



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ РУХОМ ПОЇЗДІВ
НА ПЕРЕГОНАХ

ПРАКТИКУМ

Харків 2026

УДК 681.51:656.22(075.8)

С 40

*Рекомендовано вченою радою Українського державного університету
залізничного транспорту як навчальний посібник
(витяг із протоколу № 8 від 03 липня 2026 р.)*

Рецензенти:

професори С. Г. Буряковський (НДПКІ Молнія НТУ «ХП»),

В. Г. Маслієв (НТУ «ХП»)

Авторський колектив:

В. О. Сотник, С. О. Змій, А. С. Панченко, О. В. Щебликіна

С 40

Системи керування рухом поїздів на перегонах: Практикум /
В. О. Сотник, С. О. Змій, А. С. Панченко та ін. – Харків:
УкрДУЗТ, 2026. – 186 с., рис. 65, табл. 5.

ISBN

Практикум призначений для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня спеціальностей 273 (J7) «Залізничний транспорт» і 174 (G7) «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка», які вивчають освітні компоненти «Автоматизація технологічних процесів на перегонах», «Методи та технічні засоби автоматичного регулювання технологічних процесів», «Системи керування рухом поїздів на перегонах», усіх форм здобуття освіти.

Наведено комплекс практичних занять, спрямованих на вивчення сучасних і перспективних методів інтервального регулювання руху поїздів на перегонах. Основну увагу приділено аналізу схемотехнічних рішень систем автоблокування (АБТ, АБТЦ), дослідженню роботи дешифраторів АЛСН, а також вивченню принципів побудови систем на базі лічення осей і супутникової навігації. Матеріал базований на системному підході щодо гарантування безпеки руху та впровадженні мікропроцесорної техніки в інфраструктуру залізничного транспорту.

УДК 681.51:656.22(075.8)

ISBN

© Український державний університет
залізничного транспорту, 2026.

ЗМІСТ

Вступ.....	4
ПРАКТИЧНА РОБОТА 1. Методи інтервального регулювання руху поїздів на перегонах. Поняття про безпечну зону зближення.....	6
ПРАКТИЧНА РОБОТА 2. Аналіз автоблокування як кінцевого, без зворотного зв'язку, дискретного, однонаправленого автомата	16
ПРАКТИЧНА РОБОТА 3. Аналіз роботи дешифратора числових кодів. Побудова часових діаграм роботи дешифратора ДА	28
ПРАКТИЧНА РОБОТА 4. Призначення, побудова та класифікація основних схемних вузлів АБ: рейкові кола, лінійні кола, схеми керування світлофорами, кодування сигналами АЛС.....	40
ПРАКТИЧНА РОБОТА 5. Аналіз принципів обладнання блок-ділянок перегону пристроями АБТД і АБТЦ.	51
ПРАКТИЧНА РОБОТА 6. Побудова колійного плану перегону, обладнаного системою АБТ	64
ПРАКТИЧНА РОБОТА 7. Аналіз схем АБТ	78
ПРАКТИЧНА РОБОТА 8. Побудова колійного плану перегону, обладнаного системою АБТЦ.....	97
ПРАКТИЧНА РОБОТА 9. Аналіз принципових схем АБТЦ.....	107
ПРАКТИЧНА РОБОТА 10. Аналіз принципових схем дешифратора АЛСН	129
ПРАКТИЧНА РОБОТА 11. Аналіз принципових схем автоматичної переїзної сигналізації та АПШ.....	136
ПРАКТИЧНА РОБОТА 12. Аналіз принципових схем системи автоматичного керування гальмами.....	153
ПРАКТИЧНА РОБОТА 13. Системи контролю вільності колійних ділянок на основі лічення осей	170
Бібліографічний список.....	185

ВСТУП

Для сучасного етапу розвитку залізничного транспорту характерні стрімка цифровізація та впровадження інтелектуальних систем керування рухом поїздів. Основним завданням автоматизації технологічних процесів на перегонах є підвищення пропускної спроможності залізниць за безумовного гарантування безпеки руху.

Традиційні системи автоблокування, що базовані на використанні рейкових кіл і світлофорної сигналізації, поступаються місцем більш досконалим координатним методам регулювання. Використання тональних рейкових кіл (ТРК), систем лічення осей і супутникової навігації дає змогу відмовитися від дорогого підлогового обладнання, переклавши основні функції контролю та ухвалення рішень на бортові локомотивні пристрої та централізовані пости керування.

Метою цього курсу практичних робіт є формування у здобувачів цілісного розуміння архітектури сучасних систем залізничної автоматики. Здобувачі вивчатимуть як класичні релейно-конденсаторні дешифратори, так і новітні мікропроцесорні структури, що використовують мажоритарні принципи безпеки та цифрові радіоканали передавання даних. Особливий акцент зроблено на концепції «рухомих блок-ділянок» і динамічного інтервалу попутного прямування, що є фундаментом для впровадження безпілотного керування і штучного інтелекту на транспорті.

Після виконання всіх практичних робіт здобувач матиме такі професійні компетенції: вміння проводити порівняльний аналіз традиційних та інноваційних методів інтервального регулювання, оцінюючи їхню ефективність для різних категорій залізничних ліній; навички побудови та читання колійних планів перегонів для систем АБТ і АБТЦ з урахуванням специфіки тональних рейкових кіл і відсутності ізолюючих стиків; здатність аналізувати роботу складних релейно-

конденсаторних і мікропроцесорних дешифраторів, виявляти причини відмов і будувати точні часові діаграми їх функціонування; вміння розраховувати параметри захисних ділянок і дільниць наближення для переїзної сигналізації, забезпечуючи надійний захист на перетинах доріг залізниць; розуміння принципів побудови однонаправлених ітеративних кіл і цифрових радіоканалів для передавання команд телекерування на локомотив; навички проєктування схем керування вогнями світлофорів із використанням двополюсного розмикання та контролю послідовного зайняття дільниць для виключення небезпечних станів системи; володіння методами інтеграції супутникової навігації та систем лічення осей у загальну архітектуру керування рухом для створення «рухомих блок-ділянок».

Практична робота 1

МЕТОДИ ІНТЕРВАЛЬНОГО РЕГУЛЮВАННЯ РУХУ ПОЇЗДІВ НА ПЕРЕГОНАХ. ПОНЯТТЯ ПРО БЕЗПЕЧНУ ЗОНУ ЗБЛИЖЕННЯ

Мета роботи

Вивчити принципи побудови та функціонування систем інтервального регулювання руху поїздів (ІРП). Проаналізувати перехід від традиційних методів автоблокування до сучасних координатних технологій на основі радіоканалу та супутникової навігації.

1.1. Теоретичні відомості

Розвиток систем регулювання руху на залізничному транспорті пройшов шлях від механічних залежностей до складних мікропроцесорних комплексів, що дають змогу значно збільшити пропускну спроможність дільниць. Традиційно на перегонах застосовували методи інтервального регулювання рухом поїздів, наведені нижче.

Напіваавтоматичне блокування (НАБ) – це метод, за якого перегін між станціями є єдиною ділянкою, і на перегоні може знаходитися лише один поїзд, відправлення поїздів здійснюється за відкритим вихідним світлофором, який закривається автоматично після виходу поїзда на перегін. Проте підтверджує прибуття поїзда на сусідню станцію (фіксація звільнення перегону) черговий по станції, або за допомогою пристроїв контролю цілісності складу, використовуване переважно на малодіяльних дільницях через низьку пропускну спроможність.

Автоматичне блокування (АБ) із фіксованими блок-ділянками. Це класичний метод, де перегін поділений на відрізки (блок-ділянки) довжиною від 1 до 3 км, кожна з яких огорожена світлофором. Система автоматично визначає зайнятість дільниці за допомогою рейкових кіл або лічильників осей. Сигнали світлофорів змінюються залежно від того,

скільки блок-ділянок попереду вільні. Важливою складовою цих систем є **автоматична локомотивна сигналізація (АЛС)**, яка передає показання світлофорів у кабіну машиніста і контролює пильність і швидкість. АЛС можна використовувати як самостійний засіб регулювання руху (АЛСО). У цьому випадку рух відбувається без прохідних світлофорів на перегонах. Інформація про стан колії попереду передають безпосередньо в кабіну машиніста через рейкові канали зв'язку. Машиніст керується показаннями локомотивного світлофора. Межами блок-ділянок у цьому випадку є ізолюючі стики або точки підключення апаратури. **Система АЛСР** (автоматична локомотивна сигналізація з використанням радіоканалу) є еволюційним етапом розвитку систем інтервального регулювання. Перехід від передавання даних через рейкові кола (АЛСН) до радіоканалу — це критично важливий крок для впровадження інтелектуальних систем керування та автопілотування. В Україні та країнах ЄС (у межах специфікацій ERTMS/ETCS рівнів 2 і 3) радіоканал (GSM-R, а зараз і LTE-R/5G) стає основним містком між стаціонарною інфраструктурою і бортовим комп'ютером поїзда. На відміну від традиційної АЛСН, яка передає лише три базові коди (КЖ, Ж, З), система АЛСР дає змогу передавати величезний масив телеметричної та командної інформації. Найважливішою командною операцією є дозвіл на рух — це найголовніший параметр. Радіоканал передає точну відстань у метрах, яку поїзду дозволено пройти. Також система передає точку цілі (координата, де поїзд має зупинитися) і вільність маршруту за межами видимості машиніста, поточну дозволenu швидкість, обмеження швидкості попереду (через стан колії, криві, ремонтні роботи) і цільову швидкість у точці зупинки. Важливим є те, що система передає не просто «жовте» чи «зелене» світло, а конкретну криву допустимої швидкості. Через радіоканал локомотив отримує цифрову карту дільниці в реальному часі, яка містить нахили (підйоми та спуски) для визначення гальмівного шляху, місця розташування нейтральних вставок

(для електрорухомого складу), розташування переїздів і платформ та ін. Принциповою відзнакою є те, що система передає на борт локомотива наказ на екстрене гальмування (наприклад у разі виявлення перешкоди системою ШІ на станції), дозвіл на проїзд закритого світлофора (за спеціальним протоколом), зміну режиму руху (наприклад перехід на маневрову роботу). У відповідь із локомотива організовано зворотний зв'язок: локомотив звітує системі про точні координати за даними одометрії та GPS, фактичну швидкість, цілісність складу (якщо використовують датчики на останньому вагоні), підтвердження отримання команд.

Система «Рухома блок-ділянка». Це найбільш перспективний метод, який зараз активно інтегрований із технологіями ШІ та цифрового радіозв'язку (GSM-R, LTE-R, 5G). Поняття фіксованої ділянки колії зникає. «Блок-ділянка» пересувається разом із поїздом. Безпечна відстань між поїздами розрахована динамічно в реальному часі на основі поточної швидкості обох поїздів, гальмівного шляху та профілю колії. Алгоритми нейромереж прогнозують динаміку руху та дають змогу скоротити інтервали до мінімально безпечного рівня, ураховуючи навіть погодні умови. Отже, принципова відмінність цієї системи від систем із фіксованими блок-ділянками полягає у способі розмежування поїздів і визначення безпечної дистанції. Поняття статичної дільниці відсутнє. Навколо кожного поїзда створена індивідуальна захисна блок-ділянка. Система в реальному часі знає точні координати голови і хвоста кожного поїзда. Межа дозволу на рух для наступного поїзда знаходиться на певній безпечній відстані від хвоста попереднього поїзда. Цю відстань постійно перераховують.

CBTC (Communication-Based Train Control) – це метод керування поїздами на основі передавання даних, характерний для метрополітенів і ліній Urban Rail. Принцип його роботи заснований на постійному двосторонньому зв'язку між бортовим комп'ютером поїзда і центральним процесором. Система точно знає координати голови і хвоста поїзда з

точністю до метрів, що допомагає реалізувати автоматичне керування без участі людини (GoA3/GoA4).

Основними елементами традиційних релейно-контактних систем є **електромагнітні реле** (нейтральні, поляризовані, комбіновані), які виконують логічні операції та комутацію кіл, їхня головна конструктивна особливість - неможливість зварювання фронтових контактів із тилловими та гарантоване повернення якоря за дії власної ваги зі зняттям живлення. Реле пов'язані між собою у схеми, які виключають відкриття світлофора на дозвільне показання, якщо попереду є поїзд (зайнятість ділянки), виникла несправність у колах керування або фактичне горіння лампи заборонного вогню не підтверджено. Також ці системи використовують **трансмітери**, що виробляють кодові сигнали для рейкових кіл. Релейна техніка – це «фундамент», на якому побудована вся філософія безпеки залізниць. Попри цифровізацію, принципи, закладені в релейних схемах, залишаються еталоном надійності. У традиційних системах автоблокування (АБ) реле і трансмітери виконують роль логічного «мозку» і «передавача» інформації. Трансмітер (наприклад кодовий шляховий трансмітер штепсельний, КПТШ) – це пристрій, який перетворює безперервний струм у пульсуючий (кодовий) і посиляє ці коди в рейки. Використання імпульсних кодів допомагає системі відрізнати корисний сигнал від впливу зворотного тягового струму, який повертається через рейки до підстанції, або випадкових витоків струму. Саме ці коди зчитують приймальні котушки локомотива для роботи АЛС (автоматичної локомотивної сигналізації), що дублює вогні світлофорів у кабіні машиніста. На одноколійних дільницях релейні схеми виключають можливість відправлення поїздів назустріч один одному (схема зміни напрямку). У традиційних системах взаємодія реле і трансмітерів побудована так, що будь-яка серйозна несправність призводить до більш суворого сигналу. Зараз, досліджуючи впровадження штучного інтелекту, ми намагаємося перенести цю безумовну надійність

реле в алгоритми. Проблема в тому, що нейромережа за своєю природою – імовірнісна система (вона видає результат із певною вірогідністю), тоді як реле працює детерміновано (так або ні). Завданням є створення «цифрового реле» – певного софтверного шару, який би валідував рішення ШІ з такою самою жорсткістю, як це робить реле НМШ.

Проте сучасні вимоги щодо ефективності змушують відмовлятися від дорогого підлогового обладнання, яке виконано на релейно-контактній основі, на користь координатного керування.

Сучасні системи інтервального регулювання базовані на використанні високоточного координатно-часового забезпечення від супутникових систем і цифрових радіоканалів. Це дає змогу в режимі реального часу визначати місцезнаходження локомотивів, актуалізувати електронні карти колій і здійснювати централізоване керування маршрутами. На особливу увагу заслуговує концепція динамічного інтервалу або «рухомих блок-ділянок». У такій системі бортові пристрої поїзда, що рухається попереду, визначають його координату і передають її через радіоканал до центру радіоблокування. Стаціонарне обладнання розраховує точку прицільного гальмування з урахуванням захисної ділянки, а наступний поїзд отримує ці дані та автоматично формує безпечну криву зближення.

Впровадження таких високотехнологічних систем дає змогу практично повністю відмовитися від встановлення прохідних світлофорів і прокладання дорожніх кабелів СЦБ на перегонах. Додаткову надійність забезпечують цифрові канали передавання даних і точкові канали зв'язку, які через підлогові прийомовідповідачі фіксують проходження локомотивом реперних точок. Такий комплексний підхід не лише підвищує безпеку руху, але і створює передумови для повної автоматизації керування поїздами, інтегруючи функції діагностики та самоконтролю системи.

Розглянемо блок-схему взаємодії поїздів у системі з рухомими блок-ділянками (рис. 1.1).



Рис. 1.1. Блок-схема взаємодії поїздів у системі з рухомими блок-ділянками:

поїзд В рухається попереду; поїзд А рухається слідом; центр радіоблокування (RBC) – обчислювальний центр; цифровий радіоканал – засіб зв’язку

Блок-схема реалізує координатний принцип інтервального регулювання руху поїздів, за якого безпека забезпечена не фіксованими блок-ділянками, а динамічною (рухомою) захисною зоною, що безперервно слідує за попереднім поїздом. У традиційних системах безпеки руху перегін поділений на фіксовані блок-ділянки. Поїзд може рухатися лише після повного звільнення попередньої ділянки. Це знижує пропускну спроможність дільниць. Система з рухомими блок-ділянками працює інакше: безпечна зона рухається разом із поїздом, наступний поїзд орієнтується не на світлофор, а на координату попереднього поїзда. Поїзд В вимірює швидкість, обчислює пройдений шлях і визначає свою поточну координату. Це називають одометричним позиціонуванням. Оскільки одометр може помилятися, на колії встановлюють пасивні колійні прийомовідповідачі (реперні точки). Із проходженням через них координата буде уточнена і похибка зменшена. Скорегована координата передається з поїзда В через цифровий радіоканал до Центру радіоблокування (RBC). Передавання відбувається безперервно. RBC виконує головну логічну роботу: приймає координату поїзда В, визначає координату хвоста поїзда В, додає захисну ділянку (запас безпеки) та обчислює точку прицільного гальмування. Ця точка є межею, до якої може рухатися поїзд А. RBC також передає поїзду А координату точки прицільного гальмування. Поїзд А отримує координату від RBC. Бортова апаратура безпеки аналізує відстань до точки зупинки, ураховує поточну швидкість і формує безпечну криву гальмування. Поїзд А рухається так, щоб не перевищувати допустиму швидкість, і в разі потреби автоматично гальмує. Отже, у цій системі блок-ділянка прив'язана до поїзда В. Вона рухається разом із ним, і її межа постійно перераховувана.

Основна мета полягає в гарантуванні безпечного зближення поїзда А (наступного) із поїздом В (попереднім), мінімізації інтервалу руху та виключенні необхідності використання колійних світлофорів і рейкових кіл

на перегонах. У цьому випадку поїзд стає активним датчиком, що постійно звітує Центру радіоблокування. Поїзд В (що йде за поїздом А) передає пакет даних – Train Report (Звіт поїзда). Поїзд передає дані про своє місцезнаходження, визначене за допомогою бортових одометрів (датчиків на осях), радарів і корекції за допомогою баліз (пасивних міток на колії). RBC використовує це для побудови «динамічної карти» перегону. На основі координати поїзда В система розуміє, яку ділянку колії він фактично займає і де знаходиться його «голова». Це критично важлива інформація для систем із рухомими блок-ділянками (Level 3). Поїзд В повідомляє, що всі вагони на місці, і склад не розірвався. Якщо склад цілий, RBC може миттєво звільнити колію за хвостом поїзда В для наступного поїзда (С). Без цього підтвердження систему неможливо перевести в режим рухомих блок-ділянок, оскільки залишається ризик залишення вагона на перегоні. Поїзд повідомляє не лише, де він є, а й куди і як швидко він рухається. RBC аналізує ці дані для прогнозування потенційних конфліктних ситуацій. Якщо поїзд В рухається занадто швидко і наближається до межі свого дозволу на рух, RBC може заздалегідь надіслати попередження або скорегувати параметри руху. Поїзд В передає свій номер, довжину складу, тип гальмівної системи та поточний режим. RBC підбирає індивідуальну криву гальмування для цього конкретного поїзда. ШІ в складі RBC урахує, що важкий вантажний поїзд зупиняється довше, ніж легкий пасажирський експрес, і динамічно розраховує безпечний інтервал. Кожного разу, коли RBC надсилає поїзду В новий «Дозвіл на рух», поїзд має підтвердити «Зрозумів, прийняв, виконую». Це забезпечує принцип замкненого циклу керування. Якщо RBC не отримує підтвердження протягом кількох мілісекунд, система безпеки ініціює захисні заходи (наприклад екстрене гальмування).

Головна особливість алгоритму полягає в тому, що блок-ділянка не закріплена за колією, вона переміщується разом із поїздом. Кожне

оновлення координати поїзда В призводить до переобчислення точки прицільного гальмування і зміщення межі рухомої блок-ділянки. Алгоритм не має логічного завершення під час руху, він працює у циклічному, безперервному режимі. Цикл: Вимірювання → Передавання → Обчислення → Передавання → Керування → Оновлення.

Переваги цього алгоритму полягають у тому, що він дає змогу:

- відмовитися від світлофорів на перегонах;
- створити мінімальні міжпоїзні інтервали;
- підвищити пропускну спроможність дільниць;
- він є цифровою основою для цифрових двійників;
- він здатний адаптуватися до швидкостей і умов руху.

1.2. Завдання для виконання роботи

1. На основі наданого матеріалу скласти перелік методів інтервального регулювання рухом поїздів, стисло пояснити принцип їхньої роботи у вигляді табл. 1.1.

Таблиця 1.1

Метод	Пропускна спроможність	Складність інфраструктури	Рівень цифровізації
НАБ			
АБ			
Система «Рухома блок-ділянка»			
CBTC (Communication-Based Train Control)			

2. Визначити перелік завдань у сфері безпеки, де найбільш ефективно застосовують супутникові технології.

3. Використовуючи структурну схему (рис. 1.1), описати алгоритм взаємодії двох поїздів для реалізації «рухомих блок-ділянок».

Контрольні запитання

1. Які переваги дає перенесення функцій безпеки з перегінного обладнання безпосередньо на локомотив?
2. Чим відрізняється робота нейтрального реле від поляризованого?
3. У чому принципова відмінність системи з рухомими блок-ділянками від традиційної системи з фіксованими блок-ділянками?
4. Яку інформацію поїзд В передає до Центру радіоблокування (RBC)? Для чого її використовують?
5. Для чого в алгоритмі використовують пасивні колійні прийомовідповідачі (реперні точки)?
6. Що таке точка прицільного гальмування і як її розраховують?
7. Як поїзд гарантує безпечний рух після отримання дозволу на рух від RBC?

Література [1-3].

Практична робота 2

АНАЛІЗ АВТОБЛОКУВАННЯ ЯК КІНЦЕВОГО, БЕЗ ЗВОРОТНОГО ЗВ'ЯЗКУ, ДИСКРЕТНОГО, ОДНОНАПРАВЛЕНОГО АВТОМАТА

Мета роботи

Ознайомлення з моделюванням систем автоблокування. Навчитися подавати систему автоматичного блокування у вигляді дискретного автомата і аналізувати процеси перетворення інформації в ітеративних колах.

2.1. Теоретичні відомості

У сучасній науці термін «автомат» означає не лише фізичний пристрій, що працює без участі людини, а і математичну модель, яка описує перетворення вхідної інформації у вихідну. Системи інтервального регулювання руху поїздів (ІРПІ), зокрема автоблокування, розглядають як дискретні автомати, де час сприймають як послідовність окремих моментів, у які сигнали можуть змінювати свої значення.

Класифікація

1. Залежно від типу сигналів, що використовують для подання інформації в автоматі, і характеру роботи автомата в часі автомати поділяють на два класи:

- автомати безперервної дії;
- автомати дискретної дії (дискретні автомати).

В автоматах безперервної дії використано безперервні за рівнем сигнали. Час сприймають як безперервну величину.

У дискретних автоматах використано дискретні сигнали. Час сприймають як дискретну величину, тобто виділяють окремі дискретні моменти часу, у які сигнали в автоматі можуть набувати відмінних від нуля значень або в які можливі зміни значень сигналів в автоматі.

2. Залежно від характеру перетворення інформації в часі дискретні автомати поділяють:

- на синхронні;
- асинхронні.

У синхронному дискретному автоматі можливі два способи зміни значень рівня сигналів:

1) зміни за рівнем сигналів можливі лише окремі фіксовані моменти часу, у проміжках зміни, значення всіх сигналів в автоматі збережені незмінними. При цьому вважають, що зміни відбуваються за нескінченно малий проміжок часу. Час, що відображений у номерах інтервалів, називають автоматичним часом;

У синхронному дискретному автоматі як за використання безперервних у часі сигналів (рис. 2.1, а), так і використання дискретних у часі сигналів (рис. 2.1, б) моменти автоматного часу, у які відбуваються зміни сигналів або в які існують сигнали, розділені однаковими інтервалами часу тривалістю t , які отримали назву тактів. У цьому автоматі ці моменти часу задані з допомогою спеціального пристрою, так званого генератора тактових сигналів.

В асинхронних дискретних автоматах моменти автоматного часу не задані примусово за допомогою генератора і можуть зайняти будь-яке положення в часі.

3. Залежно від сигналів на m виходах від сигналів на n входах:

1) значення сигналів на виходах автомата в певний час залежать тільки від значень сигналів на входах у той самий час:

$$y_j(t) = F_j[x_i(t)]; \quad i = 1, \dots, n; \quad j = 1, \dots, m.$$

Такий автомат називають автоматом без пам'яті або комбінаційною схемою (рис. 2.2, а), те саме, що і логічна схема;

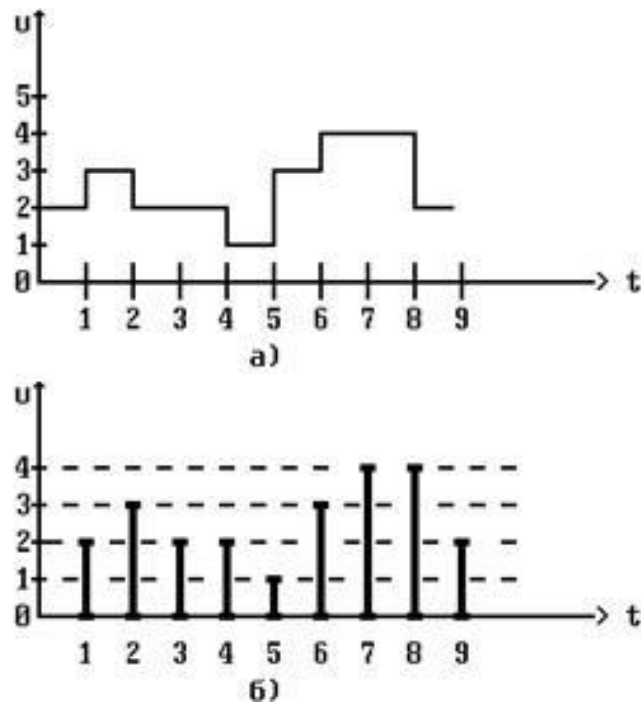


Рис. 2.1. Зміна дискретного за рівнем сигналу функції автоматичного часу:

а – графік зміни дискретного за рівнем сигналу U функції автоматичного часу t ; б – сигнали можуть набувати відмінних від нуля значень лише в окремі фіксовані моменти часу, у цьому випадку номерують не інтервали часу, а моменти часу, і час автоматично виражений у номерах моментів часу

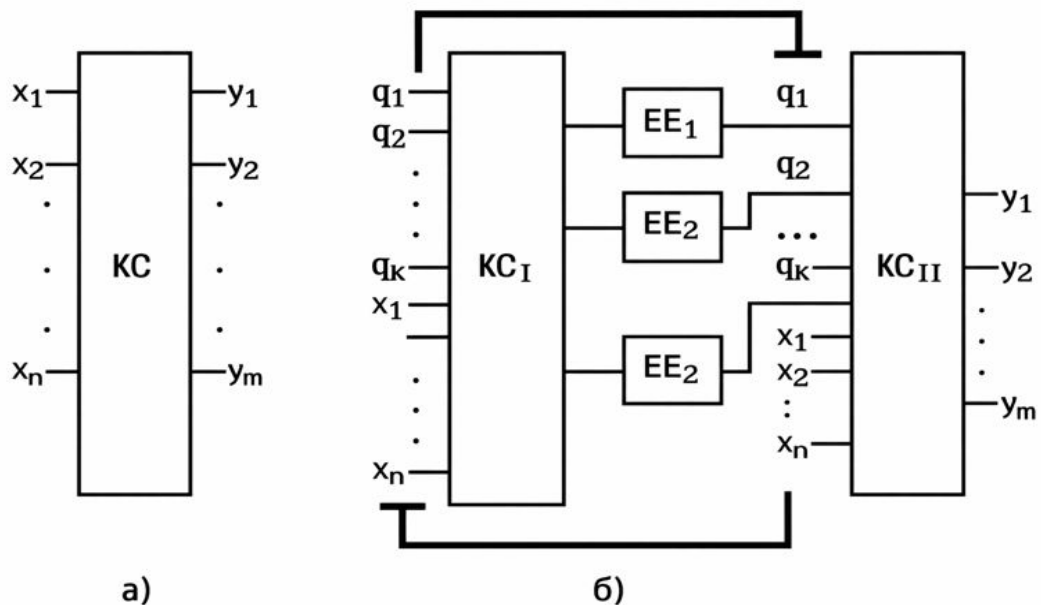


Рис. 2.2. Дискретні автомати:

а – автомат без пам'яті, б – автомат із пам'яттю

2) значення сигналів на виходах автомата в певний час залежать від значень сигналів на входах автомата в той самий момент часу і попередні моменти часу:

$$y_j(t) = F_j[x_i(t), x_i(t-1), \dots, x_i(0)]; \quad i = 1, \dots, n, j = 1, \dots, m.$$

Такий автомат називають автоматом із пам'яттю (рис. 2.2, б).

Очевидно, що автомат без пам'яті є окремим випадком автомата з пам'яттю.

Значення вихідних сигналів в автоматі з пам'яттю будь-якої миті залежить від значень вхідних сигналів у кінцеву кількість попередніх моментів автоматного часу. Тому дискретні автомати з пам'яттю іноді називають кінцевими автоматами. Насправді широке застосування знайшли автомати з пам'яттю, значення вихідних сигналів яких залежить від значень сигналів на входах у той самий і попередній моменти часу. У поняття кінцевого автомата входять також кінцева кількість значень вхідних і вихідних сигналів.

Окремі значення дискретних за рівнем сигналів у дискретних автоматах закодовані літерами деякого алфавіту. У ЦС зазвичай для кодування сигналів використано алфавіт, що складається з двох літер (цифр) – нуля та одиниці. Автомати з кодуванням значень сигналів цифрами (0 і 1) часто називають цифровими автоматами.

Для опису роботи цифрового автомата використовують спеціальний математичний апарат – апарат двійкових функцій. Теоретично розглядають двійкові функції двійкових аргументів і двійкові функції, аргументи яких можуть набувати більше двох значень. Математичний апарат, у якому використано двійкові функції двійкових аргументів, називають обчисленням висловлювань чи алгеброю логіки, чи булевою алгеброю. Математичний апарат, у якому використано двійкові функції недвійкових аргументів, називають обчисленням предикатів.

Отже, автомат – це будь-який пристрій, який здійснює перетворення інформації. Найчастіше застосовують цифрові автомати, основою яких є алгебра логіки.

Кінцеві автомати. Дискретно-детерміновані схеми

Кінцевий автомат – це автомат, у якого безліч значень внутрішніх станів, вхідних і вихідних сигналів кінцеві.

На основі теорії автоматів система подана як автомат, що переробляє дискретну інформацію та змінює свої внутрішні стани лише в допустимі моменти часу $t \in Z_0 = \{0, 1, 2, \dots\}$.

Автомат можна подати як деякий пристрій (чорний ящик), на який передають вхідні сигнали та знімають вихідні (рис. 2.3).

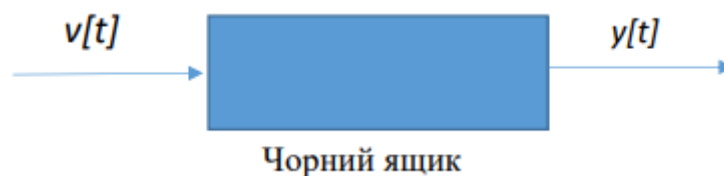


Рис. 2.3

Але оскільки в автомата, за визначенням, існує внутрішня характеристика (стан), це робить «чорний» ящик «сірим» (рис. 2.4).

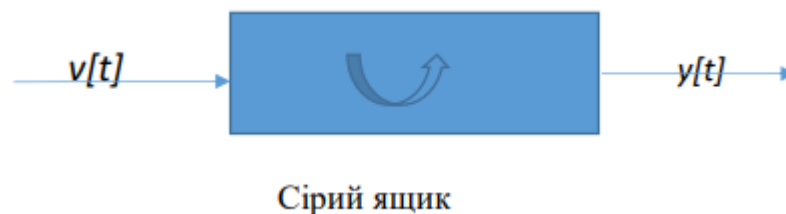


Рис. 2.4

Прикладом таких автоматів може бути сигнальна установка автоматичного блокування. На вхід такої сигнальної установки подана

інформація про стан спереду лежачої блок-ділянки $V(t)$ у реальному масштабі часу, на її виході видана інформація на блок-ділянку, яку огорожує ця сигнальна установка $Y(t)$, також у реальному масштабі часу. Вихідна інформація вже буде мати не тільки вихідні параметри, але і характеристики самої сигнальної установки (стан пристроїв установки, їх справність і т. п.).

Дискретні просторові моделі. Системи інтервального регулювання руху поїздів на перегонах (ІРРП) можна подати як структуру, яка складається з окремих функціональних вузлів, які пов'язані між собою деяким регулярним способом. Функціональний вузол не змінюється ні в часі ні в просторі, він не змінюється конструктивно за зміни будь-яких параметрів на його вході і не змінює свої функціональні можливості (рис. 2.5). Ці вузли не є динамічними системами, а являють собою чистий перетворювач «вхід-вихід» або клітину без пам'яті. Її вхід і вихід пов'язані лінійним перетворенням, яке обумовлено матрицею з деяким числовим полем K .

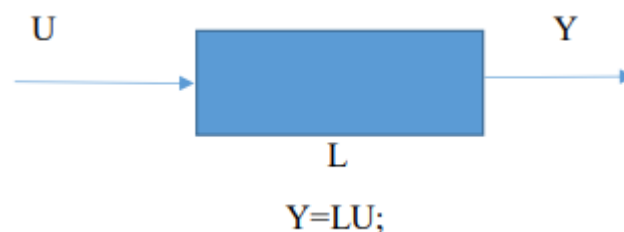


Рис. 2.5

Прикладом клітини без пам'яті може бути кодовий дешифратор ДА. Його внутрішня конструкція ніяк не змінюється зі зміною кодів на його вході, а вихідні значення будуть залежати від того, який код поступить на його вхід і як він його розшифрує.

Клітина з пам'яттю – це лінійна стаціонарна дискретно-часова динамічна система.

Вона складніша за клітину без пам'яті в тому відношенні, що, хоча її структура «зашита», тимчасовими затримками повністю не нехтуємо, вважаючи лише, що всі вони кратні одній, прийнятій за одиничну, і зводимо їх до неї, при цьому змінними станами вважаємо вхідні сигнали елементів затримки. Як приклад - сама система ІРРП у стані, коли на ділянці декілька потягів, інформація про них врахована і впливає на стан вихідних параметрів вузлів системи.

Одновимірні однонаправлені лінійні ітеративні кола

Кожне з одновимірних однонаправлених лінійних ітеративних кіл є нескінченним праворуч ланцюжком клітин без пам'яті.

Клітинам присвоюють номери з 0 до S . Кожна клітина з номером $S=\{1,2,3,\dots\}$ має зовнішній вхід $U(S)$ і зовнішній вихід $Y(S)$, а також внутрішні входи/ виходи від $X(1)$ до $X(S-1)$. Клітина з номером 0 крайня і має внутрішній вихід $X(0)$ (рис. 2.6). Клітини ідентичні (у т. ч. коло просторово однорідне), і їх можна описати рівнянням

$$\begin{bmatrix} x(s) \\ y(s) \end{bmatrix} = \mathbf{L} \begin{bmatrix} x(s-1) \\ u(s) \end{bmatrix}$$

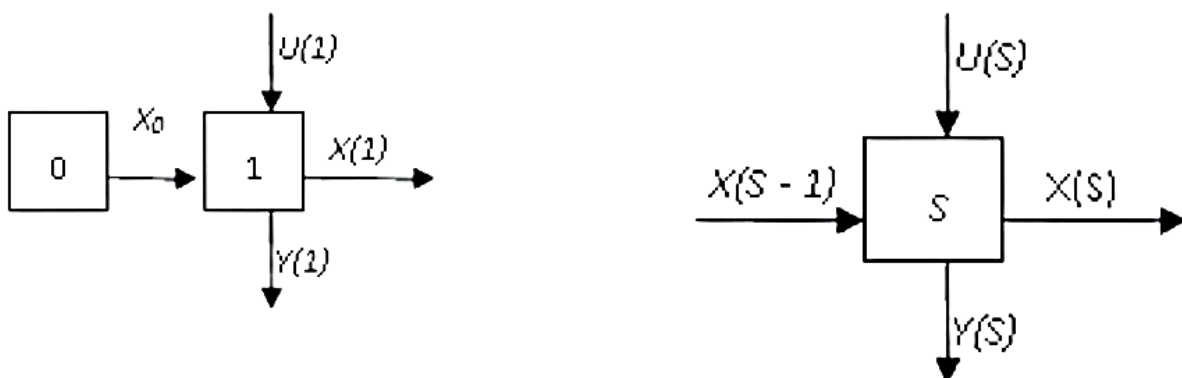


Рис. 2.6

Якщо поділити матрицю L на блоки, то отримаємо рівняння станів 1 виходів одномірного однонаправленого лінійного інтегрованого кола. Ці рівняння формально ідентичні рівнянням стаціонарної лінійної дискретно-часової системи.

Для аналізу АБ використовують модель одновимірних однонаправлених лінійних ітеративних кіл (рис. 2.7).

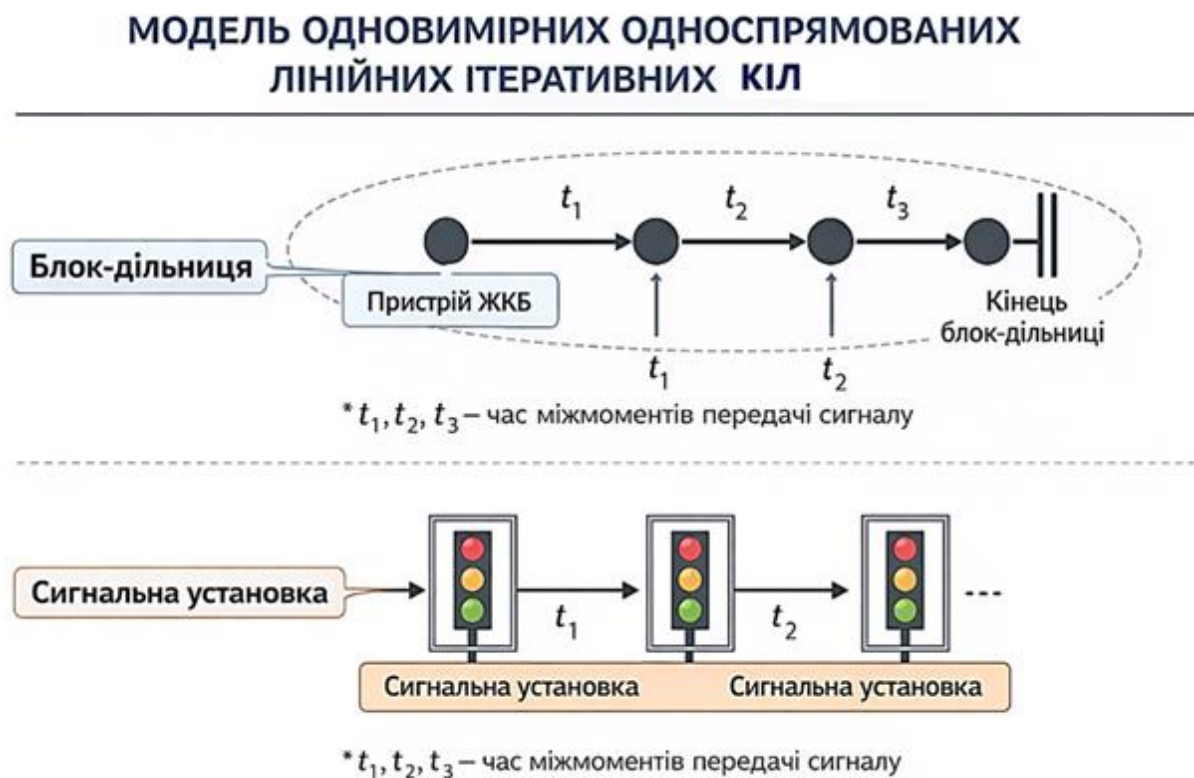


Рис. 2.7. Модель одновимірних однонаправлених лінійних ітеративних кіл для блок-ділянки та сигнальної установки

У цій моделі кожна блок-ділянка або сигнальна установка розглянуті як окрема клітина кола. Кожна клітина з номером S має:

- зовнішній вхід $U(S)$: стан рейкової лінії (вільна/зайнята поїздом);
- внутрішній вхід $X(S-1)$: інформація, що надходить від попередньої клітини (стан наступної блок-ділянки);
- зовнішній вихід $Y(S)$: показання світлофора для цієї ділянки;

- внутрішній вихід $X(S)$: передавання інформації до наступної клітини (наступного за рухом світлофора).

Модель одновимірних однонаправлених лінійних ітеративних кіл застосована для формалізованого опису роботи систем автоблокування як дискретних автоматів. Її основне призначення:

- описати логіку взаємодії між послідовними блок-ділянками;
- формалізувати передавання інформації між сигнальними установками;
- надати математичну основу для аналізу безпеки та надійності.

Одновимірність і лінійність моделі. Одновимірність моделі полягає в тому, що всі елементи системи розташовані вздовж однієї координати – осі колії. Кожна клітина кола відповідає одній блок-ділянці або одній сигнальній установці. Просторові зв'язки враховують лише між сусідніми елементами. Лінійність моделі пояснюють тим, що клітини з'єднані послідовно, без розгалужень. Передавання інформації відбувається від клітини S до клітини $S+1$ у строго визначеному порядку.

Однонаправленість інформаційних зв'язків. Інформація в моделі передавана лише в одному напрямку – назустріч руху поїзда; від наступної блок-ділянки до попередньої сигнальної установки. Це відповідає реальним системам автоблокування, де світлофор «дивиться» вперед і рішення ухвалює на основі стану наступної ділянки.

Клітина ітеративного кола. Кожна клітина з номером S описана як елементарний автомат, що має чітко визначені входи і виходи. Зовнішній вхід $U(S)$ відображає стан рейкової лінії на певній блок-ділянці, він має дискретні значення: «вільна» або «зайнята поїздом». Внутрішній вхід $X(S-1)$ надходить від попередньої клітини кола і містить інформацію про стан наступної блок-ділянки або сигнальної установки. Зовнішній вихід $Y(S)$ формує показання світлофора для певної блок-ділянки та реалізує рішення автомата у фізичному вигляді (зелений, жовтий, червоний).

Внутрішній вихід $X(S)$ передає інформацію до наступної клітини і є логічним сигналом для формування показань попереднього світлофора.

Модель є ітеративною, тобто стан кожної клітини визначений на кожному дискретному такті часу, обчислення виконують послідовно вздовж кола.

На схемі введені моменти: t_1, t_2, t_3 – час між моментами передавання сигналу.

Це дає змогу моделювати затримки і аналізувати динаміку переходів сигналів.

Модель блок-ділянки

У верхній частині схеми блок-ділянка подана як послідовність логічних елементів, об'єднаних у коло обробки інформації. Фізичний зміст полягає в тому, що блок-ділянка «спостерігає» за своїм станом, передає інформацію далі і бере участь у формуванні дозволу або заборони руху.

Модель сигнальної установки

У нижній частині схеми кожна клітина відповідає одному світлофору. Світлофори з'єднані в лінійне логічне коло. Кожна сигнальна установка приймає інформацію від наступної, ураховує стан власної блок-ділянки та формує власне показання.

Автомат без пам'яті – це автомат, у якому вихід залежить лише від поточних входів. Використовують він для простих режимів.

Автомат із пам'яттю – це автомат, у якому враховано попередній стан. Застосовують для кодування сигналів, захисту від короточасних збоїв, перегорання ламп світлофорів і т. ін.

Формально клітина описана рівнянням

$$[Y(S), X(S)] = L \cdot [U(S), X(S-1)],$$

де L – матриця логічних перетворень;

$U(S), X(S-1)$ – вхідний вектор;

$Y(S), X(S)$ – вихідний вектор.

Така модель дає змогу аналізувати коректність роботи автоблокування, досліджувати відмови, порівнювати традиційні та координатні системи і використовувати формальний апарат теорії автоматів.

Отже, автоблокування – це не лише колійні пристрої, а дискретний автомат, у якому кожна блок-ділянка є логічною клітиною кола.

Оскільки в традиційних системах АБ інформація передавана лише в одному напрямку (назустріч руху поїзда), такий автомат називають однонаправленим. Якщо стан системи в поточний момент залежить лише від вхідних сигналів, автомат вважають «без пам'яті». Якщо ж ураховують попередні стани (наприклад для забезпечення кодування або з перегоранням ламп), таку систему розглядають як автомат «із пам'яттю». Математично таку структуру можна описати рівнянням матриці L , що пов'язує вхідні та вихідні вектори клітини.

2.2. Програма виконання роботи

1. Проаналізувати систему АБ за характером сигналів (безперервні/дискретні) і способом зміни значень (синхронні/асинхронні).

2. Накреслити схему кола для перегону, що складається з трьох-чотирьох блок-ділянок для дискретного такту часу, позначивши всі входи (U , X) і виходи (Y).

3. Визначити, як змінюється стан виходу $Y(S)$ (вогонь світлофора) залежно від комбінації входу $U(S)$ (зайнятість своєї ділянки) і внутрішнього входу $X(S-1)$ (вогонь наступного світлофора).

