

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ДНІПРОВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ
ІМЕНІ АКАДЕМІКА В. ЛАЗАРЯНА



О. М. ВОЗНЯК, В. І. ГАВРИЛЮК

Забезпечення безпеки руху на залізничних переїздах

Монографія

ЗА ЗАГАЛЬНОЮ РЕДАКЦІЄЮ Д-РА ФІЗ.-МАТ. НАУК, ПРОФ. В. І. ГАВРИЛЮКА

ДНІПРО
2019

УДК 656.216.2:625.096(035.3)
ББК 39.275.8(УКР)

Рецензенти:

д-р техн. наук, проф. *А. Б. Бойнік*,
д-р техн. наук, проф. *А. М. Муха*,
д-р фіз.-мат. наук, проф. *О. В. Коваленко*

Рекомендовано до друку вченою радою університету
(*протокол № 7 від 30.11.2015*).

УДК 656.216.2:625.096(035.3)

Возняк, О. М. Забезпечення безпеки руху на залізничних переїздах [Текст] : монографія / О. М. Возняк, В. І. Гаврилюк; Дніпровськ. нац. ун-т залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Дніпро, 2019. – 282 с.

ISBN 978-966-8471-89-6

У монографії розглянуто сучасний стан безпеки на залізничних переїздах, методи його оцінки, організаційні заходи та технічні методи та засоби щодо підвищення безпеки руху, економічні методи оцінки їх ефективності. Велику увагу приділено експлуатаційно-технічним вимогам щодо облаштування переїзної сигналізації, схемам та пристроям автоматики на переїздах, які використовуються на залізницях, а також перспективним мікропроцесорним системам автоматичної переїзної сигналізації.

Монографія розрахована на інженерно-технічних працівників залізничної галузі, які займаються питаннями проектування і експлуатації пристроїв автоматики на переїздах, а також на студентів, які навчаються за спеціальністю «Автоматика та автоматизація на транспорті» та «Системи управління рухом поїздів».

Іл. 94. Табл. 32. Бібліогр.: 108 назв.

© О. М. Возняк, В. І. Гаврилюк, 2019

© Дніпровськ. нац. ун-т залізн. трансп.
ім. акад. В. Лазаряна, редагування,
оригінал-макет, 2019

ISBN 978-966-8471-89-6

ЗМІСТ

ЗМІСТ	3
ВСТУП.....	5
БЕЗПЕКА НА ЗАЛІЗНИЧНИХ ПЕРЕЇЗДАХ.....	8
1.1. Стан безпеки на залізничних переїздах.....	8
1.2. Методи оцінки безпеки руху	16
1.3. Заходи, методи та рішення щодо підвищення безпеки руху на залізничних переїздах.....	26
1.4. Огляд технічних заходів забезпечення безпеки руху на залізничних переїздах.....	29
1.5. Економічні методи оцінки ефективності заходів підвищення безпеки руху	43
ПЕРЕЇЗНА СИГНАЛІЗАЦІЯ	50
2.1. Класифікація переїздів. Порядок визначення категорій переїздів	50
2.2. Загальні відомості, улаштування та обладнання залізничних переїздів.....	54
2.3. Структурна схема, алгоритм та умови роботи автоматичної переїзної сигналізації	83
2.4. Експлуатаційно-технічні вимоги щодо облаштування переїзної сигналізації	89
2.5. Особливості огороження переїздів у межах міст і на станціях	102
2.6. Розрахунок дальності видимості переїзного світлофора.....	107
2.7. Апаратура та пристрої переїзної сигналізації.....	108
2.8. Електроживлення пристроїв переїзної сигналізації та їх захист від перенапруг	135
СХЕМИ ПЕРЕЇЗНОЇ СИГНАЛІЗАЦІЇ	154
3.1. Технічні вимоги та класифікація схем	154
3.2. Схеми світлофornoї сигналізації	159
3.3. Схеми увімкнення та управління автоматичними шлагбаумами	163
3.4. Схеми переїзної сигналізації на ділянках без автоблокування.....	172
3.5. Схеми переїзної сигналізації на ділянках з автоблокуванням.....	188

3.6. Переїзна сигналізація на під'їзних коліях.....	232
3.8. Схеми загороджувальної сигналізації	237
3.9. Системи контролю над роботою переїзної сигналізації.....	242
3.10. Пристрої відліку осей у системах переїзної сигналізації	250
3.11. Мікропроцесорні системи автоматичної переїзної сигналізації.....	260
ГЛОСАРІЙ	265
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	275

ВСТУП

У комплексі технічних засобів залізничного транспорту важливе місце займають пристрої автоматики і телемеханіки, які служать для організації та забезпечення безпеки руху поїздів.

Важливе місце на залізниці займають переїзди – місця перетину на одному рівні залізничної колії та автомобільних доріг. Вони є місцями підвищеної небезпеки для руху як залізничною колією, так і автомобільною дорогою.

