

Методичні рекомендації
для виконання самостійної роботи студентами
з предмета

МОТОРВАГОННИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

Частина 2
ЕЛЕКТРОПОЇЗДИ

спеціальності 5.07010501 “Технічне обслуговування,
ремонт та експлуатація тягового рухомого складу”
напряму 6.070105 “Залізничний транспорт”
галузі знань 0701 “Транспорт та транспортна інфраструктура”

Рекомендовано:
Навчально-методичним
центром з питань якості освіти

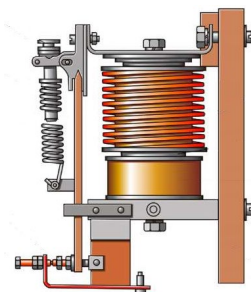
« ____ » _____ 2017 р.

Методичні рекомендації для виконання самостійної роботи студентами з предмета “Моторвагонний рухомий склад” розробив викладач Одеського коледжу транспортних технологій Лиховидов С.О.

За редакцією Ладнюка В.Е.- методиста НМЦ

	Зміст	
Вступ.....		3
	2	

СРС 9 Допоміжні машини електропоїздів.....	5
СРС 10 Згладжуючі реактори, дроселі, резистори та печі опалення електропоїздів.....	12
СРС 11 Швидкодіючий вимикачі та електромагнітні контактори електропоїздів.....	20
СРС 12 Електромагнітні реле управління, сигналізації та захисту...	27
СРС 13 Контролери машиніста, вимикачі управління та міжвагонні з'єднання.....	39
СРС 14 Силкові електричні кола електропоїздів постійного струму ЭР-2Т.....	47
Література.....	52
Додаток.....	52



Самостійна робота студентів виконується на основі програми та робочої навчальної програми. Програмою предмета «Моторвагонний рухомий склад» передбачено вивчення конструкції та роботи електровозів, електропоїздів постійного і змінного струму основних серій.

Вивчення учбового матеріалу передбачає швидке засвоєння нових видів електрорухомого складу, технологічних процесів, що змінюються впровадження у виробництво ефективних методів організації та управління.

Для ознайомлення з досягненням вітчизняної та закордонної науки і техніки в області вдосконалення електрорухомого складу і розвитку електричної тяги на залізничному транспорті рекомендується слідкувати за матеріалами, розміщеними в журналах «Залізничний транспорт України», «Локомотив», «Железнодорожный транспорт» і вивчати нове прогресивне.

Доведено, що тільки ті знання, які студент здобув самостійно, завдяки власному досвіду, думці та дії будуть насправді міцні. У процесі навчання засвоюється лише 15% інформації, що сприймається на слух, 65% інформації, що сприймається на слух та зір. Якщо навчальний матеріал опрацьовується власноруч, самостійно (індивідуально) виконується завдання від його постановки до аналізу отриманих результатів, то засвоюється не менше 90% інформації. Саме тому вища школа поступово, але неухильно переходить від передачі інформації до керівництва навчально-пізнавальною діяльністю, формування у студентів навичок самостійної роботи.

Дана методична розробка спрямована на допомогу студентам, з рекомендацією літератури та інших джерел, а також викладенням питань, що виділені для самостійного вивчення.

Мета самостійної роботи студентів:

- розвиток творчих здібностей та активізація розумової діяльності студентів;
- формування в студентів потреби безперервного самостійного поповнення знань:
- здобуття студентом глибокої системи знань як ознаки міцності знань;
- самостійна робота студентів як результат морально-вольових зусиль.

Завдання самостійної роботи студентів:

- навчити студентів самостійно працювати над літературою;
- творчо сприймати навчальний матеріал і його осмислювати;
- набути навички щоденної самостійної роботи в одержанні та узагальненні знань, вмінь.

Компетенція - включає знання й розуміння (теоретичне знання академічної області, здатність знати й розуміти), знання як діяти (практичне й оперативне застосування знань до конкретних ситуацій), знання як бути (цінності як невід'ємна частина способу сприйняття й життя з іншими в соціальному контексті). Предметна область у якій індивід добре обізнаний і в якій він проявляє готовність до виконання діяльності.

В результаті вивчення предмета студенти повинні відповідати вимогам компетенції:

- мати уявлення про будову, принцип дії МВРС;
- уміти розбиратися в електричних машинах і акумуляторних батареях, які використовуються на локомотивах;
- уміти читати електричні схеми і приймати правильні рішення при виявленні несправностей в електричних колах МВРС;
- розбиратися в будові і принципі дії автоматичних гальм МВРС;
- знання роботи електричних машин, електричних кіл та апаратів моторвагонного рухомого складу;

Міжпредметні зв'язки:

- Фізика - механічне напруження в металах, закон Гука;
- Технічна механіка - деформація твердих тіл, напруження в металах;
- Технологія металів - способи і режими зварювання в металах;
- Технічна експлуатація залізниць – габарити;
- Електротехніка;
- Основи промислової електроніки.

При вивченні предмета особливу увагу слід приділяти фізичній сутності явищ, пов'язаних з роботою електрорухомого складу, надійності роботи вузлів та деталей для забезпечення безперебійної роботи електровозів та електропоїздів.

Для закріплення матеріалу та підготовки до екзаменів рекомендується **відповісти на запитання**, які розміщені в кінці СРС 9 – 14

СРС 9 Допоміжні машини електропоїздів

Студент повинен знати:

- призначення, конструкцію та схему включення подільника напруги ДК-604В з генератором управління електропоїзда ЕР2.
- призначення та конструкцію двомашинного агрегата ІПВ6 електропоїзда ЕР2Р;
- призначення електродвигунів - П-31 компресора струмоприймача, ум. № 548А компресора ЗК-7В та АОМ-32 мотор-вентиляторів електропоїздів.

Студент повинен вміти:

- описати конструкцію та привести схему включення подільника напруги ДК-604В з генератором управління електропоїзда ЕР2.
- описати конструкцію двомашинного агрегата ІПВ6 електропоїзда ЕР2Р.
- описати конструкцію електродвигунів - П-31 компресора струмоприймача, ум. № 548А компресора ЗК-7В та АОМ-32 мотор-вентиляторів електропоїздів.

Вивчити та законспектувати теоретичний матеріал:

- привести схему включення, описати конструкцію та роботу, подільника напруги ДК-604В з генератором управління електропоїзда ЕР2.
- конструкцію та роботу двомашинного агрегата 1ПВ6 електропоїзда ЕР2Р.
- конструкцію електродвигуна П-31 компресора струмоприймача електропоїзда.
- конструкцію електродвигуна ум. № 548А компресора ЕК-7В.
- конструкцію електродвигуна АОМ-32 мотор-вентиляторів електропоїздів.

Теоретична частина

1 Допоміжні електромашини електропоїздів змінного струму

Як приводи вентиляторів систем вентиляції пасажирських салонів і кабіни машиніста на електропоїздах змінного струму використовуються асинхронні трифазні двигуни АОМ або 4Х с короткозамкненим ротором. Це двигуни закритого виконання, у які повністю виключене попадання води. Для введення живлючого кабелю в коробках виводів передбачене сальникове водонепроникне ущільнення.

На електродвигунах здійснена аксіальна система вентиляції. Для перемішування повітря усередині електродвигуна застосовані лопаті на роторі.

Електродвигун АОМ-32-4 складається зі статора 5 (рис. 1), ротора 2, коробки затискачів 4, підшипникових щитів 1.

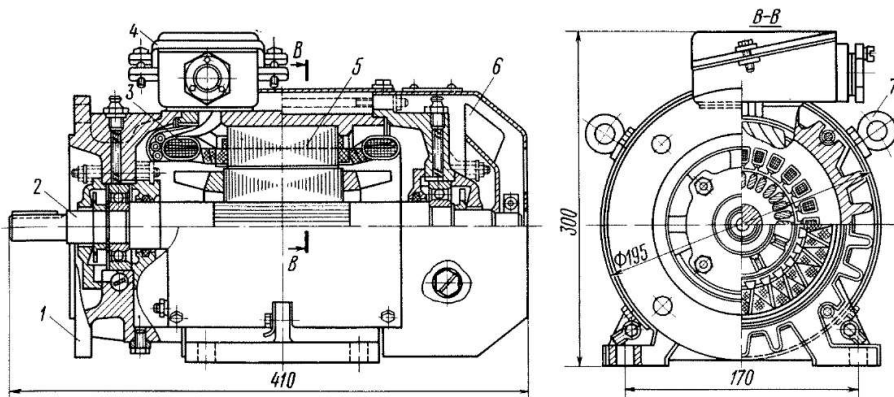


Рис. 1 Електродвигун асинхронний АОМ-32 мотор-вентиляторів електропоїздів.

Вентилятор зовнішнього обдуву 6 розташований з протилежного боку до вільного кінця вала. Корпус статора 5 і підшипникові щити виконані з алюмінієвого сплаву.

Обмотка статора 3 трифазна, одношарова, складається із дрібних секцій, виготовлених із круглого обмотувального проводу. Коробка затискачів 4 знімна, її можна встановлювати як для правого розташування кабелю так і для лівого відносно вільного кінця вала.

Для переміщення двигуна є рем-болти 7.

Ротор двигуна обертається в підшипниках № 306. Посадка підшипників на вал щільна.. Підшипник з боку вільного кінця вала виконаний плаваючим в маточині щита. Цим досягається компенсація лінійного розширення вала при нагріванні електродвигуна.

У підшипникових щитах є отвори для спуску конденсату. У верхній частині підшипникового щита встановлена маслянка для повної заміни мащення без розбирання електродвигуна.

Пуск у хід і зупинка електродвигуна в холосту або з навантаженням виконуються безпосереднім підключенням статорної обмотки до живильної мережі або відповідно відключенням статорної обмотки від живильної мережі контактором або магнітним пускатчем.

Схемою захисту передбачені теплові реле, що автоматично відключають електродвигуни при перевантаженнях, які викликають перегрів обмотки двигуна, або автоматичні вимикачі, що відключають двигуни як при перевантаженнях двигуна, так і при пробі ізоляції статорної обмотки. Аналогічну конструкцію мають всі інші асинхронні двигуни.

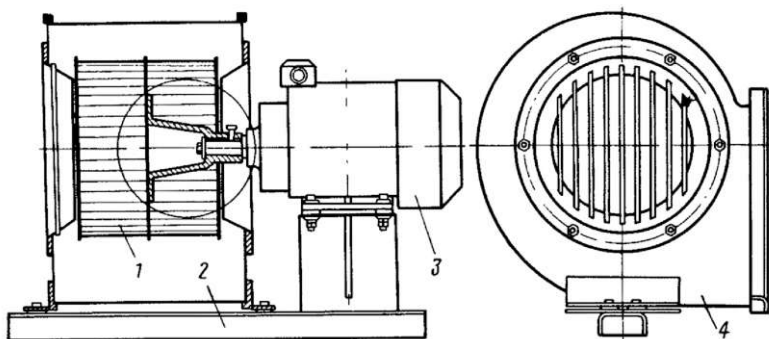


Рис. 2 Вентиляційний агрегат електропоїзда

Електродвигун №548А (рис. 3) за допомогою фланця встановлюють на компресор **ЭК-7В** електропоїзда. Він являє собою асинхронний двигун, активні частини якого, тобто ротор зі спеціальним валом і сердечник статора, вбудовані в корпус електродвигуна постійного струму. Електродвигун має пускову і робочу обмотки. Ізоляція двигуна має клас В.

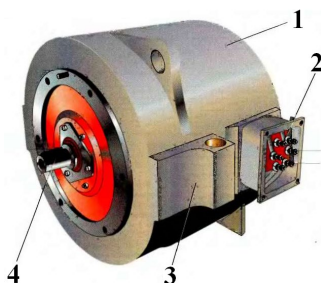


Рис. 3 Електродвигун ум. № 548А компресора ЭК-7В.

Для підйому струмоприймача використовується допоміжний компресор ЗИЛ-150 з електродвигуном П-31, що живиться від акумуляторної батареї. Електродвигун П-31 (рис. 4) має горизонтальне виконання.

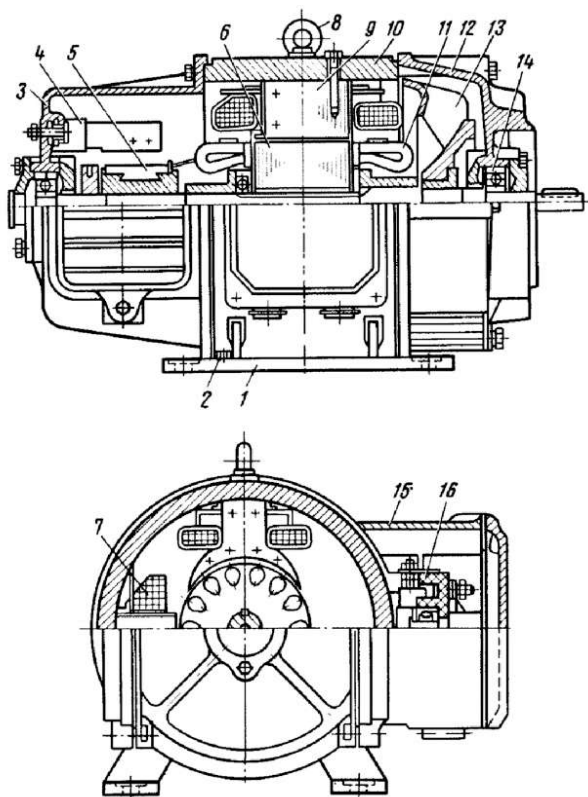


Рис. 4 Електродвигун П-31 допоміжного компресора струмоприймача електропоїзда: 1 - лабети; 2 - гвинт заземлення; 3, 72 - підшипникові шиті; 4 - траверси; 5 - колектор; 6 - якір; 7 - додаткові полюси; 8 - рем-болт; 9 - головні полюси; 10 - станина; 11 - обмотка якоря; 13 - відцентровий вентилятор, 14 - кулькові підшипники; 15 - затискна коробка; 16 - дошка затисків.

Основні технічні дані електродвигуна П-31: потужність - 0,7 кВт, напруга - 110 В, струм - 8,7 А, частота обертання - 1000 об/хв, маса - 54,5 кг.

Електродвигун П-31 є електродвигуном постійного струму зі змішаним збудженням, має два головних 9 і два додаткових полюси 7. Марка проводу обмотки головних полюсів ПБД, клас ізоляції В. Кількість щіткотримачів - два. Якір 6 має петльову обмотку. Корпус двигуна відлитий із силуміну. Зі сторони протилежної колектору вал якоря має вільний кінець зі шпонкою для встановлення сполучної муфти з компресором ЗИЛ-150. Корпус має виступи 1 для встановлення двигуна на загальний з компресором рамі.

На електропоїздах постійного струму ЭР2Р, ЭР2Т з електродинамічним гальмуванням встановлюють двомашиинний агрегат 1ПВ6 (рис.5), який складається з електродвигуна постійного струму, підключеного до контактної мережі, та синхронного генератора змінного струму — 220 В, 50 Гц, який живить електромашини допоміжних кіл.

