

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 273 «Залізничний транспорт»

за освітньою програмою

«Технічне обслуговування, ремонт та експлуатація тягового
рухомого складу»

Тепловози. Електричне обладнання та схеми



Викладач : Лейба О.О.

Київ 2021

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

РОЗГЛЯНУТО ТА СХВАЛЕНО

Цикловою комісією
відділення ЕТ

Протокол № _____ від
«__» лютого 2021 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 273 «Залізничний транспорт»
за освітньою програмою
« Технічне обслуговування, ремонт та експлуатація тягового рухомого складу»

Розробив викладач коледжу:
Лейба О. О.

Київ 2021

Опорний конспект лекцій розроблений для студентів спеціальності 273 «Залізничний транспорт», освітньої програми «Технічне обслуговування, ремонт та експлуатація тягового рухомого складу». КЕМК. 26 лютого 2021 року - 65 с.

Розробник: викладач коледжу О.О. Лейба

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

Протокол № __ від «__» лютого 2021 року

Голова циклової комісії _____ Ю.В. Клецов

Зміст

Вступ	7
1. Заняття №1 « Принципові схеми електричних передач »	8
2. Заняття №2 « Електричні машини тепловозів »	9
3. Заняття №3 « Акумуляторні батареї »	22
4. Заняття №4 « Конструкція та призначення електричних апаратів та пристроїв»	25
5. Заняття №5 « Контактори з електропневматичним та електромагнітним приводом»	27
6. Заняття №6 «Практична робота №11»	29
7. Заняття №7 «Види приводів. Групові перемикачі електродвигунів ПКГ 565»	29
8. Заняття №8 «Реверсори та гальмівні перемикачі»	31
9. Заняття №9 «Практична робота №12»	33
10. Заняття №10 «Перетворювачі напруги на тепловозах. Безконтактні перемикачі»	34
11. Заняття №11 «Практична робота №13»	35
12. Заняття №12 «Контролери машиніста тепловоза»	35
13. Заняття №13 «Практична робота №14»	38
14. Заняття №14 «Плавкі запобіжники та резистори»	38
15. Заняття №15 «Призначення та класифікація реле та апаратів»	40
16. Заняття №16 «Блоки захисту. Блок реле буксування»	41
17. Заняття №17 «Електропневматичні вентиля та тягові електромагніти»	44
18. Заняття №18 «Панель та блок випрямлячів»	46
19. Заняття №19 «Випрямляюча установка»	48
20. Заняття №20 «Вимірювальні прилади»	50
21. Заняття №21 «Практична робота №15»	51
22. Заняття №22 «Практична робота №16»	51
23. Заняття №23 «Амплістат збудження та трансформатори потійного струму і напруги»	51
24. Заняття №24 «Електричні кола. Контактні та безконтактні системи управління тяговими електродвигунами»	55
25. Заняття №25 «Системи регулювання напруги генератора постійного струму»	57

26.	Заняття №26 «Тепловозні гідравлічні передачі. Загальна характеристика»	59
27.	Заняття №27 «Класифікація кіл та вимоги до електричних схем»	61
28.	Заняття №28-33 «Електрична схема тепловоза 2 ТЕ116»	63
29.	Заняття №34 «Практична робота №17»	63
30.	Заняття №35 «Практична робота №18»	63
31.	Заняття №36 «Електричні кола маневрового тепловоза ЧМЕЗ»	63
32.	Заняття №37 «Практична робота №19»	64
33.	Заняття №38 «Практична робота №20»	64
34.	Заняття №39 «Комплексна контрольна робота»	64
35.	Заняття №40 «Перспективи розвитку тепловозобудування в Україні»	64
	Література	65

ВСТУП

Тепловози належать до автономних локомотивів, у яких в якості джерела енергії використовуються двигуни внутрішнього згорання, але всі процеси управління, як двигуном так і електричною передачею відбуваються з допомогою електричного струму.

В даному конспекті приведено основи теорії роботи електричних двигунів, генераторів, акумуляторних батарей, ряду електричних апаратів тепловоза, які забезпечують нормальну роботу, як дизеля так і тепловоза в цілому, а також електричні схеми тепловозів.

Метою даного конспекту являється допомогти студенту при вивченні будови, принципу дії, технології ремонту, різноманітних електричних машин, які використовуються на тепловозах, та всіх електричних апаратів, а також вивчити електричні схеми тепловозів та самостійно освоїти відповідні теми при відсутності на заняттях, а також при підготовці до екзамену.

ЗАНЯТТЯ №1

Тема: «Принципові схеми електричних передач»

План заняття: 1. Передача постійного струму

2. Передача змінно-постійного струму

3. Передачі змінного струму

1. На тепловозах застосовують електричні передачі трьох видів. Передача постійного струму (рисунок 7.12), в якій і тяговий генератор Г, і тягові двигуни ЕД виконані у вигляді машин постійного струму. Такі передачі найбільш прості, не мають проміжних ланок, володіють високими к. п. д. і регульовальними якостями. Проте при зростанні секційної потужності тепловозів знижується надійність тягових генераторів. Тому такі передачі застосовуються тільки при секційній потужності до 2210 кВт (тепловози ТЭ1, ТЭ2, ТЭМ2, ТЭ3, ТЭ10 і ін.).

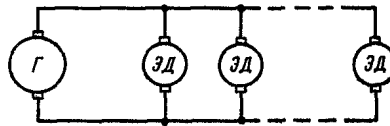


Рис. 7.12. Схема передачі постійного струму

2. Передача змінно-постійного струму (рисунок 7.13), в якій тяговий генератор Г виконаний у вигляді синхронного генератора змінного струму, а тягові двигуни ЕД-постійного струму. Для перетворення змінного струму в постійний між генератором і двигунами включена випрямна установка ВУ, у зв'язку з чим декілька знижується загальний к. п. д. передачі. Проте в експлуатації це зниження економічності компенсується зниженням

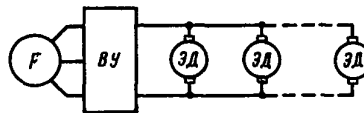


Рис. 7.13. Схема передачі перемінно-постійного струму

експлуатаційних витрат за рахунок великої надійності тягового синхронного генератора. Такі передачі застосовуються на тепловозах з секційною потужністю 1470- 4400 кВт (тепловози ТЭМ7, ТЭ116, ТЕП70 і ін.).

3. При подальшому збільшенні потужності лімітуючим стає тяговий електродвигун. Тому в перспективі намічається застосування передач змінного

струму (рисунок 7.14), в яких і тягові двигуни виконані у вигляді машин змінного струму. Для нормальної роботи таких двигунів потрібне одночасне регулювання напруги і частоти змінного струму. Тому між генератором і двигунами включається перетворювач частоти ПЧ. Такі передачі будуть встановлені на тепловозах потужністю 4400 кВт в секції і більш.

Застосування електричної передачі на тепловозах виключає жорсткий зв'язок між колінчастим валом дизеля і колісними парами. При постійній частоті обертання колінчастого валу дизеля і сталої швидкості тепловоза частота обертання n якоря тягового двигуна постійного струму визначається напругою U , підведеною до нього

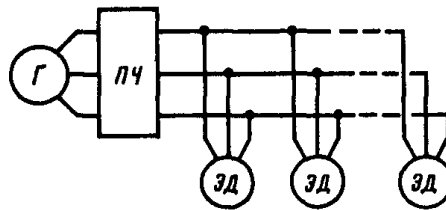


Рис. 7.14. Схема передачі переменного тока

і магнітним потоком Φ і не залежить від частоти обертання валу дизеля:

$$n = \frac{U - I_a \cdot R_a}{c_e \cdot \Phi},$$

де I_a і R_a - струм і опір в ланцюзі якоря; c_e - постійний коефіцієнт.

Найбільш важливою вимогою, що пред'являється до силової установки локомотива, є використання її повної потужності в можливо більшому діапазоні швидкостей руху. Для повного використання потужності на тепловозах застосовують спеціальні системи регулювання як тягових генераторів, так і тягових електродвигунів.

Домашнє завдання: л.1 ст.11-16. Самостійна робота «Передача потужності».

ЗАНЯТТЯ №2

Тема: «Електричні машини тепловозів»

План заняття: 1. Електричні тягові машини

2. Особливості тягових машин

Електрична машина являється електромеханічним перетворювачем, тобто може перетворювати механічну енергію в електричну, працюючи в режимі генератора або навпаки, перетворювати електричну енергію на механічну працюючи в режимі двигуна.

Будь-яка електрична машина може працювати як в генераторному режимі, так і в режимі двигуна залежно від потужності, що підводиться. Машини, що

випускаються, розраховані на конкретний тип роботи, оскільки за рахунок спеціальної настройки елементів машини для заданого режиму роботи вдається збільшити її енергетичні показники.

У основі принципу дії генератора постійного струму лежить закон дії електромагнітної індукції.

Простим генератором постійного струму являється виток, що обертається в рівномірному магнітному полі, що створюється електромагнітами. Для того, щоб збільшити ерс, що індукується в обмотці машини, використовують безліч провідників, які одночасно перемішаються в магнітному полі і з'єднуються електрично в послідовне коло. Ці провідники утворюють первинну обмотку.

Принцип дії електродвигунів постійного струму заснований на законі взаємодії магнітної поля з провідником, по якому проходить електричний струм. Якщо провідник, по якому проходить струм, помістити в магнітне поле, то на нього діятиме сила, величина якої пропорційна струму, що проходить через провідник, і густині магнітного потоку. Під дією сили провідник почне переміщатися перпендикулярно магнітним силовим лініям.

При роботі електричної машини без навантаження (вхолосту), в ній існує тільки основний магнітний потік, що створюється головними полюсами.

При навантаженні, коли по обмотці якоря проходить струм, навколо провідників утворюється магнітне поле, що взаємодіє з основним потоком. Тому магнітний потік, що виникає в машині при її роботі під навантаженням, є результуючим потоком, отриманим унаслідок взаємодії основного потоку з потоком обмотки якоря. Дія потоку, що створюється провідниками обмотки якоря, на основний магнітний потік називається реакцією якоря. Реакція якоря супроводжується розмагнічуванням одного краю полюса і підмагнічуванням іншого. На тягових машинах для компенсації реакції якоря застосовують додаткові полюси.

Основними частинами електричних машин є:

- індуктор - нерухома частина машини постійного струму, де розташовується обмотка збудження, що створює основне магнітне поле машини. У машинах змінного струму індуктором називають ротор разом з обмоткою збудження (частина машини змінного струму, що обертається);

- якір - частина машини постійного струму, що обертається, де розташовується обмотка, в провідниках якої індукується ЕДС обертання. У машинах змінного струму якорем називають статор разом з обмоткою (нерухома частина машини змінного струму).

Електричні машини підрозділяють по роду струму і принципу дії на машини постійного струму, змінного струму і трансформатори. Машини постійного струму володіють високими показниками в області регулювання швидкості, пускових моментів і інших динамічних режимів. Проте вони відрізняються складністю

конструкції, особливо в частині колекторного вузла і викликають проблеми із забезпеченням хорошої комутації на колекторі.

Машини змінного струму поширені найширше, оскільки в більшості країн змінний струм є основним родом струму на електропередачах. Конструкція машин цього типу простіша: вони або не містять електричних контактів, що переміщуються, або ці контакти здійснюються між щіткою і гладким контактним кільцем.

Принцип дії машини змінного струму пов'язаний з утворенням магнітного поля, що обертається, це поле створюється обмоткою якоря, і швидкість його обертання визначається частотою мережі і числом пар магнітних полюсів. Машини змінного струму прийнято розділяти:

- на синхронні машини, в яких ротор обертається з такою ж швидкістю і в тому ж напрямі, як і обертаюче магнітне поле;
- асинхронні машини, у яких ротор обертається з швидкістю, відмінною від швидкості обертаючого магнітного поля
- колекторні машини також обертаються не синхронним магнітним полем, і в цьому сенсі вони є асинхронними машинами. Проте зважаючи на наявність у них колектора і пов'язаних з цим особливостей вони виділяються в окремий вид машин змінного струму.

Трансформатори, строго кажучи, не є електромеханічними пристроями, оскільки перетворюють електричну енергію (потужність) однієї напруги або струму в електричну потужність з іншою напругою і струмом. Проте принцип дії трансформаторів близький до принципу дії електричних машин, що обертаються, оскільки заснований на законі електромагнітної індукції, а основні співвідношення, що описують роботу трансформатора, подібні до співвідношень для машин, що обертаються.

Крім перерахованих електричних машин, існують також електромашинні перетворювачі роду струму, частоти зміни струму, числа фаз і так далі.

До тягових електричних машин відносяться електричні машини, призначені для роботи на рухомому складі. За призначенням їх підрозділяють на тягові електродвигуни, що приводять в обертання рушійні колісні пари; тягові генератори, що живлять електроенергією тягові електродвигуни; допоміжні машини, призначені для забезпечення допоміжних потреб рухомого складу у вигляді двигунів, генераторів, перетворювачів. Тягові електричні машини тепловозів повинні бути працездатними в умовах підвищеної вібрації, багатократних і одиночних ударах, при висоті до 1200 м над рівнем моря, при температурі навколишнього повітря від мінус 50 до плюс 40 °С у тіні для помірного виконання У, а для особливо холодних

районів (виконання ХЛ) - від мінус 60 до плюс 40 °С, при різких змінах температури (на 20- 30 °С протягом 2-3 год), випаданні роси, в запиленому, вологому повітрі.

Саме ці умови роботи враховуються при їх конструюванні.

1. Жорстке обмеження габаритних розмірів тягових машин. Габарити тягових генераторів обмежені габаритами кузова, а габаритні розміри тягових електродвигунів і передачі в осьовому напрямі обмежені внутрішніми гранями бандажів колісних пар. Поперечні габаритні розміри обмежені діаметром рухомого колеса і обов'язковими зазорами до головок рейок і до рами кузова.

2. Негативно позначаються на роботі тягових електричних машин динамічні дії з боку шляху.

3. Тягові електричні машини схильні до інтенсивного забруднення. В умовах експлуатації практично неможливо виключити попадання забруднень у вигляді пилу, краплинної вологи і снігу всередину машини, особливо у тягових електродвигунів, розташованих в безпосередній близькості від шляху.

4. Система охолодження повинна забезпечувати можливість роботи тягових електричних машин і апаратів при температурах зовнішнього повітря від - 50 до 40°С (середньорічна температура не вище 25 °С).

5. Напруга на затисках тягового генератора і електродвигунів залежно від умов роботи змінюється в широкому діапазоні, що впливає на їх працездатність.

6. Частота обертання якорів, як за нормальних умов експлуатації, так і при буксуванні може змінюватися в широких межах.

7. Витрати потужності на роботу системи повинні бути мінімально можливими і не перевищувати 4... 5 % ефективної потужності дизелів тепловоза.

8. При спільній роботі декількох тягових електродвигунів на локомотиві потрібний, щоб їх характеристики були однаковими. Проте при виготовленні тягових електродвигунів і їх експлуатації є розбіжності в характеристиках, що викликає нерівномірність навантаження двигунів, а це приводить до додаткового перевантаження і перевищення температури нагріву окремих двигунів.

9. Тягові електричні машини повинні володіти високою надійністю. При роботі тягових електродвигунів їх відмови, загрозливі безпеці руху поїздів, повинні бути повністю виключені.

10. Тягові машини повинні володіти високою економічністю. Економічність тягових електродвигунів в експлуатації визначається питомою витратою енергії на одиницю поїздової роботи.

Для виготовлення електричних машин використовуються конструктивні, активні і ізоляційні матеріали.

Конструктивні матеріали застосовуються для виготовлення деталей і частин машини, що сприймають і передають механічні навантаження (вали, станини, підшипникові щити, різні кріпильні деталі). В якості конструктивних матеріали в

електричних машинах використовують сталь, чавун, кольорові метали і їх сплави, а також пластмаси.

Активні матеріали призначаються для виготовлення активних частин машини (обмотки і сердечники магнітопроводів). Вони підрозділяються на: провідникові матеріали - електролітична мідь, рафінований алюміній, а також мідні і алюмінієві сплави, властивості яких змінюються в широких межах залежно від їх складу; магнітні матеріали - листова електротехнічна сталь, листова конструкційна сталь, лита сталь і чавун.

Ізоляційні матеріали розділяють на тверді, рідкі (трансформаторне масло) і газоподібні (повітря і водень, які є по відношенню до машини навколишнім або охолоджуючим середовищем і одночасно грають роль електричної ізоляції). Тверді ізоляційні матеріали підрозділяються на наступні групи:

- природні органічні волокнисті матеріали - бавовняний папір, матеріали на основі деревної целюлози і шовк;
- неорганічні матеріали - слюда, скловолокно, азбест;
- різні синтетичні матеріали у вигляді смол, плівок з листового матеріалу і т.д.;
- різні емалі, лаки і компаунди на основі природних і синтетичних матеріалів.

Найважливішою характеристикою ізоляційних матеріалів є їх нагрівостійкість, яка впливає на надійність роботи і термін служби електричних машин. По нагрівостійкості електроізоляційні матеріали, вживані в електричних машинах і апаратах, підрозділяють на сім класів відповідно до гранично допустимої температури (табл. 10.1).

Важливу роль в роботі колекторних електричних машин грають електричні щітки, які підрозділяються на дві групи:

- угольно-графітні, графітні і електрографітовані - містять сажу, подрібнений природний графіт, антрацит з кам'яновугільною смолою в якості зв'язуючого матеріалу;
- металлографітні - містять також метали (мідь, бронза, срібло).

Найбільш поширені щітки першої групи.

Від класу щіток залежить характер комутації, при якій рекомендується їх застосування (табл. 10.2).

Комутацією називається процес перемикання секцій обмотки якоря з однієї паралельної гілки в іншу і зміни напрямку струму в них на протилежне. Під час комутації секції замикаються накоротко щітками, через які струм з якоря передається в зовнішній коло або із зовнішнього кола в якорь. Явища в щітковому контакті, тобто між щітками і колекторними пластинами, роблять великий вплив на комутацію і на справну роботу машини.

Передача струму від щітки до колектора і назад може здійснюватися через: безпосередній механічний контакт між щіткою і колектором (зона безпосереднього контакту); найдрібніші частинки мідного і графітного пилу (зона пилоподібного контакту); іонізовані повітряні щілини між щіткою і колектором (зона іонної провідності).

Перераховані різномірні зони провідності невеликі по розмірах і переміщуються по контактній поверхні щітки.

З практичної точки зору важливо, щоб комутація відбувалася без значного іскріння у контактних поверхнях щіток, оскільки сильне іскріння псує поверхню колектора і щіток і робить тривалу роботу машини неможливою.

Причини іскріння під щітками можна підрозділити на механічних, пов'язаних з порушенням контакту між щітками і колектором, і електромагнітні, пов'язані з характером протікання електромагнітних процесів в комутованих секціях. Якість комутації оцінюється ступенем іскріння (класом комутації) під збігаючим краєм щітки, тобто під тим краєм, з-під якого пластини колектора виходять при своєму обертанні.

