наддуву полягає у використанні енергії вихлопних газів.

Домашнє завдання: л.1 ст.154-162

ЗАНЯТТЯ №29

Тема: «Система випуску відпрацьованих газів»

План заняття: 1. Пристрої для відводу відпрацьованих газів

2. Випускний колектор тепловоза ЧМЭ 3, ЧМЭ 3^Т

1. Пристрої для відведення відпрацьованих газів від дизеля включають випускні колектори 8 (рисунок 6.18) і глушники шуму 9. Відпрацьованні гази від циліндрів дизеля відводяться по випускній системі в атмосферу, а при газотурбінному наддуві - в турбокомпресори. Оскільки температура відпрацьованих газів дизеля висока (500- 550 °С), випускні колектори виконують складеними. Для забезпечення лінійного розширення при нагріві ланки колекторів сполучають поршневими компенсаторами. Зовні колектори покривають термоізоляційним матеріалом, який закритий в захисний сталевий кожух. Це має подвійну мету: збереження теплоти газу для використання його енергії в турбіні і оберігання від надмірного нагріву поверхні і віддачі тепла в машинне відділення.

У чотиритактних дизелях типу Д49 (тепловози 2ТЭ116, ТЭП70), а також в двотактних дизелях типу Д100 випускні колектори мають подвійні стінки, в порожнинах між якими циркулює вода з системи охолодження.

На маневрових тепловозах (ТЭМ2) застосовуються іскрогасники, що встановлюються на вихлопному патрубку і підвищують пожежну безпеку тепловоза.

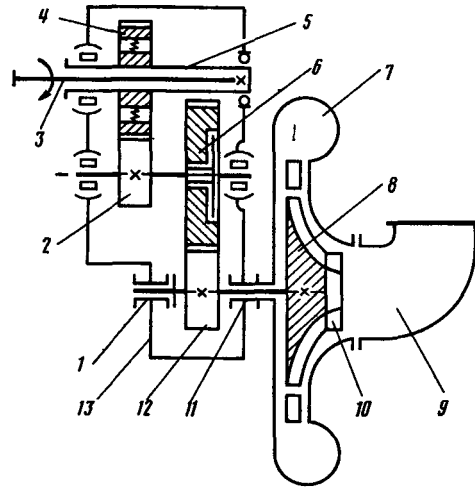


Рис. 6.18. Схема центробежного нагнетателя дизеля 10Д100 и его привода

2. Для відведення відпрацьованих газів від циліндрових кришок до турбонагнітача використовуються випускні колектори (рисунк 78). Дизель К6S310DR обладнаний двома випускними колекторами.

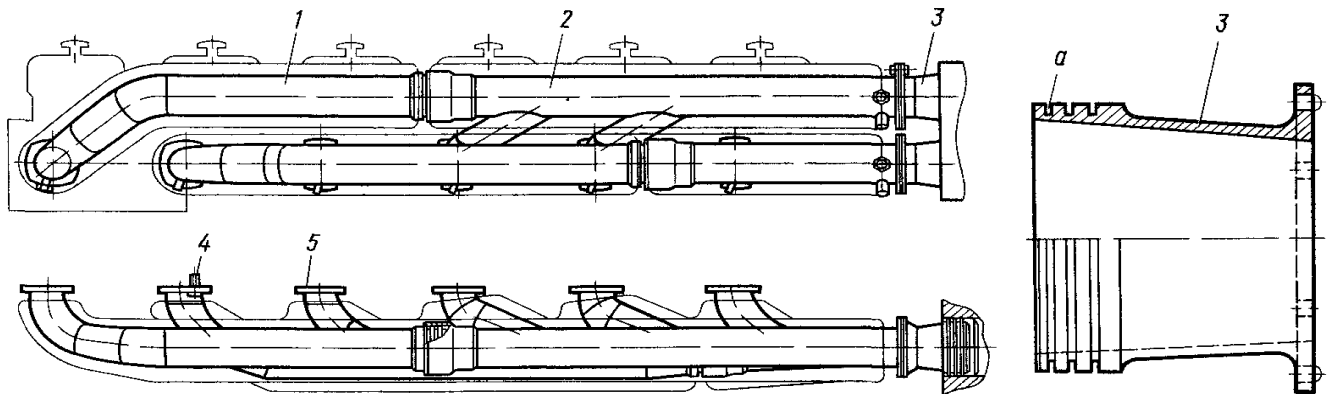


Рис 78 Выходные коллекторы
1, 2 — части коллектора, 3 5 — патрубки, 4 — болт, а — канавка

Верхній колектор своїми патрубками 5 приєднаний до першої, четвертої і п'ятої циліндровій кришки, а нижній - до другої, третьої і шостої. При такому з'єднанні колекторів з циліндрами випуск газів в кожен колектор відбувається після повороту колінчатого валу на 240° . За цей період тиск в колекторі встигає знизитися до моменту продування в наступному циліндрі. Крім того, наявність двох колекторів забезпечує пульсуючий потік газів, що йдуть до турбіни, що дозволяє ефективніше використовувати їх енергію. Кожен патрубок 5 прикріплений чотирма болтами 4 до фланця циліндрової кришки і ущільнений паронітовою прокладкою. У патрубку 5 є отвір, закритий пробкою і використовуваний при реостатних випробуваннях тепловоза для установки термодатчиків, за допомогою яких вимірюють температуру випускних газів по циліндрах. Кожен колектор складається з двох частин 1 і 2 і патрубка 3, відлитих із сталі. Місця стикування двох частин колектора і патрубка з турбонагнітачем виконані рухомими з урахуванням температурної зміни

довжини деталей. Ущільнення по стику забезпечується трьома жароміцними чавунними кільцями, для чого на зовнішній поверхні частини 2 і патрубка 3 проточені кільцеві канавки а. Патрубок 3 за допомогою шести болтів прикріплений до фланця задньої частини 2 колектори і ущільнений мідно- азбестовою прокладкою.

Частини 1 і 2 колектори виконують з термоізоляцією, для чого їх обмотують азбестовим шнуром і обшивають склотканиною, а зверху закривають тонкостінними оцинкованими сталевими кожухами. Останні зроблені роз'ємними і складаються з декількох частин, які сполучають болтами, що вкручуються в кожух.