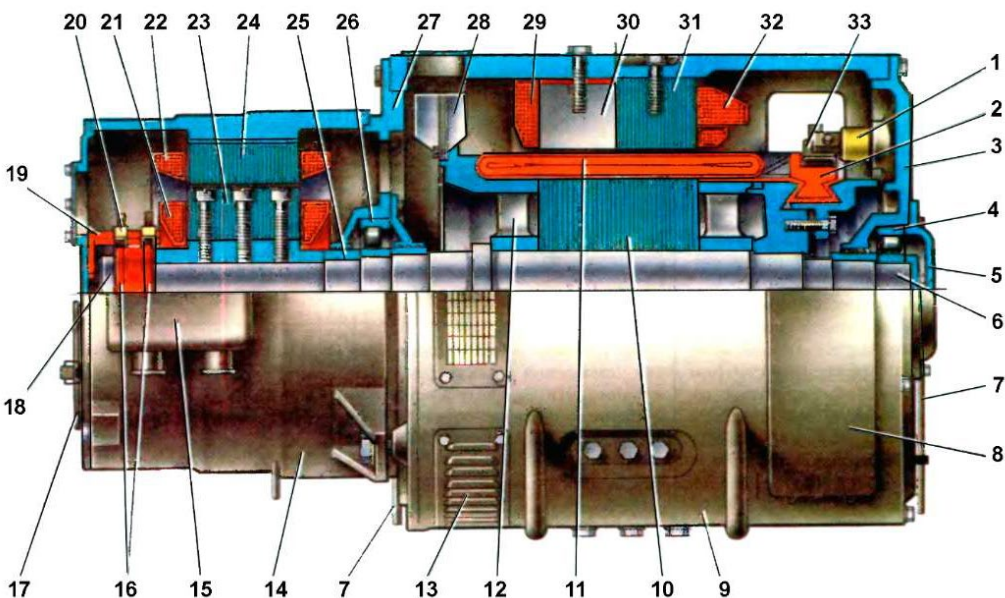


Рис. 5 Двомашиинний агрегат 1ПВ6 електропоїзда ЭР2Р: 1 - траверса щіткотримача двигуна; 2 - колектор двигуна; 3 - щит двигуна; 4, 26 - підшипник; 5 - кришка підшипника; 6 - вал; 7 - трубка мащення підшипника; 17 - кришки оглядових люків; 9 - остов двигуна; 10 - ярік двигуна; 11 - обмотка якоря; 12 - обмоткотримач; 13 - вентиляційні отвори; 14 - станина генератора; 15 - коробка виводів; 16 - контактні кільця; 18 - шайба; 19 - траверса щіткотримача генератора; 20 - щіткотримач генератора; 21 - обмотка ротора; 22 - обмотка статора; 23 - ротор генератора; 24 - статор генератора; 25 - втулка; 27 - підшипниковий щит; 28 - вентилятор; 29 - обмотка додаткового полюса; 30 - додатковий полюс двигуна; 31 - головний полюс двигуна; 32 - обмотка головного полюса; 33 - щіткотримач.

Двигун перетворювача являє собою чотирьохполюсну електричну машину постійного струму зі змішаним збудженням і самовентиляцією. Двигун живиться від контактної мережі і розрахований на номінальну напругу 3000 В. Його потужність 44 (50)кВт, при номінальному струмі 18,4 (19,2)А. Частота обертання якоря двигуна 1000 об/хв.

На електропоїздах постійного струму разом з генератором кіл управління ДК-405Б застосовують подільник напруги ДК-601Г і ДК-604В.

Подільник напруги — це двох колекторна машина постійного струму, яка має загальну чотириполюсну магнітну систему без додаткових полюсів і загальне осердя якоря з двома незалежними хвильовими обмотками, вкладеними в одних і тих самих пазах та приєднаними кожна до свого колектора, що розташовані по обидва боки осердя якоря. Обидві обмотки з'єднані послідовно через щітковий апарат колекторів.

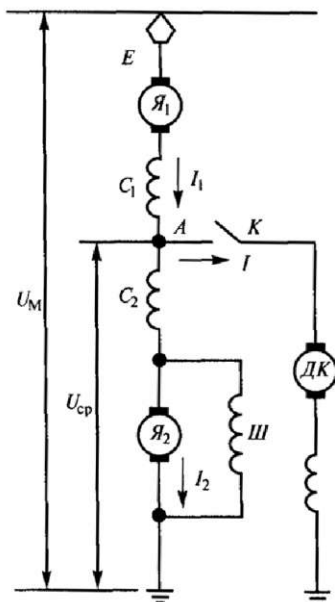


Рис. 6 Схема вмикання дільника напруги

Збудження машини здійснюється паралельною обмоткою Ш (рис. 6), один кінець якої з'єднаний з «землею» і послідовними обмотками C_1 і C_2 . Навантаження дільника напруги (двигун компресора ДК) підключене до середньої точки А між якірними обмотками.

Оскільки обидві однакові обмотки якоря обертаються в одному індукторі, то е.р.с., які в них наводяться, рівні між собою. Отже, обмотка $Я_1$ працює в режимі двигуна, а обмотка $Я_2$ — в генераторному режимі.

Напруга, на яку ввімкнене навантаження, дещо менша 1500 В і залежить від величини струму I , який споживається ДК. Це основний режим подільника напруги. Покращення комутації досягають зміщенням щіток з лінії геометричної нейтралі проти напрямку обертання на 3...5 колекторних пластин.

3. Описати призначення та конструкцію електродвигуна П-31 компресора струмоприймача електропоїзда.

4. Описати призначення та конструкцію електродвигуна ум. № 548А компресора ЭК-7В.

5. Описати призначення та конструкцію електродвигуна АОМ-32 мотор-вентиляторів електропоїздів.

СРС 10 Згладжуючі реактори, дроселі, резистори та печі опалення електропоїздів

Студент повинен знати:

- призначення та конструкцію електричної печі ПЭТ-1УЗ і електрокалорифера опалювання електропоїзда, згладжуючого реактора СР-800; датчиків струму ТД-010, Д-Т-011, резисторів електропоїздів;
- призначення і умови використання дроселів, магнітних підсилювачів (БМУ), трансформаторів управління електропоїздів;
- призначення, конструкцію та схему включення трансформатора 1ТР.071.

Студент повинен вміти:

- описати конструкцію - електричної печі ПЭТ-1УЗ і електрокалорифера опалювання електропоїзда, згладжуючого реактора СР-800; датчиків струму ТД-010, Д-Т-011, резисторів електропоїздів;
- описати умови використання дроселів, магнітних підсилювачів (БМУ), трансформаторів управління електропоїздів;
- описати конструкцію та привести схему включення трансформатора 1ТР.071.

Вивчити та законспектувати теоретичний матеріал:

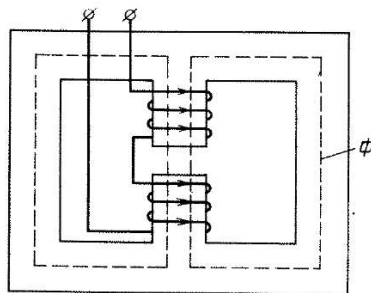
- конструкцію електричної печі ПЭТ-1УЗ опалювання електропоїзда;
- загальний устрій електрокалорифера електропоїзда;
- конструкцію згладжуючого реактора СР-800;
- використання дроселів, магнітних підсилювачів (БМУ), трансформаторів управління;
- конструкцію резисторів електропоїздів;
- конструкцію та привести схему включення трансформатора 1ТР.071.
- конструкцію датчиків струму ТД-010, Д-Т-011.

Теоретична частина

1 Згладжуючі реактори

Згладжуючі реактори призначені для згладжування пульсації випрямленого струму в колах тягових двигунів моторних вагонів (рис. 1). Вони представляють собою котушки індуктивності.

На моторних вагонах електропоїздів ЕР9М установлені реактори СР-800 (рис. 2). Реактор являє собою котушку, що складається з 14 секцій (168 витків),



укладену в осердя броньового типу. Осердя набирається із пластин

Рис. 1. Принципова схема згладжувального реактора

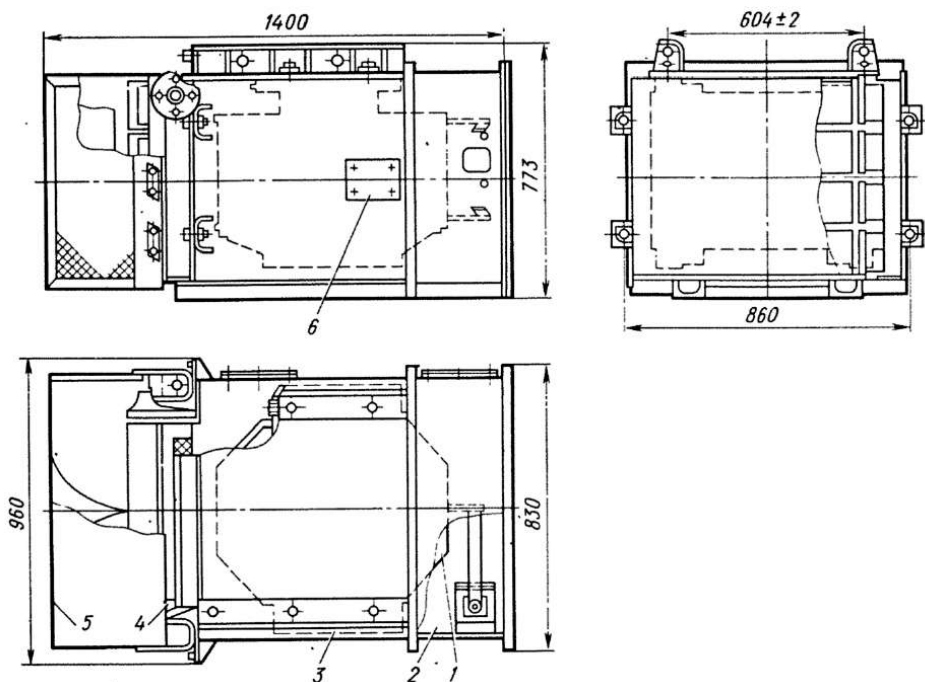


Рис.2 Згладжувальний реактор СР-800

трансформаторної сталі товщиною 0,35 мм і має по центральному стрижні зазор 160 мм.

Реактор охолоджується одночасно із встановленими на ньому охолоджувачами масла трансформатора. Вентиляція здійснюється від відцентрового вентилятора, встановленого на валу розщеплювача фаз.

Кожух реактора СР-800 з однієї сторони має раму для приєднання до випрямної установки, а з іншого боку - колектори для установки секцій масляних охолоджувачів для трансформатора. За охолоджувачами встановлена камера для виходу потоку повітря. Кожух реактора є частиною повітропроводу випрямної установки. Повітря від вентилятора проходить через випрямну установку, реактор, що згладжує, охолоджувачі трансформаторного масла і через камеру для виходу потоку повітря викидається назовні.

2, Трансформатори та дроселі

Трансформатор 1ТР.071 призначений для виключення електричного з'єднання між електричним колом управління і заземленими частинами у системі живлення кід управління.

Технічні дані трансформатора 1ТР.071: потужність - 9 кВА; об'єм масла - 35 л; маса без масла - 125 кг; первинна обмотка - номінальна напруга 220 В, номінальний струм 50 А; вторинна обмотка - номінальна напруга 188 В, номінальний струм 50 А.

Магнітопровід 11 (рис.3) має «О» - подібну форму, набраний з окремих прямокутних пластин і розташований горизонтально.

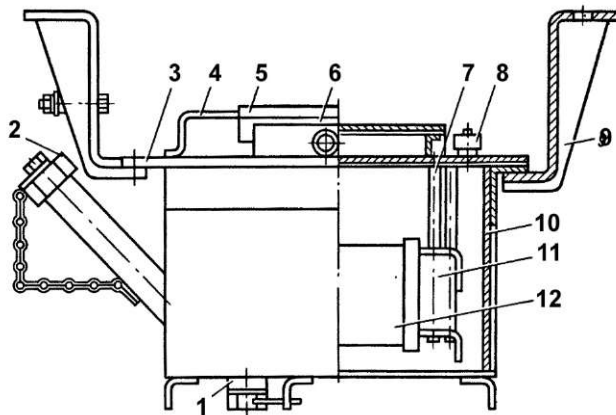


Рис. 3 Трансформатор 1ТР.071

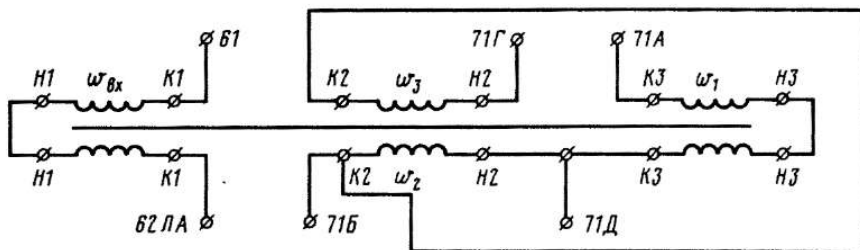


Рис. 4 Схема трансформатора 1ТР.071

На кожному стрижні магнітопровода розташована безкаркасна багатопарова котушка 12. Первинна і вторинна обмотки складаються із двох секцій, розташованих на різних котушках. Першою намотана секція первинної обмотки, а потім секція вторинної обмотки. Магнітопровід 11 з котушками 12 підвішується на стягуючих шпильках 7 до кришки 3. На кришці змонтовані виводи. Виводи котушки закриті коробкою 5, що забезпечує захист вивідних затискачів від пилу та вологи.

Трансформатор знаходиться в баці 10 із трансформаторним маслом. До бака приварені кронштейни 9 для підвішування під вагоном. Бак має збоку заливочний патрубок, до пробки 2 якого прикріплений щуп для контролю рівня масла. На дні бака розташований маслозливний отвір закритий пробкою 1. На кришці 3 розташований отвір для виходу повітря, закритий пробкою 8 з отворами, а також ручки 4 для підйому трансформатора.

Бак 10 та пробки 2 і 1 мають гумові ущільнення, а пробка 8 - повстяне. Монтаж проводів здійснюють через втулку 6 коробки 5.

Трансформатори 1ТР.033, 1ТР.068, 1ТР.069 і 1ТР.070. Трансформатори призначені для використання в системі тиристорної стабілізації: 1ТР.068 - вхідні трансформатори Тр1, Тр2 блока керування БУС; 1ТР.033 - імпульсний трансформатор ТрБ блокінг-генератора БГ; 1ТР.069 - знижуючий трансформатор ТрП для живлення АЛС; 1ТР.070 - трансформатор струму ТрО - датчика обмежника струму.

В електричних колах змінного струму в якості індуктивного опору застосовують дроселі. Дросель являє собою котушку з малим активним опором, намотаний на сталеве осердя. Осердя набране з окремих листів електротехнічної сталі. Працює дросель у такий спосіб: при протіканні по обмотці змінного струму в ній виникає змінний магнітний потік, що індуктує у витках обмотки е.р.с. самоіндукції, що прагне перешкоджати зміні струму, який її викликав. Застосування дроселів замість резисторів у колах змінного струму створює зручні системи регулювання частоти і напруги перетворювачів. Застосовують їх у колах резонансних контурів і стабілізаторів напруги.

Датчики струму ДТ-010, ДТ-011. Датчики струму призначені для формування електричного сигналу, пропорційного силі струму. На електропоїздах застосовуються датчик струму якоря ДТ-010 і датчик струму збудження ДТ-011 (рис. 5), призначені для формування електричного сигналу, пропорційного струму якоря або струму збудження тягових двигунів.

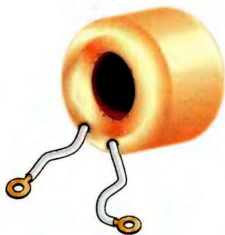


Рис. 5 Датчик струму ДТ-011

Датчики мають практично однакову конструкцію і розрізняються між собою тільки схемою з'єднання обмоток.

Датчик складається із двох кільцевих магнітопроводів з робочими обмотками. Робочі обмотки включені через резистор на змінний струм частотою 50 Гц. Середнє значення напруги на резисторі прямо пропорційно величині струму, що протікає по провіднику, встановленому у вікні датчика струму. У датчика струму ДГ-010 є чотири виводи обмоток, а в ДГ-011 - тільки два виводи, інші два виводи з'єднані при виготовленні і заізовані.