Переїзди є проблемними об'єктами як для водіїв автодорожніх транспортних засобів (з точки зору витрат часу на пропуск поїздів), так і для залізничних підприємств (з точки зору витрат на їх безпечне утримання) не тільки у нашій країні. Високий ризик інцидентів, значний для обох сторін, зумовлений розмірами руху через переїзди як залізничних так і автодорожніх транспортних засобів.

Одним із шляхів вирішення цієї проблеми є облаштування перетинів на різних рівнях. Однак будівництво шляхопроводів обмежене і, у першу чергу, проводиться на лініях із особливо високими розмірами залізничного та автодорожнього руху, на міських магістралях та лініях із швидкісним рухом. При порівняно незначних та середніх розмірах руху заміна переїздів перетинами на різних рівнях недоцільне як з економічної так і з технічної точок зору. Таким чином, залізничні переїзди іще тривалий час залишатимуться у використанні.

У зв'язку із цим особливе значення набуває виконання вимог безпеки руху на переїздах. Виконання цих вимог забезпечується системами автоматичної переїздної сигналізації, які нерозривно пов'язані з пристроями колійного блокування на перегонах і відповідними технічними засобами на станціях.

Залізничними переїздами рухаються два різноманітні види транспортних засоби руху, які відрізняються швидкостями, масою та ефективністю гальмівних пристроїв. Гальмівний шлях залізничного поїзда більше ніж у 10 разів перевищує гальмівний шлях транспортних за-

собів, які рухаються автомобільною дорогою. Тому на залізничних переїздах пріоритет віддається залізничному транспорту – у нормальному режимі експлуатації поїзд не повинен мати завад при русі через переїзд. Тому учасник дорожнього руху повинен бути повідомлений про наближення поїзда та зобов'язаний зупинитися перед переїздом. Таке попередження може бути реалізоване одним із двох способів: за допомогою оптичних або акустичних сигналів, які подаються з поїзда, або за допомогою спеціальних сигналів, які встановлені перед переїздом. Якщо зупинка неможлива внаслідок того, що автомобіль наблизився до переїзду на відстань, яка менша за його гальмівний шлях, або вже в'їхав у межі переїзду, то він повинен мати можливість повністю покинути переїзд без створення аварійної ситуації. Якщо це неможливо, то в багатьох (але не в усіх) країнах обов'язково організовується контроль вільного стану зони залізничного переїзду.

Світлофорна сигналізація на переїздах повинна відрізнятися від сигналізації на міських вулицях і автомобільних дорогах для того, щоб водій не міг прийняти залізничний переїзд за звичайне перехрестя чи перетин автомобільних доріг. Тому на залізничних переїздах застосовується особлива автоматична світлофорна сигналізація із двома миготливими червоними вогнями. У нормальному положенні вогні переїзного світлофора вимкнені, вони вмикаються у випадку наближення поїзда до переїзду. Миготливі червоні вогні переїзного світлофора забороняють водіям в'їзд на переїзд і є сигналами особливої небезпеки.

Технічні пристрої на переїздах повинні працювати безпечно, тобто їхні несправності не повинні спричиняти небезпечні наслідки. При відмовах технічних засобів повинен бути передбачений режим управління з обмеженою функціональністю, щоб не зупиняти руху через залізничний переїзд.

Ще одна важлива вимога полягає в тому, що тривалість знаходження переїзду у закритому стані не повинна перевищувати межі, необхідні для забезпечення безпеки. Тривале закриття автомобільного руху на переїзді здатне стати фактором, який знижує рівень безпеки, оскільки може спричинити порушення водіями правил руху – спробі проїхати через закритий переїзд. З іншого боку, затримки поїздів знижують пропускну здатність залізничної лінії та порушують виконання графіку руху.

Дана робота складається з трьох глав, в яких розглянуто стан безпеки, актуальні проблеми, експлуатаційно-технічні вимоги до залізничних переїздів та схемна реалізація пристроїв переїзної автоматики. У **першій главі** монографії розглядається сучасний стан безпеки на залізничних переїздах, методи його оцінки, організаційні заходи та технічні методи та засоби щодо підвищення безпеки руху, економічні методи оцінки їх ефективності. **Друга глава** присвячена організації, улаштуванню та облаштуванню переїзної сигналізації, експлуатаційно-технічним вимогам щодо її облаштування, особливостям огороження переїздів у межах міст і на станціях, а також електроживленню пристроїв переїзної сигналізації та їх захисту від перенапруг. У **третій главі** монографії висвітлено схеми та пристрої автоматики на залізничних переїздах, а також перспективні мікропроцесорні системи автоматичної переїзної сигналізації. Крім зазначених глав до складу монографії додано **глосарій**, де зібрано та, згідно нормативних документів, дано пояснення основним термінам, які використовуються у системах залізничної переїзної автоматики.

Системи переїзної сигналізації та ті чи інші загороджувальні пристрої застосовуються на залізницях з перших років їх існування. Природно, що з удосконаленням систем автоматики, які забезпечують безпеку руху поїздів, змінювалися та вдосконалювалися і пристрої переїзної сигналізації. Системи, які описані нижче широко використовуються на мережі залізниць, або підлягають впровадженню в найближчі роки.