4. Навести приклади вузлів АБ, які можна класифікувати як клітини з пам'яттю (наприклад реле, що фіксують напрямок руху або стан переїзної сигналізації).

2.3. Завдання для звіту

1. Дати визначення дискретного автомата стосовно систем залізничної автоматики.
2. Зобразити схему одновимірного однонаправленого ітеративного кола за матеріалами заняття.
3. Описати рівняння перетворення сигналів у клітині S за допомогою матриці L.
4. Зробити висновок про те, як подання АБ у вигляді кінцевого автомата допомагає для розроблення мікропроцесорних систем СЦБ.

Контрольні запитання

1. Чим відрізняються автомати безперервної дії від дискретних?
2. Що таке «просторово однорідне коло» у контексті автоблокування?
3. Які параметри системи АБ можна вважати «клітинами без пам'яті»?
4. Як впливає наявність декількох потягів на ділянці на стан вихідних параметрів системи як кінцевого автомата?
5. Яку фізичну інформацію відображає зовнішній вхід $U(S)$ клітини ітеративного кола та які його можливі стани?
6. Яке призначення внутрішнього входу $X(S-1)$ і чому в моделі він переданий лише в одному напрямку?
7. Чим відрізняється зовнішній вихід $Y(S)$ від внутрішнього виходу $X(S)$ з точки зору їхнього функціонального призначення?
8. Як у моделі враховують час (t_1, t_2, t_3) і чому це важливо для аналізу роботи сигнальних установок?
9. У яких випадках клітину ітеративного кола розглядають як автомат із пам'яттю, яку практичну задачу це допомагає розв'язати?

Література [1-5].

1. БС-ДА (блок лічильників): містить реле-лічильники 1 і 1А, сигнальні реле Ж та З, а також випрямляч.

2. БК-ДА (блок конденсаторів): містить накопичувальні конденсатори С1, С2 і С3.

3. БИ-ДА (блок вимкнення): забезпечує захист від небезпечних відмов і короткого замикання ізолюючих стиків за допомогою реле ПТ, В та Т.

Принцип роботи для приймання різних кодів:

- код КЖ (червоно-жовтий) складається з одного імпульсу в циклі. Із його надходженням спрацьовує реле-лічильник 1, що забезпечує періодичне підзарядження конденсаторів С1 і С2, які живлять сигнальне реле Ж;

- код Ж (жовтий) складається з двох імпульсів, розділених коротким інтервалом. Спрацьовування лічильника 1А в короткому інтервалі дає змогу замикати коло живлення реле З від другого імпульсу;

- код З (зелений) містить три імпульси. Робота дешифратора аналогічна прийманню коду Ж, реле З отримує додаткове підживлення від третього імпульсу.

3.2. Алгоритм аналізу роботи кіл

Робота дешифратора описана через послідовність ввімкнення шести основних кіл:

- перше коло – будження реле-лічильника 1;
- друге коло – зарядження конденсатора С1;
- третє коло – збудження реле В із контролем асинхронності роботи суміжних точок;

- четверте коло – розрядження С1 на реле Ж і зарядження С2;

- п'яте коло – збудження інтервального лічильника 1А у короткому інтервалі;

- шосте коло - збудження реле З і зарядження С3 від другого імпульсу.

Розглянемо роботу дешифратора ДА для приймання кодів стосовно прохідних світлофорів 3, 5 і 7 двоколійного автоблокування з одностороннім рухом і знаходження поїзда на ділянці ЗП. Кодові сигнали виробляють кодові шляхові трансмітери типів КПТШ-5 і КПТШ-7, які чергуються в кожній сигнальній установці (рис. 3.2).

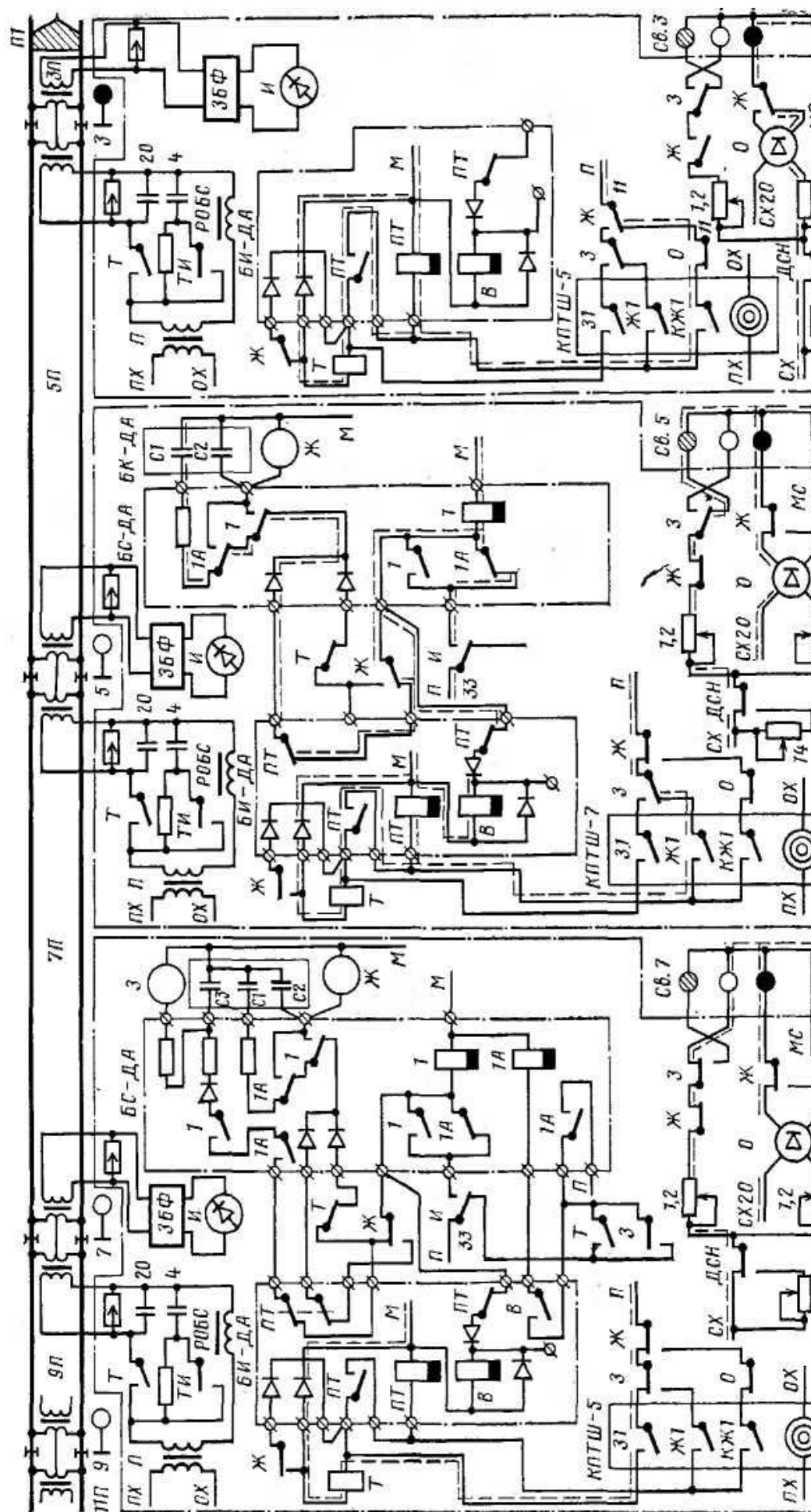


Рис. 3.2. Принципова схема прохідних світлофорів 3, 5 і 7 двокольового автоблокування з одностороннім рухом

Трансмітери виробляють числові коди, однакові за структурою, але розрізняються за часом кодового циклу. За рахунок цього в суміжних рейкових колах протікають зрушені за часом імпульси струму, що дає змогу захистити в разі короткого замикання ізолюючих стиків, що розділяють рейкові кола.

Унаслідок зайнятого стану рейкового кола 3П реле И і дешифратор у світлофора 3 не працюють, вимкнені сигнальні реле Ж і З і на світлофорі ввімкнений червоний вогонь. Контактми 11-13 реле Ж і 11-12 реле О вибирають код КЖ трансмітера КПТШ-5. За колами, показаними штриховими лініями, працюють реле ПТ і Т, у рейкове коло 5П переданий код КЖ, у якого тривалість імпульсу становить 0,23 с, а довгого інтервалу – 0,57 с. На приймальному кінці рейкового кола 5П у світлофора 5 від кожного імпульсу спрацьовує реле И, замикаючи контакт 33-13, включає дешифратор (рис. 3.3).

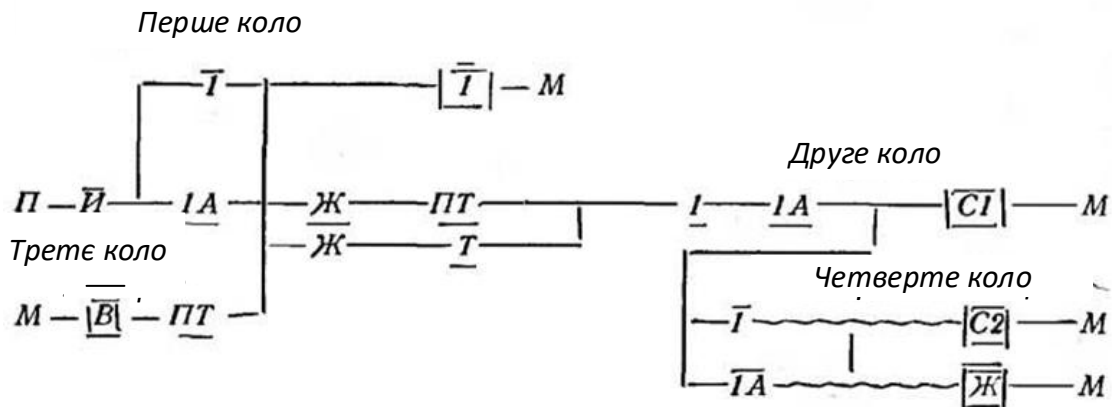


Рис. 3.3. Схема збудження реле дешифратора від коду КЖ світлофора 5

За першим колом ввімкнено живлення реле-лічильника 1, який має уповільнення притягання якоря 0,15 с. На час цього уповільнення діє миттєве друге коло, за яким відбувається заряджання конденсатора С1. До моменту спрацьовування реле Ж друге коло проходить через тилові

контакти реле Ж і ПТ, після спрацювання реле Ж через фронтний контакт цього реле і тильний контакт реле Т суміжного рейкового кола.

Послідовним ввімкненням фронтного контакту реле И і тильного реле Т першої кола перевіряють асинхронне проходження імпульсів у суміжних рейкових колах, що необхідно для контролю короткого замикання ізолюючих стиків. За третім колом збуджується реле з контролем відсутності кодового імпульсу в суміжному рейковому колі (тильний контакт реле ПТ) і перевіркою того, що кодовий імпульс надходить із власного рейкового кола.

Притягуючи яр, лічильник 1 самоблокується, тильним контактом відключає друге коло заряджання конденсатора С1, а фронтним контактом вмикає четверте коло розряджання конденсатора С1 на обмотку реле Ж і конденсатор С2. Реле Ж, притягуючи яр фронтними контактами, вмикає на світлофорі 5 коло лампи жовтого вогню. Із припиненням кодового імпульсу реле И відпускає яр і вмикає лічильник 1 і реле В. Після імпульсу в код КЖ надходить довгий інтервал 0,57 с, тому лічильник 1 і реле В, витримавши уповільнення 0,30 с, відпускають свої якорі; реле отримує живлення за рахунок розряджання конденсатора С2 і утримує яр притягнутим. Із подальшим прийманням коду КЖ від кожного імпульсу відбуваються спрацювання лічильника 1 і періодичне підзаряджання конденсаторів С1 і С2, через що реле Ж, отримуючи живлення поперемінно від цих конденсаторів, утримує яр притягнутим і зберігає на світлофорі горіння жовтого вогню. Ємність конденсатора С2 підібрана так, щоб забезпечити в реле Ж по можливості мінімальне уповільнення, що достатнє для утримання якоря в довгому інтервалі і не створює великої затяжки на закриття світлофора з моменту зайняття рейкового кола поїздом. Час уповільнення реле Ж за номінальних значень ємностей С1 і С2 і напруги живлення становить 1,8-2,2 с. Якщо на світлофорі 3 перегорає лампа червоного вогню, то контакт реле розмикає коло реле Т. Кодування

рейкового кола 5П припиняється, і на світлофорі 5 спалахує червоний вогонь. Перегорання ламп вогнів, що дозволяють рух, не контролюване.

Кола дешифратора побудовані так, що забезпечена безперервна перевірка імпульсної роботи реле И та реле-лічильників. У разі тривалого збудження реле И, наприклад із залипанням якоря реле або потраплянням тягового струму, також збуджений лічильник 1. Фронтним контактом цього лічильника конденсатори С1 і С2 постійно підключені до реле Ж і, не отримуючи підживлення, повністю розряджаються. Реле Ж відпускає якір, і на світлофорі замість дозвільного спалахує червоний вогонь. Так само відбувається вимкнення реле Ж через залипання якоря реле-лічильника 1 або 1А. У разі мостового замикання контактів 13-33-53 реле И збуджуються реле 1, 1А; коло заряджання конденсатора С1 переривається, що призводить до вимкнення реле Ж і перемикає на світлофорі вогню на червоний. За тривалого невимкнення реле И припиняється процес «заряджання-розряджання» конденсаторів С1 і С2, знеструмлюється реле Ж, і на світлофорі також з'являється червоний вогонь.

У разі припинення імпульсної роботи лічильника 1, коли його якір залишається у відпущеному положенні, від першого кодового імпульсу заряджається конденсатор С1, і спрацьовує реле В. У короткому інтервалі збуджується лічильник 1А, через фронтний контакт якого конденсатор С1 розряджається на реле Ж і конденсатор С2. На другому кодовому імпульсі тиловим контактом лічильника 1А всі кола дешифратора вимкнені. Після витримування уповільнення відпускає якір реле И вимикає лічильник 1А. Після цього повторюється робота кіл, аналогічна прийманню першого кодового імпульсу. Отже, приймання будь-якого коду з неспрацюванням лічильника 1 буде розшифроване як код КЖ, і на світлофорі горітиме жовтий вогонь.

За нормальної роботи дешифратора з моменту ввімкнення на світлофорі 5 жовтого вогню фронтний контакт реле Ж вибирає код

трансмiтера КПТШ-7 (рис. 3.4). За колами, показаними штриховими лiнiями, працюють реле ПТ i Т. За iмпульсноi роботи реле Т у рейкове коло 7П поданi два iмпульси в кожному кодовому циклi: 0,35 i 0,6 с, роздiленi коротким iнтервалом 0,12 с, пiсля чого надходить довгий iнтервал 0,79 с. На приймальному кiнцi рейкового кола 7П у свiтлофора 7 кодовi iмпульси сприймає реле И та контактами 33-13-53 вмикає дешифратор. Вiд першого кодового iмпульсу працюють кола (рис. 3.4).

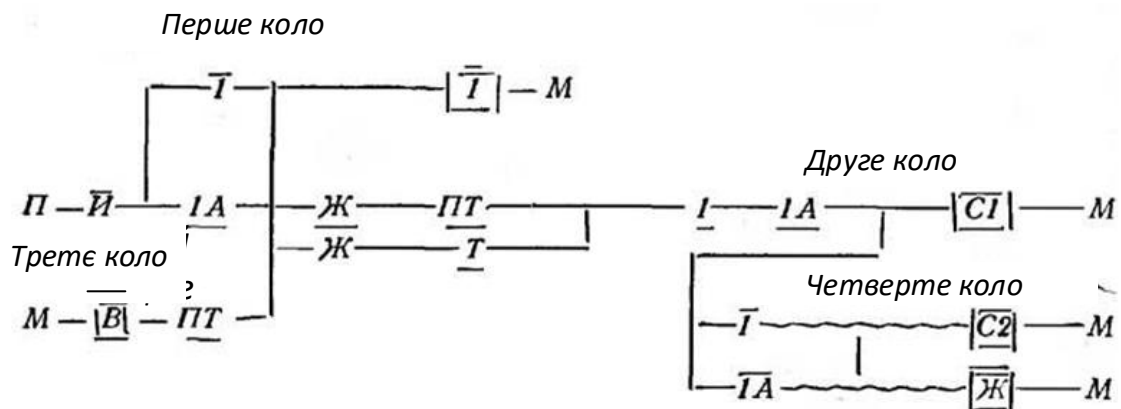


Рис. 3.4. Схема збудження реле дешифратора вiд коду КЖ свiтлофора 7

За першим колом з уповiльненням 0,15 с збуджується i притягує якiр лiчильник 1; за миттєвим другим колом, що дiє на час уповiльнення лiчильника 1, через його тiловий контакт вiдбувається заряджання конденсатора С1.

До моменту спрацьовування реле Ж миттєве друге коло проходить через тiлові контакти реле Ж i ПТ; пiсля спрацьовування реле Ж – через фронтний контакт реле Ж i тiловий контакт реле Т сумiжного рейкового кола. Послiдовним ввiмкненням у другому колi фронтного контакту реле Ж i тилового контакту реле Т перевiряють вiдсутнiсть кодового iмпульсу в сумiжному рейковому колi за наявностi кодового iмпульсу у власному рейковому колi, тобто асинхронне проходження iмпульсiв у сумiжних рейкових колах, що необхідно для контролю короткого замикання стикiв.

За третім колом збуджується реле, ввімкнене через тиловий контакт реле ПТ, чим перевіряють відсутність кодового імпульсу суміжного рейкового кола 9П і контролюють надходження кодового імпульсу з власного рейкового кола 7П. Притягуючи якір, лічильник 1 самоблокується і одночасно перемикає конденсатор С1 з другого кола заряджання на четверте коло розряджання для збудження реле Ж і заряджання конденсатора С2.

У малому кодовому інтервалі реле И відпускає якір, реле-лічильник 1 і реле, маючи більше уповільнення, ніж час інтервалу (0,12 с), утримують якорі притягнутими. Створюється коло для збудження інтервального реле-лічильника 1А (рис. 3.5).

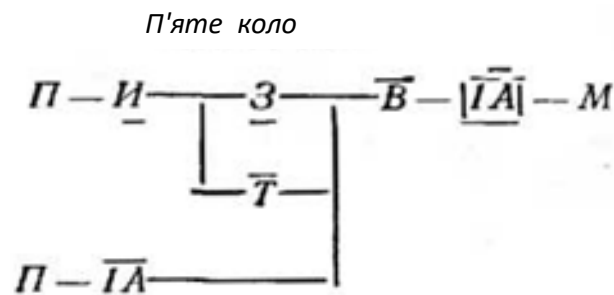


Рис. 3.5. Схема збудження інтервального реле-лічильника 1А

Спочатку, до появи на світлофорі зеленого вогню, коло проходить через тиловий контакт реле 3. Після збудження цього реле коло проходить через тиловий контакт реле И власного рейкового кола і фронтовий контакт реле Т суміжного рейкового кола. Таким ввімкненням контактів перевіряють наявність кодового імпульсу в суміжному рейковому колі за відсутності кодового імпульсу у власному рейковому колі, тобто асинхронне проходження кодових імпульсів у суміжних рейкових колах, що необхідно для контролю короткого замикання ізолюючих стиків. Реле И, притягуючи якір від другого кодового імпульсу, вмикає шосте коло збудження реле 3 і заряджання конденсатора С3 (рис. 3.6).

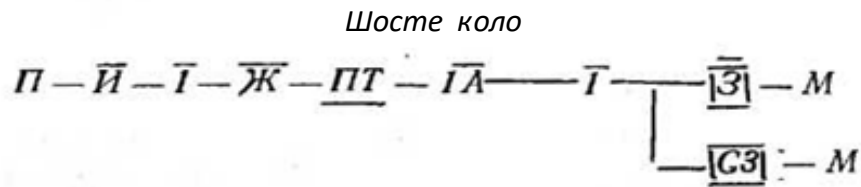


Рис. 3.6. Схема збудження реле 3

За збудженого стану реле Ж і 3 через їхні фронтові контакти вмикається коло горіння лампи зеленого вогню на світлофорі 7. У довгому інтервалі кодового циклу з уповільненням 0,3 с відпускають якорі лічильник 1 і В. Вимикає лічильник 1А, який з уповільненням 0,25 також відпускає якір до кінця довгого інтервалу. У той час, коли реле-лічильники 1 і 1А утримують якорі притягнутими, реле Ж отримує живлення від конденсатора С1, а після відпускання якорів лічильників – від конденсатора С2.

Реле 3 може збудитися тільки з надходженням коду, що має не менше двох імпульсів у кодовому циклі, що перевіряють порушенням двох лічильників 1 і 1А. Спрацюванням лічильника 1 фіксують надходження першого імпульсу в кодовому циклі; спрацюванням лічильника 1А – короткого інтервалу між імпульсами; вторинним спрацюванням реле И за збуджених лічильників 1 і 1А – надходження другого імпульсу в кодовому циклі.

Із прийманням коду з одним імпульсом у кодовому циклі (код КЖ) коло для спрацювання реле 3 не замикається, оскільки з надходженням першого імпульсу спрацює лічильник 1, у довгому інтервалі спрацює лічильник 1А, але коло реле 3 залишається розімкнений фронтовим контактом реле И.

У довгому інтервалі лічильники 1 і 1А відпускають свої якорі, тому на момент спрацювання реле від кодового імпульсу наступного кодового циклу коло реле 3 продовжує залишатися розімкненим. На весь час приймання коду Ж світлофора 7 реле 3 збуджено по колу, що проходить

через фронтові контакти лічильників 1 і 1А і реле И, або за вимкнених лічильників за рахунок розряджання конденсатора СЗ. Отже, на весь час надходження кодових імпульсів коду Ж реле Ж і З знаходяться у збудженому стані, і на світлофорі 7 горить зелений вогонь.

Захист від небезпечних відмов передбачений у колі реле З. Залипання якоря лічильника 1А може призвести до спрацьовування реле З від коду КЖ і появи на світлофорі замість жовтого зеленого вогню. Небезпечна відмова виключена тим, що в коло первинного збудження лічильника 1 ввімкнений тиловий контакт лічильника 1А. Із залипанням якоря лічильника 1А не утворюються кола збудження лічильника 1, заряджання конденсатора С1 і збудження реле Ж. На світлофорі вогонь, що дозволяє, змінюється на червоний.

У коло збудження реле З ввімкнений фронтний контакт реле Ж для виключення проблиску зеленого вогню зі зміною показань світлофора з червоного на жовтий вогонь.

За рахунок уповільнення на відпускання якоря реле Ж і З світлофора 5 у рейкове коло 7 спочатку подано код З (Ж) і тільки після відпускання якорів сигнальних реле - код КЖ. Із короткочасним надходженням коду З(Ж) збуджується тільки реле Ж; час збудження реле З значно більше за час надходження неправдивого коду, і воно не спрацьовує.

Із моменту ввімкнення на світлофорі 7 зеленого вогню фронтними контактами реле Ж і З вибрано код З трансмітера КПТШ-5. За колом, показаним штриховою лінією, працює реле Т (реле ПТ не працює) і посиляє в рейкове коло 9П код З, що складається з трьох кодових імпульсів у кодовому циклі: 0,35 с - перший імпульс; 0,22 с – другий, 0,22 с – третій. Кодові імпульси розділені двома короткими інтервалами, 0,12 с кожен; довгий інтервал між циклами дорівнює 0,57 с.

На приймальному кінці рейкового кола 9 у світлофорі 9 (схема дешифратора цього світлофора не показана) кодові імпульси сприймає реле і своїми контактами вмикає дешифратор. Порядок роботи дешифратора

такий: від першого імпульсу коду 3 миттєвого кола заряджається конденсатор С1, потім спрацьовують лічильник 1 і реле В. Із цього моменту конденсатор С1 починає розряджатися на реле Ж і конденсатор С2. У першому короткому інтервалі збуджується лічильник 1А. Від другого імпульсу коду збуджується реле 3 і заряджається конденсатор С3. У другому короткому інтервалі зміни у стані лічильників не відбувається. У третьому імпульсі повторюється заряджання конденсатора С3, і живлення подано на реле 3 безпосередньо від джерела живлення.

Отже, за тризначної сигналізації код 3 рівноцінний коду Ж. Через фронтові контакти реле Ж і 3 на світлофорі ввімкнена лампа зеленого вогню. Одночасно вибано коло для кодування рейкового кола 11П кодом 3.

У колі реле 3 передбачений такий захист. За тривалого збудження або незбудження реле И припиняється живлення реле Ж. Розмикаючи фронтний контакт, воно вимикає реле 3 і на світлофорі вмикається червоний вогонь. У разі мостового замикання контакту реле И збуджуються реле 1, В і 1А, що призводить до вимкнення реле Ж і потім реле 3, і на світлофорі вмикається червоний вогонь.

3.3. Програма виконання практичної роботи

1. Побудувати часову діаграму для коду КЖ, Ж та 3:
 - відкласти на осі часу тривалість імпульсу(ів) та інтервалу(ів) для КПТШ-7;
 - побудувати роботу реле И, 1, 1А, В, Ж, 3 і конденсатора С2.
2. Проаналізувати захисні функції:
 - описати дію дешифратора в разі «залипання» якоря реле И;
 - описати захист від ввімкнення більш дозвільного показання в разі пробої ізолюючих стиків.

3. Сформулювати умови, за яких на світлофорі вмикається зелений вогонь (спрацювання реле Ж та З).

Контрольні запитання

1. Яке призначення конденсатора С2 у блоці БК-ДА?
2. Чому реле Ж має уповільнення на відпускання 1,8–2,2 с?
3. Як дешифратор розрізняє код КЖ від кодів Ж та З?
4. Навіщо в дешифраторі використано реле ПТ?
5. Яку роль відіграє резистор R04 у блоці БС-ДА і як він запобігає появі помилкового дозвільного вогню?
6. Як відбувається захист від залипання якоря реле-лічильника 1А?
7. Для чого у блоці БК-ДА встановлено резистор Rт?
8. Як дешифратор реагує на тривале збудження імпульсного реле И (наприклад із потраплянням тягового струму в рейкове коло)?
9. Яка функція діодів VD1, VD2, VD3 у схемі БС-ДА?

Література [6-9].

Практична робота 4

ПРИЗНАЧЕННЯ, ПОБУДОВА ТА КЛАСИФІКАЦІЯ ОСНОВНИХ СХЕМНИХ ВУЗЛІВ АБ: РЕЙКОВІ КОЛА, ЛІНІЙНІ КОЛА, СХЕМИ КЕРУВАННЯ СВІТЛОФОРАМИ, КОДУВАННЯ СИГНАЛАМИ АЛС

Мета роботи

Вивчити призначення, побудову та класифікацію основних схемних вузлів АБ: рейкові кола, лінійні кола, схеми керування світлофорами, кодування сигналами АЛС.

4.1. Теоретичні відомості

4.1.1. Рейкові кола (РК)

Рейкові кола є первинним датчиком інформації про стан колійних ділянок. Вони забезпечують контроль вільності ділянки, фіксацію зайнятості в разі шунтування колесами поїзда та виявлення зламу рейок (контрольний режим).

Рейкові кола являють собою електричне коло, у якому є джерело живлення та навантаження (колійне реле), а провідниками електричного струму є рейкові нитки залізничної колії. Електрична схема умовного рейкового кола (рис. 4.1) складається з живильного кінця, рейкової лінії та релейного кінця. На живильному кінці розташовано джерело живлення, скажімо якийсь акумулятор, який працює в буфері з випрямлячем. Живлення поступає в рейкову лінію, яка складається з рейок, стикових з'єднувачів та ізольованих стиків. На релейному кінці розташований колійний приймач.

Вибір частоти рейкового кола (25 або 50 Гц) залежить насамперед від типу тяги на ділянці. Це критично для забезпечення завадостійкості та безпеки.

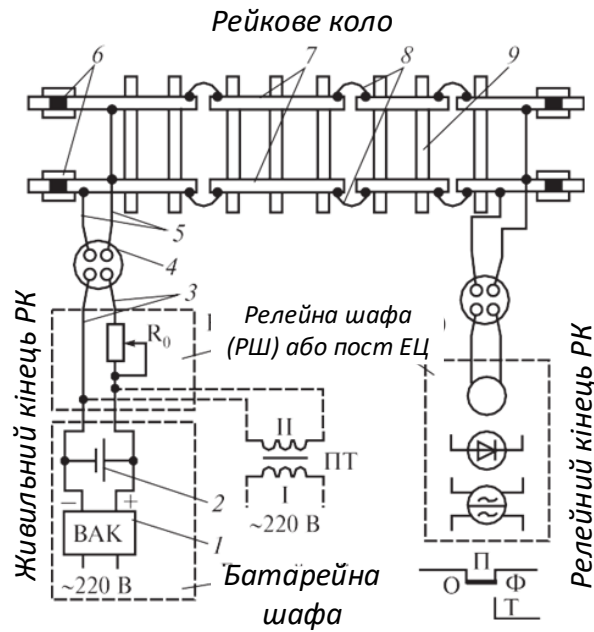


Рис. 4.1. Електрична схема умовного рейкового кола

Кодове рейкове коло – це система, що складається з живильного кінця, рейкової лінії та релейного (приймального) кінця. Кодове рейкове коло 50 Гц (рис. 4.2) застосовано на дільницях з автономною тягою (тепловозна тяга) або з електротягою постійного струму. **Живильний кінець** його складається з колійного трансформатора (ПОБС або ПРТ). Він знижує напругу мережі до робочої напруги рейкового кола, трансмітерне реле (Т) – це швидкодіюче реле, яке своїми контактами розриває коло живлення, формуючи імпульси коду (КЖ, Ж або З), кодового колійного трансмітера (КПТШ) – це прилад, що керує роботою трансмітерного реле, задаючи часові параметри кодових циклів, обмежувального резистора (РО), який захищає апаратуру від перевантаження в разі шунтування рейкової лінії колесами поїзда.

Релейний (приймальний) кінець складається з імпульсного колійного реле (І), яке отримує кодові імпульси, захисного фільтра (ФП-50). Він відсікає завади від тягового струму (на дільницях з електротягою) і дешифратора (БС-ДА, БК-ДА) – це блок реле та конденсаторів, який розшифровує ритм роботи реле І та включає відповідні сигнальні реле (Ж або З).

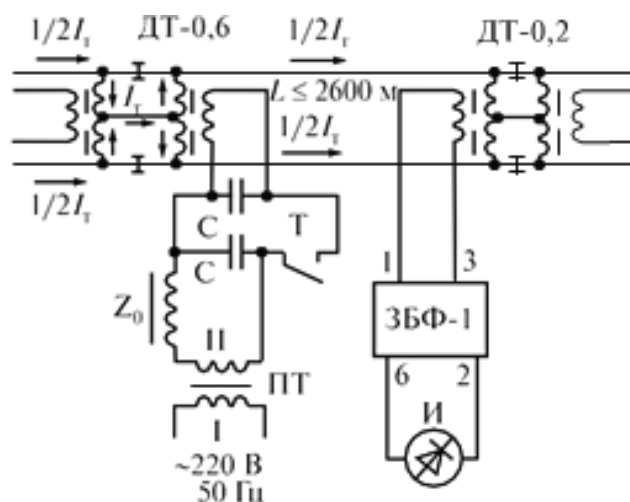


Рис. 4.2. Схема кодового рейкового кола 50 Гц

Кодове рейкове коло 25 Гц (рис. 4.3) застосовано на ділянках з електротягою змінного струму 50 Гц. Використання частоти 25 Гц дає змогу системі захиститися від завад зворотного тягового струму частотою 50 Гц. Для отримання частоти 25 Гц у схему додають спеціальні перетворювачі частоти ПЧ 50/25 ГЦ. Цей статичний пристрій ділить промислову частоту навпіл. Ізолюючий трансформатор (ПРТ) використовують для гальванічної розв'язки колійних кіл. На приймальному кінці використовують фільтр частотний (ФП-25). Він пропускає лише сигнал 25 Гц, блокуючи заваду 50 Гц від контактної мережі.

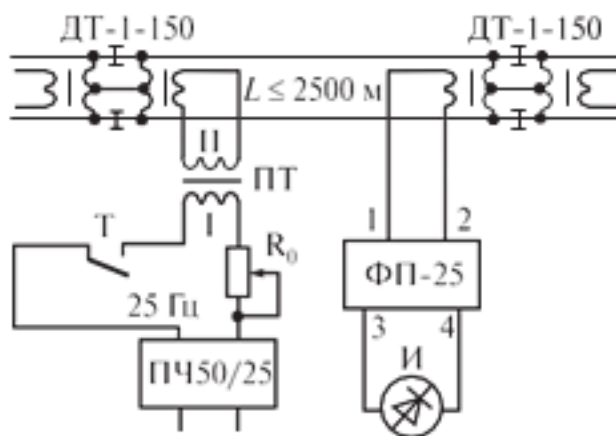


Рис. 4.3. Схема кодового рейкового кола 25 Гц

Дросель-трансформатори (ДТ) на дільницях з електротяго необхідні для пропускання зворотного тягового струму в обхід ізолюючих стиків, при цьому зберігаючи кодовий сигнал у рейках.

Режими роботи рейкових кіл:

- *нормальний* - РК справна і вільна, колійний приймач фіксує «вільно». За критичного збігу значень основних параметрів, що відповідають несприятливим умовам для передавання енергії, рівень сигналу на вході колійного приймача не перевищує його допустиме перевантаження за струмом або напругою;

- *шунтовий* - із зайнятістю хоча б однією колісною парою рейкової лінії реле має надійно відпустити якір. Така інформація буде надійною, якщо в разі шунтування рейкового кола хоч б однією колісною парою рухомого складу струм у колійному приймачі зменшиться до величини струму відпадання якоря (сектора) колійного реле в разі безперервного живлення РК або надійного непряго живлення для імпульсного живлення за критичних вимог для шунтового режиму;

- *контрольний* - зі зломом рейки струм у приймачі має зменшитися до величини відпадання якоря. Така інформація буде надійною, якщо з пошкодженням рейки струм у колійному приймачі зменшиться до величини струму відпадання якоря (сектора) колійного реле в разі безперервного живлення РК або надійного непряго живлення для імпульсного живлення за критичних вимог щодо контрольного режиму: U_{max} , z_{min} , g кр., p кр. (критична відносна координата пошкодження рейки);

- *режимом автоматичної локомотивної сигналізації безперервного типу (АЛСН)* називають такий стан справного і зайнятого рухомим складом рейкового кола, за якого в рейковій петлі створюється рівень кодового сигналу, достатній для надійної дії локомотивного приймача для його знаходження на віддаленому від джерела живлення кінці рейкової лінії;

- *короткого замикання* - режим роботи джерела живлення для знаходження нормативного поїзного шунта на початку рейкової лінії, тобто

в точці підключення до неї джерела живлення. При цьому можна розглядати режим короткого замикання основного генератора, який живить колійний приймач, і додаткового генератора, що живить за допомогою рейкової лінії локомотивний приймач, який має з нею індуктивний зв'язок. У РК змінного струму функції додаткового генератора може виконувати основний генератор у разі накладання кодових сигналів на живлячому кінці.

До критеріїв короткого замикання належать струм $I_{кз}$ і потужність $S_{кз}$ генератора. Звичайно струм і потужність короткого замикання перебільшують струм і потужність його за нормального режиму. Однак у рейкових колах із ємнісним опором обмежувача (РК із реле ДСШ-12) співвідношення між ними можуть бути і протилежними, тобто струм і потужність короткого замикання можуть бути значно меншими відповідно за струм і потужність нормального режиму.

4.1.2. Лінійні кола

Лінійне коло (Л-ОЛ) забезпечує інформаційний зв'язок між сусідніми сигнальними установкам. За допомогою лінійного комбінованого реле (Л) контролюють стан блок-ділянок і горіння ламп попереднього світлофора (рис. 4.4).

У лінійному колі Л-ОЛ у кожній сигнальній установці вмикається лінійне комбіноване реле Л. Живлення на лінійне реле подається завжди з релейної шафи світлофора, що стоїть попереду, по лінійних проводах. За допомогою лінійного кола в АБ постійного струму контролюють:

- стан РК певної блок-ділянки ввімкненням фронтового контакту колійного реле П (лінійне коло буде під струмом тільки за вільної блок-ділянки);
- стан попереду розташованої блок-ділянки ввімкненням фронтового контакту лінійного реле цієї ділянки для перемикання полярності струму в певному лінійному колі;

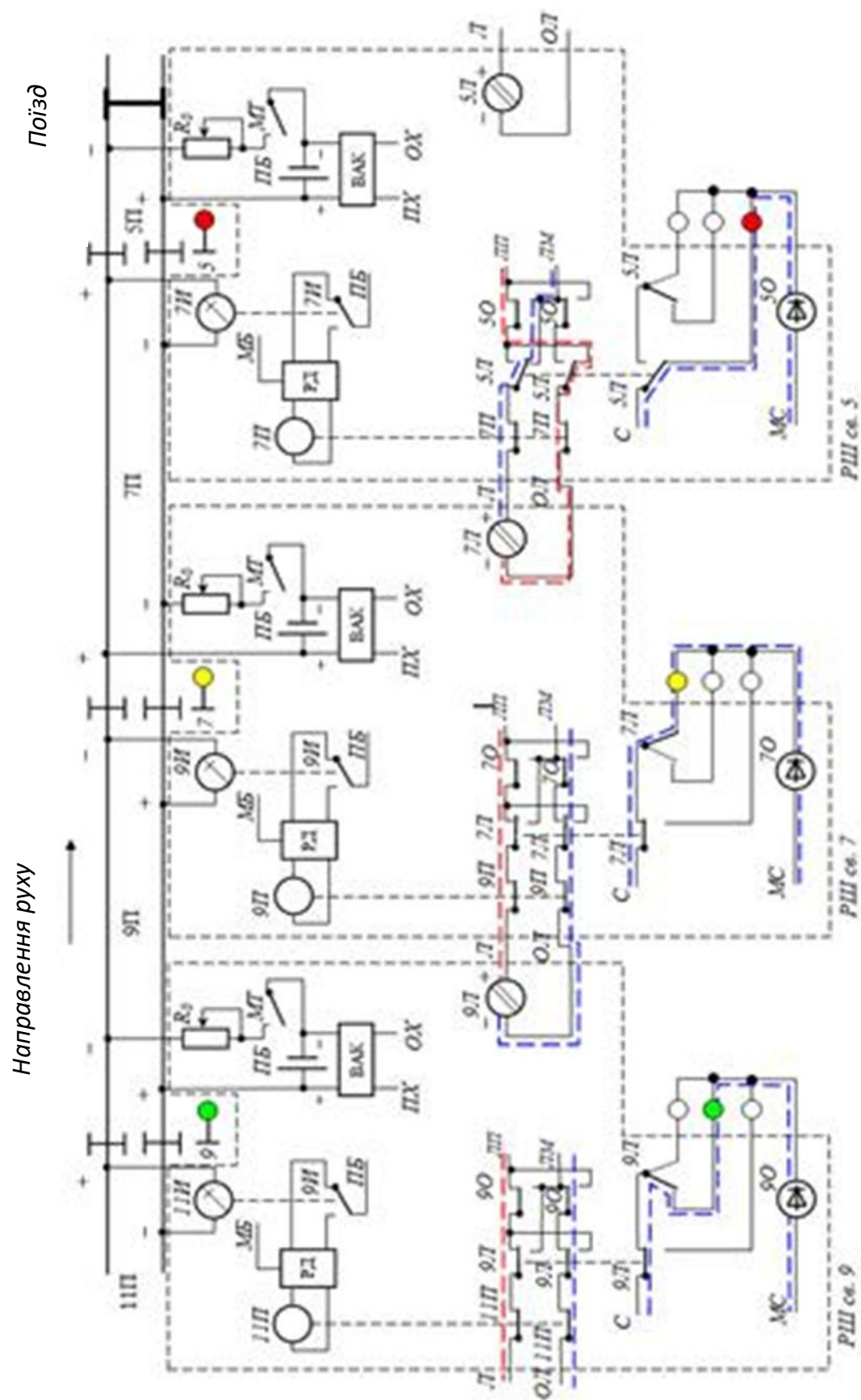


Рис. 4.4. Принципова схема лінійних кіл автоблокування

- горіння вогнів світлофора, що стоїть попереду, ввімкненням фронтового контакту вогневого реле О, контролюючого дійсне горіння відповідного вогню на прохідному світлофорі. Із перегоранням лампи жовтого або зеленого вогню контактами вогневого реле змінюється полярність струму в лінійному колі і на світлофорі, що стоїть позаду, вмикається замість зеленого вогню жовтий, а в разі перегорання лампи червоного вогню лінійне коло вимикається і на світлофорі, що стоїть позаду, замість жовтого вогню спалахує червоний.

Контактами нейтрального і поляризованого якорів лінійного реле керують вогнями тризначного світлофора.

Із зайняттям блок-ділянки 5П поїздом відбувається шунтування рейкового кола, від чого припиняється імпульсна робота реле 5И (на схемі не показано), і вимикається його повторювач – колійне реле 5П у світлофора 3 (на схемі не показано). Реле 5П знеструмлює лінійне коло (лінійне реле 5Л) у релейній шафі (РШ) світлофора 5.

У лінійному колі до світлофора 7 через тилові контакти реле 5Л і фронтові контакти реле 7П і 5О утворюється коло струму зворотної полярності для лінійного реле 7Л світлофора 7, яке притягує нейтральний і перемикає (вправо) поляризований якір. Через фронтовий контакт і перекинутий (вправо) поляризований контакт реле 7Л у РШ світлофора 7 створюється коло ввімкнення лампи жовтого вогню на світлофорі 7 і збудження вогневого реле 7О, контролюючого горіння цієї лампи.

Із лінійного кола до світлофора 9 через фронтові контакти реле 9П, 7Л і 7О (оскільки від світлофора 9 вільні дві блок-ділянки) протікає струм прямої полярності для постановки під струм лінійного реле 9Л світлофора 9, яке притягує нейтральний і перемикає (вліво) поляризований якір. Через фронтовий контакт і нормальний (вліво) поляризований контакт створюється коло ввімкнення лампи зеленого вогню на світлофорі 9 і збудження вогневого реле 9О, контролюючого горіння цієї лампи.

Після повного звільнення поїздом блок-ділянки 5П на світлофорі 5 вмикається жовтий вогонь. Із лінійного кола від світлофора 3 протікає струм зворотної полярності для лінійного реле 5Л світлофора 5, оскільки колійне реле 5П блок-ділянки 5П стане під струм зі звільненням блок-ділянки і замкне свої фронтові контакти. Аналогічно лінійне реле 5Л світлофора 5 замикає фронтівий і перемикає (вправо) поляризований контакти, і на світлофорі 5 вмикається жовтий вогонь, а в лінійному колі до світлофора 7 змінюється полярність струму зі зворотного на пряму для спрацювання лінійного реле 7Л світлофора 7. Перемикаючи поляризований контакт (вліво), лінійне реле 7Л вимикає на світлофорі 7 жовтий вогонь і вмикає зелений.

4.1.3. Кодування рейкового кола сигналами АЛСН

Для роботи числової кодової АБ змінного струму використовують кодові сигнали З, Ж і КЖ. Їх використовують і для роботи автоматичної локомотивної сигналізації. Для цього в релейній шафі кожного прохідного світлофора встановлюють кодовий колійний трансмітер КПТ; трансмітерне реле Т для трансляції відповідного кодового сигналу в РК; імпульсне колійне реле И для приймання кодового сигналу з РК; дешифратор ДА, на виході якого ввімкнені сигнальні реле жовтого Ж і зеленого З вогнів. Ці реле керують вогнями світлофора і вибирають кодовий сигнал, що поданий у суміжну РК (рис. 4.5).

Із прийманням кодового сигналу Ж або З збуджуються обидва сигнальних реле Ж і З і вмикають на прохідному світлофорі зелений вогонь. Із надходженням кодового сигналу КЖ збуджується тільки реле Ж, яке вмикає на прохідному світлофорі жовтий вогонь. Якщо ж із РК не надходять кодові сигнали, то обидва сигнальних реле знеструмлюються, і на прохідному світлофорі загоряється червоний вогонь.