Домашнє завдання: л.1 ст.157-162, л.9 ст. 142-143

ЗАНЯТТЯ №30

Тема: Лабораторна робота №9 «Дослідження елементів системи повітропостачання та випуску відпрацьованих газів».

Домашнє завдання: Звіт №9

ЗАНЯТТЯ №31

Тема: «Привід основного та допоміжного обладнання»

План заняття: 1. Види з'єднань

2. Затрати потужності на допоміжне обладнання

3. Типи приводів допоміжного обладнання

1. З'єднання валу дизеля з валом тягового генератора на тепловозах виконане по-різному. Нижній колінчастий вал дизелів типу Д100 (на тепловозах ТЭЗ, 2ТЭ10В) сполучений з валом якоря головного генератора напівжорсткою пластинчастою муфтою 24 (рисунок 12.10), що допускає деяку неспіввісність валів. На зовнішній циліндровій поверхні провідного диска муфти нарізані зуби, з якими може входити в зачеплення черв'як валоповоротного механізму, за допомогою якого здійснюють пробуксовку валу при регулюванні і ремонті дизеля. Таке ж з'єднання застосоване на тепловозах ТЭП60 (дизель 11Д45А) і М62 (дизель 14Д40). Вал дизелів типу Д50 (ПД1М) сполучений своїм фланцем з якорем генератора жорстко, на болтах.

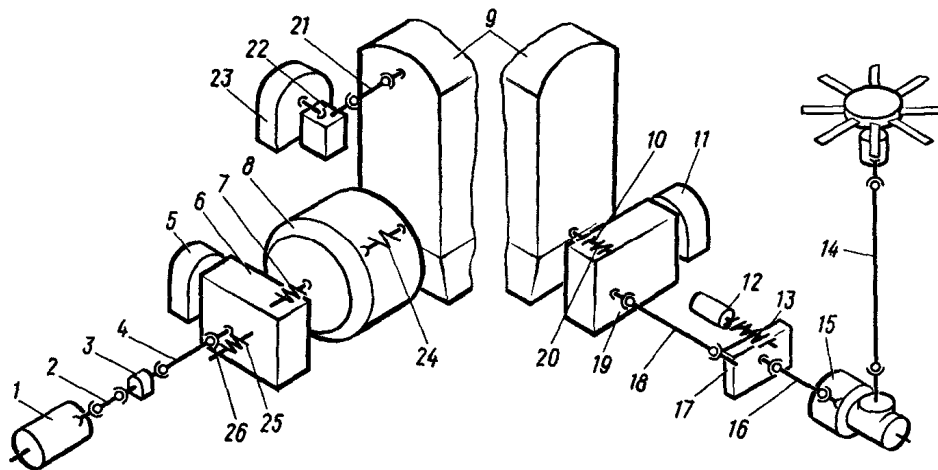


Рис. 12.10. Схема привода вспомогательного оборудования на тепловозе 2ТЭ10В

2. Оскільки єдиним джерелом енергії на тепловозі є дизель, то всі циркуляційні агрегати допоміжного устаткування (насоси, вентилятори і т. п.) отримують енергію від валу дизеля. Частину потужності дизеля, що витрачається на привід допоміжного устаткування (тобто на власні потреби), іноді називають допоміжною потужністю.

Основні споживачі допоміжної потужності на тепловозах з електричною передачею: вентилятори холодильника, гальмівний компресор, вентилятори охолодження тягових електричних машин і двомашинний агрегат. Частка допоміжної потужності на сучасних тепловозах складає 11 -12 % номінальній потужності дизеля.

3. Допоміжна потужність може передаватися від валу дизеля до агрегатів-споживачів наступними способами: **механічним** (безпосереднє з'єднання, кліноременная або зубчата передача); **гідравлічним** (гідростатичний привід або гідродинамічна муфта), **електричним** (електродвигуни змінного або постійного струму з живленням або від тягового генератора, або від спеціального допоміжного генератора, наприклад стартер-генератора). Привід будь-якого типу може бути **груповим або індивідуальним**. Різні агрегати допоміжного устаткування пред'являють різні вимоги до приводу залежно від особливостей режимів своєї роботи.

Привід вентилятора холодильника повинен бути регульованим залежно від температур рідин, що охолоджують: привід компресора -якщо нерегульованим, то, принаймні, що відключається, оскільки його робота потрібна, лише коли тиск в головних резервуарах нижче встановленого (на жаль, ця умова реалізована лише на деяких маневрових тепловозах. На магістральних же - компресор не відключається, а лише переводиться в режим холостого ходу відкриттям клапанів, що відбивається на його зносі). Привід двомашинного агрегату і вентиляторів тягових електричних машин на всіх вітчизняних тепловозах не відключається і нерегульований.

Механічний привід здійснюється, як правило, за допомогою системи валів і одного-двох розподільних редукторів, причому в конструкції останніх все частіше, крім жорстких зубчатих передач, застосовуються і гідродинамічні апарати.

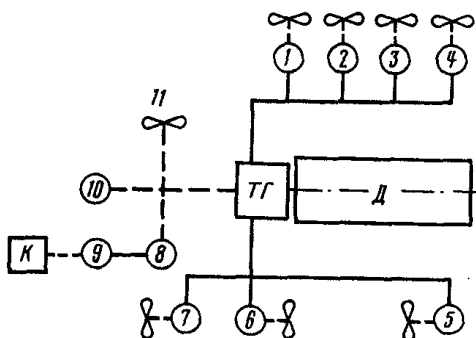


Рис. 12.12. Схема привода допоміжного обладнання на тепловозі 2ТЭ116

Електричний привід змінного струму застосований на тепловозі 2ТЭ116. Основні споживачі допоміжної потужності -- мотор-вентилятори холодильника 1-4 (рисунок 12.12), мотор-вентилятори тягових електродвигунів 5, 6 і мотор-вентилятор 7 випрямної установки - отримують живлення безпосередньо від синхронного тягового генератора ТГ; мотор-компресор 9 живиться від стартер-генератора 8. Останній, а також вентилятор 11 тягового генератора і збудник 10 мають механічний

привід. Привід всіх агрегатів в цій системі нерегульований, що є одним з принципових недоліків електроприводу на змінному струмі. Регулювання температур рідин, що охолоджують, тут може здійснюватися лише дискретно - включенням і виключенням окремих вентиляторів. Іншим недоліком даної системи є те, що включення і відключення цих мотор-вентиляторів, що працюють паралельно тяговим електродвигунам силового ланцюга, відбиваються на режимах їх роботи.