Істотну роль у доведенні рукопису до рівня монографії відіграли зауваження рецензентів — доктора технічних наук, професора А. Б. Бойніка, доктора технічних наук, професора А. М. Мухи, доктора фізико-математичних наук, професора О. В. Коваленка, яким автори висловлюють глибоку вдячність.

Ми врахували всі зауваження рецензентів і внесли необхідні корективи. Не можемо не висловити слів вдячності працівникам рекламно-видавничого відділу Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна, які разом з авторами доклали чимало праці, щоб зробити книгу сучасною, відповідно до ваших потреб. Читачу, ми вкрай зацікавлені у ваших коментарях і пропозиціях. Надсилайте їх нам за електронною адресою: rvv@diit.edu.ua.

Безпека на залізничних переїздах

1.1. Стан безпеки на залізничних переїздах

Проблема забезпечення безпеки руху на залізничних переїздах є досить актуальною внаслідок різних, частково несумісних характеристик залізничного та автомобільного транспортів (табл. 1.1). Аварії на залізничних переїздах є причинами значних матеріальних та людських втрат. Близько третини всіх подій зі смертельним наслідком на залізничному транспорті стаються на залізничних переїздах [12, 36, 37, 63–65]. Переважна більшість таких аварій від-бувається через порушення правил руху через переїзд водіями автотранспортних засобів і неможливості моментальної зупинки поїзда локомотивною бригадою при виявленні завади на шляху його руху (див. табл. 1.1).

Таблиця 1.1

Характеристики руху залізничного та автомобільного транспортів

Критерії	Залізничний транспорт	Автомобільний транспорт
Маса транспортного засобу	Дуже велика	Відносно мала
Час розгону й гальмування	Великий	Відносно малий
Гальмівний шлях	Довгий	Короткий
Метод забезпечення безпечної відстані між двома об'єктами	Сигналізація на основі блокування зайнятих ділянок	Візуальний контроль
Методика ведення транспортного засобу	Відповідно до встановлених норм регулювання швидкості	Індивідуальна у кожного водія

Значне та неухильне зростання кількості транспортних засобів на мережі автомобільних доріг, підвищення їх вантажопідйомності,

швидкісних показників сприяє значному збільшенню інтенсивності руху на залізничних переїздах, що спричиняє збільшення кількості дорожньо-транспортних пригод (ДТП). Це, у свою чергу, висуває нові вимоги до облаштування місць перетину автомобільних доріг та залізничних колій, їх утримання, застосування додаткових заходів щодо підвищення безпеки руху, профілактичних заходів, направлених на зміцнення дорожньої дисципліни водіїв.

У табл. 1.2 наведено динаміку змін кількості транспортних засобів на автодорогах України, залізничних переїздів та розрахованих значень транспортного навантаження (кількість транспортних засобів на один переїзд) згідно даних Державної служби статистики [98, 99], Міністерства Внутрішніх справ, Міністерства інфраструктури [36, 37] та Державної адміністрації залізничного транспорту України [12, 63–65]. Для зручності оцінки та аналізу дані табл. 1.2 наведено також у вигляді графіків на рис. 1.1.

Таблиця 1.2

Динаміка зміни транспортного навантаження на залізничних переїздах за роками

Кількісний параметр	2007	2008	2009	2010	2011
Автотransпортні засоби, тис. од.	7 215,0	7 771,4	7 866,0	8 127,5	8 561,1
Залізничні переїзди, од.	5 816	5 742	5 735	5 661	5 574
Транспортне навантаження	1 240,54	1 353,43	1 371,58	1 435,70	1 535,90

З аналізу даних табл. 1.2 та рис. 1.1 видно, що за п'ять років кількість транспортних засобів збільшилася на 1 346,1 тис. од. (18,66 %), а кількість залізничних переїздів скоротилася на 155 од. (2,67 %), що спричинило зростання транспортного навантаження на один переїзд на 271,75 автомобілів (21,91 %).

У свою чергу, кількість (ДТП) на залізничних переїздах завжди була високою. У табл. 1.3 наведено кількість дорожньо-транспортних пригод та їх наслідки за сім останніх років. У табл. 1.4 наведено розподіл ДТП за типами залізничних переїздів і за цими даними побудовано діаграму розподілу ДТП відповідно до типу переїздів за сім останніх років (рис. 1.2). У табл. 1.5 наведено загальну кількість

переїздів та розрахунок коефіцієнту аварійності (який дорівнює кількості аварій на 100 переїздів).

