

УКРАЇНСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

**ФАКУЛЬТЕТ АВТОМАТИКИ, ТЕЛЕМЕХАНІКИ ТА ЗВ'ЯЗКУ**

Кафедра автоматики та комп'ютерного телекерування рухом поїздів

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до лабораторних робіт та самостійної роботи студентів

з дисципліни *"АВТОМАТИКА, ТЕЛЕМЕХАНІКА І ЗВ'ЯЗОК"*

**Частина 1**

Дозволяю до друку та в світ, проф.

С.І.Приходько

Розглянуто на раді методичної комісії факультету АТЗ, рекомендовано до друку та в світ для студентів напряму підготовки 6.070101 «Транспортні технології (залізничний транспорт)»"

Голова МК факультету АТЗ, доц.

Н.А.Корольова

Декан факультету АТЗ, доц.

О.М.Прогонний

Завідувач кафедри АТ, проф.

А.Б.Бойнік

Автори:

ст. викладач

О.В.Лазарєв

ст. викладач

М.В.Ушаков

інженер

Н.М.Лазарєва

Харків-2015

Методичні вказівки розглянуто та рекомендовано до друку на засіданні кафедри автоматики та комп'ютерного телекерування рухом поїздів 26 лютого 2015 р., протокол № 6.

Методичні вказівки призначені для студентів напряму підготовки 6.070101 «Транспортні технології (залізничний транспорт)» усіх форм навчання.

Укладачі:

старші викладачі О.В. Лазарєв,  
М.В. Ушаков,  
інж. Н.М. Лазарева

Рецензент

доц. О.О. Удовіков

# ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 1

## Дослідження рейкового кола постійного струму

### Мета роботи

Дослідження особливостей роботи рейкових кіл на прикладі кола постійного струму з безперервним живленням.

### 1.1 Загальні положення

Для забезпечення високої надійності роботи системи релейної автоматики і телемеханіки виконуються з використанням спеціальної високонадійної апаратури, до якої належать електромагнітні реле постійного струму, кодові колійні трансмітери та ін.

*Реле* - це елемент, у якого при плавній зміні вхідної величини (електричного струму або напруги) вихідна величина змінюється стрибком. Реле поділяються на контактні і безконтактні.

Електромагнітні реле класифікують за декількома ознаками:

а) за конструкцією (принципом дії):

- нейтральні;
- поляризовані;
- комбіновані;

б) за надійністю роботи:

- **реле 1-го класу**, що мають такі *основні ознаки*: відпадання якоря після знеструмлення забезпечується з максимальною гарантією і відбувається під впливом власної ваги якоря; фронтів контакти, для виключення випадку зварювання, виконані з композиції вугілля-срібло; виключається механічне заклинювання якоря за рахунок наявності зазорів у трьох вимірах;

- **реле 2-го класу**, що не мають ознак 1-го класу надійності;

в) за кількістю позицій контактної системи:

- двопозиційні;
- трипозиційні.

г) за родом струму живлення:

- постійного;

- змінного;
- д) за часом спрацьовування:
  - швидкодіючі – 0,02 – 0,03 с;
  - нормальнорозривні – 0,15 – 0,2 с;
  - повільнодіючі – 1 – 1,5 с;
  - часові – більше 1,5 с.

З 60-х років 20 сторіччя використовуються реле зі штепсельними роз'єднувальними з'єднаннями (штепсельні реле).

У скорочених позначеннях реле за допомогою літер і цифр указуються основні ознаки і параметри реле.

Наприклад:

НМШ1-1800 - нейтральне малогабаритне штепсельне (НМШ) з вісьмома контактними групами – трійниками (цифра 1) та загальним електричним опором обмоток 1800 Ом (число 1800);

НМШМ1-1000 - те саме, з уповільненням (додана літера М) і опором обмоток 1000 Ом;

ПМШ-1400 - поляризоване малогабаритне штепсельне з опором обмоток 1400 Ом;

КМШ-3000 - комбіноване малогабаритне штепсельне з опором обмоток 3000 Ом;

ИМВШ-110 - імпульсне малогабаритне з випрямлячем, штепсельне з опором обмоток 110 Ом;

АОШ2-180/0,45 - автоблокувальне вогневе штепсельне з чотирма контактними групами (цифра 2) та двома обмотками з різним опором (180 і 0,45 Ом).

Загальний принцип дії будь-якого електромагнітного реле можна схематично подати за допомогою рисунка 1.1.

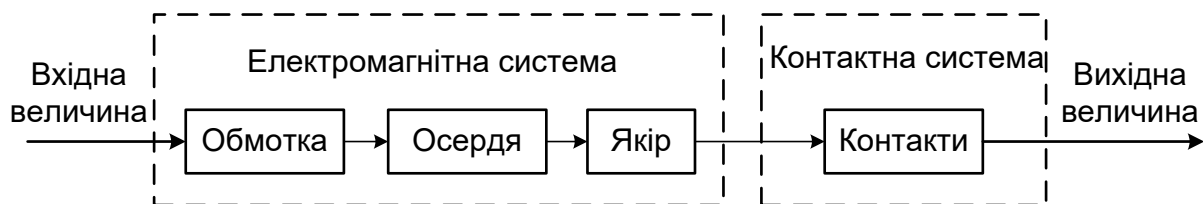


Рисунок 1.1 - Загальний принцип дії електромагнітного реле

Під вхідною дією розуміється електричний струм або напруга. Під вихідною - замкнений або розімкнений стан контактів реле. Вхідна дія (електричний струм) сприймається

обмоткою реле, передається осердю та якорю. Потім спрацьовують контакти реле та утворюється вихідна дія (закриваються або розкриваються контакти реле).

### 1.1.1 Нейтральне реле типу НМШ

Нейтральне реле типу НМШ (рисунок 1.2), як будь-яке електромагнітне реле, має електромагнітну і контактну системи. **Електромагнітна система є сприймаючою частиною реле, а контактна – виконуючою частиною.**

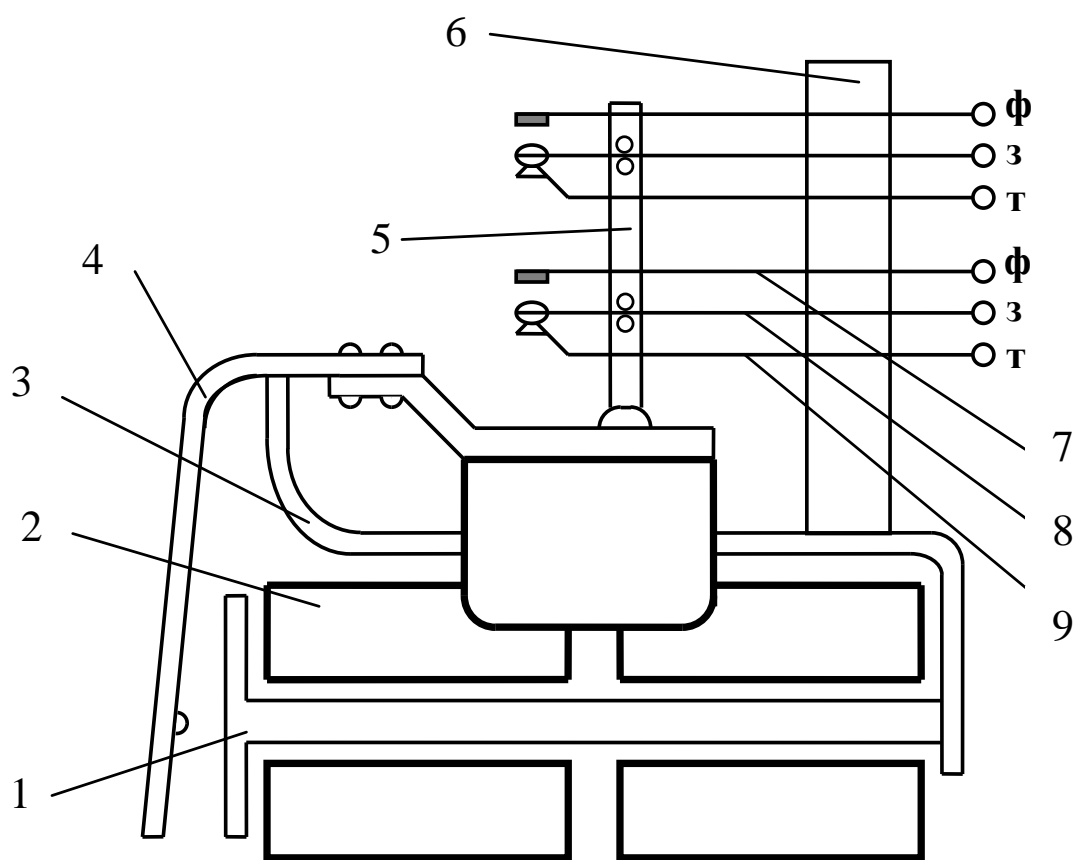


Рисунок 1.2 - Конструкція нейтрального реле типу НМШ

**Електромагнітна система реле містить:**

- 1 – осердя;
- 2 – обмотку, що складається з двох напівобмоток;
- 3 – ярмо;
- 4 – якорь з противагою;
- 5 – контактну тягу зі штифтами, шарнірно з'єднану з противагою

**Контактна система** складається з:

6 – підставки, виконаної з електроізоляційного матеріалу - карболіту;

7 – фронтових ф контактів у вигляді пружин з графітно-срібними наклепками;

8 – загальних з контактів із срібними наклепками, що переміщуються штифтами.

9 – тильових т контактів у вигляді плоских пружин зі срібними наклепками.

Кінці контактних пружин через підставку 6 виведені назовні й утворюють штепсельну розетку.

Позначення обмотки (виводи 1 – 4) і контактів реле НМШ1 в принципових електричних схемах, а також нумерація контактів на штепсельній розетці показані на рисунку 1.3.

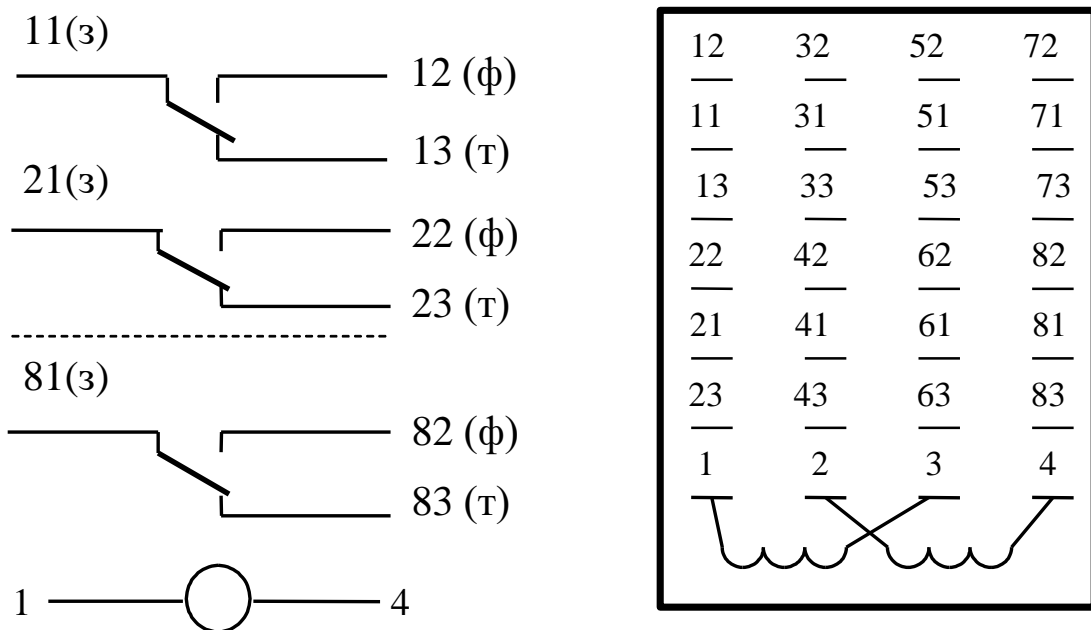


Рисунок 1.3 - Позначення обмотки (виводи 1 – 4) і контактів реле НМШ1 в принципових електричних схемах

Для захисту від проникнення пилу й вологи реле закривають прозорим пластмасовим корпусом або металевим кожухом, що має в бокових стінках скло, через яке можна бачити всю контактну систему.

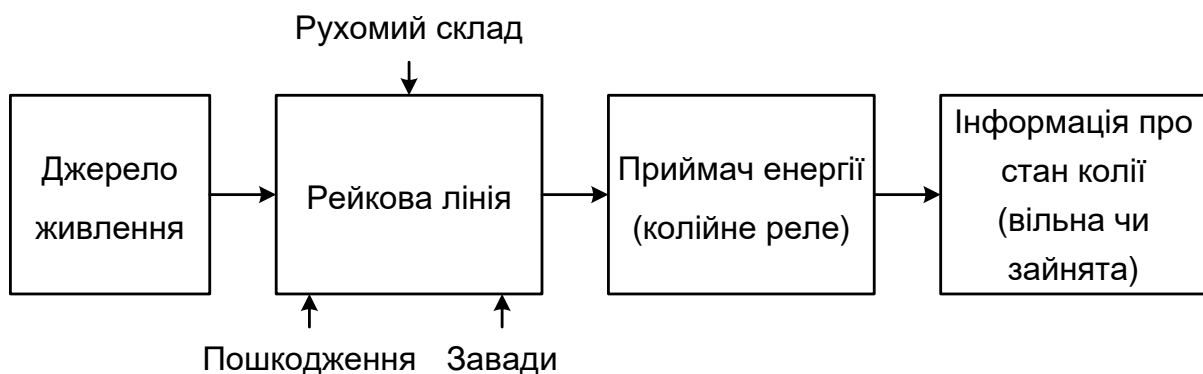
Діє нейтральне реле таким чином. При проходженні струму по обмотці 2 намагнічується осердя 1 і до його полюса притягується якір 4. При цьому якір з противагою піднімають контактну тягу 5, у результаті чого загальні контакти 8 розмикаються з тилловими 9 і замикаються з фронтowymi 7 контактами. З моменту вимкнення струму якір під впливом сили тяжіння противаги відпадає і відбувається зворотне переключення контактів.

Так як розмикання загальних і фронтowych контактів реле відбувається під дією сили тяжіння якоря та противаги, то реле НМШ належить до 1-го класу надійності і може перебувати у двох станах – збудженому (увімкненому) та незбудженому (вимкненому).

Нейтральне реле застосовується у рейкових колах постійного струму з безперервним живленням.

### 1.1.2 Рейкові кола

Електричне коло, у якому провідниками струму є залізничні рейки, називається *рейковим колом* (РК). **Основним призначенням РК є контроль вільного (зайнятого) стану ділянки колії і контроль цілісності рейкових ниток.** Крім цього, РК може використовуватися як канал зв'язку при передачі інформації з колії на локомотив та служити каналом зв'язку між сигнальними точками (світлофорами) автоблокування. На залізницях України застосовується багато різноманітних типів РК у залежності від роду тяги, рівня завад і функцій, які ними виконуються. Принцип роботи будь-якого рейкового кола ілюструє рисунок 1.4.



## Рисунок 1.4 - Схема роботи рейкового кола

Від джерела живлення (рисунок 1.4) електрична напруга та струм надходять до рейкової лінії. Рейки є елементом, який сприймає зовнішні впливи на рейкове коло, а саме: рухомий склад, пошкодження, завади. На виході рейкового кола підключене колійне реле, яке фіксує надходження електричного струму з рейкової лінії. За станом колійного реле можна дізнатися про вільність чи зайнятість даної ділянки колії. Якщо рейкова лінія вільна від рухомого складу та непошкоджена, то електричний струм від джерела живлення проходить по рейковій лінії та надходить до колійного реле, яке вмикається й тим самим надає інформацію про вільність ділянки колії. При вступі рухомого складу на рейкову лінію колісні пари електрично з'єднують рейки між собою, внаслідок чого струм на виході рейкової лінії зменшується. Це фіксується колійним реле, яке знеструмлюється, й тим самим надає інформацію про зайнятість рейкового кола. При пошкодженні, наприклад при обриві будь-якого елемента, електричне коло розривається (тому, що всі елементи рейкового кола увімкнені послідовно), струм зникає та колійне реле знеструмлюється (вимикається).

Класифікуються РК таким чином:

- 1) за способом вмикання колійного реле: нормальнорозімкнені і нормально замкнені;
- 2) за родом живлення: постійного і змінного струму;
- 3) за режимом живлення: з безперервним, імпульсним або кодовим;
- 4) за способом каналізації тягового струму: однопітккові і двопітккові.