Ступені іскріння $1,1 \frac{1}{4}$, $1 \frac{1}{2}$ допускаються при будь-яких режимах роботи електричної машини.

Клас комутації 2 допускається тільки при короткочасних поштовхах навантаження і перевантаження.

Ступінь іскріння 3 допускається тільки для моменту прямого включення (без реостатних включень) або реверсування машин, якщо при цьому колектор і щітки залишаються в змозі, придатному для подальшої роботи.

У разі недотримання умов експлуатації, незадовільного відходу, а також низької якості ремонту електричних машин можливі пошкодження їх деталей.

Тягові електродвигуни

Тягові електродвигуни призначені для передачі обертального моменту до колісних пар. Тепловози з електричною передачею мають індивідуальний привід колісних пар, тобто кожна колісна пара приводиться в обертання окремим тяговим електродвигуном.

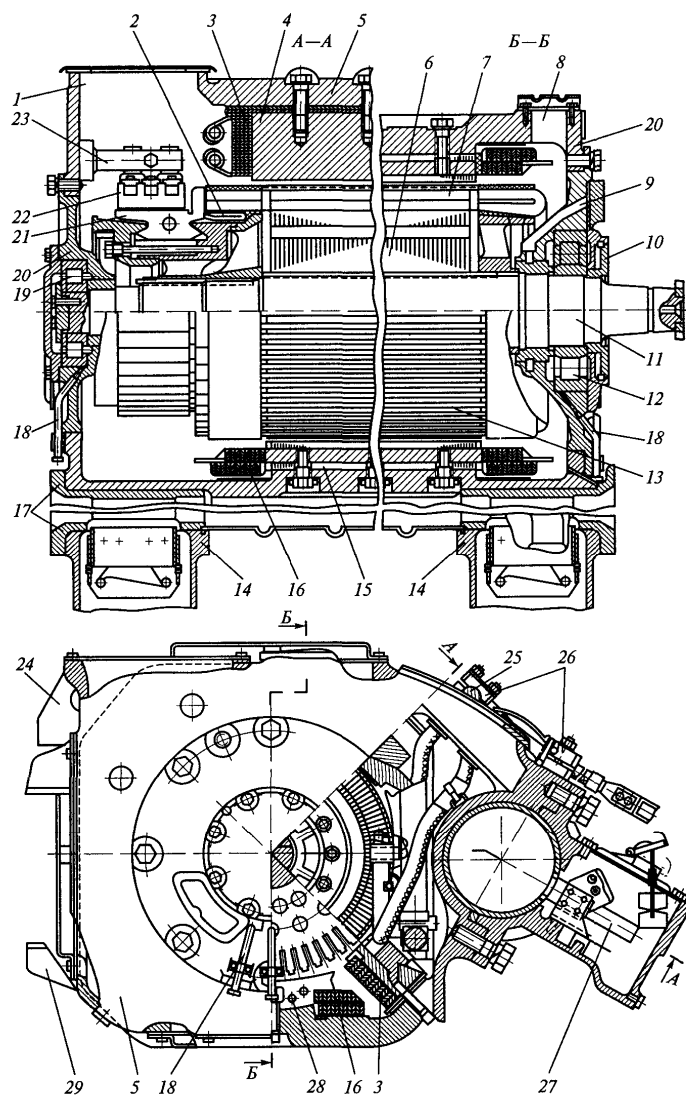
Обертний момент від тягового електродвигуна до колісної пари при індивідуальному приводі передається за допомогою одноступінчатого тягового редуктора, що складається з двох циліндрових шестерень: ведучій на валу двигуна і веденої на осі колісної пари. На тепловозах із-за обмежених габаритів для розміщення тягового електродвигуна застосовується одностороння, несиметрична щодо осі тепловоза прямозуба передача.

Тягові електродвигуни виконуються в основному з опорно-осевым підвішуванням, але на пасажирських тепловозах вони мають опорно-рамную підвіску. Основні типи вживаних тягових електродвигунів приведені в табл. 10.6.

Тип тягового електродвигателя	Серия тепловоза	Номинальная мощность, кВт	Тип подвески	Масса, кг
ЭДТ104	ТЭ10, 2ТЭ10	307	Опорно-осевая	2850
ЭД107	ТЭП10, 2ТЭ10Л	305	Опорно-осевая	3100
ЭД108А	ТЭП60, 2ТЭП60	305	Опорно-рамная	3350
ЭД118А	ТЭМ2, ТЭМ2М	105	Опорно-осевая	3100
	М62, 2М62	192	Опорно-осевая	3100
	2ТЭ10М, 3ТЭ10М, 2ТЭ116	305	Опорно-осевая	3100
ЭД120А	ТЭМ7	135	Опорно-осевая	3000
ЭД121А	ТЭП70	413	Опорно-рамная	2950

Практично на всіх тепловозах тягові електродвигуни мають незалежну нагнітальну вентиляцію з груповою подачею повітря (по візках) і вільним викидом нагрітого повітря в атмосферу.

На рисунку 10.2 представлений тяговий електродвигун ЕД118А. Його магнітна система складається з остову з полюсами, що мають котушки.



Остов 5 (див. рисунок 10.2) виготовляють з низьковуглецевої сталі. Він є в поперечному перетині неправильним восьмикутником. Остов виконує роль магнітного сердечника і механічної основи всієї конструкції електродвигуна. З торців остов має розточування для підшипникових щитів. Підвіска електродвигуна до рами візка здійснюється за допомогою опорних приливів 29 між якими поміщена траверса підвіски. Малі приливи 24 служать для оберігання двигуна від попадання на шлях при поломці опорних приливів або пружин траверси. З іншого боку на остові розташовані лапи для зчленування з корпусом моторно-осьового підшипника. У верхній частині остову, з боку колектора, є вентиляційний отвір, сполучений з вентиляційним каналом брезентовим рукавом. Повітря, що охолоджує, викидається через випускні отвори 8. Для огляду колектора і щіток остов має три люки, що закриваються кришками: верхній, нижній і бічний. Для виведення кабелів в остові передбачено чотири отвори, захищених від проникнення вологи гумовими втулками. Кабельні виводи 25 кріпляться до остову затискачами 26.

Головні полюси створюють основний магнітний потік в машині. Складаються вони з сердечника 15 і котушки 16. Сердечник для зменшення вихрових потоків набирається з штампованих листів низьковуглецевої сталі, які з'єднуються заклепками 28. Котушки головних полюсів намотані з міді прямокутного перетину у вигляді двох полюсних шайб. Витки котушок ізольовані один від одного азбестовим електроізоляційним папером. Котушки головних полюсів сполучені між собою ізольованими шинами з мідної стрічки. Ізоляція котушок головних полюсів електродвигуна ЕД 118А класу F.

Додаткові полюси забезпечують нормальну комутацію. Сердечник додаткового полюса 4 виготовляють суцільним з листової сталі. Котушка додаткового полюса 3 виконана з шинної міді, намотаної на ребро. Між витками котушки встановлені ізоляційні прокладки. Зовнішня поверхня середніх витків, окрім трьох-чотирьох крайніх, не ізолюється, а від корпусу вони ізолюються для охолодження додаткового полюса прокладками з азбестового електроізоляційного паперу. Котушки додаткових полюсів сполучені гнучкими проводами.

Якір тягового електродвигуна складається з наступних частин: валу 11, сердечника 6, нажимних шайб, колектора 21 і обмотки 7. Якір спирається на два роликові підшипники 19 і 12, встановлених в підшипникових щитах 20. Вал якоря виготовлений з легированої сталі. Сердечник якоря набраний з листів електротехнічної сталі, ізольованих один від одного лаком. Кожен лист сердечника має 54 пази і два ряди вентиляційних отворів в кількості 32 шт. По торцях сердечник утримується на валу двома нажимними шайбами, які одночасно є і обмоткотримачами. Обмотка якоря петлева, із зрівняльними з'єднаннями 2.

Тягові генератори.

Тягові генератори служать для перетворення механічної енергії дизеля в електричну. На тепловозах з передачею постійного струму тягові генератори також використовуються для пуску дизеля. Тягові генератори приводяться в дію дизелями і утворюють разом з ними дизель-генераторні агрегати або дизель - генератори.

Потужність, яка віддається тяговим генератором, завжди менша потужності, що витрачається на обертання якоря і збудження, через внутрішні втрати енергії: механічні втрати (тертя в підшипниках, тертя колектора об щітки), втрати через нагрів дротів обмотки якоря і обмотки збудження, магнітні втрати і т. ін.

Для збудження генератора по обмотці головних полюсів пропускають струм збудження. У тепловозах, як правило, використовуються генератори з незалежним збудженням. Однією із основних характеристик тягового генератора є його зовнішня характеристика, тобто залежність напруги на його затисках від струму навантаження при незмінній частоті обертання якоря і заданому струмі збудження.

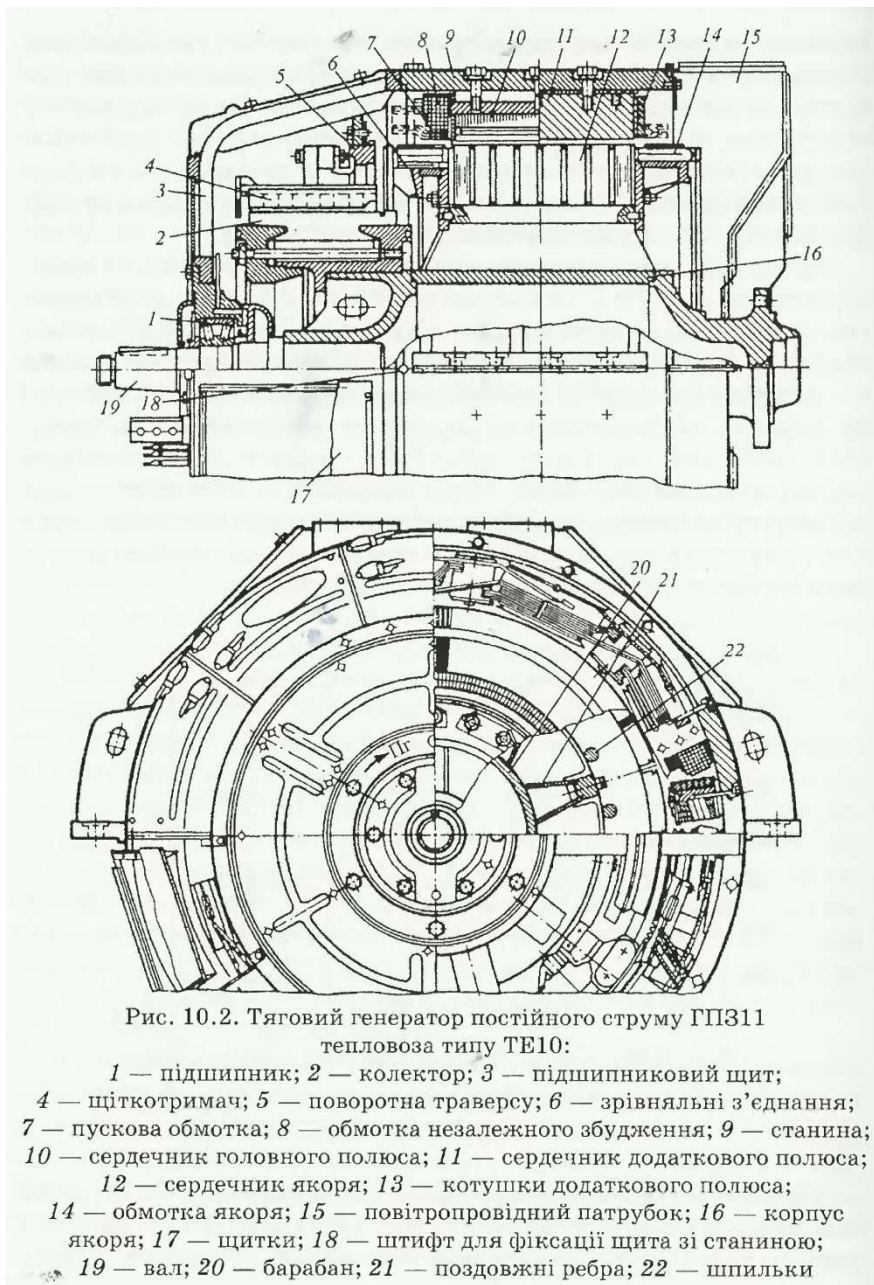
Призначення тягового генератора тепловоза використання номінальної потужності дизеля. При русі тепловоза з поїздом по підйому швидкість потягу

звичайно зменшується, на спуску — збільшується. Зміна швидкості руху приводить до зміни режиму роботи тягового генератора і відповідно струму, який споживається тяговими електродвигунами від генератора. Отже, для підтримання постійної потужності тягового генератора при зміні струму необхідно обернено пропорційно змінювати напругу генератора, але при цьому існують обмеження. Напруга генератора обмежена магнітним насиченням системи збудження і міцністю ізоляції електричної машини. Струм генератора обмежений по перегріву обмоток якоря і колектора.

Зовнішня характеристика тягового генератора ГП311 представлена на рис. 10.1. Основною робочою частиною характеристики є ділянка, на якій напруга тягового генератора змінюється обернено пропорційно його струму і потужність зберігається постійною. Ця крива лінія називається гіперболою. Після того як напруга підвищилася до гранично допустимого по комутації значення, подальше зростання напруги із зменшенням струму недопустимо. Коли струм досягає гранично допустимої по нагріву величини, напругу генератора слід різко зменшити для уникнення подальшого збільшення струму, щоб не допустити перегріву його обмоток.



Розглянемо тяговий генератор постійного струму ГП311, який використовується в тепловозах типу ТЭ10 (рисунок 10.2). Тяговий генератор є електричною машиною постійного струму. Його тривала номінальна потужність,



тобто потужність, отримана від нього в необмежений час, рівна 2000 кВт. Тяговий генератор складається з наступних основних частин: магнітної системи, якоря, щіткотримачів зі щітками і допоміжних пристроїв. Магнітна система генератора призначена для створення в ньому потужного магнітного поля. Вона утворена зі станини генератора, головних і додаткових полюсів.

Станина 9 генератора, яка є частиною магнітної системи, має високу магнітну проникність, виготовлену зі сталі з незначним вмістом вуглецю. Кількість полюсів магнітної системи залежить від потужності генераторів постійного струму. Для зменшення розмірів і маси генератори великої потужності виконуються багатополюсними. Тяговий генератор ГП311 має десять головних полюсів 10, їх сердечники виготовлені з тонких листів електротехнічної сталі з великою магнітною проникністю, прикріплені до станини болтами. На кожному сердечнику розміщені

катушки обмоток незалежного збудження 8 і пускова 7. Катушка незалежного збудження складається із 105 витків мідного дроту. У пускової катушки полюса — три витки.

Сердечник якоря 12 набраний із сегментних листів електротехнічної сталі завтовшки 0,5 мм, стягнутих нажимними шайбами і шпильками. Листи сердечника 12 ізолювані один від одного для зниження втрат енергії в сердечнику і зменшення нагріву вихровими струмами. На зовнішній поверхні цих листів розміщені зубці. При збиранні западини між зубцями утворюють пази, в які укладається обмотка якоря. Якірна обмотка 14 — двоходова петльова із зрівняльними з'єднаннями. Вона складається із секцій, кожна секція — з витків добре ізолюваного мідного дроту прямокутного перетину. Готові секції укладають в пази сердечника якоря і з'єднують з пластинами колектора.

Колектор 2 служить для випрямлення змінної ерс, індукованої в обмотці 14 якоря генератора, і для знімання струму. Він складається з 465 пластин. При збиранні колектора між його пластинами розміщують ізоляцію з міканітових прокладок, тонких листів слюди, що утворюються склеюванням, різними зв'язуючими матеріалами. Струм знімається з колектора щітками. В електричних машинах, тепловозах, застосовуються високоякісні електрографітові щітки, які вставляють у спеціальні латунні обойми — щіткотримачі, їх призначення утримувати щітки в правильному положенні і притискати до поверхні колектора.

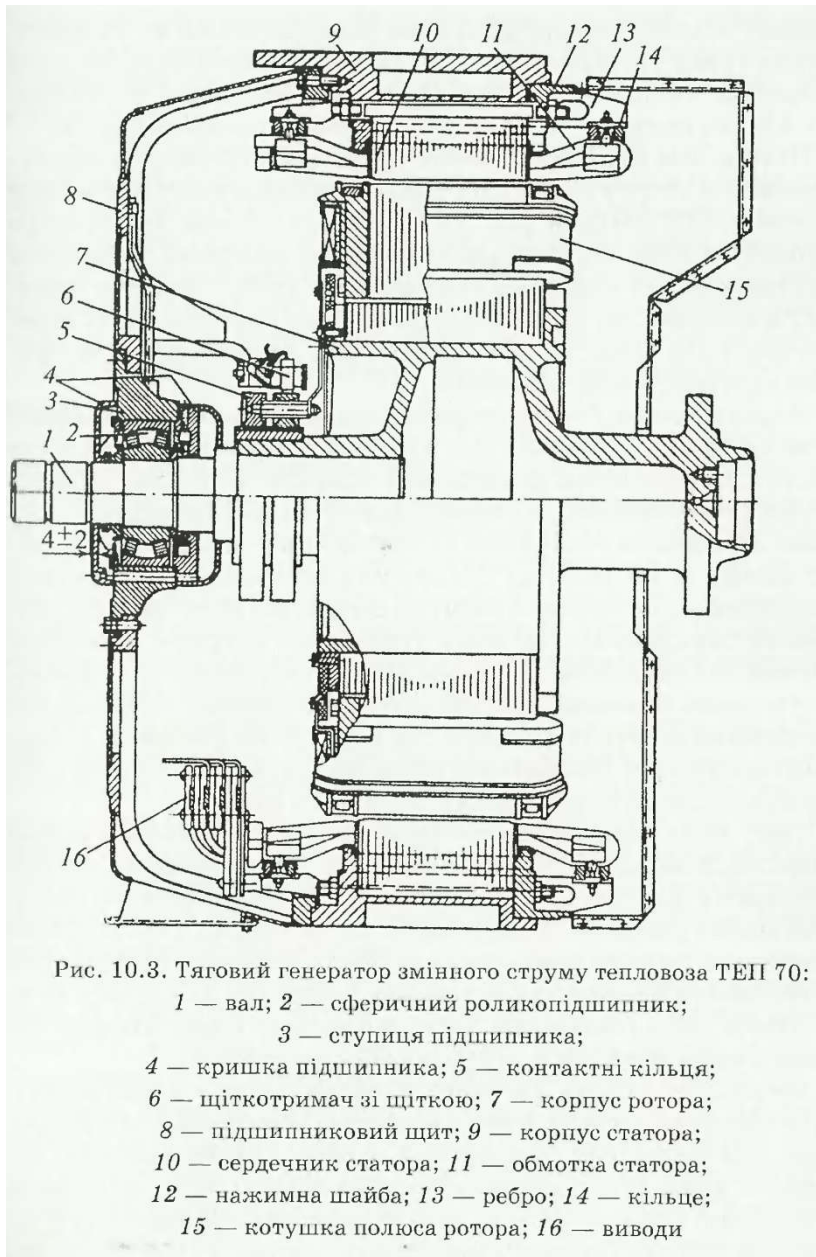
При роботі дизеля тепловоза колінчастий вал через пластинчасту муфту обертає якір тягового генератора в магнітному полі, що створюється його полюсами. В якірній обмотці індукуються ерс, при замиканні зовнішнього кола струм проходить з якірної обмотки через одну групу пластин колектора, плюсові щіткотримачі до тягових електродвигунів і далі через мінусові щіткотримачі, іншу групу пластин колектора повертається в якірну обмотку.