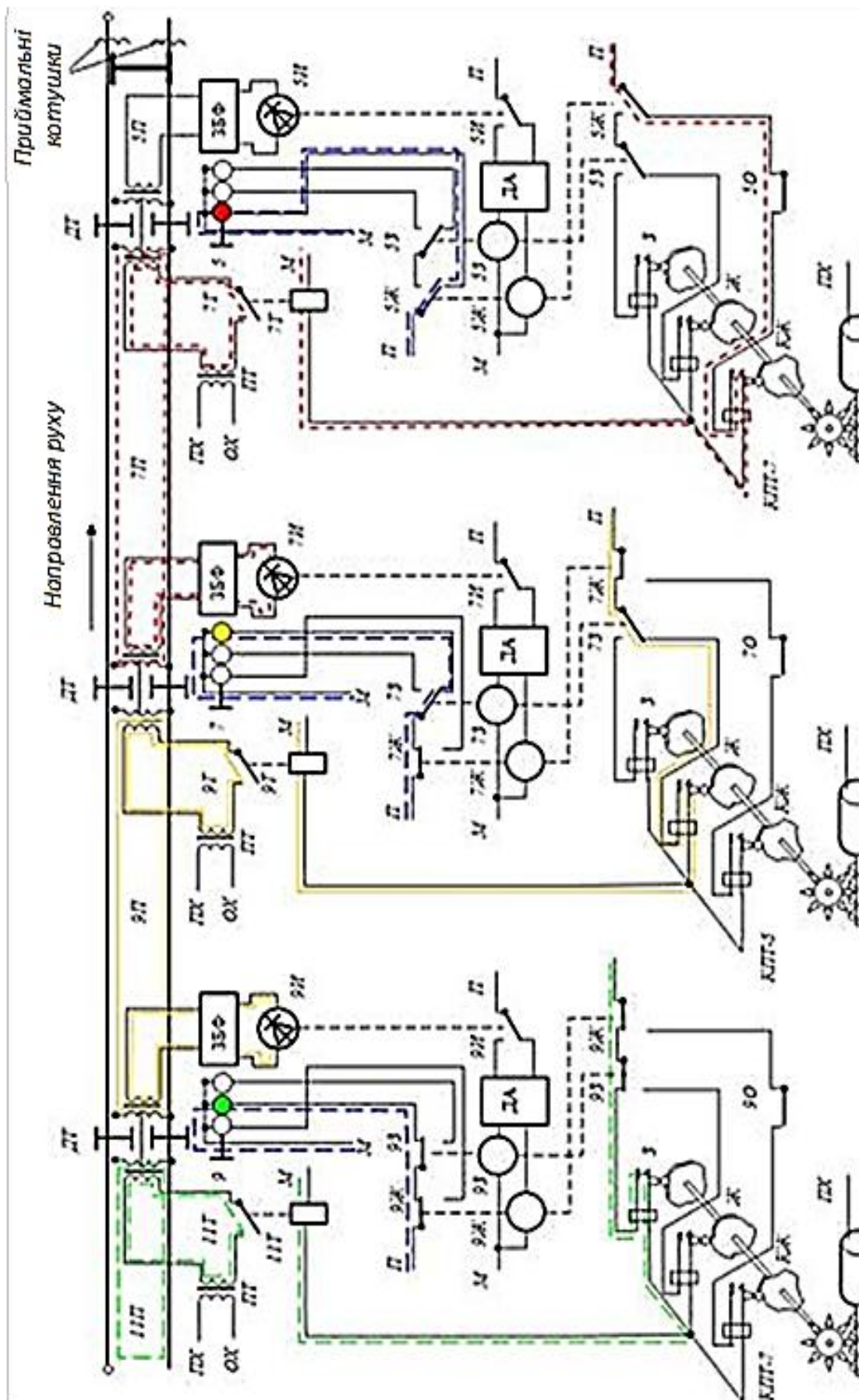


Рис. 4.5. Числове кодове АБ змінного струму

Із знаходженням поїзда на блок-ділянці 5П імпульсне колійне реле 5И зашунтовано колісними парами поїзда і не отримує кодових сигналів, дешифраторна чарунка не працює, і сигнальні реле 5Ж і 5З знеструмлені. Тиловий контакт реле 5Ж на світлофорі 5 вмикає червоний вогонь, і збуджується вогневе реле 5О, контролюючи горіння лампи червоного вогню на світлофорі. Одночасно з цим через тиловий контакт реле 5Ж замикається коло живлення трансмітерного реле 7Т, який проходить через контакт КЖ безперервно працюючого трансмітера КПТ і фронтний контакт вогневого реле 5О. Повторюючи роботу контакту КЖ, трансмітерне реле 7Т періодично замикає і розмикає свій контакт у колі вторинної обмотки колійного трансформатора ПТ і посилає в рейкове коло 7П назустріч руху поїзда код КЖ.

За вільного стану блок-ділянки 7П код КЖ на іншому кінці РК у світлофора 7 через фільтр ЗБФ сприймає імпульсне реле 7И. Періодично замикаючи контакт, реле 7И впливає на дешифратор ДА. Збуджується сигнальне реле 7Ж, а реле 7З не спрацьовує. Через фронтний контакт реле 7Ж і тиловий контакт реле 7З на світлофорі 7 вмикається жовтий вогонь. Одночасно з цим створюється коло живлення трансмітерного реле 9Т, що проходить через контакт Ж трансмітера КПТ. Повторюючи роботу контакту Ж трансмітера і періодично замикаючи і розмикаючи свій контакт у колі вторинної обмотки ПТ, реле 9Т посилає в рейкове коло 9П код Ж.

За вільного стану блок-ділянки 9П імпульси коду Ж сприймає у світлофора 9 імпульсне дорожнє реле 9и, яке у відповідності з кодом впливає на дешифратор ДА. Збуджуються реле 9Ж і 9З. Фронтні контакти реле 9Ж і 9З на світлофорі 9 вмикають зелений вогонь, і замикається коло живлення трансмітерного реле 11Т, що проходить через контакт З трансмітера КПТ. Повторюючи роботу контакту З трансмітера і періодично замикаючи і розмикаючи свій контакт у колі вторинної обмотки ПТ, реле 11Т посилає в рейкове коло 11П код зеленого вогню З.

У кодовій АБ контролюють горіння тільки лампи червоного вогню і перенесення червоного вогню в разі перегорання її на попередній світлофор. Наприклад, із перегоранням лампи червоного вогню на світлофорі 5 знеструмлюється вогневе реле 5О, і розмикає свій контакт у колі реле 7Т. Із цього моменту припиняється подавання кодів КЖ у рейкове коло 7П, від чого перестає працювати імпульсне колійне реле 7И у світлофора 7, дешифратор ДА. Знеструмлюється реле 7Ж, і на світлофорі 7 загоряється червоний вогонь, а в рейкове коло 9П починає надходити код КЖ, і на світлофорі 9 спалахує жовтий вогонь.

4.2. Програма виконання роботи

1. Нарисувати РК частотою 25 Гц.
2. Описати найгірші умови роботи рейкового кола для шунтового, нормального та контрольного режимів.
3. Нарисувати принципову схему взаємодії світлофорів для ситуації, коли поїзд знаходиться на дільниці 7П (рис. 4.5). Пояснити процес перенесення червоного вогню на попередній світлофор у разі перегорання лампи.
4. Побудувати схему посилення кодів для ситуації, коли поїзд знаходиться на дільниці 9П (рис. 4.5). Вказати роль трансмітерного реле Т і дешифратора ДА у цьому процесі.

Контрольні запитання

1. Які вимоги висувають щодо рейкових кіл у контрольному режимі?
2. Для чого в лінійних колах використовують зміну полярності струму?
3. Як контролюють горіння лампи червоного вогню в кодовій АБ?
4. Як зміниться код у рейковому колі, якщо на розташованому попереду світлофорі перегорить лампа жовтого вогню?

Література [6-9].

Практична робота 5

АНАЛІЗ ПРИНЦИПІВ ОБЛАДНАННЯ БЛОК-ДІЛЯНОК ПЕРЕГОНУ ПРИСТРОЯМИ АБТД І АБТЦ

Мета роботи

Вивчити особливості побудови та принципи функціонування систем автоблокування з тональними рейковими колами (АБТД) і централізованим розміщенням апаратури (АБТЦ). Проаналізувати методи фіксації меж блок-ділянок без ізолюючих стиків і логіку гарантування безпеки руху.

5.1. Теоретичні відомості

Системи АБТД і АБТ використовують тональні рейкові кола (ТРК). Основною відмінністю ТРК є живлення двох суміжних РК від одного загального джерела сигнального струму (генератора) і можливість роботи без ізолюючих стиків. Така побудова ТРК скорочує кількість апаратури, кабелю для з'єднання апаратури з рейковою лінією; використання частот сигнального струму дає змогу просто реалізувати рейкові кола без ізолюючих стиків. На рис. 5.1 показано структуру, яка пояснює принцип побудови ТРК.

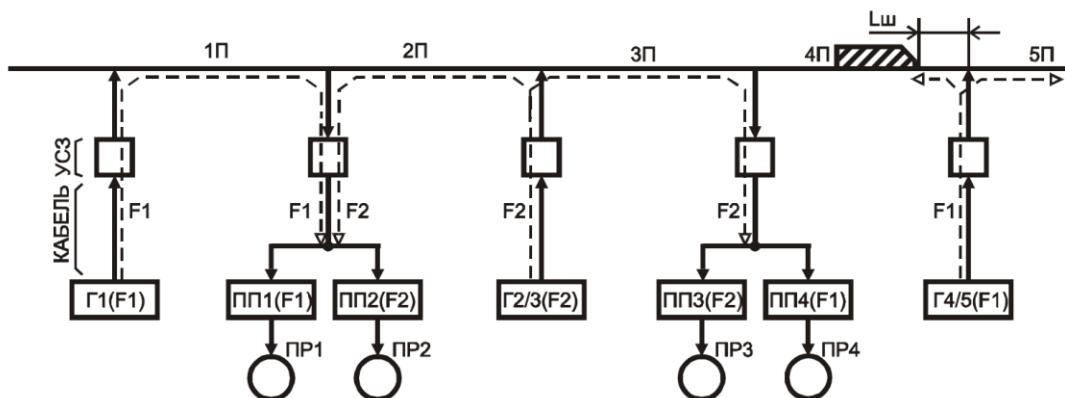


Рис. 5.1. Структурна схема ТРК

Сигнальний струм частотою $F1$ або $F2$ від генераторів Γ подається в рейкову лінію, якою поширюється в обидва боки від точки підключення. Від генератора $\Gamma1$ живиться рейкове коло 1, від генератора Γ 2/3 – рейкові кола 2 і 3 і т. д. Колійні приймачі ПП1 і ПП2, ПП3 і ПП4 підключені до загальної точки релейних кінців РК. Приймачі мають властивості частотної селекції та порогові властивості, тобто реагують на сигнал певної частоти і амплітуди. Колійні реле на виходах приймачів нормально збуджені. Зі знаходженням рухомої одиниці (або зламів рейки), наприклад, на 4П колійне реле ПР4 знеструмлюється. Збудження цього реле від сигнального струму рейкової кола 3П виключено через велике згасання частоти $F2$ у приймачі ПП4($F1$). Виключена і можливість збудження цього сигнальним реле струмом частоти $F1$ від генератора $\Gamma1$ рейкового кола 1П через природне згасання в рейковій лінії протягом трьох РЦ (1, 2, 3). Розрахунки показали, що рівень перешкоди від цього сигналу буде приблизно в 100 разів нижче від рівня корисного сигналу, що надходить на обмотку реле від генератора власної РЦ.

В окремих випадках (за малої довжини РЦ 2П і 3П і високого рівня сигналу в 1П) передбачено застосування та чергування трьох частот. У зв'язку з відсутністю ізолюючих стиків шунтовий режим ТРК настає не тільки зі знаходженням рухомої одиниці на ділянці колії між генератором і приймачем, але і знаходженням у деякій зоні поза підключення цих приладів. **Цю зону називають зоною додаткового шунтування.** Так, із наближенням рухомої одиниці на відстань $L_{ш}$ від точки підключення генератора $\Gamma4/5$ колійне реле ПР5 знеструмлюється. Величина цієї відстані залежить від несучої частоти і питомого опору баласту і в граничному випадку становить 10-15 % довжини рейкового кола.

5.1.1. Система автоблокування АБТД

Для системи АБТД характерне децентралізоване розміщення апаратури (у релейних шафах біля світлофорів) і наявність прохідних світлофорів.

Головні особливості АБТД:

- застосування тональних рейкових кіл (ТРК) без встановлення ізолюючих стиків (ІС) на межах блок-ділянок;
- використання РК типу ТРК4 для чіткішої фіксації меж блок-ділянок;
- передавання інформації між сигнальними установками (СУ) лінійними колами з використанням полярної ознаки сигналу;
- наявність захисних ділянок за прохідними світлофорами для гарантування безпеки із зупинкою поїзда;
- реалізація схеми контролю за втратою шунта під рухомою одиницею і двостороння дія по кожній колії.

Відповідно до структурної схеми (рис. 5.2), основними вузлами АБТ є апаратура тональних рейкових кіл ТРК, лінійне коло Л-ОЛ із лінійним передавачем ЛП і приймачем ЛПр, схема керування вогнями світлофора СУО, підлогові пристрої системи АЛС. У лінійне коло введено також кодовмикальне реле КВ.

Крім того, до основних вузлів АБТ слід віднести лінійні кола ув'язування з пристроями електричної централізації та переїзними пристроями і схему вимкнення роздільної здатності показання світлофора з втратою шунта (схема контролю втрати шунта), які на рисунку не показано.

Кожна блок-ділянка (БД) обладнана зазвичай чотирма рейковими колами. Дві з них (А2П та Б2П) – рейкові кола типу ТРК3 із максимальною довжиною до 1000 м. На межах блок-ділянок встановлюють рейкові кола типу ТРК4 (А1П та Б1П) завдовжки 100...300 м (рекомендовано використовувати довжину 200 м). Застосування цих рейкових кіл викликане необхідністю чіткішої фіксації меж блок-ділянок. В іншому випадку поїзд,

що рухається, зашунтує рейкове коло сусідньої блок-ділянки, що лежить попереду, що призведе до ввімкнення заборонного вогню світлофора перед цим поїздом. Рейкові кола ТРК4 за рахунок більш високої частоти і меншої довжини мають малу зону додаткового шунтування (до 15 м). Зміщення світлофорів на 20 м від точки підключення генератора ТРК4 виключає ситуацію, коли поїзд сам собі зашунтує блок-ділянку попереду і перекриє світлофор.

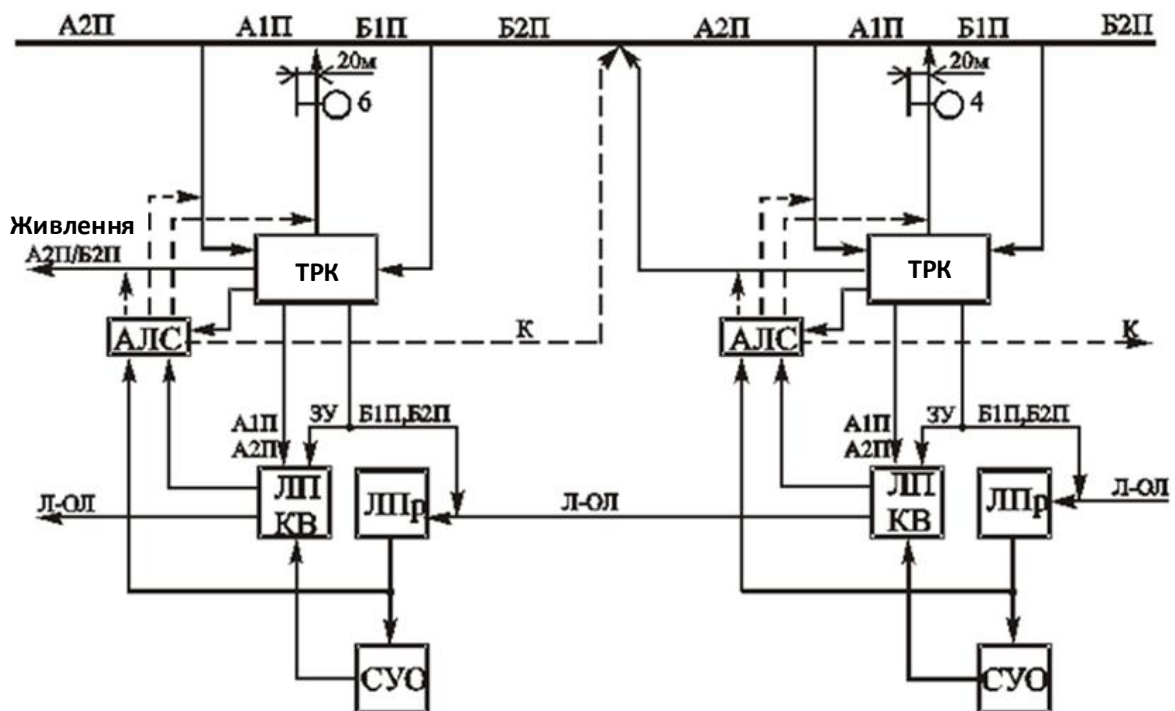


Рис. 5.2. Структурна схема АБТД

За довжині БД менше 1400 м або за наявності ізолюючих стиків на межі блок-ділянки (ділянка наближення до станції) можуть бути застосовані три РК. На БД може бути і більше чотирьох РК (наприклад на блок-ділянці з переїздом).

Найчастіше для рейкових кіл однієї колії достатньо забезпечити чергування двох частот – 420 і 480 Гц для ТРК3, а ТРК4 – 5 і 5,5 кГц із відповідними частотами модуляції. Від кожної сигнальної установки

здійснюване живлення рейкових кіл А1П та Б1П, а також рейкових кіл А2П і Б2П попередньої блок-ділянки. При цьому на сигнальній установці контролюють стан двох РК перед світлофором (А2П та А1П) і двох РК за світлофором (Б1П та Б2П). Апаратура ТРК розміщена в релейних шафах і з'єднана з рейковою лінією за допомогою кабелю. Безпосередньо на шляху розміщені колійні ящики з пристроями узгодження та захисту (на схемі не показано).

По колу Л-ОЛ лінійний передавач ЛП передає від четвертого світлофора до попереднього шостого світлофора таку інформацію:

- стан світлофора 4 (відкритий або закритий);
- стан рейкових кіл А1П та А2П блок-ділянки 6П;
- справність/несправність нитки і кола живлення лампи червоного вогню світлофора 4 для його закритого стану;
- стан захисної ділянки ЗУ за світлофором 4.

Крім того, у колі Л-ОЛ на шостій сигнальній установці перевіряють стан рейкових кіл Б1П і Б2П блок-ділянки 6П.

Зазначена інформація надходить на лінійний приймач ЛПр, який розшифровує її та забезпечує ввімкнення відповідного вогню світлофора і вибір кодових сигналів АЛС для передавання на локомотив. Для АЛС застосовують сигнали числового коду. Кодування рейкових кіл блок-ділянки відбувається від СУ попереду. Подавання кодових сигналів АЛС в РЛ здійснюється за живильними та релейними жилами кабелю рейкових кіл у міру їх зайняття поїздом (на схемі показано пунктирними лініями). Вступ поїзда на БД 6П контролює приймач Б1П шостої сигнальної установки. Інформація про це по колу Л-ОЛ передається на кодовмикальне реле КВ четвертої сигнальної установки. Реле КВ вмикає кодові сигнали АЛС у рейкові кола Б2П та Б1П. Із подальшим рухом поїзда контакти колійних реле вмикають кодові сигнали в рейкове коло А2П, а потім А1П.

Захисні ділянки ЗУ організовані за кожним прохідним світлофором для виключення випадків зіткнення поїздів під час проїзду світлофора із заборонним показанням. Якщо захисна ділянка зайнята, то червоний вогонь ввімкнено і на світлофорі, що захищає, і на попередньому. Як захисну ділянку в системі АБТ використано рейкові кола Б1П та Б2П. Інформація про стан ЗУ подається від блока ТРК на лінійний передавач ЛП, а потім колом Л-ОЛ на попередню сигнальну установку.

Двосторонній рух поїздів по кожному шляху двоколійного перегону дає змогу гнучкіше регулювати поїздопотік за наявності добової нерівномірності руху поїздів за напрямками, а також здійснювати безперервний обгін поїздів на перегоні. Регулювання руху поїздів неправильним шляхом здійснюється за сигналами АЛС без прохідних світлофорів. При цьому змінюється напрямок передавання інформації в лінійному колі Л-ОЛ, і схема кодування буде перебудована. Рейкові кола не реверсовані. Для кодування рейкових кіл А1П і А2П під час руху поїзда неправильним шляхом передбачена спеціальна пара жил КП-КМ (на рисунку позначена пунктирною лінією К).

Застосування в системі АБТД схеми контролю втрати шунта під рухомою одиницею дає змогу виключити появу на світлофорі дозвільного сигналу за фактично зайнятої БД. Робота схеми заснована на перевірці правильності проходження поїзда (контроль послідовності зайняття і звільнення рейкових кіл із прямуюванням поїзда блок-ділянкою та переходом на іншу БД).

5.1.2. Система автоблокування АБТЦ

Головною відмінністю системи АБТЦ є централізоване розміщення всієї апаратури в одному місці (на посту ЕЦ), що значно спрощує обслуговування.

Основними вузлами є апаратура ТРК, лінійне коло Л-ОЛ із передавачем (ЛП) і приймачем (ЛПр), схема керування вогнями світлофора (СУО) і підлогові пристрої АЛС.

Особливості АБТЦ:

- кодові сигнали АЛС у системі ЦАБ (складова частина АБТЦ) використовують п'ять частот для кодування станів;
- для кодування АЛС у системі ЦАБ схема формування сигналів включає шість генераторів;
- використання принципу двополюсного розмикання та дублювання основних реле для підвищення надійності.

Для підвищення ефективності перевізного процесу, безпеки руху та надійності пристроїв у системі АБТЦ передбачено:

- двосторонній рух по кожній колії двоколійного перегону;
- наявність захисних ділянок для обох напрямків руху на кожній колії;
- контроль справності жил кабелю рейкових кіл;
- контроль перемикання жил кабелю живлення ламп прохідних світлофорів;
- контроль послідовності заняття рейкових кіл за ввімкнення кодівих сигналів АЛС.

У системі АБТЦ застосована більш досконала схема контролю правильності зайняття і звільнення рейкових кіл блок-ділянки (контроль втрати шунта) із блокуванням світлофорів і схем кодування АЛС.

Основними вузлами станційних пристроїв системи АБТЦ (рис. 5.3) є постове обладнання рейкових кіл, схеми ввімкнення та контролю ламп прохідних світлофорів, схеми кодування рейкових кіл для передавання інформації на локомотив, схеми замикання та розмикання перегінних пристроїв. Зазначені схеми керують і контролюють об'єкти половини перегону. Довжина кабелю керування світлофорами має перевищувати 9 км, для рейкових кіл – 12 км. Якщо довжина перегону не дає змогу виконати ці

вимоги, то на перегоні встановлюють транспортабельний модуль, що містить перелічені вище схеми. Для коротких перегонів уся апаратура може бути розміщена на одній станції, що дасть змогу виключити схему ув'язування між станціями та зменшити витрати кабелю. У роботі системи беруть участь також лінійні кола ув'язування між станціями, схема зміни напрямку, схема ув'язування з пристроями електричної централізації та переїзними пристроями (на рис. 5.3 не показано).

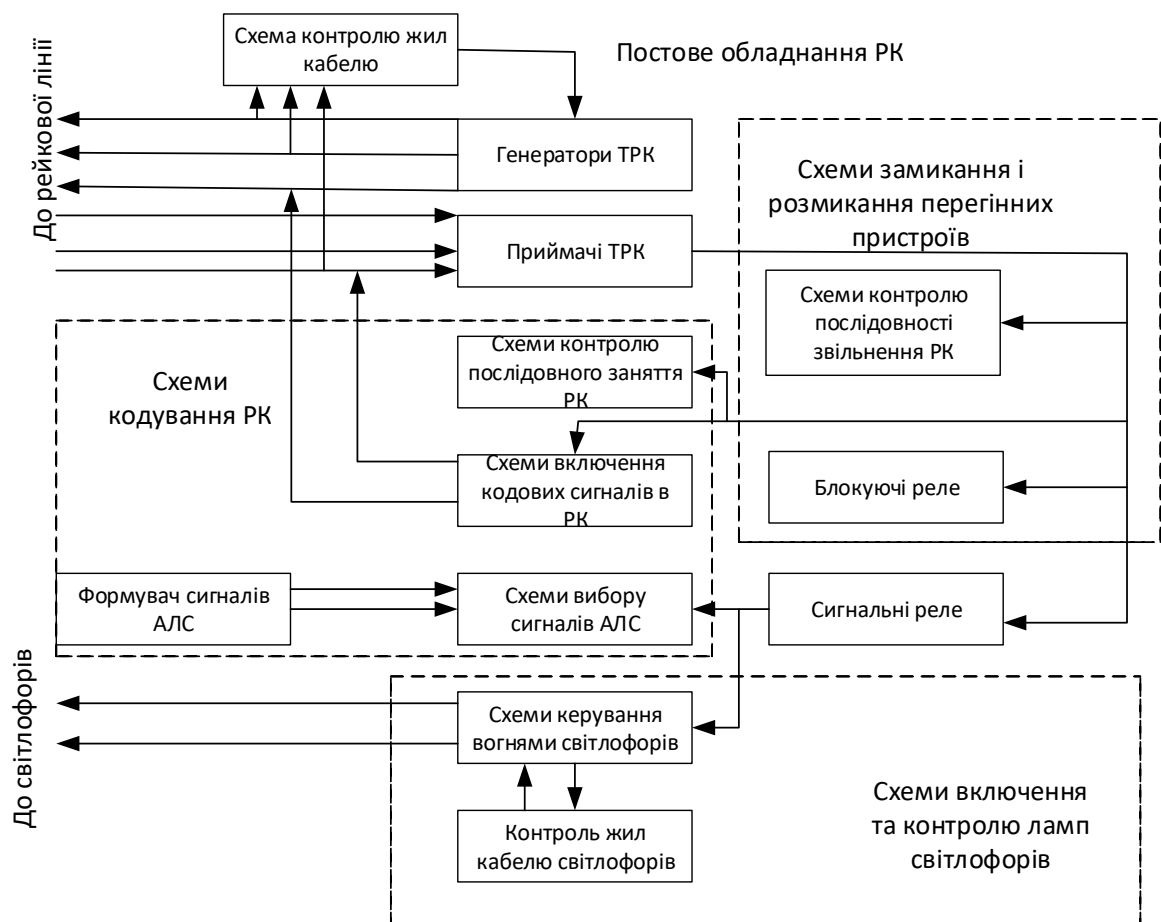


Рис. 5.3. Структурна схема АБТЦ

Як і в системі АБТ, кожна БД обладнана зазвичай чотирма рейковими колами. У зв'язку з тим, що в системі АБТЦ не застосовують РК типу ТРК4, для кожного шляху передбачено використання п'яти частот – 420, 480, 580,

720, 780 Гц із модулюючими частотами 8 або 12 Гц. На межах БД рекомендовано застосовувати ТРК із частотою 780, 720 або 580 Гц завдовжки не більше 350 м. При цьому зона додаткового шунтування не перевищує 40 м. Тому точка підключення апаратури РК до рейкової лінії зміщується відносно світлофора на 40 м.

Із перемиканням жил кабелю існує небезпека потрапляння сигнального струму від колійного передавача безпосередньо на колійний приймач в обхід рейкової лінії. Тому живильні та релейні жили рейкових кіл прокладені в різних кабелях. Однак це не виключає небезпечної ситуації, яка виникає в разі перемикання живильних або релейних жил між собою. За зайнятої РК сигнальний струм може потрапити на колійний приймач з обхідного кола через «чужу» рейкову лінію. Крім того, перемикання жил може призвести до подавання в РК більшого кодового сигналу АЛС, призначеного для іншої РК.

Тому у схемах рейкових кіл передбачено контроль справності жил кабелю. Із перемиканням жил, зниженням опору ізоляції між ними або замиканням жили із землею схема контролю вимикає живлення всіх рейкових кіл; з обривом вмикає відповідну індикацію на пульті. На виходах колійних приймачів ввімкнені колійні реле, які керують сигнальними реле, впливають на схеми ввімкнення кодових сигналів у рейкові кола і блокуючі реле, керують схемами контролю послідовного зайняття рейкових кіл і схемами контролю послідовного звільнення РК.

Живлення ламп прохідних світлофорів здійснюється зі станції через ізолюючі трансформатори. Напругу на вторинній обмотці трансформатора вибирають залежно від віддаленості світлофора. Регулюють напругу на лампах за допомогою сигнальних трансформаторів, що встановлені у трансформаторних ящиках біля світлофорів. Прямі та зворотні жили до ламп світлофорів організовані в різних кабелях; за довжини кабелю до 4 км вони розміщені на одному кабелі.

На прохідних світлофорах для дозвільних вогнів із метою економії кабелю застосовують однопиткові лампи, для червоного вогню – двопиткові лампи. На передвхідному світлофорі лампи і червоного, і жовтого вогнів двопиткові. Фактичне горіння ламп контролюють вогневі реле, які в разі несправності лампи або кола живлення вмикають відповідну індикацію на табло, а за наявності резервної нитки підключають живлення до неї.

У системі АБТЦ передбачено контроль справності вогневого реле та відсутності його стороннього підживлення. Принцип контролю заснований на тому, що з кожним перемиканням світлофора на більш роздільну здатність вогневе реле короткочасно знеструмлено. Якщо під час перевірки воно не відпустить свій якір, це свідчить про несправності. При цьому на табло ввімкнена відповідна індикація, а на світлофорі зберігається заборонне показання.

У схемах керування вогнями світлофорів контролюють справність жил кабелю. Із перемиканням прямої та зворотної жил або проводів монтажу відбувається відключення живлення ламп цього світлофора. Необхідність такого контролю викликана тим, що з перемиканням жил кабелю світлофор може бути погаслим, а вогневе реле залишається у збудженому стані та не фіксує несправність.

Формувач сигналів АЛС складається з двох кодових колійних трансмітерів різного типу. Типи трансмітерів для кодування суміжних сигнальних установках чергуються. Схема вибору сигналів АЛС вибирає необхідні кодові комбінації залежно від стану сигнальних реле.

Схема ввімкнення кодових сигналів подає їх у рейкову лінію зайнятої РК за командою відповідного колійного реле. У цьому перевіряють дотримання правильної послідовності зайняття рейкових кіл. У випадках накладання стороннього шунта, зламу рейки або помилкової зайнятості рейкового кола схема контролю послідовного зайняття рейкових кіл забороняє передавання кодових сигналів Ж і З. Цим виключена поява на

локомотивному світлофорі роздільної здатності з наближенням поїзда до закритого прохідного світла.

Кодові сигнали АЛС подають у рейки існуючими живильними і релейними жилами кабелю рейкових кіл.

Схеми замикання та розмикання перегінних пристроїв включають блокуючі реле І схеми контролю послідовного звільнення рейкових кіл.

Замикання перегінних пристроїв полягає в блокуванні кіл керування прохідним світлофором і схем кодування РК зі вступом поїзда на БД, що огорожено. Розмикання відбувається лише після автоматичної перевірки фактичного звільнення цієї БД і захисної ділянки, а також замикання наступної БД.

Зі вступом поїзда на блок-ділянку блокуюче реле впливає на сигнальні реле цієї БД, чим виключено відкриття світлофора, що захищає цю БД, і вибір кодового сигналу АЛС для попередньої блок-ділянки. Перевіряють фактичне звільнення БД і ЗУ (контроль втрати шунта) за схемою контролю послідовного звільнення рейкових кіл. Порухування послідовності може бути наслідком втрати шунта за фактично зайнятої БД або ЗУ. У такому разі розмикання блок-ділянки не відбудеться, і світлофор не відкриється навіть за наявності сигналу вільності БД та ЗУ.

До підлогового обладнання системи АБТЦ належать прохідні світлофори, з'єднувальні кабелі, розгалужувальні муфти, колії для розміщення пристроїв узгодження та захисту ТРК і встановлення сигнальних трансформаторів.

Для кожного шляху перегону передбачені два сигнально-блокувальні кабелі парного скручування. У них розміщені живильні та релейні жили ТРК, а також кола керування світлофорами, чотирипровідної схеми зміни напрямку руху, ув'язування між станціями, ввімкнення та контролю пристроїв автоматичної переїзної сигналізації, подвійного зниження напруги на лампах переїзних і загороджувальних світлофорів, аварійно-

відновлювального зв'язку. Ув'язування між апаратурою АБТЦ суміжних станцій здійснюється по восьми двопровідних двосторонніх колах, які забезпечують передавання інформації про стан об'єктів, розташованих на межі розділу перегону, для реалізації заданого алгоритму регулювання руху поїздів.

За автономної тяги та електротяги постійного струму рекомендовано застосовувати кабель марки СБЗПу, за електричної тяги змінного струму - СБЗПАБпШп.

5.2. Програма виконання роботи

1. Аналіз структури АБТД:

- вивчити структурну схему АБТД і визначити роль блоків ТРК і лінійного передавача;
- описати, із яких блоків лінійний передавач отримує інформацію для трансляції.

2. Аналіз ТРК:

- пояснити мету розроблення ТРК4 і їхню особливість у фіксації меж блок-участок;
- визначити за схемою, які рейкові кола отримують живлення від однієї системи.

3. Аналіз структури АБТЦ:

- описати склад станційного обладнання (генератори, приймачі ТРК, колійні реле) і його зв'язок із підлоговими пристроями;
- проаналізувати логіку вибору кодових сигналів АЛС у системі ЦАБ залежно від стану блок-ділянок, що контролювані апаратурою іншої станції;
- проаналізувати переваги централізованого розміщення апаратури АБТЦ: відсутність релейних шаф на перегоні, зосередження засобів діагностики на посту ЕЦ.

5.3. Порівняльний аналіз: описати спільні риси та відмінності між системами АБТЦ та АБТД.

Контрольні запитання

1. У чому полягає основна відмінність АБТД від традиційного автоблокування?
2. Яку роль відіграють захисні ділянки в системі АБТД?
3. Чому схема формування сигналів АЛС у системі АБТЦ включає шість генераторів із використанням п'яти частот?
4. Як у системі АБТЦ передавана інформація про стан блок-ділянки, що контролювана апаратурою іншої станції?
5. За яким принципом побудовано схему контролю втрати шунта в системі АБТД?
6. Які особливості використання РК типу ТРК4?

Література [6-9].

Практична робота 6

ПОБУДОВА КОЛІЙНОГО ПЛАНУ ПЕРЕГОНУ, ОБЛАДНАНОГО СИСТЕМОЮ АБТ

Мета роботи

Вивчити принципи проєктування та правила побудови колійного плану перегону в разі використання системи автоблокування з тональними рейковими колами (АБТ). Навчитися правильно відображати підлогове обладнання та схеми живлення згідно з нормативними вимогами.

6.1. Теоретичні відомості

Система АБТ базована на децентралізованому розташуванні апаратури та використанні тональних рейкових кіл (ТРК) без ізолюючих стиків. Колійний план перегону для АБТ має свої специфічні особливості, пов'язані з відсутністю фізичних меж у вигляді стиків і наявністю захисних ділянок.

Основні елементи колійного плану АБТ:

- тональні рейкові кола (ТРК): на плані вказують частоти генераторів і типи фільтрів (наприклад ТРК4 для чіткої фіксації меж сигнальних установок);
- прохідні світлофори: розміщені децентралізовано вздовж перегону;
- захисні ділянки: відображені за кожним прохідним світлофором для гарантування безпечного інтервалу між поїздами;
- обладнання захисту: вказані пристрої захисту від перенапруг для ТРК і кабельних мереж;
- схеми живлення: електропостачання здійснюється від високовольтних ліній СЦБ і поздовжнього енергопостачання через трансформаторні підстанції КТП-П-А-1,25/10.

Основними відмінними рисами системи АБТ є:

1. Децентралізоване розташування апаратури з установленням для прохідних світлофорів.
2. Застосування ТРК без установлення ізолюючих стиків між рейковими колами та на межах СУ.
3. Використання ТРК4 для чіткішої фіксації меж БД.
4. Передавання інформації між сигнальними установками по лінійних колах.
5. Наявність захисних ділянок за прохідними світлофорами.
6. Двостороння дія автоблокування по кожному шляху дводорожнього перегону.
7. Наявність схеми контролю втрати шунта під рухомою одиницею.

До особливостей побудови електричних схем слід віднести дублювання основних реле та використання принципу двополюсного розмикання під час реалізації схемних залежностей.

Для реалізації схем застосовують в основному реле IV покоління (типу РЕЛ). Однак передбачена можливість побудови системи на реле III покоління (типу НМШ). Відповідно до структурної схеми (рис. 6.1), основними вузлами АБТ є рейкові кола ТРК, лінійне коло Л-ОЛ із лінійним передавачем ЛП і приймачем ЛПр для ув'язування показань світлофорів, схема керування вогнями світлофора СУО, схема підлогових пристроїв системи АЛС. У лінійне коло введено також кодове реле КВ.

Крім того, до основних вузлів АБТ слід зарахувати лінійні кола ув'язування з пристроями електричної централізації та переїзними пристроями та схему виключення роздільного показання світлофора із втратою шунта (схема контролю втрати шунта), які на схемі не показані.

Кожна БД обладнана зазвичай чотирма рейковими колами. Два з них (А2П і Б2П) – це рейкові кола типу ТРК3 із максимальною довжиною до 1000 м. На межах блок-ділянок застосовано рейкові кола типу ТРК4 (А1П і Б1П) довжиною 100-300 м (рекомендовано використовувати довжину

200 м). Застосування рейкових кіл ТРК4 викликане необхідністю чіткішої фіксації меж блок-ділянок. Інакше в разі поїзд, що рухається, зашунтує рейкове коло, що попереду сусідньої блок-ділянки, це призведе до ввімкнення заборонного вогню світлофора перед поїздом. Рейкові кола ТРК4 за рахунок більш високої частоти і меншої довжини мають малу зону додаткового шунтування (до 15 м). Зсув світлофора на 20 м від точки підключення генератора ТРК4 виключає зазначену вище ситуацію.

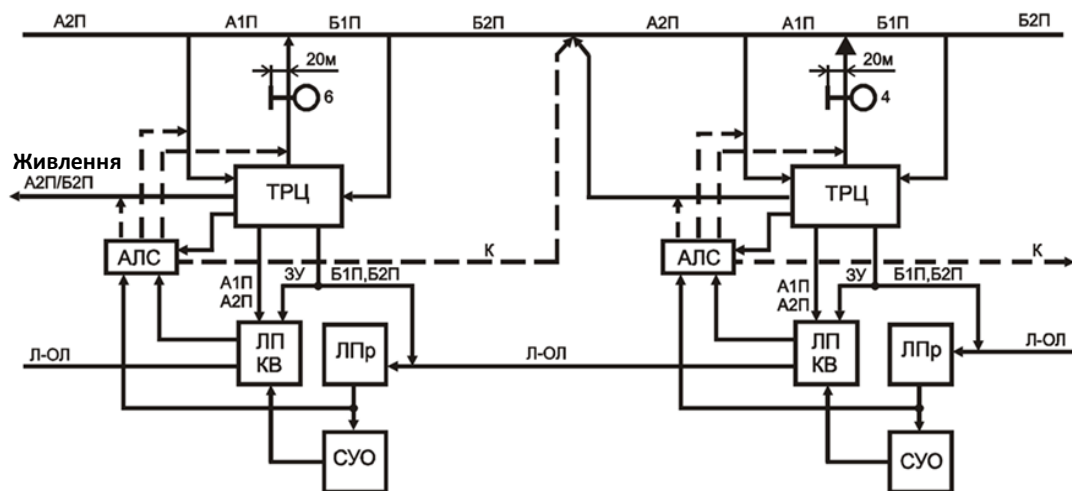


Рис. 6.1. Структурна схема АБТ

За довжини БД менше 1400 м або за наявності ізолюючих стиків на межі блок-ділянки (ділянка наближення до станції) можуть бути застосовані три рейкові кола. Кількість рейкових кіл на БД може бути і більше, ніж чотири (наприклад на ділянці з переїздом).

Від кожної сигнальної установки відбувається живлення рейкових кіл А1П та Б1П, а також рейкових кіл А2П та Б2П попередньої блок-ділянки. При цьому на сигнальній установці контролювано стан двох РК перед світлофором (А2П та А1П) і двох РК за світлофором (Б1П та Б2П). Апаратура ТРК розміщена в релейних шафах і з'єднана з рейковою лінією

за допомогою кабелю. Безпосередньо біля шляху розміщені колійні ящики з пристроями узгодження та захисту (на схемі не показано).

По колу Л-ОЛ від кожного світлофора до попереднього лінійний передавач ЛП передає таку інформацію (рис. 6.1):

- стан світлофора 4;
- стан рейкових кіл А1П та А2П блок-ділянки 6П;
- справність нитки та кола живлення лампи червоного вогню світлофора 4 у разі його закритого стану;
- стан захисної ділянки за світлофором 4.

Крім того, у колі Л-ОЛ на шостій сигнальній установці перевіряють стан рейкових кіл Б1П і Б2П блок-ділянки 6П.

По лінійному колу Л-ОЛ інформація надходить на лінійний приймач ЛПр, який розшифровує її та забезпечує ввімкнення відповідного вогню світлофора та вибір кодових сигналів АЛС для передавання на локомотив.

Застосування лінійних кіл для ув'язування показань світлофорів дає змогу відмовитися від застосування менш надійних кодових рейкових кіл, що підвищує надійність автоблокування загалом.

Для АЛС використовують сигнали числового коду. Кодування рейкових кіл блок-ділянки вироблено від попередньої сигнальної установки. Подавання кодових сигналів АЛС у РЛ здійснюється по живильних і релейних жилах кабелю рейкових кіл у міру їх зайняття поїздом (на схемі рис. 6.1 показано пунктирними лініями). Вступ поїзда на БД 6П контролює приймач Б1П шостої сигнальної установки. Інформація про це по колу Л-ОЛ фіксована на 4СУ за допомогою реле КВ, яке сприймає кодові сигнали АЛС.

Захисні ділянки організовані за кожним прохідним світлофором для виключення випадків зіткнення поїздів із проїздом світлофора із заборонним значенням. При цьому якщо захисна ділянка зайнята, то червоний вогонь буде ввімкнений і на огорожувальному, і на

попередньому світлофорі. Як захисні ділянки в системі АБТ використовують рейкові кола Б1П і Б2П, тому інформацію про їхній стан подають на лінійний передавач ЛП від блока ТРК.

Двосторонній рух поїздів по кожному шляху двоколійного перегону дає змогу найбільш гнучко регулювати поїздопотік за наявності нерівномірного руху поїздів за напрямками, а також здійснювати безперервний обгін поїздів на перегоні. Регулюють рух поїздів неправильним шляхом зі зміною напрямку руху за сигналами АЛС без прохідних світлофорів. При цьому змінюється напрямок передавання інформації в лінійному колі Л-ОЛ і перебудовується схема кодування. Рейкові кола не реверсовані.

Для кодування рейкових кіл А1П і А2П для руху поїзда неправильним шляхом передбачена спеціальна пара жил КП-КМ (на рис. 6.1 позначена пунктирною лінією К).

Застосування в системі АБТ схеми контролю втрати шунта під рухомою одиницею дає змогу виключити появу на світлофорі більш дозвільного сигналу за фактично зайнятої блок-ділянки. Робота схеми заснована на перевірці правильності проходження поїзда (контроль за послідовністю зайняття і звільнення рейкових кіл із прямуюванням поїзда з однієї блок-ділянки на іншу).

Пристрої узгодження і захисту УСЗ розміщені в колійних ящиках і вирішують такі завдання: узгодження опору сполучного кабелю і апаратури з опором рейкової лінії, захист апаратури ТРК від грозового розряду (для автономної тяги поїздів) або комутаційних перенапруг у контактній мережі, захист від зворотного тягового струму (для електричної тяги). Залежно від виду тяги поїздів і деяких інших умов як пристрої узгодження і захисту застосовують:

- дроселі-трансформатори для вирівнювання зворотних тягових струмів у рейкових нитках (усунення поздовжньої асиметрії тягового

струму) для виключення небезпечного впливу на апаратуру ТРК. ДТ встановлюють біля прохідних світлофорів (на ординаті точки підключення генератора ТРК4);

- трансформатори для узгодження опорів рейкової лінії і сполучного кабелю;

- захисні резистори для захисту апаратури від тягового струму в разі його асиметрії.

Крім того, вони забезпечують необхідні зворотні вхідні опори по кінцях рейкової лінії. У місцях установлення ДТ захисні резистори можна не застосовувати, а встановлюють:

- автоматичні вимикачі багаторазової дії АВМ типу АВМ2-15 або АВМ1-5, які забезпечують захист апаратури і навченого персоналу від асиметрії тягового струму, що перевищує допустимі значення;

- розрядники (типу РВНШ або РКН) або вирівнювачі (типу ВОЦН-220) для захисту апаратури від грозового розряду (для автономної тяги) або комутаційних перенапруг у контактній мережі (для електричної тяги). Для забезпечення роботи АБТ і ув'язування зі станційними та переїзними пристроями уздовж перегону прокладають два роздільних кабелі для непарної і парної колії.

Колійний план перегону

На колійному плані перегону (рис. 6.2) зображують перегінні світлофори та їхні ординати, релейні шафи, рейкові кола у двонитковому зображенні із зазначенням їхніх довжин і розміщенням колійних приладів, колійні ящики та їхні ординати, колійні дросель-трансформатори із зазначенням їхнього типу, кабельну мережу перегону та кабельні плани сигнальних точок і переїзних пристроїв із зазначенням довжин кабелів (на рис. 6.2 вказано довжину не всіх кабелів), жильність і кількість запасних жил.