Найпростішим видом є нормальнозамкнене РК постійного струму з безперервним живленням (рисунок 1.5). Воно містить три основні складові:

- **живлячий** (передавальний) кінець,
- **рейкову лінію** з ізолюючими стиками,
- **релейний** (приймальний) кінець.

**Живлячий** (передавальний) кінець містить джерело струму - колійну батарею ПБ та резистор  $R_0$ , що обмежує струм.



**Рейкова лінія** складається з рейкових ниток із стиковими з'єднувачами.

**Релейний** (приймальний) кінець містить приймач інформації – колійне реле П (1-го класу надійності, типу НМШ).

**Ізолюючі стики** призначені для ізолювання РК від суміжних РК та інших обхідних електричних кіл.

**Резистор  $R_0$** , окрім обмеження струму, виконує ще функцію регулювання рейкового кола при зміні довжини рейкової лінії.

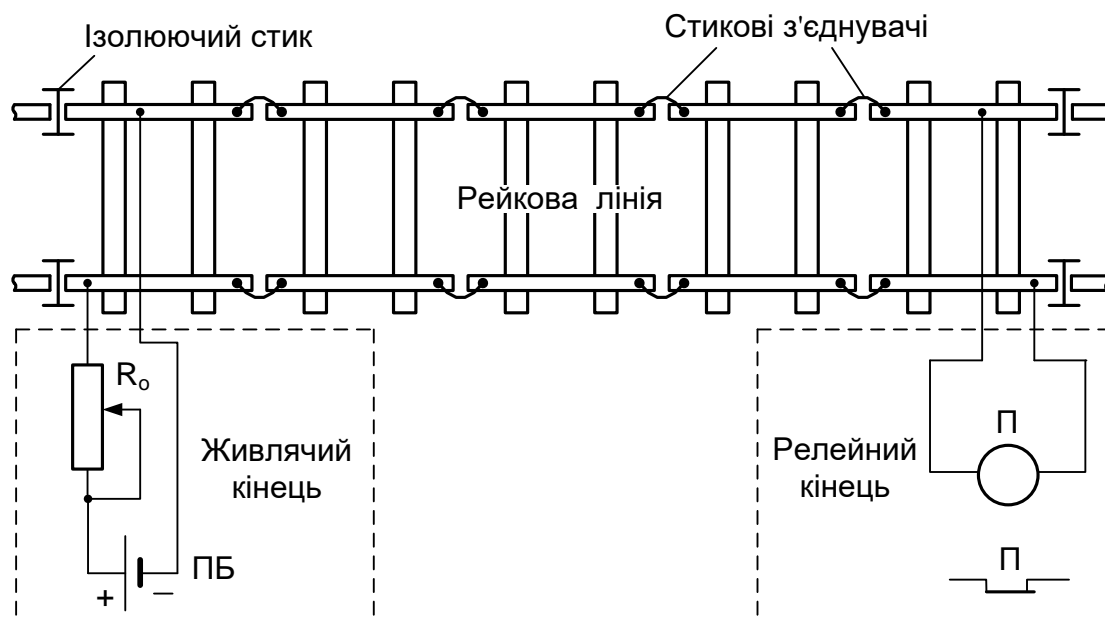


Рисунок 1.5 - Нормальнотоківне рейкове коло постійного струму з безперервним живленням

**Принцип дії РК** при контролі стану ділянки колії і рейкових ниток. При вільному стані ділянки колії і цілісності рейок електричний струм тече від колійної батареї крізь обмотку колійного реле П і воно перебуває під струмом. При зламі рейки струм припиняється і реле П знеструмлюється. При зайнятому стані ділянки колії обмотка реле П шунтується колісними парами поїзда, електричний опір кожної з яких набагато менше, ніж опір обмотки реле П. Струм крізь обмотку реле П стає нижче порога відпадання якоря і реле П знеструмлюється.

РК працюють у значно більш важких умовах, ніж будь-які інші лінії зв'язку, тому що їхні провідники-рейки погано електрично ізолювані від землі й одна від одної. Ізоляторами

рейок є шпали, занурені в баластовий прошарок. Шпали і баласт значною мірою змінюють свою електричну провідність залежно від наявності в них вологи, змін навколишньої температури й інших чинників. Тому опір ізоляції  $r_i$  рейкового кола є дуже низьким і нестабільним, змінюється від 0,25 до 100 Ом·км.

Ланки рейок у більшості випадків мають невелику довжину (12,5 і 25 м) і з'єднуються між собою сталевими накладками, що не створює надійного електричного контакту. Тому опір рейок змінюється в значних межах, незважаючи на встановлення стикових з'єднувачів.

До РК ставлять такі **основні вимоги**:

- при відсутності рухомого складу на рейковому колі повинна подаватися інформація про її вільність;

- при наявності на РК хоча б однієї колісної пари рухомого складу або при пошкодженні рейки чи будь-якого елемента рейкового кола повинна подаватися інформація про її зайнятість.

Зазначені вище вимоги повинні виконуватися при найбільш несприятливих умовах, у яких може опинитися РК.

Виходячи з цих вимог розрізняють **три основних режими РК: нормальний, шунтовий і контрольний** та два додаткових. На умови роботи РК у кожному з режимів впливають три незалежні змінні величини: опір ізоляції, опір рейок і напруга джерела.

Для **нормального режиму несприятливими** є такі значення змінних величин, при яких струм у приймачі стає *мінімальним*: максимальний опір рейок, мінімальний опір баласту, мінімальна напруга джерела живлення.

Для **шунтового режиму несприятливими** є такі значення цих величин, при яких струм у приймачі є *максимальним*: мінімальний опір рейок, максимальний опір баласту і максимальна напруга джерела живлення. **Чутливість** РК до накладання поїзного шунта визначає коефіцієнт шунтової чутливості  $K_{ш}$ :

$$K_{ш} = \frac{U_0}{U_{рш}},$$

де  $U_0$  - напруга відпадання якоря реле;

$U_{рш}$  – напруга на реле при найбільш несприятливих для шунтового режиму умовах.

Умова забезпечення шунтового режиму буде визначатися як  $K_{ш} \geq 1$ .

## 1.2 Опис робочого місця

Робота виконується на макеті штучного РК, до складу якого входить штучна рейкова лінія загальною довжиною 2500 м, що складається з п'ятих ланок (рисунок 1.6).

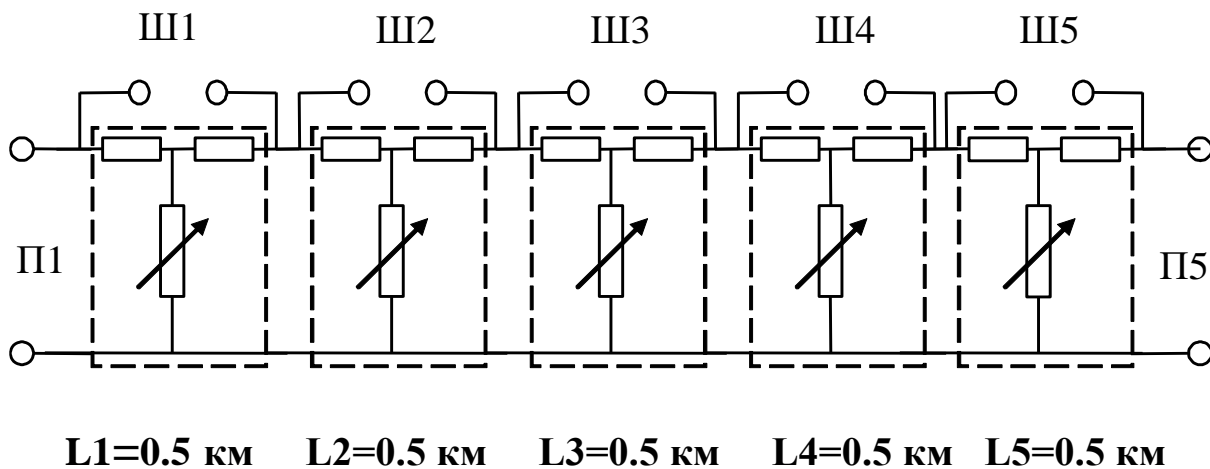


Рисунок 1.6 – Електрична схема штучної рейкової лінії

Кожна ланка зібрана за Т-подібною схемою заміщення й еквівалентна реальній рейковій лінії довжиною 500 м. Необхідна довжина рейкової лінії досягається шляхом шунтування шунтами Ш1 - Ш5 зайвих ланок. При цьому перемикачі опору ізоляції П1 - П5 зайвих ланок встановлюються в положення « $\infty$ ». У ланках, які увімкнені у РК, встановлюють необхідну величину опору ізоляції за допомогою перемикачів П1 - П5.

Апаратура живлячого і релейного кінців у РК підключається до крайніх клем штучної рейкової лінії.

## 1.3 Методика виконання роботи

### 1.3.1 Підготовка до допуску

1.3.1.1 За конспектом лекцій, методичними вказівками і зазначеною в них літературою [1, 3, 4] розібратися з роботою РК, ознайомитися з призначенням, класифікацією, режимами роботи і принципом дії РК, розібратися в будові макета і методиці проведення лабораторної роботи.

1.3.1.2 Усно відповідати на нижченаведені запитання:

- 1 Яке призначення РК?
- 2 У чому полягає класифікація РК за принципом дії, режимом і родом живлення, способом пропуску тягового струму на дільницях з електротягою?
- 3 З яких елементів складається РК постійного струму?
- 4 Який принцип дії РК при вільній і зайнятій рухомим складом рейкової лінії?
- 5 Які основні режими роботи РК, їх стисла характеристика?
- 6 Які найгірші умови для роботи РК у нормальному та шунтовому режимах?
- 7 Що таке коефіцієнт шунтової чутливості?
- 8 Якого класу надійності реле застосовуються в приладах ЗАТ?
- 9 За якими ознаками і як класифікуються електромагнітні реле?
- 10 У чому полягають основні переваги штепсельного монтажу?
- 11 Яким чином виключається «залипання» якоря після вимикання струму в обмотці та зварювання фронтів і загальних контактів?
- 12 Як розшифровуються позначення таких реле: НМШ1-1800, НМШ2-900, АОШ2-180/0.45.
- 13 Як позначається обмотка нейтрального реле у принциповій схемі?
- 14 Як позначаються контакти нейтрального реле у принциповій схемі?
- 15 Як нумеруються контакти нейтрального реле?
- 16 У чому полягає принцип дії електромагнітного нейтрального реле?

Після отримання допуску приступити до виконання лабораторної роботи у лабораторії.

1.3.2 Ознайомитися з конструкцією, принципом дії нейтрального реле. Заповнити таблицю 1.1

Таблиця 1.1

Тип реле	Найменування	Можливі стани	Положення контактів для кожного стану
НМШ2-900 НМШМ1-10 АОШ2-180/0.45 АНШ-400			
<i>Примітка – Положення контактів відобразити для кожного стану в умовних позначеннях, прийнятих у принципових схемах</i>			

1.3.3 Провести регулювання РК і дослідити його роботу в нормальному режимі. Як колійне реле використовується реле типу НМШ2-2, у якого напруга спрацьовування становить  $U_{СП} = 0,27$  В, напруга відпускання якоря становить  $U_B = 0,11$  В, а робоча напруга - 0,4 В. Максимально допустима напруга (напруга перевантаження) – 1,08 В.

1.3.3.1 Зібрати рейкову лінію заданої довжини (задається викладачем). Установити питомий опір ізоляції 1 Ом · км.

1.3.3.2 Підібрати такий опір  $R_0$ , при якому напруга на реле дорівнює напрузі спрацьовування (дорівнює 0,27 В). Пересвідчитись у тому, що реле спрацювало.

1.3.3.3 Користуючись перемикачами П1 - П5 у РК, вмикати по черзі опори ізоляції 1, 2, 5, 20 Ом·км і при кожному з них вимірювати напругу  $U_P$  на колійному реле П. При цьому опір  $R_0$  треба залишати незмінним.

Дані вимірювань занести в таблицю 1.2, враховуючи, що повний опір ізоляції визначається з урахуванням довжини рейкового кола. Повний опір ізоляції РК в залежності від його довжини  $L$  і питомого опору ізоляції  $r_i$  розраховується з виразу

$$R_i = \frac{r_i}{L}$$

Таблиця 1.2

Довжина РК L, км	Питомий опір ізоляції $r_i$ , Ом	Повний опір ізоляції $R_i$ , Ом	Напруга на реле $U_p$ , В
	1		
	2		
	5		
	20		

1.3.3.4 За даними таблиці 1.2 побудувати графік залежності  $U_p=f(r_i)$ .

1.3.4 Дослідити роботу РК у шунтовому режимі.

1.3.4.1 У РК, відрегульованому за підпунктами 1.3.3.1, 1.3.3.2, установити максимальний опір ізоляції ( $r_{i \max} = \infty$ ).

1.3.4.2 Накладати нормативний шунт спочатку на релейному кінці, потім через кожні 500 м рейкової лінії та, нарешті, на живлячому кінці. Щоразу при накладанні шунта вимірювати напругу на реле  $U_{рш}$ . Результати вимірювань записати в таблицю 1.3.

1.3.4.3 За даними таблиці 1.3 побудувати графік залежності коефіцієнта шунтової чутливості  $K_{ш}=f(x)$  від координати розташування шунта.

Таблиця 1.3

Координати розташування шунта (відлік від релейного кінця) x, км	Дійсна напруга на реле при шунті $U_{рш}$ , В	Коефіцієнт шунтової чутливості $K_{ш}$
x=0		
x=0.5		
.....		

## 1.4 Зміст звіту

1.4.1 Назва і мета роботи

1.4.2 Результати дослідження нейтральних реле у вигляді заповненої таблиці 1.1.

1.4.3 Схема РК постійного струму, призначення елементів.

1.4.4 Результати вимірювань РК у нормальному режимі у вигляді заповненої таблиці 1.2.

1.4.5 Графік залежності  $U_P=f(r_i)$ .

1.4.6 Результати вимірювань РК у шунтовому режимі у вигляді заповненої таблиці 1.3.

1.4.7 Графік залежності  $K_{Ш}=f(x)$ .

1.4.8 Короткі висновки.

## **1.5 Самостійна робота студентів**

З метою кращого розуміння матеріалу з апаратури залізничної автоматики самостійно за літературою [1, 4] ознайомитися з конструкцією та принципом дії поляризованого та комбінованого реле, а також кодового колійного трансмітера КПТШ.

**Література [1, 3, 4].**

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 2

### Дослідження числового кодового автоблокування

#### Мета роботи

Вивчення приладів і роботи числового кодового автоблокування при електричній тязі змінного струму.

#### 2.1 Загальні відомості

На залізничних ділянках з інтенсивним рухом поїздів для підвищення пропускної спроможності і забезпечення безпеки руху використовуються пристрої автоблокування й автоматичної локомотивної сигналізації.

**2.1.1 Поляризоване реле типу ПМШ** (рисунок 2.1) містить: осердя 1, обмотку 2, ярмо 3 і контактну тягу 5, що наявні в реле НМШ, а також якір без противаги 4, постійний магніт 6, загальний 7, нормальний 8 і переведений 9 контакти.

Роботу поляризованого реле можна пояснити таким чином. За відсутності струму в котушках діє тільки магнітний потік постійного магніту, що розповсюджується по двох паралельних гілках у вигляді потоків  $\Phi_{П1}$  і  $\Phi_{П2}$ . Якщо потік  $\Phi_{П1} > \Phi_{П2}$ , то поляризований якір утримується в лівому положенні і замкнуті нормальні 8 контакти із загальними 7. При пропусканні по обмотці струму зворотної полярності створюється магнітний потік  $\Phi_K$ , який замикається по осердю і поляризованому якорю. Напрямок потоку  $\Phi_K$  такий, що в правому повітряному зазорі потоки додаються ( $\Phi_K + \Phi_{П2}$ ), а в лівому віднімаються ( $\Phi_K - \Phi_{П1}$ ).

Через те, що  $\Phi_K + \Phi_{П2} > \Phi_K - \Phi_{П1}$ , якір переключається праворуч і замикає переведені контакти 9 із загальними 7. Очевидно, після вимикання струму якір залишається в цьому положенні.

Зворотне переключення поляризованого якоря відбудеться при пропусканні по обмотках реле струму іншої полярності, який викличе протилежний напрямок магнітного потоку  $\Phi_K$ .