Секційна потужність тепловоза (2000 к.с.) підвищувалася до 1470 кВт потужністю дизеля з відповідним зростанням потужності тягових електричних машин постійного струму. Проте, при досягненні такої потужності виникали труднощі: значно зростали розміри генераторів при обмеженні лінійної окружної швидкості поверхні колектора величиною 70 м/с. У подальшому при підвищенні потужності генератора напруга між сусідніми пластинами колектора істотно збільшується, що може викликати неприпустиме іскріння на колекторі, аж до появи кругового вогню.

Отже, подальше зростання потужності тягових генераторів постійного струму виявилось практично неможливим. Тому як основне рішення був прийнятий тяговий генератор змінного струму (рис. 10.3), а щоб використовувати тягові електродвигуни постійного струму, застосовують випрямні установки. Тягові генератори змінного струму великої потужності виготовляються тільки з обмотками

збудження, які обертаються, а для зняття струму використовуються прості за конструкцією контактні кільця і щітки.

При використанні тягового генератора змінного струму необхідно знизити пульсацію вихідної напруги на затисках випрямної установки для попередження порушення комутації і зменшення втрат енергії в електродвигунах постійного струму. Тому тягові генератори змінного струму виконуються багатofазними. Наприклад, синхронний тяговий генератор тепловоза 2ТЕ116 має в статорі дві незалежні трифазні обмотки.



причому осі обмоток зміщенні одна відносно іншої на 30 електричних градусів. В результаті пульсація випрямленої напруги генератора і струму в тилловому ланцюзі тепловоза не перевищує 5%, не впливаючи на роботу тягових електродвигунів.

Прикладом конструктивного виконання тягового генератора змінного струму є пристрій синхронного тягового генератора тепловоза 2ТЕ116 (див. рис. 10.3).

Корпус статора 9 генератора зварний. У пази сердечника статора 10 укладена двошарова хвилева обмотка з мідного ізолюваного дроту. Обмотка статора 11 з'єднана в дві незалежні зірки, тому вона має шість виведень фаз і два кінці від нульових точок, до яких дротами приєднується випрямна установка.

Корпус ротора 7 генератора зварний, на ньому розміщений магнітопровід з листової сталі з пазами у вигляді ластівчиного хвоста для кріплення дванадцяти полюсів. Котушки полюсів ротора 15 виготовлені з шинної міді, з'єднані послідовно. Обмотка збудження генератора (полюсів) приєднана до контактних кілець 5. По кільцях 5 ковзають встановлені в латунних щіткотримачах 6 електрографітові щітки, від яких обмотка збудження синхронного тягового генератора одержує живлення струмом від збудника. У спеціальних пазах полюсних черевиків укладені стрижні, які створюють демпферну обмотку для поліпшення роботи генератора при перехідних режимах. У пристрої синхронних генераторів немає колектора, додаткових полюсів, складного і громіздкого щіткового апарату.

Тому була підвищена експлуатаційна надійність тягових генераторів змінного струму порівняно з генераторами постійного струму при одночасному зниженні загальної вартості обслуговування і ремонтів. Слід зазначити, що поряд з очевидними перевагами тягових генераторів змінного струму, є необхідність застосування випрямних установок і стартера для пуску дизеля. Проте маса генератора змінного струму і випрямної установки менша маси генератора постійного струму.

Домашнє завдання: л.1 ст.16-33. Самостійна робота «Допоміжні електричні машини тепловозів».

ЗАНЯТТЯ №3

Тема: «Акумуляторні батареї».

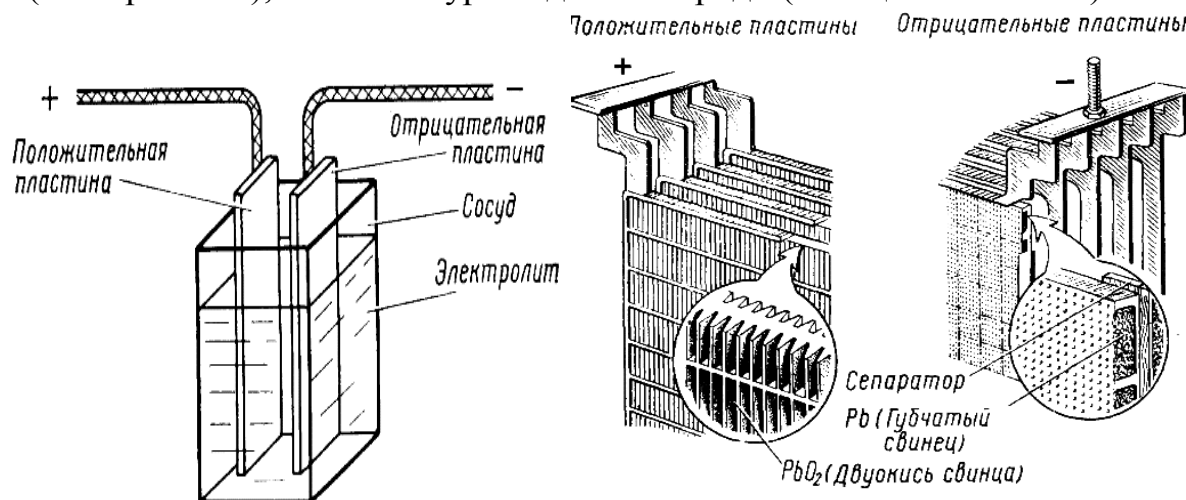
План заняття: 1. Призначення та принцип роботи

2. Будова тепловозних акумуляторних батарей

1. Акумуляторні батареї тепловозів призначені для живлення струмом тягових генераторів або стартер-генераторів при пуску дизелів, живлення кіл управління і освітлення при непрацюючому дизелі. Акумуляторна батарея складається з послідовно сполучених елементів, робота яких заснована на здатності електричної енергії перетворюватися в хімічну і, навпаки, здатності хімічної енергії перетворюватися в електричну. На тепловозах застосовують кислотні (свинцеві) і

лужні (нікель-залізні і нікель-кадмієві) акумулятори, що відрізняються один від одного матеріалом пластин і складом електроліту.

Простим кислотним акумулятором є посудина з водним розчином сірчаної кислоти (електролітом), в який занурено два електроди (свинцеві пластини).



У кислотних акумуляторах активною масою позитивних пластин служить перекис (двоокис) свинцю (PbO_2) темно-коричневого кольору, а негативних - губчатий (чистий) свинець (Pb) сірого кольору. При розрядці струм усередині елементу протікає від негативної пластини до позитивної, активна маса переходить в сульфат свинцю, на що витрачається сірчана кислота, замість якої утворюється вода, щільність електроліту знижується.

Під час заряду струм від зовнішнього джерела підводиться до позитивної пластини і проходить по електроліту до негативної пластини. Сульфат свинцю на негативній пластині відновлюється в губчатий свинець, а на позитивній пластині перетворюється на двоокис (сульфат) свинцю. При цьому утворюється сірчана кислота, а оскільки на її утворення витрачається вода, то щільність електроліту підвищується.

Акумулятор після заряду приходить в той же стан, в якому він знаходився до розряду.

Напруга кислотного акумуляторного елементу незалежно від розмірів акумулятора при нормальній щільності електроліту і середній температурі складають 2-2,1 В; із збільшенням щільності електроліту напруга елементу зростає.

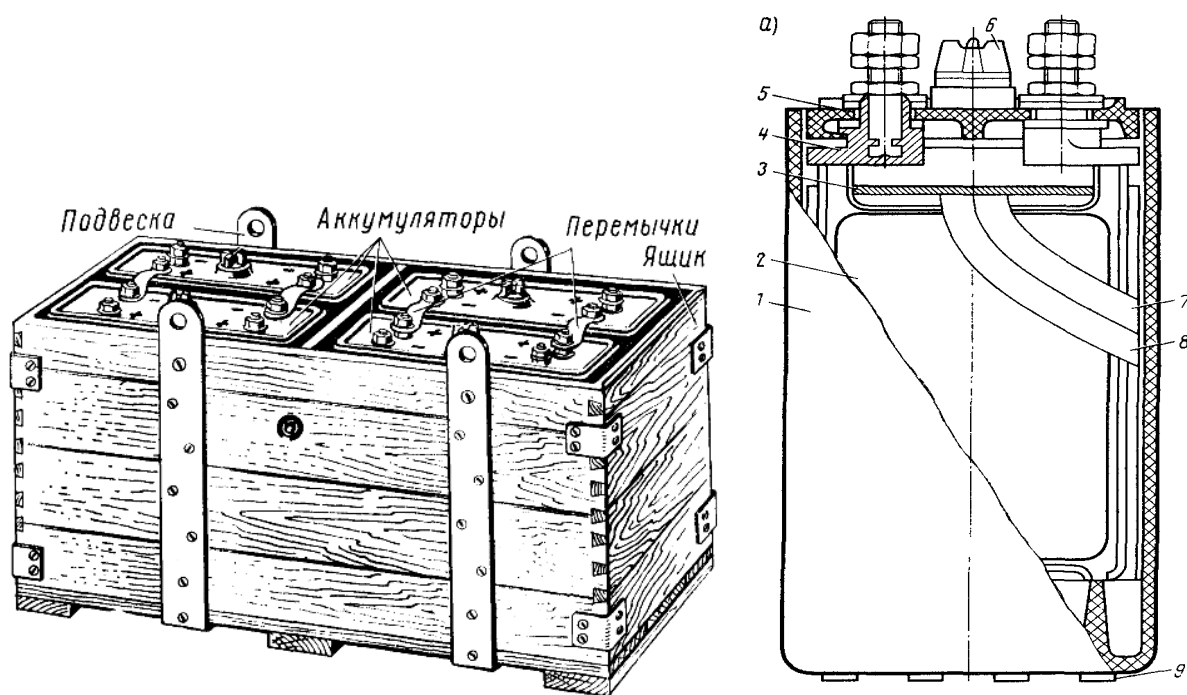
Ємністю акумулятора називається кількість енергії, яку можна отримати від повністю зарядженого акумулятора при розряді до мінімально допустимої напруги на затискачах. Ємність акумулятора рівна добутку розрядного струму на час розряду і виражається в ампер-годинах (А-год).

Ємність акумулятора залежить від кількості і пористості активної маси пластин (розміру і товщини), щільності (концентрації) і температури електроліту і значення розрядного струму.

При роботі акумуляторів і їх зберіганні з електролітом відбувається втрата ємкості (на витоки струму, саморозчинення електродів і ін.), яка називається саморазрядом акумулятора.

2. На тепловозах встановлені в основному кислотні акумуляторні батареї типу 32ТН-450, 48ТН-450 і лужні 46ТПНЖ-550 батареї. У умовному позначенні: 32, 48, 46 - число елементів; букви ТП - тепловоз (пускова); Н- тип позитивних пластин - намазні; числа 450, 550 - ємкість батареї в ампер годиннах; НЖ - никель-железніє.

Три або чотири елементи кислотної батареї складають секцію і вмонтовуються в дерев'яному ящику 1. Це створює зручність транспортування, монтажу і оберігає бак акумулятора від пошкодження. Зовнішня і внутрішня поверхні ящика покриті чорним кислототривким лаком.



Елемент кислотної акумуляторної батареї тепловоза складається з ебонітового баку та двох напівблоків позитивних та негативних пластин 2 (які складають блок), які розділені сепараторами 7 і 8. На дні бака (посудини) є чотири виступи, на яких спираються ніжки пластин, а знизу — чотири гумові амортизаційні смуги 9. У кришці 5 елемента п'ять отворів, чотири з яких призначені для контактних виводів (борнов) 4 і одне — для заливки електроліту. Цей отвір закритий пробкою 6 особливої конструкції з вертикальними і горизонтальними каналами і відбивним щитком. По каналах виходять назовні гази, що утворюються в елементі при роботі, а щиток 3 запобігає виплискуванню електроліту. До напівблоків припаяні контакти, що складаються з мідного штиря і свинцево-сурм'янистого наплавлення. Контакти ущільнені в кришці гумовими кільцевими прокладками. Зазори між кришкою і баком заливають кислотостійкою мастикою. У кожному елементі 19 позитивних і 20 негативних пластин при ємкості батареї 450 А-год. Пластини

виготовлені у вигляді ґрат, відлитих зі свинцево-сурм'янистого сплаву (95 % свинцю і 5 % сурми) і заповнені (методом «намазування» активною масою).

Один з сепараторів, що розділяє різнойменні пластини, виготовлений з листового пористого міпласта, другою—из скловолокно. У кислотній батареї тепловоза електролітом служить розчин акумуляторної сірчаної кислоти у дистильованій воді. Щільність електроліту 1,24—1,25 г/см³ в літній час і 1,26—1,27 г/см³ зимовий.

Всі акумулятори з'єднанні послідовно. Контактні виводи і міжелементні з'єднання виготовлені з міді або латуні. Щоб оберегти від корозії, їх покривають свинцем.

Домашнє завдання: л.1 ст.112-117. Самостійна робота «Особливості кислотних, лужних та гелевих акумуляторних батарей».

ЗАНЯТТЯ №4

Тема: «Конструкція та призначення електричних апаратів та пристроїв»

План заняття: 1. Умови роботи електричних апаратів

2. Контакт електричних з'єднань

3. Дугогасні пристрої

4. Класифікація апаратів

1. Електричні апарати працюють на тепловозах в тяжких умовах, тому вони повинні задовольняти не тільки загальним (надійність, простота конструкції, взаємозамінність, стабільність характеристик), але і особливим вимогам: витримувати вібрації, значні коливання температури (від -50 до +70 °С) і напруги, дію вологи, пилу, грязі, масла. Напруга в силовому ланцюзі міняється від 0 до 900 В, а в ланцюзі управління зниження напруги допускається до 80 % номінального. Коливання тиску стислого повітря допускається від 75 до 135 % номінального. Вібрації викликають коливання (в основному вертикальні) деталей апаратів, які можуть викликати ослаблення болтових з'єднань, обрив проводів і помилкове спрацьовування апаратів. Щоб цього не відбулося, всі кріпильні деталі - болти, гвинти, гайки, шпильки - ставлять з пружинними шайбами; на ряду апаратів встановлюють шплінти, контргайки, шайби з кінцями, що відгинаються, і ін.

2. Місце переходу струму від одного провідника до іншого називається контактом, а електричний опір в цьому місці - перехідним опором. Перехідний опір залежить від сили натиснення, матеріалу, температури і якості обробки дотичних поверхонь.

Основними параметрами, що характеризують роботу рухомого контактного з'єднання, є: кінцеве натиснення, початкове натиснення, розтвор (зазор), провал. Зусилля, що створюється контактною пружиною в точці кінцевого дотику контактів (при повністю включеному контакторі), називається кінцевим натисненням. Зусилля, що створюється контактною пружиною в точці первинного дотику контактів, називається початковим натисненням. Найкоротша відстань між контактними поверхнями рухомої і нерухомої деталей в їх розімкненому положенні називається зазором (розтвором). Процес сумісного ковзання і перекочування контактів від точки зіткнення до кінцевого робочого положення називається притиранням контактів.

3. Розрив електричного кола під струмом майже завжди супроводжується утворенням електричної дуги, оскільки перед розмиканням контактів із-за зменшення сили натиснення і поверхні зіткнення різко збільшується перехідний опір, унаслідок чого контакти в цьому місці сильно нагріваються. У електричних апаратах тепловозів використовують спосіб магнітного гасіння дуги, заснований на законі взаємодії провідника із струмом (дугу можна розглядати як провідник із струмом) і магнітного поля. Щоб прискорити гасіння, дугогасівну камеру розділяють перегородками. Дугогасівна камера перешкоджає перекиданню електричної дуги на близько розташовані металеві частини. Дугогасівні камери виготовляють з азбестоцементу, який володіє високою теплостійкістю і хорошими ізолюючими властивостями.

4. Апарати, включені в силовий ланцюг тепловоза (її напруга досягає 900 В) безпосередньо або через додаткові резистори, умовно називають високовольтними. Апарати, що працюють в ланцюгах управління, освітлення і допоміжних навантажень, напруга яких 75 - 110 В, називають низьковольтними.

За призначенням електричні апарати можна розділити на комутаційні, автоматичного регулювання, захисні, контрольно-вимірювальні і сигнальні. Залежно від приводу апарати підрозділяються на апарати з безпосереднім (ручним) приводом (вимикачі, рубильник акумуляторної батареї) і апарати непрямого, або дистанційного, управління.

Домашнє завдання: л.1 ст.122-162.

ЗАНЯТТЯ №5

Тема: «Контактори з електропневматичним та електромагнітним приводом»

План заняття: 1. Контактори

2. Електропневматичні поїзні контактори

3. Електромагнітні контактори

1. Основне призначення комутаційних апаратів - замикання і розмикання електричних кіл при перемиканні їх в заданій послідовності. Апарати, які служать для повторного замикання і розмикання (під струмом) електричних ланцюгів, по яких протікають великі струми або які володіють значною індуктивністю, називаються контакторами. На тепловозах застосовують контактори з електропневматичним (при струмах 750-1200 А) і електромагнітним приводами (400 А і менше). У силових ланцюгах встановлюють електропневматичні контактори, оскільки вони забезпечують достатнє натиснення, надійний контакт і швидкість спрацьовування. Контактори мають головні і допоміжні контакти, які підрозділяються розмикаючі і замикаючі. Розмикаючий допоміжний контакт замкнутий, коли котушка контакторів знеструмлена; замикаючий допоміжний контакт замкнутий при включеному контакторі.

2. Електропневматичні поїздові контактори (П1-П6) застосовуються для підключення тягових електродвигунів до тягового генератора або випрямної установки. На тепловозах використовуються електропневматичні контактори ПК-753Б-6, ПК-754 (тепловози 2ТЭ116, 2ТЭ10Л, 2ТЭ10В, 2ТЭ10М, 4ТЭ10С, ТЭ10, ТЭП60, ТЭЗ) і ПК-821 (ТЭМ2). Ці контактори відрізняються один від одного в основному параметрами.