Домашнє завдання: л.1 ст. 344-347

ЗАНЯТТЯ №32

Тема: «Допоміжне обладнання. Пісочна система. Система пожежогасіння»

План заняття: 1. Допоміжне обладнання

2. Призначення та будова пісочної системи

3. Призначення та будова системи пожежогасіння

1. Допоміжним устаткуванням тепловоза називається сукупність пристроїв, що забезпечують нормальну роботу дизеля, передачі в екіпажній частині.

До допоміжного устаткування, що забезпечує роботу передачі, можуть бути віднесені система повітряного охолодження тягових електричних машин і система охолодження робочої рідини гідропередачі. Допоміжним устаткуванням екіпажної частини є пісочна система, система вентиляції кузова, протипожежні пристрої і система пожежної сигналізації. Загальною для основних агрегатів тепловоза є повітряна система управління.

2. Для збільшення зчеплення коліс локомотивів з рейками на важких ділянках профілю, а також при початку руху поїзда з місця застосовують подачу сухого піску до точок контакту коліс з рейками. Для цієї мети і служить на тепловозах пісочна система. Вона складається з бункерів для зберігання сухого піску і форсунок для подачі піску під колеса, сполучених між собою трубопроводами, а також пристроїв управління.

Схема системи. Подача піску в системі і управління її дією здійснюються за допомогою стислого повітря. У зв'язку з цим система (рисунок 12.7) підключена кранами 5 до гальмівної магістралі, а через клапан 7 - до повітряної системи управління. Система подачі піску складається з бункерів для піску, розподільників повітря, форсунок і трубопроводів.

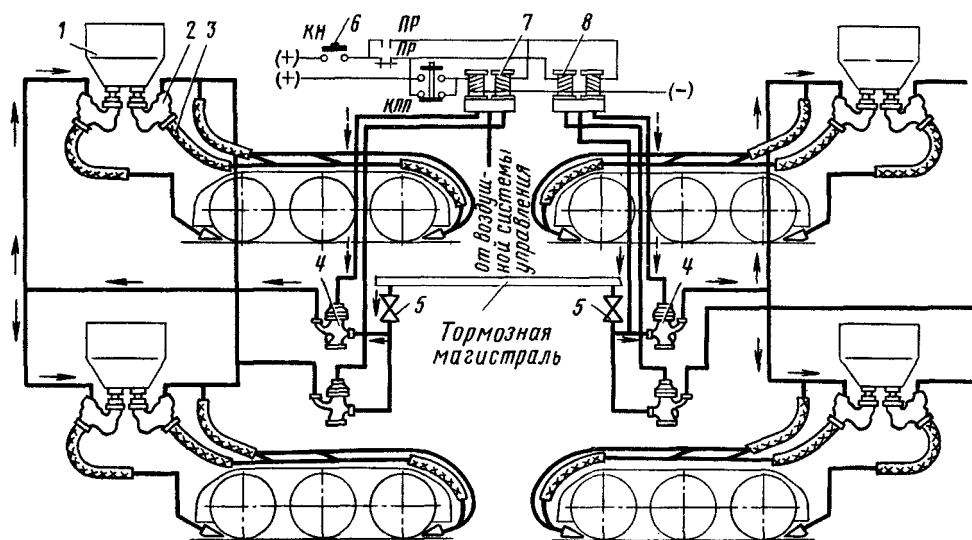


Рис. 12.7. Схема песочной системы

Пісок зберігається в чотирьох бункерах 1, завантажувальна горловина яких розміщена з обох боків на передній і задній стінках кузова тепловоза. Загальна ємкість бункерів однієї секції тепловоза 2ТЭ10В - 910 кг піску. З бункерів пісок самотією стікає у форсунки 2, з яких повітрям прямує під колеса по гумових рукавах 3.

3. Причини виникнення пожеж на тепловозах пов'язані з можливими пошкодженнями дизеля або електричного устаткування, а також з неправильним їх обслуговуванням.

Попадання масла на деталі електричного устаткування тепловоза також може привести до загоряння. Крім того, і самі електричні прилади можуть бути причиною пожежі при їх неправильному утриманні (іскріння машин і апаратів, замикання на корпус, перекидання дуги, замаслення проводів і контактів, використання нетипових запобіжників або невідповідних опорів і т. д.).

Протипожежне устаткування тепловозів зазвичай складається із стаціонарної установки для гасіння пожежі, переносних вогнегасників і системи автоматичної пожежної сигналізації для швидкого виявлення пожежі.

Установка для гасіння пожежі, вживана на магістральних тепловозах, за принципом дії є повітрянопінною. Вона складається (рисунок 12.9) з резервуару 4 об'ємом 290 л, двох змішувачів 3 з шлангами і трубопроводів. У резервуар,

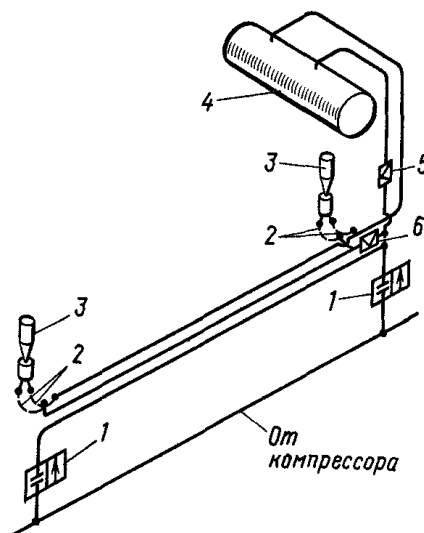


Рис. 12.9. Схема противопожарной установки

розташований в задній частині дизельного приміщення під дахом (тепловоз 2ТЭ10В) або на підлозі (ТЭЗ), заправляється 270 л води і 11,6 л піноутворювача ПО1 (4 % загального об'єму розчину).

Установка підключена через крани 1 до повітряної системи тепловоза. Відкриття будь-якого з кранів приводить до включення в дію змішувачів.

Повітря, проходячи через кран 1 і клапан максимального тиску 5, відрегульоване на тиск 0,25-0,28 МПа, потрапляє в резервуар 4 і видавлює розчин до змішувачів 3 через шланги 2.