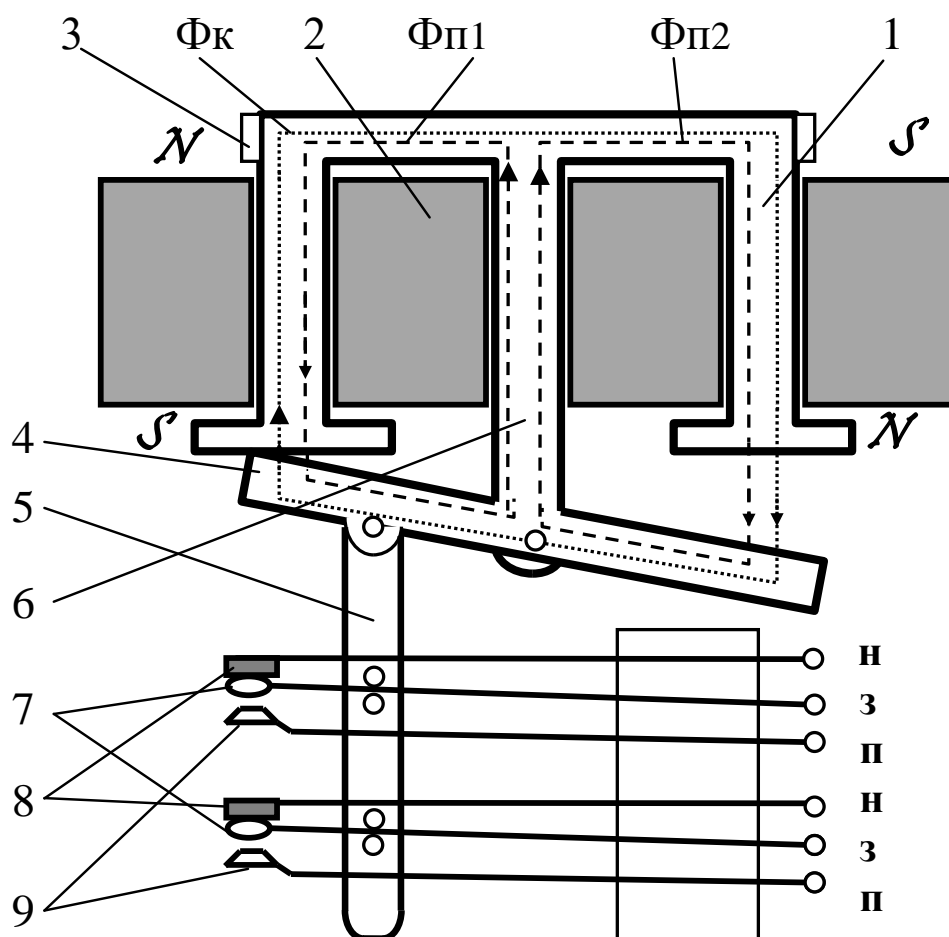


Рисунок 2.1 – Конструкція поляризованого реле ПМШ

Таким чином, поляризоване реле може перебувати тільки у двох станах – **нормальному** і **переведеному**.

Позначення обмотки (виводи 1–4) і контактів поляризованого реле ПМШ у принципових електричних схемах, а також нумерація контактів показані на рисунку 2.2.

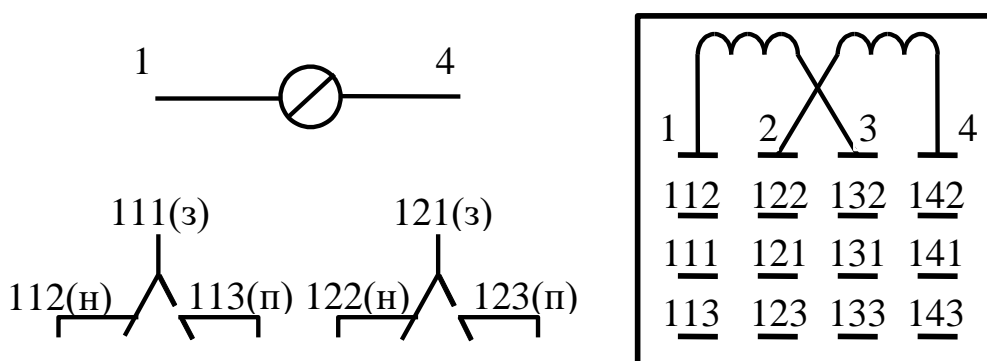


Рисунок 2.2 – Позначення обмотки (виводи 1–4) і контактів реле ПМШ у принципових електричних схемах та нумерація контактів штепсельної колодки

## 2.1.2 Кодові колійні трансмітери

Кодові колійні трансмітери формують кодові комбінації числового коду, що використовуються в системах числового кодового автоблокування й автоматичної локомотивної сигналізації. Кодовий колійний трансмітер (рисунок 2.3) має такі основні частини: редуктор, який складається з черв'яка 2 і шестерні 3, що знижує оберти двигуна 1; кулачкових шайб 4, 5 і 6 з контактами. Кулачкові шайби з різною кількістю виступів при обертанні по колу замикають і розмикають контакти. Характер імпульсів, що виробляються трансмітером типу КПТШ-515 за одне обертання шайб, наведений на рисунку 2.3.

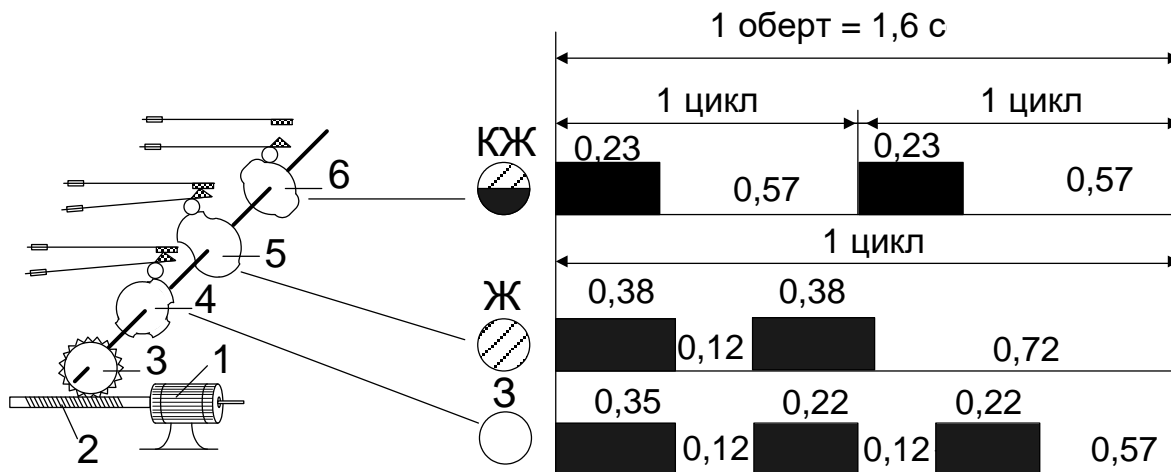


Рисунок 2.3 – Конструкція та характеристики кодового колійного трансмітера типу КПТШ-515

Кулачкова шайба 4 за один оберт створює три замикання контактів, виробляючи числовий код, що складається з трьох імпульсів у циклі (код зеленого вогню - З), кулачкова шайба 5 - два замикання контакту, виробляючи числовий код, що складається з двох імпульсів у циклі (код жовтого вогню - Ж), а шайба 6 виробляє числовий код з одним імпульсом у циклі (код червоно-жовтого вогню - КЖ). За один оберт шайб утворюється два кодових цикли коду КЖ та по одному циклу кодів Ж та З.

## 2.1.3 Принципи побудови числового кодового автоблокування

При автоблокуванні кожний міжстанційний перегін поділяють на окремі блок-діляниці, які мають довжину від 1,0 до 2,6 км. Кожну блок-діляницю обладнують електричним рейковим колом і огорожують прохідними світлофорами (ПС), які діють автоматично. Показання ПС залежать від місця перебування поїзда.

Правила технічної експлуатації (ПТЕ) Укрзалізниці вимагають, щоб при автоблокуванні на ПС автоматично вмикався червоний вогонь при в'їзді поїзда на блок-діляницю, яку він огорожує, а також у випадку порушення цілості рейкового кола цієї блок-діляниці. Крім цього, якщо лампа червоного вогню перегоріла, заборонне показання повинно автоматично перенестися на попередній ПС.

**Числове кодове автоблокування (КАБ)** є безпроводною системою, оскільки для ув'язки показань між прохідними світлофорами використовуються кодові рейкові кола і не потрібні додаткові канали зв'язку. Для передачі інформації застосовуються числові коди зеленого З, жовтого Ж і червоно-жовтого вогню КЖ, які відрізняються один від іншого числом імпульсів у кодовому циклі.

Структурна схема КАБ наведена на рисунку 2.4. Інформація про стан світлофора 3 передається по кодовому рейковому колу до попереднього світлофора 5, фільтрується від завад фільтром Ф і сприймається імпульсним колійним приймачем П. Прийнятий числовий код розшифровується дешифратором ДА і фіксується блоком пам'яті БП. Блок пам'яті складається з двох реле нейтрального типу Ж і З (сигнальних реле), стан яких залежить від розшифрованого коду. Алгоритм роботи дешифратора поданий у вигляді таблиці 2.1.

Таблиця 2.1

Вхідна інформація	Стан сигнальних реле		Показання світлофора	Вихідна інформація
	З	Ж		
Кодовий сигнал не надходить	↓	↓	Червоний вогонь	Код КЖ
Надходить кодівий сигнал КЖ	↓	↑	Жовтий вогонь	Код Ж
Надходить кодівий сигнал Ж або З	↑	↑	Зелений вогонь	Код З

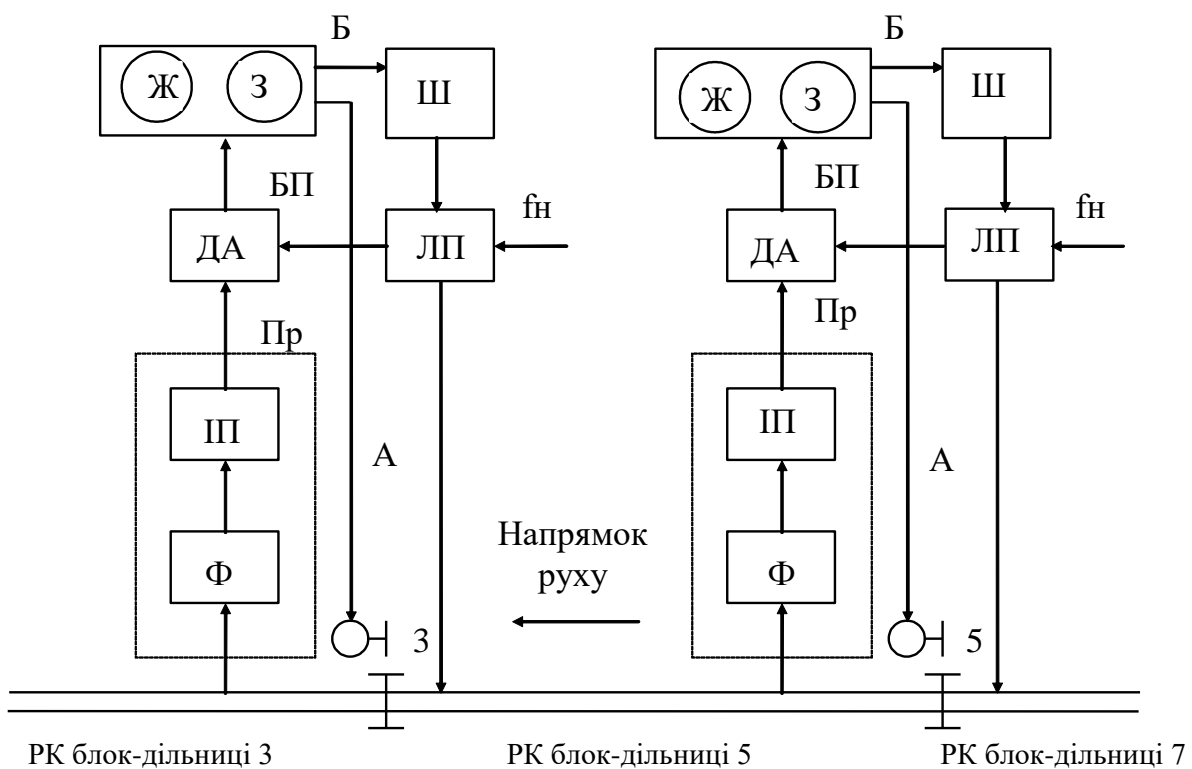


Рисунок 2.4 – Структурна схема числового кодового автоблокування

Сигнальні реле З і Ж відповідно до прийнятого коду однією парою контактів вмикають коло горіння лампи світлофора 5 (рисунок 2.4, стрілка «А»), а другою парою контактів за допомогою шифратора Ш і лінійного передавача ЛП посилають у рейкове коло блок-дільниці 7 відповідний кодівий сигнал до попереднього світлофора 7 (на рисунку не показаний) (стрілка «Б» на рисунку 2.4). Цей кодівий сигнал розшифровується, реалізується і посилається далі. Таким чином, установлюється

послідовна структура зв'язку між прохідними світлофорами. При цьому по мірі віддалення від перешкоди, яку огороджує світлофор з червоним вогнем, інформація набуває більш дозволяючого характеру.

Кодові сигнали по рейковому колу завжди передаються назустріч руху поїзда і тому водночас використовуються для передачі інформації на локомотив за системою АЛСН. З цією метою між рейковим колом і локомотивними приладами АЛСН встановлюється безперервний індуктивний зв'язок.

#### **2.1.4 Система числового кодового автоблокування при електричній тязі змінного струму**

Застосовуються два різновиди систем числового кодового автоблокування:

- КАБ з рейковими колами частотою 50 Гц – для залізничних ділянок з автономною тягою та електричною тягою постійного струму;

- КАБ з рейковими колами частотою 25 Гц – для залізничних ділянок з електричною тягою змінного струму.

Принцип побудови обох систем однаковий. Різниця полягає тільки в застосуванні різних рейкових кіл.

Розглянемо спрощену схему КАБ при електричній тязі змінного струму, яка наведена для трьох сигнальних точок на рисунку 2.5.

Якщо поїзд перебуває за світлофором 3 на блок-дільниці 3П, колійне реле 3И зашунтовано і у кодовому імпульсному режимі не працює (знеструмлено). Контакти колійного реле 3И увімкнені на вході дешифратора 3ДА, на виході якого реле 3Ж і 3З будуть знеструмлені у відповідності до алгоритму роботи дешифратора (таблиця 2.1). Тиловим контактом реле 3Ж через низькоомну обмотку вогневого реле 3О замикається коло лампи червоного вогню світлофора 3. Якщо лампа червоного вогню світлофора справна, вогневе реле 3О увімкнено, що свідчить про дійсне горіння червоного вогню на світлофорі.



Вибір коду, який передається до світлофора 5, здійснюється в колі збудження трансмітерного реле 5Т. При цьому датчиком кодів є кодовий колійний трансмітер 5КПТ. Через тиловий контакт сигнального реле 3Ж і фронтний контакт вогневого реле 3О вибирається кодова шайба КЖ трансмітера. У цьому випадку трансмітерне реле 5Т буде працювати в імпульсному режимі коду КЖ. Фронтний контакт реле 5Т, який увімкнено на живлячому кінці рейкового кола блок-дільниці 5П (на виході перетворювача частоти 5ПЧ), відтворює в рейковому колі блок-дільниці 5П кодовий сигнал КЖ.

Блок-дільниця 5П буде вільна і тому реле 5И буде приймати код КЖ і передавати його у дешифратор 5ДА. Дешифратор розшифровує код КЖ і комутує обмотки сигнальних реле 5З і 5Ж таким чином, що реле 5Ж стане під струм, а 5З знеструмиться. Внаслідок цього через фронтний контакт реле 5Ж і тиловий 5З замикається коло лампи жовтого вогню світлофора 5.

Через контакти сигнальних реле 5Ж і 5З вибирається шайба Ж кодового трансмітера 7КПТ і трансмітерне реле 7Т працює у режимі коду Ж. У рейкове коло блок-дільниці 7П фронтним контактом реле 7Т посиляється код Ж, який при вільному стані блок-дільниці сприймається колійним реле 7И.