На панелі 1 змонтовані нерухомі вузли контактора (рисунок 7.4) і циліндр 2 електропневматичного приводу. До панелі прикріплений відлитий з латуні кронштейн 3, до якого припаяна дугогасівна котушка 4 із сталевим сердечником (ізольованим від неї). На кронштейні 3 також закріплений головний нерухомий контакт 6. Котушка з сердечником і головні контакт - деталі 6 і 7 розміщені усередині дугогасівної камери 5. Струм до рухомої контакт - деталі 7 підводиться через гнучкий мідний шунт 11.

При подачі напруги на котушку електропневматичного вентиля 15 (типу ВВ-3) повітря поступає в циліндр 2, поршень 14 з штоком 12 переміщується управо. Важіль 9 повертається навколо осі до тих пір, поки рухома головна контакт-деталі 7 торкнеться нерухомої 6. Подальший поворот важеля 9 викликає поворот рухомої контакт-деталі 7 навколо осі 0' і стиснення притираючої пружини 8. При знятті напруги з котушки вентиля 15 під дією пружини 13 рухомий вузол контактора

повертається в початкове положення. Контактор забезпечений допоміжними контактами 10, що складаються з рухомих ізоляційних колодок з мідними пластинками, закріпленими на важелі 9, і нерухомих контактів пальцевого типу, встановлених на кронштейні приводу. Допоміжні контакти дозволяють здійснювати необхідні залежності в роботі схеми.

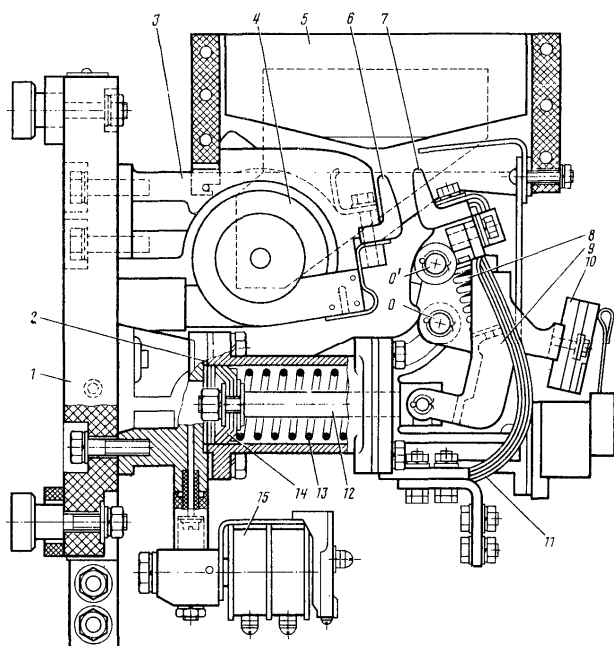


Рис. 7.4. Электропневматический контактор ПК-753Б

3. Привід контакторів виконаний у вигляді електромагніту з рухомим якорем. При протіканні струму по котушці електромагніту якорь під дією магнітного поля, що створюється котушкою, притягується до сердечника, унаслідок чого рухомий контакт притискається до нерухомого.

Контактори електромагнітні типу МК (КВ, ВВ, КМН, КТН) використовуються в ланцюгах збудження тягових генераторів і електродвигунів власних потреб на тепловозах пізнішого випуску. Всі елементи контактора (рисунок 7.9) зібрані на скобі 1. Якорь 12 обертається на призмах, що підтискаються пружинами 7. Головна контактна система 8 складається з контактної колодки 11 з нерухомими контактними скобами і дугогасівними котушками, траверси 9 з рухомими контактами мостикового типу і дугогасівною камерою 10.

Допоміжна контактна система 4 складається з контактних колодок 5 з нерухомими контактними скобами і траверси 6 з рухомими контактами мостикового типу. Контактор включається котушкою 13, а вимикається пружинами. Регулювання розчинів і провалів проводиться пластинами 3 і переміщенням колодки 2, що обмежує хід якоря. Контактори типу МК розраховані на струми включення 100-400 А.

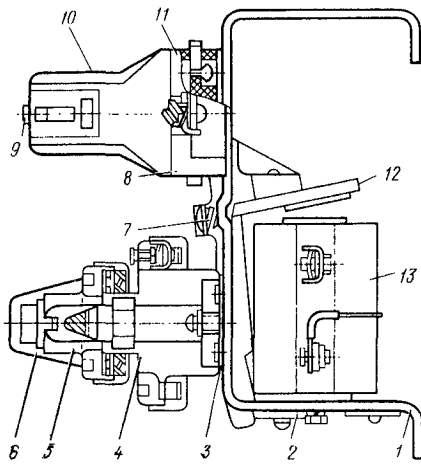


Рис. 7.9. Контактор електромагнітний
типа МК

Домашнє завдання: л.1 ст.126-132. Самостійна робота «3-х та 5-ти полюсні електромагнітні контактори».

ЗАНЯТТЯ №6

Тема: Практична робота №11 «Дослідження роботи та принцип дії індивідуального контактора».

Домашнє завдання: Звіт №11.

ЗАНЯТТЯ №7

Тема: «Види приводів. Груповий перемикач електродвигунів типу ПКГ 565»

План заняття: 1. Види приводів електричних апаратів

2. Груповий контактор типу ПКГ-565

1. Замикання або розмикання контактів контакторів або реле пов'язане з їх переміщенням. Пристрій, що приводить в рух рухомий контакт, називається приводом. Залежно від типу електричного апарату застосовують безпосередній, електромагнітний, електропневматичний і електродвигуновий приводи.

Безпосередній (ручний) привід застосовують в контролерах машиніста, рубильниках, вимикачах.

Електромагнітний привід набув поширення в електричних апаратах, де потрібний невеликий хід рухомої системи і відносно невелике зусилля завдяки простоті і надійності роботи.

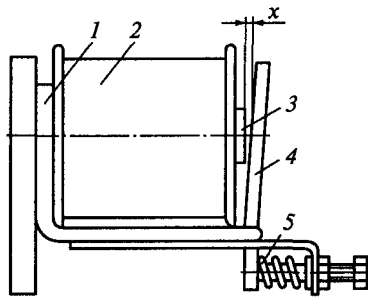


Рис. 12.4. Схема апарата з електромагнітним приводом:

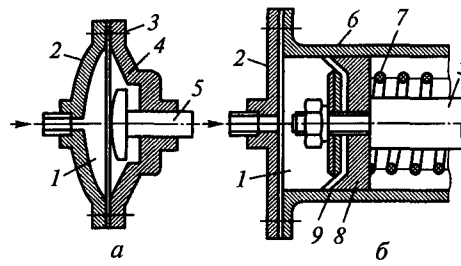


Рис. 12.5. Схеми електропневматических приводов:

Електропневматичний привід застосовується в апаратах, де потрібне велике зусилля натиснення при значних переміщеннях. При переміщеннях до 50 мм застосовують діафрагмові приводи (рисунок. 12.5, а), а при великих переміщеннях - поршневі (рисунок. 12.5, б).

Електродвигуновий привід застосовується при великому числі позицій. На апаратах тепловозів такі приводи не використовуються.

2. Групові контактори типу ПКГ-565 (рисунок. 12.9) застосовуються на тепловозах 2ТЭ10Л, 2ТЭ10В, 2ТЭ10М, М62, 2ТЭ116. Вони служать для підключення паралельно обмоткам збудження тягових двигунів резисторів послаблення збудження.

Груповий електропневматичний контактор складається з приводу, до корпусу якого кріпиться електропневматичний клапан 7. Внутрішній об'єм корпусу ділиться діафрагмою 6 на дві частини. До нижньої підводиться повітря від електропневматичного клапана, а у верхній розташований шток 5, торець якого опирається на діафрагму. До штока кріпляться контактотримач 8с рухомими контактами 3 мостикового типу. Нерухомі контакти 2 кріпляться до стійок 9 через пластмасових ізоляційні контактотримачі. При включенні електропневматичного клапана повітря поступає під діафрагму. Вона прогинається і тисне на шток, який переміщається вгору, замикаючи рухомі контакти з нерухомими. Натиснення на контакти створюється пружиною 4, одночасно з якою стискається вимикаюча пружина 1.

При виключенні електропневматического клапана об'єм під діафрагмою з'єднується з атмосферою, під дією вимикаючої пружини, шток опускається вниз, а рухомі контакти розмикають раніше замкнуте коло.

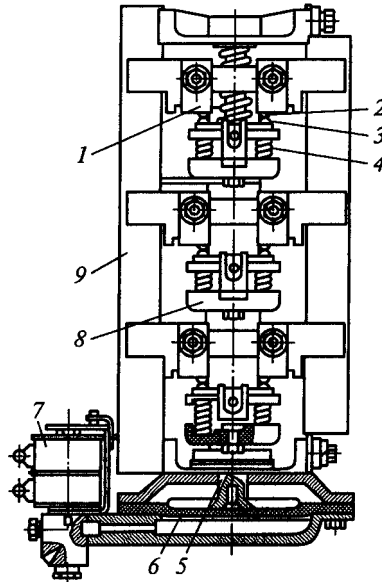


Рис. 12.9. Электропневматический групповой контактор:

1 — выключающая пружина; 2 — неподвижные контакты; 3 — подвижные контакты; 4 — пружина; 5 — шток; 6 — диафрагма; 7 — электропневматический вентиль; 8 — контактодержатель подвижных контактов; 9 — стойка

Домашнє завдання: л.1 ст.109.

ЗАНЯТТЯ №8

Тема: «Реверсори та гальмівні перемикачі»

План заняття: 1. Призначення реверсора типу ППК 8063 та його будова
2. Гальмівний перемикач типу ППК 12062
тепловоза 2 ТЭ116

1. Реверсор (ПР) призначений для зміни напрямку руху тепловоза шляхом зміни напрямку струму в обмотках збудження тягових електродвигунів. На тепловозах застосовується контактна система барабанного або кулачкового типу, а приводи поршневі і діафрагмові. Поршневий привід для тепловозів реверсорів вже не випускається. На тепловозі ТЭЗ застосований реверсор барабанного типу (ПР-1М) з діафрагмовим пневматичним приводом. Реверсори включають в коло обмоток збудження, а не в коло якорів електродвигунів, оскільки в цьому випадку напруга між контактами реверсора менша, а отже, і розміри апарату виходять також меншими.

На тепловозах ТЭМ 2 встановлюють кулачкові реверсори типу ППК 8200. На тепловозах ТЭ10, 2ТЭ10Л і ТЕП60 застосований пневматичний кулачковий перемикач типу ППК-8601, на 2ТЭ116- ППК-8064, розрахований на струм 1000 А.

Груповий кулачковий перемикач (реверсор) типу ППК-8063 (рисунок 7.7) встановлюється на тепловозах 2ТЭ10В (М і Л). Схема роботи кулачкового реверсора показана на рисунку 7.8.

Пневматичний привід 3 реверсора (рисунок 7.7) діафрагмового типу і кронштейн 9 пов'язані з шістьма ізолюваними стійками 7. До чотирьох стійок кріпляться нерухомі контакти 5, а до двох - рухомі 2.

Фігурні пластмасові кулачкові шайби 8 посаджені на вал 1, який повертається приводом. Привід управляється електропневматичними ventилями 4 типу ВВ-32. Перемикач має пристрій для ручного повороту і фіксації контактів в нейтральному положенні. По числу тягових електродвигунів перемикач має шість електричних груп, кожна з яких складається з чотирьох нерухомих контактів, укріплених на стійках, і рухомих, змонтованих на двох важелях, що коливаються, 6. Кожен важіль управляється однією куларковою шайбою 8.

Перемикання в обмотках збудження двигунів можуть здійснюватися тільки в знеструмленому стані, оскільки реверсор не має дугогасящих пристроїв. Управління реверсором проводиться реверсивною рукояткою контроллера машиніста.

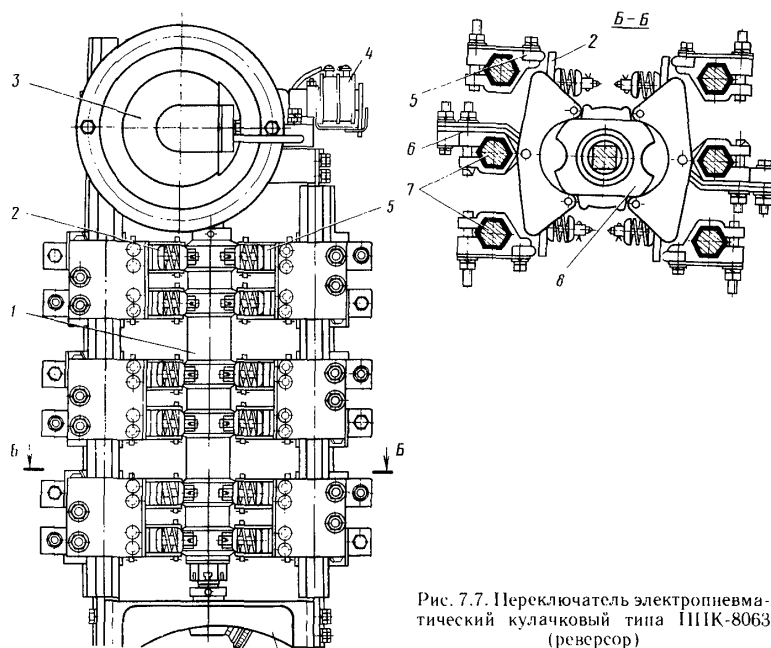


Рис. 7.7. Переключатель электропневматический кулачковый типа ППК-8063 (реверсор)



Рис. 7.8. Схема работы кулачкового элемента реверсора:

а положение «Вперед»; б положение «Назад» (стрелки показывают направление тока в обмотке возбуждения)

2. Перемикачі типу ППК-10000 (рисунок 117) призначені для перемикання без струму електричних ланцюгів тягових електродвигунів і використовуються як реверсивний (ППК-12602) і гальмівний (ППК-12062) перемикачі. Вони є багатополіусні електропневматичні кулачкові апарати з пневматичним приводом. Основними частинами перемикача є остов, привід, контактні групи силового кола і блоку допоміжних контактів.

Остов складається з двох пластмасових основ 1 і 8, передньої 7 і двох задніх 6 металевих стійок, кулачкового механізму, встановленого в підшипниках кочення. Кулачковий механізм має вал, на якому розміщені кулачки, які управляють контактами головного і допоміжного кола.

Пневматичний привід поршневого типу управляється дистанційно за допомогою двох електропневматичних клапанів.

Кожна контактна група є блоком, що складається з ізоляційної панелі 11, рухомих 15 і нерухомих 16 контактів. Нерухомі контакти встановлені безпосередньо на ізоляційній панелі, рухомі розташовуються на коромислі, що коливається, 9, яке закріплене в кронштейнах 10, встановлених на ізоляційній панелі. Контактне натиснення здійснюється за допомогою пружини 14.

Конструкція перемикача забезпечує фіксацію контактів в кінцевих положеннях приводу при припиненні подачі стислого повітря.

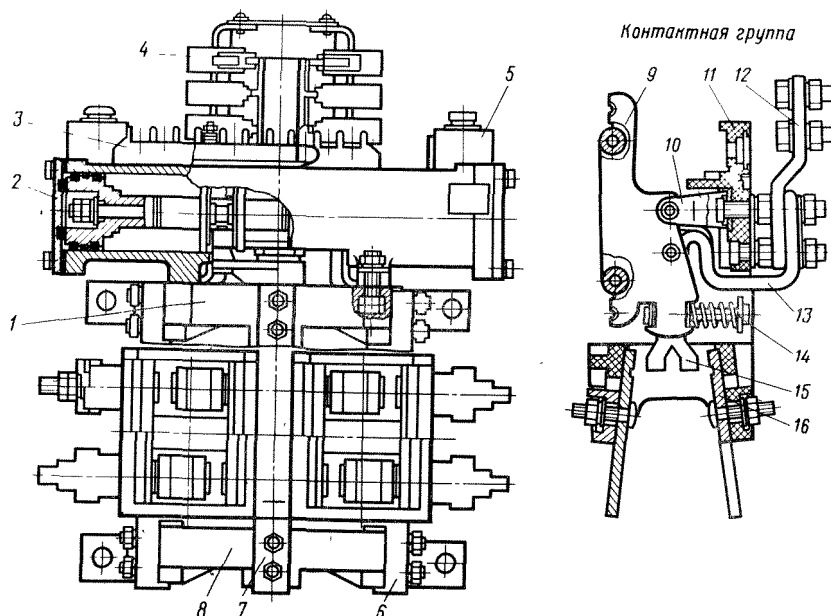


Рис. 117. Переключатель типа ПНК-10000:
1, 8 — основания; 2 — пневматический привод; 3 — колодка зажимов; 4 — блок вспомогательных контактов; 5 — электропневматический клапан; 6, 7 — стойки; 9 — коромысло; 10 — кронштейн; 11 — панель; 12 — вывод; 13 — гибкое соединение; 14 — пружина; 15, 16 — подвижный и неподвижный контакты

Домашнє завдання: л.1 ст.130.

ЗАНЯТТЯ №9

Тема: Практична робота №12 «Дослідження конструкції та принцип дії електромагнітних контакторів»

Домашнє завдання: Звіт №12.

ЗАНЯТТЯ №10

Тема: «Перетворювачі напруги на тепловозах. Безконтактні перемикачі»

План заняття: 1. Загальні відомості

2. Безконтактні блоки

1. Безконтактні апарати використовуються в схемі електричної передачі як випрямні мости, стабілізуючі кола, згладжуючі фільтри і ін.

2. Блоки тахометричні БА-420 і БА-430 використовуються для отримання електричного сигналу, що змінюється пропорційно частоті обертання валу дизеля. На тепловозах перших випусків типів ТЕ10 і ТЕП60 для цієї мети встановлювалися тахогенератори (на тепловозах ТЕЗ вони застосовуються до цих пір).

Тахогенератори постійного струму мають ряд істотних недоліків. Вони не забезпечують точність регулювання, стабільність характеристики і надійність.

Тому в системах регулювання збудженні тягових генераторів замість тахогенераторів використовується безконтактний тахометричний пристрій (БТ).

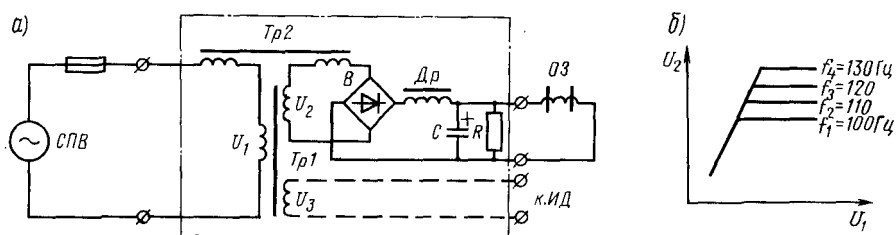


Рис. 8.7. Схема бесконтактного тахометрического блока БА-420 (а) и статическая характеристика БТ (б)

Тахометричний пристрій включає: насичаючий трансформатор $Tr1$, (рисунок 8.7. а). До компенсуючий трансформатор $Tr2$, випрямний міст B , згладжуючий фільтр (Dr , що складається з дроселя, і конденсатора C) і резистор R . Тороїдальний сердечник $Tr1$ виконаний з пермалою, а сердечник $Tr2$ з альсифера з малою магнітною проникністю. Обмотки трансформаторів залиті епоксидним компаундом.