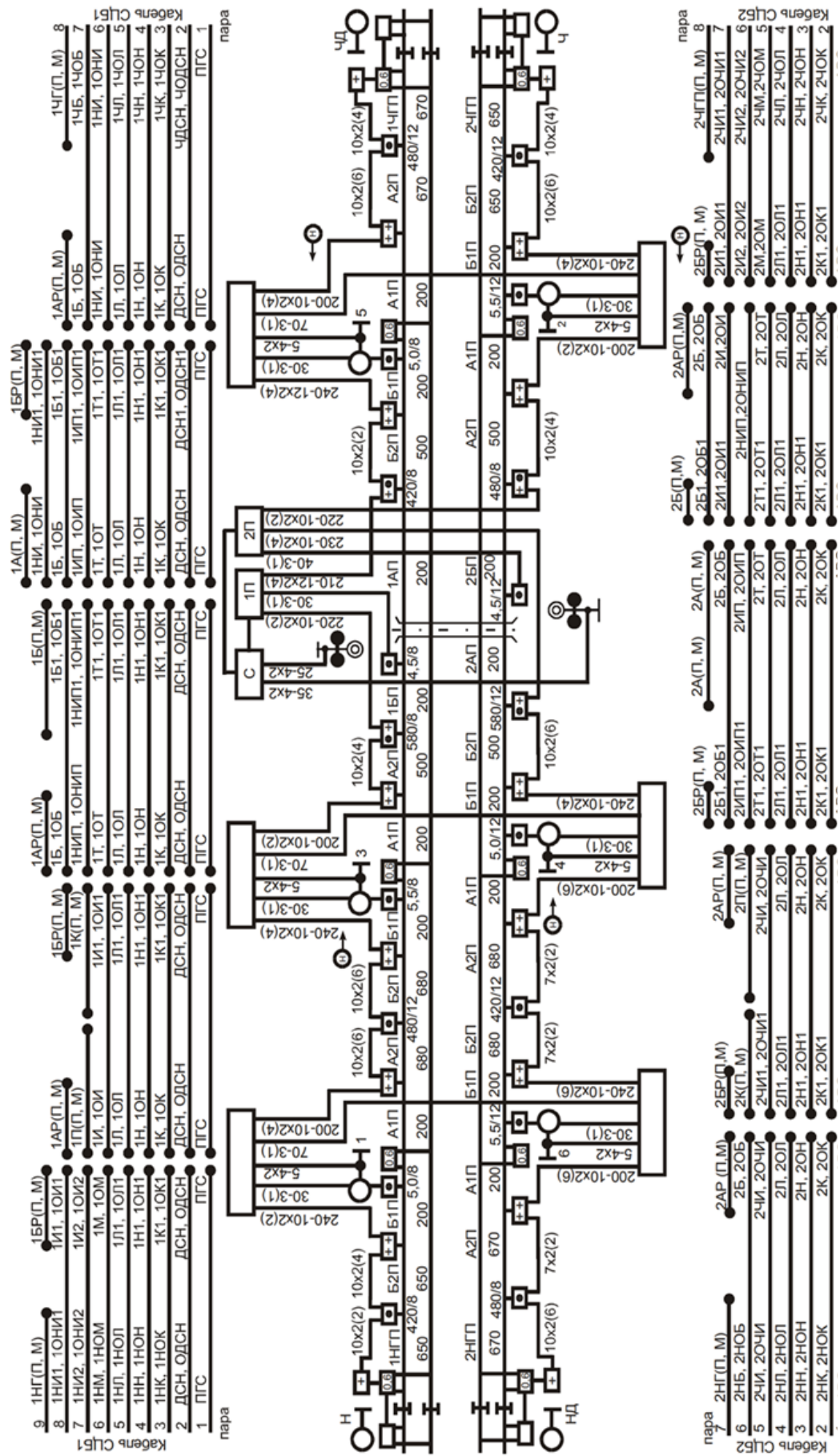


Рис. 6.2. Колийний план перегону АБТ

Жили кабелів лінійних кіл і рейкових кіл позначають відповідно до прийнятої схемної номенклатури. Для живильних кінців рейкових кіл вказують комбінації частот генераторів (несуча частота/частота модуляції).

Апаратура однієї сигнальної установки кожного шляху розташована в окремій релейній шафі типу ШРУ-М.

Для зручності опису схем прийнято таку термінологію. *Шляхом приймання* для кожної станції називають шлях, яким приймають поїзди за основним вхідним сигналом, *шляхом відправлення* - шлях, що примикає до додаткового вхідного сигналу. За кожним із цих шляхів можна приймати і відправляти поїзди з оперативною зміною напрямку руху. Рухом по правильному шляху називатимемо такий напрямок руху, для якого регулювання здійснюється за показаннями підлогових прохідних світлофорів; встановлений зворотний напрямок руху цим шляхом - рух неправильним шляхом.

У рейкових колах для непарного шляху рекомендовано застосовувати комбінації частот 420/8, 480/12, 580/8, 5000/8, 5555/8, а для парного – 420/12, 480/8, 580/12, 5000/12, 5555/12. Практично, якщо відсутній переїзд, для захисту від взаємного впливу рейкових кіл достатньо забезпечити чергування двох частот 420 і 480 Гц. Для керування переїздною сигналізацією біля переїзду організовано дві ТРК4 по 200 м (4,5/8 по непарному шляху та 4,5/12 по парному шляху).

Колійні ящики, у яких розміщена апаратура погодження та захисту приладів рейкових кіл обробляють кабель, зображують на плані перегону в місцях їх встановлення. При цьому знаком «+» відмічено підключення жил приймального кінця рейкового кола, знаком «•» - живлячого.

Дросель-трансформатори встановлюють біля прохідних світлофорів для вирівнювання тягового струму (на ординаті точки підключення генератора ТРК4), ізолюючих стиків на межі зі станцією, а також у місцях приєднання відсмоктуючих фідерів тягових підстанцій, підключення заземлень, об'єднання рейкових ниток сусідніх колій.

Для забезпечення роботи АБТ та ув'язування зі станційними та переїзними пристроями вздовж перегону прокладають два роздільні кабелі – СЦБ1 для непарного шляху та СЦБ2 для парного шляху. Лінійні кола та жили для організації живлячих і релейних кінців рейкових кіл прокладають в одному загальному кабелі. Залежно від кількості цих кіл ємність кабелю в межах перегону змінюється. Для автономної тяги та електротяги постійного струму рекомендовано застосовувати кабель марки СБЗПУ (із гідрофобним заповненням сердечника, посиленою поліетиленовою ізоляцією), для електричної тяги змінного струму – СБЗПАБпШп (в алюмінієвій оболонці, із бронею з двох сталевих стрічок, у захисному шлангу з поліетилену).

До позначення лінійних кіл і жил кабелів рейкових кіл додають цифру 1 або 2 відповідно до їхньої належності до непарного або парного шляху. У кожному з кабелів передбачені жили для організації таких лінійних кіл і схем:

Н, ОН – схема зміни напрямку;

К, ОК – коло контролю перегону схеми зміни напрямку;

Л, ОЛ – лінійне коло ув'язування сигнальних установок (передавання інформації попередньому світлофору про поїзну ситуацію); із цього ж кола організовано передавання на попередню СУ інформації про вступ поїзда на БД (для початку подавання до рейкової лінії сигналу АЛС);

І, ОІ – коло схеми вимкнення дозвільного сигналу на світлофорі в разі втрати шунта (на першій блок-ділянці віддалення від станції по шляху відправлення та на блок-ділянці з переїздом це коло позначено Б ПРО, а на передвхідній блок-ділянці шляху приймання – ІІ-ОІІ); використовують також для передавання на попередню сигнальну установку повідомлення про наближенні поїзда до станції за дві блок-ділянки шляху приймання;

ІІ, ОІІ – коло схеми вимкнення дозвільного сигналу на світлофорі в разі втрати шунта на передвхідній БД шляху приймання; використовують також для передавання на станцію сповіщення про стан цієї СУ;

I2, OI2 – коло передавання на станцію інформації про стан другої (дальньої) БД шляху приймання;

Б, ОБ – коло схеми вимкнення дозвільного сигналу на світлофорі в разі втрати шунта на першій БД шляху відправлення та блок-ділянках із переїздом;

М, ОМ – коло схеми керування миготінням жовтого вогню на передвхідному світлофорі; передавання на станцію сигналів АЛС для кодування рейкових кіл маршрутів відправлення на неправильний шлях;

ІП, ОІП – коло сповіщення на переїзд про наближення поїзда по правильному шляху;

НІП, ОНІП – коло сповіщення на переїзд про наближення поїзда по неправильному шляху;

Т, ВІД – коло передавання кодових сигналів АЛС у рейкові кола переїзду;

НІ, ОНІ (ЧІ, ОЧІ) – повідомлення на станцію про стан першої та другої ділянки наближення по неправильного шляху; передавання на станцію сигналів АЛС для кодування рейкових кіл маршрутів відправління правильним шляхом.

У цих же кабелях організовано сполучні жили рейкових кіл:

П(П,М) – жили підключення генератора для живлення рейкових кіл А2П/Б2П. Для жил, що подають живлення зі станції, замість літери П вказують назву РК контрольованої станції, наприклад 1НГ(П,М). Жили, до яких підключені генератор і приймач (зазвичай на БД з переїздом), позначають за назвою приймача, наприклад 2А(П,М);

АР(П,М) – для підключення приймальної апаратури рейкових кіл А1П та А2П;

БР(П,М) – для підключення приймальної апаратури рейкових кіл Б1П та Б2П;

К(П,М) – для подавання кодових сигналів АЛС у рейкові кола для руху поїзда неправильним шляхом.

Для ув'язування з переїздом можуть додатково знадобитися такі кола:

ЗУ, ОЗУ – коло передавання з переїзду попередньому світлофору інформації про стан рейкових кіл, контрольованих на переїзді, якщо вони входять до складу захисної ділянки;

АП, ОАП (БП, ОБП) – передавання на переїзд від попереднього світлофора інформації про стан рейкового кола А1П (Б1П); застосовують у тому випадку, якщо переїзд розташований біля світлофора і для його роботи використано ТРК4 сигнальної установки.

Крім того, у кабелі СЦБ1 непарного шляху організовано жили:

ДСН, ОДСН – коло схеми подвійного зниження напруги; використовують також у системі диспетчерського контролю для передавання інформації з перегону на найближчу станцію (на сьогодні використовують тільки в системі диспетчерського контролю);

ПГС – проводи кола перегінного зв'язку.

У кабелі СЦБ2 передбачені жили АВС – проводи кола аварійно-відновлювального зв'язку.

Відповідно до кабельного плану сигнальної точки в кожному релейну шафу, крім зазначеного вище кабелю, вводять окремі кабелі таких призначень:

1. Для подавання живлення на лампи світлофорів - кабель ємністю чотири пари жил (З1, З2, Ж1, Ж2, ОЖЗ, К1, К2, ОК). Кабель обробляють у муфті біля щогли світлофора.

2. Для подавання живлення в рейкові кола А1П/Б1П типу ТРК4 – трижильний кабель (жили 1ПП та 1ПМ для підключення приладів живлення та одна жила запасна). Кабель обробляють на клемній колодці колійного ящика.

3. Для передавання жил ДСН-ОДСН у релейну шафу спареного світлофора – трижильний кабель (одна жила запасна).

4. Для подавання в релейну шафу основного електроживлення ПХ-ОХ від високовольтної лінії СЦБ – п'ятижильний кабель (дубльовані робочі жили та одна запасна).

5. Для подавання в релейну шафу резервного електроживлення РПХ – РОХ від високовольтної лінії поздовжнього електропостачання лінійних споживачів – аналогічний кабель.

Живлення на пристрої АБ подають від однофазних комплектних трансформаторних підстанцій КТП-П-А-1,25/10, які знижують напругу до 230 В. При цьому як основне, так і резервне живлення подають у кожную релейну шафу окремими кабелями.

6.2. Програма виконання роботи

За варіантом завдання (рис. 6.3) (варіант вибрати за порядковим номером у списку групи):

1. Проаналізувати вихідні дані:

- ознайомитися з основними відмінними рисами системи АБТ, такими як двостороння дія по кожній колії та наявність схем контролю втрати шунта;

- визначити типи ТРК, що будуть використані на ділянці.

2. Побудувати графічний план:

- нанести осі колій і місця встановлення сигнальних установок (СУ);
- позначити межі блок-ділянок. Оскільки ізолюючі стики відсутні, межі визначають точками підключення апаратури ТРК4;

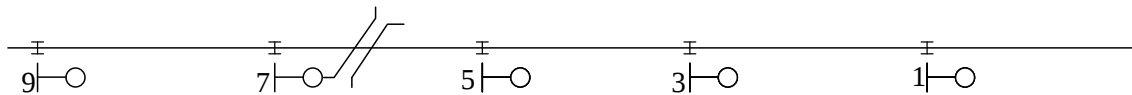
- зобразити захисні ділянки за світлофорами.

3. Проектування кабельних мереж і живлення:

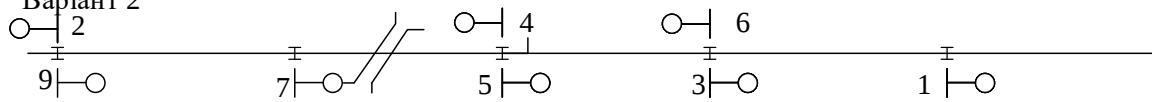
- нанести траси кабелів від КТП до релейних шаф (РШ);

- урахувати, що основне та резервне живлення (ПХ-ОХ і РПХ-РОХ) подано в кожну РШ окремими кабелями;
- відобразити дублювання робочих жил у кабелях живлення від лінії СЦБ;
- відстані між сигнальними установками брати довільно.

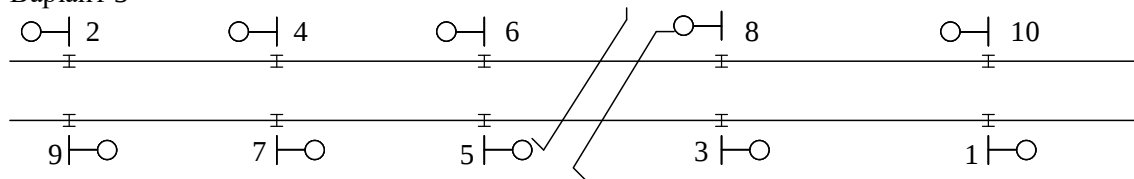
Варіант 1



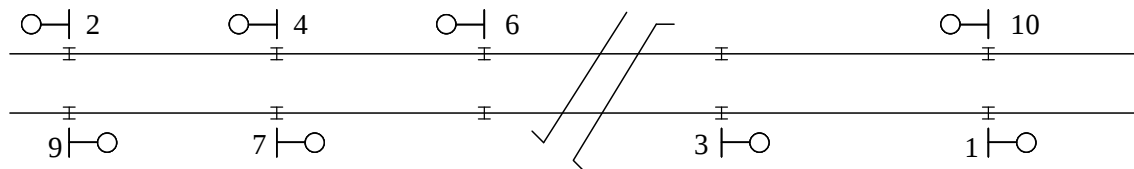
Варіант 2



Варіант 3



Варіант 4



Варіант 5

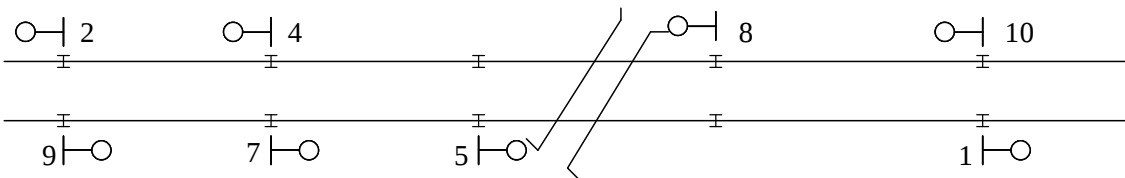


Рис. 6.3

Контрольні запитання

1. Які основні відмінні риси системи АБТ?
2. Яке призначення кіл Л-ОЛ у системі АБТ?
3. Чому в АБТ використовують захисні ділянки і де вони розташовані?
4. Як організовано захист пристроїв ТРК від перенапруг?
5. Опишіть схему подавання основного та резервного живлення до релейних шаф.
6. Що допомагає організувати двосторонній рух по обох коліях двоколійного перегону?
7. Як на колійному плані відображають межі рейкових кіл за умови відсутності ізолюючих стиків?

Література [6-9].

Практична робота 7

АНАЛІЗ СХЕМ АБТ

Мета роботи

Вивчити принципи побудови та функціонування принципових схем рейкових кіл, кодування АЛС і лінійних кіл у системі АБТ. Навчитися аналізувати стан приладів залежно від місцезнаходження поїзда на перегоні.

7.1. Теоретичні відомості

Система АБТ базована на використанні тональних рейкових кіл (ТРК) і децентралізованому розміщенні апаратури. Особливістю схемних рішень АБТ є гнучкість конфігурації апаратури залежно від довжини блок-ділянок і наявності переїздів.

7.1.1. Схеми рейкових кіл і кодування АЛС

Для живлення рейкових кіл у релейній шафі встановлюють генератори різного типу:

- генератор ГП4 із фільтром ФРЦАЛ: призначений для живлення рейкових кіл А1П/Б1П;
- генератор ГП3/8,9,11 із фільтром ФПМ8,9,11: використовують для рейкових кіл А2П/Б2П.

У проєкті для кожного генератора та фільтра обов'язково вказують зовнішні настроювальні перемички відповідно до необхідної частоти і потужності. Параметри апаратури дають змогу підключати до однієї пари живлення не лише два приймачі, а і комбінації приймачів ТРК4 із передавальною апаратурою ТРК3.

Схеми рейкових кіл однієї сигнальної установки в найбільш поширеному варіанті їх застосування наведено на рис. 7.1.

Залежно від довжини БД, наявності переїзду та його віддаленості від сигнальної установки може змінитися кількість апаратури ТРК або її підключення. Наприклад, параметри апаратури дають змогу послідовно підключати до однієї пари жил кабелю не тільки два приймачі, а і приймач ТРК4 із передавальною апаратурою ТРК3. Але в будь-якому разі схеми рейкових кіл залишаються незмінними.

Розглянемо особливості застосування ТРК у системі АБТ. Для живлення рейкових кіл А1П/Б1П у релейній шафі встановлено генератор ГП4 із фільтром ФРЦ4Л, а для рейкових кіл А2П/Б2П - генератор ГП3/8,9,11 із фільтром ФПМ8,9,11. Проектуючи АБТ, у схемах ТРК для кожного генератора і фільтра вказують зовнішні перемички відповідно до необхідної комбінації частот, а в регульовальних таблицях – напруги на виході генератора залежно від довжини РК.

Спочатку як резистори R_d застосовували регульовані дротяні резистори типу 7157, які в експлуатації показали низьку надійність. Із середини 2000 року ці резистори замінено на резистори постійні дротяні ізольовані типу С5-35В-25Вт.

Величину опору резистора вибирають такою, виходячи з довжини сполучного кабелю і питомого опору його жил, щоб отримати в сумі 400 Ом. Як узгоджувальний трансформатор використовують ПОБС 2А із коефіцієнтом трансформації $n = 38$.

Захисні резистори R_z передбачені у всіх УСЗ, крім місця установаження дросель-трансформаторів. На сьогодні замість двох регульованих дротяних резисторів, що паралельно ввімкнені, рекомендовано використовувати більш надійні і довговічні резистори РПН (резистор постійний низько-омний). Ці резистори випускають на номінальні опори від 0,11 до 0,5 Ом.

Підключати живлячі жили ТРК4 рекомендовано не до рейок, а безпосередньо до виводів основної обмотки ДП. Цим забезпечено контроль цілісності дросельних перемичок. Відповідно до методичних вказівок І-206-

91, у системі АБТ застосовували дросель-трансформатори ДТ-0,6 із розімкнутою додатковою обмоткою.

Зараз розпочато виробництво більш дешевих і зручних в експлуатації сухих дросель-трансформаторів типу ДП-20, ДП-150 і ДП-300, які розраховані на пропускання постійного тягового струму, що дорівнює 20, 150 і 300 А відповідно. Крім того, у них передбачено виводи середньої точки обмотки для організації заземлення металевих конструкцій. Для ділянок із тягою змінного струму розроблено аналогічні дросель-трансформатори Д-20, Д-150 і Д-300. Дросель-трансформатори ДП-20 і Д-20 мають малі габарити, застосовувані тільки для вирівнювання тягового струму і встановлення в колійних ящиках.

Різновиди колійних приймачів ПП1 і ПРЦ4Л1 вибирають залежно від прийнятої комбінації частот живлення конкретних РК і зазначають на схемах ТРК. Відповідно до цього вибирають і вказують номери виводів для підключення основних колійних реле А1ПО, А2ПО, Б1ПО та Б2ПО. Дублюючи колійні реле А1ПД, А2ПД, Б1ПД та Б2ПД підключають до приймачів через блок випрямлячів БВС4Л. Цим забезпечено керування колійними реле через різні вихідні кола колійного приймача, що має сприяти підвищенню безпеки роботи схеми. Раніше застосовували колійні реле типу АНШ2-1230 із паралельним ввімкненням обмоток, що забезпечувало напругу спрацьовування реле 3,5 В. На сьогодні рекомендовано використовувати нові реле типу АНШ2-310 із послідовним ввімкненням обмоток.

Стан ділянки колії, обладнаної рейковими колами А1П та А2П, контролюють загальними повторювачами основних і додаткових колійних реле цих РК. Дубльовані повторювачі АП1 та АП2 ввімкнені за схемою із двополюсним розмиканням. Для рейкових кіл Б1П і Б2П застосована аналогічна схема. Схемні залежності в системі АБТ здійснюють ці повторювачі.

У системі АБТ для передавання інформації на локомотив передбачена числова АЛС.

Кодування рейкових кіл блок-ділянки відбувається від попередньої СУ за сполучними жилами кабелю рейкових кіл у міру вступу на них поїзда. Для цього передбачено чергове підключення схеми кодування до жил кабелю паралельно конденсатору СК1. Причому рейкові кола Б1П і Б2П кодують спільно, подаючи кодовий сигнал по живлячих жилах П(П, М) (точки 1-2).

Формує кодові сигнали кодовий колійний трансмітер КПТ типу КПТШ-515, а вибирають необхідний кодовий сигнал контакти сигнальних реле Ж1 (Ж2) і З. Трансмітерне реле Т, працюючи в такт з імпульсами зворотної кодової комбінації, модулює струм вторинної обмотки кодуючого трансформатора ТК типу ПОБС-3А. Напруга на вторинній обмотці трансформатора ТК встановлена відповідно до регулювальних таблиць.

Вступ голови поїзда за світлофор попередньої СУ фіксує кодовмикальним реле КВ по лінійному колу Л-ОЛ. Воно встає під струм і своїми контактами вмикає кодовий сигнал у точках 1-2.

Зі вступом поїзда на рейкові кола А2П і А1П будуть знеструмлені колійні реле цих РК і по черзі підключений кодовий сигнал у точки 3-4 і 5-6. При цьому кодування кожного попереднього рейкового кола припиняється.

Із рухом поїзда неправильним шляхом контакти реле безпосередньо Н перебудовують схему кодування, що забезпечує наступне підключення кодових сигналів у точки 7-8, 9-10, 5-6. Як уже було зазначено, для кодування рейкових кіл А2П і А1П у цьому випадку передбачені окремі жили кабелю КП1-КМ1. Для підключення цих жил у колійному ящику Б2П/А2П встановлюють конденсатор, який для правильного напрямку руху шунтований тилловим контактом ПН1 у релейній шафі попередньої СУ.

7.1.2. Лінійні кола ув'язування

Лінійні кола забезпечують передавання інформації про стан блок-ділянок між сусідніми сигнальними установками та ув'язування з переїзними пристроями. Стан приладів у цих колах (збуджений або знеструмлений) безпосередньо залежить від вільності чи зайнятості відповідних рейкових кіл (А1П, Б1П, А2П тощо).

Для прикладу розглянемо коло між сигнальними установками 4 і 6 світлофорів (рис. 7.2). Передають інформацію з використанням полярної ознаки струму, який сприймають дубльовані лінійні реле Л1 та Л2 (комбіновані реле типу КМШ-450). Повідомлення формують і передають від четвертої СУ до шостої так:

- про стан світлофора 4 (відкритий або закритий) – контактами дубльованих сигнальних реле Ж1, Ж2 (подано струм прямої або зворотної полярності);
- стан рейкових кіл А1П та А2П блок-ділянки 6П – контактами дубльованих реле АП1, АП2 (у разі зайнятості будь-якої з цих РК коло Л-ОЛ розривається);
- стан захисної ділянки – контактами реле БП1, БП2 (повторювачі колійних реле рейкових кіл Б1П і Б2П за світлофором 4). У разі зайнятої захисної ділянки лінійне коло розривається. Цим забезпечено ввімкнення червоного вогню на світлофорі 6 навіть за вільного 6П і виключені наслідки проїзду поїздом заборонного сигналу;
- несправність лампи червоного вогню – контактами вогневого реле КО, які з перегоранням обох ниток лампи червоного вогню обривають лінійне коло.

Крім того, у лінійне коло Л-ОЛ на шостій сигнальній установці введені контакти реле БП1 і БП2, що контролюють стан рейкових кіл Б1П і Б2П блок-ділянки 4П.

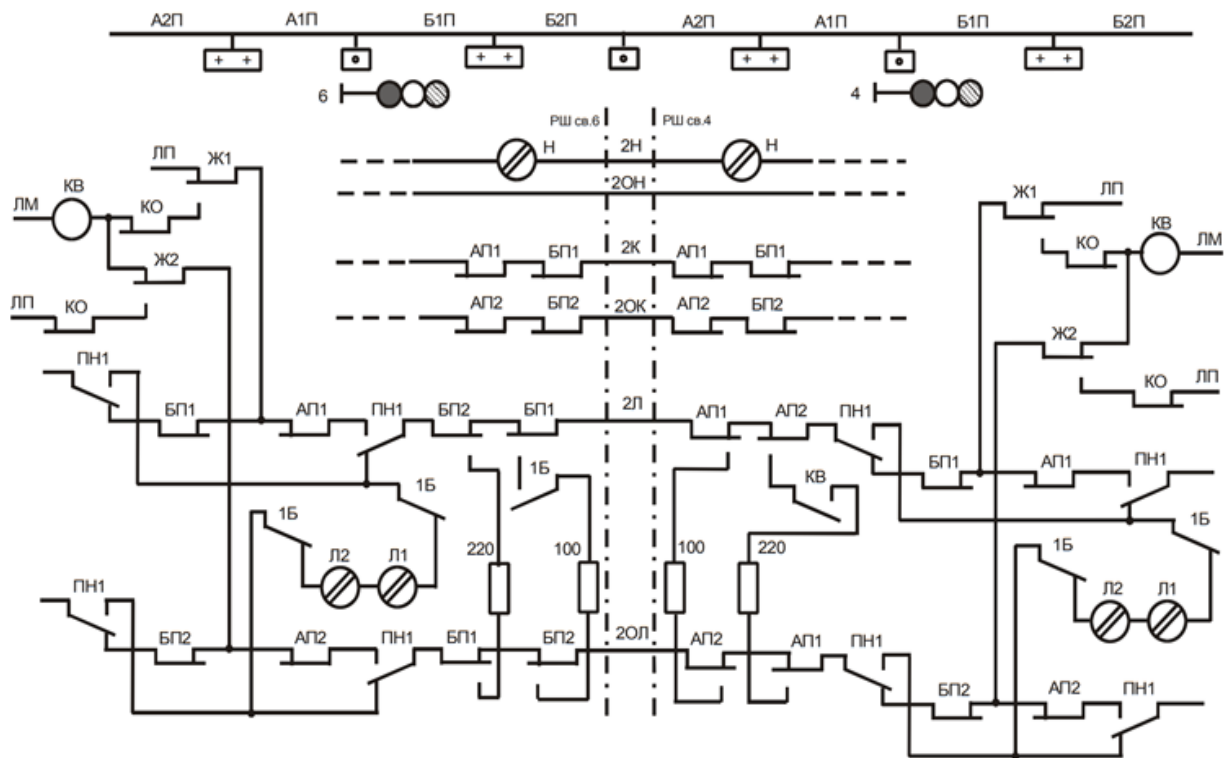


Рис. 7.2. Лінійні кола ув'язування Л-ОЛ

Введення у схему лінійного кола кодів, що вмикає реле КВ і шунтуючих кіл, через тилові контакти реле А... і Б... дало змогу передавати інформацію від 6СУ на 4СУ про вступ поїзда на блок-ділянку 6П. За відсутності поїзда струм, що протікає по колу Л-ОЛ через досить великий опір обмоток реле Л1 і Л2, недостатній для спрацьовування реле КВ.

У разі вступу голови поїзда за шостий світлофор реле БП1, БП2 шунтують обмотки реле Л1 і Л2, струм збільшується, і реле КВ притягує свій якір. Зі звільненням рейкових кіл Б збуджений стан реле КВ зберігається за рахунок шунтуючого кола через тилові контакти реле АП1, АП2.

Контакти реле КВ шунтуючого кола виключають передавання на локомотив з наступної блок-ділянки 8П кодового сигналу від 4СУ у разі хибної зайнятості або зламу рейки на 6П. Цим забезпечена відповідність показань підлогового та локомотивного світлофорів.

Зі зміною напрямку руху лінійне коло комутуване контактами реле ПН1 для передавання інформації в протилежному напрямку.

Схеми керування вогнями світлофорів

У системі АБТ передбачені двониткові лампи для всіх вогнів світлофора (рис. 7.3). За несправності основних ниток відбувається автоматичне підключення живлення до резервних ниток ламп, а з перегоранням обох ниток лампи червоного вогню закритого світлофора – «перенесення» червоного вогню на попередній світлофор.

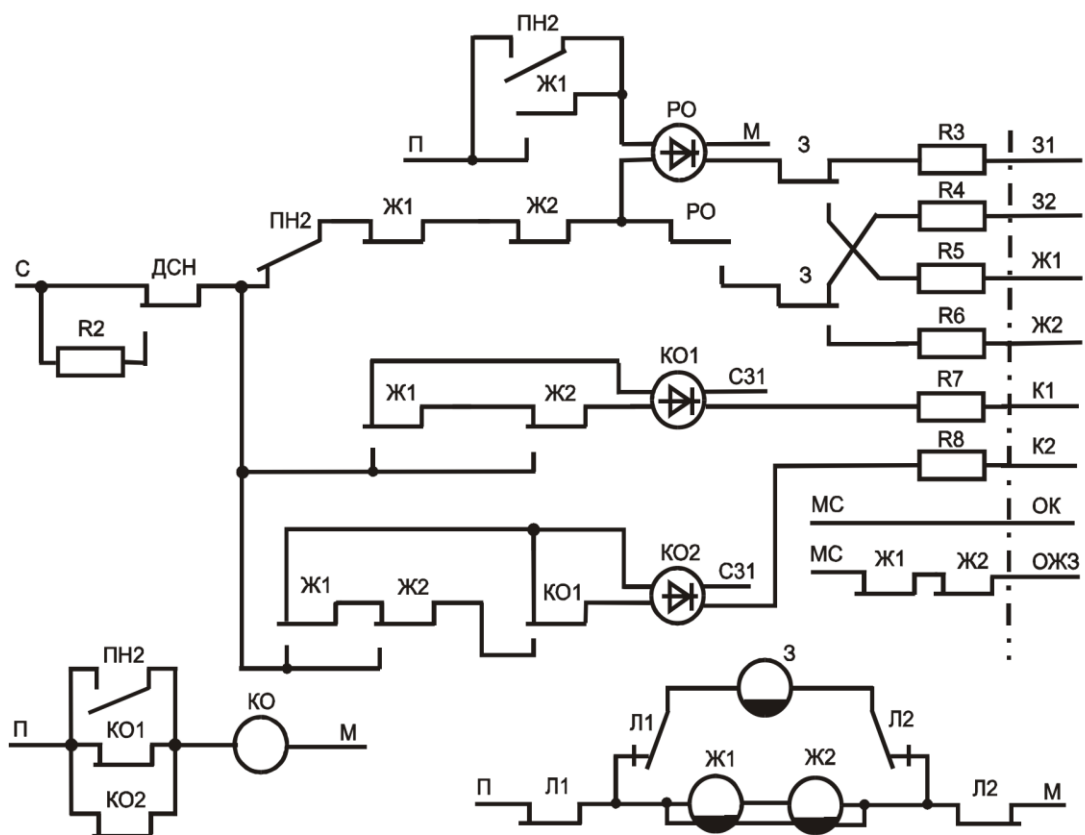


Рис. 7.3. Схема керування вогнями світлофорів

Вибирають вогні світлофорів контактами сигнального реле З і дубльованих сигнальних реле Ж1 і Ж2, стан яких залежить від стану лінійних реле Л1, Л2.

У схемі застосовано двополюсне розмикання кіл живлення ламп дозвільних вогнів. Крім того, для підвищення безпеки функціонування схеми вона збудована так, що ввімкнення дозвільних вогнів відбувається через послідовно ввімкнені фронтові контакти дубльованих реле Ж1 і Ж2, а вимкнення та ввімкнення заборонного сигналу відбувається зі знеструмленням будь-якого з цих реле.

Вогневі реле виконують такі функції:

РО – контроль основних ниток ламп дозвільних вогнів у гарячому стані та ввімкнення резервних ниток у разі несправності основних;

КО1 – контроль основної нитки лампи червоного вогню в холодному та гарячому стані та ввімкнення резервної нитки;

КО2 – контроль резервної нитки лампи червоного вогню в холодному та гарячому стані.

Коло контролю ниток ламп червоного вогню в холодному стані організоване від джерела С31-МС через послідовно ввімкнені високоомну і низькоомну обмотки вогневого реле.

Із знеструмленням будь-якого із зазначених реле інформація про несправність буде передана на найближчу станцію по колах диспетчерського контролю. Крім того, із перегоранням обох ниток лампи червоного вогню закритого світлофора здійснюється процедура «перенесення» червоного вогню на попередній світлофор. Це реалізовано за допомогою реле КЗ, яке своїми контактами розриває лінійне коло Л-ОЛ.

Зі зміною напрямку руху контакт реле ПН2 вимикає живлення дозвільних вогнів світлофора. Контакти реле Ж1 та ПН2 у колі високоомної обмотки реле РВ вимикають його хибне знеструмлення з горінням червоного вогню або за встановленого зустрічного напрямку руху.

Ув'язування автоблокування зі станційними пристроями

Із прийманням поїздів на станцію вирішують такі завдання:

- передавання з перегону на станцію сповіщення про наближення поїздів за два БО. При цьому стани обох СУ мають бути контрольовані окремо;

- вибір сигнального показання передвхідного світлофора і/або кодового сигналу АЛС залежно від показання вхідного або вхідного додаткового світлофора. При цьому для передвхідного світлофора має бути передбачено додаткове сигнальне показання;

- ввімкнення жовтого миготливого вогню, який буде ввімкнений для маршруту приймання поїзда на бічний шлях;

- ввімкнення кодових сигналів АЛС до рейкових кіл БД наближення.

Із відправленням поїзда зі станції вирішують такі завдання:

- вибір показання вихідного світлофора залежно від стану двох ділянок віддалення;

- вибір кодових сигналів АЛС для подавання в станційні рейкові кола маршрутів відправлення залежно від стану блок-ділянок віддалення.

У системі АБТ з урахуванням двостороннього руху поїздів за кожним шляхом перегону обидві групи завдань вирішують для кожної з цих колій.

Побудову схем розглянемо на прикладі ув'язування АБТ з пристроями ЕЦ парної горловиною станції.

Схеми ув'язування зі шляхом приймання

Роботу схеми ув'язування під час приймання поїздів забезпечують лінійні кола 2Л-2ОЛ, 2І-2ОІ, 2І1-2ОІ1, 2І2-2ОІ2, 2М-2ОМ (рис. 7.4).

Повідомлення про наближення поїзда передають:

- від 4СУ до 2СУ – по колу 2І-2ОІ (на схемі не показано);
- від передвхідної 2СУ на станцію за колами 2І2-2ОІ2 та 2І1-2ОІ1;
- про стан другої та першої ділянок наближення відповідно.

У передаванні повідомлення беруть участь повторювачі колійних реле БП1 та АП1 і реле схеми контролю втрати шунта ПБП і 1Б. Приймачами на станції є сповіщувач наближення 2Ч2П і сповіщувач 2Ч1П, стан якого залежить від стану реле 2ПБП і колійного реле рейкового кола 2ЧГП.

Керування основними сигналами передвхідного світлофора та вибір сигналів АЛС для кодування 4БУ забезпечено з використанням лінійного



Кодування передвхідної СУ здійснюється зі станції і починається зі

2Л-2ОЛ передають коди, що вмикають реле 2ЧГКВ, яке ввімкне трансмітерне реле.

Зі зміною напрямку руху (реле ПН1 і ПН2 збуджено) для реалізації ув'язування для маршруту відправлення використовують існуючі лінійні кола 2Л-2ОЛ і 2М-2ОМ. При цьому напрямок передавання інформації та її зміст змінюються.

Із відправленням поїзда показання вихідних світлофорів вибирають за допомогою станційного лінійного реле 2Л, що приймає інформацію по колу 2Л-2ОЛ від 2СУ. При цьому ув'язування організовано аналогічно ув'язці прохідних світлофорів.

Кодові сигнали АЛСН для кодування РК маршруту відправлення передає коло 2М-2ОМ. На станції цей сигнал сприймає трансмітерне реле 2НОТ, яке забезпечує подавання кодового сигналу в станційні рейкові кола.

Схеми ув'язування для маршрутів відправлення

Із відправленням поїздів інформацію для вибору сигнальних показань вихідних світлофорів передає лінійне коло 1Л-1ОЛ від першої СУ за віддаленням і сприймає на станції лінійне реле 1Л.

Для кодування РК маршрутів відправлення кодові сигнали АЛСН передають із першої за віддаленням сигнальної установки (5СУ) по колу 1НІ-1ОНІ (рис. 7.5). Ці сигнали на станції приймає трансмітерне реле 1НОТ і транслують їх у станційні РК.

Зі зміною напрямку руху (реле ПН1 і ПН2 сигнальних установок непарного шляху збуджені) ув'язування для приймання здійснюється так: повідомлення про наближення поїзда передано з 3СУ на 5СУ розривом кола 1НІ-1ОНІ контактами реле АП1 і АП2, а потім із 5СУ на станцію – із використанням полярної ознаки сигналу. Приймачем повідомлення на станції є реле 1НІП комбінованого типу. Змінює полярність сигналу в колі реле 1НІП контакт реле НІП, що свідчить про зайняття другої (дальньої) ділянки наближення, а розмикання кола контактом реле АП1 – про зайняття

першої ділянки наближення. Роздільний контроль ділянок наближення в цьому разі не передбачений через невиправдане ускладнення схеми.

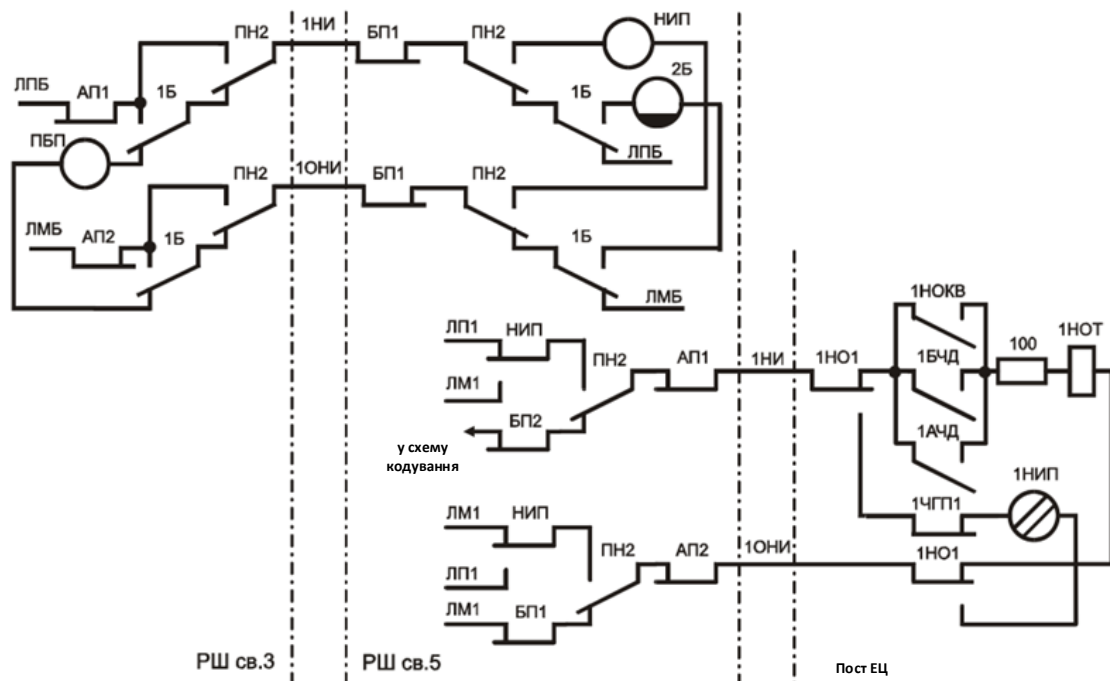


Рис. 7.5. Схема ув'язування зі шляхом відправлення

Інформація для вибору сигналу АЛС під час кодування другого ділянки наближення передана на 5СУ з поста ЕЦ із 1Л-1ОЛ і містить ті самі повідомлення, що і в маршруті приймання за правильним шляхом. Кодування першої ділянки наближення здійснюється зі станції. При цьому, коли поїзд вступає на першу ділянку наближення по неправильному шляху, встає під струм кодовмикальне реле 1ЧГКВ станції та вмикає трансмітерне реле ПТ.

Ув'язування з переїзними пристроями

На двоколійних ділянках із двостороннім рухом поїздів автоматичне керування переїзними пристроями забезпечено з проходженням поїздом будь-якого напрямку, незалежно від спеціалізації шляхів і встановленого напрямку руху. Схема ув'язування реалізована відповідно до технічних

Принцип побудови та роботи схеми ув'язування АБ з переїзними пристроями розглянемо на прикладі схеми парного шляху (рис. 7.6).



Для фіксації наближення поїзда до переїзду та його проходження через переїзд, а також контролю правильності проходження поїзда обладнано чотири ділянки наближення – дві перед переїздом і дві за переїздом.

Для організації ділянок 2-2У та 2-3У по обидва боки від переїзду обладнано рейкові кола 2АП і 2БП типу ТРК4, які контролювані на переїзді. У деяких випадках одне із цих рейкових кіл контролювано на СУ автоблокування. Тоді інформація про її стан передає на переїзд коло 2АП-2ОАП або 2БП-2ОБП.

Ділянки 2-1У та 2-4У утворені рейковими колами автоблокування відповідно до розрахункової довжини ділянок наближення в парному та непарному напрямках. Ці РК забезпечують подавання повідомлення з наближенням поїздів як встановленого, так і невстановленого напрямку руху, а також беруть участь у роботі схеми контролю спрямування та правильності проходження поїзда.

Інформацію про стан ділянок 2-1У та 2-4У передають на переїзд лінійні кола:

- 2ПП-2ОПП із приймачами 2ПП1, 2ПП2 (стан ділянки 2-1У);
- 2НПП-2ОНПП із приймачами 2НПП1, 2НПП2 (стан 2-4У).

Зі зміною напрямку руху нумерація ділянок змінюється. У схемі ув'язування передбачено також таке:

1. У лінійне коло 2Л-2ОЛ на переїзді введені контакти реле 2АБ1, 2АБ2 (дубльовані повторювачі колійних реле РК 2АП і 2БП). Цим забезпечено знеструмлений стан лінійних реле Л1 і Л2, а також ввімкнення кодів, які вмикає реле КВ зі знаходженням рухомої одиниці на цих РК.

2. Для кодування рейкових кіл, апаратура яких розміщена на переїзді, організовані лінійні кола 2Т-2ОТ з передаванням кодових сигналів АЛС від попереджувальної сигнальної установки на переїзд. Передавання кодових сигналів здійснюється від 2СУ або від 4СУ залежно від встановленого напрямку руху.

3. Робота схеми вимкнення дозвільного сигналу на світлофорі в разі втрати шунта організована з використанням лінійних проводів 2Б-2ОБ, у які на переїзді введені контакти реле 2АБ1, 2АБ2.

4. Якщо переїзні РК входять до складу захисної ділянки, то інформацію про стан цих РК передає на СУ лінійне коло 2ЗУ-2ОЗУ (на схемі рис. 7.6 відсутня).

5. З обладнанням переїзду автошлагбаумами в кола 2Л-2ОЛ і 2Т-2ОТ вводять контакти реле 3Г1, 3Г2. Цим забезпечено перекриття найближчих прохідних світлофорів на заборонне показання та вимкнення кодування рейкових кіл для ввімкнення загороджувальних світлофорів.

Стан ділянок наближення контролюють дубльовані реле 2-1У1, 2-1У2; 2-2У1, 2-2У2; 2-3У1, 2-3У2 і 2-4У1, 2-4У2 (рис. 7.7).