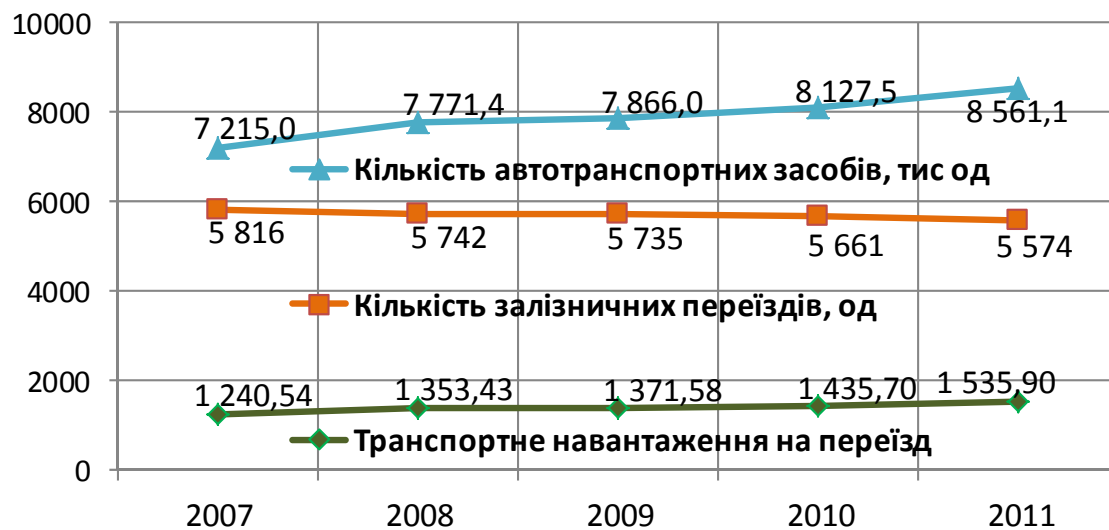


Рис. 1.1. Динаміка змін кількості транспортних засобів, переїздів та транспортного навантаження

Таблиця 1.3

Стан аварійності на залізничних переїздах УЗ за роками

Параметр	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Всього ДТП	189	137	108	101	80	89	94
Загинуло осіб	48	37	34	73	14	12	23
Травмовано осіб	75	50	50	46	22	38	27
Всього постраждалих	123	87	84	119	36	50	50

Таблиця 1.4

Розподіл ДТП за типами переїздів за роками

Тип переїзду	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Всього за 7 років
Без чергового із сигналізацією	124	90	71	67	42	62	62	518
Без чергового без сигналізації	22	10	9	9	8	9	12	79

Закінчення табл. 1.4

Тип переїзду	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Всього за 7 років
З черговим із сигналізацією	30	23	17	17	16	8	10	121
З черговим без сигналізації	0	0	0	1	0	0	0	1
Поза переїздами	13	14	11	7	14	10	10	79
Всього ДТП	189	137	108	101	80	89	94	798

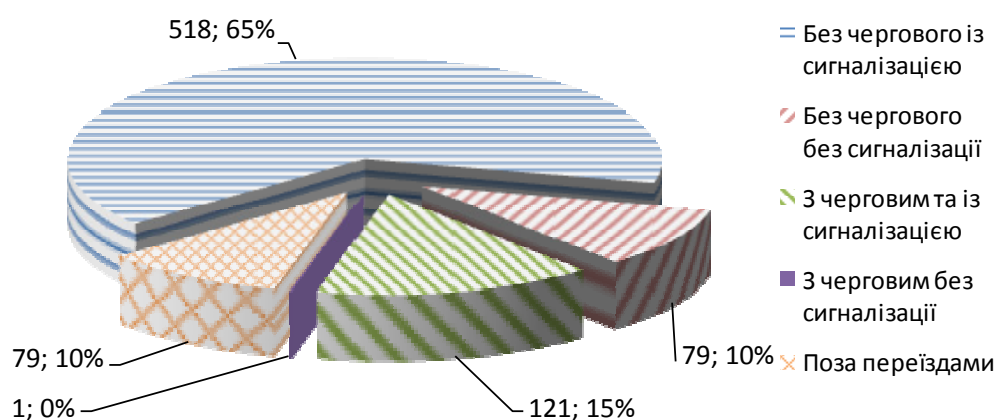


Рис. 1.2. Розподіл ДТП за типами переїздів

Таблиця 1.5

Коефіцієнт аварійності на залізничних переїздах за роками

Тип переїзду	2010		2011		2012		2013	
	переїздів	коєф.	переїздів	коєф.	переїздів	коєф.	переїздів	коєф.
Без чергового із сигналізацією	2 827	2,37	2 781	1,51	2 755	2,25	2 699	2,30
Без чергового без сигналізації	1 383	0,65	1 352	0,59	1 279	0,70	1 226	0,98
З черговим із сигналізацією	1 415	1,20	1 410	1,13	1 412	0,57	1 468	0,68
З черговим без сигналізації	36	2,78	31	0,00	31	0,00	29	0,00
Всього	5 661	1,78	5 574	1,44	5 477	1,62	5 432	1,73

Із даних, наведених у табл. 1.4, 1.5 та на рис. 1.2, можна зробити висновок, що найбільша кількість ДТП (понад 60 %) відбувається на залізничних переїздах без чергового працівника обладнаних сигналізацією. Зменшення ДТП на переїздах, особливо без чергового працівника, потребують додаткових засобів контролю перетину залізничного переїзду автодорожнім транспортом.

