

**ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАЦІЙНО-КЕРУЮЧИХ СИСТЕМ
ТА ТЕХНОЛОГІЙ**

Кафедра спеціалізованих комп'ютерних систем

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

**до практичних робіт
з дисциплін**

***«СИСТЕМИ ЗАЛІЗНИЧНОЇ АВТОМАТИКИ» й
«ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ ТА ЗАСОБИ АВТОМАТИКИ
НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ»***

Харків – 2017

Методичні вказівки розглянуто і рекомендовано до друку на засіданні кафедри спеціалізованих комп'ютерних систем 13 лютого 2017 р., протокол № 8.

Призначено для студентів факультету ІКСТ зі спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія» першого рівня вищої освіти (бакалавр) усіх форм навчання. Можливе застосування цих методичних вказівок і на інших рівнях вищої освіти та напрямках (програмах) підготовки студентів і магістрантів за рішенням лектора.

Укладач

доц. В. М. Бутенко

Рецензент

проф. С. В. Лістровий

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до практичних робіт
з дисциплін

*«СИСТЕМИ ЗАЛІЗНИЧНОЇ АВТОМАТИКИ» й
«ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ ТА ЗАСОБИ АВТОМАТИКИ
НА ЗАЛІЗНИЧНОМУ ТРАНСПОРТІ»*

Відповідальний за випуск Бутенко В. М.

Редактор Еткало О. О.

Підписано до друку 30.03.17 р.

Формат паперу 60x84 1/16. Папір писальний.

Умовн.-друк.арк. 3,0. Тираж 50. Замовлення №

Видавець та виготовлювач Українська державна академія залізничного транспорту,

61050, Харків-50, майдан Фейєрбаха, 7.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 2874 від 12.06.2007 р.

ЗМІСТ

Вступ.....	4
Практичне заняття 1. Електромагнітне реле із сухим контактом.....	4
Практичне заняття 2. Поляризовані, імпульсні та комбіновані реле.....	7
Практичне заняття 3. Реле змінного струму.....	9
Практичне заняття 4. Електропривод та пристрої переїзної сигналізації.....	14
Практичне заняття 5. Режими роботи рейкових кіл та імпульсні рейкові кола постійного струму.....	18
Практичне заняття 6. Кодове рейкове коло частотою 50 Гц та рейкове коло змінного струму частотою 25/75 Гц.....	28
Практичне заняття 7. Розгалужені рейкові кола та розгалужене фазочутливе рейкове коло частотою 25 Гц з реле типу ДСШ.....	36
Практичне заняття 8. Гіркові рейкові кола.....	41
Практичне заняття 9. Тональні рейкові кола.....	44
Список літератури.....	51

ВСТУП

Метою цих методичних вказівок є допомога студентам у вивченні практичних аспектів електротехнічних елементів технологічного спрямування залізничного транспорту на прикладі класичних компонентів залізничної автоматики як складової частини систем забезпечення руху потягів. Методичні вказівки надаються для поглибленого розуміння з метою подальшого створення апаратних та/або програмних модулів спеціалізованих комп'ютерних систем та комп'ютерних інформаційно-управляючих систем у т.ч. і з множини мов програмування, яка відповідає ІЕС 61131-3/EN 61131. Вивчаються технічні засоби та технологічні датчики з їх електротехнічними описами інформаційних моделей. Курс розглядається як галузева складова і передбачає вивчення спеціалізованих засобів та класичних компонентів, їх побудови відповідно до робочої програми дисципліни, затвердженої радою факультету.

Побудова та дослідження електричних моделей і технічних конструкцій компонентів та приводів часто складають значну частину в загальній сукупності робіт, що проводяться на початкових фазах проекту.

Ці методичні вказівки допомагають отримати та/або закріпити вміння підключення та перевірки параметрів технічних засобів автоматизації для подальшої автоматизації технологічних об'єктів.

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 1

Електромагнітне реле із сухим контактом

Класичне реле із сухим контактом досі є та залишиться в майбутньому елементною базою різних систем управління.

Малогабаритні реле з випрямними приставками можна включати в кола постійного і змінного струму.

У поляризованих і комбінованих реле встановлені постійні магніти, завдяки яким поляризований якір перемикається із зміною полярності джерела живлення постійного струму, що підключається до обмотки.

Умовне позначення обмотки реле і його контактів в електричних (принципових) схемах, а також нумерація контактів показані на рисунку 1.

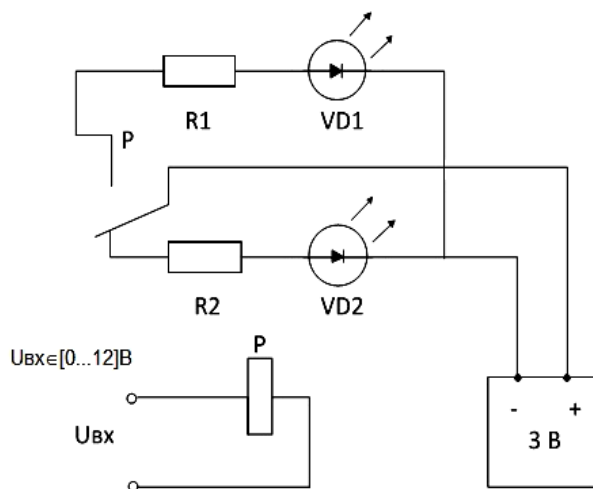


Рисунок 1 – Зображення схеми підключення реле до живлення

Якщо проходження струму через котушки перервати, магнітний потік зникне, якір відпуститься, нормально розімкнені контакти розімкнуться, а нормально замкнені – замкнуться.

Усі реле мають різні конструкції, але завжди є обмотка(и) та виводи для подачі до неї напруги U_1 . Також є виводи для увімкнення контактних груп, виведені назовні, які утворюють «сухий» контакт (через який можна комутувати напругу U_2) електрично «розв’язаний» з колом з напругою U_1 .

Класичне реле є елементною базою систем залізничної автоматики і телемеханіки.

Реле залізничної автоматики підрозділяють на реле першого (рисунок 2) і нижчого класів надійності. Головна вимога до реле першого класу – надійне розмикання загальних і фронтових контактів при відключенні напруги від його обмоток за рахунок ваги якоря.

Умовне позначення обмотки реле і його контактів в електричних (принципових) схемах, а також нумерація контактів показані на рисунку 3.

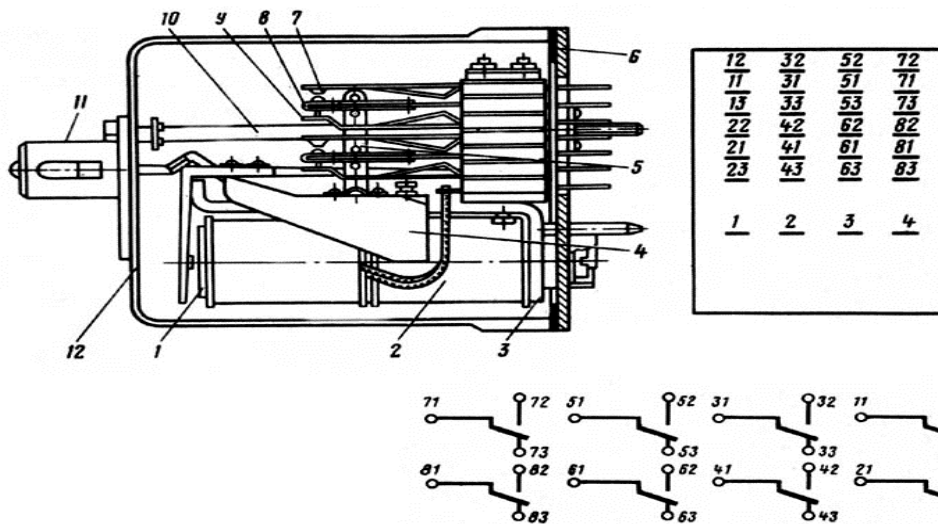


Рисунок 2 – Схема підключення контактів нейтрального реле постійного струму першого класу надійності

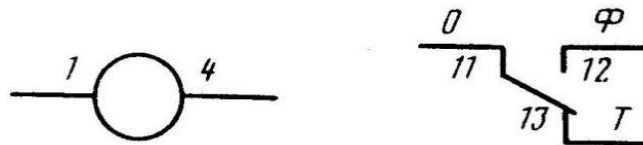


Рисунок 3 – Схема зображення реле

Усі частини реле закріплені на платі й закриті прозорим пластмасовим ковпаком. Для штепсельного увімкнення кінці контактних пружин виведені через плату назовні й утворюють штепсельну розетку.

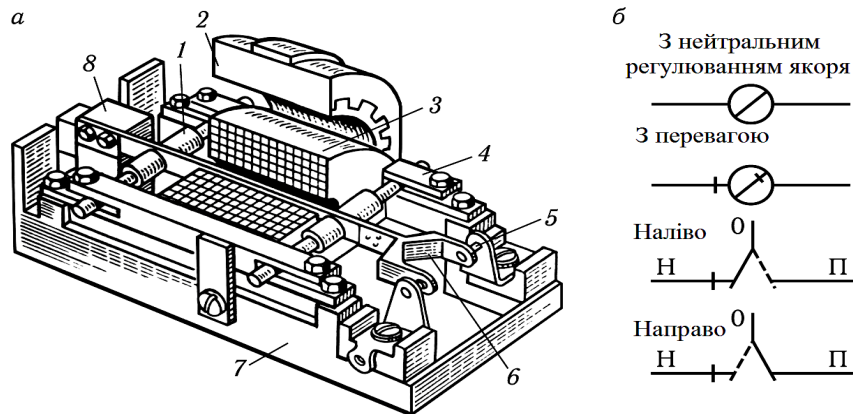
Контрольні запитання для самопідготовки

- 1 Як класифікуються реле залізничної автоматики?
- 2 Які головні вимоги до реле першого класу надійності?
- 3 Поясніть принцип дії реле.
- 4 Поясніть схему для перевірки та вимірювання напруги спрацювання реле $U_{спр}$ та напруги відпускання $U_{відп}$.

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 2

Поляризовані, імпульсні та комбіновані реле

Імпульсне малогабаритне реле ІМШ (рисунок 4) складається: з полюсних наконечників для регулювання зміщення якоря 1; постійного магніта 2; котушки 3; кріплення наконечників 4; контактів 5; легкого якоря 6; корпусу 7; металевого наконечника 8.



а – вигляд; б – умовне позначення

Рисунок 4 – Імпульсне малогабаритне реле (ІМШ)

Контактна система складається з нерухомих нормального Н і переведеного П контактів. Перемикання якоря і контактів відбувається при проходженні через котушку імпульсного струму.

Механізм імпульсного реле складається з електромагнітної і контактної систем (рисунок 5, а). Електромагнітна система являє собою магнітопровід з чотирма полюсними наконечниками, постійний магніт, якір та одну котушку.

Механізм поляризованого реле складається з електромагнітної контактної системи. Електромагнітна система зібрана з двох сердечників з котушками, одного поляризованого якоря, ярма, двох постійних магнітів і змонтована на кронштейні, закріпленому на металевій основі. Контактна система зібрана у дві колонки, закріплена на металевій планці, яка також установлена на кронштейні реле (рисунок 5, б).

У поляризованих і комбінованих реле встановлені постійні магніти, завдяки яким поляризований якір перемикається із

зміною полярності джерела живлення постійного струму, що підключається до обмотки.

Нейтральна контактна система комбінованого реле належить до першого класу надійності, а за часом спрацьовування – до нормальнодіючих.

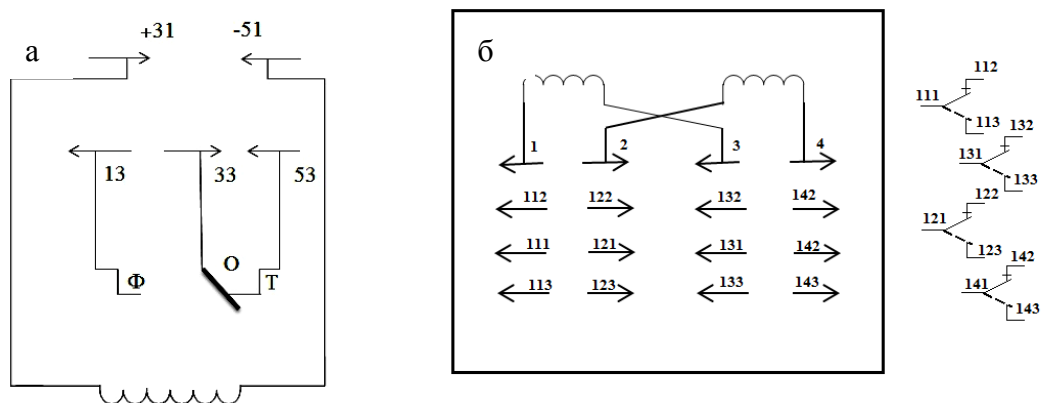


Рисунок 5 – Розташування контактів і схема обмотки імпульсного реле (ИМШ1) (а); поляризованого реле ПМШ-1400 (б)

Самоутримувальні комбіновані реле СКШ, СКПШ – реле з магнітною системою, аналогічною магнітній системі комбінованих реле, але доповненою спеціальною самоутримувальною магнітною системою для утримання нейтрального якоря в притягнутому положенні у момент зміни напрямку струму в основних котушках реле. Ці реле належать до реле першого класу надійності, а за часом спрацьовування – до повільнодіючих.

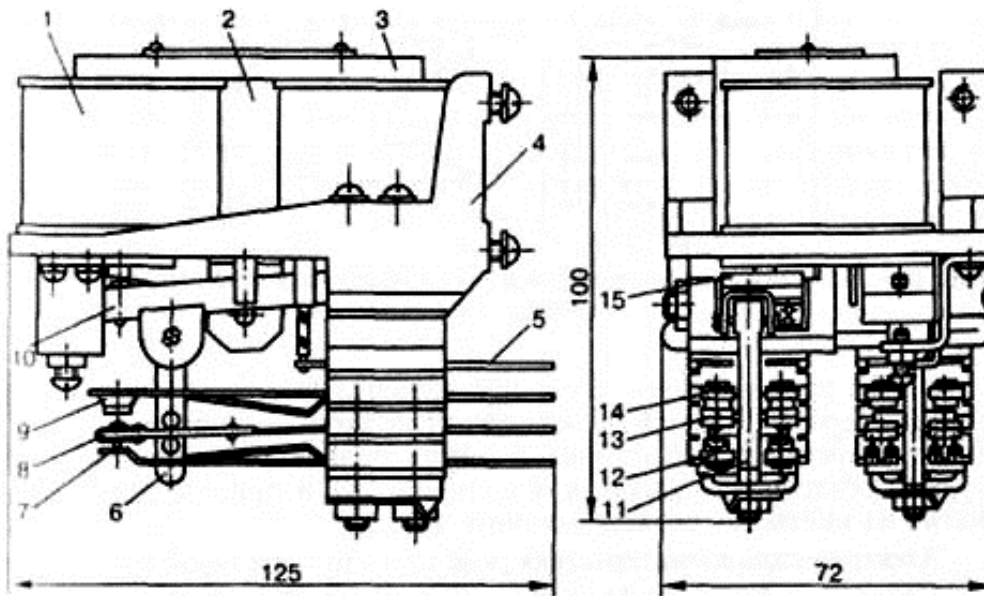
Самоутримувальна система є електромагнітним реле, установленим у нижній частині контактів нейтрального якоря. Якір утримувального електромагніту шарнірно з'єднаний спеціальною тягою з нейтральним якорем основної магнітної системи реле.

Принцип дії самоутримувального комбінованого реле показано на рисунку б).

Контрольні запитання для самопідготовки

- 1 З чого складається механізм імпульсного реле?
- 2 З чого складається механізм поляризованого реле?