Напруга від синхронного підбудника СПВ подається на первинні обмотки трансформаторів $Tr1$ і $Tr2$, включені послідовно і згідно. Середнє значення напруги вторинної обмотки U_2 трансформатора $Tr1$ залежить тільки від частоти живлячої напруги (рисунок 8.7. б), оскільки сердечник цього трансформатора має прямокутну петлю гістерезису. Практично крива намагнічення насичаючого трансформатора, із-за петлі гістерезису відхиляється від ідеальної, унаслідок чого утворюються погрішності при зміні частоти. Для зниження погрішності застосований трансформатор $Tr2$; вторинні обмотки $Tr1$ і $Tr2$ включені послідовно і зустрічно. Електрорушійна сила вторинної обмотки $Tr2$ компенсує ту частину е. д. с.

вторинної обмотки Тр1, яка викликається зміною струму, що намагнічує, при насиченні сердечника.

Конденсатор С і міст В змонтовані на ізоляційній панелі. Трансформатори встановлені один на одному і стягнуті шпилькою. Дросель Др має Ш-образний сердечник, що дає можливість регулювати повітряний зазор. Блок забезпечений штепсельним роз'ємом. Тахометричні блоки мають наступну характеристику.

Блок тахометричний типа БА-430 відрізняється від блоку БА-420 параметрами і додатковою вторинною обмоткою трансформатора Тр1 (на рисунок 8.7. а) вона показана штриховий лінією для живлення індуктивного датчика ІД. Напруга вихідне підводиться до обмотки задаючою ОЗ магнітні підсилювачі на тепловозах типу 2ТЕ10Л, а на тепловозах з передачею змінно-постійного струму - до потенціометрів завдання.

Домашнє завдання: л.1 ст.167-180.

ЗАНЯТТЯ №11

Тема: Практична робота №13 «Дослідження будови та принцип дії реверсора тепловоза»

Домашнє завдання: Звіт №13.

ЗАНЯТТЯ №12

Тема: «Контролери машиніста тепловозів»

План заняття: 1. Контролер машиніста КВ-1552

2. Контролер машиніста КВП-0854М

1. Контролер машиніста призначений для управління передачею потужності тепловоза, частотою обертання валу дизеля і зміни напрямку руху тепловоза. Перемиканням реверсивної рукоятки 1 (рисунок 7.12) контролера машиніста змінюють напрям руху тепловоза. Зміною положення штурвалу 2 або головної рукоятки контролера міняють частоту обертання валу дизеля, а отже, і його потужність. На тепловозах 2ТЭ116, 2М62, 2ТЭ10В, 2ТЭ10М і 2ТЭ10С встановлені контролери КВ-1552, на яких застосована контактна система мостікового типу, а управління головним барабаном здійснюється штурвалом замість головної рукоятки. Тепловози ТЭМ 2 і ТЭМ 7, призначені для роботи «в одне обличчя», обладналися контролерами з ручним і електропневматичним приводом типів КВП-0854М і КВП-0855МУЗ.

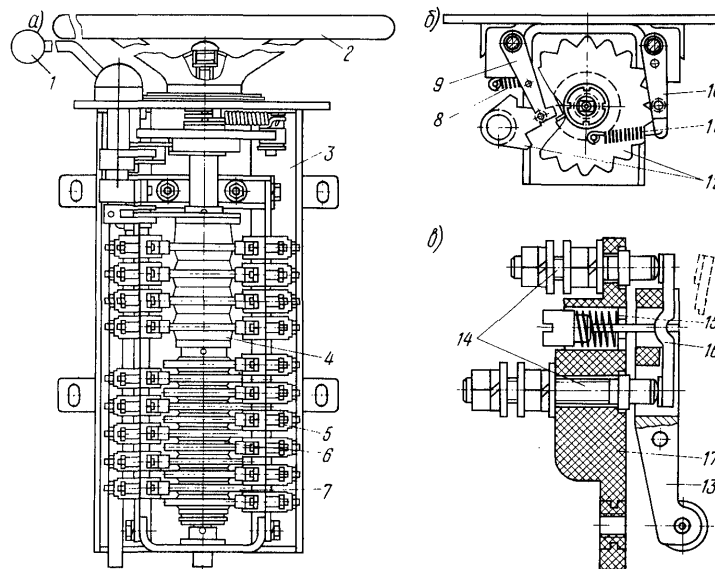


Рис. 7.12. Контролер машиніста KB-1552:
а – загальний вигляд; б – фіксуючий механізм; в – контактний елемент

Контролер (КМ) типу KB-1552 складається з корпусу 3, кришки, головного 6 і реверсивного 4 барабанів, кулачкових елементів (шайб) 7, реверсивної рукоятки 1 і штурвалу 2. На вал головного барабана набираються кулачкові шайби, за допомогою яких замикаються і розмикаються в певній послідовності контактні елементи 5. Позиції головного і реверсивного барабанів фіксуються насадженими на їх вали храповиками 12. Фіксація храповика відбувається на кожній позиції штурвалу або реверсивної рукоятки спеціальним важелем 10, фіксатором 9 і пружинами 8 і 11. Фіксатор є одночасно механічним блокуванням реверсивної рукоятки і штурвалу, який виключає переміщення реверсивної рукоятки на ходових позиціях штурвалу головного барабана і поворот штурвалу на нейтральному (нульовому) положенні реверсивної рукоятки. Реверсивна рукоятка з'ємна, вона має три положення: «Вперед», «Назад» і нейтральне. Зняти рукоятку можна тільки при нульовому положенні штурвалу. Контактний елемент мостікового типу з подвійним розривом контактів, складається з пластмасового ізолятора 17 і важеля 13, контактних болтів 14, мостікових контактів 16, тримача і пружин 15, що забезпечують початкове і кінцеве контактне натиснення. У важелі є ролик, який, переміщаючись по поверхні кулачкової шайби, включає або вимикає контактний елемент.

2. Контролер машиніста KBП-0854М, окрім ручного приводу, має електропневматичний привід, що забезпечує дистанційне керування контролером. Цей привід складається з трьох циліндрів управління головним барабаном і циліндра перемикачів реверсивного барабана.

Привід збільшення або зменшення позицій (рисунки 7.13 а) складається з циліндра 3, поршня 11, штока 4, на якому укріплені сережка 12 і штовхач 7 з

пружиною 6, поворотної пружини 5 і упору 1. При подачі повітря в циліндр 3 поршень 11, переміщаючись, штовхає шток 4. При цьому штовхач 7 входить в зачеплення із зубом храпового колеса головного валу і, переміщаючи його, переводить головний барабан контролера на одну позицію. Шток доходить до упору; щоб пом'якшити удар, він має амортизатор 2.

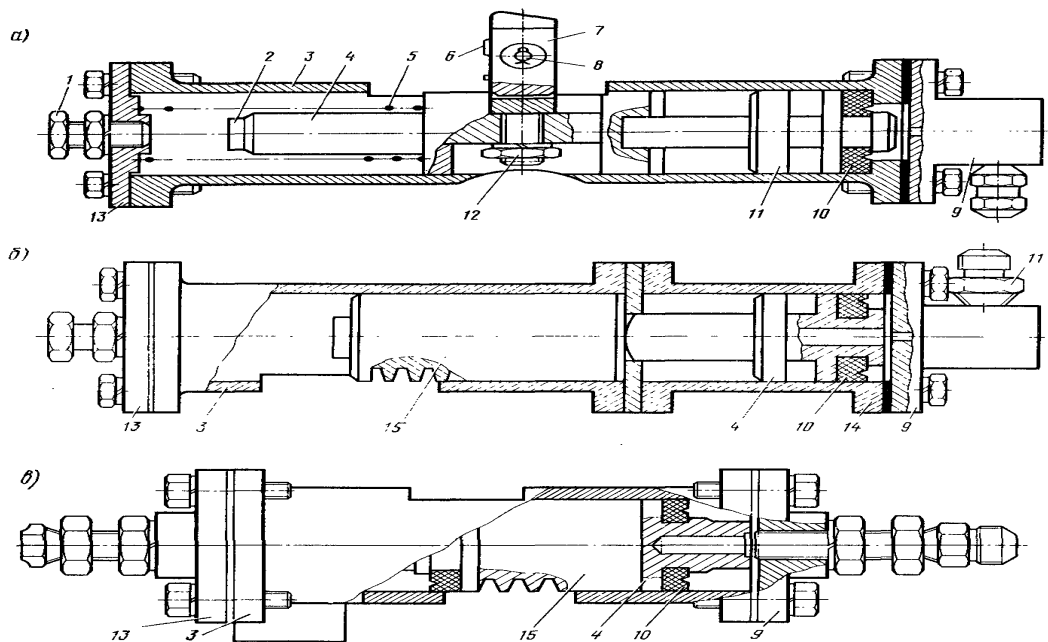


Рис. 7.13. Контролер машиніста КПВ-0854:
а — привод збільшення или зменшення позицій; б — привод сброса позицій; в — привод переключения реверсивного вала

Коли повітря 5 циліндр не поступає, пружина, 5 повертає поршень і шток в початкове положення. Штовхач 7, проходячи під зубом храпового колеса, повертається навколо осі 8 і пружина в повертає його в первинне положення.

Привід скидання з будь-якого положення в нульове (рисунок 7.13, б) має два циліндри 3 і 14, зубчасту рейку 15, шток 4, манжету 10 і кришки 9 і 13. Шток і зубчаста рейка виконані роздільно, з тим щоб зусилля тертя манжети не передавалося на головний вал і не впливало на зусилля переключення. Рейка 15 постійно знаходиться в зачепленні з шестернею валу, пов'язаного з головним барабаном контролера. При нульовому положенні штурвалу контролера зубчаста рейка знаходиться в крайньому лівому положенні. При збільшенні позицій шестерня переміщає її до штока. При швидкому скиданні позицій стисле повітря переміщає шток 4, а отже, і зубчасту рейку до упору, повертаючи тим самим контролер в нульове положення.

Привід перемикання реверсивного барабана (рисунок 7.13, в) працює аналогічно приводу швидкого скидання позицій, відмінність полягає в тому, що повітря в циліндр подається то з однією, то з іншого боку, тим самим перемикаючи реверсивний вал з положення «Вперед» або «Назад» в протилежне без фіксації в нульовому положенні. Фіксація головного і реверсивного барабанів, а також контактна система контролера КПВ-0854М такі ж як у контролера KB-1552.

ЗАНЯТТЯ №13

Тема: Практична робота №14 «Дослідження конструкції та принцип дії контролера машиніста».

Домашнє завдання: Звіт №14.

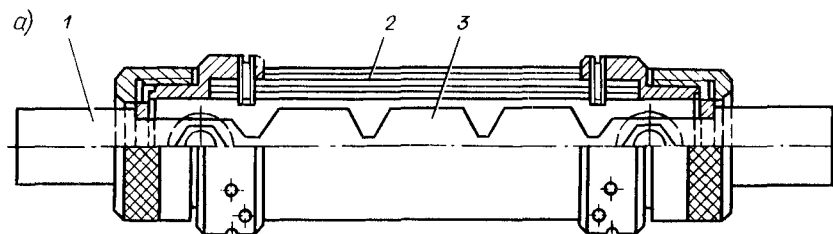
ЗАНЯТТЯ №14

Тема: «Плавкі запобіжники та резистори»

**План заняття: 1. Загальні відомості та будова трубчатих запобіжників
2. Призначення та типи резисторів**

1. Трубчасті запобіжники типу ПР на тепловозах захищають низьковольтні кола від перевантажень і коротких замикань. На тепловозах застосовуються два види запобіжників - розбірні і нерозбірні. Запобіжники в колах управління, освітлення, допоміжних електродвигунів мають плавкі вставки від 5 до 20 А (нерозбірні). Вони є мідним дротом діаметром від 0,19 до 0,44 мм. У цих колах встановлюють автомати, що забезпечують захист при перевантаженнях.

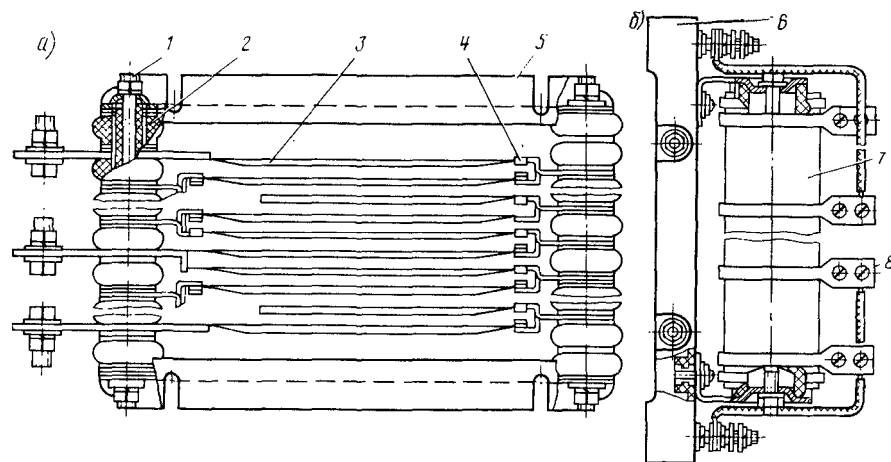
У колах акумуляторних батареї запобіжники мають вставки на 160 і 100 А, в колах допоміжних генераторів - на 125 і 80 А, в колах електродвигуна маслопрокачуючого насоса на 100 А (розбірні). Розбірний запобіжник (рисунки 7.35, а) складається з фібрової трубки 2, в яку поміщена плавка вставка 3 з листового цинку завтовшки 0,6 мм. Вставка болтами прикріплена до контактних ножів 1, які вставляються в пружинячі контактні стійки, сполучені з відповідним колом. Вставка перегорає, коли по ній проходить струм, що перевищує номінальне значення для даного запобіжника. Трубку заповнюють азбестовим папером, товченою крейдою, кварцевим піском або мармуровою крихтою, які сприяють гасінню дуги і захищають трубку від вигорання.



2. У колах регулювання і управління на тепловозах застосовуються три типи резисторів: стрічкові ЛС і КФ, дріт'яні СР і дріт'яні емальовані ПЕ. Стрічкові резистори ЛС (рисунки 7.37, а) виконані з фехральової стрічки 3 зигзагоподібного виду. У місцях перегину стрічка кріпиться утримувачами 4, що забезпечують

температурну компенсацію стрічки (подовження від нагріву) і технологічні відхилення. Утримувачі 4 закріплені між ізоляторами 2. Ізолятори стягнуті шпильками 1, створюючи з бічними сталевими утримувачами каркас 5 резистора. Прямолинійні ділянки стрічки для жорсткості мають гофри. Резистори ЛС виконуються з елементів, розрахованих на струми понад 20 А і напругу ізоляції 1000 В. Резистори типів ЛС-9110 і ЛС-9120 використовуються для ослаблення збудження тягових електродвигунів, вони розраховані на струм 220 і 300 А, їх потужність 1800 і 2100 Вт.

При струмах менше 20 А і особливо у випадках, коли необхідно змінювати опір для настройки системи, наприклад в колах збудження збудника, допоміжного генератора і ін., використовують резистори типу СР. Вони є ніхромовий або фехральовий круглий дріт (рисунок 7.37, б), навитий на фарфоровий порожнистий циліндр 7. Резистори виконуються регульованими з хомутами 8 і нерегульованими. Потужність елементу складає 350 Вт. Тривалий струм елементів (від СР-304 до СР-326) змінюється в межах від 1,1 до 9,1 А, а опір -от 299 до 3,75 Ом. Блоки резисторів збирають з уніфікованих пластмасових панелей 6. При малих потужностях і струмах, головним чином в колах котушок апаратів, знаходять застосування трубчасті емальовані резистори типу ПЕ. Вони складаються з порожнистого керамічного циліндра, на який намотаний дріт з ніхрому або константана, покритий шаром жаростійкої склоподібної емалі. Панелі типу ПС-20 містять резистори типів ПЕВ і ПЕВР потужністю 50 Вт, а панелі типу ПС-40 - потужністю 100 Вт. Резистори типу ПЕВ нерегульовані, а ПЕВР регульовані, на поверхні яких є вільні від емалі доріжка



Домашнє завдання: л.1 ст. 207.

ЗАНЯТТЯ №15

Тема: «Призначення та класифікація реле та апаратів»

План заняття: 1. Комутаційні апарати

2. Апарати автоматичного керування та регулювання

3. Апарати контролю та захисту

1. Реле управління (РУ) - призначені для комутації кіл управління. Реле управління типу Р-45М мають різні модифікації залежно від числа і типу контактів. Реле виконують з двома видами контактів пальцевими і мостиковими.

2. Реле часу електромагнітне - типу РЕВ-812 (РВ3, РВ4, РВ5) з витримкою часу при розмиканні встановлено на тепловозах типів 2ТЭ10Л, 2ТЭ116 і ін. Реле з витримкою часу 1,5 с використовується для затримки відключення поїзних контакторів після зняття напруги з тягового генератора (РВ3), для ступінчастого відновлення навантаження генератора після припинення буксування (РВ5) і з витримкою часу 3с для виключення помилкового включення контакторів ослаблення збудження двигунів у момент буксування (РВ4).

Реле часу типів ВЛ31 і ВЛ50 (РВ1, РВ2) використовуються для обмеження часу роботи маслопрокачуючого насоса дизеля (90 с) і часу розкручування валу дизеля при його пуску.

Амплістат збудження типу АВ-3А (АВ) призначений для регулювання струму збудження збудника В. Він є магнітним підсилювачем з внутрішнім зворотнім зв'язком.

Трансформатори постійного струму (ТПТ) призначені для формування сигналів, що пропорційні струму тягових електродвигунів або струму тягового генератора, використовуються в системі регулювання збудження генератора (у обмотці управління амплістата).

Трансформатор постійною напруга (ТПН) типу ТПН-3А служить для подачі сигналу, пропорційного напрузі тягового генератора. Сигнал від ТПН поступає в обмотку управління амплістата.

Трансформатор розподільний (ТР) типу ТР-23 служить для живлення кіл змінного струму: трансформаторів постійного струму, постійної напруги, амплістата збудження і індуктивного датчика.

Трансформатор стабілізуючий (СТР) типу ТС-2 усуває незгасаючі коливання вузла збудження при різких змінах навантаження.

3. Реле обриву полюсів (РОП) типу Р-45Г5-11 призначене для зняття навантаження з тягового генератора при обриві обмотки збудження тягового електродвигуна. Конструкція його аналогічна реле заземлення.