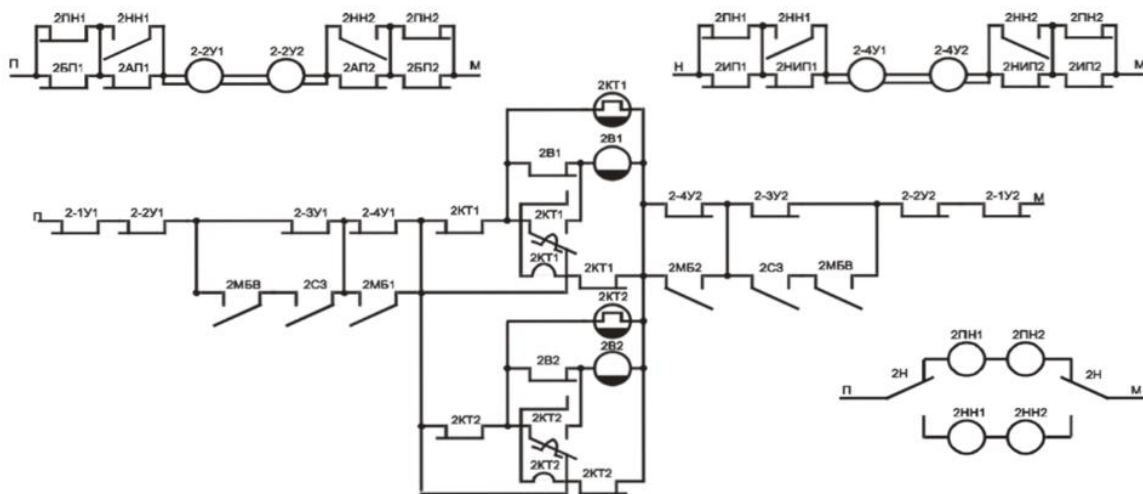


Рис. 7.7. Схема вмикальних реле переїздної сигналізації

Зі вступом поїзда будь-якого напрямку на ділянку наближення, незалежно від напрямку дії автоблокування, реле 2-1У1(2) або 2-4У1(2) знеструмлюються та обривають коло живлення дубльованих реле 2В1(2), які здійснюють закриття переїзду.

У процесі подальшого проходження поїзда схема лічильників і блокувальних реле (на рис. 7.6 схема не показана) визначає напрямки руху поїзда, перевіряє послідовність зайняття і звільнення ділянок з урахуванням часу їх зайняття і забезпечує відкриття переїзду з контролем короткочасної втрати шунта.

Під час руху поїзда невстановленого напрямку відкриття переїзду відбувається після звільнення поїздом ділянок наближення для встановленого напрямку (1У та 2У). Зі зміною напрямку руху схеми реле У перебудовують контакти дубльованих повторювачів реле напрямку 2ПН1(2) і 2НН1(2).

7.2. Програма виконання роботи

1. Аналіз схем рейкових кіл:

- описати принципову схему однієї СУ (сигнальної установки);
- позначити типи генераторів і фільтрів, що використані для живлення різних ділянок.

2. Дослідження алгоритмів кодування АЛС: проаналізувати і описати умови ввімкнення кодування в рейкові кола залежно від напрямку руху та зайнятості ділянок.

Виконання індивідуального завдання (за варіантом, який вибирають за порядковим номером у списку групи):

1. На схемі лінійних кіл позначити стан приладів (реле) для заданої ситуації (наприклад поїзд знаходиться на ділянці А1П, Б2П або Б1П).

2. Для варіантів із переїздом позначити стан приладів у схемі ув'язування з переїзною сигналізацією.

Варіант 1. На схемі рейкових кіл позначте стан приладів, коли поїзд знаходиться на ділянці Б2П.

Варіант 2. На схемі рейкових кіл позначте стан приладів, коли поїзд знаходиться на ділянці Б1П.

Варіант 3. На схемі рейкових кіл позначте стан приладів, коли поїзд знаходиться на ділянці А1П.

Варіант 4. На схемі рейкових кіл позначте стан приладів, коли поїзд знаходиться на ділянці А2П.

Варіант 5. На схемі лінійних кіл ув'язування прохідних світлофорів позначте стан приладів, коли потяг знаходиться на ділянці Б2П.

Варіант 6. На схемі лінійних кіл ув'язування прохідних світлофорів позначте стан приладів, коли потяг знаходиться на ділянці Б1П.

Варіант 7. На схемі лінійних кіл ув'язування прохідних світлофорів позначте стан приладів, коли потяг знаходиться на ділянці А1П.

Варіант 8. На схемі лінійних кіл ув'язування прохідних світлофорів позначте стан приладів, коли потяг знаходиться на ділянці А2П.

Варіант 9. На схемі лінійних кіл ув'язування прохідних світлофорів позначте стан приладів, коли потяг знаходиться на ділянці Б2П.

Варіант 10. На схемі лінійних кіл ув'язування прохідних світлофорів позначте стан приладів, коли потяг знаходиться на ділянці Б1П.

Варіант 11. На схемі ув'язування з переїзними пристроями позначте стан приладів, коли поїзд знаходиться на ділянці Б1П.

Варіант 12. На схемі ув'язування з переїзними пристроями позначте стан приладів, коли поїзд знаходиться на ділянці А1П.

Варіант 13. На схемі ув'язування з переїзними пристроями позначте стан приладів, коли поїзд знаходиться на ділянці А2П.

Варіант 14. На схемі ув'язування з переїзними пристроями позначте стан приладів, коли поїзд знаходиться на ділянці 2БП.

Варіант 15. На схемі ув'язування з переїзними пристроями позначте стан приладів, коли поїзд знаходиться на ділянці 2АП.

Варіант 16. На схемі ув'язування з переїзними пристроями позначте стан приладів, коли поїзд знаходиться на ділянці БАП.

Варіант 17. На схемі ув'язування з переїзними пристроями позначте стан приладів, коли поїзд знаходиться на ділянці Б1П.

Контрольні запитання

1. Які типи генераторів і фільтрів застосовують для живлення рейкових кіл А1П та А2П у системі АБТ?
2. Чи змінюються базові схеми рейкових кіл зі зміною кількості апаратури ТРК?
3. Як налаштовують генератори ГП4 і ГПЗ на необхідні робочі параметри?
4. Яка апаратура ТРК може бути підключена до однієї пари живлення, згідно з технічними характеристиками системи?
5. Як впливає знаходження поїзда на дільниці Б1П на стан лінійних кіл ув'язування з переїздом?

Література [6-9].

Практична робота 8

ПОБУДОВА КОЛІЙНОГО ПЛАНУ ПЕРЕГОНУ, ОБЛАДНАНОГО СИСТЕМОЮ АБТЦ

Мета роботи

Вивчити принципи проєктування та правила побудови колійного плану перегону, використовуючи систему автоблокування з тональними рейковими колами та централізованим розміщенням обладнання (АБТЦ). Навчитися відображати специфічні елементи системи: зони ТРК, прохідні світлофори та захисні ділянки.

8.1. Теоретичні відомості

Система АБТЦ базована на використанні тональних рейкових кіл (ТРК) і відсутності ізолюючих стиків на перегоні. Головною особливістю є розміщення основного обладнання на станціях, що обмежують перегін, а не в релейних шафах на полі.

Основні відмінні риси та переваги АБТЦ:

- можливість організації двостороннього руху: організація руху за кожним шляхом двоколійного перегону;
- наявність захисних ділянок для обох напрямків руху;
- підвищена надійність за рахунок застосування двониткових ламп для червоного вогню на всіх світлофорах і жовтого – на передвхідних;
- контроль інфраструктури за рахунок моніторингу справності жил кабелю рейкових кіл і ламп світлофорів.

Щодо системи АБТЦ, то висувають такі вимоги з розстановки обладнання ТРК:

- частоти генераторів мають чергуватися;
- між двома ТРК з однаковою несучою частотою має бути не менше двох пар кіл з іншими частотами;

- для різних колій рекомендовані специфічні комбінації несучих і модулюючих частот (наприклад для однієї колії – 580/8, 480/12; для іншої – 580/12, 480/8 Гц).

Автоблокування з тональними рейковими колами та централізованим розміщенням обладнання (АБТЦ) розробили фахівці і проєктують відповідно до Типових матеріалів для проєктування 410003-ТМП (АБТЦ-2000). Основними відмінними рисами системи АБТЦ є використання ТРК, відсутність ізолюючих стиків, наявність прохідних світлофорів і розміщення основного обладнання на станціях, що обмежують перегін. Переваги АБТЦ визначені перевагами ТРК і централізованого способу розміщення обладнання.

Розміщення обладнання та кабельна мережа

Станційна апаратура АБТЦ розміщена на станціях, що обмежують перегін, встановлена в постах ЕЦ або транспортабельних модулях і з'єднана з підлоговим обладнанням за допомогою кабелю. Розподіл перегону (розподіл кабелю) відбувається за сигнальною установкою, що знаходиться в середині перегону. При цьому рекомендовано світлофор і живильний кінець РК, розташований безпосередньо за цим світлофором, підключати до станції відправлення. Довжина кабелю не має перевищувати 9 км для керування світлофором і 12 км – для рейкових кіл. За невеликої довжини перегону апаратура може бути розміщена на одній із станцій. За великої довжини перегону частина апаратури розміщена в транспортабельному модулі в середині перегону.

До підлогового обладнання системи АБТЦ належать прохідні світлофори, сполучні кабелі, розгалужувальні муфти, колійні ящики для розміщення пристроїв узгодження та захисту ТРК і встановлення сигнальних трансформаторів.

На переїздах з автоматичною світлофорною сигналізацією встановлена релейна шафа з апаратурою схеми ввімкнення та контролю переїзних пристроїв, переїзні світлофори, пристрої загородження переїзду

та лінійні трансформатори або трансформаторні підстанції для основного та резервного живлення. За наявності автошлагбаумів, крім того, встановлюють батареїну шафу, загороджувальні світлофори та щиток керування.

Розміщення підлогового обладнання та кабельну мережу системи АБТЦ зображують на колійному плані перегону (рис. 8.1), на якому мають бути також зазначені:

- ординати встановлення обладнання;
- довжини рейкових кіл, розташування живильних і релейних кіл, комбінації несучих і модулюючих частот колійних генераторів;
- марка кабелю та його призначення, довжина, жильність, кількість запасних жил, схемне позначення жил.

Рейкові кола нумерують від станції до точки поділу перегону для непарного шляху непарними числами, для парного – парними. У позначенні РК вказують горловину станції, на якій розміщений шляховий приймач певного РК (Н або Ч). Для кодування рейкових ліній окремих жил кабелю не потрібно, тому що воно здійснюване наявними жилами живильних і релейних кінців ТРК.

Для кожного шляху перегону передбачено по два сигнально-блокувальні кабелі парного скручування. У схемному позначенні кабелю вказують його належність до відповідної горловини станції (Н або Ч), призначення (СЦБ) і належність до одного зі шляхів (1 і 3 – для непарного шляху, 2 і 4 – для парного). Жили живлячих і релейних кінців ТРК, а також прямі та зворотні жили керування світлофорами мають бути розміщені в різних кабелях. Якщо довжина кабелю не перевищує 4 км, то всі жили керування світлофором організують в одному кабелі.

Для автономної тяги та електротяги постійного струму рекомендовано застосовувати кабель марки СБЗПУ, для електричної тяги змінного струму - СБЗПАБпШп.

Тип розгалужувальних муфт має відповідати кількості жил кабелю.

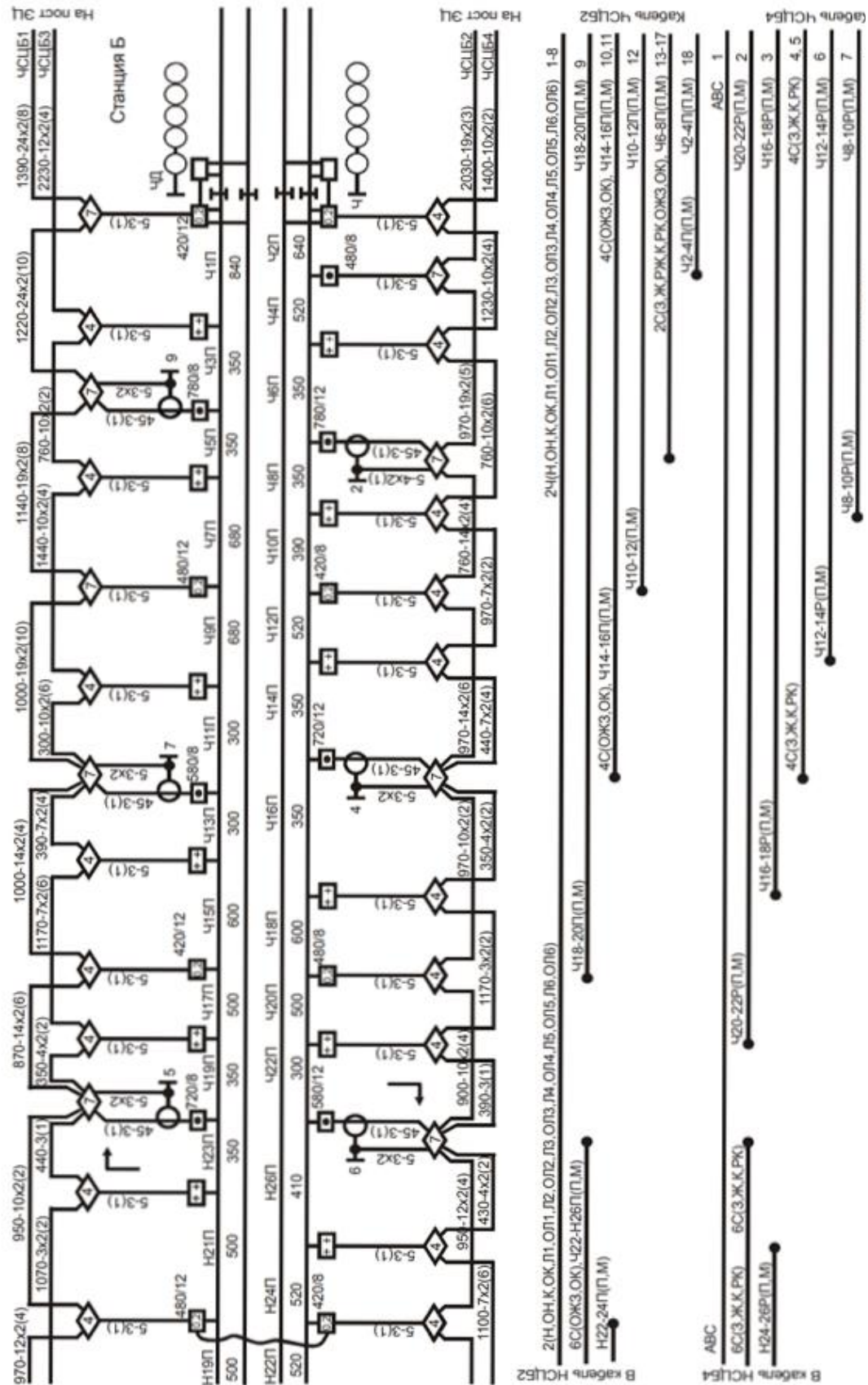


Рис. 8.1. Коливний план перегону системи АБТЦ

У кабелях СЦБ1 і СЦБ2 передбачають жили для організації таких кіл:

- Н-ОН – коло схеми зміни напрямку. Крім перебудови пристроїв електричної централізації та схем АБТЦ, розташованих на станціях, забезпечує передавання інформації про встановлений напрямок руху на переїзний щиток;

- К-ОК – коло контролю перегону схеми зміни напрямку;

- Л-ОЛ... (із додаванням номера) – лінійні кола. Забезпечують ув'язування схем, прилади яких розміщені на різних станціях, що огорожують перегін. Призначення та принципи побудови лінійних кіл будуть розглянуто далі;

- ...П(П, М) – живлячі кінці РК. У позначенні жил кабелю вказують номери двох рейкових кіл, що живляться від одного генератора, наприклад Ч6-8П(П, М) – пара жил живлення рейкових кіл Ч6П і Ч8П;

- Н2П(П, М) – пара жил живлення одного рейкового кола, що примикає до станції. Одна жила живлення позначена ... ПП чи ... ПМ;

- ...С(ОЖЗ, ОК) – зворотні жили керування вогнями світлофора. У позначенні вказано номер світлофора, наприклад 4С(ОЖЗ, ОК).

Поодинокі жили позначають 4ОЖЗ або 4ОК.

Крім того, в одному із зазначених кабелів (залежно від місцевих умов) передбачені жили для керування переїзними пристроями:

- ДСН-ОДСН – коло подвійного зниження напруги на лампах переїзних і загороджувальних світлофорів (на сьогодні для цього не використовують. Використовують для передавання на станцію інформації про стан переїзду і справність основних переїзних пристроїв);

- В-ОВ – коло керування автоматичною переїзною сигналізацією;

- 1В-1ОВ, 2В-2ОВ – дубльовані кола керування автоматичною переїзною сигналізацією з автошлагбаумами;

- ЗГ-ОЗГ – коло передавання на станцію інформації про стан загороджувальних світлофорів.

У кабелях СЦБ3 і СЦБ4 передбачені жили таких кіл:

- ...Р(П, М) - коло релейних кінців двох суміжних РК, наприклад Ч4-6Р(П, М) - пара жил для підключення колійних приймачів рейкових кіл Ч4П та Ч6П;

- ...С(З, Ж, РЖ, К, РК) - прямі жили керування вогнями світлофора із зазначенням літери цього світлофора. Для всіх кіл СЦБ, крім сигнальних (кола керування вогнями світлофорів), жил РК і кіл керування переїзними пристроями, вказана належність до кабелю непарного (цифра 1) або парного (цифра 2) шляху.

В одному з кабелів передбачені також жили для кола аварійно-відновлювального зв'язку (АВС).

На плані зображені колійний план і кабельна мережа частини перегону А-Б і жили кабелів парного шляху.

Живлення рейкових кіл організовано так:

Ч2П...Ч20П, Ч1П...Ч19П та Н23П (разом із Ч19П) - зі станції Б;

Н1П ... Н21П, Н2П ... Н26П і Ч22П (разом із Н26П) - зі станції А.

Колійні приймачі всіх РК із позначенням Ч розміщені на станції Б, із позначенням Н - на станції А. Світлофори 2, 4, 5, 7 і 9 керовані зі станції Б, причому прямі та зворотні жили світлофора 2 розміщені в одному кабелі СЦБ2, оскільки довжина кабелю не перевищує 5 км. Для дев'ятого світлофора аналогічно організовано жили в кабелі СЦП1 (*на схемі не показано*).

Рейкові кола системи АБТЦ

У межах СУ залежно від його довжини організовано 2...4 ТРК. Для довгих БД або за наявності переїзду може бути встановлено більше чотирьох ТРК.

У зв'язку з тим, що в системі АБТЦ виключено рейкові кола типу ТРК4, передбачено використання п'яти несучих частот (420, 480, 580, 720 і 780 Гц). Модулюючі частоти, як і АБТД, - 8 і 12 Гц. За призначенням у системі АБТЦ розрізняють такі рейкові кола:

- РЦ1 – короткі РК, які організовані за світлофором для більш чіткої фіксації межі БД. Для них рекомендовані частоти 780, 720 чи 580 Гц. Для довжини РК до 200...350 м зона додаткового шунтування не перевищує 40 м. Тому точка підключення апаратури винесена за світлофор на 40 м у напрямку руху. РЦ1 може примикати до межі БД як живильним, так і релейним кінцем;

- РЦ2 – рейковий коло, що має загальний генератор із РЦ1. Граничну допустиму довжину цього РК вибирають виходячи з умови роботи приймача РЦ1 без навантаження;

- РЦ3 – рейкові кола, які мають загальний генератор із РЦ1. Довжини цих РК вибирають виходячи з умови застосування на БД мінімальної кількості РК, але не більше гранично допустимої довжини.

Гранично допустимі довжини L1, L2, L3 зазначених рейкових кіл наведені в табл. 8.1 залежно від їхнього призначення, несучих частот і довжини сполучного кабелю L_{каб}.

Таблиця 8.1

Гранично допустимі довжини L рейкових кіл залежно від їхнього призначення

L _{каб} , км	580 Гц		720 Гц		780 Гц		420; 480 Гц	580;720; 780 Гц
	L1, м	L2, м	L1, м	L2, м	L1, м	L2, м	L3, м	L3, м
До 6,0	300	550	350	600	350	600	1000	800
6,0-9,0	300	500	350	500	350	500	800	600
9,0-12	-	-	200	400	200	400	700	500

Якщо в межах будь-якого РК розташований дросель-трансформатор, призначений для вирівнювання тягового струму, ввімкнення міжколійних перемичок, відсмоктуючих фідерів або пристроїв заземлень, то його гранична довжина зменшується в 1,5 раза порівняно з даними, зазначеними в табл. 8.1. У межах РЦ1 такі ДТ зазвичай не встановлюють. Підключення

до середньої точки основної обмотки ДТ міжколійних перемичок, відсмоктуючих фідерів і заземлень має здійснюватися не частіше, ніж за 5...6 км. Цим виключено вплив обхідних кіл на основні режими роботи РК.

Частоти генераторів ТРК чергуються, їх потрібно вибирати виходячи з таких вимог:

- між двома ТРК з однаковими значеннями несучої частоти f_n має бути не менше двох пар рейкових кіл із частотами, відмінними від частоти f_n (наприклад 420, 580, 480, 420 Гц);

- для одного шляху рекомендовані такі комбінації несучих і модулюючих частот - 580/8, 480/12, 780/8, 420/12, 720/8 Гц; для іншого – 580/12, 480/8, 780/12, 420/8, 720/12 Гц.

8.2. Програма виконання роботи

1. Виконати колійний план перегону, обладнаного системою АБТЦ для свого варіанта (рис 8.2) (варіант вибирають за порядковим номером у списку групи).

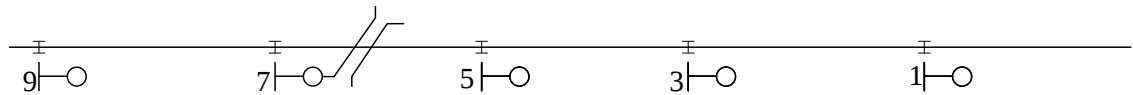
2. Проєктування схеми ТРК: розподілити несучі та модулюючі частоти вздовж перегону згідно з правилами чергування.

3. Побудова колійного плану:

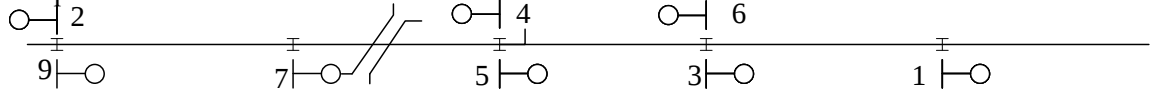
- нанести осі колій і розставити прохідні світлофори;
- визначити межі блок-ділянок і захисних ділянок для обох напрямків руху;

- позначити точки підключення ДТ, відсмоктуючих фідерів (за наявності) і міжколійних перемичок. При цьому врахувати обмеження відносно підключення заземлень і фідерів до середньої точки ДТ (не частіше ніж за 5...6 км) для вимикання обхідних кіл.

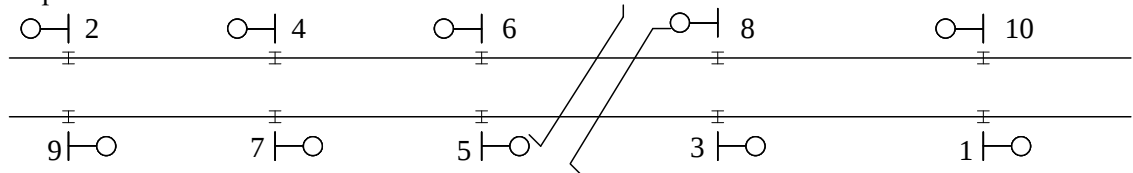
Варіант 1



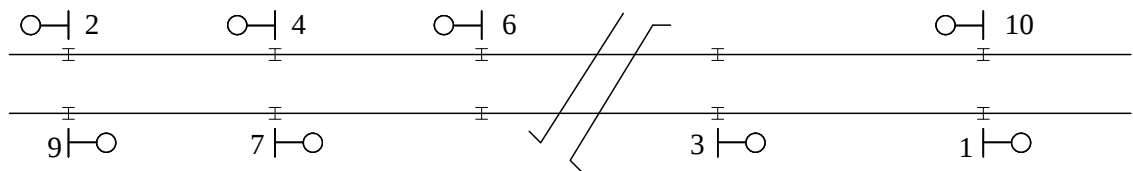
Варіант 2



Варіант 3



Варіант 4



Варіант 5

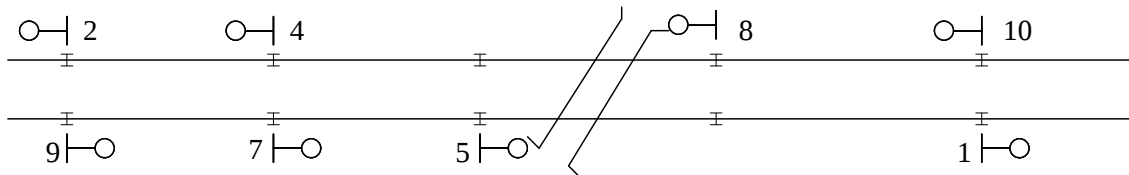


Рис. 8.2

4. Аналіз структури АБТЦ: відобразити на схемі логічний зв'язок між підлоговим обладнанням і центральним постом на станції, а також логічні зв'язки між постовим обладнанням.

Контрольні запитання

1. Назвіть основні відмінні риси системи АБТЦ.
2. Які переваги забезпечує централізоване розміщення обладнання в системі АБТЦ?

3. Які вимоги висувають щодо чергування частот генераторів ТРК?
4. Яке призначення захисних ділянок?
5. Чому міжколійні перемички та заземлення підключають не частіше ніж через 5-6 км?
6. Які заходи в системі АБТЦ передбачені для підвищення безпеки руху поїздів?

Література [6-9].

ПРАКТИЧНА РОБОТА 9

АНАЛІЗ ПРИНЦИПОВИХ СХЕМ АБТЦ

Мета роботи

Вивчення принципів побудови та функціонування принципів схем системи АБТЦ. Отримання навичок аналізу роботи рейкових кіл, лінійних кіл, схем керування вогнями світлофорів і логіки контролю послідовного зайняття РК.

9.1. Теоретичні відомості

Система АБТЦ використовує тональні рейкові кола (ТРК), принципові схеми яких багато в чому аналогічні системі АБТД. Проте існують суттєві відмінності, зумовлені централізацією обладнання на посту ЕЦ.

9.1.1. Особливості рейкових кіл системи АБТЦ

1. На відміну від АБТД, у схемах АБТЦ дублювання колійних реле не передбачено.
2. Підключення апаратури ТРК до рейкових ліній здійснюється через додаткову обмотку дросель-трансформатора (ДТ).
3. Дросель-трансформатор виконує роль узгоджувального трансформатора, що дає змогу відмовитися від установлення захисних резисторів і автоматичних вимикачів у колійних ящиках.
4. Вирівнювачі (захист від перенапруг) встановлюють безпосередньо на посту ЕЦ через відсутність колійних ящиків на полі.

9.1.2. Схемні вузли та алгоритми контролю

Система АБТЦ включає низку специфічних логічних схем, що гарантують безпеку:

- схема лінійних кіл: забезпечує інформаційну взаємодію між станціями та обмін даними про стан блок-ділянок;
- схема керування вогнями: контролює горіння ламп світлофорів, забезпечуючи двополюсне розмикання вогневих кіл;
- контроль послідовного зайняття РК: логічна схема, що виключає хибне звільнення блок-ділянки в разі втрати шунта, перевіряючи фізичну послідовність переміщення поїзда;
- контроль стану кабелю: система безперервного моніторингу цілісності жил кабелю та відсутності повідомлень між ними.

9.1.3. Принципові схеми рейкових кіл (рис. 9.1) аналогічні рейковим колам системи АБТД. Відмінність полягає в тому, що в аналізованих РК (як і в інших схемах АБТЦ) дублювання реле не передбачено. Змінено також схему пристроїв узгодження та захисту в місцях установлення ДТ. У цих випадках підключають апаратуру ТРК до рейкової лінії через додаткову обмотку ДТ, який, крім основної функції, виконує роль узгоджувача трансформатора. При цьому захисний резистор і автоматичний вимикач не встановлюють, а вирівнювач встановлено на посту ЕЦ у зв'язку з відсутністю колійного ящика.

Зовнішні перемички для налаштування генераторів і фільтрів на необхідні несучі та модулюючі частоти встановлюють відповідно до таблиць налаштувань. Виводи приймачів ПП для підключення колійних реле вибирають відповідно до різновиду приймача, що визначено його налаштуванням. Вихідний опір фільтрів ФПМ вибирають залежно від довжини сполучного кабелю: за довжини кабелю більше 5 км використовують виводи 12-61; за довжини менше 5 км - виводи 12-62 або 12-63 відповідно до регулювальної таблиці ТРК.

Опір захисного резистора R_z вибирають так, щоб у сумі з опором з'єднувальних проводів отримати 0,2-0,3 Ом.

Для здійснення схемних залежностей використовують повторювачі колійних реле: ...П1,П2 – два повторювачі колійного реле кожного РК (наприклад Ч8П1 та Ч8П2); Ч8-14ПП – груповий повторювач усіх РК однієї БД, 2ЧПП – груповий повторювач усіх колійних реле другого шляху, що примикає до парної горловини станції (на схемі не показано); 43У – повторювач колійних реле рейкових кіл, що утворюють захисну ділянку за світлофором 4 у правильному напрямку; 43УН - повторювач колійних реле рейкових кіл, що утворюють захисну ділянку за світлофором 4 у неправильному напрямку.

Із перемиканням жил кабелю ТРК безпосередньо між собою або через оболонку, а також зі зниженням опору ізоляції або обриву кабелю може виникнути небезпечна ситуація або збій у русі поїздів. Тому в системі АБТЦ застосовано схемний контроль справності кабелю. До точок КК кожної жили кабелю рейкових кіл підключена схема контролю. Вона побудована для кожного шляху і складається з двох ідентичних кіл контролю для живлячих і релейних жил (рис. 9.2).

Живлення схеми постійною напругою 200 В здійснюється від випрямлячів типу БВЗ, на які окремо подана змінна напруга 220 В від ізолюючих трансформаторів типу СТ-5МП. Коло контролю проходить через резистори, обмотки контрольних реле 2ЧПКЛ (2ЧРКЛ) та індивідуальні контрольні реле, по кожній жилі кабелю та обмотках трансформаторів схеми УСЗ. Напруга на обмотках кожного реле 3,7...4,3 В, що на 40 % більше від напруги відпускання якоря.

У разі перемикання жил кабелю, зниження опору ізоляції між ними або сполучення із землею одне або кілька індивідуальних контрольних реле шунтовані і знеструмлені. При цьому знеструмлено загальний повторювач цих реле 2ЧКЛ (на схемі не показано) і вимкнено живлення генераторів усіх ТРК. Крім того, на табло ДСП ввімкнена червона миготлива лампочка несправності кабелю.

Залежність опору резисторів R1 і R4 від кількості контрольованих кіл

Кількість контрольованих кіл	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Опір R1 і R4, кОм	20	20	18	16	16	15	13	12	11

9.1.4. Схеми керування вогнями світлофорів. Живлення ламп світлофора 4 здійснюється від станційних пристроїв через ізолюючий трансформатор 4СТ типу ПРТ-МП-2 (рис. 9.3).

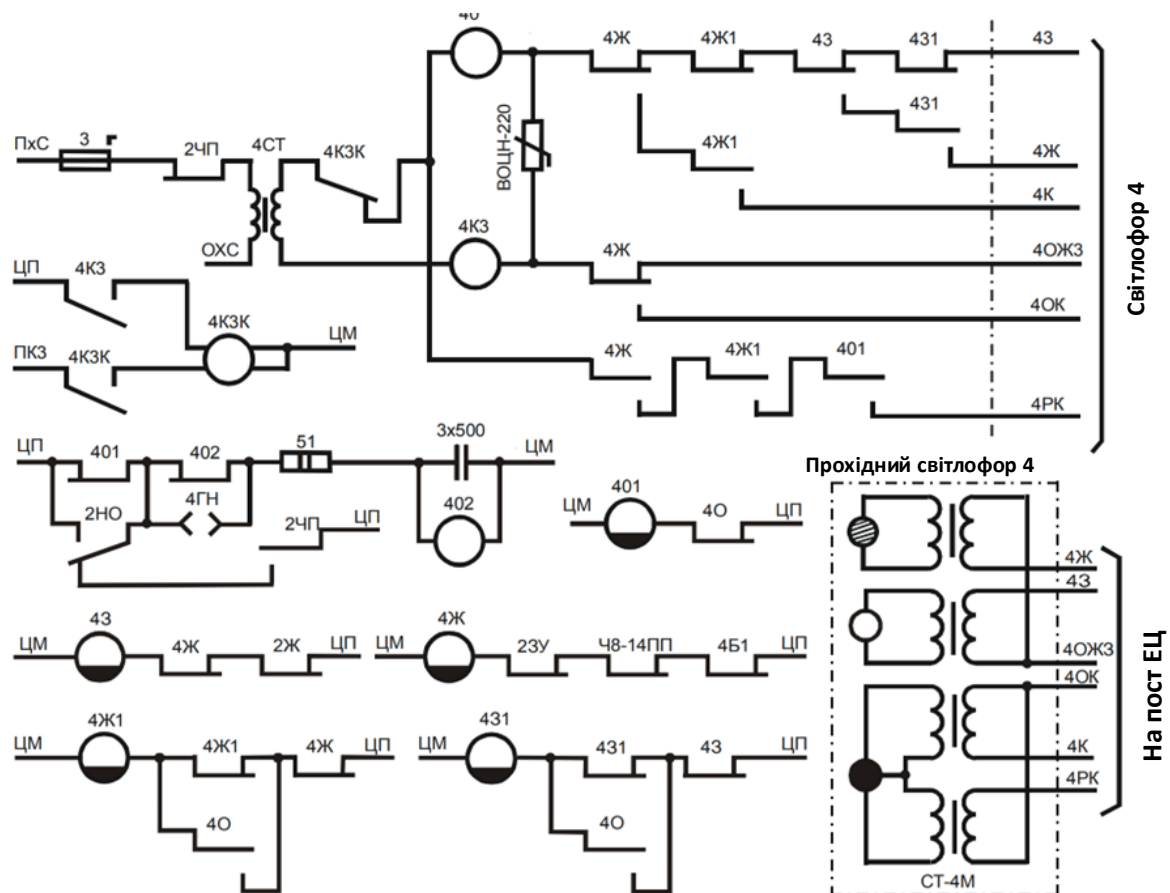


Рис. 9.3. Схема керування вогнями світлофорів

Напруга вторинної обмотки встановлена залежно від віддаленості світлофора. Для регулювання напруги на лампах у трансформаторному ящику біля світлофора встановлюють сигнальні трансформатори типу СТ-4М.

Необхідний вогонь світлофора вибирають контактами сигнальних реле 4Ж і 43. Реле 4Ж становиться під струм за вільності огорожуваної БД (Ч8-Ч14ПП), захисної ділянки за світлофором 2 (23У) і розімкненого стану БД (4Б1). Стан сигнального реле 43 залежить від стану реле 4Ж і 2Ж.

Горіння дозвільних вогнів та основної нитки червоного вогню контролює вогневе реле 4О. Перегорання ламп фіксує схема повторювача вогневого реле 4О2, яке вмикає на табло миготливий режим горіння контрольної лампочки цього світлофора. Інформація про перегорання нитки, тобто знеструмлений стан реле 4О2, зберігається до усунення несправності та зовнішнього впливу на схему. Після заміни лампи збудження реле 4О2 відбувається установленням у гніздо 4ГН перемички, яку потім прибирають.

У разі перегорання основної нитки червоного вогню живлення подається на резервну нитку через тиловий контакт 4О1 із перевіркою знеструмленого стану сигнальних реле 2Ж і 2Ж1.

У схемі керування вогнями світлофора в разі ввімкнення декілька разів дозвільного вогню передбачено перевірку справності вогневого реле 4О.

Для цього введені реле 4Ж1 і 431. Зі збудженням реле 4Ж реле 4Ж1 залишається знеструмленим. Це призводить до розриву кола вогневого реле 4О, яке відпускає свій якір і забезпечує збудження реле 4Ж1. Після цього організовано коло живлення лампи жовтого вогню і реле 4О буде ввімкнено. Реле 4О2 протягом цього часу залишається у збудженому стані за рахунок струму розряджання конденсатора. Якщо реле 4О не відпустить свій якір, що свідчить про несправність, ввімкнення жовтого вогню не відбудеться. Аналогічно працює схема реле 431 для ввімкнення зеленого вогню.

У азі короткого замикання між прямими і зворотними жилами кабелю виникає небезпечна ситуація, за якої зі згаслим світлофором вогневе

реле 4О залишається збудженим, тобто не контролює горіння лампи. Крім того, може відбутися накопичення відмов, що призведе до ввімкнення більш дозвільного сигналу. Для виключення такої ситуації передбачено реле контролю замикання 4КЗ типу АОШ2-1 (струм тяжіння якоря 0,265 А). Нормально реле 4КЗ знеструмлено. Із перемиканням жил струм збільшується, реле 4КЗ притягує свій якір і збуджує реле 4КЗК, яке вимикає живлення прямих жил кабелю. У результаті цього реле 4О знеструмлюється та фіксує несправність. Якщо довжина кабелю не перевищує 3 км, то замість реле КЗ встановлюють запобіжник 0,3 А.

На передвхідному світлофорі застосовують двониткову лампу жовтого вогню і передбачено миготливий режим її горіння. Резервна нитка вмикається під час перегорання основної. Блимання жовтої лампи, наприклад світлофора 2, забезпечено контактом миготливого реле 2М. Реле 2М працює в імпульсному режимі від мікроелектронного датчика імпульсів типу ДІМ1 за збудженого сигнального реле 2Ж, фактичного горіння на вхідному світлофорі двох жовтих вогнів і справності основної нитки лампи жовтого вогню. Якщо основна нитка несправна, то резервна нитка вмикається в режимі безперервного горіння.

Передбачено контроль схеми миготіння. За її несправності миготливий стан вогню світлофора вмикається, а жовтий вогонь працює в режимі безперервного горіння.

За встановленого неправильного напрямку руху контакти повторювача реле напряму 2ЧП, введені в первинну обмотку живильного трансформатора СТ, вимикають лампи світлофорів.

9.1.5. Схеми кодування рейкових кіл

Кодування рейкових кіл відбувається для передавання на локомотив сигналів АЛС і здійснюється з кожної точки підключення апаратури ТРК із моменту вступу поїзда на це РК. Із ввімкненням кодових сигналів

перевіряють розімкнений стан попередньої БД і дотримання послідовності зайняття РК. Усі РК однієї БД кодовані від загального КПТ (за винятком граничних РК у неправильному напрямку руху).

Схеми кодування РК сигналами АЛС включають формувачі кодових посилок, схеми вибору кодових сигналів, схеми групових кодовмикальних реле для правильного і неправильного напрямку руху, індивідуальні кодові реле, схеми подавання кодових сигналів у РК (рис. 9.4).

Для формування кодових посилок на кожну горловину станції передбачено по два КПТ (КПТШ-515 і КПТШ-715). Схеми кодування непарного шляху перегону використовують перші контакти КПТ, парного шляху – другі контакти. У суміжних БД застосовують кодові сигнали різних КПТ (рис. 9.4).

Розглянемо схеми кодування на прикладі схеми 4БУ. Кодові сигнали, тобто підключення трансмітерного реле 2/4Т до відповідних контактів КПТ, вибирають контакти сигнальних реле 2Ж і 23 (рис. 9.4).

Підключення трансмітерного реле до КПТ здійснюється за вільності захисної ділянки (фронтний контакт 23У) і наявності поїзда на цій БД (тиловий контакт Ч8-14ПП). Для роздільних кодових сигналів перевіряють також ввімкнений стан групового коду, що включає реле Ч8-14КВ. У схемі реле 2/4Т, на відміну від схем інших БД, вибір кодового сигналу залежить і від інших умов, визначених особливостями сигналізації передвхідного світлофора. Так, для знеструмленого реле 43 трансмітерне реле 2/4Т підключено до шини 7–Ч32 (кодовий сигнал «З») за умови, що на вхідному світлофорі фактично ввімкнені два жовті вогні (фронтний контакт ЧБРУ), схема контролю миготіння лампи передвхідного світлофора справна (фронтний контакт 2КМ), основна нитка лампи жовтого вогню передвхідного світлофора справна (фронтний контакт 2ОЗ). За інших умов вибирають кодовий сигнал «Ж».

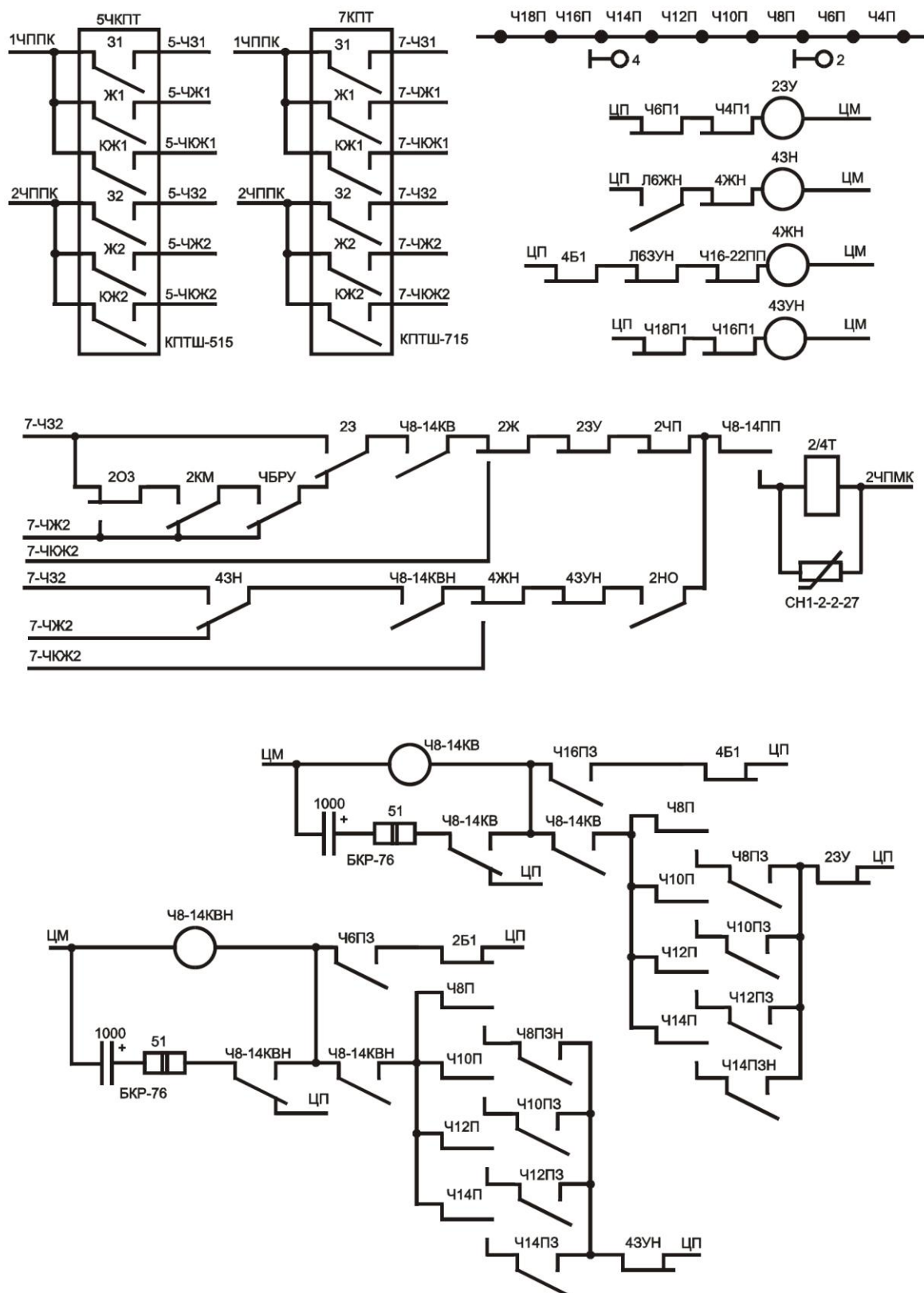


Рис. 9.4. Схема кодування рейкових кіл

Для встановленого напрямку руху по неправильному шляху кодові комбінації вибирають контакти сигнальних реле неправильного напрямку 4ЖН і 4ЗН, а підключення 3/4Т до КПТ здійснюють контакти реле групових кодів, що включає реле неправильного напрямку Ч8-14КВН за умови вільності 3У в неправильному напрямку (фронтний контакт 4ЗУН).