Система автоматичної пожежної сигналізації на тепловозах складається з термодатчиків - теплових сповіщувачів і засобів сигналізації. Датчиками служать терморезистори, що володіють властивістю релейного ефекту. Схема побудована на спрацьовування датчиків при температурі $+ 90 \pm 10^{\circ}\text{C}$. Датчики розміщені в найбільш пожежонебезпечних місцях тепловоза .

Домашнє завдання: л.1 ст. 340-342

ЗАНЯТТЯ №33

Тема: «Повітропостачання. Система автоматики»

План заняття: 1. Система повітряного охолодження тягових електричних машин

2. Повітряна система керування

1. При роботі тягових електричних машин частина підведеної до них енергії перетворюється в активних частинах машини (у обмотках і магнітній системі) в теплову, що веде до нагрівання машин і підвищення температури обмоток і їх ізоляції.

Основним призначенням системи охолодження тягових електричних машин і апаратів є створення умов тепловідводу, в яких перевищення температур обмоток при будь-яких можливих режимах роботи не виходило б за допустимі межі.

На тепловозах з електричною передачею змінно-постійного струму не менш важливим, чим електричні машини, об'єктом охолодження є напівпровідникова випрямна установка.

Системи повітряного охолодження тягових електричних машин тепловозів складаються з повітроприймаючих пристроїв (жалюзі або сітки), повітряних фільтрів, вентиляторів і повітроводів. Залежно від розміщення вентилятора тягові машини діляться на ті, що самовентильються (вентилятор вбудований в машину і знаходиться на її валу, як у тягових генераторів тепловозів ТЭМ2, ТЭЗ і т. п.) і машини з незалежною вентиляцією - від окремого самостійного вентилятора (тягові електродвигуни і головні генератори сучасних тепловозів). Крім того, розрізняють системи вентиляції індивідуальні, групові і централізовані. При індивідуальній системі кожна машина має свій вентилятор, при груповій один вентилятор подає повітря декільком однотипним машинам. Централізована система припускає повітропостачання всіх електричних машин тепловоза від однієї потужної установки вентилятора.

Сучасні вітчизняні тепловози мають змішану систему повітропостачання електричних машин: тягові генератори забезпечені індивідуальними вентиляторами, а тягові електродвигуни об'єднані в дві групові системи (по візках).

Перевагою централізованих систем є заміна трьох-чотирьох вентиляторів одним, що спрощує конструкцію приводу, знижує вагу приводу його від валу дизеля. У централізованих системах можна використовувати ефективніші високопродуктивні вентилятори. Недоліком централізованої системи є наявність додаткових повітроводів великої протяжності і збільшення витрат потужності, пов'язане з підвищенням втрат тиску.

Вентилятори в системах охолодження тягових електричних машин і апаратів застосовуються два типів: відцентрові і осьові. У корпусі 3 відцентрових вентиляторів тягових електродвигунів (рисунок 12.1) встановлено колесо вентилятора 2, що складається з маточини 5, консольно посадженою на вал 6, диску 7 і кільця 1, яким приклепані штамповані лопатки 4.

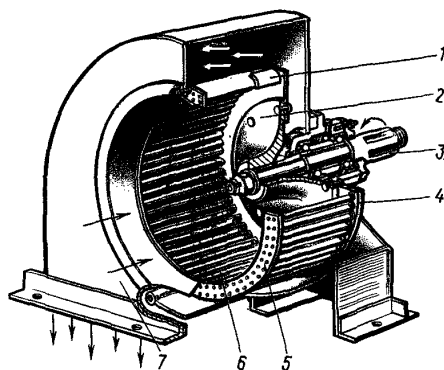


Рис. 12.1. Центробежный вентилятор системы охлаждения тяговых электродвигателей

2. Велика частина апаратів контролю і управління тепловоза працює за електропневматичним принципом. Сигнал, що управляє, поступає до них у вигляді електричного струму, а виконавча дія здійснюється пневматичним приводом - під дією стислого повітря. Джерелом стислого повітря для живлення пневматичних апаратів на тепловозі служить гальмівний компресор. Тиск повітря в головному повітряному резервуарі тепловоза автоматично підтримується на рівні 0,75-0,85 МПа. Повітря до апаратів поступає від гальмівної магістралі по трубопроводах повітряної системи управління.

Системи повітропроводів управління вітчизняних тепловозів в принципі однакові. Для прикладу на рисунок 12.6 приведена схема основних повітропроводів управління тепловоза 2ТЭ10В. Повітря в систему поступає від повітряної гальмівної магістралі тепловоза через фільтр 1.

Через клапан 7, що підтримує постійний тиск 0,55-0,60 МПа, який контролюється по манометру 23, повітря поступає до найбільш відповідальних апаратів управління: до приводу реверсора 9, електропневматичним груповим 8 і поїздовим 11 контакторам, електропневматичному клапану пісочниці 10, електропневматичним вентилям 12 циліндра включення ряду паливних насосів дизеля і 13 прискорювача пуску дизеля.

Система має патрубки 22 і 24 для відбору повітря при обдуванні холодильника, тягового генератора і високовольтних камер і крани 4, 15, 21 і 25.

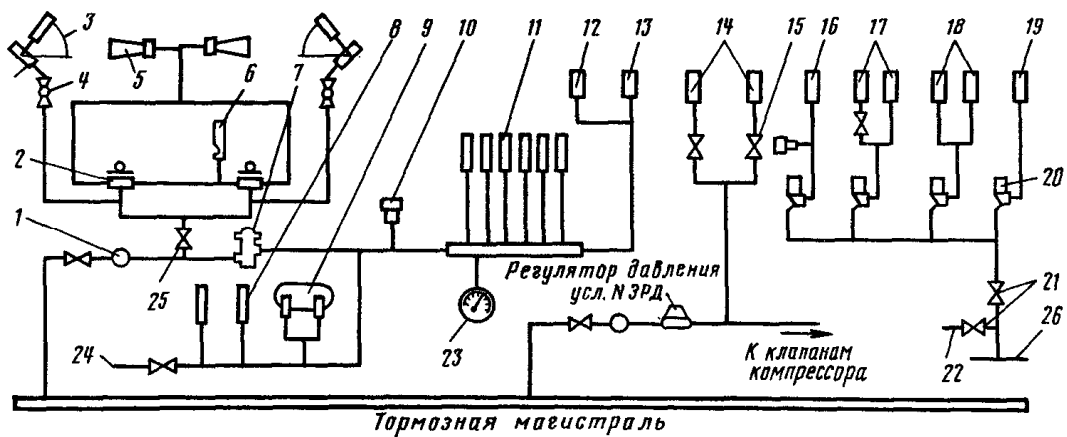


Рис. 12.6. Схема воздушной системы управления тепловоза 2ТЭ10В

Домашнє завдання: л.1 ст. 335-340

ЗАНЯТТЯ №34

Тема: Лабораторна робота №10 «Дослідження приводів основного та допоміжного обладнання».