Реле обмеження струму (РТ) служить для захисту тягового генератора від перевантаження. На тепловозах ТЭМ2 встановлюють реле типу Р-27А. Реле обмеження струму має дві котушки: струмову і напруги з сердечником, змонтовані на кронштейні Г-подібної форми. Струмова котушка має 1 виток, виконаний з шинної міді 12,5х20 мм. Вона розрахована на струм 1100 А. Струмова котушка включена в коло однієї паралельної групи тягових електродвигунів, а котушка напруги (вібраційна) - в коло обмотки збудження збудника Ш1 - Ш2 послідовно з рухомим контактом. Залежно від положення рухомого контакту струм в котушці напруги міняє свій напрям.

Реле тиску повітря (РДВ) типу АК-11Б контролює тиск повітря в гальмівній магістралі. При тиску менше 0,35 МПа реле скидає навантаження з дизеля, чим запобігає рух тепловоза при недостатньому тиску повітря в гальмівній магістралі. Реле замикає свої контакти при тиску повітря понад 0,5 Мпа.

Диференціальний манометр (КДМ) призначений для вимірювання розрідження в картері дизеля і зупинки його в тому випадку, якщо в картері з'явиться тиск. Канали манометра заповнені рідиною (підсолена вода). Лівий канал сполучений трубою з картером дизеля, а в правий вставлена колодка з контактами, які включені в коло котушки реле управління РУ7. У верхній частині манометра розташований отвір, сполучений з атмосферою; до передньої частини прикручена шкала. При непрацюючому дизелі в обох каналах рідина повинна встановлюватися на нульовому діленні, а при роботі в картері дизеля повинне бути розрідження в межах 0,1-0,6 кПа. Контакти не повинні торкатися один одного; їх встановлюють на 15 мм вище за нульове ділення. При підвищенні тиску до 0,3-0,35 кПа рідина піднімається в правому каналі настільки, що замикає контакти, чим створюється коло живлення котушки реле.

Домашнє завдання: л.1 ст. 162-163

ЗАНЯТТЯ №16

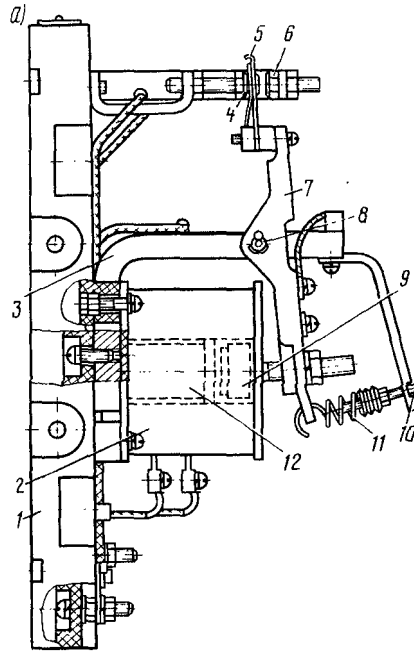
Тема: «Блоки захисту. Блок реле буксування.»

План заняття: 1. Будова та принцип роботи реле буксування РК-221

2. Схеми включення блоку ББ-320 А

1. Реле буксування (РБ1, РБ2, РБ3) дозволяє своєчасно виявити буксування колісних пар, частково зняти навантаження з електродвигунів для припинення буксування і подати сигнал машиністові про його виникнення. Три реле буксування (два типи РК-221 і одне РК-231), змонтовані на панелі і закриті кожухом, утворюють блок ББ-320 А.

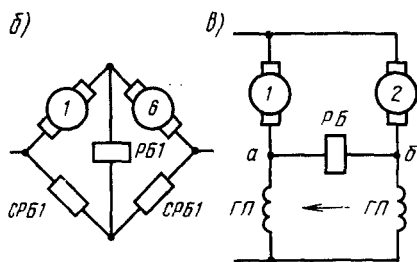
Реле має незамкнуту магнітну систему. На кронштейні 3 змонтована котушка 2



з коротким сердечником 12. Якір 7 з вирізом в середній частині гойдається на осі 8, що проходить через кронштейн. У нижній частині до якоря гвинтом прикріплений плунжер 9, що входить всередину котушки. У верхній частині до якоря на плоскій пружині прикріплений двосторонній контакт 5.

Коли струм проходить по котушці 2, створюється потік. Якщо потік достатній для подолання сили натягнення пружини, якір притягується до котушки. При цьому пересувний контакт розмикається з нерухомим, живлення котушки контактора збудження збудження припиняється, одночасно замикається пересувний контакт з нерухомим контактом забезпечуючи живлення зумера. Машиністові подаються звуковий і світловий сигнали про буксування коліс.

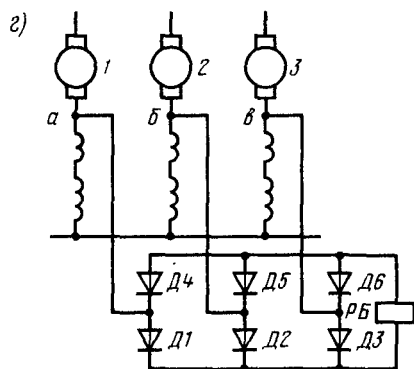
2. Принцип виявлення буксування заснований на порівнянні напруги (при послідовному з'єднанні двигунів) або струмів (при паралельному включенні) тягових двигунів буксуючої і небуксуючої колісних пар. Зниження струму в котушці викликає зменшення сили її тяжіння і пружина повертає якір в первинне положення.



При послідовному з'єднанні двох електродвигунів в схемі електропередачі котушка реле РБ1 включається в діагональ моста, плечі якого утворені якорями

електродвигунів 1 і 6 і двома резисторами СРБ1, рівними за значенням. Коли буксування осей, привід яких здійснюється електродвигунами 1 і 6, відсутній, міст урівноважений і в котушці реле струм не протікає. При появі буксування напруга на затисках електродвигуна буксуючої осі збільшується, а напруга на затисках іншого електродвигуна зменшується, рівновага моста внаслідок цього порушується, в котушці реле з'являється струм, який викликає спрацювання реле. При паралельному з'єднанні електродвигунів (рисунок в) і буксуванні першої колісної пари е. д. с. її електродвигуна зростає, потенціал точки а зменшиться і струм потече від точки б до точки а, буксування другої колісної пари викличе протікання струму у зворотному напрямі. Таким чином, струм будь-якого напрямку викличе спрацювання реле, якщо він досягнє заданого значення.

Розглянуті схеми при одночасному буксуванні з приблизно рівними швидкостями колісних пар буксування не виявлять. Тому на сучасних тепловозах використовується схема, показана на рисунк г. Припустимо, буксує колісна пара з тяговим електродвигуном 1; потенціал точки а зменшиться, і через котушку реле РБ потече струм від крапки з більшим потенціалом б або в через діод Д2 (Д3), котушку РБ, діод Д4 до точки а. Дана схема виявляє буксування, якщо є хоч би одна небуксуюча колісна пара.



Домашнє завдання: л.1 ст. 143-144.

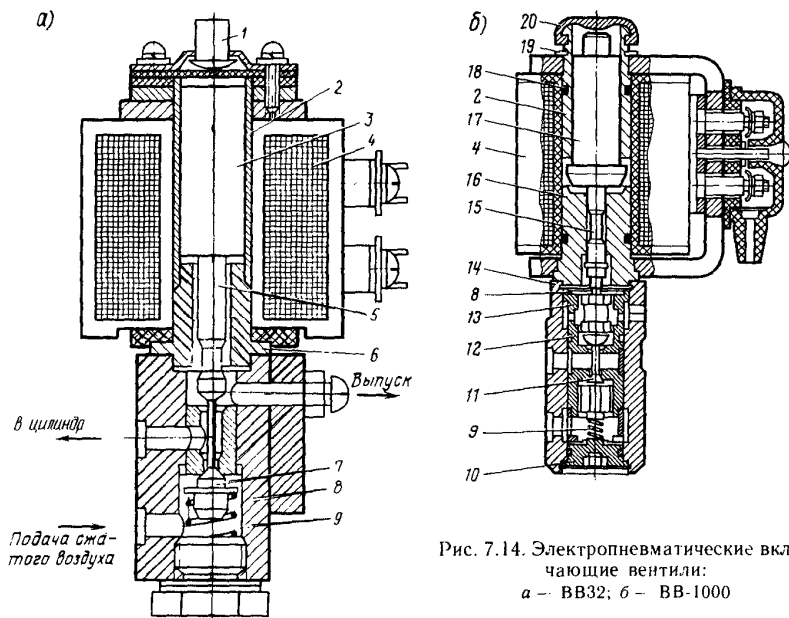
Тема: «Електропневматичні вентиля та тягові електромагніти».

План заняття: 1. Призначення та принцип роботи електропневматичних вентилів

2. Призначення та принцип роботи тягових електромагнітів

1. Електропневматичні вентиля BB1, BB3, BB32 управляють впусканням стислого повітря в пневматичний циліндр приводу або іншого пристрою і випуском цього повітря в атмосферу. Всі вентиля включаючого типу. При подачі напруги на котушку ventиль впускає повітря в циліндр апарату або іншого пристрою.

Електропневматичний ventиль типу BB32 (рисунок 7.14, а) має електромагнітний привід плунжерного типу. На корпусі 8 ventиля встановлена



котушка 4, усередині якої є направляючі втулки 2 і 6. Рухома частина складається з плунжера (якоря) 3 і клапанів 5 і 7. При знеструмленій котушці пружина 9 утримує у верхньому положенні рухому частину. Клапан 7 закритий, і стисле повітря з резервуару не поступає в циліндр приводу, а клапан 5 сполучає циліндр приводу з каналом випуску (атмосферою).

При подачі напруги на котушку плунжер 3 втягується в котушку і переміщає рухому частину вниз. При цьому клапан 7 відкриває нижній отвір, по якому в циліндр поступає з повітряного резервуару стисле повітря. Випускний клапан 5 закриває верхній отвір для виходу повітря з циліндра апарату в атмосферу.

Ventиль забезпечений кнопкою 1 для ручної перевірки його роботи. Котушка ventиля залита епоксидним компаундом, який утворює навколо обмотки твердий

шар, що є одночасно і ізоляцією, і каркасом. Вентилі типів ВВ1 і ВВ3 мають електромагнітний привід клапанного типу; їх котушки намотані на каркасах.

Вентилі типу ВВ-1000 (рисунок 7.14, б) - це двопозиційні пневморозподільвачі з електромагнітним приводом і пружинним поверненням. Вони надійніші, а деталі їх уніфіковані. Пневморозподільвач (клапанний механізм) і електромагніт є самостійними вузлами. У корпусі пневморозподільвача 12 розташовані верхній 13 і нижній 11 затвори і заглушка 10, які встановлені по рухомій посадці і ущільнені гумовими кільцями; клапан утримується в початковому положенні пружиною 9. Використання автономних затворів дозволяє легко їх замінити.

Електромагніт вентиля складається з ярма 14 з котушкою 4 і встановленою в ньому по нерухомій посадці втулки 2 з якорем 17 і сердечником 16 з штоком 15. Втулка фіксується в ярмі пружинним кільцем 19. Порожнина електромагніту від забруднення захищена ковпачком 20 і кільцями 18. При налагоджувальних роботах або аварійних ситуаціях вентиль включають вручну, використовуючи кнопку, виконану заодно з якорем і закриту ковпачком. Включаючий і вимикаючий вентилі розрізняються конструкцією клапанного механізму.

2. Тягові електромагніти типів ЭТ-45Б і ЭТ-52Б (МР1 - МР4) використовуються в системі управління дизелем для зміни частоти обертання на тепловозах 2 ТЭ10В (М, С), ТЭ10, ТЭП60, 2 ТЭ116. Тяговий електромагніт ЭТ-52Б (рисунок 7.15) закритого типу.

При проходженні струму по котушці 2 якорь 3 притягується до сердечника і переміщає шток 6. Регулювання ходу здійснюється гвинтом 5. Струм спрацьовування 0,12 А. Корпус 4 має різьблення для вгвинчування магніту в корпус регулятора частоти обертання валу дизеля. Електромагніт ЭТ-54Б для включення в схему має штепсельний роз'єм.

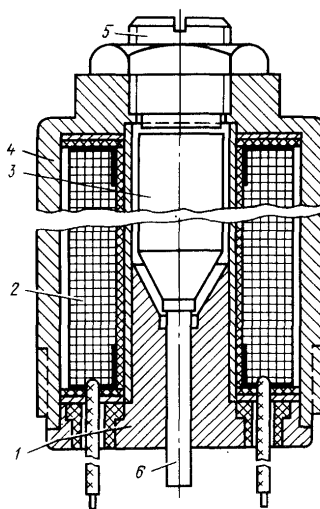


Рис. 7.15. Электромагнит ЭТ-52Б

Домашнє завдання: л.1 ст. 137-140.

ЗАНЯТТЯ №18

Тема: «Панель та блок випрямлячів»

План заняття: 1. Загальні відомості

2. Панель випрямлячів типу ПВК-6011

3. Блок випрямлячів БВК-450

1. Безконтактні апарати використовуються в схемі електричної передачі як випрямні мости, стабілізуючі кола, згладжуючі фільтри і ін. По конструкції апарати аналогічні або схожі. Умовне позначення панелі ПВК-6040: П - панель, В - випрямлячів, К - кремнієвих, 6040 - конструктивного виконання. На панелі змонтовано два випрямні мости, через яких здійснюється живлення обмотки збудження збудника і регулювальної обмотки амплістата. Два мости (рисунок 8.1) складаються з діодів 5, закріплених на панелі 1 за допомогою контактних планок 4 і 3, до яких гвинтами приєднані виводи 2 проводів. Інші кінці проводів припаяні до

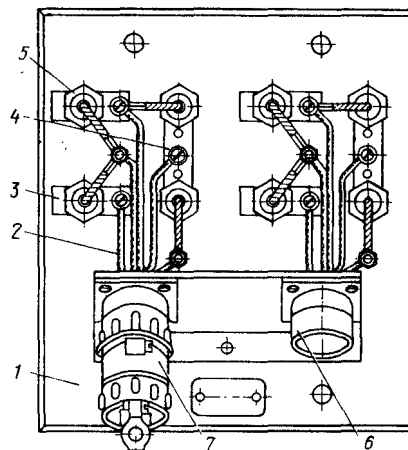
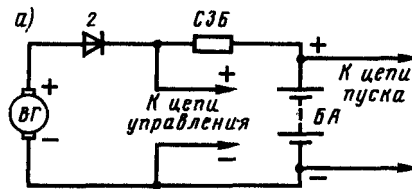


Рис. 8.4. Панель выпрямителей типа ПВК-6040

затисків штепсельних колодок 6. У електричну схему тепловоза міст під'єднується за допомогою вставки 7 штепсельного роз'єму.

2. Панель випрямлячів типу ПВК-6011 (ДЗБ) забезпечує заряд акумуляторної батареї і запобігає протіканню струму від неї через якір допоміжного генератора (або стартер-генератора для 2 ТЭ116). Кремнієвий діод 2 типу В-200-9 включається між допоміжним генератором ВГ і резистором заряду батареї СЗБ так, щоб струм міг проходити від генератора до батареї (рисунок 8.5, а). Струм не проходитиме, якщо напруга допоміжного генератора стане нижча за напругу акумуляторної



батарей. Діоди з повітряним охолодженням можуть працювати при температурі навколишнього середовища від - 50 до + 140 °С значної вологості і вібрації. Але діоди володіють невеликою перевантажувальною здатністю; для захисту їх від перевантаження використовують запобіжник ПР 2. На пластмасовій панелі (рисунок 8.5, б) за допомогою скоби 4 закріплений радіатор охолодження 3 із встановленим на ньому діодом 2. З'єднання виводу діода і затиску 1 ізолювано трубкою. Діод закритий кожухом 5. Панель з'єднана з повітроводом

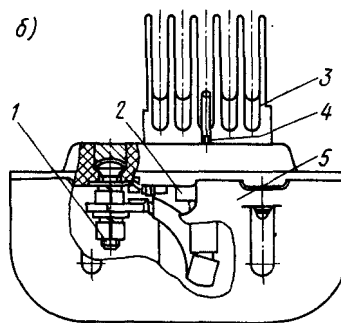


Рис. 8.5. Узел заряда батарей на полупроводниковом диоде:
а -- схема; б — панель ПВК-6011

так, що радіатор діода обдувається повітрям.

3. Блок випрямлячів БВК-450 в більшості випадків виконані на базі уніфікованої конструкції і мають позначення: Б - блок, В - випрямляч; К - кремнієвий; 450- конструктивного виконання. Блок БВК-450 (рисунок 8.6) включає випрямні мости, що використовуються в наступних колах: трансформаторів постійного тока-В1, В2, В3, В6; трансформатора постійної напруги В4; як поділочні діоди -В5, В7. На ізоляційній панелі блоку 1 встановлені алюмінієві радіатори 3, на яких закріплені напівпровідникові діоди 2 типу Д-231. Панель прикріплена до кутників знімної касети 4, що встановлена в корпус 5. Вивідні дроти припаяні до затисків колодки штепсельного роз'єму 6.

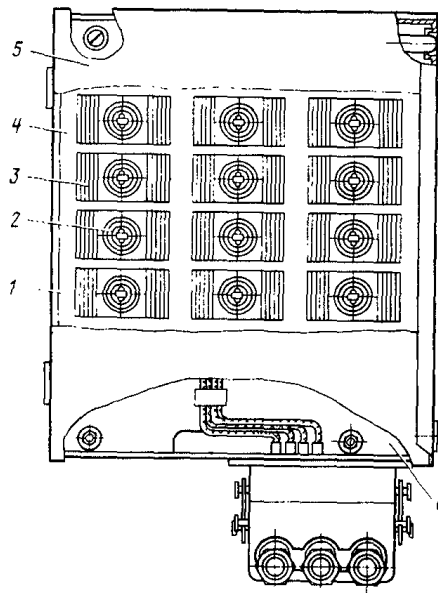


Рис. 8.6. Блок кремниевых выпрямителей типа BVK-450

Домашнє завдання: л.1 ст. 170-173.

ЗАНЯТТЯ №19

Тема: «Випрямляюча установка».

План заняття: 1. Загальні відомості

2. Будова ВУ

1. Випрямна установка (ВУ) на тепловозах з передачею змінно-постійного струму для випрямлення змінного струму, що виробляється синхронним генератором, встановлюється випрямна установка (ВУ), виконана на лавинних силових кремнієвих вентилях типу ВЛ-200-8 (восьмого класу, тобто розрахованих на напругу 800 В, струм 200 А). Лавинні тиристори не ушкоджуються при подачі на них великої напруги і можуть працювати без додаткових пристроїв захисту і рівномірного розподілу напруги між послідовно з'єднаними вентилями, які необхідні для звичайних тиристорів.