- 3 Поясніть принцип дії імпульсного і поляризованого реле.
 4 Перерахуйте основні електричні характеристики комбінованих реле.
 5 Які три стани має комбіноване реле?
 6 Поясніть принцип дії комбінованого реле.
 7 Поясніть схему для перевірки та вимірювання опору нормально розімкненого та нормально замкненого контакту $R_{\text{контакт}}$, опору ізоляції між двома контактами $R_{\text{контакт1-контакт2}}$.



- 1 – котушка; 2 – постійний магніт; 3 – ярмо; 4 – кронштейн; 5 – ніж;
 6 – тяга нейтральної частини; 7 – тиловий контакт; 8 – перекидний контакт; 9 – фронтний контакт, 10 – нейтральний якір, 11 – тяга поляризованої частини, 12 – переведений контакт, 13 – загальний контакт, 14 – нормальний контакт, 15 – поляризований контакт

Рисунок 6 – Конструкція комбінованого реле

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 3

Реле змінного струму

У тих випадках, коли основним джерелом енергії є мережа змінного струму, бажано застосовувати реле, обмотки яких живляться змінним струмом. При подачі в обмотку реле змінного струму якір буде притягатися до сердечника так само, як і при постійному струмі. При однакових конструктивних розмірах реле і рівних значеннях максимальної індукції середнє значення

електромагнітного зусилля у реле змінного струму удвічі менше, ніж у реле постійного струму.

Реле змінного струму (рисунок 7) мають гірші параметри, ніж реле постійного струму, тому що при однакових розмірах мають менше електромагнітне зусилля та меншу чутливість. Крім того, вони складніші і дорожчі, оскільки необхідно мати шихтований магнітопровід (набраний з окремих листів), а також застосовувати спеціальні заходи для усунення вібрації якоря – явище небажане, оскільки може призвести до обгорання контактів, переривання електричного кола та ін., тому для ослаблення вібрації приймають спеціальні конструктивні заходи.

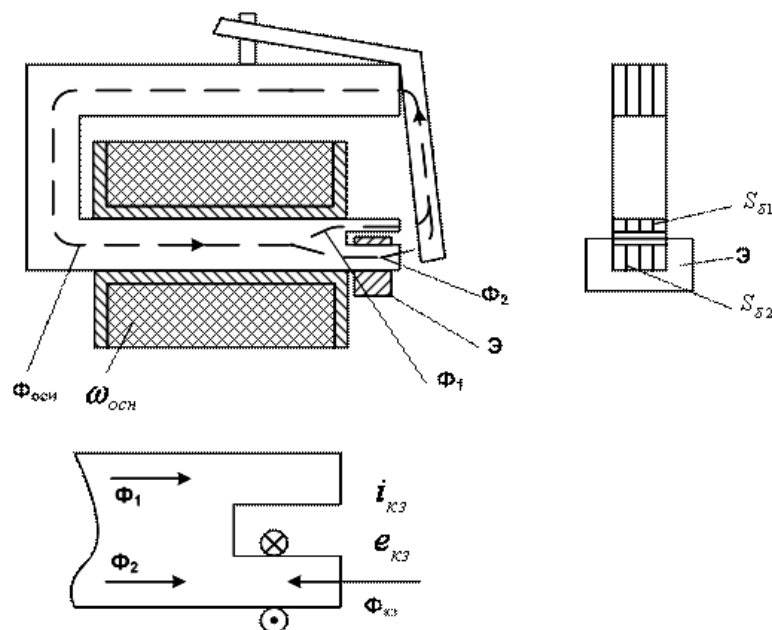


Рисунок 7 – Реле змінного струму з короткозамкненим витком

Принцип роботи реле полягає ось у чому. Змінний магнітний потік $\Phi_{осн}$ основної обмотки $\omega_{осн}$, проходячи через розрізану частину сердечника, ділиться на дві частини. Частина потоку Φ_2 проходить через екрановану половину полюса перерізом $S_{\delta 2}$, у якій розміщується короткозамкнена обмотка, а друга частина потоку Φ_1 проходить через неекрановану половину полюса перерізом $S_{\delta 1}$. Потік Φ_2 наводить в короткозамкненому витку ЕРС (ЕКЗ), яка створює струм $I_{кз}$. При цьому виникає ще один магнітний потік $\Phi_{кз}$, який впливає на магнітний потік Φ_2 і викликає відставання цього потоку по фазі щодо потоку Φ_1 на кут $\varphi=60-80^\circ$. Завдяки цьому результуюче тягове зусилля F_e

ніколи не доходить до нуля, так як обидва потоки проходять через нуль у різні моменти часу.

У схеми з реле змінного струму встановлюють діодний міст для ослаблення вібрацій, який являє собою електричну схему, призначену для перетворення змінного струму в пульсуючий. Таке випрямлення називається двоівперіодним. Виконується за мостовою схемою Гретца.

Замість діодів у схемі можуть застосовуватися вентиля будь-яких типів, наприклад селенові стовпи, принцип роботи схеми від цього не зміниться.

На вхід схеми подається змінна напруга (зазвичай, але не обов'язково синусоїдальна). У кожний з півперіодів струм проходить тільки через два діоди, два інших – замкнені, що зображено на рисунку 8

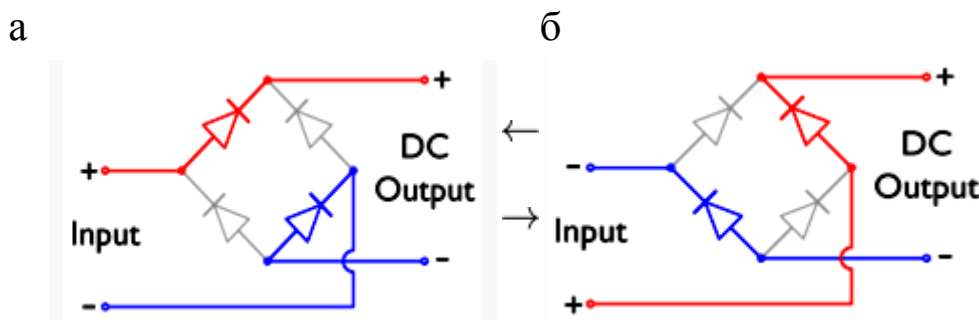
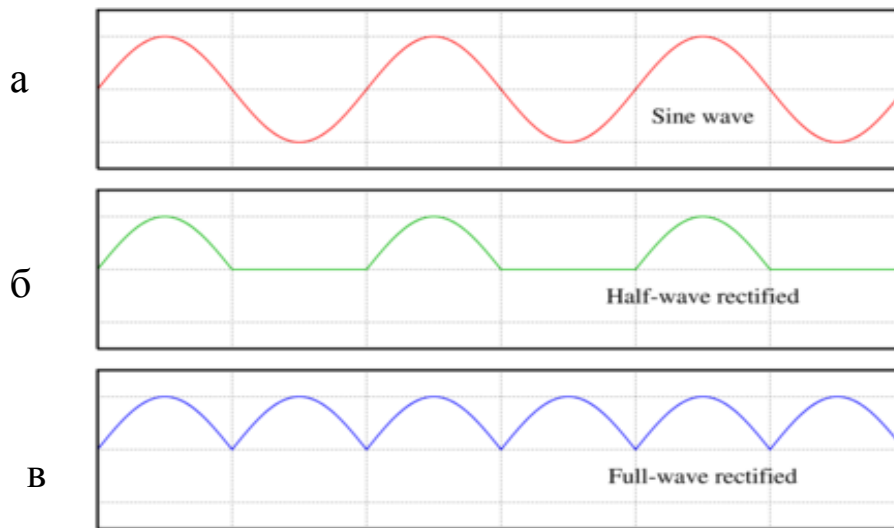


Рисунок 8 – Діодний міст випрямлення позитивної напівхвилі (а); випрямлення негативної напівхвилі (б)

У результаті на виході (DC Вихід) буде напруга, пульсуюча з частотою, удвічі більшою від частоти живильної напруги (рисунок 9).

У пристроях залізничної автоматики і телемеханіки застосовують двоелементні секторні реле змінного струму ДСШ.

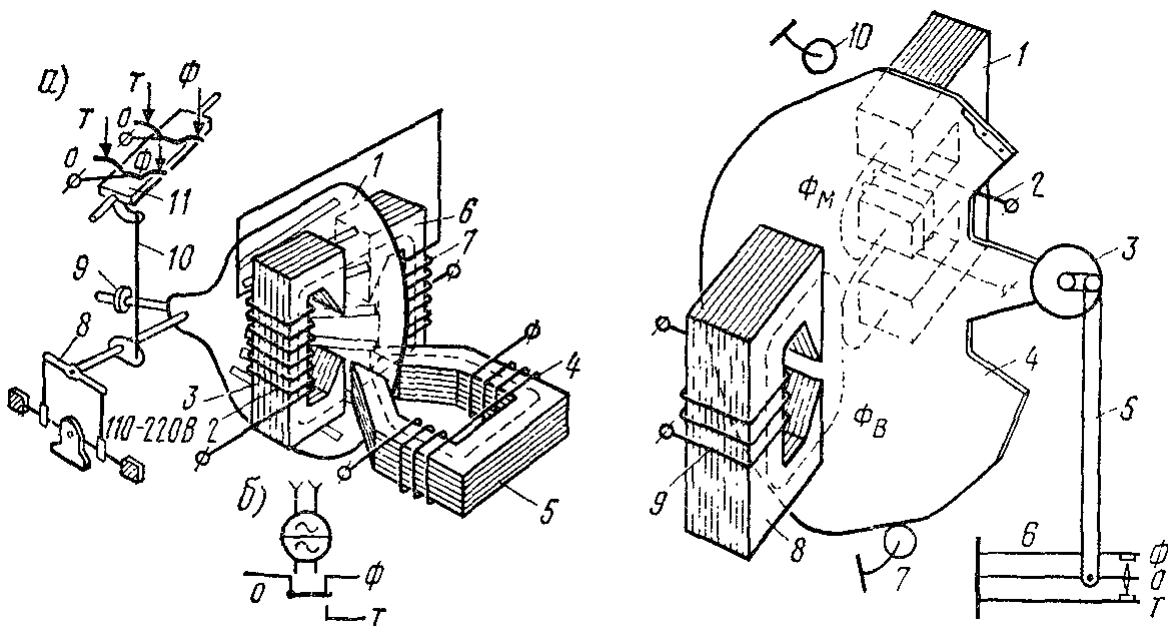
Ці реле використовуються як колійні в рейкових колах змінного струму частотою 25 і 50 Гц. За принципом дії двоелементні секторні реле належать до індукційних. Магнітна система реле виконується на сердечниках з листової сталі для зменшення втрат на гістерезис. Ці реле належать до реле першого класу надійності, а за часом спрацьовування – до нормальнодіючих.



а – вихідна синусоїдальна напруга; б – однопівперіодне випрямлення; в – двопівперіодне випрямлення

Рисунок 9 – Графіки залежності

Двоелементне секторне реле ДСШ зі штепсельним включенням складається з електромагнітної системи, яка являє собою два різні за призначенням сталеві сердечники з намотаними на них обмотками. Один з них називається місцевим елементом, другий – колійним. Ці елементи розташовуються симетрично один відносно одного (рисунок 10).



а – двоелементне секторне ДСШ; б – позначення на схемах
Рисунок 10 – Реле

При рівності магнітних потоків колійного й місцевого елементів і збігу їх за фазою сили взаємодії магнітних потоків та вихрових струмів будуть рівні й протилежно спрямовані, унаслідок чого сектор залишиться в нижньому положенні.

Для приведення сектора в обертання у напрямі його підйому необхідно створити певне зсування фаз між магнітними потоками місцевого і колійного елементів або між їх струмами. Максимальний обертальний момент виникає при куті зсуву 90° між струмами або магнітними потоками в місцевому і колійному елементах. Цей обертальний момент переміщує сектор 4 у верхнє положення. Разом із сектором обертаються коромисло 3 і тяга 5, яка перемикає контакти 6: розмикає тилові Т і замикає фронтові Ф. При вимкненні струму в колійному або місцевому елементі магнітний потік зникне, під дією власної ваги сектор 4 опуститься вниз і поверне контакти в початкове положення: розімкне фронтові Ф і замкне тилові Т.

Основною перевагою реле ДСШ є надійна фазова вибірковість, тому ці реле називають фазочутливими. Колійні обмотки реле включаються так, щоб позитивний обертальний момент і підйом сектора вгору діяв тільки від струму свого рейкового кола.

Принцип дії реле оснований на взаємодії магнітних потоків, зсунутих за фазою, утворених при проходженні струму по котушках місцевого й колійного елементів, і струмів, індукованих у рухомому алюмінієвому секторі.

Двоелементні секторні реле змінного струму ДСШ використовуються як фазочутливі колійні приймачі у рейкових колах змінного струму частотою 25 і 50 Гц. Електромагнітна система реле складається з колійного й місцевого елементів, у зазорі між якими у вертикальній площині обертається алюмінієвий сектор, пов'язаний з рухомими контактами.

Контрольні запитання для самопідготовки

- 1 Що являє собою реле змінного струму?
- 2 Від чого залежить струм?
- 3 Порівняйте реле постійного та змінного струму першого класу надійності.

4 Висловіть свою думку щодо надійності реле змінного струму. Чому, на вашу думку, на більшості залізницях нашої країни використовується змінний струм?

5 У чому особливість реле ДСШ?

6 Порівняйте реле постійного та змінного струму.

7 Поясніть схему для перевірки та вимірювання часу спрацювання $t_{\text{сраб}}$ та часу відпускання $t_{\text{отпуск}}$ реле типу ДСШ.

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 4

Електропривод та пристрої переїзної сигналізації

Стрілковий перевід – це пристрій для переведення потяга з однієї колії на іншу. Його основні частини: стрілка, хрестовина і з'єднувальні рейки між ними.

Стрілка – це частина стрілкового переводу, яка має рамні рейки, гостряки та перевідний механізм.

Стрілкові електроприводи – це пристрої, призначені для переведення, замикання та контролю стану залізничних стрілок. Вони застосовуються у пристроях електричної централізації, які широко використовуються на залізницях. Керування приводом у системі електричної централізації здійснюється зі стаціонарного диспетчерського поста.

За часом переведення стрілок приводи розподіляються на приводи з нормальним переведенням (2–7 с) та швидкодіючі (до 1 с). Швидкодіючі приводи використовуються на сортувальних гірках і коліях маневрових станцій.

Отже, привод є частиною стрілкового переводу і повинен відповідати таким вимогам:

- забезпечувати щільне прилягання притиснутого гостряка до рамної рейки у крайньому положенні;

- не допускати замикання стрілки при зазорі між притиснутим гостряком і рамною рейкою 4 мм і більше;

- відводити другий гостряк від рамної рейки на відстань не менше 125 мм.

Відповідно до вимог ПТЕ стрілковий електропривод повинен забезпечувати переведення гостряків стрілки та механічне їх замкнення у крайньому положенні. Очевидно, що для переміщення гостряків потрібен двигун та пристрої, які б

забезпечували перетворювання обертального руху на зворотно-поступальний, зменшували швидкість обертання і відповідно збільшували обертальний момент.

Передавальний механізм працює таким чином (рисунок 11).