Домашнє завдання: Звіт №10

ЗАНЯТТЯ №35

Тема: «Екіпажна частина тепловоза»

План заняття: 1. Загальні відомості про екіпажну частину

2. Основні вузли екіпажної частини

1. До екіпажної частини тепловоза відносяться ті його вузли і конструкції, які служать для розміщення дизеля, передачі і допоміжного устаткування, а також для створення (у взаємодії з рейками) сили тяги, для передачі горизонтальних зусиль (тягових і гальмівних) до складу, а вертикальних навантажень - на рейки. Конструкція екіпажа є, таким чином, одночасно основою для всієї силової установки тепловоза і механізмом для реалізації сили тяги і процесу руху.

2. Основними вузлами екіпажа тепловоза є головна рама 26 (рисунок 1.3) з ударно-зчепними пристроями (автозчепками) 21, кузов 12 і ходові частини, до яких відносяться візки 25 з колісними парами 23, буксами і ресорним підвішуванням. Вузли і деталі екіпажної частини працюють в складних умовах і виконують різні функції.

Головна рама тепловоза служить підставою для силової установки. Через неї передаються вертикальне навантаження - на ходові частини, а горизонтальні сили - через автозчеплення - до складу вагонів. **Кузов служить** зовнішньою

огороженою силовою установкою тепловоза і допоміжного устаткування, що захищає їх від атмосферних дій. На деяких тепловозах кузов конструктивно об'єднаний з рамою і сприймає її навантаження («несучий кузов»).

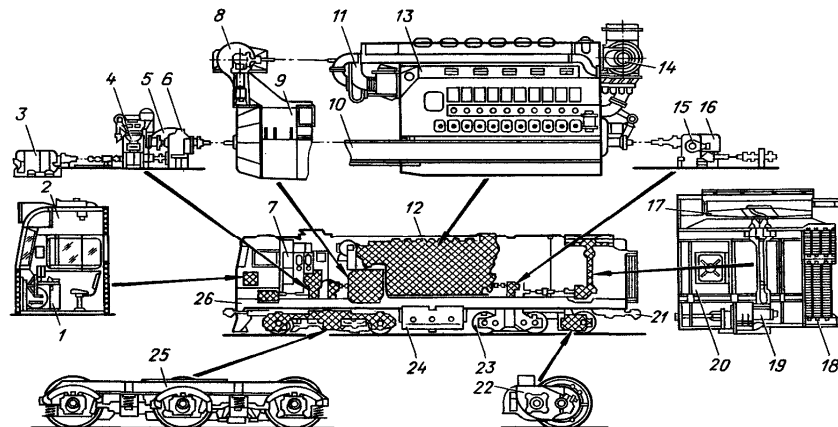


Рис. 1.3. Схема размещения основных узлов на секции тепловоза 2ТЭ10

Колісні пари направляють рух локомотива по рейковій колії, передають його вагу на рейки і, спираючись на них, беруть участь в реалізації сили тяги, що створюється двигуном тепловоза, а також гальмівної сили. Осі колісних пар тепловозів обертаються в підшипниках букс, які пов'язані з рамою (візка або тепловоза). Для зменшення динамічної дії тепловоза на шляху і пом'якшення зворотної дії - ударів на нерівностях шляху на устаткування силової установки тепловоза і на локомотивну бригаду - рама спирається на букси через пружні ланки (ресори або пружини), створюючи пружне (або так зване ресорне) підвішування.

Число осей (колісних пар) тепловоза визначається його вагою і допустимим навантаженням від осі на рейки. Тепловози з електричною передачею, що мають велику вагу, виконуються зазвичай не менше чим з шістьма осями. При такій кількості осей і розміщенні їх в одній загальній рамі виникали б утруднення для руху локомотива в кривих ділянках шляху. Для полегшення проходження тепловозами кривих ділянок шляху їх колісні пари (ведучі осі) об'єднуються в два візки, кожна з яких має можливість повертатися щодо осі локомотива на деякий кут. Промислові тепловози невеликої потужності з гідравлічною передачею, мають всього дві-три осі, виконуються без візків. Їх колісні пари своїми буксами встановлюються прямо в головній рамі.

Домашнє завдання: л.1 ст. 285-286. Самостійна робота «Екіпажна частина маневрових тепловозів»

ЗАНЯТТЯ №36

Тема: «Рама візка»

План заняття: 1. Призначення візків

2. Типи візків

3. Конструкція рами візка

1. Візки передають вертикальні навантаження від ваги кузова і рами тепловоза зі встановленим на ній силовим і допоміжним устаткуванням на рейки, створюють у взаємодії з рейками тягові і гальмівні сили, направляють рух тепловоза в рейковій колії, передаючи на раму тепловоза поперечні зусилля від рейкового шляху.

2. Візки тепловозів конструктивно розрізняються залежно від типу передачі, числа осей, способу передачі моменту, що обертає, від двигуна на колісні пари. Крім того, конструкція візка і її рами залежить від способу передачі навантаження від кузова. Візки можуть бути двух-, трьох- і чотиривісними.

Візок складається з рами візка з опорно - повертаючого пристрою, колісних пар з буксами, приводних пристроїв для передачі моменту, що обертає, від двигуна, ресорного підвішування. На візку розміщується також устаткування гальмівної і пісочної систем.

На сучасних серійних вітчизняних тепловозах застосовуються візки трьох основних типів: тривісний щелепний візок тепловозів з електричною передачею і опорно - осьовим підвішуванням тягових електродвигунів (тепловози ТЭЗ, ТЭ7, 2 ТЭ10Л, М62, ТЭМ1, ТЭМ2 і ін.); то ж безщелепна (тепловози 2 ТЭ10В, 3 ТЭ10М, 2 ТЭ116); тривісний безщелепний візок тепловозів з електричною передачею і опорно-рамним підвішуванням тягових електродвигунів (тепловози ТЭП70, 2 ТЭ121 і ТЭП60).