Принцип дії датчиків струму заснований на використанні властивості дроселів із сердечником з феромагнітного матеріалу міняти свій опір при підмагнічуванні. При цьому струм робочої обмотки дроселя пропорційний постійному струму підмагнічування.

2 Резистори

Резистором (опором) називають електричний пристрій, призначений для поглинання електричної енергії шляхом перетворення її в теплову.

На електропоїздах у силових колах резистори встановлені - для послаблення поля ТЕД, як маневрові, а також для обмеження пускового струму в електричних колах розщеплювача фаз.

При проходженні струму в резисторах виділяється тепло і відбувається підвищення їхньої температури. Тому матеріали провідника і ізоляції для резисторів повинні довгостроково витримувати високі температури нагрівання. Кращими матеріалами для резисторів є сплави константан, фехраль і ніхром.

На електропоїздах у силових ланцюгах переважно застосовують стрічкові фехралеві резистори. Найбільш широке застосування мають резистори КФ. Елемент резистора складається з фехралевої спіралі 1 (рис. 6), намотаної на ребро на порцелянові прокладки 2 типу ПФ - 77/8 або ПФ - 77/10, які пазами встановлені на сталевий тримач 4. До кінців фехралевої стрічки припаяні вивідні сполучні мідні пластини 3 з отворами під болти, якими кріплять шини, що з'єднують елементи між собою і зовнішні кабелі.

Елементи КФ виготовляють трьох розмірів і відповідно трьох потужностей (2150, 1820 і 920 Вт). Елементи кожного розміру випускаються декількох виконань, що розрізняються по величині опору, припустимому струму, способу намотування, розмірами стрічки, кількістю витків, типом прокладки.

Хоча фехраль і допускає перегріву до 650 -700 °С, елементи розраховані на роботу з перегрівом не більш 450° С, тому що більш висока температура небезпечна для навколишнього устаткування. Елементи збираються по кілька штук у ящики або блоки для зручності монтажу і розташування.

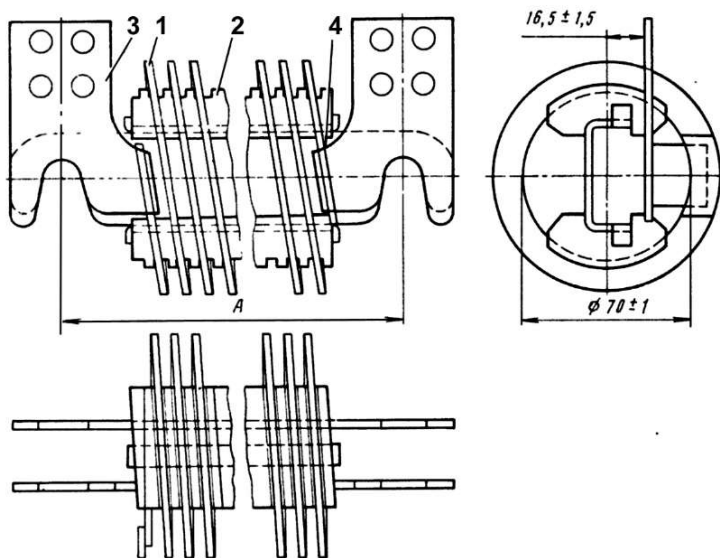


Рис. 6 Фехралевий резистор КФ.

Ящик з резисторами (рис. 7) складається з комплекту силових резисторів 4, які кріпляться тримачами 9 на металевих стійках 3 ящика сталевими шпильками 7.

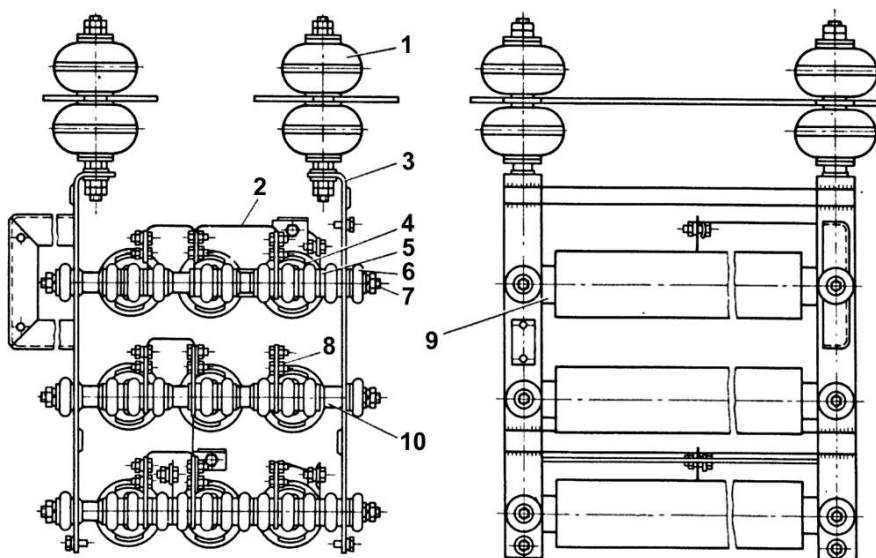


Рис. 7 Ящик з резисторами КФ-116-В1.

Шпилька ізолюється ескапоною і скляною нетканою стрічкою. Між виводами 8, тримачем 10 і стійками 3 розташовані сталеві і ізоляційні шайби 5, дистанційні трубки та ізолятори 6. Між собою елементи з'єднуються шинами 2. Ящик призначений для установки під вагоном на ізоляторах 1

Резистори ослаблення збудження 1БС.047 являють собою комплект із восьми елементів КФ і розраховані на номінальну напругу 3000 В. Потужність елемента 2150 Вт, розмір елементів 600 мм. Маса ящика резисторів становить 70 кг. Блок 1БС.026 виконує функцію маневрового резистора (за схемою - К₂) при пуску тягових двигунів. Він складається із двох елементів типу КФ, з'єднаних послідовно. Опір кожного елемента 0,102 Ом, потужність 920 Вт.

4 Електричні печі

Для обігріву салонів застосовують електричні печі типу ПЭТ-1УЗ. Електропечі розташовані в заземлених кожухах 1 (рис. 8) на підлозі під диванами і підключені на напругу 628 В.

Максимальний термін служби печей 3000 г. Маса печі становить 8 кг. Кожна піч має чотири трубчастих нагрівальних елементи 3, змонтованих на ізоляторах 2 і з'єднаних між собою послідовно. Вивідні кінці кріпляться до шпильок хомутами 1, пропущеними через ізолятор 2. Всі печі з'єднані паралельно.

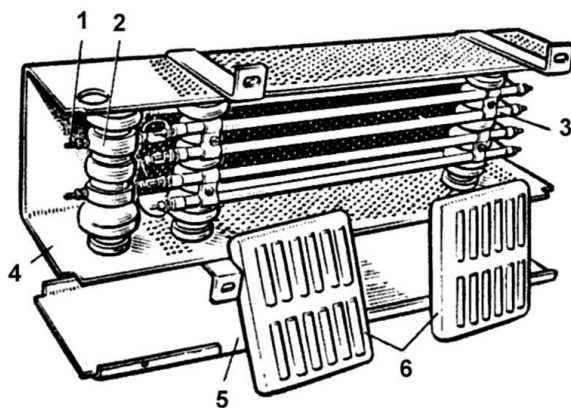


Рис. 8 Електрична піч ПЭТ-1УЗ опалювання електропоїзда: 1 - хомут; 2 - ізолятори; 3 - нагрівальні елементи; 4 - захисний кожух; 5 - бокова захисна кришка; 6 - торцеві захисні кришки.

У головному вагоні встановлено 14 печей загальною потужністю 9,8 кВт, у моторному - 20 печей загальною потужністю 14 кВт, у причіпному - 19 печей загальною потужністю 13,3 кВт.

Включення і виключення печей відбувається автоматично під контролем датчика - реле 3. Температура в салоні підтримується в межах +11.., +15°C.

Опалення туалетного приміщення здійснюється двома печами ПЭТ-1УЗ. Крім того, передбачений обігрів бака з водою. Обігрівач бака складається із шести електронагрівальних елементів ТЭН-78А, з'єднаних у три групи по два

елемента послідовно, включених на напругу 220 В. Загальна потужність електронагрівальних елементів 1,2 кВт.

При відстої поїзда, якщо температура зовнішнього повітря, нижче 0 °С і в баці є вода, обігрівач бака і одну з електропечей туалетного приміщення необхідно підключити до зовнішнього джерела живлення напругою 220 В.

Електрокалорифер зібраний з електронагрівальних елементів ТЭН-78А, з'єднаних в 19 груп по п'ять елементів послідовно в кожній, включених на напругу 628 В. Загальна потужність калорифера 24,7 кВт.

Електрокалорифер знаходиться в стельовому каналі 1 вагона (рис. 9) і розділений на два ступеня, що розташовані на кінцях каналу.

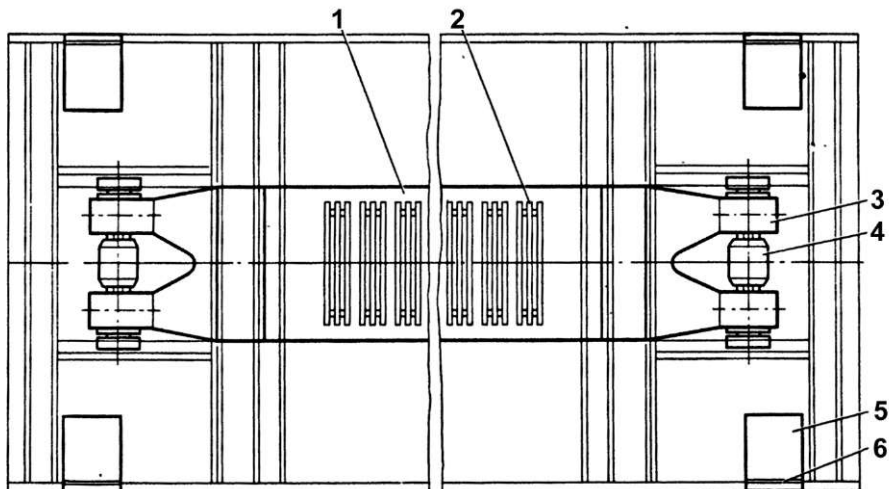


Рис. 9 Розташування елементів калорифера на електропоїзді: 1 - стельовий канал; 2 - елементи калорифера; 3 - вентилятор; 4 - електродвигун; 5 - сітчастий фільтр; 6 - жалюзі.

Контрольні завдання:

1. Описати призначення та конструкцію електричної печі ПЭТ-1У3 опалювання електропоїзда.
2. Описати призначення та загальний устрій електрокалорифера електропоїзда.
3. Описати призначення та конструкцію згладжуючого реактора СР-800.
4. Описати призначення і умови використання дроселів та магнітних підсилювачів (МУ)
5. Описати призначення, конструкцію та привести схему включення трансформатора ІТР.071.
6. Описати призначення та конструкцію датчиків струму ТД-010, ДТ-011.
7. Описати призначення та конструкцію резисторів КФ та ящика КФ-116-В1 електропоїздів.

Студент повинен знати:

- призначення, конструкцію та роботу швидкодіючих контакторів - КМБ-3, БВП-105 електропоїздів ЭР2;
- призначення, конструкцію та роботу електромагнітних контакторів - М-1, КМ-3, КМ-15, КТПВ-621 електропоїздів ЭР9;
- призначення, конструкцію та роботу електромагнітного контактора КМВ-104 електропоїздів ЭР2.

Студент повинен вміти:

- описати конструкцію та роботу швидкодіючих контакторів - КМБ-3, БВП -105 електропоїздів ЭР2;
- описати конструкцію та роботу електромагнітних контакторів - КМ-1, КМ-3, КМ-15, КТПВ-621 електропоїздів ЭР9;
- описати, конструкцію та роботу електромагнітного контактора КМВ-104 електропоїздів ЭР2.

Вивчити та законспектувати теоретичний матеріал:

- конструкцію та роботу швидкодіючих контакторів КМБ-3;
- конструкцію та роботу швидкодіючих вимикачів БВП-105;
- конструкцію та роботу електромагнітного контактора КМ-1;
- конструкцію та роботу електромагнітного контактора КМ-3;
- конструкцію та роботу електромагнітного контактора КМ-15;
- конструкцію та роботу електромагнітного контактора КТПВ-621;
- конструкцію та роботу електромагнітного контактора КМВ-104.

Теоретична частина

БВП-105А575±25/600±30

1 Швидкодіючі вимикачі

Швидкодіючі вимикачі **БВП-105-1** і **БВП-105А-4** також поляризовані і встановлені на електропоїздах серій ЭР2, ЭР2Р, ЭР2Т. Конструктивно вони мають незначні відмінності, пов'язані з виконанням котушок управління розрахованих на напругу 50 В та 110 В, а також монтажем. Струм уставки вимикача БВП-105А становить 575±25/600±30А. Вага вимикачів - 305 кг.

Вимикач БВП-105А (рис. 1) складається з діафрагменного приводу, двохконтактних систем, з'єднаних послідовно гнучким шунтом; утримуючого електромагніта з котушкою, що розмагнічує, дугогасильного пристрою з дугогасильною котушкою та двох дугогасильних камер. Дугогасильна камера двохщилинна з деіонними ґратами (1) і поздовжньою азбестоцементною перегородкою (2), яка ділить камеру на дві щілини. У кожній щілині (3, 4) розташовані два дугогасильних роги.

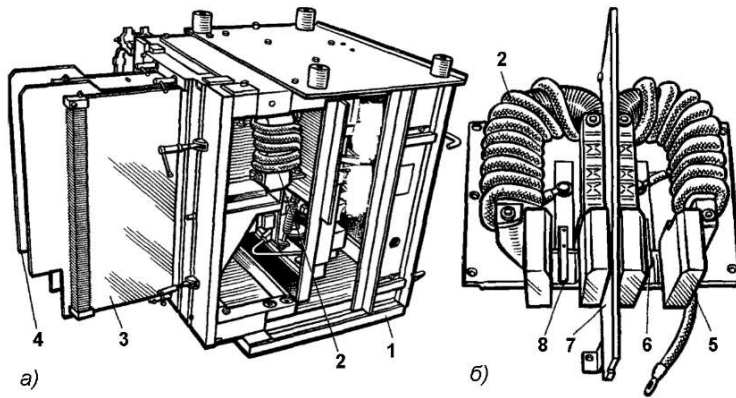


Рис. 1 Швидкодіючий вимикач БВП-105А електропоїзда ЕР2 - а) та магнітна система вимикача - б); 1 - кожух; 2 - дугогасильна котушка; 3, 4 - дугогасильні камери, 5 - магнітопровід; 6, 8 - нерухомі контакти, 7 - сполучна шина

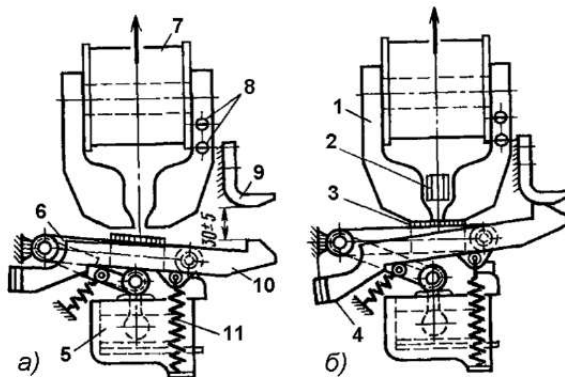


Рис. 2 Схема роботи швидкодіючого вимикача БВП-105А: 1 - магнітопровід; 2 - розмагнічуюча котушка; 3 - ярмір; 4 - важелі; 5 - привід; 6 - важелі; 7 - утримуюча котушка; 8 - гвинти; 9 - нерухомий контакт; 10 - рухомий контакт; 11 - пружина

Після збудження утримуючої котушки (7) (рис. 2) і подачі стислого повітря в привід (5), його шток підводить ярмір (3) до полюсів основного магнітопроводу (1) так, що в момент упору ярміра в полюси зазор між нерухомим (9) і рухомим (10) контактами зменшується до 7 мм.