Дешифратор 7ДА розшифровує роботу колійного реле 7И і збуджує обидва реле – 7Ж і 7З. Фронтні контакти реле 7Ж і 7З утворюють коло лампи зеленого вогню світлофора 7 і вибирають шайбу З кодового колійного трансмітера 9КПТ для живлення реле 9Т. У рейкове коло блок-дільниці 9П посиляється код зеленого вогню.

При **перегоранні лампи** червоного вогню на світлофорі 3 вогневе реле 3О залишається без струму і розмикає коло трансмітерного реле 5Т. У рейковому колі 5П кодові імпульси КЖ припиняються, на світлофорі 5 вмикається червоний вогонь. Таким чином, відбувається **перенесення червоного вогню** світлофора 3 на світлофор 5.

При **зламі рейки** на будь-якій блок-дільниці також знеструмлюється колійне реле і на світлофорі, який огорожує цю блок-дільницю, загоряється червоний вогонь.

## 2.2 Опис робочого місця

Лабораторний стенд числового кодового автоблокування 25 Гц містить три стативи, на яких зліва направо містяться сигнальні установки вхідного, передвхідного і прохідного світлофорів. Схема *вхідного* світлофора забезпечує вмикання таких сигнальних показань: червоний, жовтий, зелений, два жовтих, два жовтих (верхній мигаючий) та інших вогнів.

Вмикання перелічених вище вогнів здійснюється з пульта управління сигнальними перемикачами: ГС (прямування поїзда на головну колію), БС (прямування поїзда на бічну колію), ССП «+» і «-» (наскрізний пропуск головною або бічною колією).

Схема *передвхідного* світлофора забезпечує автоматичне вмикання червоного, жовтого, зеленого, жовтого мигаючого та зеленого мигаючого вогнів.

Схема *прохідного* світлофора забезпечує автоматичне вмикання червоного, жовтого і зеленого вогнів.

## 2.3 Методика проведення роботи

### 2.3.1 Підготовка до допуску

2.3.1.1 За конспектом лекцій, методичними вказівками і літературою [1-4] вивчити принцип дії КАБ. Після вивчення відповісти на нижченаведені питання:

1 Як розшифровуються позначення таких реле: НМШ1-1800, НМШ2-900, ИМВШ-110, АОШ2-180/0.45.

2 Яка конструкція та яке призначення трансмітерів КППШ?

3 Як позначається обмотка реле різних типів у принциповій схемі?

4 Як позначаються контакти реле різних типів у принциповій схемі?

5 Як нумеруються контакти реле різних типів?

6 У чому полягає принцип дії електромагнітних реле різних типів?

7 Де застосовується числове кодове автоблокування 50 Гц і 25 Гц?

8 Що таке блок-дільниця і яка її довжина?

9 Яке призначення КПП і структура кодів З, Ж, КЖ?



10 Які основні елементи структурної схеми КАБ?

11 Як утворюється інформаційний канал зв'язку між прохідними світлофорами? Уміти показати живлячий і приймальний кінці рейкового кола блок-дільниці.

12 Яке призначення контактів сигнальних реле З і Ж у різних колах і контактів КПТШ? Уміти показати кола вмикання трансмітерного реле при виборі кодів З, Ж і КЖ, а також кола вмикання різних ламп світлофора.

13 Який алгоритм роботи дешифратора?

14 Яке призначення вогневого реле О?

15 Яке призначення контакту вогневого реле О в колі трансмітерного реле при виборі коду КЖ.

2.3.1.2 Підготувати звіт (пункт 2.4).

### 2.3.2 Методика роботи в лабораторії

2.3.2.1 Ознайомитися з конструкцією, принципом дії поляризованого реле та кодового колійного трансмітера КПТШ. Заповнити таблицю 2.2.

Таблиця 2.2

Тип реле	Найменування	Можливі стани	Положення контактів для кожного стану
ИМВШ-110 ПМШ-1400 КПТШ			
<i>Примітка – Положення контактів відобразити для кожного стану в умовних позначеннях, прийнятих у принципових схемах</i>			

2.3.2.2 Увімкнути макет і за допомогою перемикачів ГС, БС, ССП у відповідності до таблиці на передній панелі макета встановити на вхідному світлофорі послідовно можливі показання (не менше п'яти). При кожному сигнальному показанні вхідного світлофора звертати увагу на показання інших світлофорів, режим роботи (код) трансмітерних реле і стан сигнальних реле З і Ж передвхідного і прохідного світлофорів. Спостереження занести у таблицю 2.3.

Таблиця 2.3

Вхідний світлофор		Передвхідний світлофор		Прохідний світлофор	
Показання	Код, що передається	Показання	Код, що передається	Показання	Код, що передається
...	...	...	...	...	...

2.3.2.3 Установити на вхідному світлофорі зелений вогонь. За допомогою металевого візочка імітувати рух поїзда з перегону на станцію. Простежити за зміною показань прохідних світлофорів і зміною режиму роботи трансмітерних реле.

2.3.2.4 За номером прізвища студента у журналі підгрупи обрати у таблиці 2.4 індивідуальне завдання.

У звіті на принциповій схемі КАБ (рисунок 2.6) потрібно для свого варіанта вказати конкретне положення кожного контакту, що позначене пунктирною лінією. Окрім цього, для заданого варіанта у довільній формі описати послідовність роботи реле схеми КАБ.

Таблиця 2.4

Варіант	Зміст завдання		
	Поїзд знаходиться на блок-дільниці	Перегоріла лампа червоного вогню на світлофорі	Злам рейки на блок-дільниці
1	2	3	4
1	3П	3	
2	5П	5	
3	7П	7	
4	3П та 5П		
5	5П та 7П		
6	7П та 3П		

Продовження таблиці 2.4

1	2	3	4
---	---	---	---

7	3П		5П
8	5П		7П
9	7П		5П
10	3П та 7П		
11	5П та 3П		
12	7П та 5П		
13	3П	3	7П
14	5П	5	3П
15	7П	7	5П

## **2.4 Зміст звіту**

2.4.1 Назва і мета роботи.

2.4.2 Призначення, галузь застосування і стисла характеристика систем автоблокування, що вивчаються.

2.4.3 Результати спостережень за підпунктами 2.3.2.1, 2.3.2.2 методики у вигляді таблиць 2.2, 2.3 і стислого словесного опису.

2.4.4 Результати виконання індивідуального завдання за підпунктом 2.3.2.4 методики у вигляді схеми.

## **2.5 Самостійна робота студентів**

Виконати завдання за підпунктом 2.3.2.4 за будь-яким іншим варіантом.

**Література [1–4].**

## **ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 3**

## **Дослідження автоматичної локомотивної сигналізації безперервного типу**

### **Мета роботи**

Вивчення принципу дії та аналіз режимів роботи системи автоматичної локомотивної сигналізації безперервного типу (АЛСБ).

### **3.1 Загальні положення**

Лабораторна робота розрахована на дві години роботи в лабораторії і три години позааудиторної роботи студента.

На залізниці безпека руху залежить від пильності машиніста. Якщо машиніст втратить пильність, то поїзд може проїхати червоний вогонь і трапитися аварія. Для виключення такої ситуації на дільницях, обладнаних автоматичним блокуванням та електричною централізацією, застосовується автоматична локомотивна сигналізація безперервного типу у комплексі з автостопом.

АЛСБ призначена для безперервного приймання на локомотив інформації з колії про показання колійного світлофора, до якого наближається поїзд, та контролю пильності машиніста в зоні зближення з перешкодою. При цьому автостоп автоматично зупиняє поїзд, якщо машиніст порушить умови безпеки руху.

*Прилади АЛСБ поділяються на колійні й локомотивні (рисунок 3.1).*

*Колійні прилади забезпечують подачу кодового сигналу по рейкових колах назустріч руху поїзда під приймальні котушки локомотива.*

До колійних приладів належать: рейкова лінія, кодовий колійний трансмітер (КПТ), трансмітерне реле (Т), колійний трансформатор (ПТ), сигнальні реле автоблокування З і Ж (на рисунку 3.1 показані тільки їхні контакти). У рейкову лінію передається один з кодових сигналів КЖ, Ж чи З в залежності від стану попередніх блок-дільниць. Вибір коду здійснюється контактами сигнальних реле З, Ж і контактом вогневого реле О.

Передача коду в рейкову лінію назустріч поїзду відбувається контактом трансмітерного реле Т.

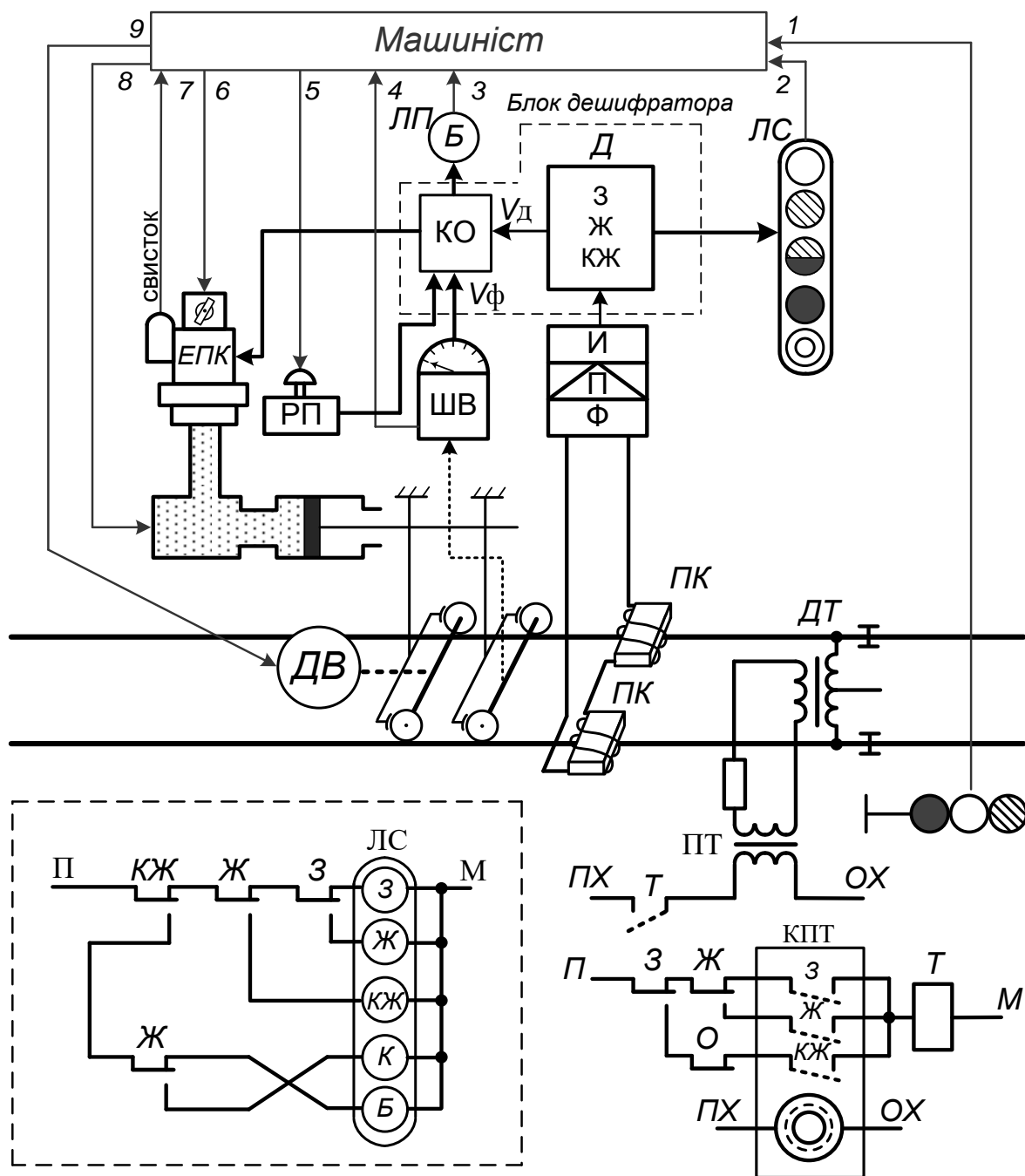


Рисунок 3.1 - Структурна схема системи АЛСБ

Локомотивні прилади АЛСБ (рисунок 3.1) забезпечують приймання, підсилення і дешифрування кодових сигналів, увімкнення сигнальних показань на локомотивному світлофорі, контроль пильності машиніста й швидкості руху, а також управління гальмівною системою поїзда.

Приймання кодових сигналів на локомотиві здійснюється приймальними котушками (ПК), фільтром (Ф), підсилувачем (П), імпульсним реле (И), релейним дешифратором (Д). Дешифратор управляє локомотивним світлофором (ЛС) і контрольним органом (КО), що зв'язаний з електропневматичним клапаном (ЕПК) та гальмівною магістраллю поїзда. Вибір сигнальних вогнів на локомотивному світлофорі здійснюється контактами сигнальних реле локомотивного дешифратора З, Ж, КЖ.

На загальній структурній схемі (рисунок 3.1) показані зв'язки машиніста із системою АЛСБ і приладами управління поїздом:

1 - візуальна інформація про показання колійних світлофорів;

2 - візуальна інформація про показання локомотивного світлофора ЛС;

3 - візуальна інформація про ввімкнення лампочки попередньої індикації перевірки пильності ЛП;

4 - візуальна інформація показання швидкостеміра ШВ про фактичну швидкість руху поїзда;

5 - вплив машиніста на рукоятку пильності (РП) для відвертання екстреного гальмування;

6 - користування ключем ЕПК для управління гальмами після екстреної зупинки поїзда;

7 - сприймання свистка ЕПК;

8 і 9 - управління гальмівною системою і двигуном (ДВ) локомотива.

У роботі системи АЛСБ виділяють декілька режимів (рисунок 3.2): нормальний, періодичного контролю пильності, екстреного гальмування, однократного контролю пильності. За рахунок цих режимів досягається забезпечення безпеки руху поїзда в системі АЛСБ (рисунок 3.2), а саме:

а) *періодичного контролю пильності* (ПКП) машиніста через кожні 15 – 20 с при:

1) жовтому світлі на ЛС і швидкості понад допустиму для цього показання (швидкість ПКП<sub>дж</sub>,  $V_{дж}^{ПКП} \approx 45$  км/год);

2) жовто-червоному світлі і швидкості вище 10 км/год, але не більше  $V_{дж}^{ЕГ}$ ;

3) червоному світлі і швидкості вище 10 км/год, але не більше 20 км/год;

4) через 60 – 90 с при білому світлі локомотивного світлофора;

б) *безперервного контролю допустимої швидкості екстреного гальмування (ЕГ) при:*

1) жовто-червоному світлі локомотивного світлофора і швидкості вище  $V_{дчж}^{ЕГ} \approx (45-50) \text{ км/год}$ ;

2) червоному світлі локомотивного світлофора і швидкості вище 20 км/год;

в) *однократного контролю пильності машиніста при будь-якій зміні вогнів локомотивного світлофора, окрім зміни на зелений;*

г) *у нормальному режимі не потрібна перевірка пильності машиніста через відсутність небезпеки.*