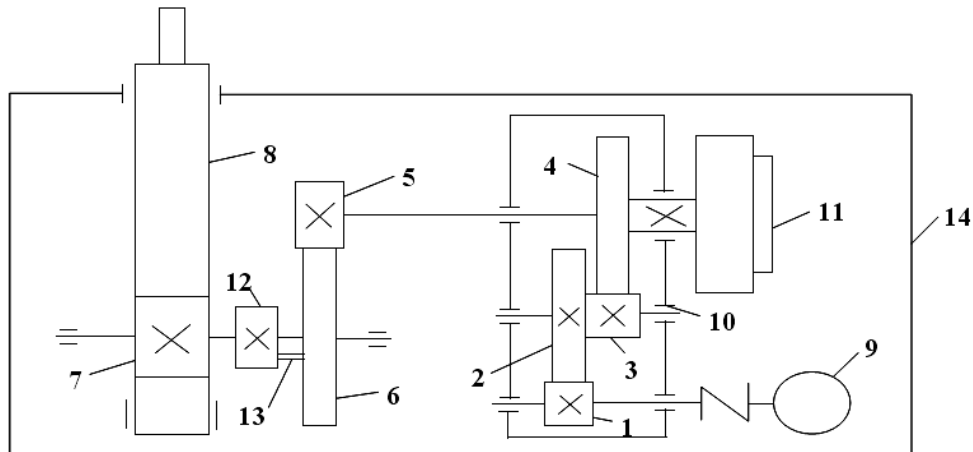


Рисунок 11 – Схема механізму стрілочного електропривода

Обертання вала електродвигуна 9 передається через муфту вхідному валу редуктора 10 і потім через дві зубчасті пари z_1, z_2 та z_3, z_4 корпусу фрикціону 11. З корпусом фрикціону жорстко зв'язані рухомі диски, до яких притискуються нерухомі диски, жорстко зв'язані з вал-шестірнею 5. Обертання колеса 4 передається вал-шестірні 6 через фрикційне зчеплення. Вал-шестірня 5 повертає колесо 6, яке через фігурну шайбу 12 і упор 13 передає рух головному валу шестірні 7 і шибера 8.

Електропривод повинен жорстко фіксувати гостряки у крайніх положеннях, щоб вони не змінювали свого стану відносно рамних рейок під час руху потяга. Функціональна структура електропривода подана на рисунку 12.

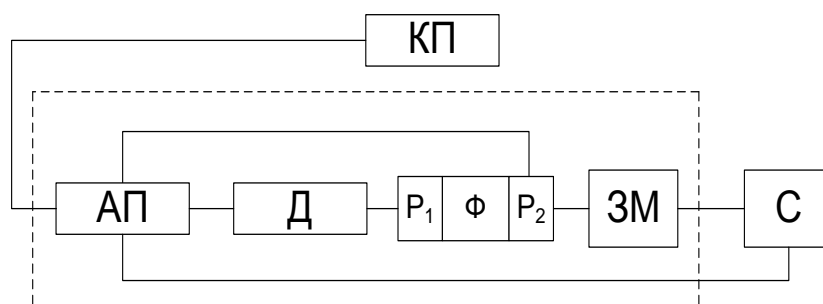


Рисунок 12 – Функціональна структура електропривода

Керуючий пристрій КП видає енергетичний сигнал для двигуна і приймає інформаційний сигнал від засобів контролю.

Енергія для роботи двигуна Д надається через автоперемикач АП. Перетворювання обертального руху здійснюється передавальним механізмом, який має редуктори P_1 і P_2 та фрикційний пристрій Ф.

Фрикційний пристрій захищає двигун від пошкоджень і перевантаження, а також з його допомогою можливо здійснювати регулювання обертального моменту, який передається редукторами P_1 і P_2 . Для механічної фіксації гостряків стрілки С у крайніх положеннях застосовується замикаючий механізм ЗМ. Автоперемикач (рисунок 13) механічно пов'язаний з гостряками і передавальним механізмом, за рахунок цього контроль положення стрілки можливий лише при виконанні двох умов:

- роботи передавального механізму з переведення стрілки;
- фактичному пересуванні гостряків на задану відстань.

Якщо вказані події наявні, то стає можливим формування контрольного сигналу для пристроїв керування. Коли хоча б одна з цих подій не буде виконана, АП перестав надавати сигнали контролю, що сприймається схемою керування як його втрата.

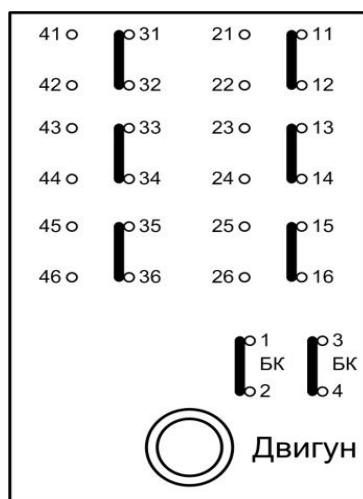


Рисунок 13 – Нумерація контактів перемикача стрілкового переводу

Залізничні переїзди є місцями перетину в одному рівні залізниць з автомобільними дорогами (трамвайними коліями, троллейбусними лініями) і залежно від умов роботи обладнуються

одним з таких пристроїв: автоматичною світлофорною сигналізацією; світлофорною сигналізацією, автоматичною світлофорною сигналізацією з автоматичними шлагбаумами; сповіщальною сигналізацією з неавтоматичними шлагбаумами.

При автоматичній світлофорній сигналізації переїзд з боку автомобільної дороги огорожують двома переїзними світлофорами, на кожному з яких установлені дві сигнальні головки з червоними світлофільтрами й електричний дзвінок. Коли переїзд відкритий, сигнали не подаються, коли закритий – подаються: світловий (два поперемінно миготливих червоних вогні) і звуковий (дзвінок гучного бою або сповіщувач «Сирена»).

Брус шлагбаума при закритті переїзду опускається через 13 – 15 с після початку роботи сигналізації. При горизонтальному положенні бруса продовжують горіти вогні на переїзних світлофорах.

У разі пошкодження системи автоматичного керування шлагбауми переходять у загороджувальне положення. На переїздах, обладнаних сповіщальною сигналізацією, як засіб обгороджування використовують електричні або механізовані шлагбауми, що обслуговуються черговим по переїзду. Переїзди, що охороняються, обладнують також загороджувальними світлофорами, які призначені для подачі потягу сигналу зупинки у разі аварійної ситуації на переїзді.

Переїзди на станціях, що обслуговуються черговим працівником, обладнуються автоматичною світлофорною сигналізацією з напівавтоматичними шлагбаумами (закриваються автоматично, а відкриваються натисканням кнопки).

Переїзди на перегонах, що обслуговуються черговим працівником, обладнуються автоматичною світлофорною сигналізацією з автоматичними шлагбаумами.

Переїзди на перегонах і станціях, які не обслуговуються черговим працівником, обладнуються автоматичною світлофорною сигналізацією.

Переїзди на під'їзних чи інших коліях з маневровою роботою обладнуються світлофорною сигналізацією.

Контрольні запитання для самопідготовки

- 1 Поясніть будову та принцип дії СПВ.
- 2 Навіщо потрібні автошлагбауми?
- 3 За якими критеріями обираються автошлагбауми, що встановлюються на переїздах?
- 4 Хто обслуговує автошлагбауми?

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 5 **Режими роботи рейкових кіл** **та імпульсні рейкові кола постійного струму**

Рейкові кола (РК) є основним елементом практично всіх пристроїв залізничної автоматики і телемеханіки, а саме: автоблокування (АБ), автоматичної локомотивної сигналізації (АЛС), електричної централізації стрілок і сигналів (ЕЦ), диспетчерського контролю за рухом поїздів (ДК) та інших систем. У цих системах РК виконують такі функції: автоматично контролюють вільність і цілісність рейкових ниток ділянок колії на перегонах і станціях; унеможливають переведення стрілок під рухомим складом; з їх допомогою передаються кодові сигнали з колії на локомотив, а також від однієї сигнальної установки до іншої; забезпечують автоматичний контроль наближення потягів до переїздів і станцій і т. ін. РК автоматично контролюють вільність і зайнятість ділянок, автоматично контролюють електричну цілісність рейкових ниток, забезпечують територіальну селективність при передачі інформації з колії на локомотив.

Основними елементами РК є: джерело живлення постійного або змінного струму; обмежувальний дросель або резистор; дросель-трансформатори (на ділянках з електротягою); рейки із стиковими і рейковими з'єднувачами; ізолюючі стики для ізоляції окремих частин рейкових ниток; колійний приймач (колійне реле).

Рейкові кола розділяють за такими, основними ознаками:

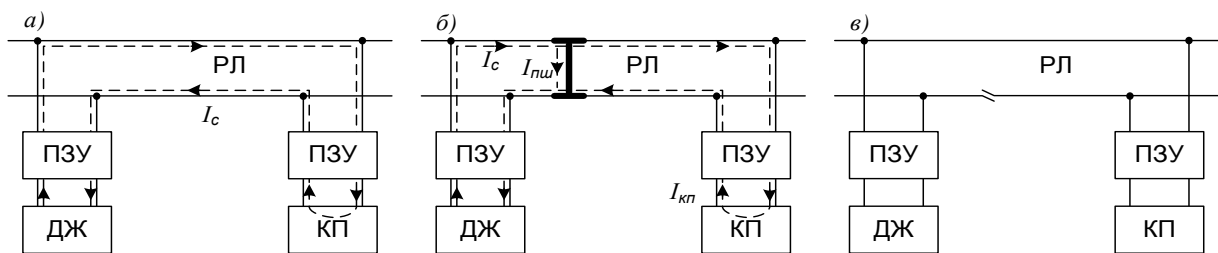
- за призначенням: перегінні (АБ або НАБ), станційні, для сортувальних гірок, для автоматичних огорожувальних пристроїв;

- за схемами вмикання: нормально замкнені і нормально розімкнені (для сортувальних гірок);
- за родом сигнального струму: постійного і змінного струму (частоти 25, 50, 75 Гц і тональної частоти 420— 780 Гц, 4545–5555 Гц);
- за способом живлення: безперервним, імпульсним або кодовим;
- за видом рейкової лінії: нерозгалужені і розгалужені;
- за використанням рейок для пропуску тягового струму: дво- й однопітківі. В однопіткових РК тяговий струм пропускається по одній рейковій нитці, так званій тяговій нитці. Друга рейка колії називається сигнальною ниткою. Однопіткові РК забезпечують контроль цілісності тільки сигнальної нитки й не контролюють цілісність тягової, оскільки тягові нитки сусідніх колій з'єднані міжколійною перемичкою. У двопіткових РК тяговий струм пропускається по обох рейкових нитках. При обмеженні такого РК ізолюючими стиками для пропуску тягового струму в обхід ІС використовуються колійні дросель-трансформатори;
- за видом тяги: для електричної тяги постійного, змінного струму й автономної тяги;
- за типом колійного приймача: для постійного струму з імпульсним, нейтральним, поляризованим або комбінованим реле; для змінного струму з одно- або двоелементним (фазочутливим) реле або імпульсним;
- за способом накладення кодівих сигналів АЛСН : з безперервним накладенням (кодове АБ) або з попереднім (на станціях при задаванні маршруту);
- за місцем накладення кодівих сигналів АЛСН : з живильного, релейного кінців або з обох кінців РК;
- за місцем розташування апаратури: на РК із централізованим розміщенням апаратури у релейних приміщеннях станцій і РК із розміщенням апаратури на перегоні в релейних шафах (сигнального струму РК виконують із безперервним та імпульсним живленням як постійного, так і змінного струму;

- за способом контролю замикання ІС: чергування полярності, чергування довжин кодових комбінацій, чергування частоти.

Розрізняють три основні режими роботи РК: нормальний, шунтовий і контрольний. У нормальному і шунтовому режимах контролюється відповідно вільність і зайнятість рейкових ниток справної РК колісними парами рухомого складу; у контрольному фіксується злам рейки РК.

За принципом дії рейкові кола поділяють на нормально замкнені і нормально розімкнені. Структурна схема нормально замкненого рейкового кола показана на рисунку 14.



а – нормальний режим; б – шунтовий режим;
в – контрольний режим

Рисунок 14 – Структурна схема нормально замкненого рейкового кола

Основними елементами рейкового кола є джерело живлення (ДЖ), рейкова лінія (РЛ), колійний приймач (КП), пристрої захисту й узгодження (ПЗУ).

Принцип дії нормально замкненого рейкового кола полягає ось у чому. При вільній ділянці (рисунок 14, а) струм I_c від джерела живлення протікає по рейковій лінії до колійного приймача (цей струм називається сигнальним). Колійний приймач перебуває у ввімкненому стані, чим фіксується вільність ділянки (відсутність на ділянці рухомих одиниць) і цілісність рейкових ниток.

При вступі на ділянку колісної пари (поїзного шунта) рухомої одиниці (рисунок 14, б) частина сигнального струму $I_{пш}$ протікає через поїзний шунт, а частина $I_{кп}$ – через обмотку колійного приймача. Оскільки електричний опір поїзного шунта набагато менший від опору обмотки приймача, то сила струму $I_{пш}$

буде набагато більшою, ніж $I_{\text{кп}}$. Сила струму $I_{\text{кп}}$ буде недостатньою для увімкнення КП, тому колійний приймач перебуватиме у вимкненому стані, чим фіксується зайнятість ділянки рухомим складом.

У разі порушення цілісності рейкової лінії (злам або вилучення рейки та ін.) коло для нормального протікання сигнального струму не створюється. При всіх можливих пошкодженнях елементів, апаратури і рейкової лінії (обриви, короткі замикання, відсутність живлення) (рисунок 14, в) колійний приймач перебуватиме у вимкненому стані. Таким чином, нормально замкнені рейкові кола при пошкодженнях елементів не можуть дати помилкову інформацію про їх вільність, тому вони широко застосовуються на магістральних залізницях.

Пристрої захисту й узгодження захищають апаратуру рейкового кола від небезпечних та заважаючих дій тягового струму (на електрифікованих ділянках), від перенапруг і перешкод, викликаних атмосферними явищами (грозові розряди – удари блискавки) або комутаційними процесами в різних електричних колах, а також узгоджують високий опір апаратури рейкового кола і низький опір рейкової лінії.

У нормально розімкненому рейковому колі колійне реле збуджується при вступі на рейкове коло рухомого складу, коли колійне реле сполучається в одне коло з джерелом живлення через колісні пари. Нормально розімкнене рейкове коло при відмовах елементів не контролює зайнятість, оскільки колійне реле нормально залишається без струму. Через це нормально розімкнені рейкові кола використовують тільки на коліях сортувальних гірок. Перевагою цих рейкових кіл є висока швидкодія.

Усі ділянки, що кодуються, повинні обладнуватися двонитковими рейковими колами. Двониткові рейкові кола забезпечують надійність дії рейкового кола в умовах проходження по рейкових нитках тягового струму. На головних коліях дросель-трансформатори встановлюють на релейному і живильному кінцях. Однодросельні рейкові кола проектують на бокових коліях із забезпеченням двониткового виходу зворотного тягового струму на головні колії. При електротязі на

розгалужених рейкових колах застосовуються дводросельні або, у крайньому випадку, тридросельні рейкові кола.

Тяговий струм від тягової підстанції подається до електровозів по контактному проводу через струмоприймач, а повертається до тягової підстанції (ТП) по рейкових нитках. Тому необхідно створити шлях для протікання зворотного тягового струму по рейках в обхід ізолюючих стиків. У двониткових рейкових колах (рисунок 15, а) безперервність кола для протікання тягового струму створюється за рахунок дросель-трансформаторів (ДТ) (два біля кожної пари ізолюючих стиків), у яких у суміжних рейкових колах середні точки основних обмоток 1_1 і 1_2 , що підключаються до рейок, з'єднуються між собою. Тягові струми першої і другої рейок $I_T/2$ протікають через напівобмотки ДТ у протилежних напрямках і при однаковій величині ці струми не наводять у додатковій обмотці електричні сигнали, які б могли впливати на роботу рейкового кола.

Струм рейкового кола (сигнальний струм) I_c протікає через основну обмотку ДТ в одному напрямі, унаслідок чого на ній створюється падіння напруги, що використовується для роботи рейкового кола. Додаткові обмотки ДТ – 2_1 і 2_2 – підключають до апаратури живильного ДЖ і релейного П кінців рейкового кола.