Замикання контактів (9, 10) відбувається, коли припиняється подача стислого повітря в порожнину приводу, і шток відходить у вихідне положення. При цьому під дією двох вимикаючих пружин (11) важелі (4) повертаються на осі важеля (6) доти, поки рухомі контакти (10) не з'єднаються з контактами (9).

Вимикається БВП-105А або при розмиканні електричних кіл утримуючої котушки (7) (кнопкою або блок - контактами захисних апаратів), або під дією розмагнічуючої котушки (2). Регулюють струм уставки вимикача гвинтами (8).

Швидкодіючі контактори КМБ-3. Це двохполюсні контактори, які встановлені на електропоїздах серії ЕР2 для захисту силових кіл при короткому замиканні ланцюгів або коловому вогні, перекиданнях на землю в режимах рекуперативного та реостатного гальмування. На двох ізоляційних стійках (1) та (2) (рис. 3, а) змонтовані наступні вузли: магнітопровід, що має два магнітні кола, розташовані у взаємно перпендикулярних площинах (рис. 3, б); дугогасильні котушки з однощільнінними камерами (3); дюралюмінієві важелі (4) з рухомими контактами; чотири блокувальних контакти (13). Вертикальне магнітне коло має: зварене ядро (6), важіль якоря (12), два робочих повітряних зазори, два шихтованих осердя (10) та шихтоване ядро. Горизонтальне магнітне коло складається з якоря (11), двох осердів з вмикаючими котушками (7), ярма та магнітного шунта (9), на якому розташована розмагнічуюча котушка (8). Два полюси контактора розділені азбестоцементною перегородкою, що запобігає перекиданню дуги між нерухомими контактами.

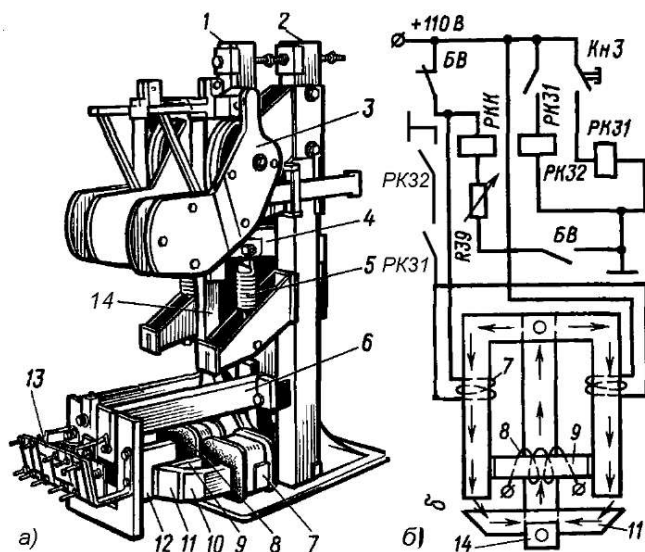


Рис. 3 Контактір КМБ-3 - а) та схема його включення - б): 1, 2 - ізоляційні стійки; 3 - дугогасильні камери; 4 - важелі; 5 - пружини, що вмикають; 6 - ядро; 7 - котушки, що вмикають; 8 - розмагнічуюча котушка; 9 - магнітний шунт; 10 - осердя; 11 - якорі; 12 - важіль якоря; 13 - блок-контакти; 14- стрижень

При включенні контактора його котушки (7) з'єднуються паралельно та узгоджено (це збільшує тягове зусилля), тому що при включеній кнопці Кн3 (рис. 3 б) та збуджених котушках реле РК 31, РК 32 їхні контакти замкнуті. Магнітні потоки котушок (7) замикаються по вертикальному колу і притягають якір приводу до осердів. Важіль (14) якоря (11), повертаючись навколо своєї осі, штовхає ізоляційний стрижень (15), рухомі контакти розтягують пружини, що

вимикають (5) і притискаються до нерухомого контакту. Магнітний зазор (6) між якором і шихтованими осерддями при цьому значно зменшиться, тягове зусилля збільшиться. Після замикання силових контактів для підготовки швидкого відключення котушки (7) блок-контактами перемикаються на зустрічне послідовне з'єднання і включається додатковий резистор R39. У цьому режимі магнітний потік ослаблений і замикається по горизонтальному магнітному колу (штрихові стрілки). При короткому замиканні в силових колах струм у розмагнічуючій котушці (8) різко зростає, тому що її потік спрямований зустрічно потоку утримуючих котушок, магнітний потік, що відгалужується в магнітний шунт, збільшиться, і різко зменшиться магнітний потік через якір. Дві потужні вимикаючі пружини відривають якір (11) від магнітопроводу і розмикають силові контакти. Після цього перемкнуться блокувальні контакти.

Контактор КМБ-3 розрахований на номінальну напругу 3000 В та номінальний струм 180 А. Натискання силових контактів — 45 Н. Час спрацювання — 0,003 сек.

2 Електромагнітні контактори

Електромагнітні контактори КМ-1, КМ-3 застосовуються як контактори допоміжних кіл і кіл управління (за схемою К-1...4, КРС, КЗ).

Контактор КМ-1 має «Г»- подібний магнітопровід 2 (рис. 4), на осердді якого встановлена котушка, що вмикає 3.

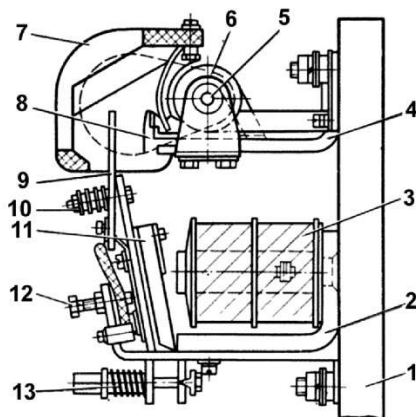


Рис.4 Електромагнітний контактор КМ-1

На якорі 11 кріпиться рухомий контакт 9 зі смугової міді і притискається контактною пружиною 10. На стійці 4 укріплений нерухомий контакт 8.

Система дугогасіння складається з поміщеної на осердді 5 дугогасильної котушки 6 і дугогасильної камери 7. На нижньому кінці сталевий планки, укріпленої на якорі 11, розміщена пружина, що вмикає 13. Зміна зазору між осерддями і якором здійснюється поворотом гвинта 12. Всі вузли і деталі контактора змонтовані на ізоляційній панелі 1.

Контактори КМ-3 відрізняються від контакторів КМ-1 наявністю блокувальних контактів 15 (рис. 5), що мають срібні напайки, і контактних пружин 14. Нерухомі блок-контакти являють собою закріплені в панелі шпильки 16, на кінці яких навернені спеціальні гайки зі срібними контактами.

Контактор КМ-3Д виконаний з ізольованим гнучким шунтом блок - контактів. Контактор КМ-1 Б застосовується в електричних **колах** постійного струму напругою 110 В і має тривалий струм, що дорівнює 100 А, і годинний 150 А, контактори КМ-3Д, КМ-3Г, КМ-1Б при напрузі до 600 В (змінного струму) - відповідно 75 і 150 А.

Дугогасійна котушка контакторів складається з 10 витків, площа перетину міді $2 \times 10 \text{ мм}^2$.

Контактор КМ-3Д-2 має два замикаючі блок - контакти, а контактори КМ-3Д-4, КМ-3Г-4,5 - один розмикаючий блок-контакт. Маса контактора КМ-1 Б - 2,4 кг, інших - 2,7 кг.

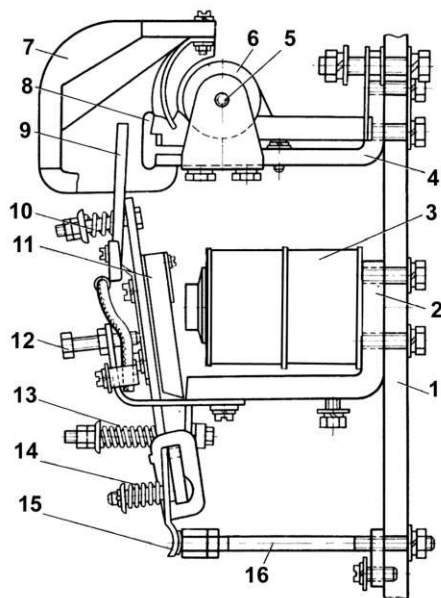


Рис. 5 Електромагнітний контактор КМ-3

Електромагнітний контактор КМ-15. Для пуску і включення розщеплювача фаз застосовують контактор КМ-15 (на схемах КР, КІР), всі вузли і деталі якого змонтовані на ізоляційній панелі 1 (рис. 6).

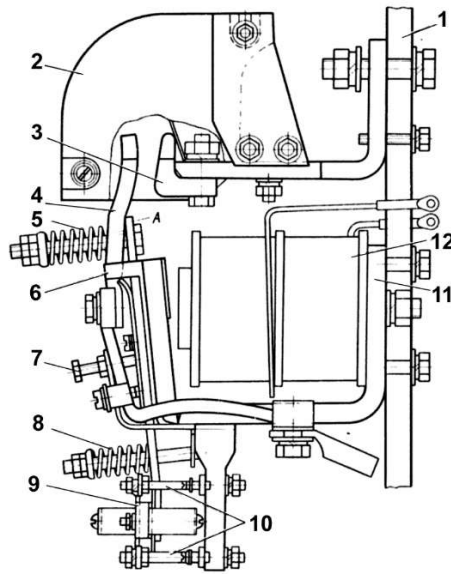


Рис. 6 Електромагнітний контактор КМ-15

Контактор складається з «Г»- подібного магнітопроводу 11, на осердя якого встановлена котушка, що вмикає 12, вузла 6 рухомого силового контакту, дугогасійної камери 2 і блокування 9. Головні контакти складаються з одного нерухомого контакту 3 та одного рухомого контакту 4. На обидва контакти напаяні контактуючі пластини з металокераміки СІК-15. Блокувальні контакти виконані з напайками з металокераміки СН-30.

Контактне натискання забезпечується пружиною 5, у вихідне положення контактор повертається пружиною 8. Регулювання контактора на струм спрацьовування проводять зміною натискання пружини, що вмикає Б та зміною зазору між осердям і якорем, поворотом упорного болта 7. Розхил силових контактів регулюють упорним болтом 7 і натисканням контактної пружини 5. Розхил блоків-контактів регулюється переміщенням нерухомого контакту на шпильці 10. Порядок регулювання такий самий, що й контакторів КМ-1, КМ-3.

Контактор КТПВ-621. Контактори (за схемою КМК) серії КТПВ-600 призначені для включення і відключення силових електричних кіл. Двохполюсний контактор змінного струму КТПВ-621 електропоїздів ЭР9М застосований як контактор асинхронного двигуна компресора.

Всі вузли контактора зібрані на скобі магнітопроводу 1 (рис. 7). На одному кінці скоби закріплене осердя 3 з втягуючою котушкою 2, на іншому - пластмасова основа 5, що несе на собі нерухомий контакт 7, дугогасійну систему. У проріз основної скоби магнітопроводу вставлений якор 12, на якому закріплена скоба 11 з розміщеними на ній плоскими рухомими контактами 10. Гнучке з'єднання 4 зв'язує рухомий контакт із шинним виводом. Електромагнітне дуття в дугогасійній камері 9 створюється котушкою 6 і щокми магнітопроводу 8. Рухомий і нерухомий контакти мають дугогасійні рога.

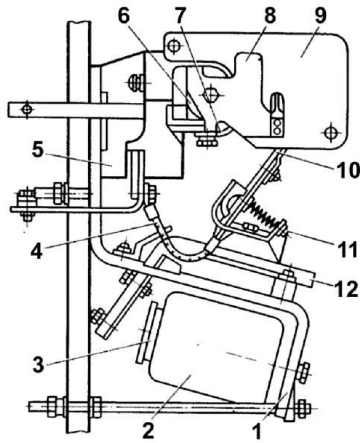


Рис. 7 Електромагнітний контактор КТПВ-621

Контактори КМВ-104, 1КМ.014, КМВ-105 застосовують на електропоїздах ЗР2, ЗР2Р, для включення та відключення електричних кіл допоміжних машин з номінальною напругою 3000 В (рис. 8).

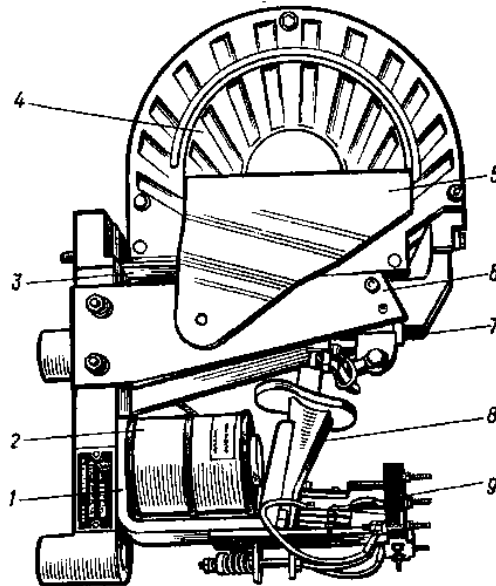


Рис. 8 Електромагнітний контактор КМВ-104: 1 - магнітопровід, 2 - котушка, 3 - риг, 4 - дугогасильна камера; 5 - полюси, 6 - ізоляційна стійка; 7 - кронштейн; 8 - ізолятор, 9 - блок-контакти

Контактор КМВ-104 замість дугогасильної котушки в системі дугогасіння має постійний магніт із двома скріпленими заклепкою полюсами (5), які створюють

магнітний потік постійного напрямку. Тому потрібно дотримуватись полярності, приєднуючи електричні проводи. При неправильному приєднанні дуга буде відхилятися не в дугогасильну камеру (4), а на струмоведучі частини. Номінальний струм контактора становить 100 А.

Контактор 1KM.014 відрізняється від контактора КМВ-104 тим, що якір його обертається не на призмі, а на осі. У контакторі КМВ-105 застосована дугогасильна котушка замість постійного магніту. Контактор 1KM.014 виготовляють на номінальні струми 10, 25, 50 та 100 А.

Контрольні завдання:

1 Описати призначення, конструкцію та роботу швидкодіючих контакторів КМБ-3.

2 Описати призначення, конструкцію та роботу швидкодіючих вимикачів БВП-105.

3 Описати призначення, конструкцію та роботу електромагнітного контактора КМ-1.

4 Описати призначення, конструкцію та роботу електромагнітного контактора КМ-3.

5 Описати призначення, конструкцію та роботу електромагнітного контактора КМ-15.

6 Описати призначення, конструкцію та роботу електромагнітного контактора КТПВ-621.

7 Описати призначення, конструкцію та роботу електромагнітного контактора КМВ-104.

СРС 12 Електромагнітні реле управління, сигналізації та захисту

Студент повинен знати:

- призначення, конструкцію та роботу реле безпеки - теплового реле ТРТ, реле буксування Р-304М-1, струмового реле ТРФ, термозахистного реле РТЗ-041, реле перевантаження Р-103, диференціального реле РДБ-101А-1 електропоїздів ЕР9;
- призначення, конструкцію та роботу реле управління - прискорення Р-40Б, проміжного реле РП-23, реле МКУ-48С, реле Р-306, сигнального реле РУ-21/110 електропоїздів ЕР9.