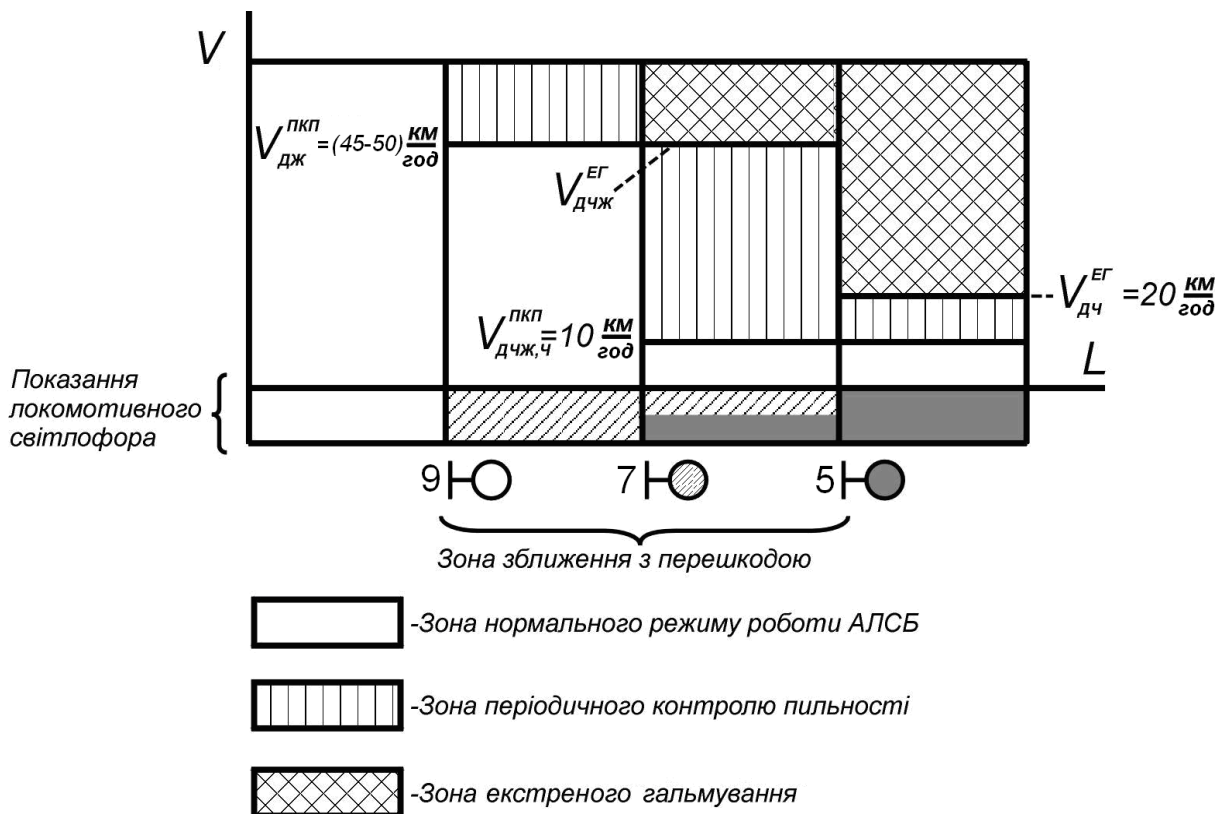


Рисунок 3.2 - Режими роботи АЛСБ

Для реалізації періодичного контролю пильності машиніста система має контрольний орган (КО) (рисунок 3.1), у якому порівнюється допустима швидкість періодичного контролю



пильності  $V_{\text{Д}}^{\text{ПКП}}$  при конкретному показанні локомотивного світлофора з фактичною  $V_{\text{Ф}}$ , що визначається за допомогою швидкостеміра (ШВ). Періодичний контроль пильності здійснюється у випадку невиконання умови

$$V_{\text{Д}}^{\text{ПКП}} \geq V_{\text{Ф}}, \quad (3.1)$$

де  $V_{\text{Д}}^{\text{ПКП}}$  – допустима швидкість періодичного контролю пильності при конкретному показанні локомотивного світлофора (рисунок 3.2).

При цьому коло ЕПК розмикається і вмикається свисток тривалістю 7 с. Якщо протягом цього часу машиніст не натисне рукоятку пильності, то відбудеться екстрене гальмування. При цьому перед увімкненням свистка ЕПК, вмикається лампа попередньої індикації (ЛП), інформуючи машиніста про наступне ввімкнення свистка. Якщо машиніст відреагує на ввімкнення ЛП натисненням РП, то свисток не ввімкнеться, якщо не відреагує, - ввімкнеться свисток.

Аналогічно здійснюється *контроль швидкості екстреного гальмування*. Необхідність екстреного гальмування фіксується при невиконанні умови

$$V_{\text{Д}}^{\text{ЕГ}} \geq V_{\text{Ф}}, \quad (3.2)$$

де  $V_{\text{Д}}^{\text{ЕГ}}$  – допустима швидкість екстреного гальмування при конкретному показанні локомотивного світлофора (див. рисунок 3.2).

У цьому випадку також вмикається свисток, але натискання РП не відверне екстреного гальмування. Машиніст повинен протягом 7 с знизити фактичну швидкість, щоб виконати умову (3.2). Якщо це йому не вдається, то відбувається екстрене гальмування і машиніст не може вплинути на гальмівну систему поїзда до його повної зупинки.

*Однократний контроль пильності машиніста* здійснюється кожного разу при зміні коду, що приймається (крім зміни на код 3) за рахунок того, що Д фіксує невідповідність коду, який приймається, показанню ЛС. При цьому лунає свисток ЕПК і

машиніст повинен підтвердити свою пильність за допомогою натискання РП.

### 3.2 Опис лабораторної установки

Лабораторна установка (рисунок 3.3) містить:

- блок задання місцезнаходження поїзда;
- дешифратор локомотивний типу ДКСВ-1;
- світлофор локомотивний (ЛС);
- електропневматичний клапан типу ЕПК-150;
- швидкостемір локомотивний типу СЛ-2;
- панель управління.

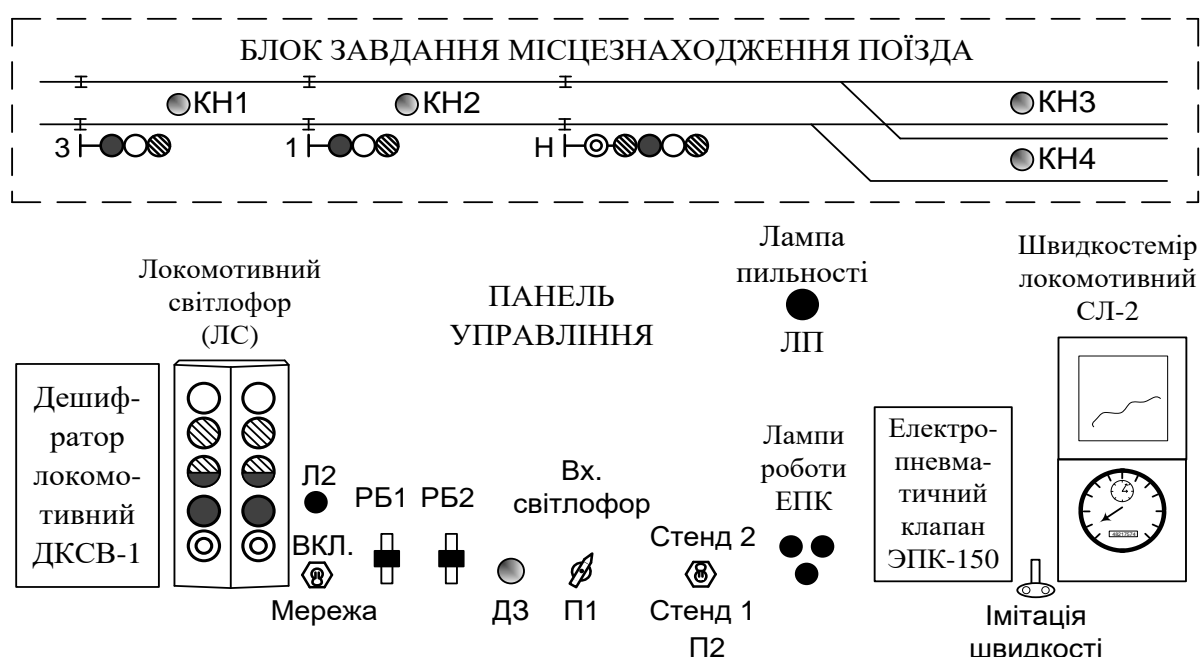


Рисунок 3.3 - Зовнішній вигляд лабораторної установки

*Блок задання місцезнаходження поїзда* містить фрагмент колійного розвитку з імітаторами світлофорів: входного Н, передвхідного 1 і прохідного 3; кнопки (КН1 - КН4) для імітації заняття поїздом дільниць а, б, в і г.

*Панель управління* містить таку індикацію й органи управління:

- тумблер увімкнення мережі живлення із сигнальною лампою (Л2);

- рукоятку пильності (РБ1), що натискається машиністом при жовтому або білому вогні на ЛС;

- рукоятку пильності (РБ2), що натискається машиністом при жовто-червоному або червоному вогні на ЛС;
- кнопку ДЗ;
- перемикач показань вхідного світлофора (П1);
- перемикач стендів (П2);
- лампу пильності (ЛП), що загорається перед увімкненням свистка ЕПК;
- лампи роботи ЕПК;
- ручку імітації швидкості поїзда.

*Установка працює таким чином.* Установлюють перемикач П1 у положення «К», П2 – в положення «Стенд 2». Вмикають живлення. При цьому починають працювати кодовий колійний трансмітер (установлений всередині стенда) і дешифратор. На вхідному світлофорі вмикається червоне світло. При висунутому положенні кнопок КН1 – КН4 (поїзд перебуває перед світлофором 3) схема імітації вибирає на КПТ код «3» і на ЛС загорається зелене світло.

### **3.3 Методика підготовки до виконання роботи**

#### 3.3.1 Підготовка до допуску.

3.3.2 За конспектом лекцій, за даними методичними вказівками і літературою [1–4] вивчити експлуатаційно-технічну характеристику, структурну схему і режими роботи АЛСБ. Після вивчення відповіді на нижченаведені питання:

- 1 Яка галузь застосування і призначення системи АЛСБ?
- 2 Які сигнальні показання має локомотивний світлофор, їхнє призначення і відповідність показанням колійного світлофора?
- 3 Що належить до колійних приладів АЛСБ?
- 4 Що належить до локомотивних приладів АЛСБ? (Пояснити за структурною схемою (рисунок 3.1)).
- 5 Що є каналом зв'язку між колійними і локомотивними приладами?
- 6 Які основні режими роботи АЛСБ (пояснити за діаграмою на рисунку 3.2)?
- 7 При якій швидкості настає режим періодичного контролю пильності, якщо поїзд рухається при жовтому вогні на ЛС?

8 При якій швидкості настає режим періодичного контролю пильності, якщо поїзд рухається при жовто-червоному і червоному вогні на ЛС?

9 При якій швидкості настає режим екстреного гальмування, якщо поїзд рухається при жовто-червоному вогні на ЛС?

10 При якій швидкості настає режим екстреного гальмування, якщо поїзд рухається при червоному вогні на ЛС?

11 Як забезпечується періодичний контроль пильності машиніста (пояснити за структурною схемою)?

12 Як забезпечується контроль допустимої швидкості екстреного гальмування (пояснити за структурною схемою)?

13 Яке призначення структурних елементів КО, ЕПК, РП, ШВ (рисунок 3.1)?

14 Яке призначення лампи білого кольору ЛП (рисунок 3.1)?

3.3.3 Підготувати заготовку звіту (пункт 3.5).

### **3.4 Методика виконання роботи в лабораторії**

3.4.1 Отримати допуск до лабораторної роботи, для чого відповісти на питання викладача (підпункт 3.3.2) і подати заготовку звіту.

3.4.2 Ознайомитися з лабораторною установкою (опис дано в пункті 1.2).

3.4.3 Установити перемикач П1 у положення «К», П2 – в положення «Стенд 2». За дозволом викладача ввімкнути лабораторну установку тумблером «Мережа» і, оперуючи кнопками КН1-КН4 і перемикачем П1, імітувати рух поїзда на зелений, після цього на жовтий і червоний вогні світлофорів.

Звернути увагу на наявність *режиму однократного контролю пильності* при зміні показань локомотивного світлофора і, при необхідності, натискати відповідну рукоятку пильності (РБ1, РБ2).

3.4.4 Оперуючи кнопками КН1-КН4 і перемикачем П1, імітувати:

а) проїзд червоного світла (задається ввімкненням червоного світла на вхідному світлофорі Н, при вільних станційних коліях, з подальшим в'їздом поїзда на станцію);

б) проїзд дозвільного сигналу світлофора і в'їзд на некодовану колію (задається ввімкненням на вхідному світлофорі жовтого або зеленого світла і після ввімкнення на локомотивному світлофорі відповідного показання переведенням перемикача П1 у положення «нема коду»).

3.4.5 Результати спостережень за підпунктами 3.4.3 і 3.4.4 описати у звіті в довільній формі.

3.4.6 Проаналізувати дію *режимів періодичного контролю пильності машиніста і контролю швидкості екстреного гальмування*, для чого описаним вище способом задавати показання локомотивного світлофора, а за допомогою ручки імітації швидкості - фактичну швидкість руху поїзда. За роботою лампи пильності, свистка ЕПК (в лабораторному макеті дзвінок) та вмиканням ламп роботи ЕПК визначити режим роботи АЛСБ (періодичний контроль пильності або перевищення швидкості екстреного гальмування).


За результатами спостережень для кожної позиції таблиці 3.1 записати: вимагається чи ні періодичний контроль пильності й перевищена чи ні допустима швидкість екстреного гальмування.

Таблиця 3.1

Показання локомотивного світлофора	Швидкість руху, км/год	Періодичний контроль пильності	Допустима швидкість екстреного гальмування
...	...	...	...
<p><b>Примітка</b> – Для зеленого показання локомотивного світлофора швидкість руху - <math>V_{max}</math>; для жовтого показання - <math>V \leq 45</math> та <math>V &gt; 45</math>; для жовто-червоного показання - <math>V \leq 10</math>, <math>10 &lt; V \leq 45</math> та <math>V &gt; 45</math>; для червоного показання - <math>V \leq 10</math>, <math>10 &lt; V \leq 20</math>, <math>V &gt; 20</math>; для білого показання - <math>V_{max}</math></p>			

3.4.7 Виконати індивідуальне завдання

З таблиці 3.2 за номером прізвища студента у журналі підгрупи обрати варіант та виконати такі дії:

- відповідно до показання вхідного світлофора (Ч або Н) та місцезнаходження поїзда, що позначений як , визначити показання прохідних світлофорів та позначити їх;

- позначити біля стрілки  $\hookrightarrow$  коди, що передаються від кожного світлофора;

- нарисувати під схематичним планом пустий прямокутник та зобразити у ньому показання локомотивного світлофора за аналогією з рисунком 3.2.

Таблиця 3.2

Ва- рі- ант	Схематичний план
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	

14	
15	

### 3.5 Зміст звіту

3.5.1 Назва і мета роботи.

3.5.2 Результати спостережень по кожному з підпунктів 3.4.3, 3.4.4.

3.5.3 Заповнена таблиця 3.1.

3.5.4 Виконане індивідуальне завдання.

### 3.6 Самостійна робота студентів

Виконати завдання за підпунктом 3.4.7 за будь-яким іншим варіантом.

**Література** [1–4].

## ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 4

### Дослідження чотирипровідної схеми управління стрілкою

#### Мета роботи

Вивчення конструкції стрілочного електричного привода.

Вивчення чотирипровідної схеми управління стрілкою та дослідження її роботи.

#### 4.1 Загальні положення

Лабораторна робота розрахована на дві години роботи в лабораторії та три години позааудиторної роботи студента.

Стрілочний електричний привод (СП) є одночасно виконавчим органом і датчиком інформації в системі електричної централізації стрілок і сигналів. Як виконавчий орган, він забезпечує переведення стрілки у два крайні положення (плюсове

і мінусове), а як датчик інформації – контроль трьох положень гостряків стрілки (плюсового, мінусового і проміжного).

Відповідно до вимог, що ставляться до систем централізованого управління стрілками і сигналами, СП повинні:

- забезпечувати при крайніх положеннях стрілки щільне прилягання гостряка до рамної рейки;
- не допускати контролю положення стрілки при зазорі між притиснутим гостряком і рамною рейкою 4 мм і більше;
- відводити інший гостряк від рамної рейки на відстань не менше ніж 125 мм.

## **4.2 Конструкція стрілочного електропривода**

Команда на переведення стрілки формується за допомогою схеми керування та надходить до стрілочного електропривода (рисунок 4.1). Через контакти автоперемикача вмикається електродвигун, який перетворює електричну енергію у механічну. Вал двигуна зв'язаний з валом редуктора, який зменшує кількість обертів та збільшує потужність. Захист електродвигуна при потраплянні стороннього предмета між гостряком та рамною рейкою забезпечує фрикційне зчеплення. Далі оберти передаються до головного вала, шиберної шестірні та шибера, де обертання головного вала перетворюються на поступальний рух шибера, який переміщує гостряки. Коли головний вал повернеться на відповідний кут та гостряки перемістяться на потрібну відстань, автоперемикач вимкне двигун. Стрілочний електропривод залишиться у такому стані до надходження наступної команди на переведення.

Фрикційне зчеплення складається з двох груп попарно з'єднаних дисків. Одна група дисків з'єднана з двигуном, а друга – з головним валом. При нормальній роботі диски зчіпляються один з одним та зусилля переведення передається від двигуна шибера. При потраплянні стороннього предмета між гостряком та рамною рейкою у фрикційному зчепленні диски починають провертатися. За рахунок цього частина передачі від головного вала до гостряків зупиняється через сторонній предмет, а інша частина передачі від двигуна до фрикційного



зчеплення хоча й повільно, але обертається. Таким чином, можна уникнути пошкодження електродвигуна.