Проблема безпеки на залізничних переїздах актуальна у цілому світі. У Швейцарії в Женевському офісі Об'єднаних націй (UNOG) 20 січня 2014 року представниками країн-членів UNECE (Європейської економічної комісії Організації Об'єднаних Націй), а також країн – не членів UNECE – Австралії, Індії, Нової Зеландії, Республіки Південної Африки була проведена Перша сесія групи експертів UNECE (у подальшому сесії проводяться регулярно 3 рази на рік) [6, 55]. На сесії були присутні голова міжнародного співтовариства залізниць (UIC), представники Європейської залізничної асоціації (ERA), різні науковці та незалежні дослідники. Обговорювались питання щодо забезпечення безпеки руху на залізничних переїздах. Зокрема, на Першій сесії була окреслена робоча програма групи експертів, основні напрями та принципи якої базуються на «системі безпеки» руху на залізницях. Ця система безпеки, як було визначено на сесії, повинна містити п'ять основних елементів: інженерні рішення та забезпечення, взаємодію автомобільного та залізничного транспортів, освітньо-виховну роботу, законодавчо-виконавчу діяльність та економічну складову.

На рис. 1.3 наведено інформацію про стан аварійності на залізничних переїздах Сполучених штатів дані Федеральної адміністрації залізничного транспорту FRA [7]. На рис. 1.4 наведено стан аварійності на залізничних переїздах Німеччини, на рис. 1.5 – Великобританії, а на рис. 1.6 – зведені дані за країнами Європи EU-28, (дані Європейської асоціації залізничного транспорту ERA) [5]. На рис. 1.7 наведено стан аварійності на залізничних переїздах Федерального залізничного транспорту Російської Федерації за даними Управління колії та споруд Центральної дирекції інфраструктури філіалу ВАТ «РЖД» [11] та згідно доповіді на Першій сесії групи експертів UNECE [55].

З метою покращення зручності при використанні даних, наведених на рис. 1.3–1.7, усереднені значення за період 2009–2013 рр. зведено у табл. 1.6.