-

Студент повинен вміти:

- описати конструкцію та роботу реле безпеки - теплового реле ТРТ, реле буксування Р-304М-1, струмового реле ТРФ, термозахистного реле РТЗ-041, реле перевантаження Р-103, диференціального реле РДБ-101А-1;
- описати призначення, конструкцію та роботу реле управління - прискорення Р-40Б, проміжного реле РП-23, реле МКУ-48С, реле Р-306, сигнального реле РУ-21/110.

Вивчити та законспектувати теоретичний матеріал:

- конструкцію та роботу теплового реле ТРТ;
- конструкцію та роботу термозахистного реле РТЗ-041;

- конструкцію та роботу реле прискорення Р-40Б;
- конструкцію та роботу сигнального реле РУ-21/110;
- конструкцію та роботу реле МКУ-48С;
- конструкцію та роботу проміжного реле РП-23;
- конструкцію та роботу реле Р-306;
- конструкцію та роботу струмового реле ТРФ;
- конструкцію та роботу реле буксування Р-304М-1;
- конструкцію та роботу реле перевантаження Р-103 з механізмом повернення Р-102;
- конструкцію та роботу безконтактного диференціального реле РДБ-101А-1;

Теоретична частина

1 Реле безпеки та захисту електропоїздів ЕР-9

Безконтактне диференціальне реле РДБ-101А-1. Захист тягових двигунів при виникненні колового вогню на колекторі здійснюється за допомогою безконтактного диференціального реле РДБ -101А-1 (за схемою БДР), що впливає через систему захисту випрямної установки на відключення високовольтного вимикача.

Реле включено в електричні кола так, що порівнює величини струмів у двох паралельних групах тягових двигунів і при небалансі струмів вторинна котушка реле подає сигнал на відключення.

Безконтактне диференціальне реле має замкнутий магнітопровід 1 (рис. 1), укріплений на косинці 3, через вікно якого проходять кабелі 4 (ПС-3000 перетином 70 мм², що виконують роль первинної котушки) двох паралельних кіл тягових двигунів. Ампер-витки цих кабелів спрямовані зустрічно, тому при рівних струмах в обох напрямках у магнітопроводі не виникає магнітний потік. При виникненні колового вогню на колекторі одного з тягових двигунів баланс струмів у паралельних колах порушується, і в магнітопроводі реле виникає швидко наростаючий магнітний потік, під дією якого в котушці управління 2 реле виникає імпульс напруги, що подається на блок управління.

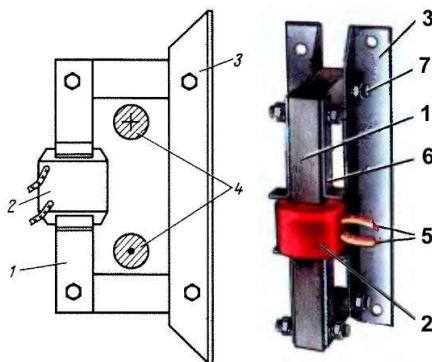


Рис. 1. Безконтактне диференціальне реле РДБ-101А-1

Реле Р-103/Р-102 (за схемою РП1-РП2) служить для захисту силових електричних кіл електропоїзда від перевантаження по струму і струмів короткого замикання. Номінальна напруга - 3000 В. Струм спрацьовування - 600+20 А.

Реле має конструкцію магнітопроводу «Г»- подібного типу без блок-контактів. На магнітопроводі 15 (рис. 2) розміщена силова котушка 1, включена послідовно в електричне коло тягового електродвигуна. Ізоляційна планка 5, укріплена на якорі 2. При проходженні значних струмів по силовій котушці 1 якорі 2 притягається до осердя, планка 5 ударяє по упору 6 і повертає валик механізму повернення. Валик повертається, звільняє від засувки 7 якорі, на якому укріплені контакти 11. Відбувається необхідне перемикання блокувальних контактів механізму повернення. Оскільки при цьому відбувається вимикання струму силового ланцюга, якорі 1 займає вихідне положення, а якорі 8 механізму повернення не притягнутий до осердя котушки 2. Для відновлення реле досить короткочасно збудити котушку 12 механізму повернення, при цьому якорі притягується і зачіпається на засувку 7. Реле знову готово до дії.

У верхній частині панелі біля кожного реле на вигнутій шпильці підвішений блінкер 16, який при спрацьовуванні виходить із зачеплення з якорем і опускається, приймаючи вертикальне положення. Відновлення блінкера здійснюється вручну.

Регулювання реле перевантаження на певний струм спрацьовування виконують зміною натягу пружини 13 регулювальною гайкою 4 і регулювальним гвинтом 3. На шкалі 14 позначений струм уставки реле. Час спрацьовування реле 0,05-0,06 секунд (час спрацьовування фіксується від подачі імпульсу на котушку реле до моменту включення або відключення блокувань механізму повернення). Регулювання механізму повернення здійснюється регулювальною гайкою 10.

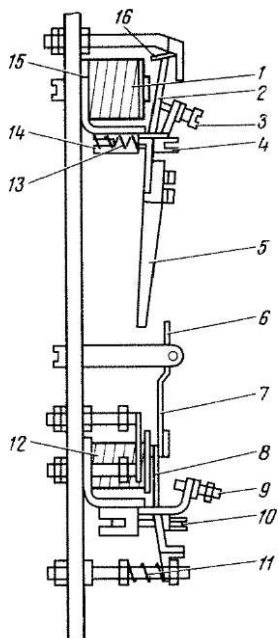


Рис. 2. Реле перевантаження Р-103 з механізмом повернення Р-102

Реле буксування Р-304-Г-1 (за схемою РБ) служить для ослаблення буксування колісних пар у тяговому режимі.

Реле має «Г»- подібний магнітопровід 5 (рис. 3). На якорі 3 укріплена ізоляційна планка 6, для ізоляції між високовольною котушкою 1 і нерухомими контактами 8, включеними в електричне коло управління. На кінці планки встановлені два контактних містки 7. Котушка 1 реле буксування включена через резистор до середніх точок груп тягових двигунів.

У нормальних умовах тягові двигуни обертаються з однаковою швидкістю, потенціали середніх точок приблизно рівні і по котушці реле струм не протікає. При виникненні буксування однієї з колісних пар напруга на двигуні цієї колісної пари зростає, на затискачах реле з'явиться досить велика напруга, і воно спрацює. При цьому уставка реле прискорення знижується і зупиняє силовий контролер вагона, що буксує, до повного припинення буксування. Другим контактом реле включає на пульті сигнальну лампу «Боксование», що горить, поки не відпаде якор реле.

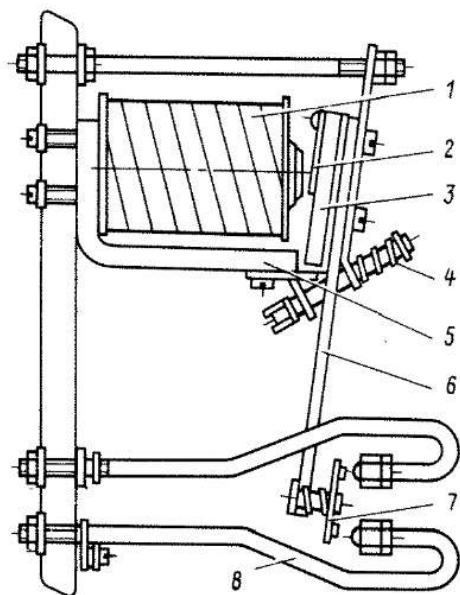


Рис. 3 Реле буксування Р-304М-1

Струмове реле (за схемою ТРФ) призначено для захисту асинхронного розщеплювача фаз від аварійних режимів.

Реле має магнітопровід 8 (рис. 4), струмову котушку 7, основну регулювальну пружину 9, один розмикаючий і один замикаючий контакт 4 мостикового типу. Замикаючий контакт при роботі реле у схемі не використовується. Вузол замикаючого контакту містить регулювальну пружину 3, гвинт 2, скобу 1, направляючу шайбу 12, регулювальну гайку 11 і контргайку 10.

Регулювання уставки реле по струму на включення здійснюються зміною натягу основної пружини, а уставки на відключення - зміною натягу пружини замикаючого контакту.

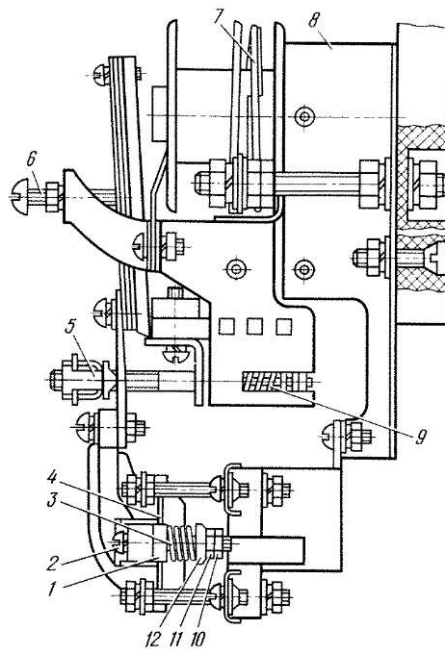


Рис. 4 Струмове реле

Теплові реле ТРТП, ТРТ застосовують для захисту обмоток трифазних асинхронних двигунів на електровозах змінного струму, а також на електропоїздах ЕР9М, ЕР2Р. Термозахисні реле РТЗ-041, РТЗ-032 призначені для захисту блоків гальмових резисторів, нагрівачів, калориферів, а термоконтакти та термодатчики є командними апаратами систем регулювання температур, що забезпечують автоматичне керування опаленням і регулювання в заданих межах температури в салонах вагонів електропоїздів.

Основними деталями теплових реле є біметалічні елементи (13) (рис. 5, а), які включають послідовно в електричні кола живлення машин та апаратів. Біметалічний елемент складається із двох скріплених пластин, виконаних з металів з різними коефіцієнтами розширення. При досягненні струму уставки пластини нагріваються і по-різному змінюють свої розміри. Вони згинаються, повертають ізоляційні колодки навколо осі та розмикають контакти реле.

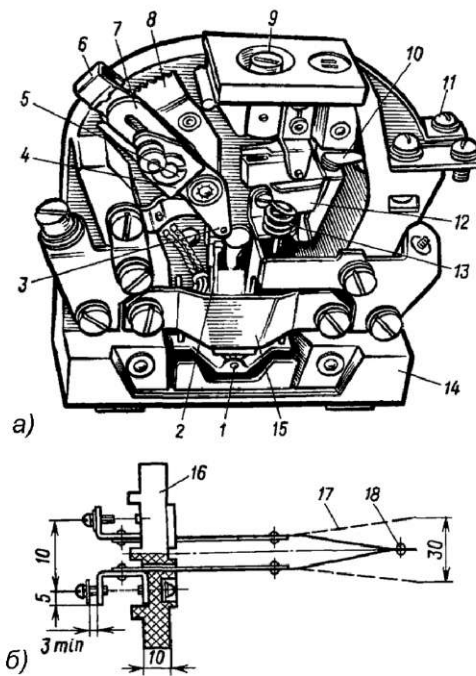


Рис. 5 Теплове реле ТРТ - а) та термозахисне реле РТЗ-041 - б): 1 - вісь; 2 - біметалічний елемент 11-образної форми; 3 - ролик; 4 - повідець; 5 - ексцентрик; 6 - ручка; 7, 13, 17 - пружини; 8 - настановний сектор; 9 - кнопка для примусового відновлення реле до повного охолодження біметалічного елемента; 10 - контакти мостикового типу; 11 - затиски; 12, 16 - колодки; 14 - текстолітовий корпус; 15 - пластина шунта; 18 – плавка частина

Термозахисне реле (рис. 5, б) складається із двох пластинчастих пружин (17), які встановлені на деякій відстані одна від одної на ізоляційній колодці (16). Вільні кінці пружин зведені разом і скріплені плавкою вставкою (18), температура плавлення якої становить 330 - 420 °С. При відсутності охолодження гальмові резистори нагріваються, плавка вставка розплавляється, кінці пружин розходяться і розривають ланцюг котушки реле або контактора.

2 Реле управління та сигналізації електропоїздів ЭР-9

Реле прискорення застосовують на моторних вагонах для автоматичного керування роботою реостатного або групового контролера, за допомогою якого здійснюється розгін поїзда. Реле прискорення реагує на пусковий струм тягових двигунів. **Реле гальмування** застосовують на моторних вагонах з електричним гальмуванням. Воно реагує на швидкість виведення реостатним контролером гальмових резисторів при електричному гальмуванні залежно від генераторного струму тягових двигунів.

Ці реле мають струмову котушку, яка включається в кола тягових двигунів. При зменшенні струму в цій котушці до певного значення реле спрацьовує, викликаючи дію апаратів силових кіл, які перемикають ступені резисторів. Реле прискорення та гальмування виконують із магнітною системою соленоїдного та клапанного типу.

Реле прискорення Р-40Б (рис. 6) збирають на ізоляційній панелі (4). Воно має дві котушки, які встановлені на осерді (2), — струмову (1), включену послідовно в кола тягових двигунів, та піднімальну (3), включену в електричні **кола** управління. Осердя цього реле втягується усередину котушки після замикання контактів при значному збільшенні струму тягових двигунів. Для забезпечення чіткої дії реле служить піднімальна котушка (3), що короткочасно одержує живлення від кіл управління в процесі переходу групового контролера з однієї позиції на іншу. При цьому котушка (3) різко збільшує магнітний потік і викликає притягування якоря (7). Якір утримується магнітним потоком однієї котушки (1), поки струм у ланцюзі тягових двигунів не зменшиться до певного значення, при якому якір під дією пружини (8) відпаде і замкнуться контакти (6, 5). Струм, при якому якір реле відпадає, грубо регулюють, змінюючи повітряний зазор (за допомогою контакту (5)), і більш точно — натягом пружини (8) за допомогою гвинта (9).

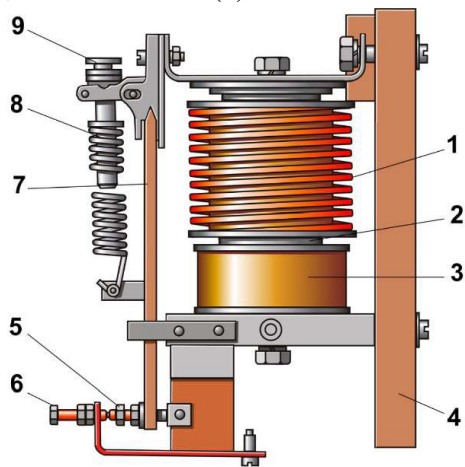


Рис. 6 Реле прискорення Р-40Б: 1 - струмова котушка; 2 - осердя; 3 - піднімальна котушка; 4 - панель ізоляційна; 5, 6 - контакти; 7 - якір; 8 - пружина; 9 - гвинт

Реле Р-40 випускають різних виконань і застосовують у якості реле прискорення (Р-40Б-9, Р-40У, Р-40У-1), прискорення-гальмування РУТ (Р-40-22), гальмування РТ, РМТ (Р-40-18), зворотного струму РОТ-П (Р-40-14). Всі ці реле мають однакову конструкцію і відрізняються розрахунковими даними котушок. Іноді паралельно контактам реле підключають конденсатори. У момент розриву контактів конденсатор заряджається, поглинаючи при цьому більшу частину енергії. Це запобігає підгорянню контактів і зменшенню дуги.