3. Конструкція рами візка залежить від призначення візка, числа осей, пристрою опор кузова і способу передачі моменту, що крутить, від тягового електродвигуна або редуктора гідравлічної передачі. Основними елементами рами є її бічні балки (боковини), з якими з'єднуються букси.

Залежно від числа осей візка і способу передачі на неї вертикального навантаження боковини рами можуть з'єднуватися по-різному. На двовісних візках боковини 1 з'єднуються трьома поперечними балками (рисунок 11.25, а), середня з яких (2) є більш потужною. У разі центрального прикладання вертикального навантаження через шкворінь вона називається шкворневою і передає всі сили між візком і рамою тепловоза, причому основним навантаженням на неї є момент, що вигинає, від вертикальних сил. Кінцеві балки 3 служать для забезпечення жорсткості конструкції рами і закріплення на ній інших вузлів візка.

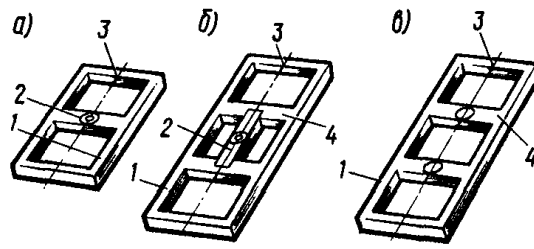


Рис. 11.25. Схемы рам тележек

На тривісному візку з передачею сил через дві центральні опори (рисунок 11.25,в), як на тепловозах ТЭП60 і ТЭП70, шкворневих балок дві (4).

У випадку якщо вертикальне навантаження передається через бічні опори безпосередньо на боковини, як на тепловозах ТЭЗ і 2 ТЭ10Л (В), середні поперечні балки 4 (рисунок 11.25,б) не сприймають моментів, що вигинають, від вертикальних навантажень і виконуються більш легшими. Проте для розміщення підп'ятника шворня і передачі подовжніх сил тут необхідна подовжня шкворнева балка 2, що спирається на балки 4.

З конструктивно-технологічної точки зору рами візків розрізняються по виконання боковин. Вони можуть бути брусками, литими або коробчатими (зварними). Рами брусків з боковинами, вирізаними з товстого сталевго листа, застосовувалися на тепловозах ТЭ2. Рами з боковинами із сталевго лиття, що мають велику вагу, застосовуються на деяких електровозах (ВЛ8), а також на тепловозах США, де на залізницях допускаються значно більші, ніж у нас, навантаження від осей на рейки (до 300-350 кН).

Домашнє завдання: л.1 ст. 306-314

ЗАНЯТТЯ №37

Тема: «Колісні пари та букси»

План заняття: 1. Будова колісних пар

2. Колісна пара магістральних тепловозів

3. Призначення букс

4. Букса тепловоза 2 ТЭ10Л і ТЭМ2

1. Колісні пари є важливим вузлом ходової частини залізничного рухомого складу, що забезпечує його взаємодію з рейковим шляхом. Колеса передають на рейки вертикальні статичні (вагу) і динамічні навантаження. Колеса локомотивів у взаємодії з рейками реалізують подовжні горизонтальні сили (сили тяги і гальмівні). Крім того, направляючи рух рухомого складу в рейковій колії, колеса передають поперечні горизонтальні сили. Колісні пари, що складаються з осі і двох коліс,

можуть розрізнятися по місцю розташування на осі букс і підшипників, передавальних на неї вертикальне навантаження (рисунок 11.2, а). Вони можуть бути розташовані зовні коліс 1 і спиратися на виступаючі зовнішні кінці а осі 2, звані шийками, або між колесами (опорні шийки в цьому випадку знаходяться на внутрішній частині осі). Перша схема робить зручнішим обслуговування підшипників в експлуатації і широко застосовується на різних типах рухомого складу, у тому числі і на більшості тепловозів. Друга схема, незручна для обслуговування букс, застосовується на паровозах, у яких на зовнішній поверхні коліс розміщуються деталі привідного дишлового механізму. Такий же пристрій мають колісні пари деяких промислових тепловозів з гідропередачею і аналогічним приводом.

Локомотивні колісні пари мають пристрої для тягового приводу. Їх осі по суті є валами, передавальними на колеса момент, що обертає. На вісь момент передається зазвичай через тягову зубчасту передачу (рисунок 11.2,б). При циліндричних зубчатих колесах 3 колісна пара може мати **симетричний двосторонній привід**. Таку конструкцію мають колісні пари ряду електровозів. На тепловозах із-за труднощів розміщення тягових електродвигунів відповідної потужності застосовується **несиметричний (бічний) односторонній привід**.

У тепловозів з гідропередачею і карданним приводом провідних колісних пар зубчате колесо 4 зміщується ближче до середини осі (**центральный привід**).

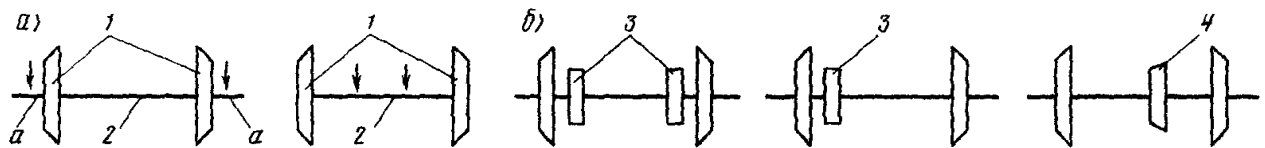


Рис. 11.2. Типы колесных пар

287

2. Колісні пари магістральних тепловозів з електричною передачею (2ТЭ 10В, 2ТЭ116 і ін.) мають складені (бандажні) колеса. У такій конструкції (рисунок 11.3) на вісь 1 напресовані колісні центри 2, а на останніх в гарячому стані насаджені кільцеві бандажі 3. Між колесами розміщається ведене зубчате колесо 5. Така конструкція специфічна для всіх тепловозів з так званим опорно-вісьовим підвішуванням тягових електродвигунів.