Утримують коди, що включають реле під струмом у процесі руху поїзда по БД, за допомогою додаткових кіл, у яких перевіряють фактичне зайняття кожного РК (тилові контакти колійних реле ...П) і дотримання послідовності їх зайняття (фронтні контакти реле ...ПЗ). Зі вступом поїзда на захисну ділянку реле групових кодів знеструмлено.

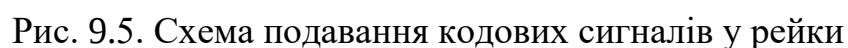
Уповільнення на відпускання якоря реле групового коду запобігає зриву кодування в разі короткочасної втрати шунта.

Індивідуальні кодові реле встановлені для кожної точки подавання кодових сигналів у РЛ. На рис. 9.4 показано частину загальної схеми, що забезпечує подавання сигналів АЛС у рейкові кола 4БУ.

Кожне реле має по два кола живлення – для встановленого правильного та неправильного напрямків руху, які комутовані контактами реле 2ЧП і 2НО (повторювачі реле напрямку). Коло ввімкнення кожного індивідуального кодовмикального реле замикає тильний контакт колійних реле рейкових кіл перед точкою подавання кодового сигналу і розмикає зі вступом поїзда на наступне РК. Так, наприклад, для правильного напрямку руху реле Ч10-12КВ збуджено по колу через контакт реле 2ЧП зі вступом поїзда на Ч12П через тильний контакт реле Ч12П1 і знеструмлено з розмиканням фронтного контакту реле Ч10П1. Для встановленого неправильного напрямку руху це реле ввімкнено через контакт реле 2НО зі вступом поїзда на Ч10П1.

Відповідно до Вказівок ГТСС від 23.09.02 для забезпечення стійкості роботи схеми контролю жил кабелю рейкових кіл у коло збудження кожного індивідуального кодового реле введено тильний контакт кодового реле, що включає реле попередньої точки ввімкнення. При цьому ввімкнення

Схеми подавання кодових сигналів у рейки організовано для кожної БД. Напруга на вторинній обмотці кодового трансформатора КТ типу ПОБС-3МП (для електричної тяги змінного) і ПТ-25МП-2 (для електричної тяги постійного струму) встановлена відповідно до нормалей РК. Живлення на кодовий трансформатор подано зі вступом поїзда на БД, що кодовано (рис. 9.5).



Призначення та принцип роботи трансмітерного реле Т, дроселя Д і іскрогасного кола аналогічні роботі в кодовому РК.

Сигнали АЛС подають у рейки по існуючих живлячих і релейних жилах кабелю і ввімкнені контактами індивідуальних кодів, що включають відповідні реле.

Як зазначено вище, кодування здійснюється лише за дотримання послідовності зайняття РК. Цим виключено передавання на локомотив більш дозвільного кодового сигналу з попередньої БД для несправжньої зайнятості РК або зі зламом рейки.

9.1.6. Схему контролю послідовного зайняття РК будують для кожної БД (рис. 9.6).

Для кожного РК передбачено окреме послідовне реле зайняття ПЗ. Крім того, встановлені початкові реле Ч14ПЗН і Ч8ПЗН, які фіксують вступ поїзда на 4БО відповідно для встановленого правильного та неправильного напрямках руху.

Нормально всі схеми реле знаходяться без струму. Керування кожним реле ПЗ (крім Ч14ПЗ і Ч18ПЗ) здійснюється за двома роздільними схемами через контакти 2ЧП або 2НО залежно від встановленого напрямку руху. У цих схемах керування передбачено коло ввімкнення реле ПЗ (через тильний контакт колійного реле відповідного РК і фронтний контакт реле ПЗ попереднього по ходу руху поїзда рейкового кола) і коло самоблокування (через тильні контакти реле ПЗ попереднього та наступного РК). Відповідно до цього збудження, наприклад, реле Ч10ПЗ здійснюється зі вступом голови поїзда на Ч10П, якщо реле Ч12ПЗ було у ввімкненому стані. Після ввімкнення реле Ч10ПЗ своїми контактами розриває коло самоблокування Ч12ПЗ, яке знеструмлюється, і перемикає реле Ч10ПЗ із кола збудження на коло самоблокування. Крім того, реле Ч10ПЗ готує коло збудження наступного реле Ч8П. Зі вступом голови поїзда на наступне РК схема працює аналогічно.

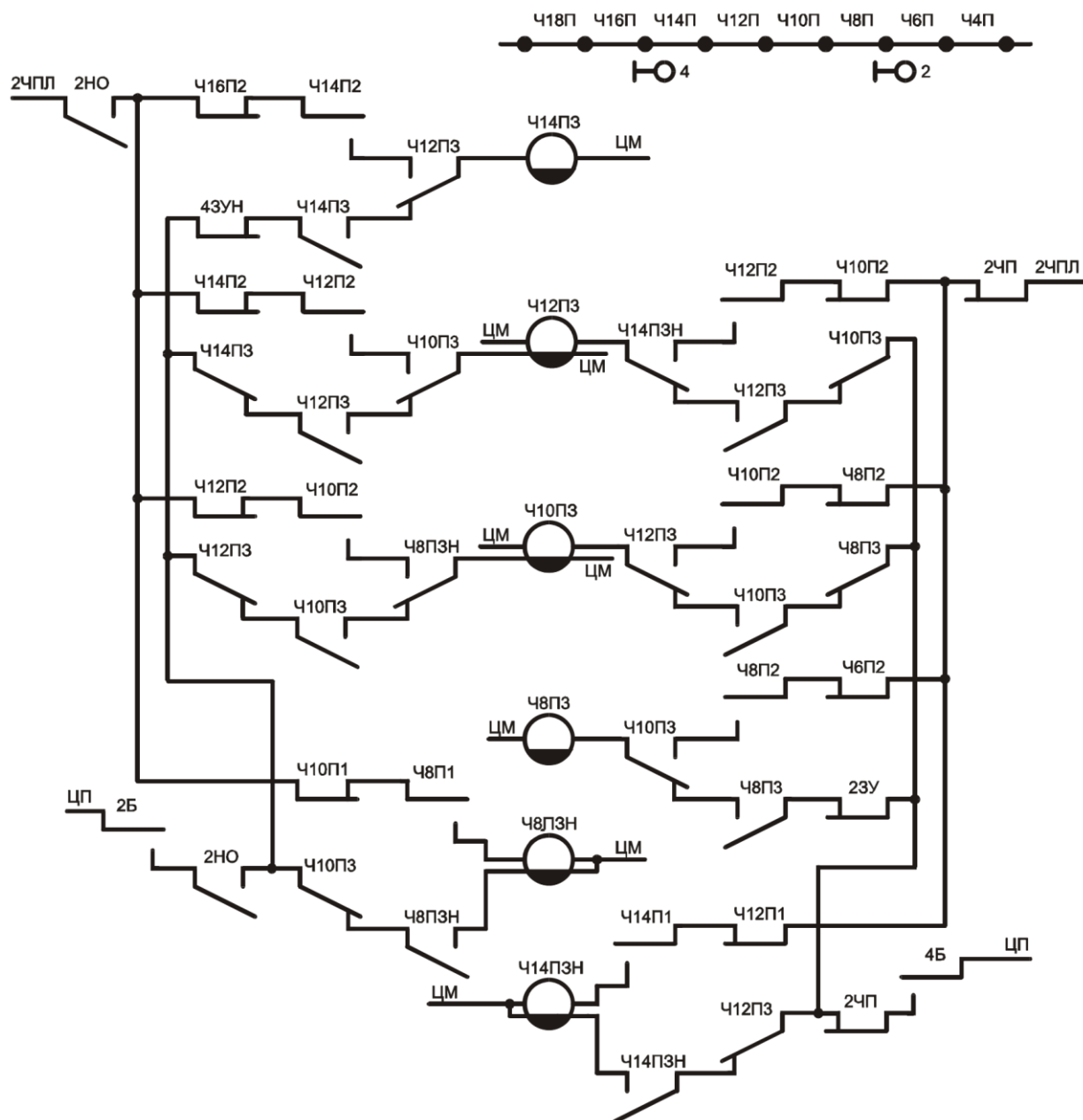


Рис. 9.6. Схема контролю послідовного зайняття РК

Отже, якщо відбудеться зайняття будь-якого РК без послідовного зайняття попередніх, то реле ПЗ цього РК і всіх наступних РК цієї блок-ділянки не буде ввімкнено.

9.1.7. Замикання та обробка перегінних пристроїв

Замикання перегінних пристроїв полягає в блокуванні кіл керування прохідними світлофорами та схем кодування рейкових кіл під час

Практично це реалізовано ввімкненням фронткових контактів блокуючих реле Б у схеми сигнальних реле Ж (рис. 9.3) та у схему реле групових кодів (рис. 9.4).

Схеми блокуючих реле Б передбачені для кожної БД і складаються з двох кіл керування для встановленого правильного та неправильного напрямків руху.

121

Настає попереднє замикання 4БУ. Після вступу поїзда на 4БУ контакти реле Ч8-14ПП розривають коло живлення 4Б і воно буде вимкнено. Настає режим остаточного замикання СУ.

Збудження реле 4Б та розмикання БД відбудеться через тиловий контакт реле 2Б (перевірка замикання 2БУ) і фронтовий контакт кінцевого реле послідовного звільнення рейкових кіл Ч4ПОК (контроль правильності звільнення рейкових кіл БУ та ЗУ).

Реле Ч4ПОК входить до складу схеми контролю послідовності звільнення рейкових кіл, що будують для кожної БД.

Схемою (рис. 9.8) передбачені реле ПЗ для кожного РК цієї БД, а також додаткове реле Ч6ПОД (Ч16ПОД) і кінцеве Ч4ПОК (Ч18ПОК) для РК захисної ділянки за встановленого правильного (неправильного) напрямку руху. Нормально всі реле знеструмлено.

За встановленим правильним напрямком руху робота схеми починається під час вступу поїзда на Ч14П. При цьому тиловим контактом 4Б у схему подано живлення, але Ч14ПО залишається знеструмленим, оскільки рейкове коло Ч14П зайняте. Після звільнення цього РК реле Ч14ПО буде ввімкнено з перевіркою зайняття наступного рейкового кола. Ч12П стане на блокування через власний контакт і тиловий контакт реле Ч12ПО.

Після звільнення рейкового кола Ч12П так само буде ввімкнено реле Ч12ПО, що розриває коло блокування Ч14ПО. Подальший рух поїзда призводить до почергового спрацьовування реле ПЗ цієї БД і ЗУ. Зі збудженням кінцевого реле Ч4ПОК за умови замкненого стану наступної БД (реле 2Б знеструмлено) відбувається ввімкнення реле 4Б (рис. 9.7), тобто розмикання 4БУ.

Отже, відкриття світлофора 4 можливе тільки після збудження реле Ч4ПОК і 4Б, тобто після фактичного звільнення поїздом всієї блок-ділянки 4П і захисної ділянки 2ЗУ.

За встановленого правильного напрямку руху по парному шляху лінійні кола 2ЧЛ-2ЧОЛ забезпечують передавання зі станції Б на станцію А такої інформації:

- 2ЧЛ1-2ЧОЛ1 – про стан сигнальних реле 6Ж і 6З. Їхні стани залежать від стану рейкових кіл, контрольованих станції Б. Крім того, ці реле беруть участь у роботі ряду схем на станції Б і тому розташовані там же. А керування вогнями світлофора 6 і вибір сигналів АЛС для кодування рейкових кіл блок-ділянки 8БО здійснюються зі станції А. За встановленого правильного напрямку руху по парному шляху лінійні кола 2ЧЛ-2ЧОЛ забезпечують передавання зі станції Б на станцію А відповідної інформації;

- 2ЧЛ2-2ЧОЛ2 – про стан реле 6ЗП. Стан світлофора 8 і вид кодового сигналу АЛС для рейкових кіл 10БУ вибрані на станції А і залежать від стану рейкових кіл захисної ділянки 6ЗУ, які контролюють на станції Б. Крім того, по цих же жилах кабелю передають інформацію про стан реле 6Б для розмикання блок ділянки 8БУ схемами станції А з перевіркою замикання блок-ділянки 6БУ, здійснюваного схемою станції Б;

- 2ЧЛ3-2ЧОЛ3 – про стан реле Ч22П2 і Ч20ПОК для роботи на станції А схеми контролю послідовного звільнення рейкових кіл блок-ділянки 8БУ і захисної ділянки 6ЗУ;

- 2ЧЛ4-2ЧОЛ4 – про стан реле Н26ПО, 10Б і 8ЗУ для керування реле Ч22ПОД і Ч20ПОК схеми контролю послідовного звільнення захисної ділянки 6ЗУ. Інформацію про стан реле Ч20ПОК передають назад на станцію А по лінійному колу 2ЧЛ3-2ЧОЛ3 для автоматичного розмикання граничної блок-ділянки 8БУ;

- 2ЧЛ5-2ЧОЛ5 – про стан реле 2ЧРІ. Цю інформацію використовують для штучного розмикання парного шляху, що примикає до станції приймання (станція Б), за командою зі станції відправлення (станція А).

Із цього ж кола передають інформацію про стан реле 8Б для попереднього замикання блок-ділянки 6БУ схемою замикання, яка розташована на станції Б;

- 2ЧЛ6-2ЧОЛ6 – про стан реле Н26ПЗ для ввімкнення групового кодовмикального реле Ч16-22КВ блок-ділянки 6БУ з перевіркою після тривалості зайняття рейкових кіл попередньої блок-ділянки 8БУ.

Зі зміною напрямку руху поїздів реле 2ЧО і 2НП (відправління в парному напрямку та приймання непарних поїздів) на станції А і реле 2ПП і 2НО (приймання парних поїздів і відправлення в непарному напрямку) на станції Б змінюють свій стан і своїми контактами змінюють напрямок передавання в лінійних колах;

- 2ЧЛ7-2ЧОЛ7 – про стан реле 2ЧПБ, що є загальним повторювачем блокуючих реле 2Б і 4Б. Цю інформацію використовують для ввімкнення на станції відправлення (станція А) індикації про наявність на перегоні замкнених БД;

- 2ЧЛ8-2ЧОЛ8 – про стан реле Ч22ПОД для контролю послідовності звільнення рейкових кіл захисної ділянки 6ЗУ у схемі контролю послідовного звільнення рейкових кіл блок-ділянки 8П і захисної ділянки 6ЗУ.

9.2. Програма виконання роботи

1. Аналіз схем рейкових кіл:

- вивчити і описати підключення апаратури ТРК до поста ЕЦ через кабельні лінії (ЧСЦБ2, ЧСЦБА);

- проаналізувати і описати роль трансформаторів ПТ і блоків ВОЦН-220 у захисті обладнання.

2. Дослідження логіки керування:

- описати принцип роботи схеми замикання та обробки перегінних пристроїв;

- пояснити, як реалізовано контроль послідовного зайняття РК.

3. Виконання індивідуального завдання:

- за варіантом, який вибирають згідно з порядковим номером у списку групи, на схемах рейкових кіл (наприклад Ч6П, Ч8П, Ч10П тощо) позначити стан приладів у разі знаходження поїзда на відповідній ділянці;

- позначити стан реле в лінійних колах ув'язування світлофорів для заданої поїзної ситуації.

Варіант 1. На схемі рейкових кіл позначте стан приладів, коли поїзд знаходиться на ділянці Ч6П.

Варіант 2. На схемі рейкових кіл позначте стан приладів, коли поїзд знаходиться на ділянці Ч8П.

Варіант 3. На схемі рейкових кіл позначте стан приладів, коли поїзд знаходиться на ділянці Ч10П.

Варіант 4. На схемі рейкових кіл позначте стан приладів, коли поїзд знаходиться на ділянці Ч12П.

Варіант 5. На схемі лінійних кіл ув'язування прохідних світлофорів позначте стан приладів, коли потяг знаходиться на ділянці Ч6П.

Варіант 6. На схемі лінійних кіл ув'язування прохідних світлофорів позначте стан приладів, коли потяг знаходиться на ділянці Ч8П.

Варіант 7. На схемі лінійних кіл ув'язування прохідних світлофорів позначте стан приладів, коли потяг знаходиться на ділянці Ч10П.

Варіант 8. На схемі лінійних кіл ув'язування прохідних світлофорів позначте стан приладів, коли потяг знаходиться на ділянці Ч12П.

Варіант 9. На схемі лінійних кіл ув'язування прохідних світлофорів позначте стан приладів, коли потяг знаходиться на ділянці.

Контрольні запитання

1. Які основні відмінності між схемами РК у системах АБТД та АБТЦ?

2. Чому в системі АБТЦ не встановлюють захисні резистори та вирівнювачі в колійних ящиках?
3. Як у системі АБТЦ контролюють послідовне зайняття рейкових кіл?
4. Які функції виконує схема контролю стану кабелю?
5. Як організовано схему керування вогнями світлофорів для гарантування безпеки в разі пошкодження кабелю?
6. Для чого використовують додаткову обмотку дросель-трансформатора в системі АБТЦ?

Література [6, 8, 9].

Практична робота 10

АНАЛІЗ ПРИНЦИПОВИХ СХЕМ ДЕШИФРАТОРА АЛСН

Мета роботи

Вивчити принципи побудови та функціонування локомотивного дешифратора АЛСН. Навчитися аналізувати роботу лічильників для лічення імпульсів і пауз у кодовому циклі, а також засвоїти логіку перемикання вогнів локомотивного світлофора.

10.1. Теоретичні відомості

Дешифратор АЛСН є основним пристроєм локомотивної сигналізації. Він фіксує приймання кодових сигналів, розрізняє їх за кількістю імпульсів і керує вогнями локомотивного світлофора і пристроями системи автоматичного регулювання швидкості (САР).

Структурно дешифратор складається з трьох груп реле.

Рахункова група призначена для декодування сигналів через послідовне лічення кількості імпульсів і пауз у кодовому циклі.

Сигнальна група безпосередньо керує лампами локомотивного світлофора.

Керуюча група забезпечує взаємодію з іншими бортовими системами безпеки.

Кількість збуджених лічильників до кінця кодового циклу визначає прийнятий сигнал:

- код КЖ: збуджуються реле 1 та 1А;
- код Ж: збуджуються реле 1, 1А, 2 і 2А;
- код З: збуджуються реле 1, 1А, 2, 2А і 3.

Особливу роль відіграє реле присутності коду (ПК). Воно знаходиться під струмом під час циклічного приймання будь-якого коду, але буде

знеструмлено, якщо кодові послілки відсутні, якщо в рейках протікає безперервний струм або надходить монотонна серія імпульсів (більше трьох).

Рахункова група реле

Кодові сигнали декодують через послідовне кількості імпульсів і пауз у кодовому циклі (рис. 10.1).

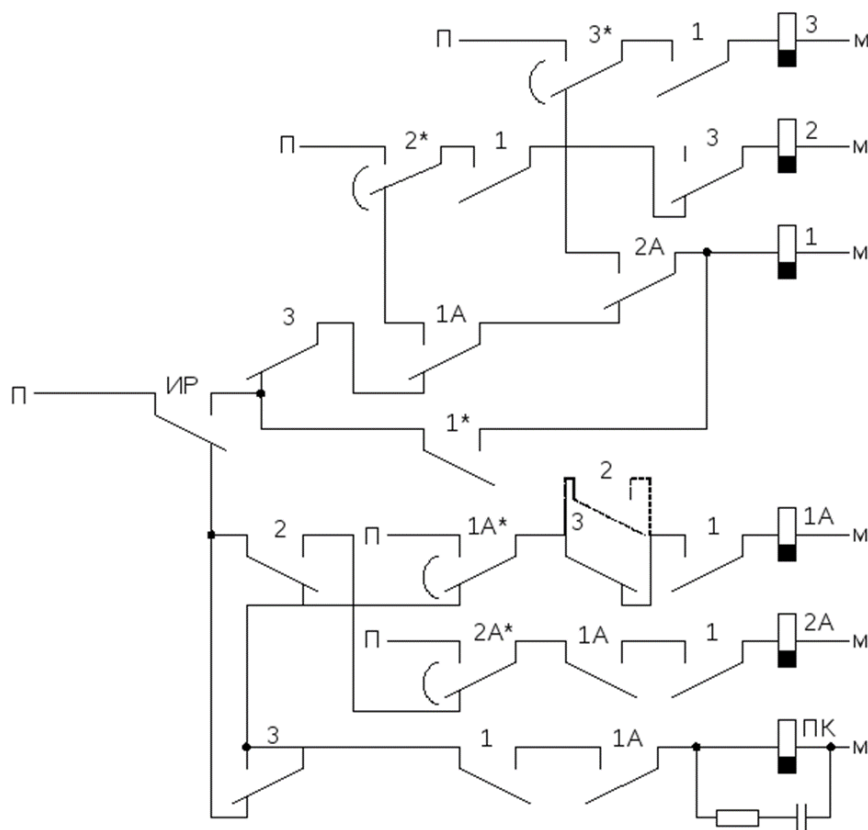


Рис. 10.1. Рахункова група реле

Реле присутності коду ПК знаходиться під струмом під час циклічного приймання будь-якого кодового сигналу і не збуджено, якщо немає кодових посилок, по рейках протікає безперервний струм або надходить монотонний код (серія імпульсів). З отриманням серії імпульсів більше трьох реле ПК працює так. У третій паузі лічильник 2, витримавши уповільнення (0,05 с), відпускає якір і розриває коло блокування лічильника 1А, і, з

уповільненням, лічильника 2А, але оскільки пауза коротка, лічильник 1 не встигає відпустити якір і тримає лічильник 3 під струмом. Отже, порушена робота реле рахункової групи (неможливо поставити під струм 1А, а також 2 і 2А), знеструмлено реле ПК. Реле ПК (присутності коду) є важливим елементом безпеки: воно має бути збуджене лише тоді, коли з рейок надходить правильний числовий код (КЖ, Ж або 3). Якщо в рейках з'являється безперервний струм або монотонна серія імпульсів (завада), реле ПК має знеструмитися.

Схема реле сигнальної групи (рис. 10.2). Реле сигнальної групи призначені для керування вогнями локомотивного світлофора і впливу на початкові прилади. Оскільки сигнальні реле отримують переривчасте живлення, то вони повинні мати уповільнення на відпадання.

Крім того, для виключення короткочасних проблісків вогнів у разі випадкових кодових посилок вони мають вмикатися з прийманням не одного, а декількох кодових циклів. Для виконання таких вимог схема сигнальних реле розбита на дві частини: власне сигнальних реле КЖ, Ж і 3 і реле відповідності С (повторювача ПС).

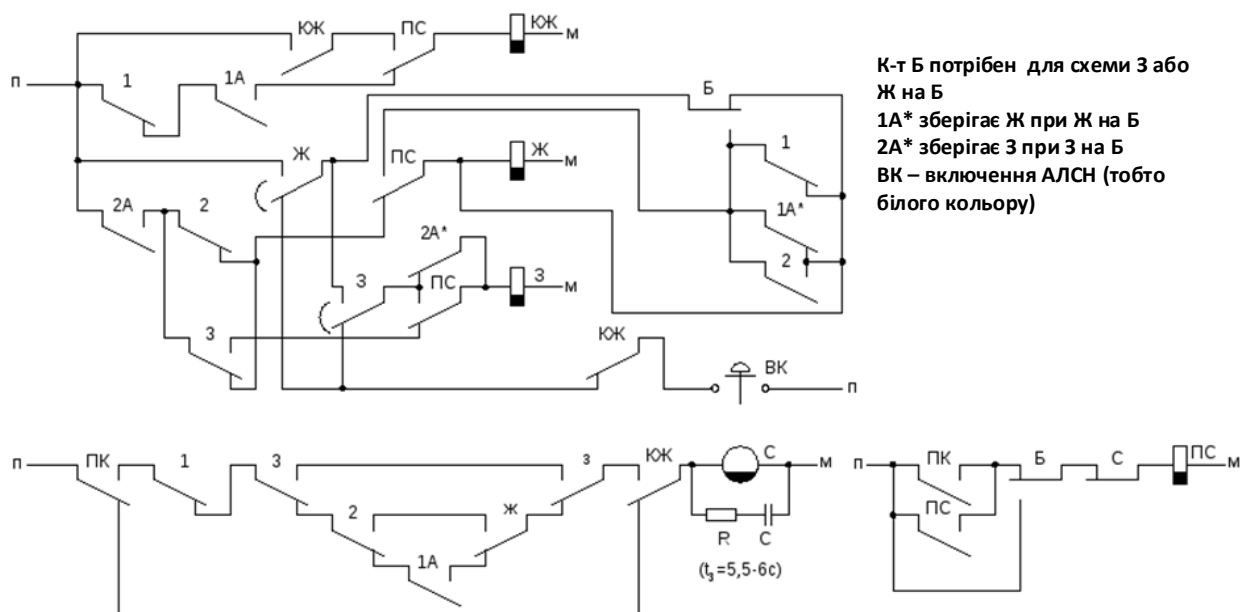


Рис. 10.2. Схема реле сигнальної групи

Контакт Б потрібен для зміни З або Ж на Б білий); 1А потрібне зі зміною Ж на Б; 2А потрібне зі зміною З на Б; ВК – ввімкнення АЛСН (тобто білого вогню).

Із прийманням нового кодового сигналу відбувається неузгодження в колі живлення реле С, тому воно, витримавши затримку, відпускає якір і вимикає реле ПС. При цьому готуються кола збудження основних сигнальних реле. Кожне з них ввімкнено через контакти характерних для прийнятого коду реле-лічильників. Відбувається це наприкінці приймання кодового циклу. Наприкінці наступного циклу збуджуються реле С, ПС, і відбувається самоблокування основних сигнальних реле, керуючих вогнями локомотивного світлофора (рис. 10.3).

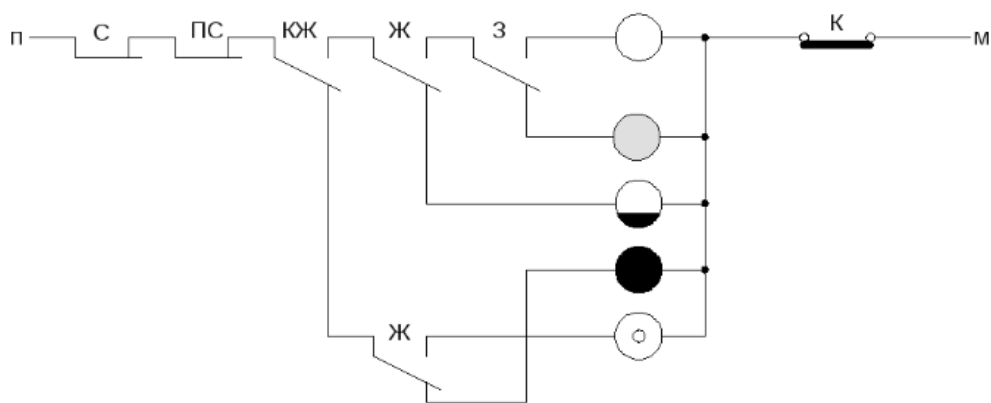


Рис. 10.3. Керування вогнями локомотивного світлофора

Схема керування вогнями світлофора призначена для перемикання ламп (зеленої, жовтої, червоної) залежно від інформації, отриманої від рейкових і лінійних кіл. У сучасних системах, таких як АБТЦ, ця схема забезпечує не лише комутацію, а і безперервний моніторинг цілісності ниток ламп.

Робота у третій паузі (з отриманням монотонного коду). Логіка дешифратора побудована так, що він очікує паузи після певної кількості імпульсів. Коли на локомотив надходить серія імпульсів, що перевищує

стандартні кодові комбінації (більше трьох), під час першого та другого імпульсів працюють відповідні лічильники (1, 1А, 2). Якщо після другого імпульсу замість довгої паузи (характерної для коду Ж) або третього імпульсу (код 3) надходить третя пауза або тривалий імпульс, лічильник 2, витримавши своє уповільнення на відпускання (приблизно 0,05 с), знеструмлюється. Схема побудована так, що реле ПК отримує живлення через контакти лічильників лише під час нормальних пауз кодового циклу. У разі порушення часових параметрів (наприклад занадто довга третя пауза або відсутність очікуваного імпульсу), коло живлення реле ПК розривається. Знеструмлення ПК призводить до вимкнення сигнальних реле І переходу локомотивного світлофора на білий або червоно-жовтий вогонь (залежно від попереднього стану), що забезпечує захист від хибних показань завад.

Як дешифратор розрізняє код Ж від коду 3? Розрізнення кодів базовано на ліченні кількості імпульсів усередині одного кодового циклу за допомогою рахункової групи реле (лічильників). Приймання коду Ж (жовтий вогонь), який складається із двох імпульсів і двох пауз (одна коротка, одна довга) призводить до того, що перший імпульс збуджує лічильник 1. У першій короткій паузі збуджується лічильник 1А. Другий імпульс збуджує лічильники 2 та 2А. Після другого імпульсу йде довга пауза. За цей час лічильник 3 не збуджений, оскільки для нього немає третього імпульсу. До кінця циклу збуджені лічильники 1, 1А, 2, 2А. Ця комбінація замикає коло живлення сигнального реле Ж. Приймання коду 3 (зелений вогонь), який складається із трьох імпульсів і трьох пауз (дві короткі та одна довга) призводить до такої роботи схеми: початок аналогічний коду Ж (збуджуються лічильники 1, 1А, 2, 2А). Замість довгої паузи надходить третій імпульс. Через фронтіві контакти вже збуджених лічильників 1 і 2 третій імпульс подає живлення на лічильник. До кінця циклу збуджені лічильники 1, 1А, 2, 2А і 3. Наявність збудженого лічильника 3

є критичною ознакою – буде розімкнено коло жовтого вогню і замкнено коло живлення сигнального реле З.

Отже, головна відмінність для дешифратора – це наявність або відсутність третього імпульсу, який фіксує лічильник З. Якщо лічильник З спрацював – маємо зелений вогонь; якщо зупинилися на другому лічильнику (за наявності ПК) – жовтий.

10.2. Програма виконання роботи

1. Аналіз рахункової групи реле:

- вивчити принципові схеми роботи лічильників 1, 1А, 2, 2А, 3 для приймання кодів КЖ, Ж і З і накреслити кола їх збудження;

- дослідити кола самоблокування реле, позначені символом * на схемі, і накреслити їх.

2. Дослідження сигнальної групи:

- проаналізувати схему включення реле Ж і З залежно від комбінації збуджених лічильників і накреслити кола їх збудження;

- указати призначення допоміжних реле (наприклад Б – для схеми Ж або З на білу ділянку).

3. Індивідуальне завдання (за варіантом, який вибирають за порядковим номером у списку групи):

- на принциповій схемі дешифратора відобразити стан приладів (збуджений/знеструмлений) на момент завершення приймання циклу заданого коду (КЖ, Ж або З);

- пояснити роботу дешифратора в разі спрацювання локомотивних котушок від конкретного коду згідно з варіантом.

Варіант 1. Приймання першого циклу коду КЖ.

Варіант 2. Приймання першого циклу коду Ж.

Варіант 3. Приймання першого циклу коду З.

Варіант 4. Приймання першого імпульсу коду КЖ.

Варіант 5. Приймання другого імпульсу коду Ж.

Варіант 6. Приймання третього імпульсу коду З.

Варіант 7. Приймання довгої паузи після першого імпульсу коду Ж.

Варіант 8. Приймання довгої паузи після другого імпульсу коду З.

Варіант 9. Приймання короткої паузи після тртього імпульсу коду З.

Контрольні запитання

1. Які основні групи реле входять до складу дешифратора АЛСН і які їхні функції?
2. Скільки лічильників має бути збуджено до кінця циклу для приймання коду Ж?
3. За яких умов реле присутності коду (ПК) буде знеструмлене?
4. Яке призначення реле ПК у схемі дешифратора?
5. Поясніть логіку роботи лічильника 2 з отриманням серії імпульсів більше трьох.
6. Для чого у схемі сигнальної групи використано реле 1А та 2А (функція «збереження»)?

Література [10-13].

Практична робота 11

АНАЛІЗ ПРИНЦИПОВИХ СХЕМ АВТОМАТИЧНОЇ ПЕРЕЇЗНОЇ СИГНАЛІЗАЦІЇ ТА АПС

Мета роботи

Вивчити принципи побудови, функціонування та логіку роботи схем керування автоматичною переїзною сигналізацією та автоматичними шлагбаумами. Навчитися аналізувати стан приладів залежно від розташування поїзда на ділянках наближення та переїзді.

11.1. Теоретичні відомості

Автоматична переїзна сигналізація (АПС) – це система, що автоматично подає сигнал попередження про наближення поїзда до переїзду. Вона працює в комплексі з пристроями автоблокування (АБ) та АЛС.

Основні вимоги щодо схем переїзної автоматики полягають:

- вмикання сигналізації з підходом поїзда незалежно від встановленого напрямку руху;
- із вмиканням загороджувальної сигналізації на переїзді, прохідному світлофорі, що його огорожує, має бути ввімкнений червоний сигнал, а кодування АЛС – припинено;
- передавання на станцію інформації про справність ламп, наявність основного та резервного живлення, стан сигналізації.

Усі переїзди поділяють на чотири категорії залежно від інтенсивності руху поїздів і автотранспорту. На переїздах із черговим працівником використовують загороджувальну сигналізацію, яку вмикають вручну з виникненням перешкоди.

Схема керування автоматичною переїзною сигналізацією (рис. 11.1) виконана з дотриманням вимог щодо забезпечення: а) нормальної роботи пристроїв АБ та АЛС; б) на ділянках із двостороннім рухом – вмикання сигналізації з підходом поїзда, незалежно від установленого напрямку руху; в) на ділянках зі спеціалізованими під певний напрямок руху коліями – вмикання сигналізації з підходом поїзда, що рухається у встановленому напрямку; г) вмикання червоного сигналу на прохідному світлофорі, що огорожує блок-ділянку з переїздом, із вмиканням загороджувальної сигналізації та припиненням подавання кодів АЛС у РК перед переїздом із боку руху поїзда; д) передавання по системі диспетчерського контролю з переїзду на найближчу станцію інформації про справність ламп переїзних світлофорів, наявність живлення змінним струмом по основному і резервному фідеру, а також контроль положення переїзної сигналізації. Схеми переїзної сигналізації мають задовольняти вимоги, що висувають щодо виконавчих схем пристроїв СЦБ, і побудовані на базі використання реле І класу надійності. Пошкодження окремих приладів або сполучних проводів схеми не мають викликати небезпечних для руху транспорту ситуацій і при цьому переїзна сигналізація має бути ввімкненою. Стан кіл схеми керування АПС для двоколійного АБ змінного струму із двостороннім рухом відповідає встановленому правильному напрямку руху по непарній колії перегону – переїзд відкритий для руху автотранспорту. Для вільної блок-ділянки 3-5 розрізне рейкове коло кодоване залежно від показання світлофора 3 (рис. 11.1). На переїзді від кодових імпульсів працює реле НИ і повторює його роботу реле НТ. Колійне реле НП, ввімкнене за схемою релейно-конденсаторного дешифратора, збуджується, що вказує на вільність РК за переїздом. Фронтний контакт реле НП вмикає його повторювач НПТ і замикає коло кодування 11 рейкового кола 5П. Реле НТ виконує трансляцію кодових імпульсів у рейкове коло 5П.

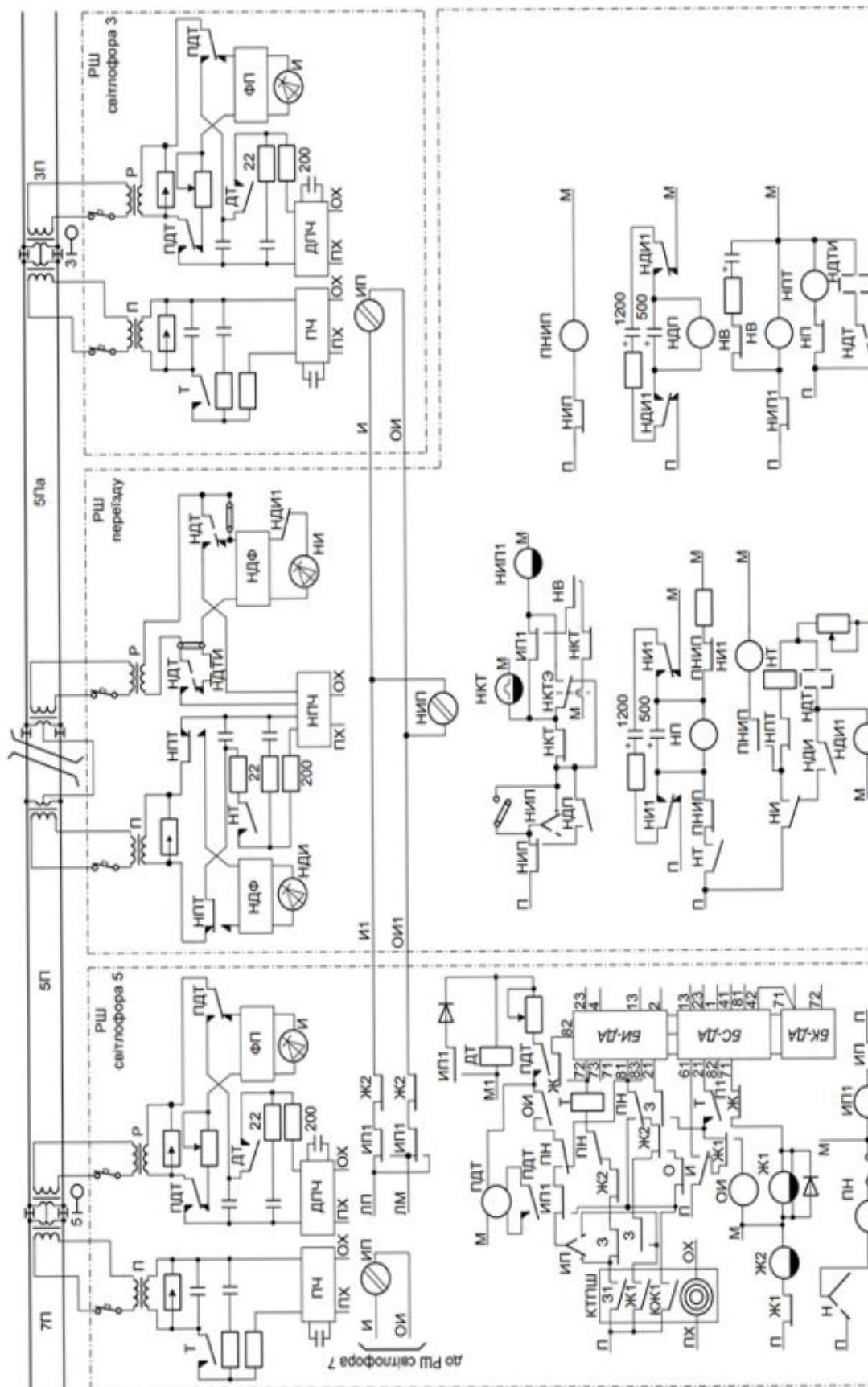


Рис. 11.1. Схема керування автоматичною переїзною сигналізацією

При цьому в релейній шафі світлофора 5 перебуває під струмом реле И, чим контролювана вільність блок-ділянки 3-5. Сигнальна установка 5 перед переїздом має схему сповіщення за дві ділянки наближення. Зі вступом поїзда на другу ділянку наближення 7П у схемі сигнальної установки 5 будуть вимкнені реле ИП і ИП1. Останнє, відпускаючи якір, змінює полярність струму в колі И1-ОИ1 і змінює полярність реле НИП на переїзді. Реле НИП поляризованим якорем вимикає реле НИП1, НКТ, НВ, і далі переїзд закривається. Із повідомленням за одну ділянку буде встановлена перемичка, що шунтує контакт поляризованого якоря реле НИП, і вимикання переїзної сигналізації буде здійснювати нейтральний контакт реле НИП за одну ділянку наближення. У випадках, коли фактична довжина ділянки наближення більше від розрахункової, у колі реле НВ передбачена витримка часу, що підбирають розрахуванням значення ємності конденсатора, що ввімкнений паралельно обмотці реле НВ. Зі вступом поїзда на першу ділянку наближення 5П у світлофора 5 будуть вимкнені реле Ж, Ж1, Ж2. Останнє своїми контактами розмикає коло сповіщення, що вимикає реле НИП на переїзді. Відпускаючи якір, реле НИП вимикає свій повторювач ПНИП, а також повторно кола реле НИП1 і НКТ. При цьому реле ПНИП вимикає реле НП із кола перевірки імпульсної роботи реле НТ і підключає до кола релейно-конденсаторного дешифратора реле НИ1. У результаті цього реле НП і НПТ залишаються під струмом і продовжують перевіряти вільність рейкового кола 5П. Захист від помилкової вільності в разі короткочасної втрати шунта під поїздом, що рухається по ділянці наближення до переїзду, здійснюваний за допомогою реле НИП1 і НКТ. Принцип побудови та функціонування цього вузла схеми аналогічний подібним вузлам у схемах зміни напрямку руху поїздів. У кодовому АБ живлення РК завжди подано назустріч поїзду, тому на переїзді немає колійного реле, що могло б фіксувати звільнення ділянки наближення і вчасно відкривати переїзд для руху автотранспорту. Для цього ділянка

наближення кодована у «хвіст» поїзда, що рухається. Вмикання кодування у «хвіст» поїзда починається з моменту вступу поїзда на рейкове коло 5П. У світлофора 5 через тилові 13 контакти реле И і Ж1 збуджуються реле ОИ, ПДТ і ДТ. Реле ПДТ і ДТ працюють у режимі коду КЖ, посилаючи цей код у «хвіст» поїзда, що звільнює переїзд. Зі вступом першої колісної пари поїзда на рейкове коло 5Па будуть вимкнені реле НИ, НИ1, НТ, НП, НПТ, і припиняється трансляція кодів із рейкового кола 5Па у 5П. Тиловими контактами реле НПТ до рейкового кола 5П підключено реле НДИ. Після повного звільнення переїзду поїздом реле НДИ і НДИ1 починають працювати в режимі коду КЖ, що надходить від світлофора 5, завдяки чому збуджується реле НДП, фіксуючи звільнення переїзду. Через фронтний контакт НДП і тильний контакт термоелемента спрацьовує реле НКТ, через фронтний контакт якого ввімкнена обмотка термоелемента. Після закінчення витримки часу нагрівання термоелемента (від 8 до 18 с) спрацьовують реле НИП1, НВ, і переїзд відкривається. Після повного звільнення всієї блок-ділянки на переїзді від коду КЖ починають працювати реле НИ і НИ1, і в релейно-конденсаторному дешифраторі збуджуються реле НП і НПТ. Реле НПТ тильним контактом вимикає реле НДИ від рейкового кола 5П, а фронтним контактом вмикає коло реле НТ, що працює як повторювач реле НИ. У рейкове коло 5П починають транслюватися коди з рейкового кола 5Па. Після спрацьовування у великому інтервалі коду КЖ реле И у світлофора 5 збуджуються реле Ж, Ж1, Ж2 (коди КЖ надходять з обох кінців рейкового кола від трансмітерів різних типів). Розмикаючи тильний контакт, реле Ж1 вимикає реле ОИ і перериває коло кодування від світлофора 5, після чого здійснюється нормальна трансляція кодів із рейкового кола 5Па у 5П. Фронтними контактами реле Ж2 замикає коло сповіщення, і на переїзді спрацьовують реле НИП, ПНИП, і всі кола керування переїздної сигналізації повертаються у вихідний стан. Зі зміною напрямку руху поїздів на неправильний, переїзна сигналізація не

вмикається, закриття переїзду з наближенням поїзда в неправильному напрямку робить черговий по переїзду у встановленому порядку. Вмикання вогнів світлофора і дзвінків звукової сигналізації та переведення бруса шлагбаума в горизонтальне положення здійснюється зі знеструмленням реле ПВ і ПВ1 (повторювачі 14 реле В). Реле ПВ1 ввімкнене так, що сигналізацію можна вмикати автоматично знеструмленням реле ПВ і вручну із щитка керування натисканням кнопки «З» (рис. 11.2).