Проміжне реле Р-306 (за схемою КВЗ, КНТ, БК) конструктивно виконано на базі контакторів КМ із тією різницею, що силова контактна система з дугогасійним пристроєм замінений на такі ж блок-контакти, як і на нижньому кінці якоря.

Реле має «Г»- подібний магнітопровід 4 (рис. 7), на осерді якого встановлена включаюча котушка 1. На якорі 2 змонтовані ізоляційні траверси 3 для кріплення рухомих контактів 7. Регулювання здійснюється пружиною 5 і упорним гвинтом.

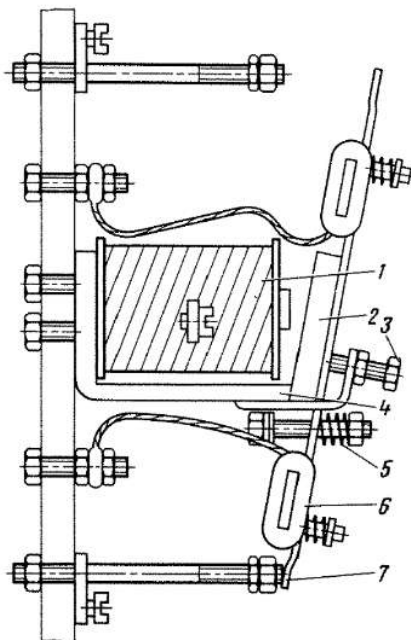


Рис. 7 Реле Р-306

Проміжні реле РП-23 (за схемою ПНФ, РКО, РТВ, РРУ, ПРК) застосовуються в електричних колах постійного струму в якості допоміжних.

Магнітопровід реле складається зі скоби 6 (рис. 8), осердя 2 і якоря 3. При збудженні котушки 1 рухомі мостикові контакти 4 замикаються з нерухомими 5. Всі деталі реле змонтовані на плиті 7 і закриваються кожухом 8. Реле має чотири замикаючих і один розмикаючий контакти.

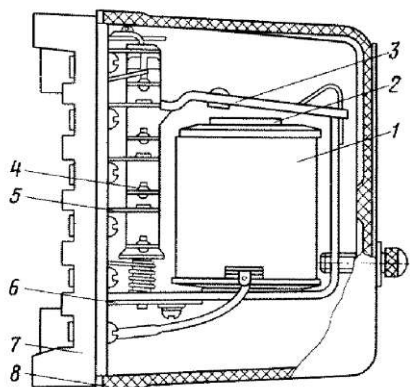


Рис. 8 Реле проміжне РП-23

Реле МКУ-48С (за схемою ПТВ1-ПТВ4, РН1, РН2, РМН) призначено для комутації електричних ланцюгів при напрузі до 220 В постійного і змінного струму частотою 50 Гц при температурі навколишнього повітря від -50 до +50 °С і відносній вологості 70%.

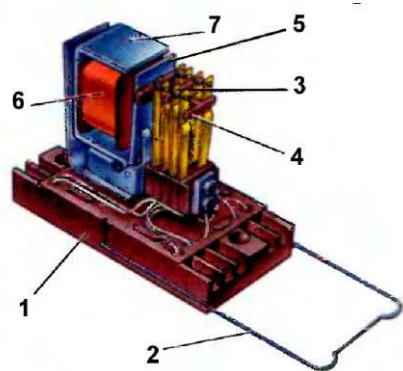


Рис. 9 Сигнальне реле МКУ-48С

Реле має по два замикаючих і розмикаючих контакти. Тривалий струм контактів реле дорівнює 5 А, час спрацювання - не більше 0,06 секунд. Споживана потужність у ланцюзі постійного струму не більше 3 Вт, у ланцюзі змінного струму - не більше 7 В А.

При напрузі до 220 В і індуктивному навантаженні до 2 мГн розривна потужність контактів у ланцюзі постійного струму не більше 50 Вт, у ланцюзі змінного струму - не більше 500 ВА. Маса реле 0,6 кг.

Реле складається з «П»- подібного магнітопроводу 7 (рис. 9) із плоским осердям, на якому встановлена включаюча котушка 6. На кінці якоря 5

укріплена пластмасова стійка 4 з поперечинами, що заходять у проміжки між пальцевими контактами. Блок-контакти 3 виконані у вигляді набору пластин, на одному кінці яких напаяні срібні контакти. До іншого кінця пластин приєднані монтажні провідники. При спрацьовуванні реле вертикальна стійка згинає рухомі пальці блокування, виконуючи відповідні перемикання. Весь механізм укріплений на пластмасовій плиті 1 і закривається пластмасовим корпусом 2.

Реле РУ-21/110 і РУ-21/48 (за схемою БС, БТМ, БТН, РМН) застосовуються у якості сигнальних у колах постійного струму для визначення вагона, у якому виникла та або інша несправність устаткування. Реле має один замикаючий і один розмикаючий контакти.

При натисканні на кнопку «Блінкер», установлену на пульті керування, на несправному вагоні одержує живлення котушка 2 (рис. 10) сигнального реле. Якір 9, після притягнення до осердя, звільняє засувку 3, і контактна група під дією пружини 6 повертається проти годинникової стрілки, замикаючи контактний місток 5 з нерухомим контактом 8 (із протилежної сторони відбувається розмикання). При цьому випадає сигнальний блінкер 7.

Всі деталі реле встановлені на плиті 1. Реле закривається кожухом з оргскла, що кріпиться гвинтом до упору 4. Відновлення роботи реле виконують ручним способом. При натисканні кнопки на кожусі контактна група повертається по годинниковій стрілці і встає на засувку 3, при цьому якір 9 під дією пружини 10 знаходиться не в притягнутому стані.

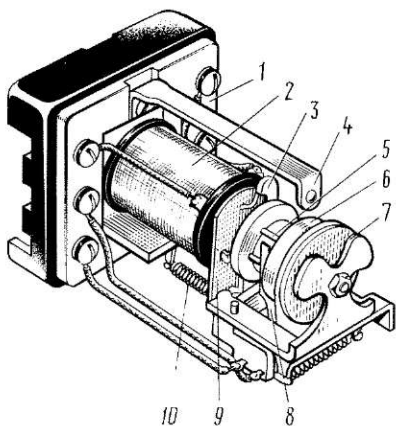


Рис. 10 Реле сигнальне РУ-21/110

На сучасних електропоїздах використовують герконове реле 1Р.008. Воно складається з каркаса 1 (рис. 11), котушки 2, ізолюваної епоксидним компаундом. У порожнині каркаса розташований геркон 6 із припаяними виводами. При подачі напруги на котушку 2 відбувається замикання геркона 6, контакти якого впливають на реле-повторювач. Після зняття напруги з котушки

контакти геркона розмикаються. Для фіксації реле у включеному стані, геркон можна зафіксувати пластмасовими клинами 5.

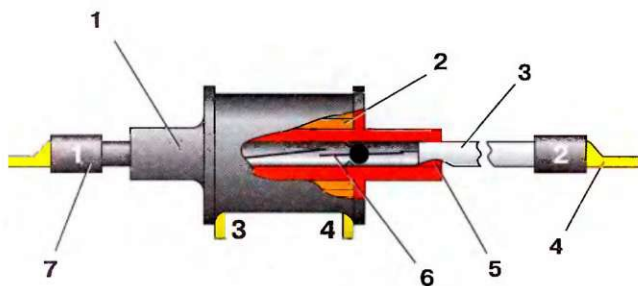


Рис. 11 Герконове реле 1Р.008:

1 - корпус; 2 - котушка; 3 - трубка типу ТКР; 4 - виводи; 5 - клин; 6 - геркон КЗМ-1; 7 - маркувальні трубки

Контрольні завдання:

- 1 Описати призначення, конструкцію та роботу теплового реле ТРТ.
- 2 Описати призначення, конструкцію та роботу термозахистного реле РТЗ-041.
- 3 Описати призначення, конструкцію та роботу реле прискорення Р-40Б.
- 4 Описати призначення, конструкцію та роботу сигнального реле РУ-21/110.
- 5 Описати призначення, конструкцію та роботу реле МКУ-48С.
- 6 Описати призначення, конструкцію та роботу проміжного реле РП-23.
- 7 Описати призначення, конструкцію та роботу реле Р-306.
- 8 Описати призначення, конструкцію та роботу струмового реле.
- 9 Описати призначення, конструкцію та роботу реле буксування Р-304М-1
- 10 Описати призначення, конструкцію та роботу реле перевантаження Р-103 з механізмом повернення Р-102
- 11 Описати призначення, конструкцію та роботу безконтактного диференціального реле РДБ-101А-1.
- 12 Описати призначення, конструкцію та роботу герконового реле 1.Р008.

Студент повинен знати:

- призначення та конструкцію низьковольтних і високовольтних міжвагонних з'єднань електропоїздів;
- призначення та конструкцію контролерів машиніста електропоїздів;
- призначення та конструкцію вимикачів управління та захисту.

Студент повинен вміти:

- описати конструкцію низьковольтних і високовольтних міжвагонних з'єднань електропоїздів;
- описати конструкцію контролерів машиніста електропоїздів;
- описати конструкцію вимикачів управління та захисту.

Вивчити та законспектувати теоретичний матеріал:

- конструкцію низьковольтних міжвагонних з'єднань РУ-101А та ШУ-101А;
- конструкцію високовольтних міжвагонних з'єднань РСБ-20-16Б та ШС-20-16Б;
- конструкцію контролера машиніста 1КУ.019;
- конструкцію вимикача ВК-300 електропоїзда.
- конструкцію кнопочового вимикача управління КУ електропоїзда;
- конструкцію кнопочового вимикача управління ВУ-223 електропоїзда;
- конструкцію роз'єднувача управління (РУМ) моторного вагона електропоїзда;
- конструкцію рейок затискачів;
- конструкцію вимикача ВПК-2112.

Теоретична частина

1 Контролер машиніста

Контролер **1КУ.019-1КУ.023** електропоїздів **ЭР2** та **ЭР9** каркасної конструкції. Він складається з основи (21) (рис. 1) і кришки (13), які з'єднані вертикальними сталевими косинцями (5) і (16).

На кришці зверху закріплена декоративна кришка (12), на якій вказані позначення напрямку руху поїзда і положень головного вала. На кришці розміщений обмежувач (7) повороту знімної реверсивної рукоятки (8). На рейках (2, 17) встановлені кулачкові контактори (3, 18) типу КЗ-42, а на косинці (16) — контактні пальці (15). Контактори закриті кожухом (20) із замками (4) і з'єднані з поїзними проводами штепсельним роз'ємом (22), що складається з колодки і вставки. Реверсивна рукоятка має три фіксованих положення

- «Вперед», «Назад» і нульове.

На електропоїздах **ЭР2Р** та **ЭР2Т** головна рукоятка має 11 положень: нульове, маневрове, чотири ходових і п'ять гальмових. На електропоїздах **ЭР2**, **ЭР9П**, **ЭР9М**, **ЭР9Е** гальмових положень немає, а на електропоїзді **ЭР9Т** — нульове, маневрове, одне ходове та п'ять гальмівних.

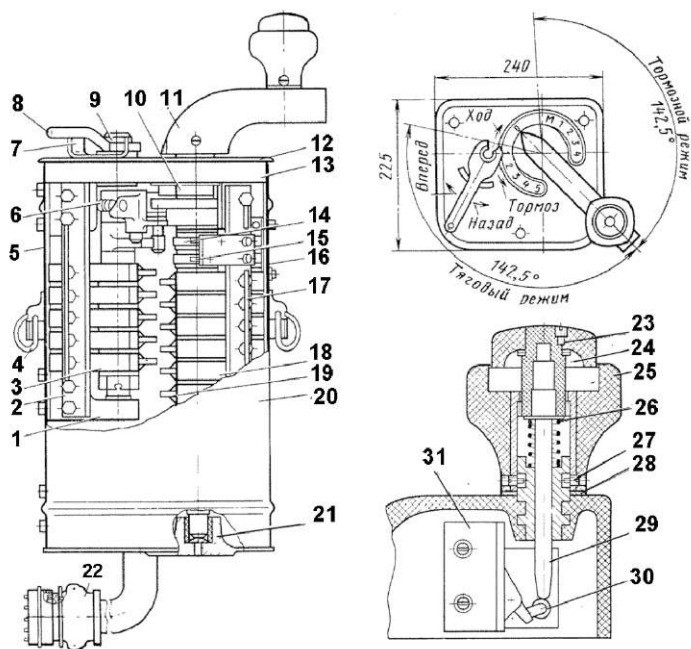


Рис. 1 Контролер машиніста 1KY.019:

1 - кронштейн; 2, 17 - рейки; 3, 18 - кулачкові контактори КЗ-42А; 4 - замки кожуха; 5, 16 - косинці вертикальні; 6 - деталі фіксації і механічного блокування валів; 7 - обмежувач реверсивної рукоятки; 8 - реверсивна рукоятка; 9 - реверсивний вал; 10 - головний вал; 11 - головна рукоятка; 12 - декоративна кришка; 13 - кришка каркаса; 14 - контактні кільця; 15 - контактні пальці; 19 - кулачкова шайба; 20 - кожух; 21 - основа; 22 - штепсельний роз'єм; 23 - фіксатор; 24 - кнопка; 25 - голівка; 26 - пружина; 27 - штифт; 28 - кільце; 29 - шток; 30 - ролик; 31 - мікроперемикач

За допомогою реверсивної та головної рукояток управляють відповідними кулачковими валами 9, 10, що представляють собою сталеві стрижні з насадженими на них кулачковими шайбами (19), контактними кільцями (14) та деталями (6) фіксації механічного блокування валів. Реверсивний вал (9) встановлений у підшипниках, запресованих у кришку та кронштейн (1), зміцнений косинцями (5), а головний вал — у підшипниках, запресованих у кришку і основу (21). Для виключення помилкових дій машиніста реверсивний і головний вали механічно заблоковані таким чином, що поворот реверсивного вала можливий тільки при нульовому положенні головного, а поворот головного — тільки при робочому положенні (Вперед або Назад) реверсивного. Головна рукоятка складається із пресованого пластмасового корпуса (11), голівки (25), кнопки (24) і механізму електричного блокування безпеки. При натисканні машиністом на кнопку (24) рукоятка переміщується вниз, пересилюючи

зусилля пружини (26). Разом із кнопкою переміщається шток (29), натискає ролик (30) мікроперемикача (31) і замикає ланцюг блокування безпеки. Коли машиніст перестане натискати на кнопку, пружина (26) поверне механізм у вихідне положення, ланцюг блокування безпеки розімкнеться.

2 Вимикачі управління

Роз'єднувач електричних кіл управління (РУМ). Він призначений для відключення електричних кіл управління несправного моторного вагона. РУМ складається із секцій 3 (рис. 2), стягнутих шпильками 2. Через всі секції проходить центральний кулачковий вал 1, що за допомогою рукоятки 4 обертається у двох рамах. На двох ізолюваних шпильках між рамами закріплені 24 кулачкових контактора, по 12 з кожної сторони. Кожна кулачкова шайба 7 впливає на один кулачковий контактор.