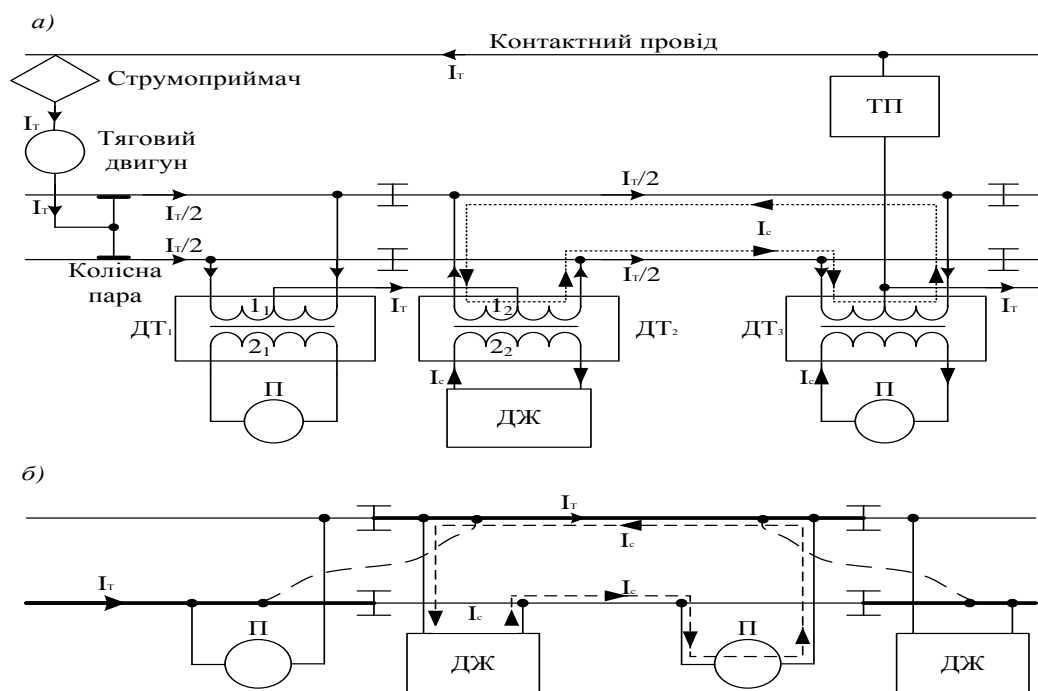


Рисунок 15 – Схема протікання тягового струму в двониткових (а) і однопіткових (б) рейкових колах

Асиметрія тягового струму виникає внаслідок неоднакового поздовжнього електричного опору рейкових ниток або нерівності перехідних опорів рейкових ниток відносно землі. Останнє обумовлено пошкодженнями стикових з'єднувачів. Опір ізоляції рейкових ниток відносно землі залежить від метрологічних умов, конструкції верхньої будови колії і її засміченості. На опір ізоляції однієї з рейкових ниток також впливає приєднання до неї заземлень опор контактної мережі.

Для усунення асиметрії тягового струму в рейкових нитках необхідно забезпечувати справний стан стикових з'єднувачів по всій довжині РК, надійну ізоляцію рейок від металевих конструкцій, а на ділянках з низьким опором заземлених на рейки контактних опор вмикати спеціальні розрядники багаторазової дії в проводи заземлень.

Однониткові рейкові кола більш прості за будовою, ніж двониткові, але більш схильні до впливу тягового струму, тому їх застосовують тільки на бічних станційних коліях, що не кодуються, колійних ділянках у горловині станції при довжині рейкового кола не більш ніж 500 м.

В однониткових рейкових колах (рисунок 15, б) тяговий струм пропускається по одній рейковій нитці кожного рейкового кола. Основна частина тягового струму I_T протікає по рейкових нитках, які з'єднуються біля ізолюючих стиків електротяговими з'єднувачами, інша, незначна, частина тягового струму проходить через іншу нитку колії, протікає через прилади релейного і живильного кінців. Нерівномірне розподілення тягового струму по рейкових нитках виключає можливість використання пристроїв АЛС в однониткових рейкових колах.

Залежно від конфігурації рейкові кола поділяють на нерозгалужені і розгалужені. Розгалужені рейкові кола застосовують на колійних ділянках, що містять стрілки. Вони можуть мати декілька колійних приймачів, кожний з яких контролює вільність і справність свого відгалуження. У схему контролю розгалуженого рейкового кола послідовно включають фронтів контакти колійних реле всіх відгалужень.

При електричній централізації рейковими колами обладнують усі колії приймання і відправлення, усі стрілкові і безстрілкові ділянки в горловинах станцій, ділянки перед

світлофорами, що огороджують в'їзд до централізованої зони з під'їзних колій і депо, ділянки наближення до станції з підходів, обладнаних НАБ.

Залежно від місця застосування рейкові кола на станції поділяють на розгалужені і нерозгалужені. Розгалуженими рейковими колами обладнують стрілкові ділянки.

Ізоляція стрілкових ділянок складається:

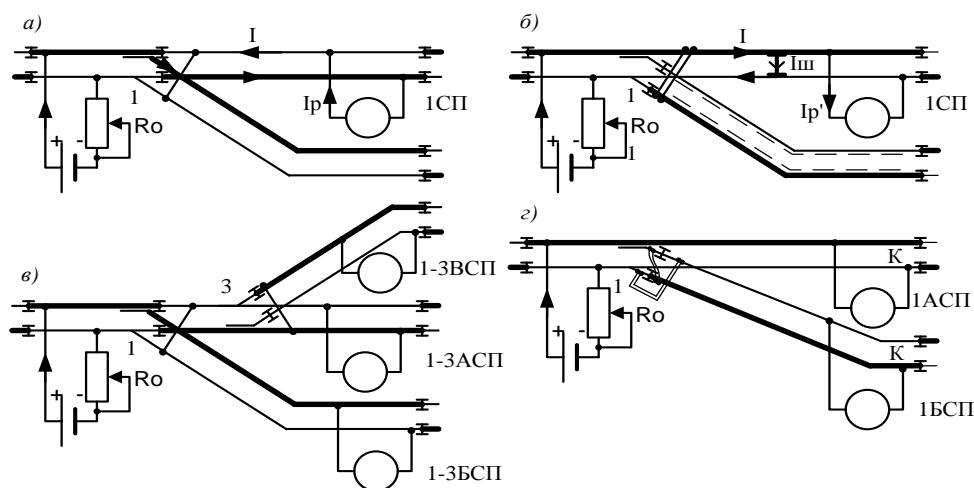
- з ізоляції для виключення з'єднання рейок через гостряки і хрестовину;
- ізоляції гостряків і рамних рейок від стрілкової гарнітури;
- ізоляції для відмежування від сусідніх ділянок.

Ізоляція гостряків і рамних рейок від з'єднувальних тяг стрілкової гарнітури виконується ізолюванням сержок, які закріплюються до пера кожного гостряка за допомогою фібрових прокладок, втулок і шайб. Фундаментні і кріпильні кутики ізолюють один від одного і від рейок також за допомогою фібрових прокладок і фібрових втулок і шайб, які одягаються на болти.

При вільному стані рейкового кола (рисунок 16, а) одна частина рейкового кола обтікається сигнальним струмом I по рейковій лінії і замикається через обмотку колійного реле П, а інша, що увімкнена паралельно основній через з'єднувач, перебуває під напругою. Колійне реле вмикається таким чином, щоб з'єднувач обтікався струмом. Реле збуджено і його загальні й фронтіві контакти замкнені, що свідчить про вільний стан і справність ділянки рейкового кола, яке обмежено ізолюючими стиками.

Коли рухомий склад вступає на рейкове коло (рисунок 16, б), основна частина струму РК проходить через колісні пари рухомого складу, що знижує струм в обмотках колійного реле до значення струму відпускання якоря I_v . Це пояснюється тим, що опір колісної пари (шунта) набагато менший від опору релейного кінця.

Останнє відпускає якір та замикає свій загальний і тиловий контакти. Зниження струму в обмотках реле під впливом колісних пар рухомого складу називають шунтовим ефектом, а колісні пари – поїзним шунтом.



а – вільний стан РК; б – рухомий склад ступає на РК;
в – пошкодження рейкових стиків; г – пошкодження одного з
елементів РК

Рисунок 16 – Схеми, що пояснюють роботу рейкового кола

Колійне реле фіксує не тільки зайнятість рейкового кола рухомим складом, але й електричну цілісність рейкових ниток колії. У разі зламу або вилучення рейки порушується коло протікання струму колійного реле, останнє відпускає якір і фіксує несправність рейкової лінії. Властивість рейкового кола контролювати справність рейкових ниток називають чутливістю до зламу рейки.

При пошкодженні ізолюючих стиків, які встановлені на стрілочному переводі, відбувається коротке замикання рейкових ниток хрестовинами, що також знижує струм в обмотках колійного реле I_p до значення струму відпускання якоря I_B (рисунок 16, в).

У разі пошкодження якогось з елементів РК (рисунок 16, г), наприклад з'єднувача, який забезпечує підключення бокової ділянки або рейки на відгалуженні, а відгалуження при цьому буде зайняте потягом, струм рейкового кола буде протікати через обмотку колійного реле. У цьому випадку рейкове коло показуватиме хибну вільність, що недопустимо.

Ураховуючи це, на паралельних відгалуженнях, які не обладнані реле, встановлюють два з'єднувачі: один основний, другий дублюючий. Таким чином, підвищується надійність і безпека у роботі рейкового кола. При великій кількості

відгалужень рейкове коло неможливо відрегулювати, тому воно працює нестійко.

Ізолюючі стики встановлені по межах розгалуженого рейкового кола, а також у самому стрілковому переводі. Зовнішні рейкові нитки розгалужених ділянок у стрілковому переводі з'єднані стрілковим з'єднувачем, через який створюється коло струму по прямій колії і по відхиленню. При установленні колійного реле по прямій колії рейкові нитки по відхиленню струмом не обтікаються, що показано штриховими лініями між нитками колій. У таких рейкових колах при обриві з'єднувача і перебуванні рухомої одиниці на відгалуженні колійне реле не шунтується і з'являється хибна вільність стрілкової ділянки (рисунок 17, а).

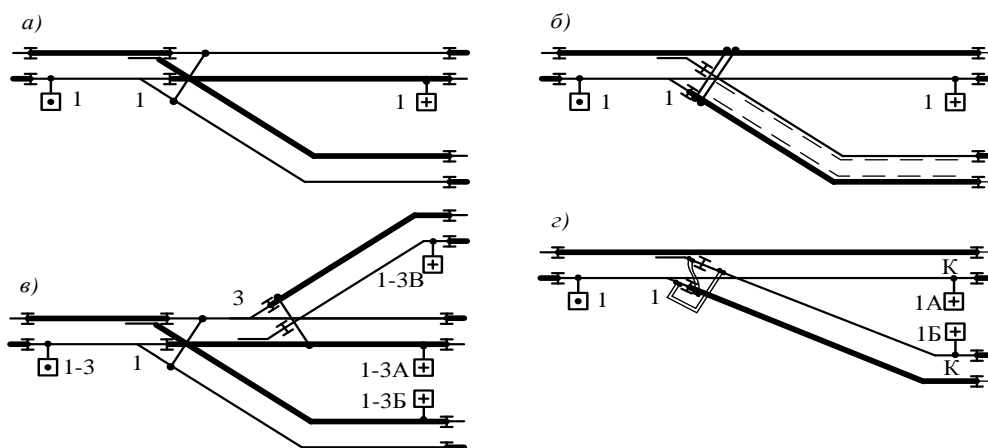


Рисунок 17 – Схеми ізоляції розгалужених рейкових кіл

Для виключення цієї небезпеки на всіх необтічних струмом ділянках установлюють подвійні стрілкові з'єднувачі — основний і дублюючий (рисунок 17, б). Стрілкові з'єднувачі при автономній тязі застосовують сталеві, при електричній — мідні.

Для кращого контролю обтікання струмом паралельних відгалужень рейкового кола у кожне відгалуження включають стрілкові колійні реле 1-3А, 1-3Б, 1-3В (рисунок 17, в).

У рейкових колах з імпульсним живленням (рисунок 18) використовується неперервно працюючий маятниковий трансмітер (МТ), який, систематично замикаючи і розмикаючи свої контакти в колі джерела живлення рейкового кола, надсилає в рейкову лінію імпульси постійного струму. Основним

джерелом живлення такого кола є колійний випрямляч ВАК, який резервується на випадок відсутності змінного струму акумуляторною батареєю Ак.

Приймачем імпульсів на релейному кінці зазначеного рейкового кола є імпульсне колійне реле. Через імпульсний характер роботи це реле не може використовуватися безпосередньо для управління сигнальними пристроями. Тому на релейному кінці встановлюється ще й основне колійне реле, яке вмикається через дешифратор. При імпульсній роботі реле К утримує свій якір постійно притягнутим. Якщо реле К знеструмлюється або, навпаки, неперервно стає під струм унаслідок дії, наприклад, стороннього джерела живлення, то колійне реле П знеструмлюється, фіксуючи тим самим небезпечний стан рейкового кола.

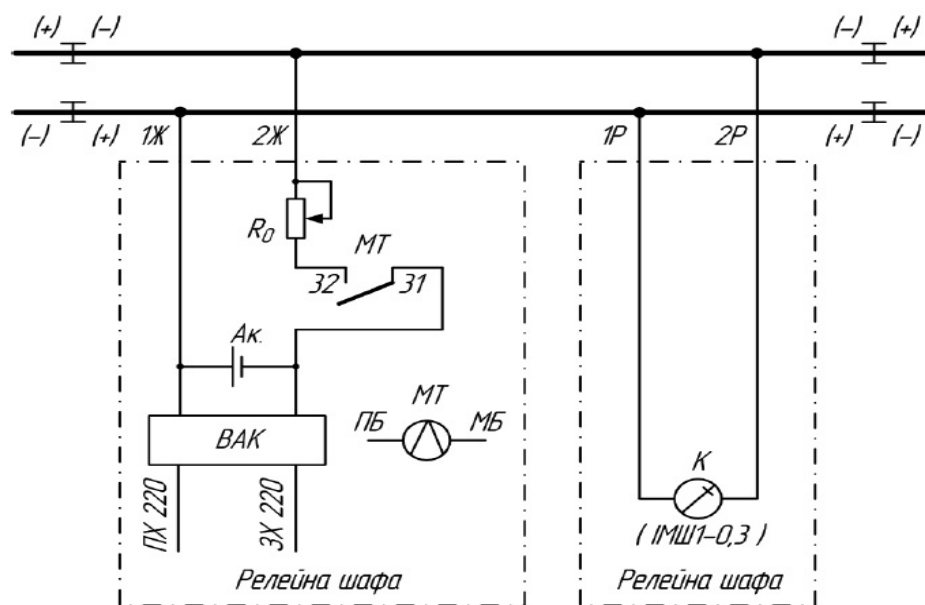


Рисунок 18 – Схема рейкового кола постійного струму з імпульсним живленням

Окрім високої захищеності від дій сторонніх джерел живлення, імпульсне рейкове коло забезпечує роботу при довжині до 2600 м у той час, як довжина рейкових кіл з неперервним живленням не перевищує 1500 м.

Перевагою рейкових кіл постійного струму є їх простота, резервування живлення від акумуляторних батарей, їх вища надійність, оскільки в їхніх схемах бракує приладів, які

працюють у несприятливому, з погляду надійності, імпульсному режимі і мале споживання електроенергії. Потужність, споживана рейковим колом, становить близько 19 В·А.

Поряд з певними перевагами імпульсні рейкові кола постійного струму мають і низку недоліків, зокрема вони схильні до впливу акумуляторного ефекту. Але сам принцип імпульсної роботи колійного приймача використовується широко в кодових рейкових колах, так як він підвищує чутливість РК до шунтування й обриву рейкових ниток.

Контрольні запитання для самопідготовки

- 1 Класифікація рейкових кіл.
- 2 Описати режими роботи рейкових кіл.
- 3 Особливості роботи імпульсних рейкових кіл постійного струму.
- 4 Для чого і на яких ділянках залізниць їх використовують?
- 5 Переваги та недоліки імпульсних рейкових кіл постійного струму.