У перетворювальній техніці стаціонарних установок і в тепловозобудуванні за кордоном найбільшого поширення набула трифазна мостова схема випрямлення, розрахункова потужність якої тільки приблизно на 5 % перевищує активну і забезпечує високу частоту пульсації випрямленої напруги при малій їх амплітуді.

Дослідження показали, що пульсації випрямленого струму тепловозів ВУ при трифазній мостовій схемі випрямлення не перевищують 4-5%, що практично не впливає на якість комутації електродвигунів. Тому на тепловозах 2ТЭ116, ТЭП70 і ін. застосована схема глухого паралельного з'єднання випрямних мостів (без

зрівняльного реактора). Паралельне з'єднання вибране тому, що вимагає в 2 рази меншого числа вентилів, чим послідовне при однаковому значенні і частоті пульсацій випрямленої напруги.

2. Плече моста складається з десяти паралельно сполучених гілок, в кожній з яких включено по два вентиля послідовно: отже, фаза має 40 вентилів. На рисунку 8.8 показана схема однієї фази, а останні позначені умовно прямокутниками.

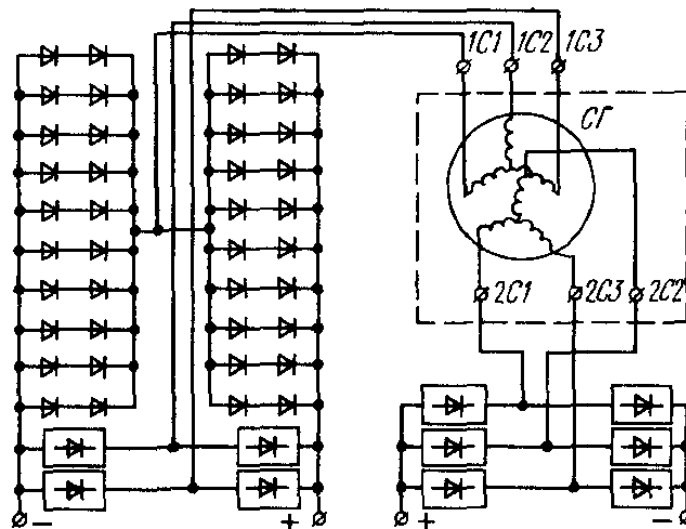


Рис. 8.8. Принципиальная схема выпрямительной установки:
СТ — синхронный тяговый генератор; 1C1, 1C2, 1C3 — зажимы первой звезды статорной обмотки; 2C1, 2C2, 2C3 — зажимы второй звезды

У шафі випрямної установки розміром 1165x1250x700 мм розміщені вентиля. Конструкції шафи забезпечує доступ з двох сторін. На кожній стороні шафи встановлений один трифазний міст. Вентилі з охолоджувачами-радіаторами зібрані в окремі блоки по 8 шт. На кожній стороні шафи розташовано 15 блоків. Всі блоки знімні, що забезпечує доступ для очищення повітряного каналу і зміни охолоджувачів.

Вентилі охолоджуються вентилятором з електроприводом, розташованим на ВУ. Захист випрямлячів від внутрішніх коротких замикань на цих тепловозах проводиться за допомогою реле РМ2, що підключається між нульовими точками зірок генератора. Принцип дії захисту полягає в тому, що при виникненні внутрішніх коротких замикань з'являється постійна складова в напрузі, на яку і реагує реле. Дверці шафи мають кінцеві вимикачі, які знімають напругу з ВУ при їх відкритті.

Домашнє завдання: л.1 ст. 173-174.

ЗАНЯТТЯ №20

Тема: «Вимірювальні прилади».

План заняття: 1. Амперметри типу М4200

2. Вольтметр типу М 4200

3 Електричні термометри опору типу ТП-2

1. Вимірювальні прилади на тепловозі необхідні для вимірювання струму, напруги, опору ізоляції, тобто для контролю роботи тепловоза.

Амперметри М4200 магнітоелектричної системи включені в силове коло контролю за навантаженням тягового генератора, а також в коло акумуляторної батареї для вимірювання зарядного і розрядного струму. Оскільки амперметри не розраховані на протікання великого струму по витках їх рухомої рамки, то їх приєднують, тобто проводами, що мають строго встановлений опір, до шунтів, встановлених в силовому колі. Амперметр в силовому колі має шкалу від 0 до 6000 А, амперметр в колі акумуляторної батареї від 150 до 0 -150 А.

2. Вольтметр М4200, що вимірює напругу тягового генератора, має шкалу на 1000 В. Він включений через додатковий резистор. Для вимірювання напруги і опору ізоляції низьковольтних кіл постійного струму застосований вольтметр магнітоелектричної системи М151. Шкала вольтметра на 125 В. Вольтметр М150 укомплектований двома кнопками, що дозволяють при вимірюванні опору ізоляції проводити контроль як в плюсовому, так і в мінусовому колах тепловоза шляхом зміни підключення вольтметра. При натисненні кнопки «+» або «-» визначається замикання на корпус в плюсовому або мінусовому ланцюзі постійного струму. Правила визначення опору ізоляції викладені на табличці кнопкового перемикача.

3. Електричні термометри опору ТП-2 призначені для дистанційного вимірювання температури води і масла дизеля. У комплект приладу ТП-2 входять показчик (вимірник) ТУЕ-8А і датчик (приймач) ПП-2. Показчик встановлюють на пульті машиніста, а датчик - в трубопровід відповідної системи охолодження дизеля.

Принцип дії електричного термометра заснований на тому, що при зміні температури вимірюваного середовища змінюється опір теплочутливого елементу датчика, включеного в одне з плечей моста (І або ІІ) (рисунок 147). В результаті цього змінюється відношення струмів в рамках магнітоелектричного логометра і стрілка приладу займає положення, відповідне вимірюваній температурі.

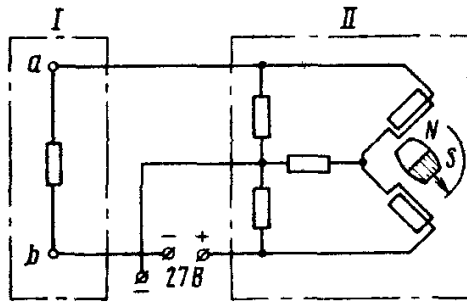


Рис. 147. Структурная схема электротермометра ТП-2

Домашнє завдання: л.1 ст. 162-166.

ЗАНЯТТЯ №21

Тема: Практична робота №15 «Дослідження конструкції та перевірка дії захисних реле».

Домашнє завдання: Звіт №15.

ЗАНЯТТЯ №22

Тема: Практична робота №16 «Вивчення конструкції та перевірка дії диференційних реле».

Домашнє завдання: Звіт №16.

ЗАНЯТТЯ №23

Тема: «Амплістат збудження та трансформатори постійного струму і напруги»

- План заняття:**
- 1. Будова та принцип роботи амплістату типу АВ-3А**
 - 2. Призначення та принцип роботи ТПТ тепловоза М62 типу ТПТ-4Б**
 - 3. Призначення та принцип роботи ТПН тепловоза М62 типу ТПН-3А**

1. Високий коефіцієнт підсилення дає магнітний підсилювач, робочі обмотки якого включені послідовно з випрямлячами Д1 -Д4 (рисунок 68).

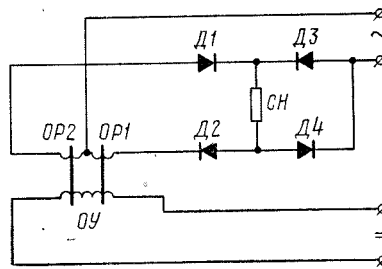


Рис. 68. Электросхема магнитного усилителя с внутренней обратной связью:
 ОУ — обмотка управления; ОР1, ОР2 — рабочие обмотки; СН — резистор нагрузки; Д1—Д4 — выпрямители

При цьому струм в робочих обмотках змінюється не за напрямком, а тільки по величині, тобто є пульсуючим. Припустимо, що в перший напівперіод струм потече по випрямлячу Д3, резистору навантаження СН, випрямлячу Д2, обмотці ОР1. У другий напівперіод струм пройде по обмотці ОР2, випрямлячу Д1, СН, Д4. Величину струму можна розглядати як результат складання звичайного змінного струму з постійним струмом незмінної величини. Постійна складова струму, протікаючи по робочих обмоткам, підмагнічує підсилювач. Таким чином, робочі обмотки є одночасно і підмагнічуючими, що призводить до різкого збільшення коефіцієнта підсилення. Такий магнітний підсилювач називається підсилювачем з внутрішнім зворотним зв'язком. З характеристики підсилювача (рисунок 69) видно, що, коли немає струму в обмотці

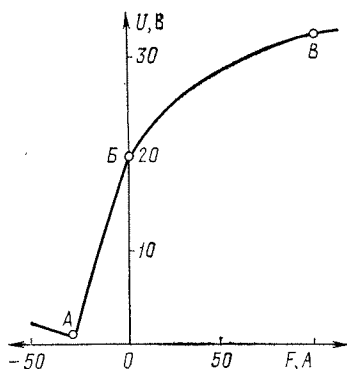


Рис. 69. Характеристика амплитуды АВ-3А (реальная):
 U — напряжение выхода; F — м. д. с. подмагничивания

управління, напруга і, отже, струм навантаження досягають значної величини (точка Б). Для підсилювача без зворотного зв'язку струм навантаження (струм виходу) в цьому випадку близький до нуля. При зворотному зв'язку цей малий струм створює деяке самопідмагнічування, що призводить до зростання струму навантаження. При протіканні по обмотці управління струму позитивного напрямку (від початку обмотки до кінця) струм навантаження зростає до максимуму (точка В). Якщо струм в обмотці управління має негативний напрям, струм навантаження знижується до

малої величини (точки А). Магнітні підсилювачі з внутрішнім зворотним зв'язком називають амплістатами.

У схемі тепловоза М62 амплістат типу АВ-3А (рисунок 70) призначений для

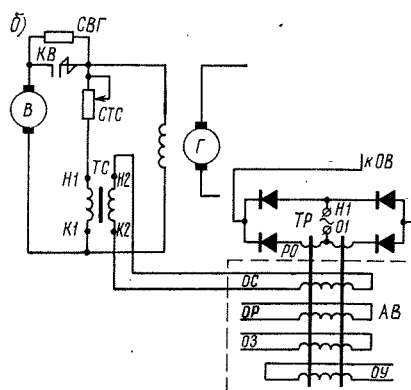


Рис. 70. Амплістат возбуждения АВ-3А:

а — общий вид; *б* — схема включения; 1 — магнитопровод; 2 — катушка; 3 — клеммная рейка; АВ — амплістат возбуждения; В — возбудитель тягового генератора; ТР — трансформатор распределительный; РО — обмотка рабочая; ОС — обмотка стабилизирующая; ОР — обмотка регулировочная; ОЗ — обмотка задания; ОУ — обмотка управления; ТС — трансформатор стабилизирующий; СВГ, CTC — резисторы, ОВ — обмотка возбуждения возбудителя, КВ — контактор возбуждения

безпосереднього регулювання струму збудження збудника. Амплістат однофазний, окрім робочих обмоток РО, має дві підмагнічуючі обмотки ОЗ (обмотка завдання) і ОР (обмотка регульовальна), одну розмагнічуючу ОУ і стабілізуючу ОС обмотки. Навантаженням робочих обмоток амплістата є обмотка збудження збудника. Вихідна напруга амплістата (струм робочих обмоток) в кожен момент залежить від сумарної магніторушійної сили (м. д. с.) його сердечників, що створюється взаємодією магнітних потоків від кожної з обмоток з урахуванням їх напрямку або знаку.

2. Трансформатор постійного струму ТПТ-4Б дозволяє отримувати струмовий сигнал, пропорційний струму тягового генератора тепловоза. Він складається з двох тороїдальних сердечників перетином 48 мм², виконаних із залізо-нікелевого сплаву, на кожному з яких намотана робоча обмотка.

Робочі обмотки з'єднанні між собою зустрічно. Управляючою обмоткою, є шість кабелів, що проходять через центральний отвір трансформатора. Сердечники трансформаторів з обмотками і шпильками залиті компаундом на основі епоксидної смоли. До шпильок прикріплені кутники для установки трансформатора на тепловозі. Схема включення трансформатора зображена на рис.66.

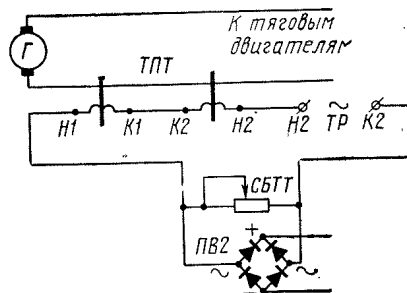


Рис. 66. Схема включения трансформатора постоянного тока:
Г — тяговый генератор; СБТТ — балластный резистор; ТР — трансформатор распределительный; ПВ2 — выпрямительный мост

Індуктивний опір робочих обмоток змінюється під дією підмагнічування постійним струмом обмотки управління, в даному випадку кабелів, по яких протікає струм тягового генератора. При збільшенні струму генератора ступінь насичення сердечників збільшується, індуктивний опір робочих обмоток зменшується і струм в робочому колі трансформатора збільшується. Звідси витікає, що струм в робочому колі трансформатора постійного струму пропорційний струму тягового генератора.

3. Трансформатор постійної напруги ТПН-3А призначений для отримання струмового сигналу, пропорційного постійній напрузі тягового генератора тепловоза, встановлений трансформатор постійної напруги. На кожному з двох тороїдальних сердечників перетином 150 мм^2 , виконаних з залізо-нікелевого сплаву, намотані робочі обмотки. Обмотки з'єднанні між собою зустрічно. Управляюча обмотка, намотана на обох сердечниках. Схема включення трансформатора зображена на рисунк 67.

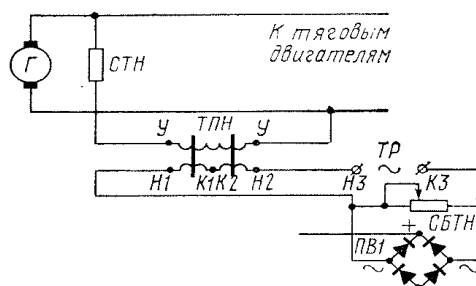


Рис. 67. Схема включения трансформатора постоянного напряжения ТПН:
Г — тяговый генератор; СБТН — балластный резистор; ТР — трансформатор распределительный; ПВ1 — выпрямительный мост; СТН — регулировочный резистор

При підвищенні напруги генератора ступінь насичення сердечників зростає, індуктивний опір робочих обмоток при цьому зменшується і струм в його робочих обмотках збільшується. Отже, струм в робочому колі трансформатора постійної напруги пропорційний напрузі тягового генератора.

Домашнє завдання: л.1 ст.148-150.

ЗАНЯТТЯ №24

Тема: «Електричні кола. Контактні та безконтактні системи управління тяговими електродвигунами».

План заняття: 1. Загальна характеристика про управління ТЕД

2. Процеси при роботі електричної передачі

1. Діапазон зміни струму і напруги тягового генератора обмежений габаритними розмірами, насиченням його магнітної системи, умовами комутації, тому використання постійної потужності генератора забезпечується тільки в певному інтервалі зміни струму генератора і, отже, швидкості тепловоза. Для зменшення діапазону регулювання напруги тягового генератора застосовується автоматичне управління тяговими електродвигунами шляхом зміни схеми з'єднання двигунів і послаблення їх збудження.

2. На всіх режимах роботи електричної передачі дотримується приблизна рівність електрорушійних сил електродвигунів (проти - е. р. с.) і напруги тягового генератора $U_{\text{я}} = E_{\text{я}} - I_{\text{я}} \cdot r_{\text{я}}$

У точці а, що відповідає моменту трогання тепловоза з місця, напруга (див. рисунок 1.3)

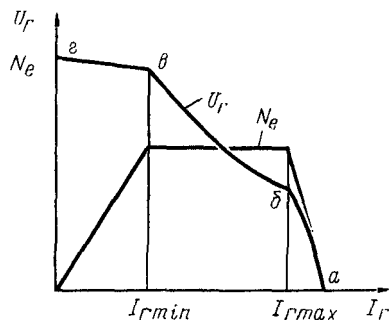


Рис. 1.3. Внешняя характеристика тягового генератора и изменение мощности дизеля N_d :

аб— зона ограничения по току; *бв*— зона использования полной мощности дизеля; *вг*— зона ограничения по напряжению (возбуждению)

генератора буде мінімальна, але оскільки якорі тягових електродвигунів нерухомі, то на їх затисках е. д. с. двигунів відсутня, тому із-за малих опорів обмоток якоря, головних і додаткових полюсів електродвигуна падіння напруги в колі кожного двигуна незначне. Після того, як тепловоз рушить з місця і якоря електродвигунів почнуть обертатися, на їх затисках з'являються е. д. с. Їх значення пропорційні частоті обертання якорів і струмам збудження (потокам), що протікають по обмоткам головних полюсів електродвигунів $E_{\text{я}} = c_e \cdot \Phi \cdot n$

У момент приведення тепловоза в рух бажано підтримувати струм приблизно постійним (ділянка аб на рисунок 1.3). При незмінному струмі е. д. с. двигунів з

послідовним збудженням у міру розгону зростатиме в тому ж степені, що і швидкість руху. У такому ж степені повинно збільшуватися і напруга тягового генератора. У точці б характеристики потужність дизель-генератора зростає до номінального значення. Подальший підйом напруги при постійному струмі неможливий, оскільки це викличе перевантаження дизеля.

При роботі по гіперболічній частині характеристики струм збудження двигунів убуває при зростанні напруги. Убування струму уповільнює зростання е. д. с. двигунів при розгоні. Тому на цій ділянці характеристики при збільшенні швидкості руху напруга генератора повинна зростати у меншій мірі, чим швидкість.

Від швидкості руху тривалого режиму до конструкційної частота обертання електродвигунів для вантажних тепловозів змінюється в 3,5 -5 раз, при цьому напруга генератора, якщо не прийняти спеціальних заходів, збільшується в середньому в 2,2 разу. Зменшити розміри генератора можна за рахунок зменшення діапазону зміни його напруги до 1,5 і менше. Для цього застосовують автоматичне управління електродвигунами шляхом зміни схеми з'єднання двигунів і послаблення збудження.

На ділянці вг зовнішньої характеристики потужність дизеля вже не буде номінальною і її значення швидко знижується із-за зменшення струму. Щоб не допустити роботи на ділянці вг і втрати потужності, застосовують ослаблення збудження (магнітного потоку) електродвигунів. Обмотки шунтуються в той момент, коли напруга генератора наближається до максимального значення. Включення шунтуючого резистора приводить до значного зменшення струму збудження, що викликає зменшення е. д. с. електродвигуна. Напруга генератора внаслідок цього в перший момент починає значно перевершувати е. д. с. електродвигунів, що приводить до різкого зростання струму.