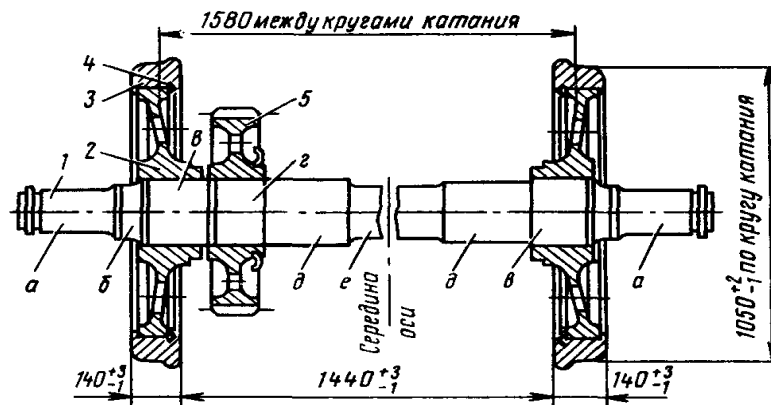


Рис. 11.3. Колесная пара тепловозов с электрической передачей

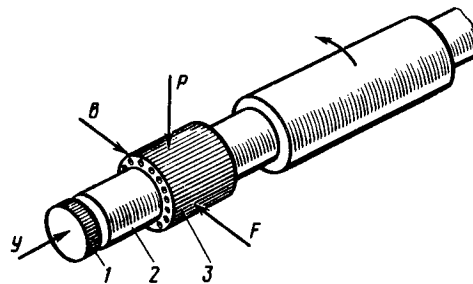


Рис. 11.14. Силы, действующие на шейку оси и подшипник буksы

3. Буksами називаються вузли ходової частини, призначені для передачі через підшипники 3 (рисунок 11.14) вертикальні навантаження P (від ваги локомотива) на осі колісних пар, що обертаються, а також для передачі подовжніх горизонтальних (тягових або гальмівних V) сил від буksових шийок 2 колісних пар через раму рухомому складу. Одночасно буksи (наприклад, через упори 1) сприймають і передають на раму бічні зусилля Y , що направляють рух колісної пари в кривих ділянках шляху. Під буksовим вузлом розуміють комплект деталей, що складається з корпусу буksи з кришкою, підшипників, упорів і ущільнюючих пристроїв.

Основною частиною буks є підшипники, в яких обертаються шийки осей. Підшипники можуть бути двох типів: тертя ковзання і тертя кочення. Підшипники ковзання прості по будові, але вимагають ретельного догляду в експлуатації, контролю за наявністю мастила і станом підбивки (аналогічною моторно-осьовим підшипникам) і володіють вищим опором руху. Такі підшипники встановлювалися тільки на перших серійних вітчизняних тепловозах післявоєнної споруди: ТЭ1 і ТЭ2. Всі сучасні тепловози мають буksи з роликовими підшипниками кочення. Буksи з підшипниками кочення надійніші, не вимагають повсякденного спостереження, володіють меншим опором руху.

4. Буksа тепловозів 2ТЭ10Л і ТЭМ2 (рисунок 11.18) розроблена на основі недоліків буks тепловоза ТЭ3. У ній застосована передача навантаження на корпус

6 зверху через арку 10, в яку вставлені опори 9 балансірів. Завдяки зменшенню напруженості підшипників при арочному вантаженні але порівнянню з буксою ТЭЗ виявилось можливим використовувати в буксі підшипники менших розмірів (зовнішній діаметр 290 мм проти 320 мм на ТЭЗ, ширина кільця 80 мм замість 108 мм). Це дозволило значно зменшити габарити і вагу букси.

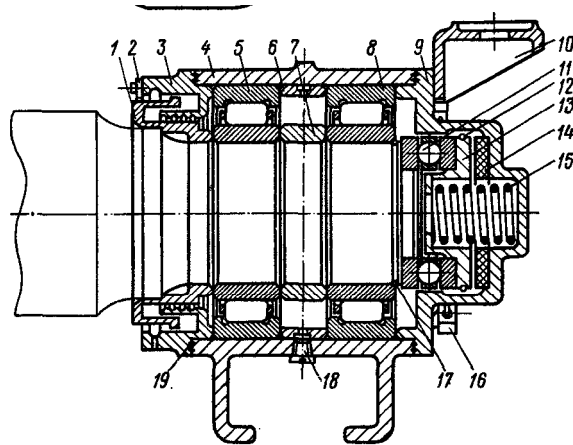


Рис. 11.20. Бесчелюстная букса тепловоза 2ТЭ10В (М):

1— кольцо лабиринтное; 2— планка; 3— задняя крышка; 4— корпус; 5, 8— роликовые подшипники; 6, 7— кольца дистанционные; 9— передняя крышка; 10— кронштейн; 11— упорный шариковый подшипник; 12, 17— стопорные кольца; 13— упор; 14— амортизатор; 15— пружина; 16— болт; 18— пробка; 19— нитка; 20— поводок

Домашнє завдання: л.1 ст. 286-306

ЗАНЯТТЯ №38

Тема: «Ресорне підвішування»

План заняття: 1. Коливання тепловоза при русі

2. Призначення ресорного підвішування
3. Типи пружних елементів
4. Типи ресорного підвішування

1. Причинами коливань тепловоза при русі по залізничній колії є дії, що періодично повторюються, від нерівностей шляху, рейкових стиків, зміни жорсткості шляху на різних його ділянках, нерівномірного зносу бандажів, наявності зазорів в буксових вузлах, спотворень геометричної форми круга катання коліс. Залежно від характеру переміщень розрізняють наступні основні види коливань тепловоза в цілому:

- виляння - коливальні переміщення повздовжньої осі тепловоза відносно осі колії в горизонтальній площині, пов'язані з поперечними переміщеннями візків у різних напрямках. Ці коливання є причиною звивистого руху локомотива в рейковій колії;

- относ - поперечні переміщення локомотива в рейковій колії при збереженні паралельності осей локомотива і колії (обидва візки переміщаються в одному напрямі).

Основні види коливань надресорного будови локомотивів наступні: підстрибування (рисунок 11.28. а) - вертикальні переміщення надресорного будови, повздовжня хитавиця (мал. 11.28. б) - коливання локомотива в подовжній вертикальній площині щодо горизонтальної поперечної осі; поперечна (або бічна) хитавиця (мал. 11.28, в) - коливання локомотива у вертикальній поперечній площині щодо горизонтальної повздовжньої осі.