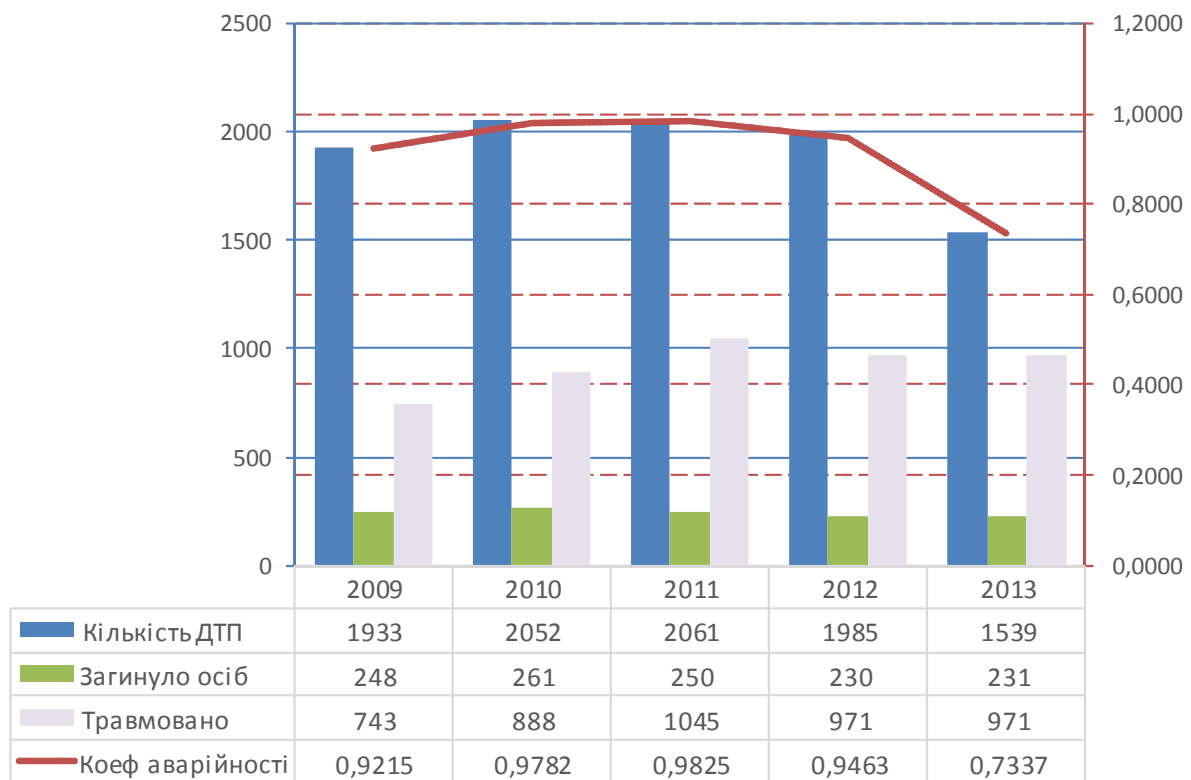


Рис. 1.3. Стан аварійності на залізницях США

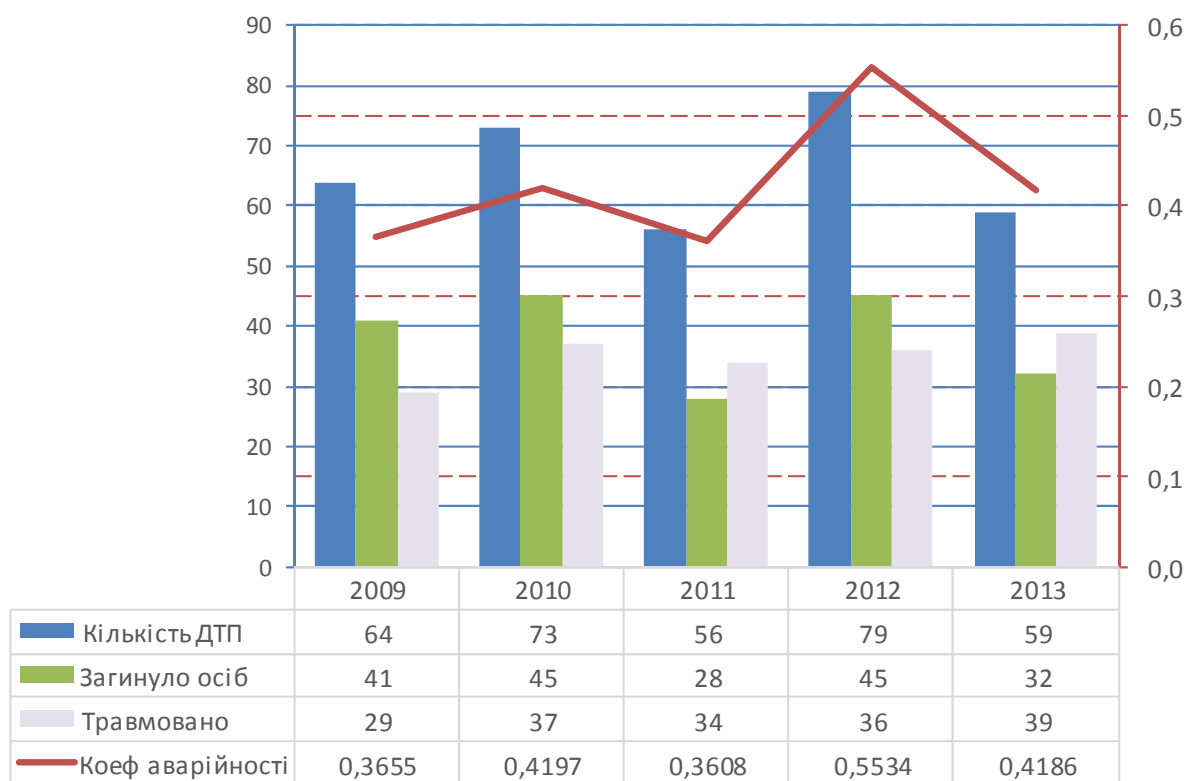


Рис. 1.4. Стан аварійності на залізницях Німеччини