При гіперболічній зовнішній характеристиці генератора збільшення струму призводить до відповідного зниження напруги генератора. При якомусь значенні струму напруга генератора знов наблизиться до е. д. с. електродвигунів і зменшиться настільки, що збільшення сили струму припиниться.

Таким чином, при ослабленні збудження струм генератора зростає, а напруга убуває вздовж гіперболічної характеристики, але частота обертання електродвигунів за цей час не встигає практично змінитися, тобто режим руху тепловоза не міняється. Режим генератора (і електродвигунів) змінюється так, що з'являється можливість підвищення напруги генератора при подальшому розгоні.

Зазвичай застосовують два ступені ослаблення збудження, що дозволяє тричі використовувати під час розгону тепловоза одну і ту ж гіперболічну ділянку зовнішньої характеристики генератора і при широкому діапазоні зміни швидкості руху тепловоза добитися порівняно вузького діапазону зміни напруги генератора.

ЗАНЯТТЯ №25

Тема: «Система регулювання напруги генераторів постійного струму»

План заняття: 1. Регулювання напруги тягового генератора при використанні збудника з повздовжньо розщепленими полюсами

1. Для забезпечення повного використання вільної потужності дизеля тяговим генератором зовнішня його характеристика (див. рисунок 1.3) повинна мати вид рівнобічної гіперболи.

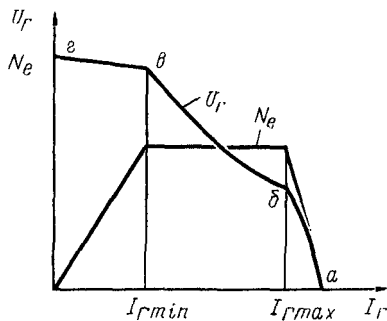
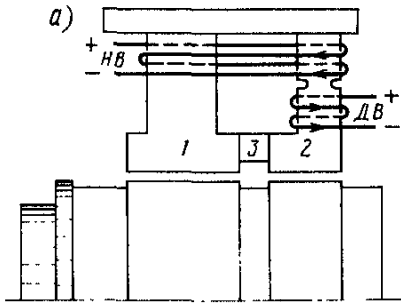


Рис. 1.3. Внешняя характеристика тягового генератора и изменение мощности дизеля N_d :

аб— зона ограничения по току; бв— зона использования полной мощности дизеля; вг— зона ограничения по напряжению (возбуждению)

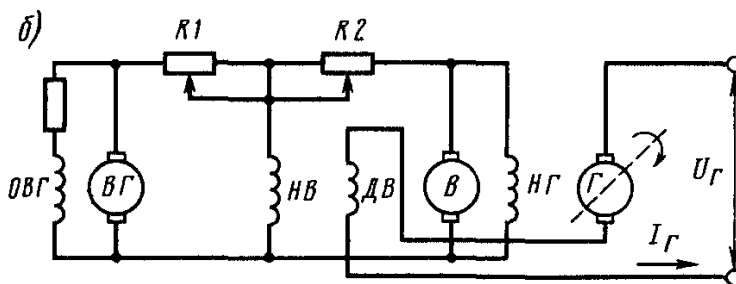
Така характеристика може бути отримана за допомогою спеціальних комбінованих автоматичних систем регулювання напруги (збудження) тягових генераторів. Ці системи широко використовуються на тепловозах і постійно удосконалюються.

У автоматичних системах регулювання напруги генератора, побудованих на основі принципу регулювання по струму тягового генератора, незалежна обмотка збудження тягового генератора живиться від збудника з повздовжньо розщепленими полюсами. Такі системи регулювання застосовуються на тепловозах ТЭМ2, ТЭМ1, ТЭ2 і ТЭ1. Кожен полюс збудника В розділений вздовж осі латунною проставкою 3 на дві нерівні частини (рисунок 9.1. а).



На одній з них 2, що має менші розміри (насиченою), розташовані магнітні містки у вигляді вирізів на сердечнику. На полюсі розміщена незалежна (паралельна) обмотка збудження НВ, що охоплює обидві частини полюса, і диференціальна ДВ, що охоплює тільки другу частину.

Результуюча е. р. с., індукована в простій хвильовій обмотці якоря, рівна алгебраїчній сумі е. р. с., індукованих потоками кожної частини полюса: $E_g = E_1 + E_2$. По диференціальній обмотці протікає струм тягового генератора. Незалежна обмотка збудження НВ має подвійне живлення: від допоміжного генератора ВГ, напруга якого підтримується постійною, і якоря збудника (рисунок 9.1, б).



Основним є живлення від допоміжного генератора, унаслідок чого е. р. с. E_1 , що створюється в якорі потоком ненасиченої частини 1 полюса, майже не залежить від навантаження (рисунок 9.2).

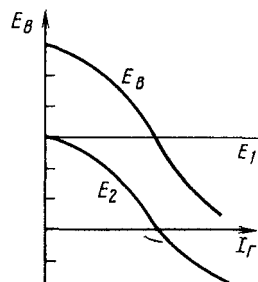


Рис. 9.2. Зависимость э. д. с. E_g возбудителя от тока тягового генератора I_g

Електрорушійна сила E_2 створюється в якорі унаслідок взаємодії м. д. с. незалежної і диференціальної обмоток. При струмі генератора, рівному нулю ($I_g=0$), потік в частині 2 полюса створюється тільки незалежною обмоткою (див. рисунок 9.1. а). Із збільшенням струму генератора потік зменшується, оскільки м. д. с. диференціальної обмотки протилежна м.р.с. незалежної обмотки. При рівності м.р.с.

обох обмоток потік рівний нулю. Якщо струм генератора продовжує збільшуватися, то магнітний потік міняє свій напрям, оскільки переважає потік диференціальної обмотки. Характер зміни електрорушійної сили E_2 показаний на рисунк 9.2. В результаті підсумовування E_1 і E_2 виходить необхідна характеристика збудника E_e (I_f), яка визначає зовнішню характеристику тягового генератора.

Домашнє завдання: л.1 ст.190-208;

ЗАНЯТТЯ №26

Тема: «Тепловозні гідравлічні передачі. Загальна характеристика».

План заняття: 1. Принцип дії та типи гідравлічних передач

2. Принцип дії гідростатичної передачі

3. Принцип дії гідродинамічної передачі

1. На тепловозах з гідравлічною передачею потужність дизеля передається рушійним колісним парам через рідину, циркулюючу в замкнутому об'ємі. Дизель передає енергію гідравлічному насосу, який сполучає її рідини, подаючи її під тиском до гідравлічних двигунів (гідромоторам або гідротурбінам), пов'язаних з колісними парами тепловоза.

Гідравлічні передачі можуть бути двох типів: гідростатичні (об'ємні) і гідродинамічні.

2. У гідростатичних передачах робота передається за рахунок високого тиску рідини при незначних її витратах (швидкостях). Гідравлічний насос і мотор виконуються в таких передачах у вигляді поршневих або ротаційних машин, в яких зміна об'єму здійснюється примусово. Гідростатичні передачі не знайшли застосування як силових передач тепловозів із-за різних технічних труднощів (великі втрати на тертя, наявність витоків при високому тиску і т. д.). Проте такі передачі невеликої потужності використовуються для приводу допоміжних агрегатів тепловозів (наприклад, вентилятора холодильника на пасажирських тепловозах ТEP60 і ТEP70).

3. На тепловозах майже виключно застосовують гідродинамічні передачі, в яких використовується кінетична енергія рідини, циркулюючої в замкнутому постійному об'ємі. Ці передачі складаються з відцентрового насоса і турбіни, в яких має місце не зміна об'ємів, а зміна швидкостей рідини.

Основними перевагами гідродинамічних передач в порівнянні з електричною передачею є менші габаритні розміри, вага і вартість на одиницю потужності, а також малу витрату кольорових металів. В той же час перетворення енергії в

гідропередачах відбувається з декілька великими втратами, що приводить до підвищеної витрати палива тепловозом (приблизно на 5 % в середньому).

Гідропередачі можна представити, як показано на рисунок 7.5, а. Відцентровий насос Н, отримуючи енергію від двигуна через вал 1, засмоктує рідину з трубопроводу 4 і нагнітає її по трубопроводу 5 в радіальну турбіну Т, з якої рідина повертається в трубопровід 4. При перебігу рідини в замкнутому контурі 4-Н-5-Т-4 виникають втрати її енергії із-за тертя і вихроутворення. Спроби створити працездатну передачу по цій схемі довгий час не могли увінчатися успіхом: втрати в трубопроводах і направляючих апаратах були настільки великі, що к. п. д. передачі був неприпустимо низький. Вихід був знайдений в ліквідації всіх трубопроводів і об'єднанні насоса і турбіни в одному корпусі у вигляді єдиного гідроапарата. У зв'язку з цим відпали втрати на тертя в трубопроводах, а також значна частина вихрових втрат.

Контур циркуляції рідини в гідроапаратах обмежений простором між лопатками робочих коліс Н і Т і направляючого апарату НА (рисунок 7.5. б). Це дозволило

істотно підняти к. п. д. гідроапаратів. Для деяких випадків виявилось можливим виключити з круга циркуляції і направляючий апарат (рисунок 7.5. в), отримавши просту конструкцію, що складається лише з насосного і турбінного коліс. Таким чином, в гідродинамічних передачах застосовуються апарати двох типів: гідротрансформатори, в яких, крім робочих обертаючих коліс (насосного і турбінного), є і нерухомий направляючий апарат (реактор), і гідромуфти, в яких рідину циркулює тільки між лопатками робочих коліс.

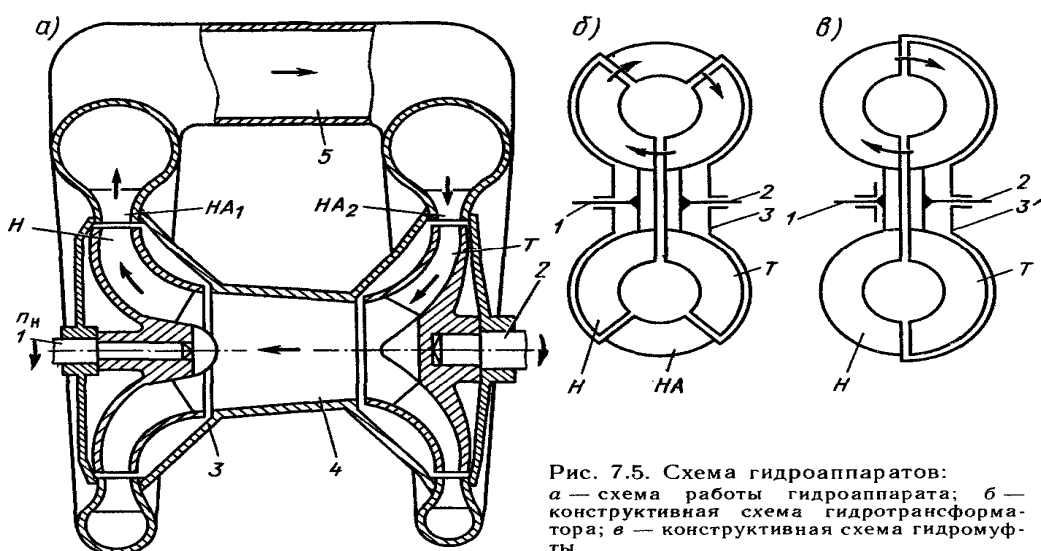


Рис. 7.5. Схема гидроаппаратов: а — схема работы гидроаппарата; б — конструктивная схема гидротрансформатора; в — конструктивная схема гидромуфты

Домашнє завдання: л.1 ст.207-230; Самостійна робота «Передачі маневрових тепловозів»

ЗАНЯТТЯ №27

Тема: «Класифікація кіл та вимоги до електричних схем»

План заняття: 1. Загальні відомості

2. Класифікація кіл

3. Вимоги до електричних схем

1. Електричною схемою називається зображення на кресленні сукупності електричних з'єднань всього електричного устаткування локомотива. Розрізняють схеми: принципову, на якій показано з'єднання між собою всього електроустаткування, але не вказано конкретне підключення проводів; виконавчу, на якій показано конкретне підключення кожного дроту і маркування всіх проводів; монтажну, на якій показані траси у високовольтній камері, по яких повинні прокладатися всі дроти.

2. У електричній схемі розрізняють:

- силові кола, в які входять головні електричні машини і апарати (тягові електродвигуни, тягові генератори, головні контакти силових контакторів, реверсора);

- кола управління, об'єднуючі котушки приводів апаратів, блок- контакти, контакти органів управління і захисту;

- допоміжні кола, в які входять двигуни і генератори допоміжних пристроїв локомотива, засоби управління ними і їх захисту (двигуни компресорів, вентиляторів, масляних і паливних насосів і ін.);

- кола освітлення, що з'єднують всі освітлювальні пристрої локомотива і засоби управління ними.

3. Електричні схеми локомотивів виконують з урахуванням наступних вимог:

- всі операції по управлінню локомотивом повинні бути простими, такими, що легко запам'ятовуються, зручними і виконуваними за допомогою мінімальної кількості органів управління;

- повинні бути забезпечені задані послідовності перемикання апаратів при перестановці органу управління з одного положення в інше як в прямому, так і у зворотному напрямі;

- відмова якого-небудь апарату не повинна привести до неправильного режиму, що представляє небезпеку (рух локомотива не в заданому напрямі, тяговий режим замість гальмівного, коротке замикання і т. д.);

- можливість роботи за системою багатьох одиниць; при цьому несправність якого-небудь одного з локомотивів не повинна впливати на роботу інших тепловозів.

На локомотивах застосовують головним чином апарати з дистанційним управлінням, які відкривають широкі можливості для автоматизації управління і захисту. Автоматизація дозволяє спростити управління локомотивом, понизити небезпеку помилок і забезпечити найбільш раціональні режими роботи устаткування. Автоматизація управління локомотивом залишає за машиністом тільки декілька основних операцій: підготовку локомотива до руху (пуск дизеля), вибір напрямку руху, вибір тягового або гальмівного режиму, регулювання швидкості руху і деякі інші прості операції. При цьому машиніст тільки встановлює рукоятку управління у відповідне положення, а решта всіх операцій виконується автоматично в заданій послідовності і з необхідними витримками часу.

Окрім пристроїв управління, передбачені елементи захисту обслуговуючого персоналу і устаткування від аварійних режимів і умов роботи. Найбільш правильний метод захисту - автоматичне обмеження регульованого параметра. Часто при несправностях обмежуються лише звуковою або світловою сигналізацією.

Очевидно, що автоматизація призводить до ускладнення системи управління, збільшенню числа апаратів і контактів і, отже, до можливого зниження надійності локомотива. Тому у кожному окремому випадку необхідно оцінювати ефективність пристроїв автоматики з погляду експлуатаційних показників і надійності роботи локомотива.

При проектуванні необхідно прагнути до того, щоб режими роботи і характеристики устаткування мало залежали від параметрів окремих елементів як в процесі виробництва (допуски на виготовлення і ін.), так і в експлуатації (знос, старіння, вплив навколишнього середовища і ін.). Інакше при побудові локомотива і в експлуатації буде потрібна часта настройка і підгонка елементів системи. Якщо ж настройка немінуча, то бажано, щоб вона була по можливості проста і її можна було виконувати на спеціальних стендах.

Великі перспективи для підвищення надійності системи управління і її автоматизації має використання безконтактних пристроїв (напівпровідникових і магнітних), що відрізняються високою надійністю і довговічністю через відсутність деталей, що зношуються, нечутливості до пилу, вологи, тряскі.

При читанні схем необхідно чітко знати умовні позначення, встановлені ГОСТ 2.755 -87, ГОСТ 2.730-73 і ГОСТ 2.728-74. Необхідно враховувати, що на схемах всі апарати показані в нормальному положенні, тобто в положенні, яке апарат займає при знеструмлених ланцюгах управління (контактори вимкнені і т. д.).

Домашнє завдання: л.1 ст.269-271. Самостійна робота «Особливості тепловозних електричних схем»

ЗАНЯТТЯ №28-33

Тема: «Електрична схема тепловоза 2ТЕ116»

План заняття: 1. Пуск дизеля

2. Приведення в рух тепловоза

3. Силові кола тепловоза

4. Електричне гальмування тепловоза

5. Кола захисту електричних кіл

6. Кола допоміжних машин та заряду АБ

Домашнє завдання: дивись опис електричної схеми тепловоза 2ТЕ116.

ЗАНЯТТЯ №34

Тема: Практична робота №17 «Дослідження електричних кіл пуску та управління тепловозом 2 ТЕ116»

Домашнє завдання: Звіт №17

ЗАНЯТТЯ №35

Тема: Практична робота №18 «Дослідження електричних силових кіл тепловозом 2 ТЕ116»

Домашнє завдання: Звіт №18

ЗАНЯТТЯ №36

Тема: «Електричні кола маневрового тепловоза ЧМЕЗ»

План заняття: 1. Пуск дизеля

2. Приведення в рух тепловоза

3. Силові кола тепловоза

4. Електричне гальмування тепловоза

5. Кола захисту електричних кіл

6. Кола допоміжних машин та заряду АБ

Домашнє завдання: дивись опис електричної схеми тепловоза ЧМЕЗ.

ЗАНЯТТЯ №37

Тема: Практична робота №19 «Дослідження електричних кіл пуску та управління тепловозом ЧМЕЗ»

Домашнє завдання: Звіт №19

ЗАНЯТТЯ №38

Тема: Практична робота №20 «Дослідження електричних силових кіл тепловозом ЧМЕЗ»

Домашнє завдання: Звіт №20

ЗАНЯТТЯ №39

Тема: «Комплексна контрольна робота»

Домашнє завдання: повторення пройденого матеріалу, підготовка до екзамену.

ЗАНЯТТЯ №40

Тема: «Перспективи розвитку тепловозобудування в Україні»

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. Тепловози та дизель-поїзди. К. І. Руда. М.: -Транспорт, 1983.
2. Тепловозы: основы теории и конструкции. В. Д. Кузьмич. М.: Транспорт, 1982. - 317 с.
3. В. А. Безверхий «Тепловози та дизель-поїзди» Видавництво дельта, 2011 р.
4. Нотик З. Х. Тепловозы ЧМЭЗ, ЧМЭЗТ, ЧМЭЗЭ: Пособие машинисту.- 2-е изд., перераб. и доп.- М.: Транспорт, 1996. - 444 с.
5. Электрооборудование тепловозов.: Справочник / В.С. Марченко, А.А. Сергеев - М.: ИКЦ «Академкнига», 2003. - 248с.
6. Вилькевич Б.И. Автоматическое управление электрической передачей и электрические схемы тепловозов. – М.: Транспорт, 1987. - 272с.: ил., табл.
7. Тепловози. Назначение и устройство/ О.Г. Куприенко, Э.И. Нестеров – М.: Маршрут, 2006 . – 208 с.
- 8 .Устройство и ремонт тепловозов: Учебник для нач. проф. образования/ Л.А. Собенин, В.И. Бахолдин – М.: Издательский центр «Академия», 2004. – 416 с.