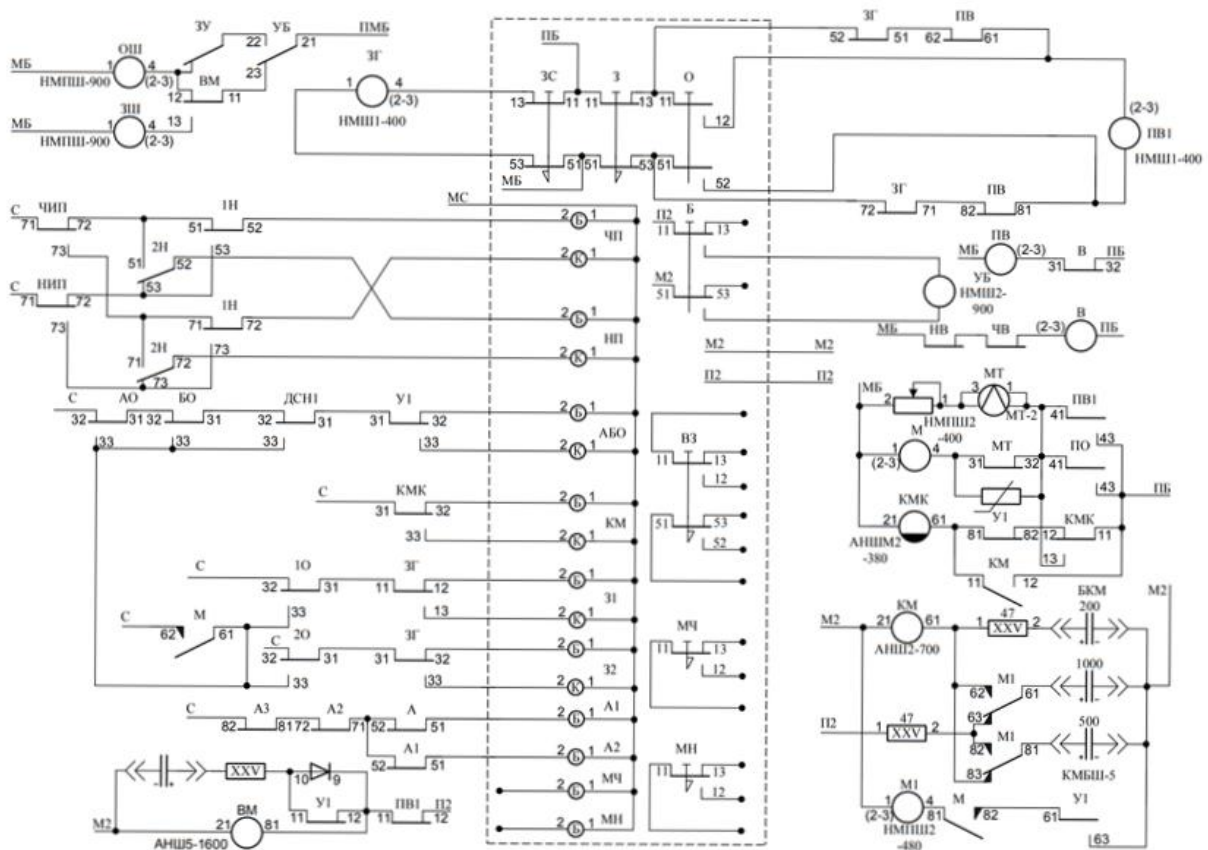


Рис. 11.2. Схема щитка керування автошлагбаумами

Вимикання сигналізації здійснюється натисканням кнопки «О», при цьому реле ПВ1 збуджується без контролю вільності ділянок наближення (не перевірені фронтові контакти реле ПВ). Кнопка «О» без фіксації

положення, тому для вимикання сигналізації кнопку необхідно весь час тримати натиснутою. Нормально, якщо переїзд відкритий, під струмом перебувають реле ПВ, ПВ1, ВМ і ОШ. Фронтіві контакти реле ОШ у колі живлення якоря та обмотки збудження двигуна замкнуті. При цьому полярність живлення на замкнутих контактах реле ОШ така, що обертання якоря двигуна (для замкнутих контактів 3-3' привода) спрямовано у бік підймання бруса шлагбаума (рис. 11.3). За вертикального положення бруса через замкнуті контакти 1-1' перемикачів приводів і фронтіві контакти 21-22 і 41-42 реле ПВ1 під струмом перебувають керуючі реле У, У1, тильовими контактами яких вимикають сигнальні вогні шлагбаума. Для контролю справності сигнальних ламп встановлено два вогневих реле АО і БО типу АОШ2-180/0,45. Вогневі реле призначені для контролю цілісності ниток світлофорних ламп і передавання інформації про їхній стан на найближчу станцію по колу частотного диспетчерського контролю. Кожне з вогневих реле перевіряє справність двох сигнальних ламп, розміщених на різних світлофорах, у холодному стані і в разі горіння. Вогневе реле АО перевіряє справність першої лампи світлофора А і другої лампи світлофора Б. Вогневе реле БО перевіряє справність двох інших ламп. Нормально для вільної ділянки наближення, коли переїзд відкритий, за справних ламп вогневі реле перебувають під струмом, одержуючи живлення по високоомних обмотках через дві послідовно з'єднані сигнальні лампи світлофорів А і Б. Через великий опір обмоток вогневих реле струм у колі ламп малий, щоб забезпечити горіння лампи, але достатній для підтримки цілісності якоря реле в притягнутому положенні.

Зі вступом поїзда на ділянку наближення знеструмлено реле ПВ1 і своїми фронтівими контактами обриває коло живлення керуючих реле У, У1 і реле ВМ (рис. 11.3).

Одночасно тиловими контактами реле ПВ1 ввімкнені дзвінки шлагбаумів, які будуть сигналізувати доти, поки брус шлагбаума не опуститься в горизонтальне положення і розімкнуться контакти 5-5' привода, ввімкнені в коло дзвінка. Реле У тиловими контактами вмикає лампи переїзних світлофорів і лампи, що розташовані на брусах автошлагбаумів. При цьому кола ламп автодорожніх світлофорів відключені від високоомних обмоток вогневих реле, а тиловими, по колу блокування, підключені до низькоомних обмоток. Тилові контакти реле ПВ1 вмикають маятниковий трансмітер МТ типу МТ-2, і починає працювати в імпульсному режимі реле М, одержуючи із замиканням контактів 31-32 маятникового трансмітера живлення. Лампи шлагбаумів 1Л і 2Л, а також лампи 1ЛШ і 2ЛШ, встановлені на брусах шлагбаумів, починають горіти миготливим вогнем. Лампа 3ЛШ, розташована на краю бруса, горить безперервним вогнем. Реле ВМ якийсь час після вимикання живлення втримує свій якір притягнутим за рахунок струму розряджання конденсатора, підключеного паралельно обмотці реле. Ємність конденсатора, що створює час уповільнення реле ВМ, визначена необхідною витримкою часу між ввімкненням світлової та звукової сигналізації та початком опускання бруса шлагбаума. Для напівшлагбаумів така витримка часу має становити близько 14-16 с. За цей час автомобіль, що перебуває перед шлагбаумом у момент появи червоних вогнів, має проїхати шлагбаум. Після знеструмлення реле ВМ через його замкнуті тилові контакти 11-13 збуджується реле ЗШ (закриття шлагбаума) і знеструмлюється реле ОШ. Фронтіві контакти реле ЗШ замикають коло живлення якоря та обмотки збудження двигуна привода. В обмотку збудження при цьому подано живлення полярності, за якої обертання двигуна забезпечує опускання бруса. Після того як брус матиме горизонтальне положення, контакти перемикача привода 2-2' вимкнуть двигун, а контакти 5-5' – дзвінок. Сигнальні вогні будуть, як і раніше, горіти

в сигнальному режимі. Якщо реле ПВ1 короткочасно збудиться, і після спрацювання реле ВМ і ОШ почнеться підймання бруса шлагбаума, то наступне знеструмлення реле ПВ1 до повного підймання бруса призведе до опускання бруса без витримки часу. Із розімкнутим фронтовим контактом 11-12 У1 розряджання конденсатора на обмотку реле ВМ відбувається через діод. Після проходження поїзда і збудження реле ПВ1 вмикається коло реле ВМ, зі збудженням якого стає під струм реле ОШ, і знеструмлюється ЗШ. Реле ОШ вмикає двигун привода для підймання бруса шлагбаума. Коли брус шлагбаума займе вертикальне положення, контакти 3-3' вимикають двигун, а контакти 1-1' замикають коло реле У, У1, після збудження яких вимкнені сигнальні вогні на переїзних світлофорах. Вогневі реле АО та БО перебувають під струмом, одержуючи живлення по низькоомних обмотках через контакти миготливого реле М, що по черзі підключає лампи відповідної пари. У той момент, коли миготливе реле М перебуває без струму, перевіряють справність ввімкненої першої лампи світлофора А низькоомною обмоткою вогневого реле, через фронтовий контакт реле АО і тилові контакти реле У і М. Друга лампа світлофора Б у цей час не горить, тому що вона підшунтована тиловим контактом 21-23 реле М. У момент, коли реле М під струмом, через його фронтовий контакт одержує живлення друга лампа світлофора Б. Якщо зі знаходженням поїзда на ділянці наближення лампа 1Л світлофора А перегоряє, то із знеструмленням реле М коло низькоомної обмотки реле АО виявляється розімкнутим. У результаті цього якір реле АО за період інтервалу 0,75 с відпускається, і контакт 11-12 розриває своє блокувальне коло живлення низькоомної обмотки. Вогневе реле АО знову не збудиться, незалежно від стану ділянки наближення, поки не буде встановлена справна лампа. Коло горіння другої лампи світлофора Б зберігається через тиловий контакт 11-13 реле АО. У випадку перегорання ввімкненої другої лампи світлофора Б для справного першого світлофора А якір реле АО відпускається і розриває блокувальне коло під час імпульсу

для замкнутого фронтового контакту реле М. Прийнятий спосіб ввімкнення ламп, за якого через один трійник миготливого реле керовані дві лампи різних світлофорів, зменшує ймовірність загасання одразу двох ламп на одному світлофорі за можливих обривів кіл живлення.

Шунтування ламп, а не повне їх вимикання, поліпшує умови роботи контактів миготливого реле і створює більш легкий режим роботи світлофорних ламп. Реле КМ із конденсаторним дешифратором перевіряє імпульсну роботу миготливого реле М, і за допомогою допоміжного реле КМК, у колі живлення якого ввімкнений контакт реле КМ, передають інформацію на станцію, якщо зі знаходженням поїзда на ділянці наближення реле М не працює в імпульсному режимі. Нормально за відсутності поїзда на ділянці наближення реле КМК одержує живлення по блокувальному колу через свій замкнутий фронтовий контакт і фронтовий контакт реле У1. За справної роботи миготливих пристроїв контрольне реле КМК постійно перебуває під струмом. Якщо зі знаходженням поїзда на ділянці наближення (реле ПВ1 без струму) реле М з якої-небудь причини не працює – реле КМ вимкнене. Унаслідок цього реле КМК, знеструмившись, знову не збудиться доти, поки не буде усунуте пошкодження. За знеструмленого реле КМК, незалежно від стану ділянки наближення, у лінію буде посланий контрольний код. Тиловий контакт реле КМК, ввімкнений у коло живлення маятникового трансмітера, забезпечує автоматичне збудження реле КМК з усуненням пошкодження, наприклад заміна конденсаторного блока БКМ, коли на ділянці наближення немає поїзда. Зі вступом поїзда на ділянку наближення знеструмлено реле У1, і фронтовий контакт розриває блокувальне коло живлення. Одночасно, як уже було згадано, ввімкнений маятниковий трансмітер, після чого в результаті роботи МТ і реле М в імпульсному режимі збуджується реле КМ і своїм фронтовим контактом замикає паралельне коло живлення реле КМК. Час уповільнення на відпускання якоря реле КМК перекриває проміжок

часу між розмиканням фронтового контакту реле У1 і замиканням фронтового контакту реле КМ, протягом якого реле КМК не одержує живлення. Живлення сигнальних ламп здійснюється змінним струмом від сигнального трансформатора С типу ПОБС-2А. Наявність змінного струму контролює реле А2 типу АОШ2-12, ввімкнене у вторинну обмотку трансформатора С. Із вимиканням змінного струму реле А2 знеструмлене і перемикає живлення ламп на акумуляторну батарею. Живлення двигуна привода здійснюється від акумуляторної батареї напругою 28 В, ввімкненої за схемою безперервного заряджання з випрямлячами ВАК-13. Батарея поділена на дві секції по 14 В кожна. Мінімально допустима напруга на затискачах двигуна привода 23 В. Секції моторної батареї використовують як резервне джерело живлення сигнальних ламп і для живлення приладів схем автошлагбаума. Для підвищення надійності роботи пристроїв електроживлення приладів, не пов'язаних зі схемою ввімкнення шлагбаума, застосовують випрямляч СВ типу ВАК-13. На охоронних переїздах для керування автоматичними шлагбаумами і загороджувальними світлофорами застосовують щиток керування (рис. 11.2). Щиток установлений на зовнішній стіні будки чергового по переїзду або на окремому стояку.

На лицьовій панелі щитка розміщені сім кнопок і 16 контрольних лампочок із такими позначеннями (у дужках зазначені умовні позначення кнопок і лампочок, прийняті в принципових схемах):

- кнопка «Закриття» (З) – двопозиційна, опломбована, із фіксацією положення, що служить для вмикання переїзних світлофорів і закриття шлагбаумів;

- кнопка «Відкриття» (О) – двопозиційна, опломбована, без фіксації положення, що служить для вимикання переїзних світлофорів і відкриття шлагбаумів;

- кнопка «Вмикання загородження» (ЗС) – двопозиційна, опломбована, із фіксацією положення, що служить для вмикання загороджувальної сигналізації;

- кнопка «Підтримка» (Б) – двопозиційна, опломбована, без фіксації положення, що служить для підтримки брусів шлагбаумів у верхньому положенні зі збереженням миготливих вогнів на переїзних світлофорах;

- кнопка «Вимикання дзвінка» (ВЗ) – двопозиційна, опломбована, із фіксацією положення, що служить для вимикання сигнальних дзвінків у пристроях сповіщальної переїзної сигналізації;

- кнопки «МН» і «МЧ» – двопозиційні, опломбовані, із фіксацією положення, що служать для керування непарними і парним маневровими світлофорами, установленими для огороження переїзду на під'їзній колії;

- дві лампочки, біла і червона – «Наближення непарне» (НП), контролюють наближення поїздів, що йдуть у непарному напрямку;

- дві лампочки, біла і червона – «Наближення парне» (ЧП), контролюють наближення поїздів, що йдуть у парному напрямку;

- дві лампочки, біла і червона – «Світлофори» (АБО), контролюють справність сигнальних ламп переїзних світлофорів;

- дві лампочки, біла і червона – «Миготіння» (КМ), контролюють справність комплексу миготливих пристроїв;

- дві лампочки, біла і червона – «Загороджувальний 31» (31) і дві «Загороджувальний 32» (32), контролюють справність ламп загороджувальних і попереджувальних до них світлофорів;

- дві лампочки білі «МН» і «МЧ» – контролюють справність ламп маневрових світлофорів;

- дві лампочки білі А1 і А2 – наявність основного і резервного живлення на переїзній установці.

Кнопки ВЗ, МН, МЧ і лампочки МН, МЧ використовують під час проектування сигналізації на станційних переїздах. У нижній частині корпусу щитка для оброблення кабелю встановлена клемна панель на 42 штирі.

Для передавання інформації по системі диспетчерського контролю з переїзної установки на станцію використовують двопровідне коло

подвійного зниження напруги. На кожній переїзній установці в проводі ДСН-ОДСН ввімкнений генератор типу ГКШ (рис. 11.4), настроєний на певну фіксовану частоту.

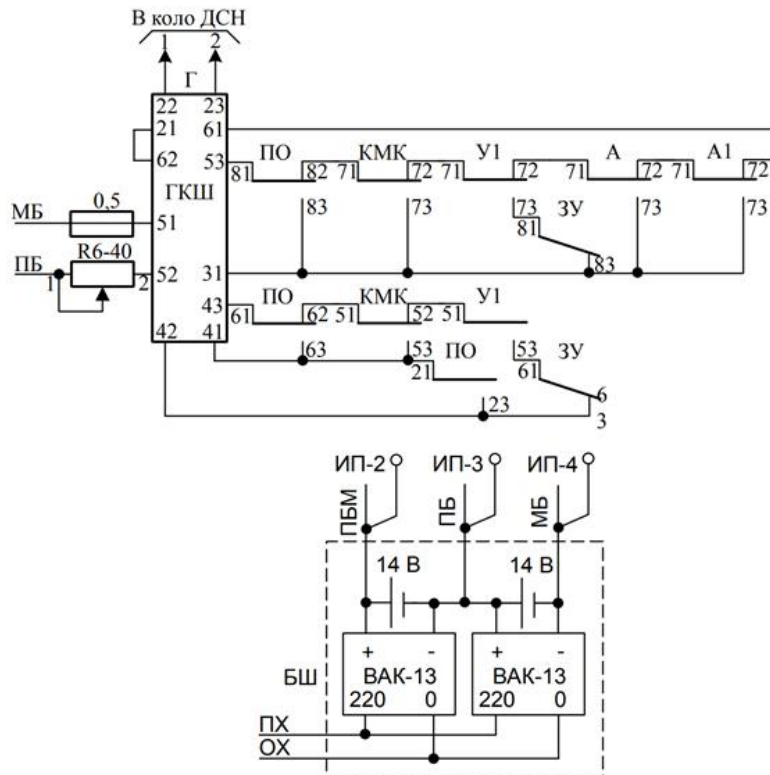


Рис. 11.4. Схема вмикання генератора ЧДК та електроживлення мотора привода автошлагбаума

У коло живлення підсилювача потужності ГКШ ввімкнені фронтіві контакти: повторювача вогневих реле АО, БО, 1О, 2О і подвійного зниження напруги ДСН1 – реле ПО, що контролює справність світлофорних ламп автодорожніх і загороджувальних світлофорів і кола подвійного зниження напруги; реле КМК, що контролює справність роботи комплексу миготливих пристроїв; керуючого реле У1, що повторює стан повторювача реле зайнятості ділянки наближення ПБ1; реле ЗУ, що контролює положення бруса шлагбаума; аварійних реле А і А1, що контролюють наявність живлення в основному та резервному фідерах живлення

(рис. 11.4). Для вільної ділянки наближення і за відсутності несправностей у лінії від генератора надходить безперервний контрольний код – контрольна лампочка на табло чергового по станції не горить. У разі несправності будь-якої лампи або знеструмлення реле ДСН тилові контакти реле ПО на генераторі створюють перемички 53-31 і 41-42-43. У лінію посиляється контрольний код, що складається з імпульсів та інтервалів тривалістю 0,3 с. Контрольна лампочка цієї переїзної установки на пульті буде горіти в миготливому режимі. Як видно зі схеми, справність ламп і реле ДСН перевіряють на станції незалежно від стану ділянки наближення. Передавання інформації на станцію про пошкодження кола подвійного зниження напруги необхідне через різке зниження видимості сигналів, що може негативно позначитися на умовах безпеки руху. За знеструмленого реле КМК, коли несправний комплект миготливих пристроїв і на світлофорах у цьому випадку горять по одній лампі безперервним вогнем, за рахунок отриманих перемичок 53-31 і 43-41 у лінію ДСН від ГКШ буде послано контрольний код. Цей код складається з імпульсів тривалістю 0,3 с та інтервалів тривалістю 1 с. Контрольна лампочка на табло буде 1 с горіти і 0,3 с погашена.

За відсутності на переїзній установці основного або резервного живлення знеструмлені аварійне реле А або А1, і на генераторі ГКШ створена перемичка 53-31. У лінію послано контрольний код, що складається з імпульсів та інтервалів тривалістю 1 с. У цьому випадку контрольна лампочка на табло буде горіти 1 с і 1 с буде погашена. У разі зайнятої поїздом ділянки наближення керуюче реле У1 знеструмлено, і через його тиловий контакт і тиловий контакт реле ЗУ, що контролює горизонтальне положення бруса шлагбаума, на генераторі створені перемички 53-31 і 43-42. Протягом 16 с, поки брус не матиме горизонтальне положення, у лінії буде послано імпульсне живлення. Лампочка на табло чергового буде в цей час горіти в миготливому режимі. Після закінчення

16 с брус автошлагбаума матиме горизонтальне положення, за якого контакт 6-6' 25 автоперемикача замкнуто. Реле ЗУ збудиться і своїм тиловим контактом розірве коло живлення генератора. Лампочка на табло буде горіти безперервним вогнем. Якщо з якихось причин брус автошлагбаума не опуститься, то контрольна лампочка на станції буде горіти до повного звільнення всієї ділянки наближення.

11.2. Програма виконання роботи

1. Аналіз принципів побудови АПС:

- вивчити типову схему керування (рис. 11.1-1.3) і описати призначення основних реле;

- дослідити алгоритм визначення довжини ділянки наближення для забезпечення своєчасного закриття переїзду і навести його приклад.

2. Дослідження роботи шлагбаумів (АПС): проаналізувати послідовність дій: спочатку ввімкнена звукова та світлова сигналізація, а через певний час (витримка часу) опускається брус шлагбаума. Накреслити поетапно кола спацювання відповідних реле.

3. Виконання індивідуального завдання (варіант вибирають за порядковим номером у списку групи): на схемі керування переїзною автоматикою позначити стан приладів (збуджений/знеструмлений) для заданої поїзної ситуації.

Варіант 1. Поїзд відсутній на ділянці наближення.

Варіант 2. Поїзд головою вступив на ділянку наближення.

Варіант 3. Проходження поїзда за ізостики рейкового кола 7П.

Варіант 4. Проходження поїзда за ізостики рейкового кола 5П.

Варіант 5. Проходження поїзда за ізостики рейкового кола 5Па.

Варіант 6. Проходження поїзда за ізостики рейкового кола 3П.

Контрольні запитання

1. Які пристрої належать до переїзних і що таке «переїзд», згідно з правилами?
2. За якими критеріями переїзди поділяють на чотири категорії?
3. Для яких цілей використовують загороджувальні світлофори і як їх вмикають?
4. Як гарантована безпека, якщо лампа червоного вогню на переїзному світлофорі перегоріла?
5. Чому сигналізація на станції продовжує працювати до повного звільнення всієї ділянки наближення?
6. Як реалізована вимога щодо припинення кодування АЛС у разі ввімкнення загороджувальної сигналізації?

Література [10, 14, 15].

Практична робота 12

АНАЛІЗ ПРИНЦИПОВИХ СХЕМ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ ГАЛЬМАМИ

Мета роботи

Аналіз принципів побудови та функціонування пристроїв поїзного автостопа, локомотивної сигналізації, систем автоматичного керування гальмами (САУТ) і роботи електропневматичного клапана автостопа (ЕПК) у різних режимах.

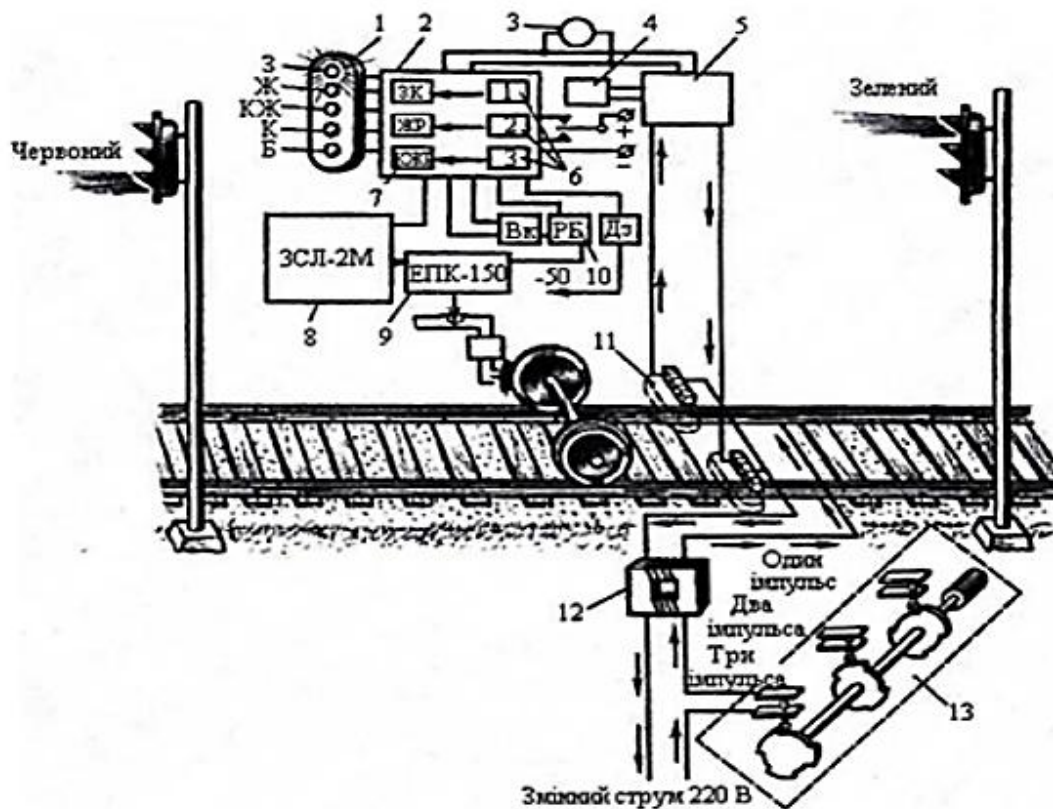
12.1. Теоретичні відомості

Поїзні автостопи і автоматична локомотивна сигналізація (АЛС) є критично важливими пристроями для гарантування безпеки руху. АЛС інформує машиніста про стан колійних світлофорів незалежно від видимості, а автостоп контролює реакцію машиніста на ці сигнали і, за потреби, ініціює екстрене гальмування до повної зупинки поїзда.

Основними компонентами системи є локомотивний світлофор, який відображає показання колійних сигналів, дешифратор, який декодує імпульси, що надходять від приймальних котушок, електропневматичний клапан (ЕПК-150), який виконує роль виконавчого органу, що з'єднує гальмівну магістраль з атмосферою за автостопного гальмування, і рукоятка пильності – це пристрій для підтвердження машиністом своєї пильності та запобігання спрацьовуванню автостопа.

Однією з найдосконаліших систем є САУТ-Ц (система автоматичного керування гальмами централізована). Вона включає бортову ЕОМ, блок пам'яті колійних параметрів, датчики шляху та швидкості, що дає змогу автоматично регулювати швидкість руху і забезпечувати зупинку поїзда перед заборонним сигналом.

Розглянемо більш детально сумісну роботу системи автоматичної локомотивної сигналізації та пристроїв автостопа (рис. 12.1).



1 – локомотивний світлофор; 2 – дешифратор; 3 – генератор струму керування; 4 – реле; 5 – підсилювач; 6 – реле-лічильники; 7 – сигнальні реле; 8 – локомотивний швидкостемір; 9 – електропневматичний клапан; 10 – рукоятка пильності; 11 – приймальні котушки; 12 – кодовий трансформатор; 13 – трансмітер

Рис. 12.1. Схема автоматичної локомотивної сигналізації та автостопа

Дешифратор 2 (ДСКВ-1) – розшифровує імпульсний код, вмикає на локомотивному світлофорі відповідний сигнальний вогонь і керує роботою електропневматичного клапана автостопа та системою швидкостеміра, що реєструє фактичну швидкість; 8 – електропневматичний клапан 9 (ЕПК) – виконує екстрене гальмування за командою пристрою АЛСН; локомотивний швидкостемір 8 у схемі АЛСН забезпечує дію автостопа у випадках перевищення контрольованих швидкостей, що відповідають

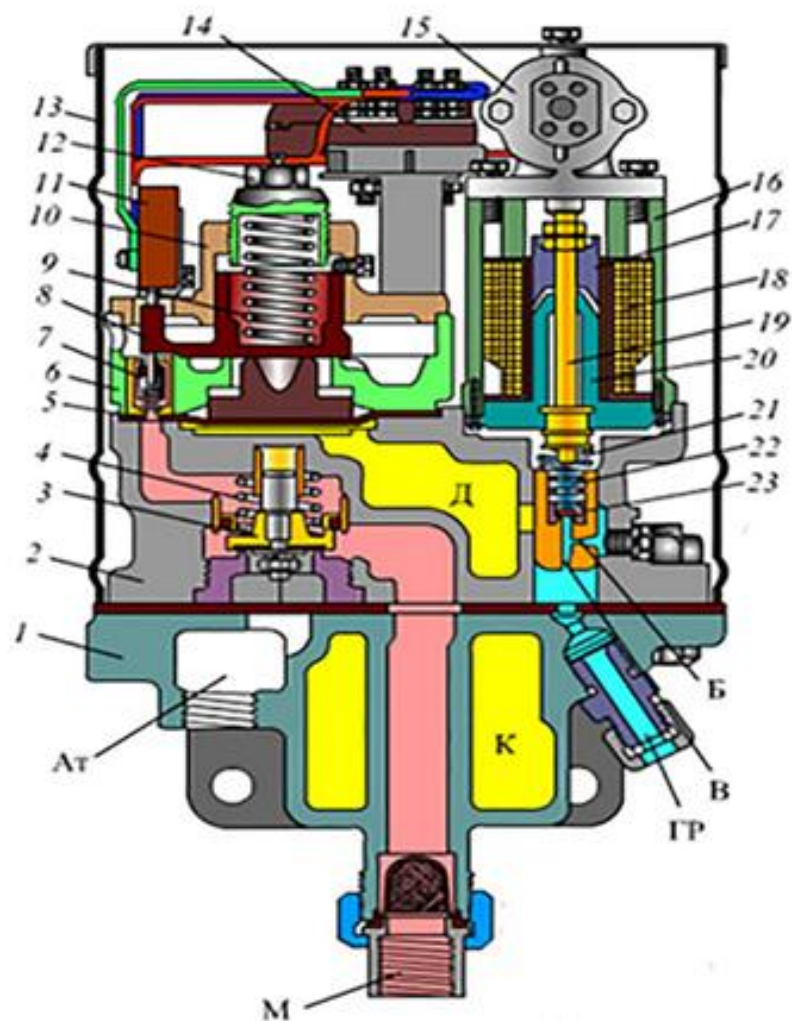
червоному і жовтому з червоним вогням, а також реєструє на швидкостемірній стрічці показання сигнальних значень локомотивного світлофора ф ввімкнення ЕПК; рукоятка пильності 10 (РБ-70) призначена для підтвердження машиністом своєї пильності та попередження примусового гальмування автостопом; локомотивний світлофор 1 дублює показання колійних світлофорів; генератор струму керування 3 живить електроенергією кола АЛСН; перемикач напрямку перемикає пристрої АЛСН для роботи на першу або другу кабіну керування локомотивом. Пристрій АЛСН працює на дільницях електротяги з постійним струмом із частотою сигналів 50 Гц і зі змінним струмом із частотою сигналів 25 і 75 Гц. Для роботи на дільницях постійного струму має бути ввімкнений тумблер «фільтр автостопа», за змінного струмі він вимнений. Для ввімкнення АЛСН необхідно повернути ключ ЕПК вліво і натиснути на рукоятку пильності РБ; перемикач частоти поставити у відповідне положення (25, 75 або 50 Гц); перевірити реєстрацію увімкнення АЛСН за стрічкою швидкостеміра. На кодованих дільницях тумблер Дз ставлять у положення «з АЛСН», ключ вставляють у замок ЕПК і повертають до упора вправо. Потім тумблером ВК умикають живлення, ключ ЕПК повертають вліво і виймають або залишають у замку. Після свистка ЕПК необхідно натиснути на рукоятку пильності, при цьому звук свистка має припинитися, а загорітися червона лампа. На дільницях постійного струму тумблер ВК вмикають, а на дільницях змінного струму вимикають. Із в'їздом локомотива на блок-ділянку першою колісною парою замикається рейкове коло і автоматично починає працювати трансмітер. Протікання в рейках імпульсів змінного струму частотою 50 Гц супроводжено утворенням навколо рейок змінного магнітного поля, у якому переміщуються приймальні котушки локомотива, підвішені перед першою колісною парою по дві з кожного боку. Магнітні лінії цього поля, перетинаючи витки приймальних котушок, наводять у них е. р. с. $0,8 \pm 0,05$ В. Оскільки котушки з'єднані послідовно,

е. р. с. обох котушок складають. За дії е. р. с. у приймальних котушках циркулює струм, що відповідає коду в рейках. Із приймальних котушок 11 він надходить у підсилювач 5, де потужність прийнятих імпульсів підсилена приблизно в 10000 разів і перетворена в імпульсний постійний струм. На виході підсилювача ввімкнене імпульсне реле 4, що працює в такт з імпульсами кодового струму, які надходять на локомотив. Із надходженням імпульсу реле 4 притягує якір, а в інтервалах відпускає його. Імпульсне реле, повторюючи код, посиляє його в дешифратор як зашифроване показання сигналу. Код розшифровує дешифратор 2, що складається з реле-лічильників 6 і сигнальних реле 7 (ЕР, ЖР, КЖР). Реле-лічильники виконують відлік імпульсів. Сигнальні реле своєю контактною системою створюють відповідні кола живлення сигнальних ламп локомотивного світлофора та керують роботою швидкостеміра і електропневматичного клапана автостопа. Наприклад, якщо на колійному світлофорі горить зелений вогонь, то в кодовий цикл надходять три імпульси, і послідовно збуджуються реле-лічильники (перше, друге і третє). Це призводить до спрацьовування сигнальних реле, що вмикають зелений сигнал на локомотивному світлофорі. Із в'їздом на блок-ділянку з жовтим сигналом на локомотив надійде кодовий цикл, що складається з двох імпульсів, а із в'їздом на блок-ділянку з червоним сигналом – з одного імпульсу, за якого спрацьовує тільки перше реле-лічильник і збуджується реле жовто-червоного вогню, що вмикає на локомотивному світлофорі жовтий із червоним сигнал. Одночасно знеструмлена котушка електромагнітного вентиля електропневматичного клапана автостопа 9, і з'являється звуковий сигнал, що звучить протягом 7–8 с. До спливання цього часу машиніст зобов'язаний натиснути рукоятку пильності 10 і тим самим відновити коло живлення котушки ЕПК і припинити звучання свистка. Із в'їздом локомотива на некодовану дільницю в дешифраторі знеструмлено так зване реле присутності кодів, що, створюючи своїми контактами визначені кола

живлення сигнальних реле, забезпечує увімкнення білого вогню на локомотивному світлофорі після зеленого або жовтого і увімкнення червоного вогню після жовтого з червоним. На некодованій дільниці пристрої АЛСН починають працювати в режимі періодичної перевірки пильності машиніста. Наявність білого вогню на локомотивному світлофорі дає змогу машиністові замінити малу періодичність подавання звукових сигналів з інтервалами в 15–20 с на велику з інтервалами в 60–90 с перемиканням тумблера Дз у положення «Без АЛСН». Для підвищення ефективності пристрою з гарантування безпеки руху поїздів у систему автоматичної локомотивної сигналізації безперервної дії уведений як додатковий вузол швидкостемір ЗСЛ-2М, а сама система пристосована для використання її на некодованих дільницях у режимі періодичної перевірки пильності машиніста. Електропневматичний клапан автостопа (ЕПК) ум. № 150 І (рис. 12.2) складається з таких основних вузлів: кронштейна 1, корпусу 2, середньої частини 6, корпусу 15 замка і корпусу 16 електромагнітного вентиля. У цих вузлах розміщені: у кронштейні 1 – камера витримки часу об'ємом 1 л і отвори для з'єднання з живлячою магістраллю (з головним резервуаром ГР) через калібровані отвори Б і В і з гальмівною магістраллю М; у корпусі 2 – зривний клапан (поршень) 3 екстреного розряджання магістралі з гумовою манжетою і пружиною 4, плунжер 22, свисток (на рисунку не показаний) і камера Д; у середній частині 6 – діафрагма 5, клапан 7, важіль 8 і пружина 9, підтягнута гвинтом 12; у корпусі 16 електромагнітного вентиля – котушка 18, якір 17, шток 19 із пружиною 21 і сердечник 20; у корпусі 15 замка – ексцентричний валик 25 (рис. 12.4) і механізм 26 (замок) для приведення ексцентрика в дію. Із віссю валика 25 з'єднаний пластмасовий ексцентрик 24.

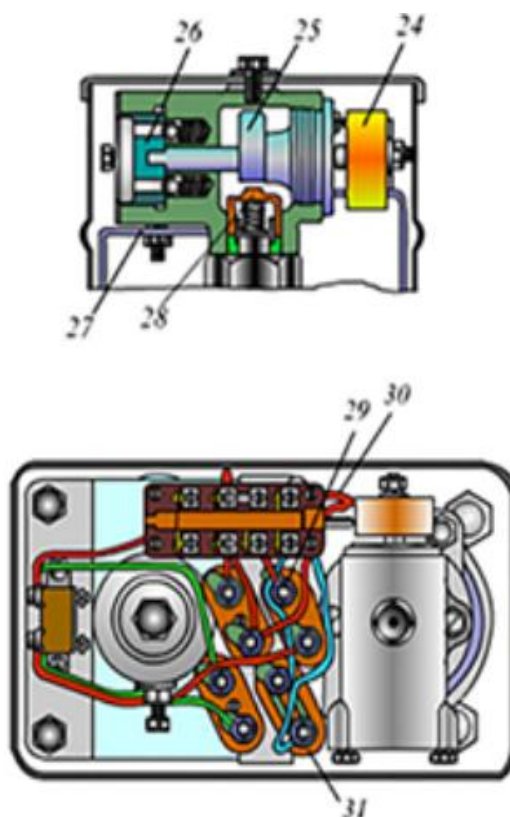
Порожнина над плунжером 22 з'єднана з атмосферою отвором діаметром 4 мм. На кришці 10 (рис. 12.4) закріплений кінцевий вимикач 11 типу ВПК2010, вимикач 14 типу ВПК4020, контактна панель із чотирьох

двоштокових клем 29, закріплених на скобі 27, і провідника 30. З-під кожуха 13 провідники в гумовому шланзі виведені назовні. У майбутньому передбачена заміна контактної панелі на штепсельне роз'єднання типу ШР. Для ввімкнення ВПК необхідно в корпус 15 замка вставити ключ і повернути його вправо. При цьому ексцентричний валик 25 через буфер 28 (рис. 12.3) перемістить униз шток 19 із плунжером 22 і притисне клапан до сидла втулки 23.



- 1 – кронштейн; 2 – корпус; 3 – зливний клапан; 4 – пружина;
5 – діафрагма; 6 – середня частина; 7 – клапан; 8 – важіль; 9 – пружина;
10 – кришка; 11 – кінцевий вимикач; 12 – гвинт; 13 – кожух;
14 – вимикач; 15 – корпус замка; 16 – корпус електромагнітного
вентиля; 17 – якор; 18 – котушка; 19 – шток; 20 – сердечник;
21 – пружина; 22 – плунжер; 23 – втулка сидла

Рис. 12.2. Електропневматичний клапан автостопа



24 – ексцентрик; 25 – валик; 26 – замок; 27 – скоба; 28 – буфер;
29 – клеми; 30 – провідник; 31 – ізолятор

Рис. 12.3. Кришка ЕКА

Зарядження (рис. 12.4). Повітря з живлячої магістралі ГР (рис. 13.5) через кран 4 і калібрований отвір Б діаметром 1,0 мм, а потім через отвір У діаметром 1 мм надходить у камеру витримки часу К і камеру Д під діафрагмою. Зарядження камери від 0,15 до 0,80 МПа відбувається за час не більше 10 с.

Діафрагма 8 займе верхнє положення, важіль 9 перемістить стрижень кінцевого вимикача 10 і замкне верхню пару контактів. Електричне коло електромагнітного вентиля 1 буде підготовлене до дії. Стиснене повітря з гальмівної магістралі М через кран 5 і калібрований отвір 6 діаметром 0,8 мм у поршні зривного клапана 12 проходить під клапан 11 і притискає його до сідла. Під зусиллям пружини 7 клапан 12 опуститься і роз'єднає атмосферний канал Ат із гальмівною магістраллю М. Із натисканням на

ручку пильності в котушку вентиля 1 подано струм напругою 45–55 В. При цьому якір притягнутий до сердечника електромагніту, і шток 2 притискає плунжер 3 до сидла. Після цього потрібно ключ повернути в ліве положення до упору і вийняти. *Гальмування* (рис. 12.5). Із проїздом заборонного значення колійного світлофора обмотка вентиля 1 знеструмлена. Під тиском повітря з боку живлячої магістралі на плунжер 3 якір зі штоком 2 піднімається нагору.

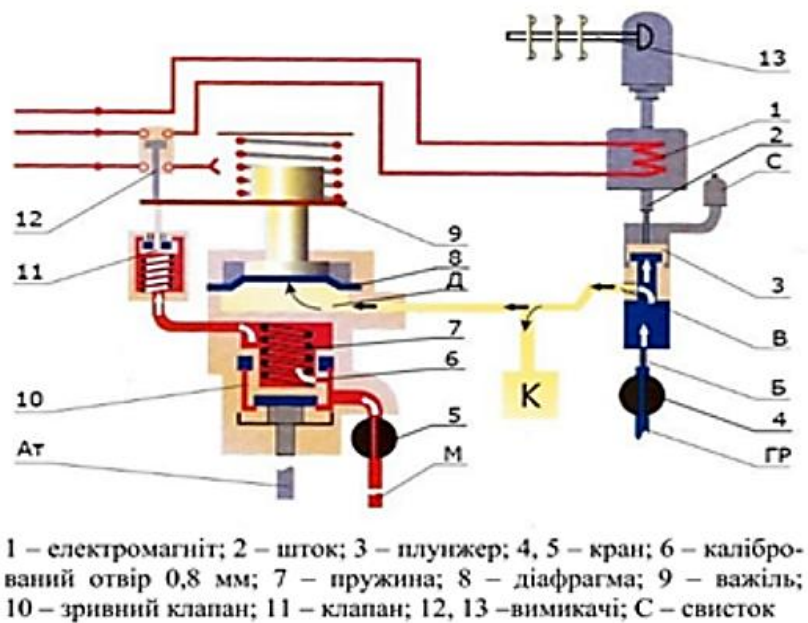


Рис. 12.4. Заряджання

Стиснене повітря з камери витримки часу К і камери Д через калібрований отвір В надходить у свисток і далі в атмосферу. Одночасно повітря буде надходити у свисток з живлячої магістралі через отвір Б. Переріз отворів Б і В підібрано так, щоб тиск під плунжером 3 був близько 0,20–0,25 МПа, і свисток діє незалежно від зниження тиску в камері К. Якщо після закінчення 6–7 с після початку подавання звукового сигналу свистком буде натиснута ручка пильності, котушка вентиля 1 знову отримає живлення, електропневматичний клапан автостопа повернеться у вихідне положення.

натисканням на ручку пильності неможливо (електричне коло ЕПК роз'єднане контактами кінцевого вимикача 10). Щоб ввімкнути автостоп і відпустити гальма у поїзді, необхідно вставити ключ і повернути його в крайнє праве положення. Наявність на ЕПК вимикача 14 допомагає реєструвати на стрічці швидкостеміра ввімкнене положення автостопа, періодичні натискання ручки пильності і спрацювання ЕПК (екстрене гальмування). Вилучення ключа із замка 15 контролюють вмиканням вогнів на локомотивному світлофорі. 16 Електричний пристрій ЕПК ум. № 150 І складається з кінцевого вимикача 1 типу ВПК2010, електромагнітного вентиля 2, контактної вимикача 4 типу ВПК4020 і чотирьох двоштокових клем 3.

Система автоматичного керування гальмами (САУТ)

Для підвищення безпеки руху поїздів і визначення початку гальмівної колії, щоб своєчасно приступити до гальмування поїзда, не допускаючи проїзду світлофорів із червоним вогнем, а також для забезпечення правильності гальмування застосовують систему автоматичного керування гальмами (САУТ) (рис. 12.6).

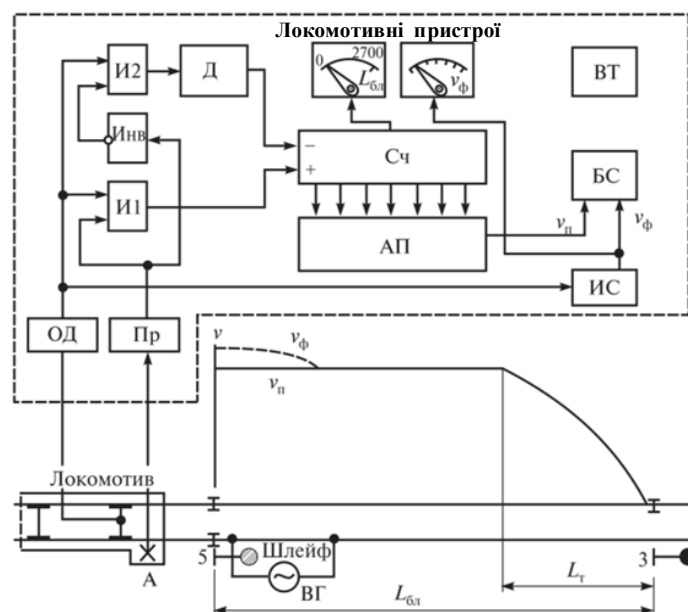


Рис. 12.6. Функціональна схема САУТ

Можливі випадки, коли машиніст приступає до гальмування на відстані більшій, ніж гальмівний шлях, і поїзд рухається зі зниженою швидкістю, через що втрачено час на проходження блок-ділянки. Щоб забезпечити точність гальмування, необхідно визначити початок гальмівного шляху перед світлофором і ввімкнути гальма на початку цього шляху. Гальмівний шлях LT, наприклад для світлофора 3, визначено залежно від довжини блок-ділянки Тбл перед цим світлофором. Особливо важливо визначити початок гальмівної колії в системах автоблокування, де немає прохідних світлофорів, і машиніст не має орієнтиру для визначення меж блок-ділянок.

До складу підлогових пристроїв САУТ входить шлейф, покладений на початку блок-ділянки. Довжина шлейфу в заданому масштабі імітує довжину Тбл. Шлейф і рейка утворюють контур, по якому проходить струм від генератора високої частоти Р. Протікаючий струм створює навколо рейки магнітне поле, що змінюється з частотою цього струму.