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 6

Кодове рейкове коло частотою 50 Гц та рейкове коло змінного струму частотою 25/75 Гц

Кодові рейкові кола змінного струму частотою 50 Гц застосовуються на перегонах електрифікованих ділянок з електроотягою постійного струму, обладнаних числовим кодовим автоблокуванням. Проте ці рейкові кола можуть застосовуватися і при автономній тязі.

Кодові рейкові кола забезпечують контроль вільності блок-ділень, цілісність рейок, а також виконують роль телемеханічних каналів для управління локомотивними сигналами АЛС та напільними світлофорами. На електрифікованих залізницях рейкові нитки одночасно використовують для пропускання зворотного тягового струму від рухомих електровозів до тягової підстанції і сигнального струму рейкових кіл.

Для захисту рейкових кіл від дії тягових струмів, які у 2-3 рази перевищують сигнальний струм, частота сигнального струму повинна відрізнятися від частоти тягового струму і його гармонік. Постійний тяговий струм виникає шляхом випрямлення змінного струму промислової частоти за допомогою потужних випрямлячів, що вмикаються за шестифазною схемою. Крім постійної складової, крива випрямленої напруги містить гармоніки змінного струму частотою 300, 600, 900, 1200 Гц і т. д. Ці гармоніки негативно впливають на рейкові кола. Для заглушення цих гармонік на тягових підстанціях застосовують згладжувальні фільтри, що знижують пульсації гармонік у кривій тягового струму.

Фільтри складаються з реактора, декількох резонансних контурів, налаштованих на частоти 300, 600, 900, 1200 Гц, і конденсатора, що шунтує високочастотні гармоніки. При деяких несправностях на тягових підстанціях у випрямленій напрузі з'являються гармоніки, кратні частоті 50 Гц (50, 100, 150, 200 і т. д.), що потребує додаткових заходів захисту колійного приймача.

Залежно від наявності електротяги і характеру колійного розвитку перегонів застосовуються різні варіанти схем рейкових кіл змінного струму частотою 50 Гц з одноелементним приймачем:

- кодове РК 50 Гц з двома дросель-трансформаторами для двоколійних ділянок;
- кодове РК 50 Гц з двома дросель-трансформаторами для одноколійних ділянок;
- кодове РК 50 Гц для ділянок, що підлягають електрифікації на постійному струмі;
- кодове РК 50 Гц для ділянок, що підлягають електрифікації на змінному струмі;
- кодове РК 50 Гц для ділянок, що не підлягають електрифікації.

Джерелом живлення рейкових кіл служить трифазна високовольтна лінія автоблокування змінного струму промислової частоти 50 Гц напругою 10 кВ. Датчиками імпульсів числового коду є електромеханічні трансмітери типів КПТШ-515 і КПТШ-715, що чергуються в суміжних рейкових колах. Силові

кола комутуються трансмітерними реле типу ТШ-65В з використанням схем іскрогасіння або безконтактними комутаторами струму БКС.

Напруга 220 В від високовольтної лінії через лінійний трансформатор подається на первинну обмотку живильного трансформатора (ЖТ) типу ПОБС-ЗА потужністю 300 Вт, у якого за допомогою двох вторинних секційонованих обмоток можна одержати вихідну напругу в межах від 5,5 до 247,5 через 5,5 В, що дає змогу плавно регулювати напругу на колійному реле. Приймачами кодових рейкових кіл є імпульсні колійні реле (И) типу ИМВШ-110 або герконові реле типу ИВГ. На електрифікованих ділянках для пропускання зворотного тягового струму в обхід ізолюючих стиків на межах рейкових кіл встановлюють дросель-трансформатори типів ДТ-0,6–500 (1000) і ДТ-0,2–500 (1000). Окрім цього, дросель-трансформатори узгоджують високоомний опір елементів апаратури РК (дроселів, конденсаторів і т. п.) з низькоомним опором рейкової лінії.

На ділянках залізниці з тепловозною тягою як узгоджувальні елементи, замість дросель-трансформаторів, використовують ізолюючі трансформатори типу ПРТ-А або СТ-4 (у схемах рейкових кіл частотою 50 Гц для ділянок, що не підлягають електрифікації). Ізолюючі трансформатори підключаються низькоомними обмотками до рейок і мають коефіцієнт трансформації $n = 15,7$, який у процесі експлуатації рейкових кіл не підлягає зміні.

Для захисту від перевантажень живильних трансформаторів ПТ при шунтуванні потягом живильного кінця рейкового кола в кодових РК на електрифікованих ділянках або ділянках, що підлягають електрифікації на постійному струмі, встановлений дросель L типу РОБС-ЗА. У схемі рейкового кола для ділянок, що підлягають електрифікації на змінному струмі, для зменшення подальшого ремонту як обмежувач струму застосований активний опір $R_0 = 200$ Ом, а в РК для ділянок без подальшої електрифікації – дросель типу РОБС-4А.

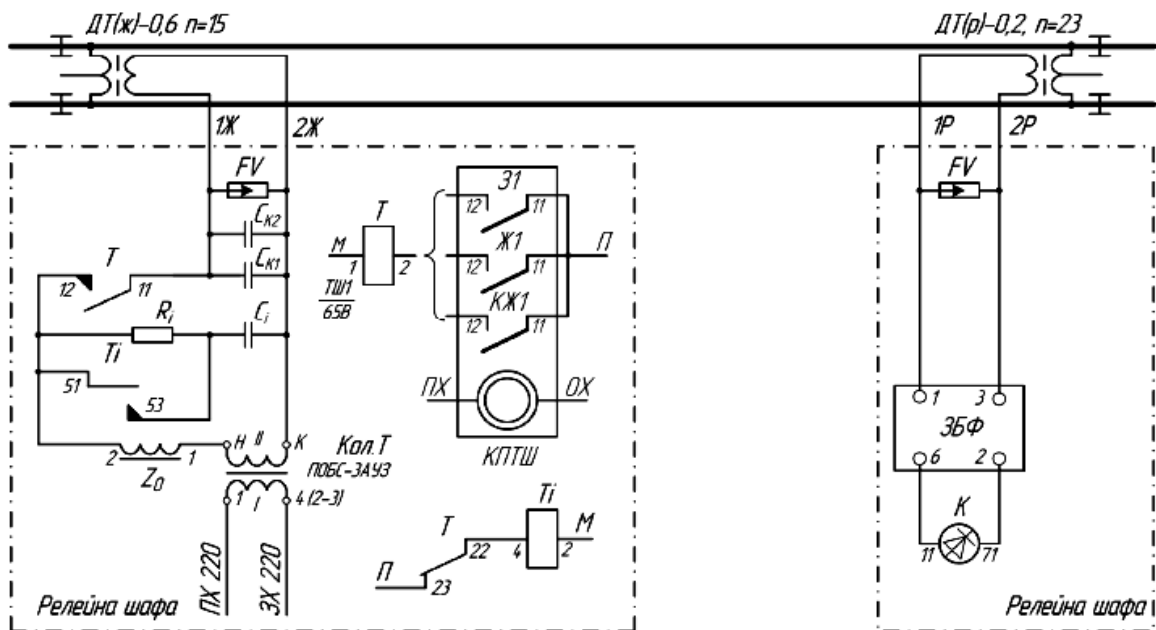


Рисунок 19 – Схема кодового рейкового кола змінного струму частотою 50 Гц

У рейкових колах для електрифікованих ділянок на живильному кінці встановлені конденсатори $C_{п1}$ і $C_{п2}$ загальною місткістю 24 мкФ, які спільно з вхідним опором додаткової обмотки дросель-трансформатора утворюють паралельний контур. Ці конденсатори компенсують індуктивну потужність, споживану навантаженням (дросель-трансформатором), у результаті покращують енергетичні характеристики рейкових кіл.

Для захисту імпульсного колійного реле від гармонік тягового струму і від перенапруження при короткому замиканні ізолюючих стиків або замикання контактного дроту на рейку в рейкових колах на електрифікованих ділянках застосований захисний блок-фільтр $ЗБФ-1$, який складається з послідовного контура $L_{\phi}C_{\phi}$, дроселя насичення $L_{зб}$ і захисного секціонованого опору R_3 . Контур $L_{\phi}C_{\phi}$ налаштований на частоту 50 Гц і виконує функцію смугового фільтра. На частоті сигнального струму 50 Гц опір цього контура 90 Ом, а на частоті 300 Гц (перша гармоніка шестифазного випрямлення, що міститься в тяговому струмі) – близько 5 кОм, тому для струму частотою 50 Гц фільтр $ЗБФ-1$ має мале загасання. Дросель насичення $L_{зб}$ при нормальному рівні сигналу на вході $ЗБФ-1$ має на сигнальній частоті великий

опір (4–5 кОм). При зростанні напруги до 10–12 В насичується сердечник дроселя, а його опір різко падає (до 20 Ом і нижче). Останнє шунтує обмотку колійного реле опором $R = 165$ Ом, а надлишок напруги падає на захисному опорі R_3 .

У кодовому рейковому колі з двома дросель-трансформаторами при одноколійному автоблокуванні живильні і релейні кінці при зміні напрямку руху перемикаються, тому з енергетичних міркувань на обох кінцях, кожний з яких може бути живильним або релейним, встановлюють дросель-трансформатори типу ДТ-0,6. Таким чином, це рейкове коло має і на релейному кінці дросель-трансформатор з коефіцієнтом трансформації $n = 15$, унаслідок чого вхідний опір релейного краю підвищився через застосування ДТ з великим опором основної обмотки в порівнянні з ДТ-0,2. Перенапруження яке при цьому виникає на колійному приймачі гаситься на додатковому опорі, увімкненому між дросель-трансформатором і ЗБФ-1.

При регулюванні кодових рейкових кіл 50 Гц необхідно забезпечити їх надійну роботу у всіх п'яти режимах – нормальному, шунтовому, контрольному, короткого замикання і АЛС, за якнайгірших умов для кожного режиму.

Методика регулювання кожного кола полягає перш за все в установленні такої напруги на живильному трансформаторі, яке забезпечує струм АЛС під приймальними котушками локомотива не нижче за нормативну величину і підборі такої величини захисного або додаткового опору, при якій напруга на реле рівна 3,84 В при мінімальному опорі ізоляції рейкової лінії. Далі необхідно перевірити виконання решти режимів роботи. Перевірити виконання всіх режимів у реальних умовах практично неможливо, так само як урахувати суперечливі вимоги, що ставляться до кожного з режимів, тому виробити рекомендації для правильного утримування рейкових кіл можна тільки на основі аналізу роботи кіл у різних режимах, використовуючи для цього фізичні моделі або схеми заміщення електричних кіл та їх математичний опис (математичні моделі). Застосування математичних моделей для аналізу режимів роботи рейкових кіл можливе тільки з використанням ПК.

На лініях з електротягою змінного струму раніше впроваджувалися рейкові кола змінного струму 75 Гц, пізніше

були розроблені рейкові кола змінного струму 25 Гц. Досвід експлуатації показав, що рейкові кола, що живляться струмом частотою 25 Гц, більш стійко працюють при зниженому опорі ізоляції (баласту) і споживають меншу потужність. Ці рейкові кола з успіхом можуть застосовуватися при автономній тязі й електротязі постійного струму. Це пов'язано з тим, що для рейкових кіл з ізолюючими стиками більш доцільно застосовувати частоту сигнального струму 25 Гц. Остання обставина пояснюється в основному такими причинами:

- на частоті 25 Гц рейкова лінія має менше загасання, ніж на вищих частотах, що забезпечує надійну роботу рейкового кола 25 Гц при зниженому значенні опорі ізоляції рейкової лінії;

- частота 25 Гц відмінна від промислової частоти 50 Гц, тому робота на частоті 25 Гц не пов'язана з небезпекою помилкового збудження колійного приймача від перешкоди промислової частоти, що можливо при використанні безперервного рейкового кола частотою 50 Гц;

- простотою отримання частоти 25 Гц за допомогою статистичних перетворювачів частоти типу ПЧ-50/25;

- рейкове коло частотою 25 Гц споживає меншу потужність, ніж рейкові кола, що працюють на вищих частотах.

Схема кодового рейкового кола 25 Гц при електротязі змінного струму наведена на рисунку 20.

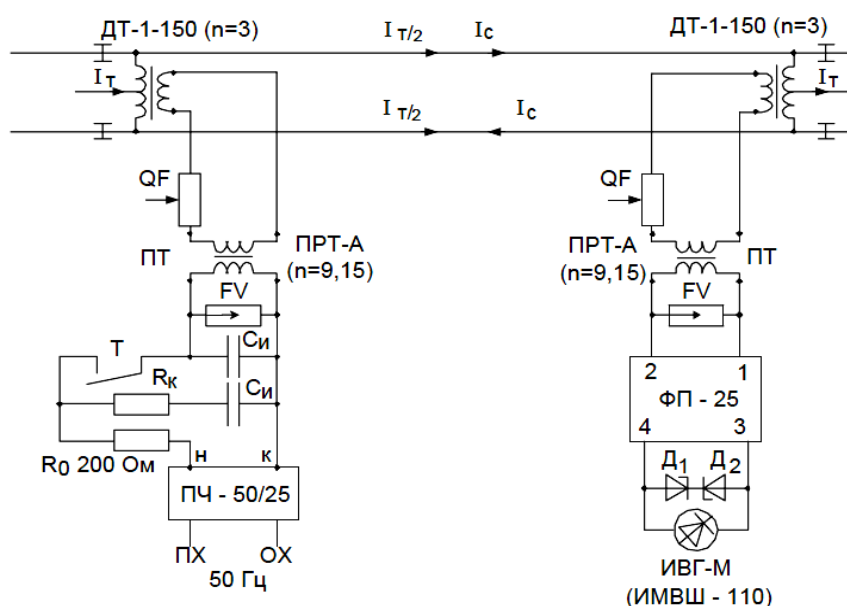


Рисунок 20 – Схема кодового рейкового кола 25 Гц при електротязі змінного струму

Струм частотою 25 Гц для живлення рейкового кола подається від статичного перетворювача ПЧ-50/25 потужністю 100 ВА, що має секційну і дві додаткові вихідні обмотки. За допомогою цих обмоток регулюється напруга, що подається в рейкове коло у межах від 5 до 175 В ступенями через кожні 5 В.

Принцип дії перетворювача оснований на використуванні явища параметричного збудження коливань у контурі з індуктивністю і місткістю.

Перетворювач частоти (рисунок 21) має первинні обмотки W_1 , об'єднані з обмоткою підмагнічування і розташовані на крайніх стрижнях магнітопровода, що складається з двох сердечників. Вторинна контурна обмотка W_{KH} розташована на двох середніх сердечниках і утворює разом з конденсатором C_K коливальний контур, настроєний на частоту 25 Гц. Обмотка навантаження W_H об'єднана з контурною. У контурній обмотці ЕДС змінного струму частотою 50 Гц не індукується, оскільки первинні обмотки W_1 увімкнені назустріч.

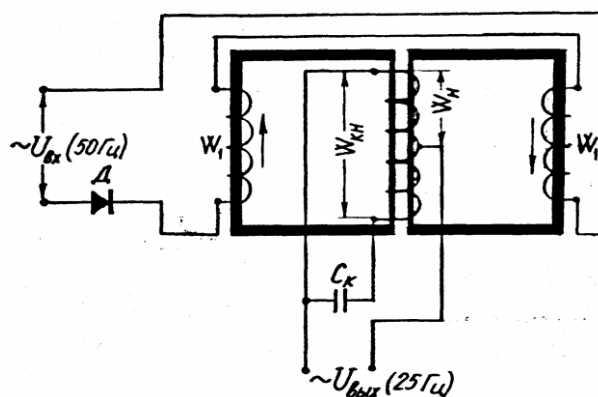


Рисунок 21 – Схема перетворювача частоти

Сердечник підмагнічується від мережі змінного струму за допомогою обмоток W_1 , для чого послідовно з ними увімкнено діод Д. Роль первинного струму в подільнику частоти полягає лише в періодичному підмагнічуванні і розмагнічуванні сердечника, тобто в зміні з частотою мережі індуктивності коливального контура.