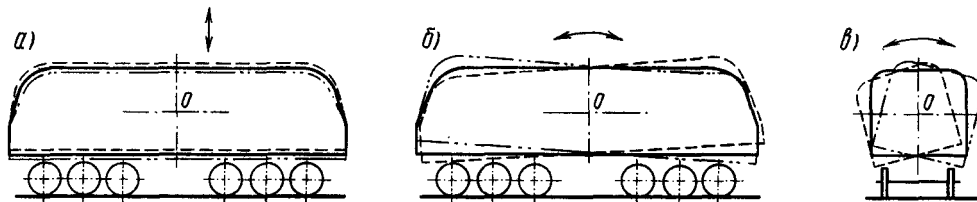


Рис. 11.28. Колебания надресорного строения тепловоза

2. Вага рами і верхньої будови тепловоза передається через пружні елементи - ресори - на букси колісних пар. Ресори окремих колісних пар у візку складають загальну систему - ресорне підвішування, до складу якого можуть входити інші (жорсткі) деталі.

Призначення ресорного підвішування полягає в тому, щоб передавати вагу тепловоза на шийки колісних пар, рівномірно розподіляти цю вагу між осями всіх колісних пар і пом'якшувати ударні навантаження, що діють на колеса з боку колії.

3. В якості пристроїв, що володіють пружними властивостями, в конструкції пружного підвішування можна застосовувати листові ресори, гвинтові пружини, пневматичні і гумові елементи.

Застосування листових ресор, що є набором сталевих листів, сприяє гасінню коливань. Тертя між листами в листових ресорах поглинає енергію коливань і приводить до їх загасання. Пружини деформуються прямо пропорційно навантаженню і не мають внутрішнього тертя. Унаслідок цього коливання в пружинному підвішуванні гасяться дуже повільно. Тому в конструкціях пружного підвішування одночасно з пружинами застосовують додаткові пружні елементи, прискорюючи загасання коливань. Такими елементами можуть бути гумові або резино - металеві амортизатори. Проте їх поглинаюча (демпфуюча) здатність недостатня.

4. Ресори окремих букс у візку можуть бути не зв'язані в загальну систему. Підвішування з незалежних один від одного ресор називається незв'язаним, або індивідуальним (2 ТЭ10В і 2ТЭ116).

У ряді випадків ресори у візку сполучають між собою балансирами і підвісками. Таке підвішування називається зв'язаним, або збалансованим.

Якщо навантаження від рами візка на букси передається послідовно через один ресорний елемент (наприклад, як на схемах, показаних на рисунку 11.29, а), підвішування називають одинарним; якщо навантаження передається послідовно через два елементи - подвійним (рисунку 11.29, б) (2ТЭ121).

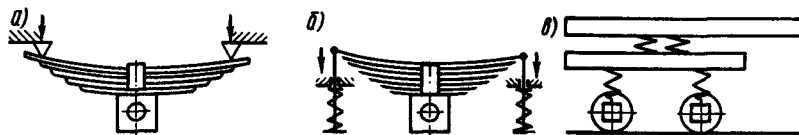


Рис. 11.29. Типы рессорного подвешивания:
а — одинарное; б — двойное; в — двухступенчатое

Розрізняють також одноступінчате або двоступінчате підвішування. Одноступінчатою називається система, в якій всі пружні елементи, як у більшості вантажних і маневрових тепловозів, розкидані між рамою візка і буксами. Двоступінчатим (або двох'ярусним) підвішуванням (рисунку 11.29, в) називається система, в якій, крім першого (буксового) ступеня підвішування, є друга ступінь (центральна), пружні елементи якого розміщуються між рамою тепловоза і рамою візка, тобто входять до складу опорних пристроїв кузова. Двоступінчате підвішування застосоване на тепловозах ТЭП60, 2ТЭ121, ТЭП70 і ТЭМ7.

Домашнє завдання: л.1 ст. 314-320

ЗАНЯТТЯ №39-40

Тема: «Нові типи тепловозів та дизель-поїздів, та їх обладнання»

План заняття: 1. Магістральний тепловоз ТЕП-150

2. Маневровий тепловоз ТЕМ103

3. Модифікації тепловоза 2 ТЕ116

4. Рейковий автобус 630М

5. Маневровий тепловоз ЧМЕ-3М

6. Вантажопасажирський тепловоз М62

7. Дизель-поїзд ДПКр2

8. Дизель-поїзд ДЕЛ-02

9. Рейковий автобус РА-2

10. Газотурбовоз ГТ1

Домашнє завдання: дивись методичний посібник «Сучасні тепловози та дизель-поїзди країн СНД».

Література:

1. Тепловозы: основы теории и конструкции. В. Д. Кузьмич. М.: Транспорт, 1982. 317 с.
1. Володин А.И. Локомотивные двигатели внутреннего сгорания. М.: Транспорт, 1990. 256 с.
2. Тепловозные двигатели 2Д100 и 10Д100. Аврунин А.Г. М.: Транспорт, 1970. 320 с.
3. Аврунин А.Г., Аринкин В.В., Андреев Н.Н., Струнге Б.Н., Шмидт М.М. Тепловозные и судовые двигатели. Машгиз, 1952.
4. Тепловозные дизели М 753 и М 756. Бабич Г. С., Биллинг Д. М., Дорошенко С. Н., Кальницкий М. В. Транспорт, 1968. 228 с.
5. А. И. Тищенко, И. П. Исаев, Н. И. Панов. Справочник по электроподвижному составу, тепловозам и дизель-поездам. Том 1. М.: Транспорт, 1976.
6. Двигатели внутреннего сгорания (тепловозные дизели и газотурбинные установки). А. Э. Симсон, А. З. Хомич, А. А. Куриц. М.: Транспорт, 1980. 384 с.
8. Тепловозные дизели типа Д49. Е. А. Никитин, В. М. Ширяев, В. Г. Биков. М.: Транспорт, 1982. 255 с.
9. Нотик З. Х. Тепловозы ЧМЭЗ, ЧМЭЗТ, ЧМЭЗЭ: Пособие машинисту.- 2-е изд., перераб. и доп.- М.: Транспорт, 1996. 444 с.