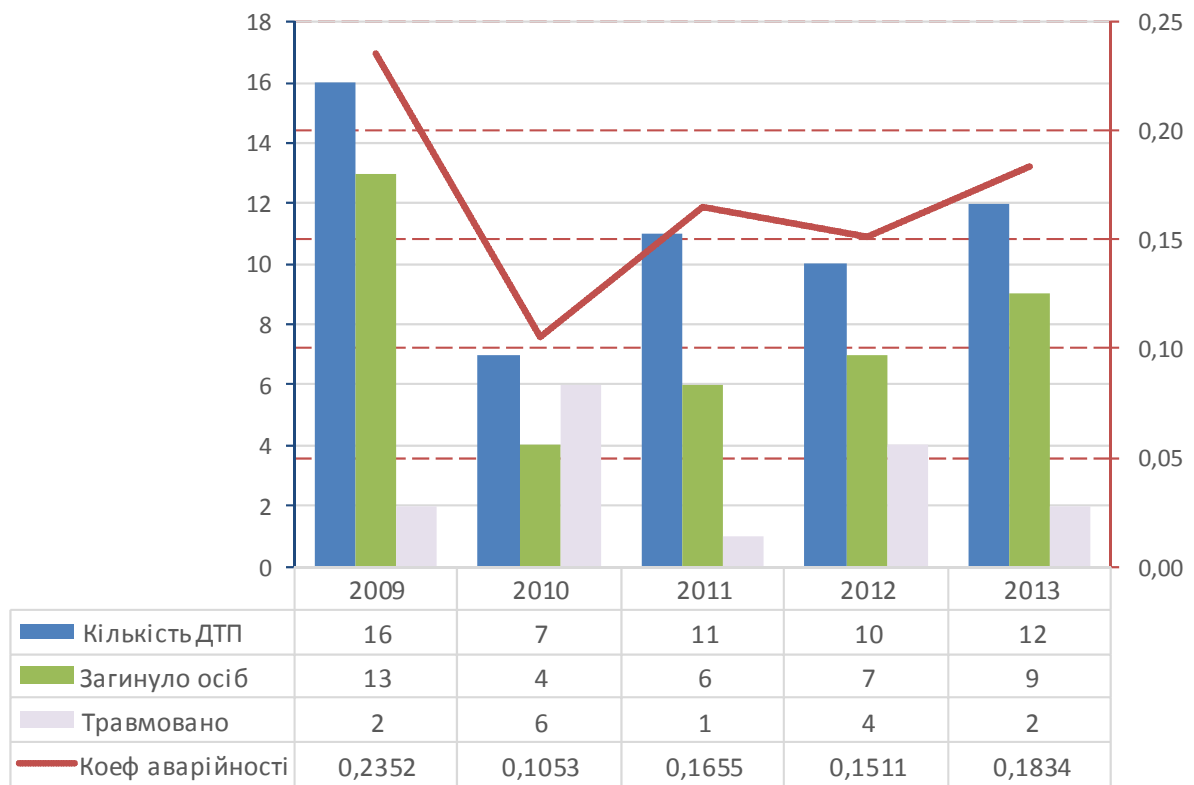


Рис. 1.5. Стан аварійності на залізницях Великобританії

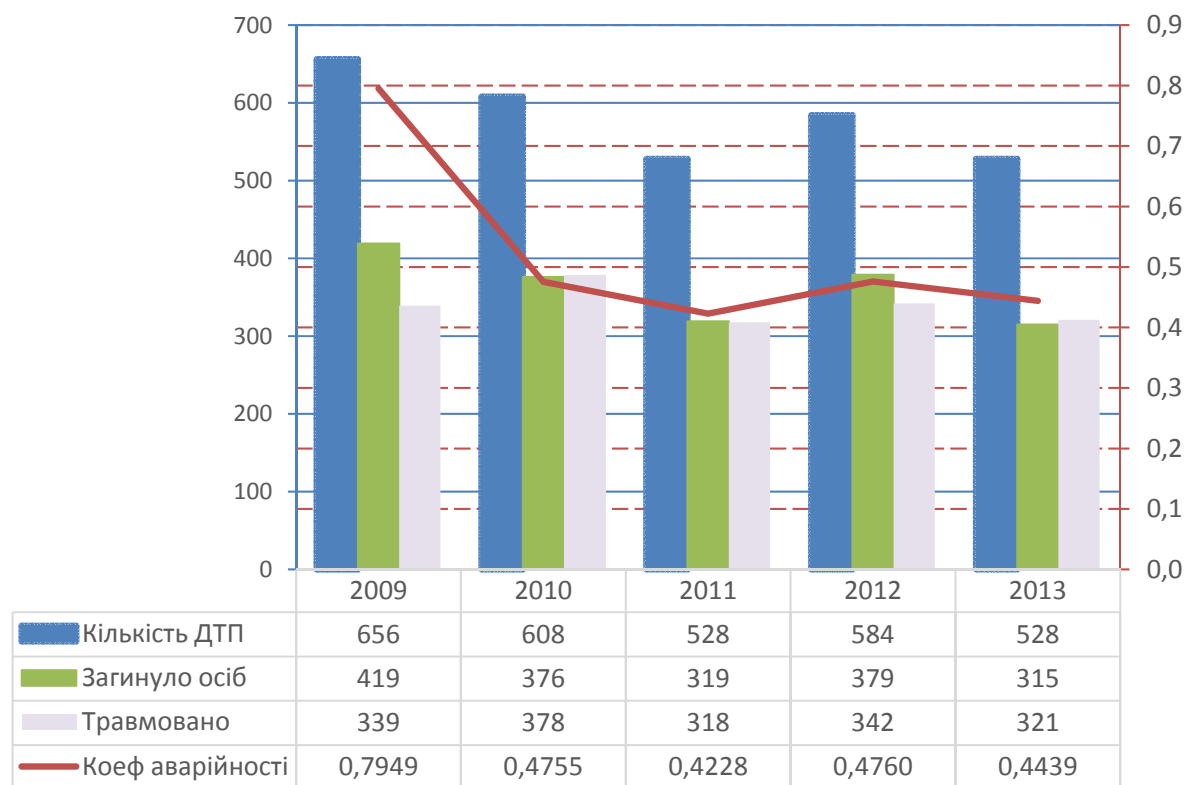


Рис. 1.6. Стан аварійності на залізницях Європейських країн EU-28 (ERA)