При зміні індуктивності, що відбувається у момент проходження струму через максимум, у контур вноситься електрична енергія, рівна зміні енергії магнітного поля котушки

індуктивності. Повернення індуктивності у початкове положення відбувається без витрат електричної енергії у момент часу, коли струм $I = 0$. Таким чином, при примусовій зміні індуктивності контура з частотою $2f$, удвічі більшою від власної частоти f , у контурі підтримуються незгасаючі коливання з частотою, близькою до його власної частоти.

Імпульсне реле И встановлено на вхідному кінці рейкового кола для того, щоб кодування здійснювалося назустріч потягу і забезпечувалася робота АЛС. Для нормальної роботи АЛС необхідно, щоб при шунтуванні вхідного кінця рейкового кола при мінімальному опорі ізоляції струм у рейках був не меншим, ніж 1,4 А. Параметри схем релейного кінця вибрані з урахуванням узгодження рівня струму АЛС за наявності шунта на релейному кінці з рівнем напруги на обмотці імпульсного колійного реле ($U_p = 3,84$ В) і вході фільтра ($U_{\phi} = 6,6$ В і $I_{\phi} = 0,033$ А).

Розділення сигнального і тягового струмів на межах рейкових кіл здійснюється за допомогою дросель-трансформаторів ДТ-1-150 без немагнітного зазора з високим опором. Дросель-трансформатори ДТ-1-150 мають нелінійну вольт-амперну характеристику і малий коефіцієнт трансформації $n = 3$.

Контрольні запитання для самопідготовки

- 1 Галузь застосування кодових рейкових кіл змінного струму частотою 50 Гц.
- 2 Які функції виконують кодові рейкові кола?
- 3 Як впливає на шунтову чутливість і чутливість до пошкодження рейки режим живлення рейкового кола (безперервний та імпульсний)?
- 4 Призначення обмежувального опору на живильному кінці.
- 5 Пристрій ЗБФ-1.
- 6 Як здійснюється захист контакту реле Т від ерозії?
- 7 Призначення компенсуючих ємностей на живильному кінці РК.
- 8 Особливості конструкції магнітопроводів дросель-трансформаторів ДТ-0,6 і ДТ- 0,2.

9 Які основні переваги рейкових кіл змінного струму частотою 25 Гц порівняно з рейковими колами змінного струму, що працюють на інших частотах?

10 Чому як обмежувач в апаратурі живильного кінця застосовується активний, а не реактивний опір?

11 Яке призначення й особливості ізолюючих трансформаторів?

12 Відмінності дросель-трансформатора ДТ-1-150 від ДТ-0,6 (ДТ-0,2).

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 7

Розгалужені рейкові кола та розгалужене фазочутливе рейкове коло частотою 25 Гц з реле типу ДСШ

На станціях з електричною централізацією для контролю вільного стану ділянок колії, стрілочних секцій і найбільш ефективного використання колійного розвитку при поїзній і маневровій роботі станційні колії розбивають на окремі стрілкові і безстрілкові ділянки, які обладнують РК. Рейкові кола, що контролюють стрілкові секції, називають розгалуженими.

У стрілкові ділянки не може бути включено більше двох одиночних або двох перехресних стрілкових переводів. У різні ізольовані ділянки включають стрілки з'їзду, а також стрілки, за якими можливі одночасні неворожі пересування.

Зі збільшенням кількості стрілкових переводів, що включаються в одну ізольовану ділянку, створюється зайва ворожість маршрутів, чим ускладнюється експлуатаційна робота станції, а також ускладнюються процеси регулювання і погіршуються умови виконання режимів РК з бічними відгалуженнями. У той же час виділення в ізольовану ділянку кожної стрілки, з метою поліпшення можливості експлуатаційної роботи, призводить до підвищеної витрати кабелю й апаратури, збільшення витрат на будівництво та експлуатацію пристроїв автоматики. Розглянемо схему установаження ізолюючих стиків і рейкових з'єднувачів на стрілковій секції для обладнання її рейкового кола (рисунок 22).

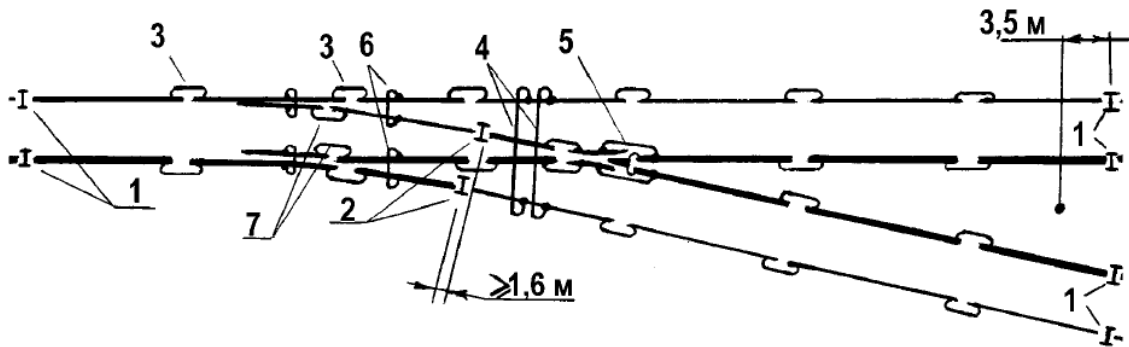


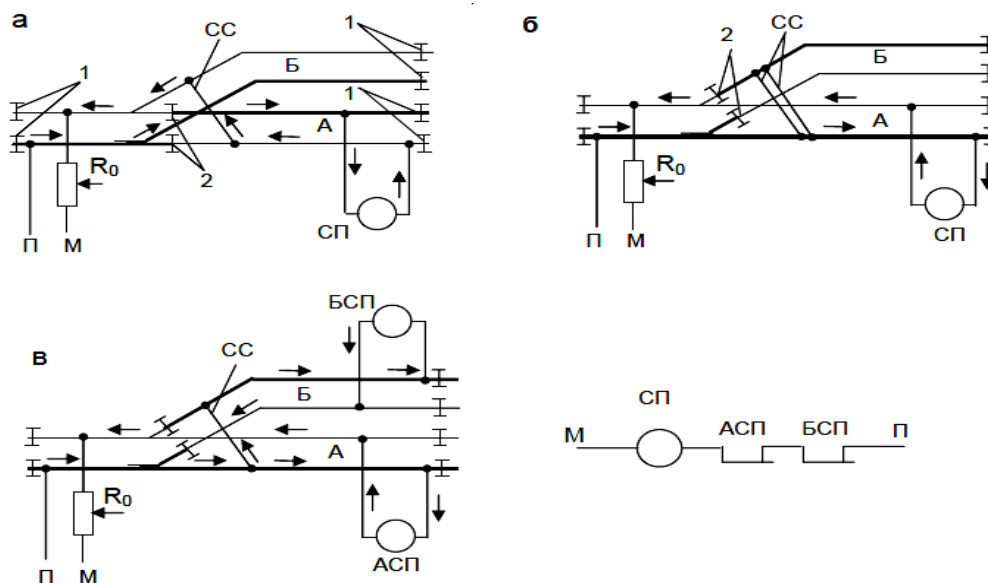
Рисунок 22 – Схема установлення ізолюючих стиків і стрілкових з'єднувачів для обладнання стрілкової секції рейковим колом.

На секціях ізолюючі стики 1 встановлюються на відстані 3,5 м від граничного стовпчика і біля кінця рамних рейок (на станціях з ЕЦ під час маневрових переміщень по замкнутих маршрутах). Розбіг ізолюючих стиків 2 на протилежних нитках колії на перехідній колії з'їзду і на стрілкових переводах має бути не більше 1,6 м.

У розгалужених РК, як і в нерозгалужених, рейкові нитки служать провідниками сигнального струму між джерелом живлення і колійним приймачем. Жирною лінією позначені рейкові нитки, до яких підключають один полюс джерела живлення, а другий полюс підключають до рейкових ниток, позначених тонкою лінією. Ізолюючі стики 1 розділяють електрично суміжні РК. Для уникнення короткого замикання рейкових ниток хрестовинами на стрілочних переводах встановлюють ізолюючі стики 2. При обладнанні стрілочних секцій розгалуженими РК відомі два способи ізоляції: з паралельним і послідовним увімкненням відгалужень. Перший спосіб, що потребує мінімальної кількості ізолюючих стиків і рейкових з'єднувачів, а також забезпечує можливість накладення пристроїв кодування АЛС, є основним і набув значного поширення як на великих, так і на малих станціях (рисунок 23).

У розгалуженому рейковому колі з паралельною схемою ізоляції (рисунок 23, а) ізолюючі стики 1 ізолюють цю секцію від суміжних секцій, стики 2 виключають замикання струму через хрестовину стрілки. Ізолюючі стики 2 для ізоляції хрестовини намагаються встановлювати так, щоб забезпечувався контроль

цілісності стрілкових з'єднувачів (СС), по яких протікають сигнальні струми.



а – рейкове коло з паралельною схемою ізоляції; б – рейкове коло з послідовним включенням відгалужень; в – ізоляція з установленням колійних реле на кожному відгалуженні
Рисунок 23 – Схеми ізоляції стрілочних секцій

Для контролю стрілкового з'єднувача колійне реле вмикають у тому напрямку, у якому встановлено стики 2, що ізолюють хрестовину. Сигнальний струм проходить по колу через: плюс джерела живлення П (у рейкових ланцюгах змінного струму миттєва полярність), плюсову рейкову нитку (потовщена лінія), відгалуження А, обмотку колійного реле СП, мінусову нитку, стрілковий з'єднувач СС, мінусову нитку відгалуження Б, обмежувальний резистор R_0 , мінус джерела живлення.

При обриві з'єднувачів колійне реле опускає яркір, фіксуючи несправність рейкового кола, але цілісність ниток відгалуження Б нічим не контролюється. Однак не завжди можливо застосувати схему з контролем рейкового з'єднувача. Так, для забезпечення надійної роботи АЛС ізолюючі стики 2 (рисунок 23, б) бажано встановити по боковій колії, а колійне реле – по головній колії.

У цій схемі (рисунок 23, б) рейковий з'єднувач не обтікається сигнальним струмом і не контролюється. При пошкодженні СС колійне реле не відпустить яркір, а це призведе

до того, що під час перебування рухомої одиниці на відгалуженні Б або при лопнутій рейці колійне реле не зашунтує і не буде контролю зайнятості стрілкової секції. Для підвищення надійності роботи рейкового кола з таким способом ізоляції необхідно встановлювати два паралельних рейкових з'єднувачі.

На рисунку 23, в наведена схема ізоляції з установленням колійних реле на кожному відгалуженні АСП і БСП, у цьому випадку реле СП є повторювачем контактів цих двох реле. Така схема ізоляції виключає недоліки схем з установленням одного реле. При знеструмленому стані хоча б одного з реле (БСП або АСП) їх загальний повторювач СП замкне тилові контакти і видасть команду про наявність рухомої одиниці на стрілковій секції або пошкодження рейкової лінії. Установлення додаткових реле потребує значного збільшення апаратури і з'єднувальних сполучних кабельних ліній.

Відповідно до існуючих правил проектування стиснені колійні реле встановлюються на всіх відгалуженнях, довжина яких перевищує 60 м, а також на всіх відгалуженнях стрілкових ділянок, незалежно від довжини відгалужень, що входять у поїзні маршрути приймання і відправлення, крім відгалужень з'їздів і глухих перетинів.

Для контролю стрілкових ділянок станцій при ЕЦ стрілок і сигналів застосовуються розгалужені рейкові кола, які є найбільш складним різновидом станційних ланцюгів. У цей час на станціях найбільшого поширення набули розгалужені рейкові кола з паралельним підключенням відгалужень, що включають до трьох стрілкових переводів в одну ізольовану ділянку. Тому кількість відгалужень досягає трьох, серед яких можуть бути відгалуження як обтічні сигнальним струмом (з установленням колійних реле), так і необтічні.

Наведемо розгалужене фазочутливе рейкове коло з двома дросель-трансформаторами і двома колійними реле (рисунок 24).

Контроль стану стрілочної секції здійснює реле ПСП, увімкнене через контакти реле 1СП і 2СП. Рейкове коло кодується з живильного і релейного кінців трансмітерного реле 1Т і 2Т. Для кодування з релейних кінців встановлюються кодові трансформатори 1КТ і КТ (типу ПТ-25А). На живильному кінці

встановлюється один трансформатор (типу ПРТ-А) для всіх режимів роботи РК.

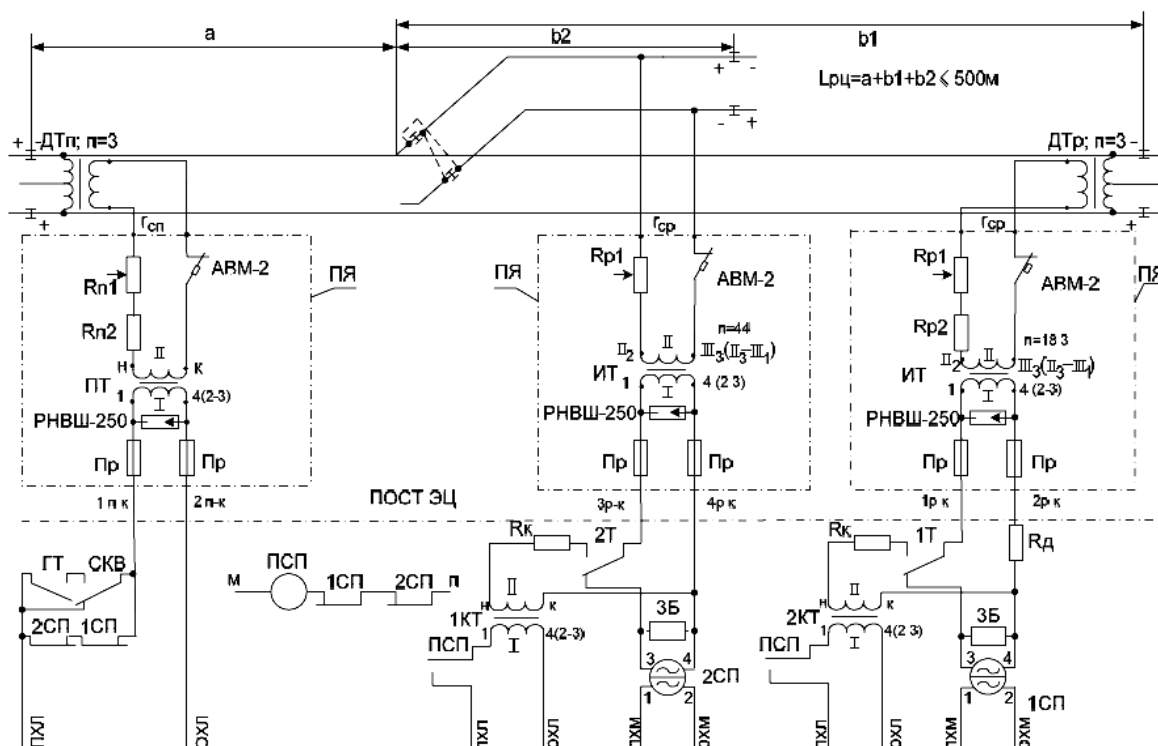


Рисунок 24 – Розгалужене фазочутливе рейкове коло з двома дросель-трансформаторами і двома колійними реле

Опір R_{p1} у колі бічного відгалуження забезпечує врівноваження напружень на колійних реле 1СП і 2СП, яке з урахуванням з'єднувальних проводів між рейками і ПЯ, має бути не менше, ніж 0,5 Ом для забезпечення режимів роботи РЦ.

Опір резистора релейного кінця R_p 1 разом з опором R_p 2, з урахуванням сполучних проводів γ_{cp} , має бути рівним 2,2 Ом для забезпечення режимів роботи РК.