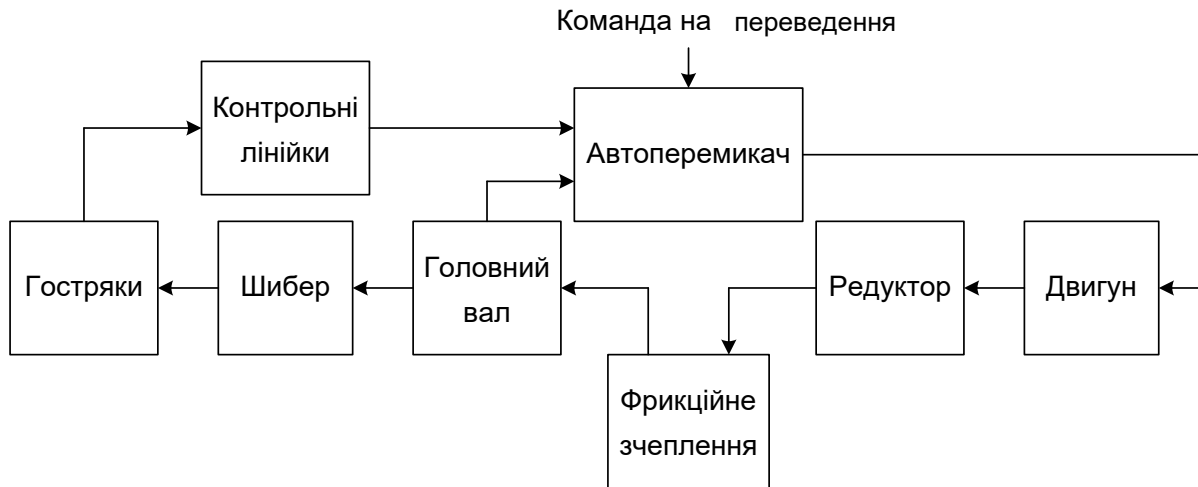


Рисунок 4.1 - Структурна схема стрілочного електропривода

На магістральному транспорті застосовуються тільки невзрізні електроприводи типу СП-3 і СП-6. Найбільш сучасним є електропривод СП-6 (рисунок 4.2).

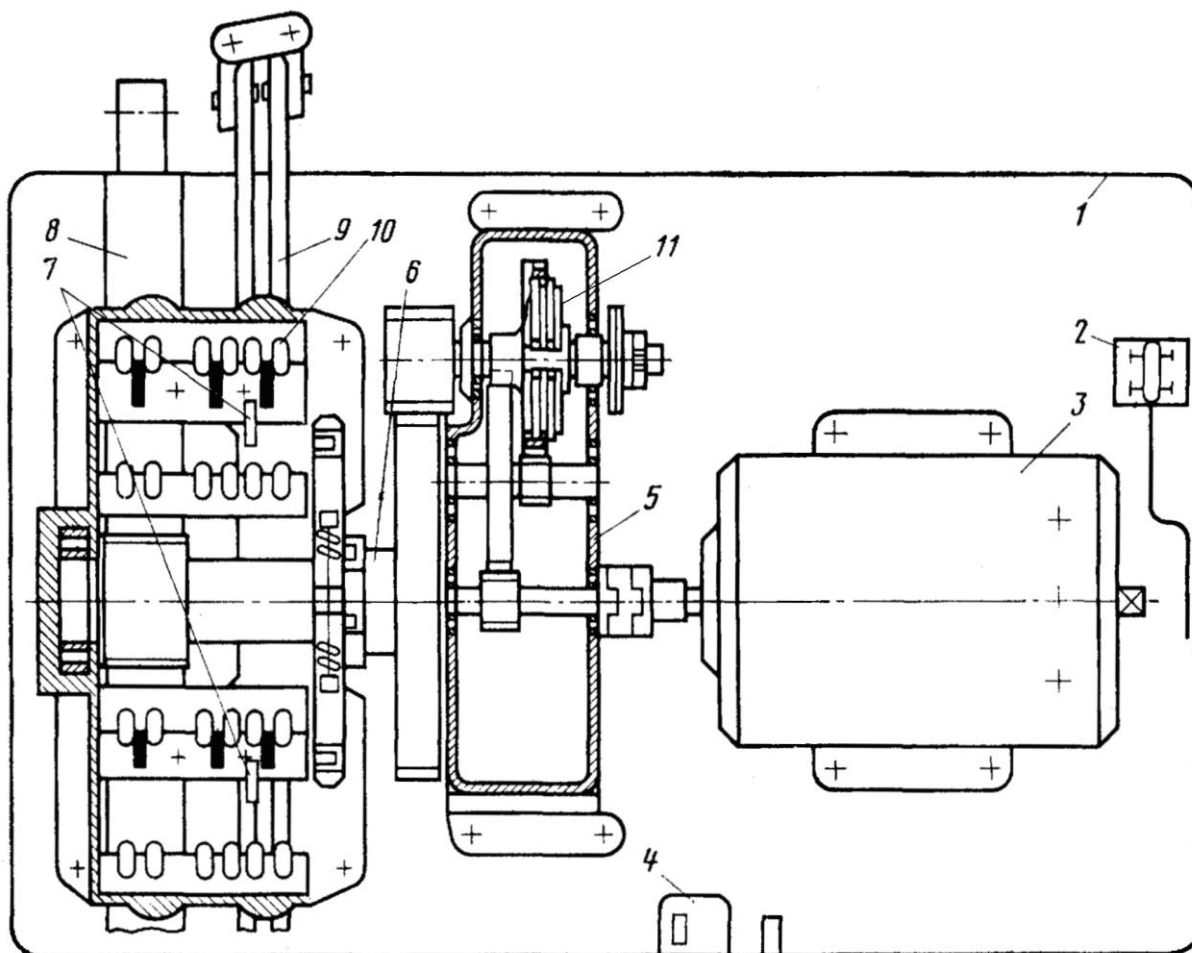


Рисунок 4.2 - Схема електропривода СП-6

У корпусі 1 розташовані: електродвигун 3; редуктор 5 з вбудованим фрикційним пристроєм 11; блок автоперемикача 10; головний вал 6; шибер 8; контрольні лінійки 9; панель освітлення 4 (для підключення переносної лампи), на якій розташовані штепсельна розетка і резистор, що регулюється; обігрівачі контактів автоперемикача 7; блокувальний пристрій 2, з'єднаний з блокувальною заслінкою.

Електродвигун 3, одержуючи живлення, обертає вал. Обертання вала передається першому з чотирьох каскадів зубчастих передач редуктора 5. Починають обертатися зубчасті колеса інших каскадів редуктора, а також вісім сталевих дисків фрикційного пристрою 11, розташованого в корпусі редуктора.

Обертання вала електродвигуна через редуктор передається головному валу 6 електропривода. Шиберна шестірня при обертанні головного вала своїми зубами штовхає зуби шибера, від чого переміщується шибер 8 (обертальний рух шестірні

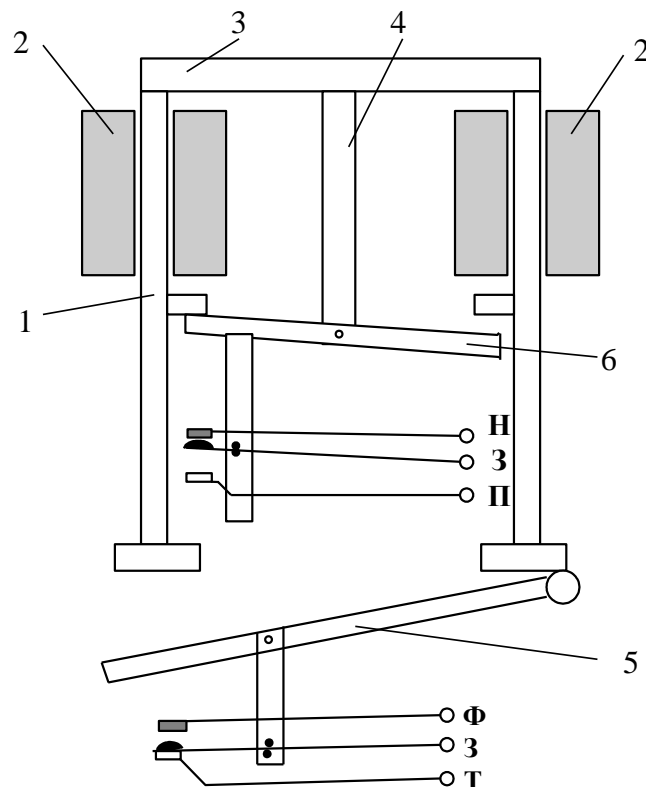
перетворюється у поступальний рух шибера), а через робочу тягу рухаються гостряки стрілки. Стрілка переводиться.

У процесі переведення стрілки блок автоперемикача працює в такій послідовності. На початку переведення стрілки розмикаються внутрішні (контрольні) контакти блока автоперемикача, через які проходять контрольні кола похідного положення стрілки, і замикаються зовнішні (робочі) контакти, через які зможуть замикатися робочі кола для можливості повернення стрілки у початкове положення. Наприкінці повного переведення стрілки розмикаються зовнішні (робочі) контакти, чим вимикають коло живлення електродвигуна, і замикаються внутрішні (контрольні) контакти, які забезпечують контроль нового положення стрілки.

#### 4.2.1 Комбіноване реле типу КМШ

**Комбіноване реле типу КМШ** (рисунок 4.3) являє собою комбінацію нейтрального і поляризованого реле.

Комбіноване реле має одну сприймаючу обмотку й два якорі: нейтральний і поляризований. Кожний з якорів має свою групу контактів. Кожний контакт називається так, як він називається в нейтрального й поляризованого реле відповідно.



### Рисунок 4.3 – Конструкція комбінованого реле типу КМШ

Комбіновані реле широко застосовуються в пристроях залізничної автоматики. Зокрема в схемі зміни напрямку руху поїздів на перегоні вони встановлюються в кожній сигнальній точці автоблокування для фіксації заданого зі станції напрямку руху. У чотирипровідній схемі керування стрілочним електроприводом комбіноване реле використовується як пускове стрілочне реле, що забезпечує перевірку умов безпеки при переведенні стрілки, а також подає живлення на електродвигун, забезпечуючи можливість реверсування (повернення з одного положення в інше та з проміжного положення в кожне з крайніх).

Електромагнітна система комбінованого реле містить: осердя 1 з подовженими полюсними наконечниками, обмотку, яка складається з двох з'єднаних послідовно напівобмоток 2, ярмо 3, постійний магніт 4, нейтральний 5 і поляризований 6 якорі з контактними тягами.

Будова контактних систем нейтрального і поляризованого якорів комбінованого реле аналогічна реле НМШ і ПМШ.

#### **Комбіноване реле має три стани:**

1) **незбуджений** – нейтральний якорі перебуває в положенні відпадання, замкнуті тилові контакти Т із загальними З. Поляризований якорі залишається в положенні прямої або зворотної полярності, у залежності від напрямку струму, що протікав до його вимкнення;

2) **збуджене струмом прямої полярності** – в цьому випадку нейтральний якорі притягнутий і фронтний Ф контакт замкнений з загальним З. Поляризований якорі перебуває в положенні прямої полярності, нормальний Н контакт замкнений з загальним З;

3) **збуджене струмом зворотної полярності** – замкнуті фронтний контакт Ф із загальним З нейтрального якоря і переведений контакт П із загальним З поляризованого якоря.

Позначення і нумерація в принципових електричних схемах обмоток (виводи 1–4) і контактів реле КМШ-3000 наведені на рисунку 4.4. Як видно з рисунка, нумерація контактів нейтрального якоря така ж, як і у реле НМШ. На відміну від

нейтрального, контакти поляризованого якоря нумеруються тризначними цифрами.

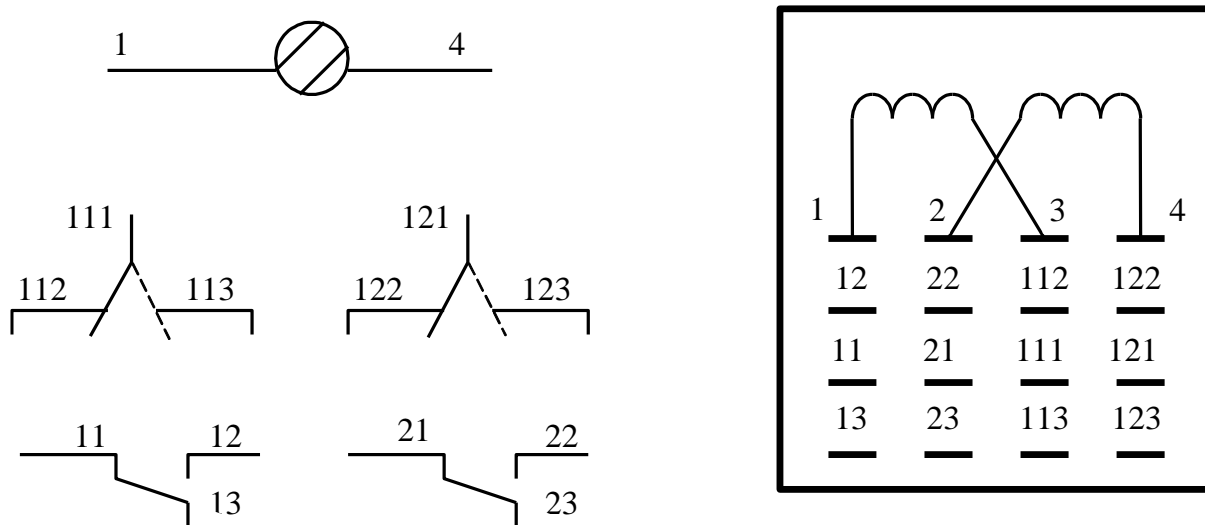


Рисунок 4.4 – Позначення обмотки (виводи 1–4) і контактів реле КМШ в принципових електричних схемах, а також нумерація контактів штепсельної колодки

Оскільки комбіноване реле має три стани, то за допомогою його контактів можна керувати трипозиційними об'єктами, наприклад, лінзовим світлофором при тризначному автоблокуванні (рисунок 4.5).

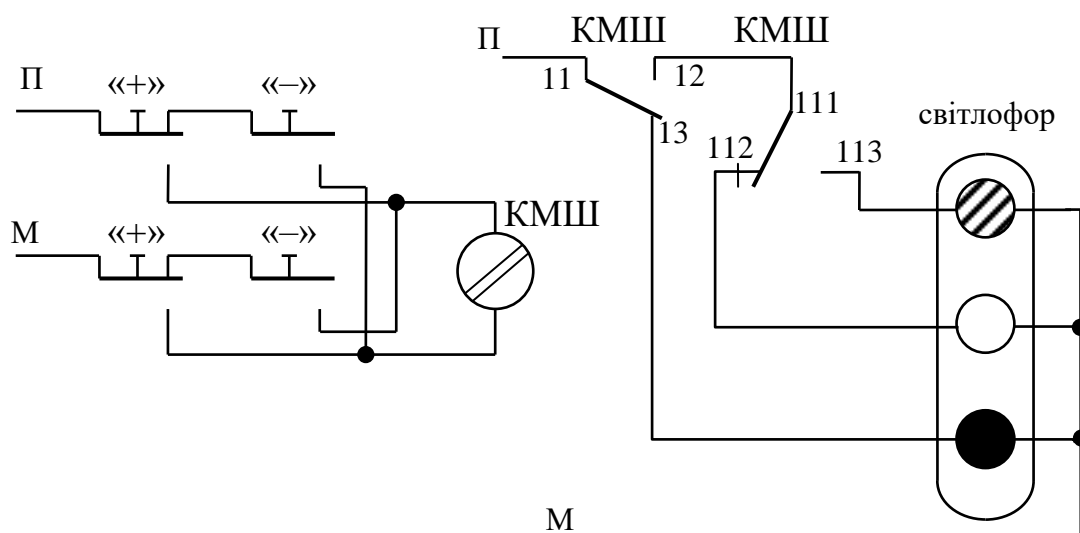


Рисунок 4.5 - Схема керування лампами світлофора

Якщо реле живиться струмом прямої полярності (при натисканні кнопки «+»), то на світлофорі горить зелений вогонь. При зворотній полярності (при натисканні кнопки «-») – жовтий вогонь. За відсутності струму в обмотці реле (жодна з кнопок не натиснута) фронтний контакт 12 нейтрального якоря розмикається із загальним 11 і, незалежно від положення поляризованих контактів (111-112-113), на світлофорі загорається червоний вогонь.