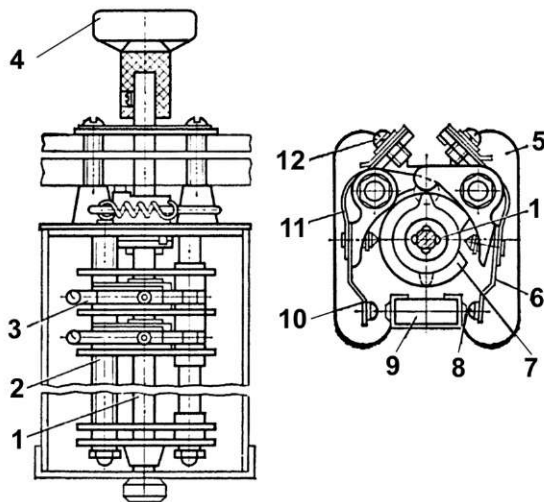


Рис. 2 Роз'єднувач управління (РУМ) моторного вагона електропоїзда

Нерухомі контакти 5 розміщені в текстолітовій рейці 9, що з'єднує обидві рами, і виконані у вигляді сталевих скоб зі срібними контактами. Рухомі контакти 6, 10 зроблені у вигляді сталевих пальців зі срібними напайками. Вони обладнані контактними пружинами і гнучкими стрічковими шунтами 11, приєднаними до вивідних затискачів 12. Кожна секція ізолювана від інших пластмасовими перегородками 5. Перемикач влаштований так, що скоба з нерухомими контактами є середнім виводом кожної пари кулачкових контакторів.

Між передньою рамою і пластмасовою накладкою розміщений фіксуєчий механізм, що складається з важеля з фіксуєчим роликом, пружини і храповика. Перемикач має одне виключене і два включених положення. У включеному положенні один верхній контактор розімкнут, а інші замкнуті. Замикання і розмикання контактів кожної секції здійснюється кулачковими шайбами, дві з яких призначені для включення двох рухомих контактів, а одна загальна - для відключення.

Вимикач управління ВУ-223. Однополюсний вимикач важільного типу з миттєвим розривом дуги служить для комутації ланцюгів керування, має пластмасовий корпус 10 (рис. 3), два нерухомих контакти 2 і дугогасійну азбестоцементну камеру 3. Вимикач закривається пластмасовою кришкою 11. Рухомий перекидний контакт 4, виконаний у вигляді сталеві пластины, у

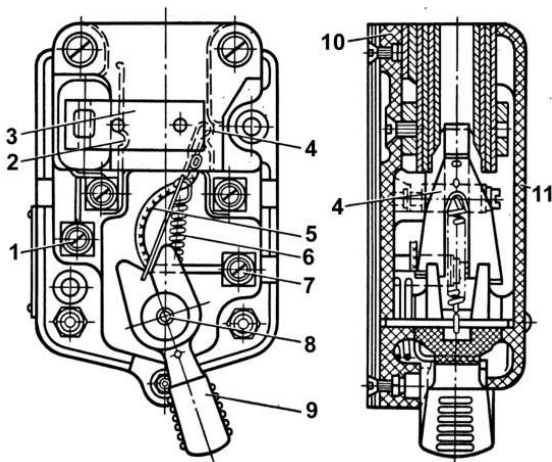


Рис. 3 Кнопковий вимикач управління ВУ-223

верхній частині має напаяні смуги з листової латуні. Рухомий контакт гнучким мідним шунтом 5 з'єднаний із ввідним затискачем 7. Він входить у призматичний виріз рукоятки 9 і притискається до неї пружиною 6. Пружина закріплена одним кінцем на рухомому контакті, а іншим - на осі 8 рукоятки. Рукоятка має два положення: «Включене» і «Виключене». При повороті рукоятки в положення «Включене», коли осьова лінія рукоятки перетне поздовжню вісь пружини, рухомий контакт миттєво перекинеться і замкнеться з нерухомих контактом, що з'єднаний з вивідним затискачем 1, підключеним до електричних кіл управління.

Вимикач має вбудований запобіжник. Струм тривалого режиму дорівнює 30 А. У службовому тамбурі для керування дверима встановлений вимикач, що має два положення. При замиканні перекидного рухомого контакту подається живлення по черзі на нерухомі контакти, підключені до вивідних затискачів, на яких закріплені провідники керування дверима.

Вимикачі КУ (кнопкові). Вони служать для комутації низьковольтних електричних кіл поїзда (освітлення, опалення, підйом і опускання струмоприймача, включення захисту та ін.). Вимикач КУ має набір рукояток включення 7 (рис. 4), укріплених на загальному валику 9, їх можна переводити незалежно одну від одної. У прорізах рукояток укріплені рухомі контакти, що притискаються пружиною. Рухомі контакти 6 з'єднані з виводами гнучкими

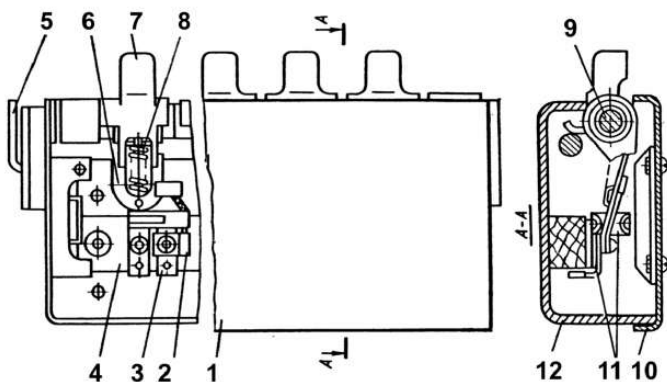


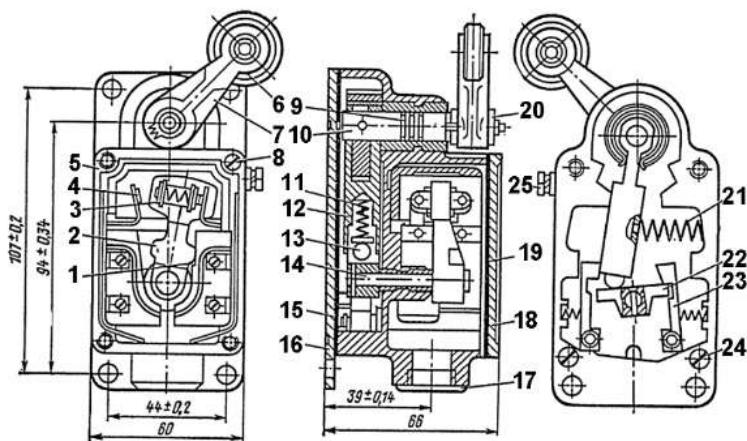
Рис. 4 Кнопковий вимикач управління КУ

провідниками 2. На ізоляційній рейці 4 укріплені нерухомі контакти 11 і виводи 3.

Контактне натискання створюється пружиною 8. Всі рукоятки знаходяться у корпусі 12, закритому кришкою 10. Проти кожної кнопки є табличка 1 з написом про призначення цієї кнопки.

Кнопки можна заблокувати в певнім положенні блокуючою рукояткою 5, яка знаходиться в торці вимикача.

Для запобігання підняття на дах моторного вагона електропоїздів при піднятому струмоприймачі при відкритих сходах струмоприймач автоматично повинен опускатися. Для цього призначений **вимикач ВК-300** (рис. 5). Він має контакти, які забезпечують подвійний розрив електричних кіл управління



струмоприймачами.

Рис. 5 Вимикач ВК-300:

- 1 - затиски; 2, 7 - важіль; 3, 4 - контакти; 5 - корпус; 6 - ролик; 8, 24 - гвинт;
9 - ущільнення; 10 - валик; 11, 21 - пружина; 12 - повідець; 13 - кулька; 14 - вісь;
15, 19 - прокладка; 16 - основа; 17 - отвір; 18 - кришка; 20 - пробка;

У корпусі (5) розташовані нерухомі контакти (4). Вони встановлені на колодках, ізольованих від корпусу прокладками з електрокартону. На сталевій осі (14), між колодками, поміщений важіль (2), на якому розташовані рухомі контакти (3) разом з контактною пружиною. Зверху на шліцьовий валик (10) встановлений приводний важільний механізм, що має важіль (7) з роликом (6). Валик (10) має ущільнення (9). Шліці на валику (10) дозволяють встановлювати важіль (7) у різних положеннях стосовно валика. Важіль фіксується в певному положенні пробкою (20). Валик (10) скріплений штифтами із сухарем, що входить у розріз повідця, що вільно обертається на валику (12). Повідець (12) має пружину (11) і кульку (13), що опирається на поверхню планки (22).

Спрацьовування вимикача здійснюється в такий спосіб. При натисканні на важіль (7) зусилля передається на повідець, який, переміщуючись, натискає на одну із засувок (23), виводячи її із зачеплення із планкою (22). Пружина (11) через кульку (13), повертає планку та важіль (2) з контактними містками. Відбувається миттєве спрацьовування вимикача, розриваються кола управління електропоїздом і подається живлення на вентиль опускання струмоприймача. У новому положенні система утримується другою засувкою (23).

Для того щоб повернути систему у вихідне положення, необхідно зняти зусилля з важеля (7). Пружина (21) поверне систему у вихідне положення.

Апарат закривається кришкою (18), яка закріплена гвинтами (8). Між корпусом і кришкою поміщена прокладка (19), а між корпусом і основою — прокладка (15). Вимикач заземлюється через гвинт заземлення. Провід підводять через отвір (17) і приєднуються до затисків (1).

Вимикачі ВПК-2112. Встановлюють їх на кришках підвагонних ящиків з високою напругою та дверях високовольтних шаф. Вони мають блокування з електричними колами струмоприймача, з метою запобігання влучення в ящик або високовольтну шафу при піднятому струмоприймачі. Застосовують їх також для блокування зовнішніх входних дверей. Вимикачі ВПК-2112 мають один замикаючий і один розмикаючий контакти мостикового типу з подвійним розривом ланцюга, прямої дії із самоповерненням.

Рубильник відкритого виконання призначений для ручного відключення акумуляторної батареї при попередньо знеструмлених колах управління і має два полюси. Рубильник встановлюють вертикально. Він розрахований на напругу 110 В і струм 110 А.

Рейки затискачів призначені для з'єднання проводів низької напруги і являють собою планки із затискач-болтами М6. Для виготовлення рейок використовують деревину, текстоліт, пластмасу або гетинакс. На болти надягають наконечники проводів міжвагонних з'єднань і апаратів. На одній рейці може бути встановлене до 16 болтових затискачів. Якщо площа перетину проводів 2,54 мм², то допускається застосування чотирьох наконечників на затискач, а якщо площа перетину 6,50 мм² то двох наконечників.

3 Міжвагонні з'єднання

Міжвагонне з'єднання електричних кіл управління являє собою комплект із розетки РУ-101 А, штепселя ШУ-101А. Розетка і штепсель служать для з'єднання низковольтних проводів ланцюгів керування між вагонами.

Розетка складається із чавунного корпусу 4 (рис. 6), у якому знаходиться ізоляційна панель 5 з контактними гніздами.

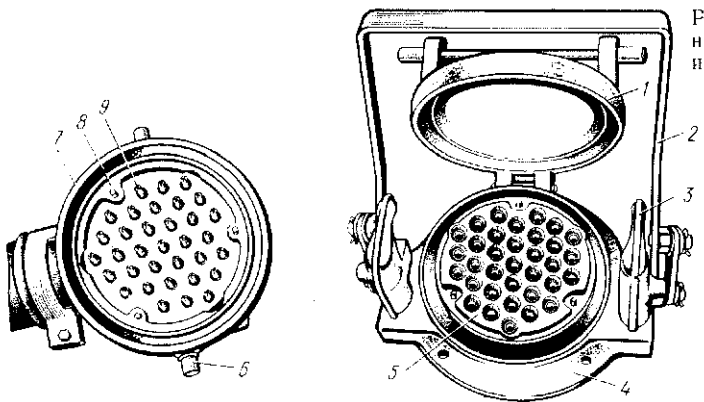


Рис. 6 Низьковольтні міжвагонні з'єднання РУ-101А та ШУ-101А

Позад панелі в гнізда вкручені контактні затискачі, у які впаяні проводи електричних кіл управління. В алюмінієвому корпусі 8 із кришкою 7 штепселя укріплена ізоляційна панель 9 з 34 контактними вилками із бронзи, у які вкручені контактні затискачі. При з'єднанні штепсель своїми бічними припливами 6 входить у повзуни 3 розетки. Важіль 2 перебуває у верхньому положенні. При повороті важеля вниз повзуни направляють штепсель у розетку і у положенні, при якому всі штирі вставлені в гнізда, важільний механізм замикає штепсель. Розетка при виїнятому штепселі закривається кришкою 1.

Для запобігання від ушкоджень і забруднення штепсель при від'єднанні від місця підключення вставляється в холостий приймач ПУС-101, що має таку ж конструкцію, як і розетка, але не має панелі з електричними контактами.

Для з'єднання високовольтних ланцюгів опалення служить штепсельне з'єднання 1СШ.006, що являє собою комплект із розетки штепсельної 1РШ.006 і вилки 1ВШ.006. Для фіксації вилки при технічному обслуговуванні використовується холостий приймач ПУС-101А.

Конструкція розеток 1РШ.006, 1РШ.006.1 і вилки 1ВШ.006, 1ВШ.006.1 відрізняється від з'єднання з розеткою РСБ-20-16Б,В і штепселем ШС-20-16Б В, які встановлені на електропоїздах перших випусків, тільки ущільненнями розетки і штепселя, що забезпечують непроникність пилу і вологи, а також наявністю запірного замка. Замок утримує вилку, включену в розетку, а при виключенні вилки - кришку розетки.

Розетка РСБ-20-16 являє собою литий корпус 1 (рис. 7, а), у циліндричній частині якого укріплена кругла карболітова панель 2 з контактним бронзовим штирем 3. У верхній частині розетки в закритій коробці 8 розміщене електричне блокування барабанно-поворотного типу. Напруга на штир 3 може бути подано тільки при замиканні цього блокування. Барабан 13 (рис. 7, б) під дією пружини 11 прагне повернутися за стрілкою годинника (якщо дивитися праворуч), при цьому пальці 10 сходять із мідного сегмента 12 барабана.

Розетка без штепселя закривається кришкою 9.

Штепсель ШС-20-16 являє собою відрізок труби, усередині якої розміщена кругла карболітова панель із контактним латунним гніздом 41 на циліндричній частині штепселя є приплив 5, що при з'єднанні штепселя з розеткою входить у

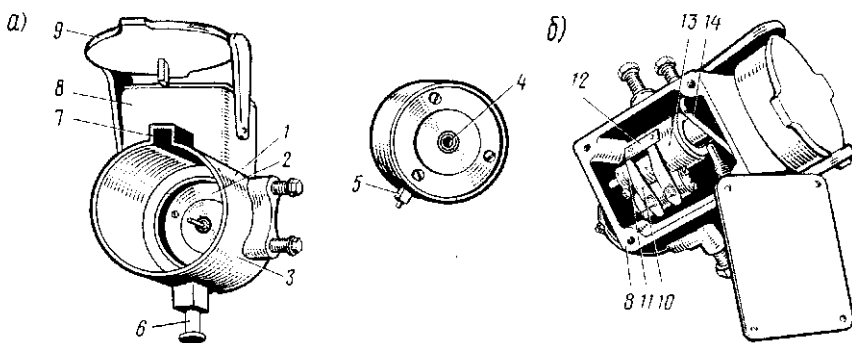


Рис. 7. Високовольтні міжвагонні з'єднання РСБ-20-16Б та ШС-20-16Б

паз 7 циліндричної частини розетки і у вилку 14, повертаючи і замикаючи її блокування. Паз 7 на циліндричній частині розетки зроблений фігурним, тому, щоб витягти штепсель, його необхідно, спочатку повернути в пазу. Одночасно за допомогою спеціального водила повертається і барабан блокування, розмикаючи блок - контакти, включені в кола управління контактора опалення. Таким чином, розмикання силових контактів відбувається при знеструмлених колах, а при вийнятому штепселі не може бути подана напруга на контакти розетки. Вставлений і повернений штепсель утримується засувкою 6 і планкою кришки розетки.