Опір резистора живить кінці $R_{п1}$ разом з опором $R_{п2}$, з урахуванням сполучних проводів R_{cp} , має бути рівним 3,3 Ом для забезпечення режимів роботи РК.

Активні опори РК (200 Ом), установлені у вторинні обмотки кодових трансформаторів 1КТ і 2КТ, стабілізують роботу перетворювача частоти при роботі РК в кодовому режимі.

Опір R_d вибирається з урахуванням загальної довжини і бічних відгалужень для забезпечення режимів роботи РК.

Живлення місцевих елементів (МЕ) колійних реле ДСШ-16 і колійних трансформаторів ПТ проводиться від двофазної схеми живлення. Запобіжники штепсельні бананові 20 А встановлюються як вимикачі в первинних обмотках колійних та ізолюючих (при наявності кодування) трансформаторів.

Контрольні запитання для самопідготовки

- 1 Які рейкові кола називають розгалуженими?
- 2 Які способи ізоляції відомі при обладнанні стрілкових секцій розгалуженими РК?
- 3 Як проходить сигнальний струм з паралельним способом ізоляції?
- 4 Яку роль відіграють рейкові нитки у розгалужених рейкових колах?

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 8

Гіркові рейкові кола

Гіркові рейкові кола (ГРК) призначені для контролю наявності відчепів на ізольованих ділянках сортувальної гірки. ГРК є основними колійними датчиками безперервного принципу дії, дані з яких передаються в системи гіркової автоматичної централізації (ГАЦ) та автоматичного регулювання швидкості скачування відчепів (АРШ) для автоматизації та механізації операцій переробки потягів на сортувальних гірках.

ГРК експлуатуються в особливих специфічних умовах, тому до них ставляться такі основні вимоги:

– надійна фіксація зайнятості ГРК, особливо стрілкових ділянок, що виключає можливість переведення стрілки під відчепом і передачі помилкового маршруту для чергового відчепа;

– мінімальний час фіксації зайнятості та звільнення ділянки, що дає змогу збільшити максимальну швидкість відчепа, скоротити інтервал між відчепами та збільшити переробну спроможність гірки;

– ГРК повинні зберігати працездатність при зниженні опору ізоляції до 3 Ом (при довжині секції 11,5 м), що пов'язано із

значним забрудненням на гірках баласту і поверхні шпал сипкими та рідинними вантажами (сіль, вугільний пил, кислота, нафтопродукти і т. п.);

– ГРК повинне зберігати працездатність при збільшенні опору шунта потяга до 0,5 Ом, що пояснюється значним забрудненням поверхні рейок ізолюючим пилом, технічним мастилом, мастилами та ін.

На сортувальних гірках України використовуються такі типи ГРК:

– нормально розімкнені ГРК змінного струму 50 Гц при автономній тязі та електротязі постійного струму;

– нормально розімкнені ГРК змінного струму 25 Гц при будь-якому виді тяги;

– перемикаючі ГРК змінного струму 25 Гц (нормально розімкнені при роботі ГАЦ і нормально замкнені при установленні організованих маршрутів);

– нормально замкнені ГРК змінного струму 50 Гц з малогабаритною апаратурою при автономній тязі та електротязі постійного струму;

– вентиляльні ГРК при будь-якому виді тяги;

– ГРК із керованим вентиляем (тиристорні ГРК) при будь-якому виді тяги.

Нормально розімкнені ГРК (рисунок 25) змінного струму 50 Гц застосовують на стрілкових ізольованих ділянках і коліях механізованих гірок при автономній тязі та електричній тязі на постійному струмі.

Схема нормально розімкненого рейкового кола змінного струму 50 Гц з двома додатковими педалями містить такі елементи:

– стрілкове колійне реле СП типу НВШ1-800 або НВШ1-1100, які включають за схемою однопівперіодного випрямлення з роздільним включенням обмоток;

– колійний трансформатор ПТ типу ПТМ (ПТМ-А) встановлюється в трансформаторних ящиках у безпосередній близькості до ізолюючих стиків і підключається до рейок за допомогою тросових перемичок із опором не більше 0,2 Ом.

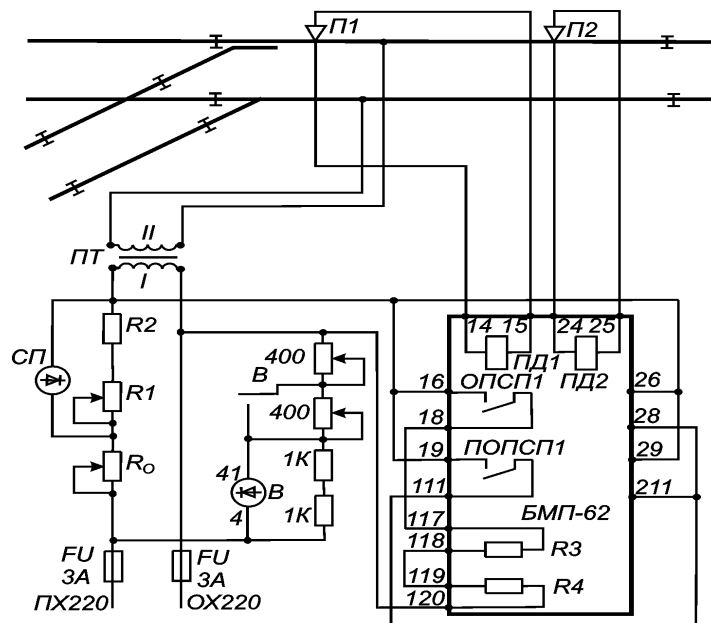


Рисунок 25 – Схема нормально розімкненого рейкового кола змінного струму 50 Гц

Для безстрілкових ділянок довжиною до 50 м допускається розміщення до шести трансформаторів ПТМ в одному трансформаторному ящику. Якщо ГРК розміщено далеко від трансформаторного ящика, то використовується з'єднання від ящика до кабельного стояка за допомогою кабелю, а від кабельного стояка до рейок – тросовою перемичкою. При зайнятті ГРК відчепом відбувається збільшення струму як у вторинній, так і в первинній обмотках трансформатора ПТ. Це призведе до збільшення падіння напруги на резисторі R_1 , унаслідок чого реле СП вмикається.

На ізольованих ділянках, головних та перших пучкових стрілках установлюють по дві педалі, а на решті стрілкових ділянок – по одній. Для виключення можливості переведення стрілки при втраті шунта ГРК оснащуються фотоелектричним пристроєм, який фіксує наявність вагона на стрілковій ізольованій ділянці за рахунок перекриття світлового променя рамою вагона.

Залежно від призначення нормально розімкнені ГРЦ змінного струму 50 Гц розрізняються за трьома типами:

– тип 1 – на безстрілкових колійних ділянках та ізольованих стрілкових ділянках, що не включені у ГАЦ. Не містить педалей і блоків повільнодіючих повторювачів;

– тип 2 – на усіх ізольованих стрілкових ділянках, що включені в ГАЦ та розташовані за першими стрілками пучків на шляху розпуску відчепів. Містить одну педаль та один блок повільнодіючих повторювачів;

– тип 3 – на ізольованих стрілкових ділянках головних стрілок і перших стрілках пучків на шляху розпуску відчепів. Містить дві педалі та один блок повільнодіючих повторювачів.

Контрольні запитання для самопідготовки

- 1 Наведіть основні вимоги, що ставляться до ГРК.
- 2 Чому нормативний опір поїзного шунта гіркового рейкового кола прийнятий більшим, ніж 0,06 Ом?
- 3 Порядок регулювання ГРК змінного струму 25 Гц.
- 4 Порядок регулювання ГРК змінного струму 50 Гц.
- 5 Які типи ГРК застосовуються на сортувальних гірках в Україні?
- 6 Яке призначення елементів нормально розімкненого ГРК змінного струму 50 та 25 Гц?
- 7 Переваги та недоліки нормально розімкнених ГРК.
- 8 Принцип роботи нормально розімкнених ГРК.

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ 9

Тональні рейкові кола

Свою назву тональні рейкові кола (ТРК) одержали у зв'язку з використанням у них сигнального струму із частотами тонального діапазону, який умовно можна розділити на два піддіапазони: низький – 400...800 Гц і високий – 4...6 кГц.

Сигнальні струми ТРК низькочастотного діапазону (називаються тональними рейковими колами третього типу, або ТРК3) утворюються амплітудною модуляцією однієї з п'яти несучих частот – 420, 480, 580, 720 або 780 Гц сигналами модуляції 8 і 12 Гц. За рахунок використання різних комбінацій несучих і модулюючих частот можливе утворення десяти

модульованих сигналів, що мають такі позначення: $f_{8/8}$, $f_{8/12}$, $f_{9/8}$, $f_{9/12}$, $f_{11/8}$, $f_{11/12}$, $f_{14/8}$, $f_{14/12}$, $f_{15/8}$, $f_{15/12}$. Сигнальні струми ТРК високочастотного діапазону (називаються тональними рейковими колами четвертого типу, або ТРК4) утворюються амплітудною модуляцією однієї з трьох несучих частот 4545, 5000 і 5555 Гц сигналами 8 і 12 Гц і мають такі позначення: $4,5/8$; $4,5/12$; $5,0/8$; $5,0/12$; $5,5/8$; $5,5/12$. У чисельнику зазначені округлені значення несучих частот у кілогерцах, у знаменнику – значення частот модуляції 8 або 12 Гц.

Тональні рейкові кола третього типу застосовуються в системах автоблокування ЦАБс (із централізованим розміщенням апаратури, прохідними світлофорами й ізолюючими стиками), АБТс (з децентралізованим розміщенням апаратури, прохідними світлофорами й ізолюючими стиками), АБТ (з децентралізованим розміщенням апаратури, прохідними світлофорами, без ізолюючих стиків), АБТЦ-2000 (із централізованим розміщенням апаратури, із прохідними світлофорами, без ізолюючих стиків). Один з різновидів типової схеми включення апаратури ТРК3 подано на рисунку 26.

Генератор 1/2Г1 типу ГП8,9,11 або ГПУ формує АМ сигнал $f_{8/8}$, що з виводів 2, 52 подається на вхід колійного фільтра 1/2ФП типу ФПМ8,9,11 (виводи 11, 71). Фільтр призначений для захисту вихідних кіл генератора від впливу струмів АЛС, тягового струму й атмосферних перенапруг. Крім того, він забезпечує необхідний за умовами роботи РК зворотний вхідний опір живильного кінця.

З виходу фільтра АМ сигнал $f_{8/8}$ через кола передачі сигналів числової АЛС ($1/2C_{рц}$), а також кабельний резистор $1/2R_k$ через кабельну лінію надходить на первинну обмотку колійного узгоджувального трансформатора 1/2ПТ типу ПОБС-2А. Кола передачі числової АЛС мають на частотах ТРК (400...800 Гц) незначний опір і тому істотно не впливають на проходження сигнального струму.

На передавальних і приймальному кінцях ТРК для одержання необхідного за умовами їх роботи вхідного опору встановлюються кабельні резистори R_k (R_d), опори яких залежать від довжини кабельної лінії та зазначені в проектній документації. Для захисту від комутаційних і атмосферних

перенапруг на первинній обмотці трансформатора 1/2ПТ установлюється розрядник 1/2FV типів РВНШ-250, ВОЦШ-220 або РКН-600.

Колійний трансформатор 1/2ПТ ($n = 38$) призначений для узгодження низького опору рейкової лінії з відносно високим опором апаратури ТРК. У колійному ящику 1/2ПЯ розміщують, крім трансформатора й розрядника, запобіжник 1/2FU (АВМ2-15 А) і захисний регульований резистор 1/2R_з (РМР1-1,1 Ом, два паралельно). Захисні резистори R_з забезпечують нормативний опір передавального або приймального кінця ТРК і захищають апаратуру від асиметрії тягового струму. Запобіжник 1/2FU захищає апаратуру ТРК від впливів тягового струму. На ділянках з електротягою для вирівнювання струмів асиметрії можуть установлюватися дросель-трансформатори ДТ-0,2; ДТ-0,6; ДТ1-150.

До складу апаратури приймального кінця рейкового кола 1РК входять: запобіжник 1FU, захисний резистор 1R_з, колійний трансформатор 1ПТ ($n = 38$), розрядник 1FV, кабельний резистор 1R_к, конденсатор 1C_{рц}, колійний приймач 1П1 типу ПП8/8. На виході приймача (виводи 31, 33) включене колійне реле 1П типу АНШ2-1230.

Релейний кінець рейкового кола 2РК має аналогічну схему включення.

Для підвищення стійкості роботи колійного реле при проходженні потягом границі зони додаткового шунтування, коли спостерігається коливання сигналу на вході приймача, до виводів 21, 62 приймача підключається фронтний контакт власного колійного реле або його повторювача, за допомогою якого змінюється поріг спрацьовування приймача.

Передача сигналів АЛС може здійснюватися як із приймального, так і з передавальних кінців ТРК, і починається з моменту вступу потяга на дане РК.

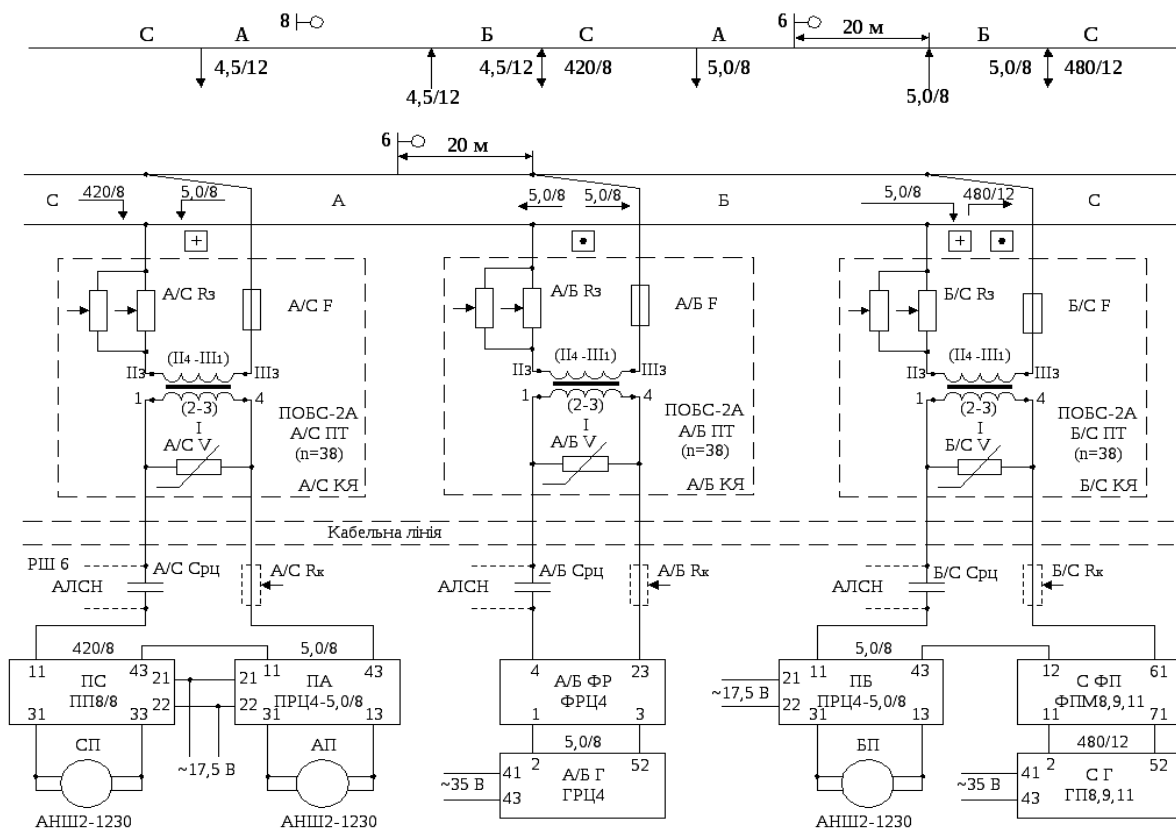


Рисунок 26 – Схема підключення апаратури ТРК3

Генератор ГПУ живиться номінальною напругою 230 В, подаваною на клеми 32-52, і може настроюватися на будь-яку комбінацію несучої й модулюючої частот діапазону ТРК3 і ТРК4. Фільтр ФПУ, на відміну від ФПМ, має одне виконання й може настроюватися на будь-яку несучу частоту діапазону ТРК3 (на рисунку 27 показане настроювання на комбінацію f 8/8).