### 4.3 Схема управління стрілкою

Чотирипровідна схема управління стрілкою використовується в системах електричної централізації з центральними залежностями і місцевим живленням. Дана система централізації використовується на малих станціях з кількістю стрілок до 15. Апаратура релейної шафи чотирма проводами з'єднана з релейним приміщенням електричної централізації: два проводи керуючих і два – контрольних. Схема управління забезпечує переведення стрілки в крайні положення, контроль цих положень, контроль взрису стрілки, реверсування з крайніх і середнього положень.

Схема складається з трьох кіл: пускового, робочого та контрольного (рисунок 4.6).

**Пускове коло** (рисунок 4.6) призначене для контролю умов безпеки при переведенні стрілки, а саме:

1) стрілка вільна від рухомого складу (фронтний контакт стрілочного колійного реле рейкового кола СП замкнений із загальним);

2) стрілка не замкнена в маршрут, тобто ніякий маршрут через цю стрілку не встановлений (загальний та фронтний контакти замикаючого реле З замкнуті).

**Робоче коло** (рисунок 4.6) призначене для подачі живлення на електродвигун. Коло роботи електродвигуна замикається контактами пускового стрілочного реле ПС, а розмикається контактами автоперемикача наприкінці кожного повного переведення стрілки.

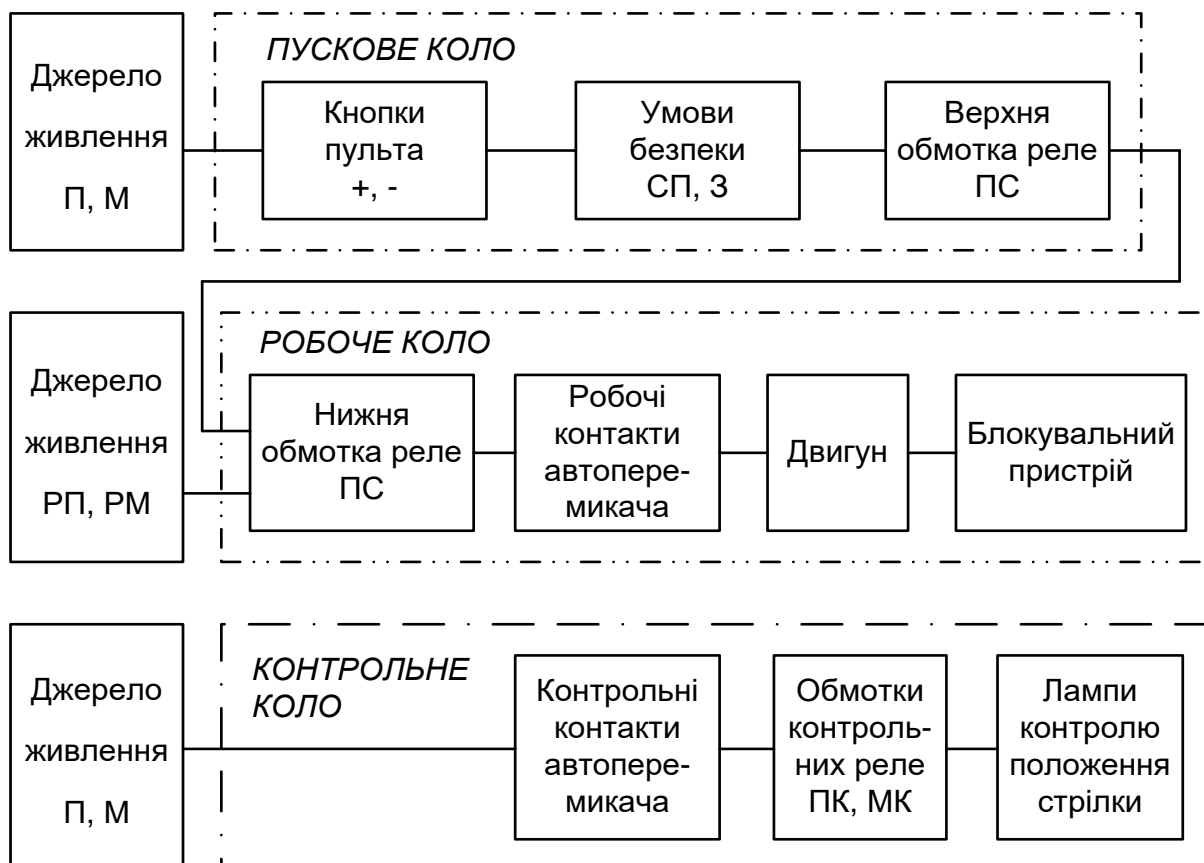


Рисунок 4.6 – Функціональна схема управління стрілкою

**Контрольне коло** (рисунок 4.6) призначене для подачі на пост електричної централізації інформації про положення гостряків стрілки. Замикання контрольного кола відбувається контактами автоперемикача при виконанні двох умов: головний вал перемістився на відповідний кут, щоб механічно замкнути гостряки стрілки, та контрольні лінійки разом з гостряками стрілки перемістилися на відповідну відстань.

Розглянемо роботу схеми управління стрілочним приводом окремо по кожному колу.

**Схема пускового кола** (рисунок 4.7) складається з джерела живлення (П, М); контактів кнопок переведення стрілки («+» та «-»); контакту стрілочного колійного реле (СП), обмотка якого включена до рейкового кола; контакту замикаючого реле (З), обмотка якого перевіряє незамкненість стрілки в маршруті; стрілочної допоміжної аварійної кнопки (ВК), що дає можливість перевести стрілку при хибній зайнятості рейкового кола, коли фронтний контакт СП розімкнений із загальним; обмотки комбінованого пускового реле (ПС).

Працює пускове коло таким чином. Черговий по станції (ДСП) при необхідності переведення стрілки натискає на пульті керування одну з кнопок переведення стрілки, що позначені «+» та «-» (на схемі показані у ненависнутому стані).

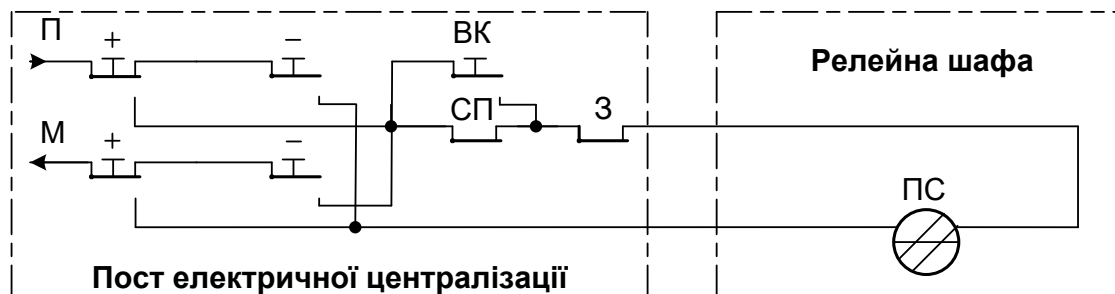


Рисунок 4.7 - Схема пускового кола

Ці кнопки багатоконтактні та комутують обидва проводи, що йдуть від поста електричної централізації (ЕЦ) до релейної шафи (РШ). Якщо обидві умови безпеки при переведенні стрілки виконані (реле СП та 3 увімкнені), то від натиснутої кнопки спрацьовує пускове реле ПС.

Від натискання кнопки «+» реле ПС отримує пряму полярність живлення (рисунок 4.7)

П-«+»-СП-3-ПС-«+»-М.

Від натискання кнопки «-» реле ПС отримує зворотну полярність живлення

П-«+»-«-»-ПС-3-СП-«-»-«+»-М.

Розглянемо більш детально виконання чи невиконання кожної умови безпеки окремо.

*Перша умова.* Якщо стрілочне рейкове коло зайняте рухомим складом або несправне, то реле СП, обмотка якого підключена до рейкового кола, буде вимкнене. Відповідний вузол схеми буде мати вигляд як на рисунку 4.8. Таким чином, розмикається пускове коло та унеможлиблюється переведення стрілки при вступі рухомого складу на стрілку.



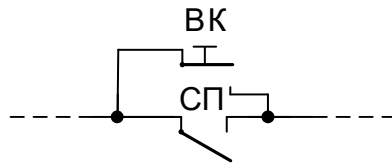


Рисунок 4.8 - Вузол схеми пускового кола стрілки при зайнятому рейковому колі (колійне реле вимкнене)

Якщо стрілочне рейкове коло вільне від рухомого складу та справне, то реле СП буде увімкнене. Загальний та фронтовий контакти реле СП будуть замкнуті, як на рисунку 4.9.

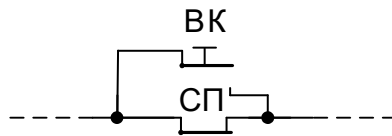


Рисунок 4.9 - Вузол схеми пускового кола стрілки при вільному рейковому колі (колійне реле увімкнене)

*Друга умова безпеки.* У випадку, коли через стрілку встановлений маршрут і на світлофорі горить дозвільне показання, необхідно унеможливити переведення стрілки. Тоді замикаюче реле З буде вимкнене, вузол схеми буде мати вигляд як на рисунку 4.10. Стрілка стає замкненою в маршруті, її переведення неможливе.

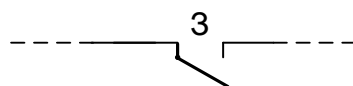


Рисунок 4.10 - Вузол схеми пускового кола стрілки при замиканні стрілки в маршруті

Якщо через цю стрілку ніякий маршрут не встановлений, то реле З увімкнене. Загальний та фронтовий контакти реле З замкнені, як на рисунку 4.11. Стрілка в маршруті не замкнена.

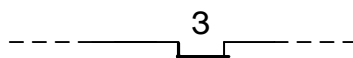


Рисунок 4.11 - Вузол схеми пускового кола стрілки при незамкнутості стрілки в маршруті

*Переведення стрілки можливе тільки при дотриманні одночасно двох умов безпеки.*

**Схема робочого кола** (рисунок 4.12) призначена для вмикання та вимикання електродвигуна та складається з джерела живлення (РП, РМ), другої обмотки реле ПС (перша обмотка включена до пускового кола), контактів нейтрального та поляризованого якорів комбінованого реле ПС, контактів автоперемикача (АП), обмоток статора та ротора електродвигуна (Д), контакту блокувального пристрою БК (при опусканні курбельної заслінки контакт розмикається).

Використовується двигун постійного струму, який має колекторний механізм. Реверсування (обертання в різні боки) двигуна у даному випадку виконано за допомогою окремих обмоток статора (нерухомої частини електромашини).

При переведенні з «+» у «-» положення робоче коло замикається так (рисунок 4.12):

РП-ПС(обмотка)-ПС(11-12)-ПС(111-113)-АП(11-12)-Д-БК-РМ.

При переведенні з «-» у «+» положення робоче коло замикається так:

РП-ПС(обмотка)-ПС(11-12)-ПС(111-112)-АП(41-42)-Д-БК-РМ.

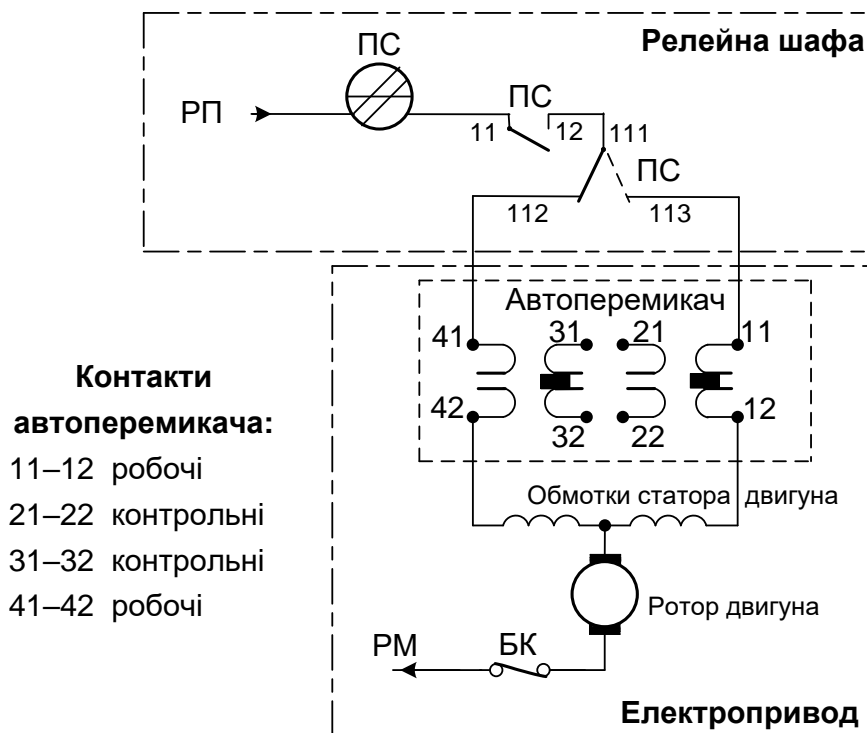


Рисунок 4.12 - Схема робочого кола

*Схема контрольного кола* (рисунок 4.13) призначена для фіксації контролю положення стрілки в обох положеннях або його відсутності. Контрольне коло складається: з джерела живлення (П, М), контактів автоперемикача 31-32 та 21-22, обмоток контрольних реле ПК і МК. Управління контрольними реле здійснюється контактами автоперемикача. Контрольні контакти автоперемикача замикаються наприкінці кожного повного переведення стрілки. Для того, щоб це відбулося, потрібне виконання двох умов: поворот головного вала на відповідний кут та переміщення гостряків на задану відстань. Якщо хоч одна з умов не виконана, то контрольні контакти не замкнуться. При плюсовому положенні стрілки замкнуте коло:

П-АП(32-31)-ПК-М,

а при мінусовому положенні:

П-АП(22-21)-МК-М.

Контактами реле ПК та МК вмикаються контрольні лампи на пульті ДСП та виконуються основні залежності ЕЦ.

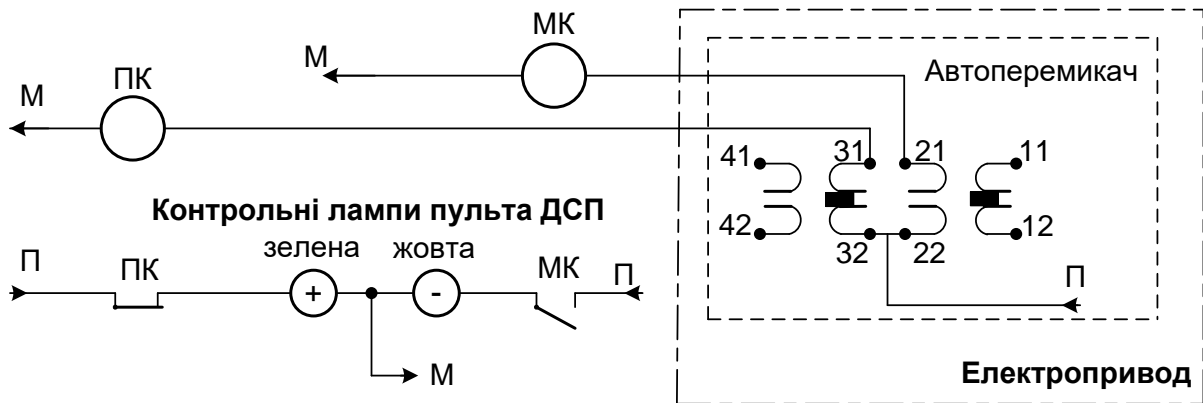


Рисунок 4.13 - Схема контрольного кола

Розглянемо **роботу схеми управління стрілочним приводом** у цілому (рисунк 4.14). У пускове і робоче кола включене пускове стрілочне реле ПС (комбінованого типу), яке розміщене в релейній шафі біля стрілки. У контрольне коло включені плюсове ПК і мінусове МК контрольні реле, які встановлені в релейному приміщенні електричної централізації. Робоче і контрольне кола проходять через контакти автоперемикача стрілочного електропривода.

Стан кіл і контактів у наведеній схемі відповідає плюсовому положенню стрілки. Контактom 31-32 автоперемикача замкнене контрольне коло реле ПК. Через замкнені загальний та фронтний контакти реле ПК на апараті управління горить зелена лампа плюсового положення стрілки.