Штепсельні з'єднання мають два виконання - Б і В. Виконання В відрізняється від виконання Б наявністю фіксуючого гвинта на розетці, що входить у відповідний паз штепселя, що не дозволяє здійснити з'єднання різнополюсних виконань.

Контрольні завдання:

1. Описати призначення та конструкцію низьковольтних міжвагонних з'єднань РУ-101А та ШУ-101А.
2. Описати призначення та конструкцію високовольтних міжвагонних з'єднань РСБ-20-16Б та ШС-20-16Б
3. Описати призначення та конструкцію контролера машиніста 1КУ.019.
4. Описати призначення та конструкцію вимикача ВК-300 електропоїзда.
5. Описати призначення та конструкцію кнопкового вимикача управління КУ електропоїзда.
6. Описати призначення та конструкцію кнопкового вимикача управління ВУ-223 електропоїзда.
7. Описати призначення та конструкцію роз'єднувача управління (РУМ) моторного вагона електропоїзда

Студент повинен знати:

- роботу силових кіл електропоїзда ЭР-2Т в режимі тяги та гальмування;
- захист силових кіл електропоїзда ЭР-2Т.

Студент повинен вміти:

- описати роботу силових кіл електропоїзда ЭР-2Т в режимі тяги та гальмування;
- описати захист силових кіл електропоїзда ЭР-2Т.

Вивчити та законспектувати теоретичний матеріал:

- роботу силових кіл електропоїзда ЭР-2Т в режимі тяги.
- роботу силових кіл електропоїзда ЭР-2Т в режимі гальмування.
- захист силових кіл електропоїзда ЭР-2Т.

Теоретична частина

Силові електричні кола електропоїзда живляться струмом високої напруги 3000 В через струмоприймач ПК (рис. 1). Див. додаток (Рис. 1. на вкладці):
Схема силових електричних кіл електропоїзда ЭР-2Т.

Дросельний фільтр $D_{рф}$ та фільтр C_1 необхідні для подавлення радіоперешкод, що виникають при роботі високовольтного обладнання електропоїзда. Грозові розрядники Pp_1 і Pp_2 захищають високовольтне обладнання електропоїзда від перенапруг. Головний роз'єднувач $Гр$ призначений для захисту обслуговуючого персоналу від ураження електричним струмом при виконанні робіт у колах високовольтного обладнання. При перемиканні головного роз'єднувача $Гр$ на «землю» через резистор R_{22} знімається залишкова напруга з розташованого на даху вагона високовольтного обладнання (струмоприймач, конденсатор C_1 , розрядники Pp_1, Pp_2).

Швидкодіючий вимикач БВ (БВ11, 14) захищає силові кола від струмів короткого замикання в режимі тяги. Апарат відключається при протіканні через котушку розмагнічування струму 600 А або при відключенні живлення утримуючої котушки.

Диференціальне реле - це двохкотушковий герконовий пристрій з вимірювальними шунтами. Диференціальний трансформатор так само, як і диференціальне реле, захищає силову схему від замикання на корпус. Він являє собою магнітний підсилювач, від вторинних обмоток якого в блок керування вимикачем захисту гальма (БУВЗТ) надходить сигнал. При зміні цього сигналу БУВЗТ відключає БВ.

Контактори ЛК, ЛКТ, Т, Ш виконують основні перемикання в силових колах електропоїзда. Гальмівний перемикач призначений для переведення силової схеми з моторного режиму в гальмівний і назад. Діоди D_1, D_2 не допускають протікання струму при рекуперативному гальмуванні, якщо напруга на якорі тягового двигуна нижче напруги в контактній мережі. Реостатний контролер РК призначений для перемикання пускогальмівних резисторів і резисторів ослаблення поля ТЕД. Пускогальмівні резистори

обмежують струм, що протікає через обмотки ТЕД у режимі тяги, і виконують функцію навантажувальних резисторів у режимі реостатного гальмування.

Резистори ослаблення поля включені паралельно обмоткам збудження ТЕД. Вони шунтують тягові двигуни у режимі тяги, а також виконують функцію навантажувальних резисторів у режимі реостатного гальмування. Датчики струму ДТЯ, ДТЯ1, ДГВ, представляють собою магнітні підсилювачі, призначені для контролю струму в силових колах і передачі сигналів в електронні блоки управління

Реле буксування, електронні герконові пристрої, які не допускають буксування, або юза колісних пар. Реле включені за мостовою схемою щодо якорів суміжних ТЕД. Індуктивний шунт гасить аварійні кидки струму в електричних колах ТЕД в режимі тяги при відриві струмоприймача від контактного проводу з виникненням дуги і наступним відновленням контакту, а також при різкому підвищенні напруги в контактній мережі. Реверсивний перемикач змінює напрямок протікання струму в обмотках збудження ТЕД.

При електродинамічному гальмуванні шунт згладжує кидки струму в обмотці якоря ТЕД, що виникають при зміні числа споживачів енергії рекуперації.

Вимикач захисту гальма контролює роботу електродинамічного гальма. Він відключає силову схему при виникненні аварійних режимів в електричному колі керованого випрямляча живлення обмоток збудження та у колах якорів ТЕД. Реле максимальної напруги являє собою герконовий пристрій, який контролює напругу на якорі першого ТЕД у режимі гальмування. Реле включається при напрузі 3950 В в режимі рекуперації і перемикає схему на реостатне гальмування.

Пристрій захисту від комутаційних перенапруг у силовому колі являє собою електронний пристрій на основі тиристора. При напрузі 200 В і більше тиристор відкривається і створює контур протікання струму, викликаного е.р.с. самоіндукції якорів та обмоток збудження ТЕД. Пристрій працює тільки в режимі тяги. Аналогічний пристрій захищає тиристорний перетворювач збудження. Електромагнітний контактор ОВ підключає обмотки збудження ТЕД до тиристорного перетворювача при електричному гальмуванні.

Тиристорний перетворювач збудження перетворює трифазний змінний струм у постійний, для живлення обмотки збудження ТЕД при електричному гальмуванні.

Висока напруга з контактної мережі через струмоприймач, фільтри ДРФ, СФ, ГРВЦ1, ПР1, резистор R28 подається на герконовий пристрій 36-РН.

Електричні кола управління живляться постійним струмом напругою 110 В — це основне живлення АЛСН, електричних кіл управління тягою, гальмуванням, струмоприймачами, освітленням тощо.

Електричні кола живлення напругою 50 В постійного струму призначені для живлення електропневматичного гальма, резервного живлення АЛСН, радіозв'язку, оповіщення. Джерелами струму служать акумуляторна батарея АБ та синхронний генератор, розташовані на кожному причіпному (головному) вагоні.

Трифазні електричні кола напругою 127/220 В, 50 Гц служать для живлення електронних блоків управління тягою та гальмуванням, а також кола захисту компресора, освітлення салонів та заряду акумуляторної батареї.

Допоміжне обладнання моторного вагона захищене високовольтним запобіжником ПР-1 (20А) і містить у собі герконовий пристрій 36-РН та два лічильники електроенергії. Один лічильник вимірює всю витрачену електроенергію, другий — електроенергію, повернуту в контактну мережу при рекуперації.

На моторному вагоні встановлено: вольтметр V2 (вимірює напругу на обмотці якоря першого ТЕД); амперметри А1 (вимірює струм силових кіл в режимі тяги або рекуперації), А2 (вимірює струм електричних кіл шунтування обмоток збудження ТЕД та струм якоря при реостатному гальмуванні) і А3 (вимірює струм в обмотках збудження ТЕД); роз'єднувач ГРВЦ2, призначений для відключення високовольтних кіл від заземлюючого пристрою вагона і перевірки опору корпусної ізоляції обмоток ТЕД при опущеному струмоприймачі. Струм з контактної мережі від струмоприймача через систему фільтрів Дрф, СФ, ГРВЦ1, запобіжники ПР2, ПР4 (31,5 А), міжвагонне з'єднання Ш1, Ш2 подається на причіпний (головний) вагон. Запобіжники ПР2 і ПР4 включені паралельно для забезпечення роботи допоміжних машин двох причіпних вагонів одночасно від одного моторного вагона.

Опалення пасажирського салону складається із двох груп калориферів ЭК-1 і ЭК-2, які включаються контактором опалення КО-1 і чотирьох груп електричних печей, які включаються контактором опалення КО-3. Високовольтні електричні кола опалення захищені від струмів витоків на корпус герконовий пристроєм РД1.1-РД1.2. Електричні кола опалення салонів всіх вагонів однакові. На головних вагонах є контактори опалення кабіни К02, К04 і кіловольтметр VI. Електричні кола цих апаратів захищені запобіжником ПР1 (20А), а також герконовим пристроєм РД2.1-РД2.2 від пробоя на корпус. На причіпних (головних) вагонах є перетворювачі, що представляють собою двохмашинний агрегат, що включає в себе двигун постійного струму зі змішаним збудженням (3000 В) та синхронний трифазний генератор змінного струму (127/220 В, 50 Гц). На причіпному вагоні є додаткові високовольтні роз'єднувачі Ш25, Ш26, через які подається електроживлення на другий причіпний вагон.

Робота силової схеми в режимі тяги. Маневровий режим. Реверсивний перемикач встановлений у положення «Вперед». Електричний струм з контактного проводу через струмоприймач, дросельний фільтр Дрф, включений головний роз'єднувач ГРВЦ1, силові контакти БВ, шунт ДР.1 Шнб, струмову обмотку Трд, лінійний контактор ЛК, кулачковий контактор ТП2, пускогальмівні резистори R.1, R4-R8, контактор ЛКТ живить якорі тягових електродвигунів М1-М4, потім через датчики струму якорів ДТЯ, ДТЯ1, кулачковий контактор ТП6, контактор реверсивного перемикача В1, живить обмотки збудження тягових електродвигунів М1-М4, далі через контактор В2, вимірювальний шунт амперметра Шн3, струмову обмотку Трд, шунт ДР.2, вимірювальний шунт амперметра Шн1, вимірювальні шунти лічильників електроенергії Шн4, Шн5, включений головний роз'єднувач ГРВЦ2, через заземлюючий пристрій колісної пари ЗУ в рейки.

В першому положенні режиму тяги напруга подається до тягових електродвигунів так само, як і при маневровому режимі. Після виводу пускогальмівних резисторів включається кулачковий контактор РК9, який шунтує всі пускогальмівні резистори. Струм від ТП2, через контактор РК9,

силовий контактор ЛКТ і далі через якорі тягових електродвигунів М1-М4 буде протікати аналогічно маневровому режиму на заземлюючий пристрій ЗУ.

При ослабленні поля ТЕД контролер машиніста буде знаходитись у 2-4-му положенні. При цьому включається контактор Ш. Частина струму якоря буде протікати через індуктивний шунт ІШ, ТП4, контактор Ш, РК10-РК15, резистори шунтування ОВ R10-R15, вимірювальний шунт амперметра Шн2 на струмову обмотку Трд.

Робота силової схеми в режимі гальмування. При перемиканні контролера машиніста у положення 1Т-4Т збирається схема рекуперативного гальмування. Гальмівний перемикач переключається в положення «гальмо», замикаються всі непарні контактори, крім ТП9, контактор ТП6 від'єднує обмотки збудження від якорів ТЕД, а контактор ОВ підключає їх до з перетворювача Тт1-Тт6. Включається контактор КВ і подає напругу через Трв на тиристорний перетворювач. Включаються контактори ЛК, Ш, ЛКТ закінчує збір схеми. При цьому створюється контур протікання гальмівного струму: якорі тягових двигунів М4-М1 (генератори), контактор ЛКТ, ТП1, діоди Д2, Д1, контактор ЛК, диференціальний трансформатор Трд.1, шунт диференціального реле Шнб, силові контакти БВ, ГРВЦ1, Дрф, струмоприймач, контактна мережа. Другий контур: рейки, ЗУ, далі через ГРВЦ2, шунти лічильників електроенергії Шн4, Шн5, шунт амперметра Шн1, шунт ДР.2 Шн7, Трд, силові контакти ВЗТ, ТП7, індуктивний шунт ІШ, ДГЯ1 ДГЯ, 4 ТЭД.

Контур протікання струму збудження: позитивна шина тиристорного перетворювача Тт1-Тт6, контактор ОВ, кулачковий контактор реверсивного перемикача В1, обмотки збудження М1-М4, кулачковий контактор реверсивного перемикача В2, вимірювальний шунт амперметра АЗ, силові контакти ВЗТ, датчик струму збудження ДТВ, негативна шина тиристорного перетворювача Тт1-Тт6.

При підвищенні напруги до 3950 ± 50 В включається контактор Т, який переводить схему в режим реостатного гальмування з незалежним збудженням. В електричних колах якорів ТЕД додатково підключаються гальмівні резистори, при цьому ЛК залишається включеним. Струм якорів буде протікати по двох контурах: струм більшої сили (близько 300 А) по контуру — якорі М1, контактор ЛКТ, резистори R8- R4, контактор Т, резистори R24, R11- R15, вимірювальний шунт амперметра Шн2, ВЗТ і М4; струм меншої сили (близько 50 А) буде протікати по контуру рекуперації. Розподіл струмів по контурах буде залежати від потужності і кількості паралельних споживачів у контактній мережі даної ділянки.

При зниженні швидкості поїзда струм у ланцюзі незалежного збудження досягає 230 А. При цьому струмі блок управління гальмом (БУТ) включає в роботу блок регулятора прискорення (БРУ). Реостатний контролер переводить схему на режим самозбудження. На другій позиції РК кулачковим контактором РК16 замикає якорі ТЕД на власні обмотки збудження, при цьому струм діє: якорі М1, контактор ЛКТ, резистори R8-R4, контактор Т, кулачковий контактор ТП3, контактор Ш, кулачковий контактор РК16, ТП5, В1, обмотки збудження ТЗД М1-М4, В2, вимірювальний шунт Шн3, силові контакти ВЗТ, ТП7, РК17 (включаючись на позиції 2 РК, виключає ІШ), датчики струму ДТЛ1 і ДТЛ, якорі М4. Гальмування із самозбудженням відбувається з коефіцієнтом збудження 59,2 %, тому що паралельно обмоткам збудження включене шунтувальне коло:

контактор Т, резистор R24, R11- R15, вимірювальний шунт амперметра Шн2, ВЗТ, якор М4.

Контрольні завдання:

1. Описати роботу силових кіл електропоїзда ЕР-2Т в режимі тяги.
2. Описати роботу силових кіл електропоїзда ЕР-2Т в режимі гальмування.
3. Описати захист силових кіл електропоїзда ЕР-2Т.

Література

- 1 Електрорухомий склад залізниць.: Навчальний посібник для ВНЗ I-II рівнів акредитації залізничного транспорту. С.О. Лиховидов, Ю.В. Клецов. - О.: Астропринт :, 2013.
- 2 Электропоезда переменного тока. В.А. Авдеев. - М.:Транспорт, 1985.
- 3 Электропоезд ЭР2. Руководство по эксплуатации - М.:Транспорт, 1971.
- 4 Электровозы и электропоезда. Учебник для техникумов В.К. Калинин - М.: Транспорт, 1991.
- 5 Электроподвижной состав железных дорог. В.К. Калинин.: Учебник для техникумов. - М.:Транспорт, 1972.
- 6 Электропоезда ЭР2, ЭР2Р В.П. Цукало и др. " " - М.: Транспорт, 1986.
- 7 Электропоезд ЭР9М. Руководство по эксплуатации - М.: Транспорт, 1978.
- 8 Электропоезда переменного тока ЭД9М, ЭД9Т, ЭД9П. Руководство по устройству - М.: Центр коммерческих разработок, 2005.
- 9 Электропоезда постоянного тока с электрическим торможением. Б.К. Просвирина. - М.: Трансиздат, 2000.

Додаток