До складу локомотивних пристроїв входять приймальна антена А; приймач Пр; осьовий датчик ОД, з'єднаний із віссю колеса локомотива (датчик виробляє імпульси залежно від швидкості обертання колеса); вимірювальний пристрій швидкості І, з'єднаний із датчиком ОД; прилад, що вимірює фактичну швидкість УФ руху поїзда; прилад, що вимірює довжину блок-ділянки Ебл; реверсивний лічильник Сч, що працює в режимах складання (вхід «+») і віднімання (вхід «-»); цифроаналоговий перетворювач АП, який значення вимірюної величини Ебл перетворює на напругу, пропорційну значенню програмної швидкості руху поїзда v_n ; блок порівняння БС, де порівнювана програмна швидкість v_n , а фактична швидкість УФ виміряна блоком ІВ; блок увімкнення гальмування ВТ; логічні елементи І1, І2, Інв; дільник частоти Д.

Дія САУТ із наближенням поїзда до світлофора 3 з червоним вогнем, що горить. За час переміщення антени над дорожнім шлейфом приймач Пр,

приймаючи високочастотний сигнал, подає його на один вхід елемента збігу І1; на інший вхід елемента подані імпульси від датчика ОД. Від елемента І1 імпульси надходять на вхід «+» лічильника Сч. За кількістю злічених імпульсів визначають в умовному масштабі довжину $L_{\text{бл}}$. Цю довжину вказує вимірювальний прилад. Значення вимірної довжини $L_{\text{бл}}$ за допомогою перетворювача АП перетворюється на значення програмної швидкості $v_{\text{п}}$ руху поїзда. Після проходження антени над шлейфом приймання частотного сигналу припиняється, на виході приймача Пр сигнал зникає, і спрацьовує елемент І1; відлік і підсумовування імпульсів лічильником Сч припиняються. Із моменту припинення роботи елемента І1 через інвертор Інв елемент І2 відкривається і пропускає імпульси від ОД у дільник Д і через нього на вхід «-» лічильника Сч. За допомогою дільника кількість імпульсів від ОД наведена до масштабу повної довжини блок-ділянки. Лічильник працює в режимі віднімання і віднімає з повної довжини $T_{\text{бл}}$ відстань, що проходить поїзд.

Блок І, отримуючи імпульси від ОД, перетворює в значення фактичної швидкості $U_{\text{ф}}$ руху поїзда. Через АП обчислюють значення програмної швидкості $v_{\text{п}}$ руху поїзда. У блоці порівняння БС порівнюють ці швидкості. Якщо швидкість $U_{\text{ф}} > v_{\text{п}}$, то з блока БС подається сигнал до блока ВТ, і вмикається гальмування поїзда, яке триває доти, доки швидкість $U_{\text{ф}}$ не знизиться до швидкості $v_{\text{п}}$. Із наближенням поїзда до світлофора 3 і безперервним зменшенням довжини блок-ділянки від АП напруга, пропорційна $v_{\text{п}}$, також безперервно знижується, тому відбувається плавне гальмування поїзда до зупинки. Якщо поїзд входить на блок-ділянку зі швидкістю, що перевищує програмну, гальмування ввімкнено буде негайно, і швидкість знижується до програмної. У разі вступу поїзда на блок-ділянку зі швидкістю нижче за програмну гальмування буде ввімкнено на меншій відстані від світлофора, і в результаті плавного гальмування поїзд зупиняється біля світлофора 3.

На сьогодні впроваджують систему САУТ-Ц, у якій колійні датчики встановлені централізовано на входах і виходах із залізничних станцій. На входах на залізничну станцію вони передають на локомотив інформацію про довжину маршруту та обмеження швидкості, а на виходах із залізничних станцій вони виконують функції перегону. Інформація про довжини блок-ділянок, ухили та обмеження швидкості на перегонах міститься в блоці параметрів шляху на локомотиві. Оперативну інформацію САУТ-Ц отримує від системи АЛСН, АЛС-ЕН або КЛУБ. Система САУТ-Ц виконана на мікропроцесорній елементній базі (рис. 12.7).

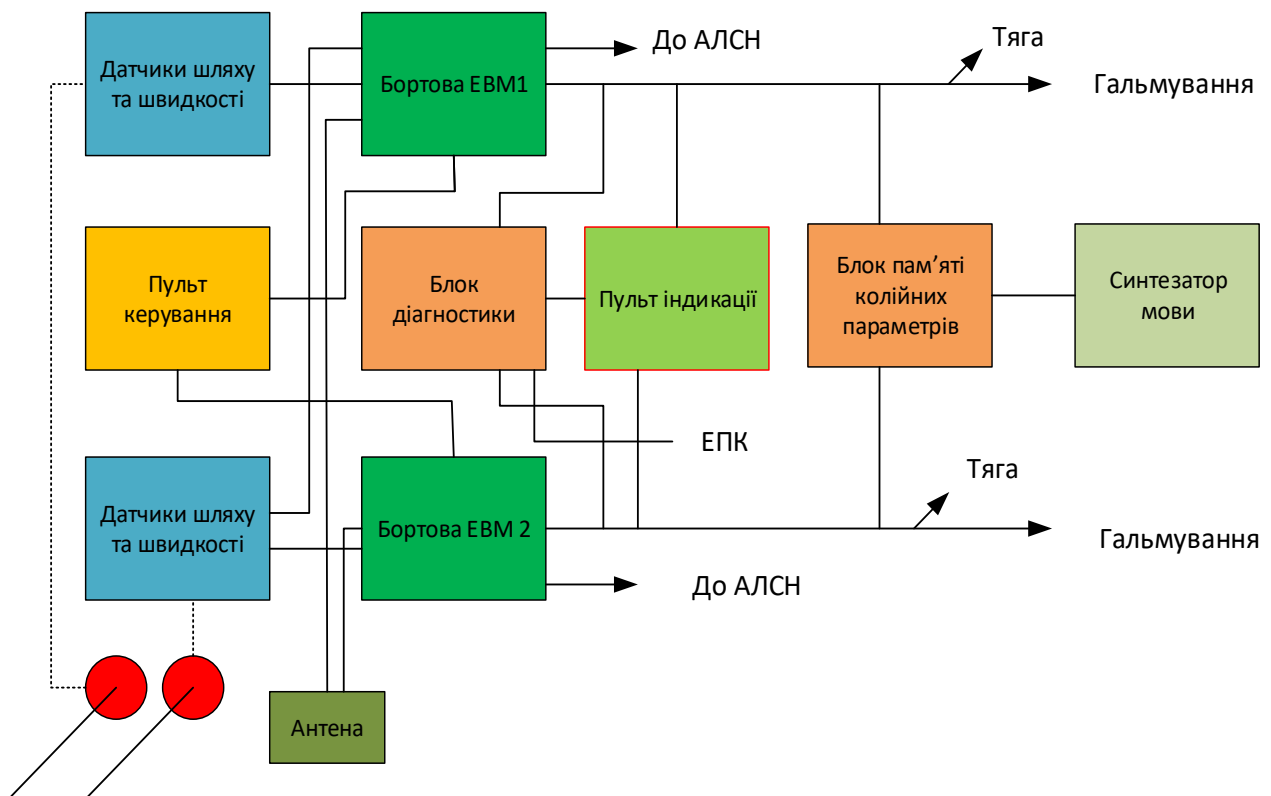


Рис. 12.7. Функціональна схема САУТ-Ц

САУТ призначена для запобігання проїзду світлофорів із заборонними показаннями. Вона працює разом із пристроями АЛСН. САУТ отримує інформацію від АЛСН, обробляє її, регулює швидкість руху поїзда

та забезпечує зупинку поїзда перед заборонним світлофором із точністю до 50 м. Локомотивні пристрої САУТ-Ц містять:

- дві бортові мікропроцесорні ЕОМ (ЕОМ1, ЕОМ2);
- блок діагностики системи;
- пульт керування;
- пульт індикації;
- два датчики вимірювання шляху, швидкості та напрямку руху;
- блок пам'яті колійних параметрів перегону;
- мікропроцесорний синтезатор мови;
- антену для приймання сигналів колійних пристроїв.

Локомотивні пристрої САУТ містять дві бортові ЕОМ. Обидві машини працюють паралельно. Рішення про гальмування поїзда або регулювання швидкості буде ухвалено тоді, коли обидві машини видають однакову інформацію. У разі суперечності система вимикається. Цим забезпечені надійність і безпека застосування системи. Обидві ЕОМ отримують інформацію з датчиків про фактичну швидкість і пройдений шлях. Також ЕОМ отримують інформацію від антени, розташованої праворуч від локомотива над рейкою. Вона подає на ЕОМ частотні сигнали – це і є сигналами САУТ. Крім того, ЕОМ отримують сигнали від системи АЛСН (тобто кодові сигнали). Обробивши цю інформацію, ЕОМ ухвалює рішення про розгін або гальмування поїзда. У блоці пам'яті колійних параметрів перегону (БЛП) міститься інформація про ділянки шляху. Обсяг інформації такий, що забезпечено рух поїзда по всьому маршруту. БЛП керує мовним синтезатором, який попереджає машиніста про перешкоду, наприклад «Увага! Попереду тунель, переїзд, станція тощо». На підтвердження цього повідомлення машиніст повинен натиснути рукоятку діяльності РБ і в разі ненатискання через 5 с лунає свисток ЕПК, що вимагає натискання ПК. Із підтвердженням пильності автоматично відбувається гальмування поїзда.

Програмна і фактична швидкість руху

Колійні пристрої складаються з контуру, утвореного електричним колом підключення колійного генератора САУТ-Ц до правої за напрямком руху рейки, у який від генератора, встановленого в релейній шафі світлофора або колійній коробці, надходять частотні сигнали (19,6, 27, 31 кГц (рис. 12.8)).

Інформація кодована довжиною шлейфу Іш, частотами чи комбінаціями частот генератора $f_{г}$. Генератор встановлений біля передвхідного сигналу та передає інформацію пропорційно $16/v$.

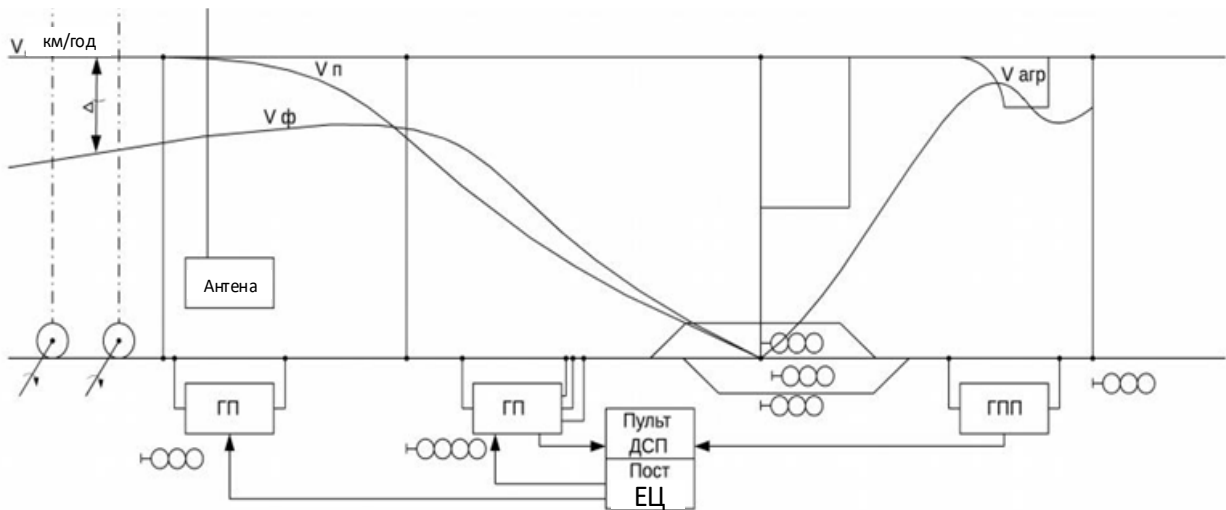


Рис. 12.8. Алгоритм роботи САУТ-Ц:

ГП- непрограмовані генератори; ГПП- програмовані генератори

Біля вхідного світлофора генератор передає інформацію про вид маршруту: приймання на головний, бічний тощо; відстань до точки обмеження швидкості; відстань до вихідного світлофора.

На виході зі станції встановлений програмований генератор ГПП. До нього записують номер перегону. Цей номер передають за допомогою кодових сигналів на локомотив. Дорожніми пристроями керують із поста електричної централізації, тобто вибирають комбінації частот. Коли локомотив проходить точку, де встановлено ГПП, на локомотивні пристрої

поданий код номера перегону попереду. ЕОМ вибирає з бортових пристроїв усі відомості про цей перегін і регулює швидкість руху відповідно до прочитаних даних.

Недоліки САУТ-Ц:

1. Система приймає інформацію з АЛС. Якщо інформація не збігається (аналізують у пункті індикації та діагностики), машиніст вимикає систему.

2. Перемички до рейок встановлені строго під прямим кутом на відстані 1 м. Під час встановлення перевіряють ґрунт на наявність металевих предметів, які потрібно видалити. В умовах експлуатації забезпечити ці вимоги досить складно.

3. Із відмовою генераторів: ГПН(ГПШ) - генератори взаємозамінні; ГППН(ГППШ) – 19,6 кГц – проєктують у релейній шафі, приписані на станцію та незамінні (закодований номер перегону). Це значно ускладнює забезпечення підмінним фондом.

4. Розслідуючи збої системи, потрібно знати ΔV , показання локомотивного та підлогового світлофорів, місце збою, відомості про маршрут (на станції). За таких умов розслідування досить складне і не завжди достовірне через можливі похибки вхідних даних.

5. Довжини шлейфів повинні мати строго певні значення, що спричиняє незручності для підключення генераторів до рейок.

12.2. Програма виконання роботи

1. Аналіз роботи ЕПК-150:

- вивчити будову клапана: електромагніт, шток, плунжер, діафрагма, зривний клапан і свисток;
- розглянути режими «Заряджання» (рис. 12.5) і «Гальмування» (рис. 12.6);
- описати роботу клапана в цих режимах.

2. Дослідження функціональної схеми САУТ-Ц:

- проаналізувати взаємодію бортової ЕОМ із блоком пам'яті колійних параметрів і синтезатором мовлення;
- описати процес передавання команди на гальмування від САУТ до ЕПК.

Виконання індивідуального завдання (*за варіантом, який вибирають за порядковим номером у списку групи*).

Варіанти 1, 3, 5, 6, 8, 12. Детально пояснити принцип роботи ЕПК для гальмування: як знеструмлення електромагніту призводить до виходу повітря через свисток і подальшого розрядження гальмівної магістралі через зривний клапан.

Варіанти 2, 4, 7, 9, 11, 13. Описати принцип дії системи САУТ-Ц, використовуючи функціональну схему (вплив на тягу та гальмування).

Контрольні запитання

1. Яке призначення поїзного автостопа в загальній системі безпеки?
2. Опишіть призначення основних елементів ЕПК-150 (діафрагма, зривний клапан, плунжер).
3. Через який час після початку звучання свистка ЕПК відбувається екстрене гальмування, якщо машиніст не натиснув рукоятку пильності?
4. Які дані зберігають у блоці пам'яті колійних параметрів системи САУТ-Ц?
5. Як система САУТ-Ц отримує інформацію про фактичну швидкість іпройдений шлях?
6. Поясніть роль синтезатора мовлення в роботі системи САУТ-Ц.

Література [10-14].

Практична робота 13

СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ВІЛЬНОСТІ КОЛІЙНИХ ДІЛЯНОК НА ОСНОВІ ЛІЧЕННЯ ОСЕЙ

Мета роботи

Вивчити принципи побудови та функціонування систем контролю вільності дільниць колії ліченням осей (на прикладі системи ЕСЛО). Проаналізувати переваги такої технології над рейковими колами і дослідити взаємодію підлогових і постових пристроїв.

13.1. Теоретичні відомості

Традиційні рейкові кола мають ряд недоліків: залежність від погодних умов, складність регулювання за зниженого опору баласту і обмеження довжини одного РК до 2600 м. Оптимальною альтернативою є системи лічення осей, які встановлюють вільність дільниці порівнянням кількості осей, що увійшли на дільницю та вийшли з неї.

Архітектура системи ЕСЛО базована на двох рівнях:

1. Нижній рівень (лічильні пункти, ЛП):

- рейковий датчик (РД): безпосередньо фіксує проходження осі рухомого складу;

- підлоговий електронний модуль (НЕМ): забезпечує електроживлення РД, обробляє його сигнали, визначає кількість осей, напрямок і швидкість їхнього руху, а також виконує самодіагностику.

2. Верхній рівень (постові пристрої): програмований логічний контролер (ПЛК) збирає та обробляє інформацію від усіх СП, виконує команди з АРМ ДСП, керує реле ув'язування та формує діагностичні дані.

Надійність функціонування системи забезпечена апаратно-програмним резервуванням і використанням безпечних протоколів обміну даними.

На відміну від РК, які безпосередньо встановлюють вільність чи зайнятість стрілочної ділянки, принцип дії датчиків лічення осей інший. Якщо ділянка була вільна, і на неї в'їхала певна кількість колісних пар, то ділянку вважатимуть зайнятою, поки з неї не виїде така сама кількість колісних пар.

На рис. 13.1 подано найпростішу схему визначення зайнятості ділянки за допомогою датчиків лічення осей.



Рис. 13.1. Схема визначення зайнятості ділянки за допомогою датчиків лічення осей: ДСО – датчик лічення осей; АЦП – аналогово-цифровий перетворювач

На підставі отриманих сигналів система гірничої централізації ухвалює рішення про вільність чи зайнятість ділянок колії.

До пристроїв лічення осей висувають такі вимоги:

- зайняття ділянки відбувається з надходженням інформації про проходження колеса від дорожнього датчика;
- зайняття ділянки відбувається навіть зі спрацюванням одного з двох датчиків;
- секцію вважають вільною, тільки якщо кількість колісних пар, що виїхали з неї матиме збіг із кількістю тих, що увійшли раніше;

- помилки не мають викликати хибну вільність ділянки;
- система має працювати безпечно також у разі вібрації та коливань колісних пар, що проїжджають;
- вплив зворотного тягового струму, магнітних полів від локомотива і магнітно-рейкових гальм не має призводити до несправностей у роботі системи.

Колійні датчики можуть бути механічними, гальванічними та індуктивними. Нині широко застосовують саме індуктивні датчики. Їхній принцип дії ґрунтований на зміні магнітного поля в разі проїзду колісною парою. Ці датчики мають ряд переваг, однією з яких є те, що один датчик може визначати не тільки кількість колісних пар, а і напрямок руху такої колісної пари. До колійних датчиків писують такі вимоги:

- датчик має фіксувати окремо кожну вісь, що проїхала;
- датчик має визначати напрямок руху колісної пари;
- датчик має безперервно проводити самодіагностику.

Колійні датчики також використовують і в інших системах для отримання інформації про досягнення рухомим складом певної точки.

Згідно з вимогами безпеки, будь-яка несправність датчика має автоматично призводити до закриття ділянки. Для продовження роботи у випадках несправжньої зайнятості системи оснащені спеціальними відповідальними командами, завдяки яким можна відкрити секцію.

До складу системи лічення осей входять колійні датчики (ДСО), що реєструють проїзд колісної пари і напрямок проїзду, зчитувальний пристрій (АЦП), що перетворює електричний сигнал від датчика на цифрову інформацію, яка потім буде передана в систему гіркової централізації.

Система контролю стану рейкової ділянки методом лічення осей рухомого складу, так звана електронна система лічення осей (ЕСЛО), може бути використана на ділянках залізничної колії будь-якої складності та конфігурації як на станціях, так і перегонах. Система забезпечує надійний

контроль стану рейкової колії з будь-яким родом тяги, незалежно від опору баласту, у тому числі на ділянках із металевими шпалами і стяжками. Вона може бути застосована для контролю стану перегонів у цілому, ділянок наближення до переїздів, блок-ділянок для АБ, стрілочних секцій і приймально-відправних шляхів на станціях, стрілочних і безстрілкових ділянок у системах гіркової автоматичної централізації (ГАЦ). Система функціонально та електромагнітно сумісна з усіма діючими системами залізничної автоматики: ЕЦ, АБ, ПАБ, ДЦ, АПС, МКУ, ГАЦ.

На сьогодні розроблено модифікації системи ЕСЛО для контролю проходження осей у системах виявлення перегріву букс (ПОНАБ, ДИСК), позиціонування осей вагонів на вагових пунктах, вимірювання параметрів руху поїздів.

Використання системи дає змогу виключити дорогу апаратуру РК: дросель-трансформатори, тягові перемички, ізолюючі стики, знизити енергоспоживання, а також витрати на обслуговування.

Основні технічні параметри системи ЕСЛО наведено в табл. 13.1.

Система ЕСЛО (рис. 13.2, 13.3) розроблена з урахуванням таких вимог безпеки руху поїздів: відмова або збій у роботі будь-якого вузла має призводити до вимикання колійного реле контрольованої ділянки та появи індикації про несправність. Досвід експлуатації системи свідчить про стійкість до агресивних хімічних і біологічних впливів, важких кліматичних і механічних факторів, захищеності від небезпечних відмов у разі несправностей вузлів і модулів.

Структурно систему можна подати у вигляді підлогових і постових пристроїв. **Підлогові пристрої** – це рахункові пункти, призначені для лічення осей, що пройшли, до складу яких належать такі функціональні вузли (рис. 13.4):

- реверсивні рейкові датчики (РД) індукційного типу;
- підлогові електронні модулі (НЕМ), що розташовані в колійній коробці (ПК), кабельному ящику (КЯ) або релейній шафі (РШ).

Технічні параметри системи ЕСЛО

Показник	Параметр	
Електроживлення системи	Змінний струм 220 В, 50 Гц	
Споживана потужність, ВА, не більше	Лічильний пункт – 15 ВА	ЯПУ – 4 ВА
Швидкість проходження осі над РД	0...360 км/год	
Діапазон робочих температур РД, НЕМ, ППУ, ІП	від –60 до +85 °С	
Гарантована дальність передавання інформації між НЕМ і центральним пунктом	а) до 10 км – кабельною або повітряною лінією СЦБ; б) до 35 км – магістральним кабелем зв'язку; в) без обмежень – ущільненим магістральним кабелем зв'язку, радіорелейній лінії, ВОЛЗ	



Рис. 13.2. Фото розташування точкового датчика системи ЕСЛО на колії

За допомогою РД фіксують факт проходження осей рухомих одиниць, а за допомогою НЕМ підраховують і обробляють інформацію про кількість осей, що пройшли, і захищають її передавання по двопровідній лінії зв'язку

на пост ЕЦ, до апаратури АПС, приладів виявлення нагріву аварійних букс тощо.



Рис. 13.3. Фото розташування підлогових пристроїв системи ЕСЛО в колійному ящику

Зазвичай рахунковий пункт (СП) складається з двох РД і НЕП і подібно до ізолюючого стику розмежовує суміжні ділянки шляху.

До складу постових пристроїв входять:

- касети приймачів, що встановлені на центральному пункті біля колійних реле постів ЕЦ, у РШ тощо і забезпечують взаємопов'язання процесів функціонування всіх пристроїв системи ЕСЛО. За допомогою перемикача типів контрольованих ділянок (ПТКУ) можна вибрати алгоритми роботи залежно від типу ділянок, що ними контрольовані;

- плати постових пристроїв (ППУ) – це приймачі, призначені для приймання та оброблення інформації, що надходить від СП, максимально від чотирьох СП. Кожні два ППУ утворюють комірки постових пристроїв (ЯПУ);

- джерело електроживлення – це складний елемент, що складається з джерела електроживлення ППУ та комунікаційних пристроїв. Останні призначені для збирання даних про кількість осей рухомого складу на ділянці колії та діагностування цього пристрою.

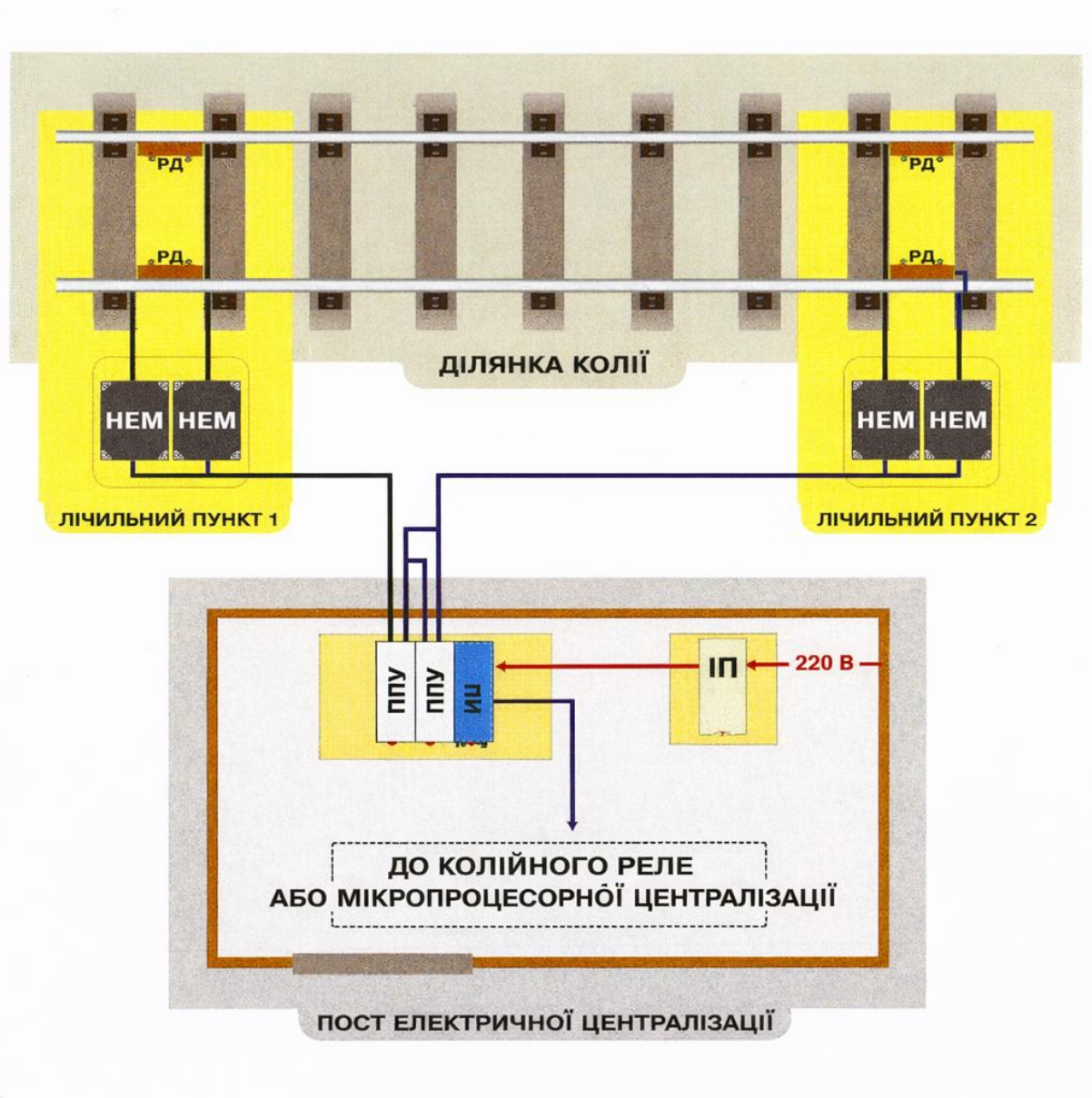


Рис. 13.4. Структурна схема системи ЕСЛО

Постові пристрої обробляють інформацію про кількість осей, що пройшли, і ухвалюють рішення про стан ділянок шляху.

Як виконавчий елемент контролю зайнятості використовують нейтральні реле АНМШ, АНВШ, ПЛЗУ і т. п.

Економічної ефективності експлуатації ЕСЛО досягають за рахунок зниження вартості підлогового обладнання ділянок колії, зменшення витрат, пов'язаних із змістом верхньої будови колії, та зменшення часу відновлення дії пристроїв.

На базі системи ЕСЛО розроблено декілька систем залізничної автоматики, таких як система інтервального регулювання руху поїздів СІР-ЕСЛО, система контролю гіркових ділянок колії ЕСЛО-ГАЦ та ін.

На сьогодні система ЕСЛО експлуатована на магістральному залізничному транспорті та під'їзних коліях найбільших промислових підприємств країн СНД.

Мікропроцесорне напівавтоматичне блокування (МПАБ) (рис. 13.5) є функціональним аналогом релейного ПАБ і рекомендоване для проектування на малодіяльних залізничних ділянках.

Перевагою системи є реалізація всіх функцій релейних систем ПАБ на основі мікропроцесорної техніки із забезпеченням встановленого ступеня безпеки та безвідмовності.

МПАБ подібно до релейно-контакної системи складається з двох однакових напівкомплектів, що розміщені на прилеглих до перегону станціях із підлоговим електронним модулем (НЕМ) системи ЕСЛО. Кожен напівкомплект включає (рис. 13.5) базовий блок контролера (ББК СЦБ) із програмним забезпеченням (ПЗ) і схеми узгодження станційних пристроїв централізації з контролером. У цій системі ув'язування станційних напівкомплектів відбувається за допомогою сучасних пристроїв цифрових радіоканалів у дозволених частотних діапазонах, але може бути виконано і за фізичними повітряними або кабельними лініями.

Усі логічні залежності ПАБ реалізовані в базовому блоці контролера СЦБ, що складається з вузла керування, схеми введення інформації, схеми реле керування, вузла введення/виведення інформації від лінійних приймачів, пристроїв індикації та послідовного інтерфейсу.

Вузол керування, реалізований на однокристальному мікроконтролері, керує роботою напівкомплекту і контролює процеси функціонування його елементів.

Функціональна схема МПАБ

Мікропроцесорне напівавтоматичне блокування



Рис. 13.5. Мікропроцесорне напівавтоматичне блокування (МПАБ)

За допомогою схеми введення інформації вводять інформацію про стан перегону, приготування та реалізацію маршрутів руху поїздів горловинами станції, натискають кнопки керування «ДС» (надання згоди) і «ДП» (надання прибуття) і перевіряють наявність в апараті ключа-жезла.

Схема реле керування призначена для дискретних впливів на об'єкти керування – вихідні сигнали та індикацію: «ДС» (надання згоди), «ПС» (отримання згоди), «ПП» (отримання сигналу відправлення) і «ФП» (фактичне прибуття).

Лінійні приймачі забезпечують обмін інформацією між контролерами суміжних станції по радіоканалу зв'язку.

За допомогою послідовного інтерфейсу ув'язують цю систему з комп'ютерами систем залізничної автоматики вищого рівня: ЕЦ, ДЦ, ДК тощо.

Безпеку роботи системи гарантують програмні та апаратні засоби на основі самодіагностики та кодування інформації.

Економічної ефективності системи МПАБ досягають за рахунок скорочення витрат на обладнання, монтаж і обслуговування постових пристроїв, зниження енергоспоживання, відсутності дорогих фізичних кабельних чи повітряних ліній і підвищення надійності функціонування, повної діагностики і зменшення у зв'язку з цим витрат на обслуговування.

Система інтервального регулювання руху поїздів СІР-ЕСЛО

Система ІРДП на базі системи лічення осей (СІР-ЕСЛО) (рис. 13.6) побудована на основі МПК із децентралізованим розміщенням апаратури і центральним керуванням. Вона належить до класу малообслуговуваних систем із такими основними функціями:

- автоматичний контроль стану блок-ділянок перегону та керування показаннями перегінних світлофорів;
- оптимальне ув'язування процесів функціонування перегінних і станційних систем, а також пристроїв огорожі залізничних переїздів;
- передавання сигнальної інформації на локомотиви поїздів;
- повна діагностика перегінних і станційних пристроїв залізничної автоматики.

Сигнальна установка в цій системі включає:

- рейковий безконтактний реверсивний датчик (РД) проходження колісних пар;
- апаратуру контролю (АСТ), що складається з модуля лічильника осей (МСО), модуля керування зв'язком і блокування (МКС-Б);
- схему керування та контролю показань прохідного світлофора;
- схему формування та передавання на локомотиви сигнальної інформації (САЛСН).

Комплект станційної апаратури містить:

- блок приймачів центрального поста (БПП);
- модулі керування зв'язком і блокування (МКС-Б);

- блоки приймачів системи ЕСЛО;
- стативи колійних і контрольних реле.

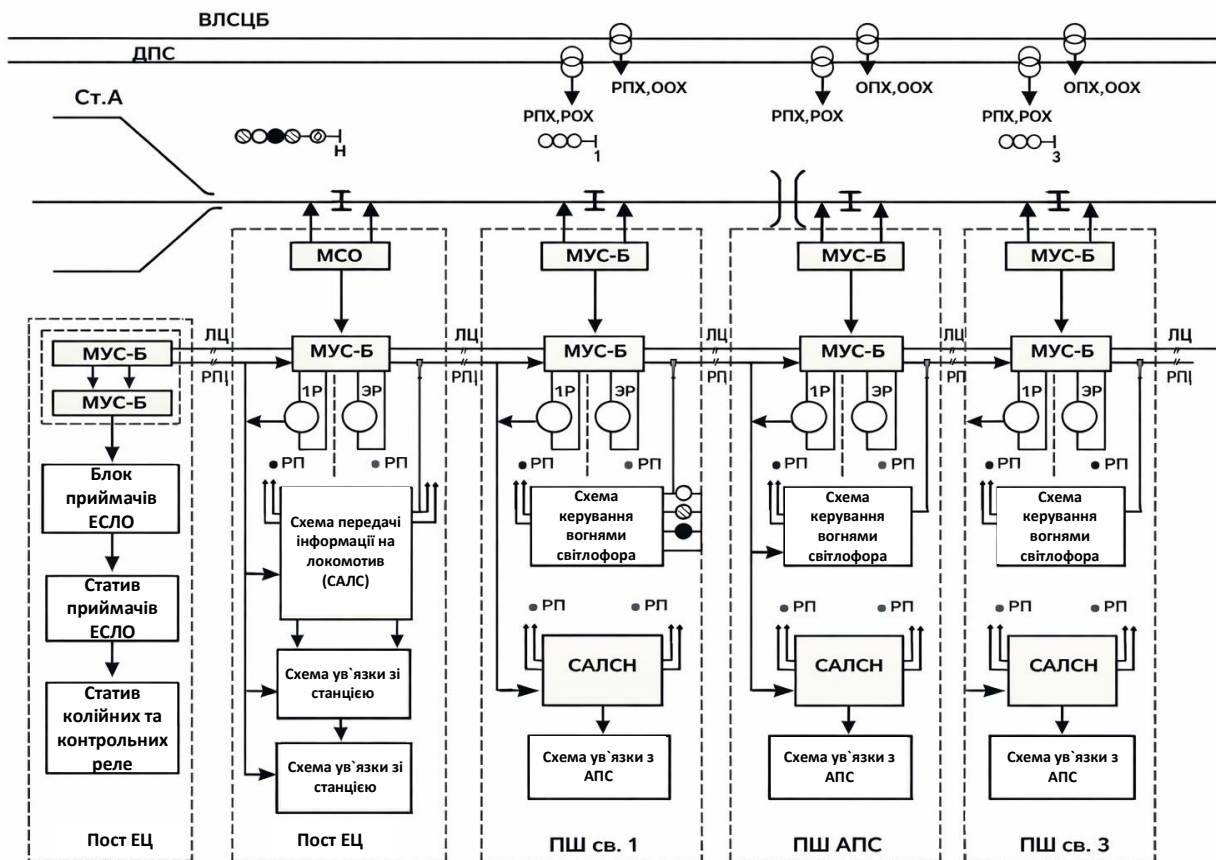


Рис. 13.6. Система інтервального регулювання руху поїздів СІР-ЕСЛО

Для безпечного пропускання поїздів по перегонах ув'язують станційні пристрої за допомогою додаткових комплектів МУС-Б.

Інформація від усіх МСО сигнальних точок перегону надходить до станційного блока приймачів ЕСЛО, у якому аналізують і ухвалюють рішення про стан блок-ділянок. У разі підключення блоків приймачів ЕСЛО і приймачів центрального поста (БПП) до комп'ютера можливе вирішення таких завдань:

- підвищення якості діагностики всіх вузлів СІР-ЕСЛО через комп'ютерний аналіз кількості і характеру помилок вузлів системи;

- зберігання в пам'яті комп'ютера оперативної інформації про кількість осей рухомого складу, що знаходиться на блок-ділянках;
- формування архівів даних за встановлений період.

МУС-Б сигнальної установки декодує інформацію станційного комплексу обладнання та формує команди керування показаннями прохідного світлофора. Ув'язують станційне та перегінне обладнання за основним лінійним колом (ЛЦ), а в разі його пошкодження за резервним колом (РЛЦ).

Основні технічні характеристики системи СІР-ЕСЛО наведено в табл. 13.2.

Таблиця 13.2

Основні технічні характеристики системи СІР-ЕСЛО

Показник	Параметр
Напруга живлення станційної та перегінної апаратури	220 В (+5 %, –10 %), 50 Гц
Споживана потужність перегінних МУС-Б, МСО, МП	не более 5 ВА
Споживана потужність станційним МУС-Б	не більше 3 ВА
Максимальна швидкість прослідування поїздом рейкових датчиків	250 км/год
Максимальна кількість контрольованих осей у поїзді	1024
Частота сигналів у каналі зв'язку	тональний діапазон
Швидкість передавання інформації	1200 біт/с
Тривалість циклу обміну інформацією між станційними та перегінними пристроями	не більше 120 мс
Максимальна кількість блок-ділянок на перегоні	25

Відмінними рисами системи СІР-ЕСЛО від експлуатованих систем АБ є:

- надійне функціонування без перегінних РК;
- кількість блок-ділянок і їхню довжину визначають за відомою методикою з урахуванням потрібної пропускної спроможності перегону;

- можливість передавання сигнальної інформації на локомотиви за допомогою цифрового радіоканалу зв'язку.

Мікропроцесорна система лічення осей (МП СЛО) призначена для експлуатації у складі систем залізничної автоматики і телемеханіки на промисловому транспорті для контролю методом лічення осей вільності/зайнятості ділянок колії будь-якої складності та конфігурації, за будь-якого виду тяги поїздів.

МП СЛО рекомендовано для застосування за неможливості економічної недоцільності використання рейкових кіл у зв'язку з низьким опором баласту, застосуванням металевих шпал, забрудненістю поверхні головок рейок тощо. Систему можна застосовувати у складі всіх діючих систем залізничної автоматики на станціях і перегонах, постійного, змінного струму, електричного обігріву стрілочних дотепників і АЛС. Можна застосовувати як для нового будівництва, так і модернізації існуючих станційних пристроїв автоматики. Мікропроцесорні системи лічення осей складаються з верхнього та нижнього рівней.

Верхній рівень забезпечує людино-машинний інтерфейс чергового по станції із системою МП СЛО.

На нижньому рівні знаходяться лічильні пункти (СП). До складу кожного СП входять підлоговий електронний модуль (НЕМ), рейковий датчик (РД) із комплектом кріплення (рис. 13.7), блок живлення лічильного пункту БП. Рейковий датчик фіксує перехід осі рухомого складу. НЕМ виконує такі функції:

- електроживлення РД;
- обробка сигналів від РД;
- визначення кількості сигналів від РД;
- визначення кількості осей, напрямку та швидкості їхнього руху;
- діагностика роботи РД;
- передавання контрольної та діагностичної інформації у ПЛК.



Рис. 13.7. Фото встановлення точкового датчика системи лічення осей на рейці

13.2. Програма виконання роботи

1. Порівняльний аналіз:

- вивчити і описати недоліки рейкових кіл, що обмежують їх використання на малодіяльних ділянках;
- оцінити і описати переваги систем лічення осей щодо надійності та економічної доцільності.

2. Дослідження компонентів системи:

- описати склад і призначення лічильного пункту (СП);
- проаналізувати і описати функції, які виконує підлоговий електронний модуль (ПЕМ).

3. Вивчення логіки керування:

- розглянути і описати завдання, що вирішують на рівні постових пристроїв (ПЛК);

- визначити послідовність обробки інформації про вільність ділянки від моменту спрацювання рейкового датчика до зміни стану реле ув'язування і скласти алгоритм роботи.

Контрольні запитання

1. Для яких цілей використовують датчики лічення осей у системах залізничної автоматики?
2. Які фізичні явища лежать в основі роботи датчика, що використовують для визначення зайнятості ділянки?
3. Перерахуйте основні функції, які виконує підлоговий електронний модуль (ПЕМ).
4. Яке обладнання входить до складу постових пристроїв системи ЕСЛО?
5. Чим забезпечена висока надійність функціонування систем на базі лічення осей?
6. Чому використання рейкових кіл на малодіяльних перегонах вважають економічно недоцільним?

Література [15, 16].

Бібліографічний список

1. European Union Agency for Railways. ERTMS/ETCS System Requirements Specification (Baseline 3). Valenciennes, 2016. 395 p.
2. CENELEC. EN 50126-1:2017. Railway Applications – Specification and Demonstration of RAMS. Brussels, 2017. 92 p.
3. Pachl J. Railway Operation and Control. 3rd ed. Cham: Springer, 2018. 367 p.
4. Introduction to Automata Theory, Languages, and Computation. Slides and Lecture Notes. (Stanford University). URL: <http://www-db.stanford.edu/~ullman/ialc.html>.
5. The Theory of Parsing, Translation, and Compiling (Volume 1): Parsing by Alfred V. Aho & Jeffrey D. Ullman. 1973 562 p. URL: <https://www.pdfdrive.com/the-theory-of-parsing-translation-and-compiling-volume-1-parsing-e157156882.html>.
6. Інструкція з сигналізації на залізницях України: затв. Наказом Міністерства транспорту та зв'язку України від 23.06.2008 р. № 747. Київ: Мінтрансзв'язку України, 2008. 176 с.
7. Зайцев В. В., Рашко А. П., Крот В. І., Ришковський М. А. Нормативні акти з безпеки руху поїздів. Київ: Транспорт України, 2002. 142 с.
8. Двосторонні системи автоблокування. Завдання і методичні вказівки до практичних занять, виконання контрольної роботи та самостійної роботи з дисципліни «Системи автоматики на перегонах». Харків, 2010. 15 с.
9. Односторонні системи автоблокування: метод. вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Системи автоматики на перегонах». Харків, 2009. 50 с.

10. Інструкція з руху поїздів і маневрової роботи на залізницях України: затв. Наказом Міністерства транспорту та зв'язку України від 31.08.2005 р. № 507. –Київ: Мінтрансзв'язку України, 2008. 100 с.

11. Кошевий С. В., Кошевий М. С., Сотник В. О. Тракт передачі сигналів АЛСН з колії на локомотив як одноканальна система зв'язку. *Електромагнітна сумісність та безпека на залізничному транспорті: тези III Міжнар. наук.-практ. конф. (15.04.-16.04.2010 р.).* Дніпропетровськ: ДНУЗТ, 2010. С. 29-30.

12. Бабаєв М. М., Ананьєва О. М., Сотник В. О. Математична модель каналу передачі сигналів числового коду АЛСН. *Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті: матеріали стендових доповідей та виступів учасників 26-ї Міжнар. наук.-практ. конф. «Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті» (м. Харків, 18-19 вересня 2013 р.).* 2013. № 4 (додаток). С. 98.

13. Особливості мікропроцесорного керування переїзною сигналізацією / А. Б. Бойнік, В. Ф. Кустов, О. Ю. Каменєв та ін. *Зб. наук. праць Укр. держ. ун-ту залізнич. трансп.: тези доповідей 79-ї Міжнар. наук.-техн. конф. «Розвиток наукової та інноваційної діяльності на транспорті» (м. Харків, 25-27 квітня 2017 р.).* 2017. Вип. 169 (додаток). С. 4-6.

14. PLC based automatic railway gate controller and obstacle detector - International Journal of Latest Trends in Engineering and Technology. *International Journal of Latest Trends in Engineering and Technology.* 2018. Vol. 9, Iss. 3. P.133-139. DOI: <http://dx.doi.org/10.21172/1.93.23>.

15. Автоматизовані системи керування рухом поїздів на станціях: навч. посіб./ В. І. Мойсеєнко та ін. Харків: УкрДУЗТ, 2024. 184 с.

16. Автоматизовані станційні системи керування рухом поїздів / В. І. Мойсеєнко та ін.; за ред. В. І. Мойсеєнка. Харків: УкрДАЗТ, 2013. 213 с.

Практикум

Сотник Василь Олександрович,

Змій Сергій Олексійович

Панченко Артем Сергійович

та ін.

СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ РУХОМ ПОЇЗДІВ НА ПЕРЕГОНАХ

Відповідальний за випуск Щебликіна О. В.

Редактор Ібрагімова Н. В.

Підписано до друку 15.06.2026 р.

Умовн.-друк.арк. 11,0. Тираж . Замовлення № .

Видавець і виготовлювач Український державний університет
залізничного транспорту,

61050, Харків-50, майдан Феєрбаха, 7.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 6100 від 21.03.2018 р.