Для переведення стрілки черговий по станції на пульті керування натискає стрілочну кнопку «+» чи «-». При цьому замикається пускове коло стрілки, якщо стрілка вільна від рухомого складу і незамкнена в маршруті. У випадку вільності стрілочної ділянки, але несправності її (реле СП буде знеструмлене), пускове коло можна замкнути натисканням допоміжної кнопки ВК. Попередньо ДСП зриває пломбу з кнопки і робить запис про це в журнал огляду.

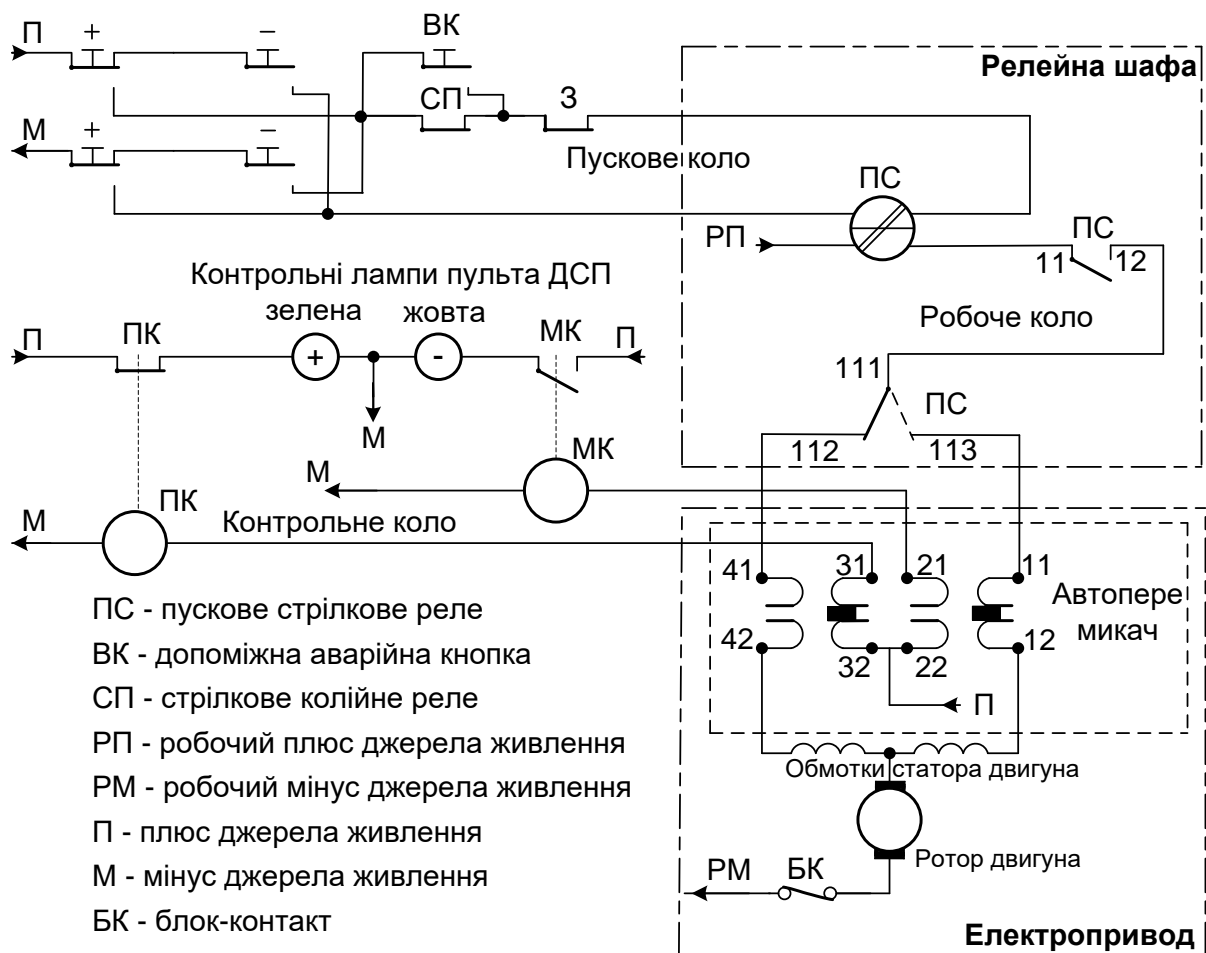


Рисунок 4.14 – Схема управління стрілочним електроприводом

Для переведення стрілки в мінусове положення черговий натискає кнопку «←» і замикає коло струму зворотної полярності в пусковому колі. Реле ПС притягує нейтральний ярір (замикається контакт 11-12), перекидає поляризований ярір (замикається контакт 111-113) і вмикає робоче коло переведення стрілки у мінусове положення. Під час переведення стрілки реле ПС одержує живлення по колу нижньої обмотки. У це коло не включений контакт реле СП, що дає змогу закінчити переведення стрілки, якщо на стрілочну ізольовану ділянку (рейкове коло) вступає рухомий склад і вимикається реле СП.

На самому початку переведення стрілки перемикається кулачок автоперемикача, який розмикає контакти 31-32 і замикає контакти 41-42. При цьому контакти 31-32 вимикають реле ПК (втрачається контроль положення стрілки), а контакти 41-42 підготовлюють коло повернення стрілки в попереднє положення. Завдяки цьому черговий по станції натисканням кнопок «+» чи «←»

може повертати стрілку з будь-якого проміжного положення. Після повного переведення стрілки у «–» перемикається другий кулачок автоперемикача, розмикаються контакти 11-12 і вимикається робоче коло електродвигуна. Замкненими контактами 21-22 вмикається контрольне реле МК і загорається на апараті управління лампа мінусового положення стрілки.

При взрізі стрілки (примусове переміщення гостряків стрілки рухомим складом) кулачки автоперемикача займають середнє положення і розмикають контакти робочих і контрольних кіл, завдяки чому вимикаються контрольні реле, гаснуть лампи контролю положення стрілки і вмикається дзвінок взрізу, а також виключається можливість переведення стрілки.

#### **4.4 Опис робочого місця**

Лабораторна робота виконується на діючому макеті, що містить:

- а) стрілочний електропривод;
- б) статив, до якого входять:
  - реле, що беруть участь у роботі схеми;
  - панель управління з кнопками для переведення стрілки у відповідне положення та лампи, що сигналізують про контроль положення стрілки.

#### **4.5 Методика виконання роботи**

##### **4.5.1 Підготовка до допуску**

4.5.1.1 За конспектом лекцій, методичними вказівками і зазначеною в них літературою [1-4] ознайомитися з конструкцією електропривода; принципами побудови спрощеної чотирипровідної схеми управління стрілкою, з лабораторною установкою та методикою досліджень.

4.5.1.2 Після ознайомлення усно відповісти на нижченаведені питання:

- 1 Яке призначення стрілочного електропривода?
- 2 Яке призначення курбельної рукоятки?

3 Яке призначення елементів стрілочного електропривода типу СП-6, таких як електродвигун, редуктор, фрикційний пристрій, блок-контакт курбельної заслінки та інші?

4 Яке призначення контактів автоперемикача і послідовність їхньої роботи в процесі переведення стрілки?

5 Яке призначення кожного з кіл схеми?

7 Які умови безпеки контролюються при переведенні стрілки?

9 З якою метою в робоче коло електродвигуна підключена нижня обмотка реле ПС?

10 Яка послідовність роботи схеми при переведенні стрілки з «+» у «-»?

11 Як вимикається коло електродвигуна після закінчення переведення стрілки?

12 Як замикаються електричні кола при:

- натисканні кнопки переведення у «+» та у «-»;
- роботі електродвигуна при переведенні у «+» та у «-»;
- контролі положення стрілки в положенні «+» і «-».

13 Як розшифровуються позначення таких реле: НМШ1-1800, КМШ-3000, ИМВШ-110, АОШ2-180/0.45.

14 Як позначається обмотка та контакти реле різних типів у принциповій схемі?

15 Як нумеруються контакти реле різних типів?

16 У чому полягає принцип дії електромагнітних реле різних типів?

4.5.1.3 Підготувати заготовку звіту (див. пункт 4.6).

## **4.5.2 Методика виконання лабораторної роботи в лабораторії**

4.5.2.1 Одержати допуск до лабораторної роботи, для чого відповісти на запитання за підпунктами 4.5.1.2.

4.5.2.2 Ознайомитися з конструкцією, принципом дії комбінованого реле. Заповнити таблицю 4.1

Таблиця 4.1

Тип реле	Найменування	Можливі стани	Положення контактів для кожного стану
СКПШ1А-100 КШ1-80 КМШ-3000			
<i>Примітка – Положення контактів відобразити для кожного стану в умовних позначеннях, прийнятих у принципових схемах</i>			

**Увага! Переведення стрілки повинно виконуватися при закритій кришці електропривода.**

4.5.2.3 Ознайомитися з розміщенням апаратури на макеті. Перевірити правильну роботу макета, для чого кілька разів перевести стрілку з одного положення в інше, щоразу перевіряючи наявність контролю цього положення.

4.5.2.4 При вимкненому макеті відкрити заслінку курбельної рукоятки; вставити курбельну рукоятку в гніздо; вручну виконати переведення стрілки з одного положення в інше.

4.5.2.5 У процесі переведення стрілки курбельною рукояткою простежити послідовність роботи автоперемикача.

4.5.2.6 Вилучити курбельну рукоятку, закрити заслінку, замкнути блок-контакти курбельної заслінки (для цього необхідно відтиснути фіксатор), увімкнути макет.

4.5.2.7 Перевірити можливість переведення стрілки при зайнятій стрілочній ділянці:

- до початку переведення стрілки;
- під час переведення стрілки.

4.5.2.8 Перевірити можливість переведення стрілки при її замкненому стані.

4.5.2.9 Переконаватися в можливості реверсування стрілки із середнього положення. Для цього необхідно при початому переведенні натиснути кнопку переведення в попереднє положення.

4.5.2.10 Дати короткий опис результатів досліджень за підпунктами 4.5.2.7–4.5.2.9, для кожного пункту окремо.

4.5.2.11 За номером прізвища студента у журналі підгрупи обрати індивідуальне завдання у таблиці 4.2.

Таблиця 4.2



Варіант	Зміст завдання
1	Стрілка в положенні «+», зайнята стрілочна ділянка
2	Переведення стрілки з «+» у «-» (при працюючому двигуні)
3	Переведення стрілки з «-» у «+» при хибній зайнятості рейкового кола
4	Стрілка замкнена в маршруті в положенні «+» і зайнята стрілочна ділянка
5	Спроба переводу стрілки з «-» в «+» при опущеній курбельній заслінці
6	Спроба переведення стрілки з «+» у «-» при зайнятій стрілочній ділянці
7	Стрілка в положенні «-», зайнята стрілочна ділянка
8	Переведення стрілки з «-» у «+» (при працюючому двигуні)
9	Стрілка повертається з середнього положення у «-»
10	Стрілка замкнена в маршруті в положенні «-», зайнята стрілочна ділянка
11	Спроба переведення стрілки з «-» в «+», якщо стрілка замкнена в маршруті
12	Спроба переведення стрілки з «-» в «+», якщо зайняте стрілочне рейкове коло
13	Стрілка зупинилась у середньому положенні при переведенні у «+»
14	Спроба переведення стрілки з «-» в «+», якщо стрілка замкнена в маршруті
15	Переведення стрілки з «+» у «-» при хибній зайнятості рейкового кола
16	Стрілка повертається з середнього положення у «+»
17	Стрілка зупинилась у середньому положенні при переведенні у «-»

У звіті на принциповій схемі управління стрілкою (рисунок 4.15) потрібно для обраного варіанта вказати конкретне положення кожного контакту, що позначені пунктирною лінією. Окрім цього, для заданого варіанта у довільній формі вказати послідовність роботи реле схеми управління стрілочним електроприводом.

У рамках самостійної роботи студентів виконати завдання за підпунктами 4.5.2.11 за будь-яким іншим варіантом.

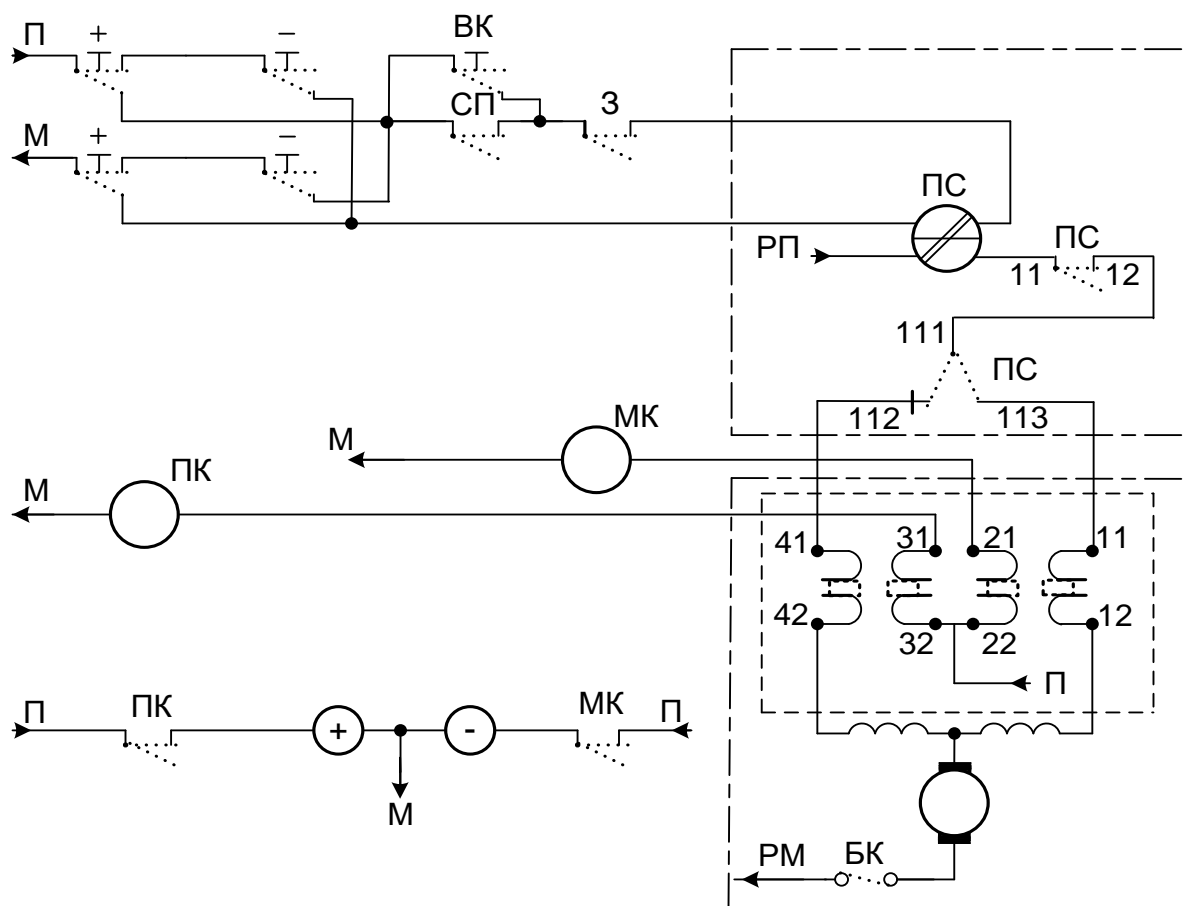


Рисунок 4.15 - Схема управління стрілочним електроприводом для виконання індивідуального завдання

## 4.6 Зміст звіту

4.6.1 Назва і мета роботи.

4.6.2 Короткий опис результатів досліджень по кожному з підпунктів 4.5.2.7-4.5.2.9.

4.6.3 Результати спостережень за роботою комбінованого реле у вигляді таблиці 4.1.

4.6.4 Чотирипровідна схема управління стрілкою з відображенням положення контактів за своїм варіантом та описом послідовності роботи реле відповідно до підпункту 4.5.2.11.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1 Устройства железнодорожной автоматики, телемеханики и связи. Ч. 1. Устройства железнодорожной автоматики и телемеханики / Под ред. Д.В. Шалягина. – М.: Изд-во РГОТУПС, 2000.

2 Інструкція з сигналізації на залізницях України. – К.: Транспорт України, 2008.

3 ПТЕ залізниць України. – К.: Транспорт України, 2002.

4 Варбанець М.Г. Системи залізничної автоматики і телемеханіки: Навч. посібник. – Харків: УкрДАЗТ, 2008. – 190 с.