Тональні рейкові кола четвертого типу застосовуються в системі автоблокування АБТ (з децентралізованим розміщенням апаратури, прохідними світлофорами, без ізолюючих стиків) для виключення перекриття світлофора перед потягом при наближенні його до точки підключення колійного приймача. Із цією метою в зоні прохідного світлофора влаштовуються два додаткові рейкові кола типу ТРК4. Довжина РК при цьому приймається в межах 150...250 м. Зона додаткового шунтування таких РК становить не більше 15 м. Додатковим заходом, що виключає перекриття прохідного світлофора перед потягом, що наближається, є перенесення місця встановлення прохідного світлофора на 20 м від точки підключення живильного кінця

ТРК4 назустріч руху потяга. Один з різновидів типової схеми включення апаратури ТРК4 подано на рисунку 28.

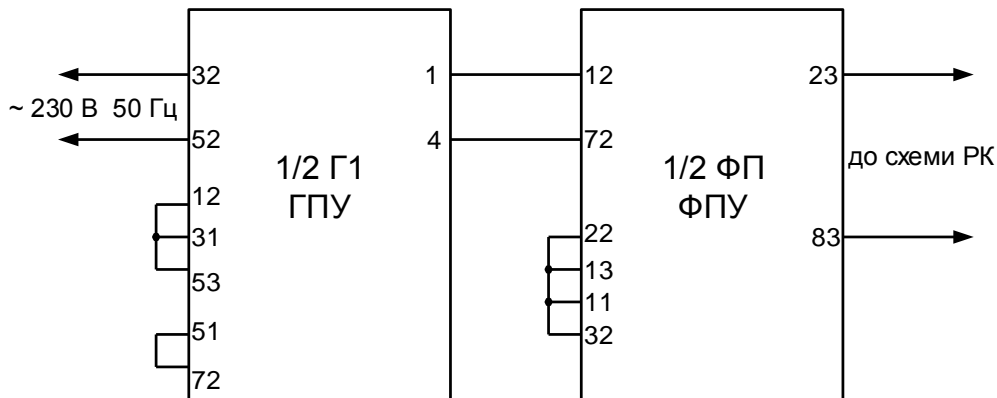


Рисунок 27 – Схема живильного кінця ТРК3 з використанням універсальної апаратури

У релейній шафі світлофора 6 розташовується апаратура РК А і Б (ТРК4), а також передавальна апаратура РК С (ТРК3) за світлофором 6 і колійний приймач РК С (ТРК3) перед світлофором 6. Живлення сигнальним струмом 5,0/8 РК А і Б на границі блок-дільниці забезпечується від генератора А/Б Г (ГРЦ4). Сигнальний струм із частотою несучої 5,0 кГц і частотою модуляції 8 Гц із виходу генератора (виводи 32, 52) А/Б Г через колійний фільтр А/Б ФП (виводи 4, 23) типу ФРЦ4 через колійний трансформатор А/Б ПТ надходить у рейкову лінію.

Передавальний кінець цих РК підключається на відстані 15 – 20 м за світлофором 6 і є умовним «електричним» стиком границі блок-дільниці. Цей сигнал із РК А приймається колійним приймачем ПА (ПРЦ4). По цій же кабельній парі проводів приймач ПС (ПП8/8) одночасно приймає сигнал 420/8 із РК С перед світлофором 6 на частоті несучої 420 Гц і частоті модуляції 8 Гц. Стан РК С і А при цьому фіксується колійними реле ПС і ПА відповідно. РК Б контролюється колійним реле БП, включеним на виході колійного приймача ПБ (ПРЦ4).

Приймальний кінець РК Б сполучений з передавальним кінцем РК С за світлофором 6. У зв'язку з цим послідовно із входом (виводи 11, 43) колійного приймача ПБ включений вихід (виводи 12, 61) колійного фільтра С ФП (ФПМ8,9,11). При цьому сигнал з несучою частотою 480 Гц і частотою модуляції 12 Гц

виробляється генератором СГ (ГП8,9,11) і подається на вхід колійного фільтра (виводи 11, 71) С ФП (ФПМ8,9,11).

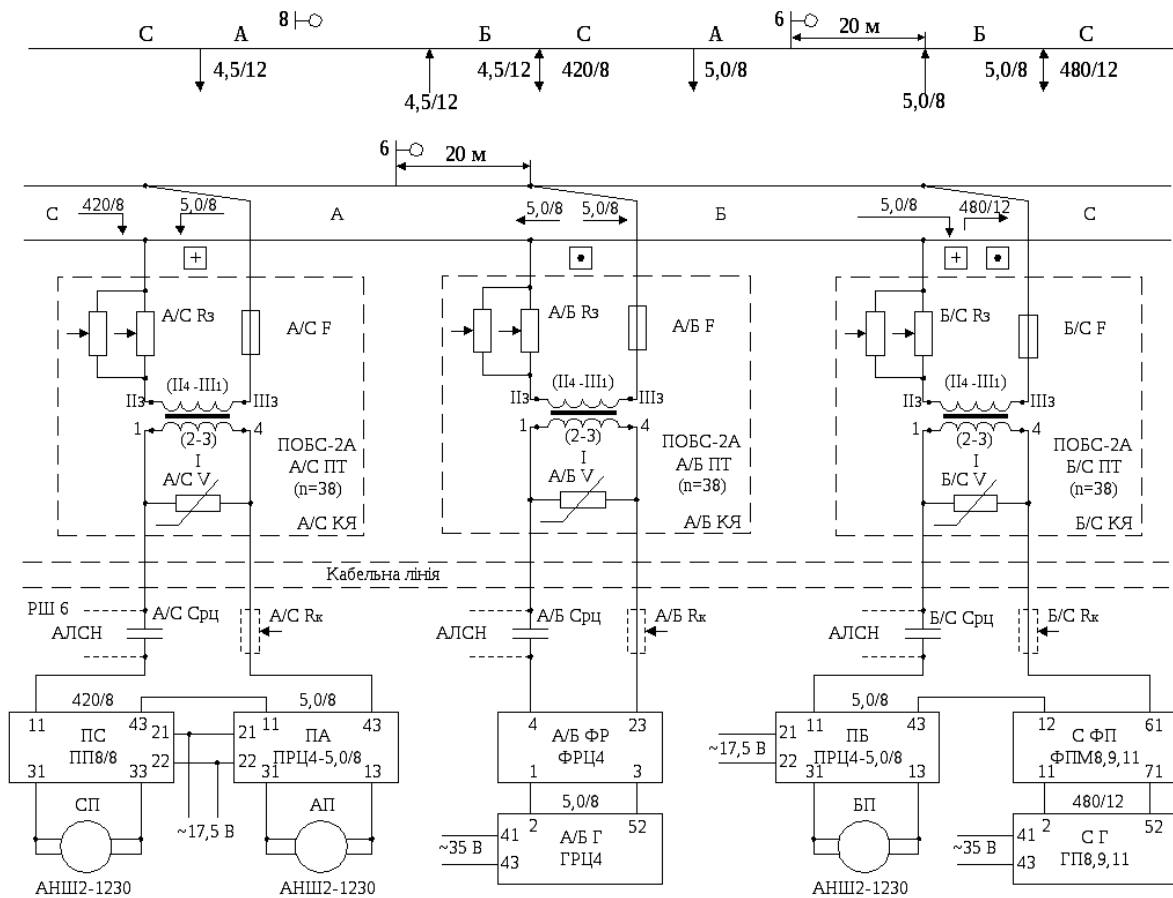


Рисунок 28 – Схема підключення апаратури ТРК4

Схема може бути використана на лініях з будь-яким видом тяги. Захист приладів ТРК від асиметрії тягового струму здійснюється встановленням автоматичних вимикачів АВМ2-15А (F) і захисних резисторів R_3 . При цьому на ділянках з автономною тягою автоматичні вимикачі не встановлюють. На цих ділянках можливо також замість захисних резисторів R_3 у колійних ящиках використовувати кабельні резистори $R_k = 400 \text{ Ом}$, установлені в релейній шафі (зображені штриховою лінією). Якщо живильний кінець ТРК3 не сполучений із приймальним кінцем ТРК4, то резистори R_3 і R_k на ньому можна не встановлювати.

На ділянках з електротягою постійного струму для вирівнювання тягового струму в рейкових нитках у кожного світлофора необхідно встановлювати дросель-трансформатор

типу ДТ-0,6. Місце його встановлення може бути між світлофором і точкою підключення живильного кінця РК. На ділянках з електротягою змінного струму ДТ можна не встановлювати.

Схеми ТРК передбачають кодування струмами АЛС як з живильного, так і з релейного кінців. На двоколійних ділянках АБ при русі по неправильній колії для передачі сигналів АЛС використовується додатковий конденсатор (4 мкФ), установлюваний у колійному ящику ПЯ й працюючий з конденсатором $C_{рц}$ за схемою з переключенням. Для живлення каналу передачі АЛС застосовуються кодові трансформатори ПОБС-3А, установлювані на групу РК.

Контрольні запитання для самопідготовки

- 1 Які бувають типи тональних рейкових кіл?
- 2 Для чого сигнальний струм модулюють частотами 8 і 12 Гц?
- 3 Яке призначення апаратури?
- 4 Які переваги тональних рейкових кіл?
- 5 В чому полягає робота РК в різних режимах?

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1 Удосконалення організаційно-управлінської роботи на підприємствах залізничного транспорту в сучасних умовах: Навч. посібник / Г. Ф. Арбузов, В. М. Бутенко, О. Г. Дейнека, А. О. Каграманян та ін.; заг. ред. М. І. Данька. – Харків: УкрДАЗТ, 2007. – 178 с.

2 Сороко В. И., Разумовский Б. А. Аппаратура железнодорожной автоматики и телемеханики: Справочник: В 2 т. – 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Транспорт, 1981. – 399 с.

3 Архипов Е. В., Гуревич В. Н. Справочник электромонтера СЦБ. — М.: Транспорт, 1990. — 287 с.

4 Котляренко Н. Ф. Электрические рельсовые цепи. – М.: Трансжелдориздат, 1961. – 327 с.

5 Аркатов В. С., Кравцов Ю. А., Степенский Б. М. Рельсовые цепи. Анализ работы и техническое обслуживание. – М.: Транспорт, 1990. – 295 с.

6 Сороко В. И., Милюков В. А. Аппаратура железнодорожной автоматики и телемеханики: Справочник: В 2 кн. Кн. 1. – 3-е изд. – М.: НПФ «ПЛАНЕТА», 2000. – 960 с.

7 Бутенко В. М. Якість інформаційно-вимірювальних систем на залізничному транспорті України // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2008. – № 99. – С. 151-155.

8 Диагностирование устройств железнодорожной автоматики и агрегатов подвижных единиц: Учебник / А. Б. Бойник, Г. И. Загарий, С. В. Кошевой и др. – Харьков: ЧП Издательство “Новое слово”, 2008. – 304 с.

9 Математичне моделювання в розподілених інформаційно-керуючих системах залізничного транспорту: Монографія / С. В. Лістровий, С. В. Панченко, В. І. Мойсеєнко, В. М. Бутенко. – Харків: ФОП Бровін О.В., 2017. – 220 с.

10 Development of method of definition maximum clique in a non-oriented graph / S. V. Listrovoy, V. M. Butenko, V. O. Bryksin, O. V. Golovko // EasternEuropean Journal of Enterprise Technologies. – 2017. – Vol. 5, № 4 (89). – P. 12 – 17.

11 Завдання і методичні вказівки до розрахунково-графічної та контрольної робіт з дисциплін “ Програмування ” та “Іформатика” для студентів факультету АТЗ / В. М. Бутенко,

О. В. Головка, М. О. Колісник, С. О. Бантюкова. – Харків: УкрДУЗТ, 2016. – 74 с.

12 Бутенко В. М., Мойсеенко В. И., Кузьменко Д. М. Компьютерная система управления движением поездов // Залізнич. трансп. України. – К., 2000. – № 5-6. – С. 80-82.

13 Моделирование состояний объектов систем железнодорожной автоматики / В. И. Поддубняк, С. А. Радковский, В. М. Бутенко, В. И. Мойсеенко // Информационно-управляющие системы на железнодорожном транспорте. – 2001. – № 4. – С. 40 – 44.

14 Бутенко В. М., Кузьменко Д. М., Пархомович В. Ю. Микропроцессорная горочная автоматическая централизация // Материалы 11-й Международной школы-семинара по перспективным системам управления // Информационно-управляющие системы на железнодорожном транспорте. – 1998. – № 4. – С. 102.

15 Бутенко В. М. Адресація та захист інформації в мережі RailWayNet // Информационно-управляющие системы на железнодорожном транспорте. – 1997. – №3. – С.24-26.

16 Бутенко В. М., Чуб С. Г. Особливості оцінювання систем залізничної автоматики // Зб. наук. праць. – Донецьк: ДонІЗТ. – 2005. – Вип. 3. – С. 32 – 39.

17 Бутенко В. М. Перспективи розвитку досліджень якості, сертифікації та стандартизації на залізничному транспорті // Зб. наук. праць. – Донецьк: ДонІЗТ. – 2006. – Вип. 8. – С. 53-56.

18 Пат. UA № 25511 Україна, МПК 7 Н 03 К 17/62. Двополярний ключ / В. М. Бутенко, С. Г. Чуб. – № у 2007 03783; Заяв. 05.04.2007; Опубл. 10.08.2007, Бюл. № 12. – 6 с.

19 Пат. UA № 25547 Україна, МПК 7 Н 03 К 17/60. Комутаційний пристрій / В. М. Бутенко, С. Г. Чуб. – № у 2007 04009; Заяв. 11.04.2007; Опубл. 10.08.2007, Бюл. № 12. – 8 с.

20 Пат. UA № 30066 Україна, МПК 7 Н 03 К 17/62. Двополярний ключ / В. М. Бутенко, В. С. Блиндюк, О. В. Головка, В. С. Чуб, С. Г. Чуб. – № у 2007 11340; Заяв. 12.10.2007; Опубл. 11.02.2008, Бюл. № 3. – 6 с.

21 Бутенко В. М. Стандартизация моделей безопасного управления стационарными объектами железнодорожной автоматики: Дис. ... канд. техн. наук: 05.01.02 / Украинская

государственная академия железнодорожного транспорта. – Харьков, 2004. – 176 с. – Библиогр.: 136-151.

22 Бутенко В. М., Купко А. Д., Чуб С. Г. Исследование оптических характеристик светосигнального оборудования транспортной инфраструктуры // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2008. – № 4 (72). – С. 4-8.

23 Бутенко В. М. Повышение эффективности функционирования электрооборудования железнодорожной автоматики // Зб. наук. праць. – Донецьк: ДонІЗТ. – 2008. – № 15. – С. 25-31.

24 Бутенко В. М., Купко А. Д., Чуб С. Г. Сравнительный анализ измерений светотехнических изделий транспортного назначения // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2009. – № 110. – С. 109-121.

25 Пат. UA № 88336, МПК (2009) Н 03К 17/78. Оптоелектронне поляризоване реле / В. М. Бутенко, О. М. Прогонний, С. Г. Чуб, М. М. Чепцов. – № а 2007 06136; Заяв. 04.06.2007; Опубл. 12.10.2009, Бюл. №19. – 6 с.