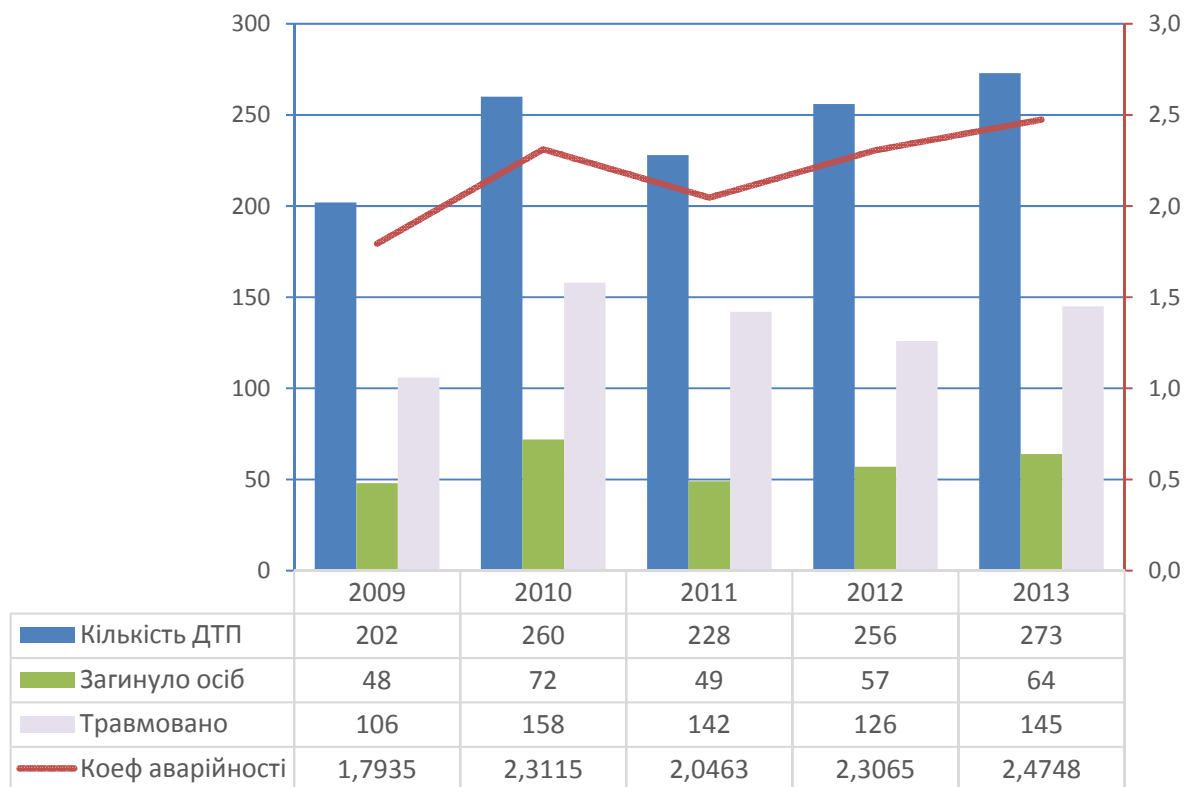


Рис. 1.7. Стан аварійності на залізницях Російської Федерації

Таблиця 1.6

**Стан аварійності на залізничних переїздах у США,
країнах Європи, Росії, Україні**

Країна	Кількість переїздів (середнє значення)	Кількість ДТП (середнє значення)	Коеф. аварійності	Загинуло осіб (середнє значення)	Травмовано осіб (середнє значення)
США	209 771,0	1 914,0	0,9124	244,0	923,6
Німеччина	15 758,4	66,2	0,4201	38,2	35,0
Великобританія	6 651,0	11,2	0,1684	7,8	3,0
EU-28	115 384,2	580,8	0,5034	361,6	339,6
Росія	11 156,6	243,8	2,1853	58,0	135,4
Україна	5 575,8	94,4	1,6930	31,2	36,6

Примітка: Середні значення у таблиці обчислені за період 2009–2013 рр.

Із наведених рисунків та табл. 1.5 можна зробити висновок, що реальний стан у сфері забезпечення безпеки руху на залізничних переїздах постійно вимагає нових підходів та рішень, адже статистика показує, що хоча на залізничних переїздах України відбувається тільки біля 4,5 % від загальної кількості ДТП на мережі автодоріг (у світі ця кількість менше 1 %), однак їх наслідки, як людські, так і матеріальні, значно важчі, аніж при аваріях інших типів. Як видно із таблиці, в Україні у середньому кожна третя–п'ята ДТП на залізничних переїздах з летальним наслідком (на мережі автодоріг 1 загиблий на 30 ДТП). Небезпеки зазнають водії та пасажирів автотранспорту, а також пасажирів поїздів, члени локомотивних бригад, провідники та інший персонал, який перебуває як в поїздах, так і поза їх межами. Загроза суттєво збільшується під час перевезення небезпечних вантажів через можливі катастрофічні наслідки.

1.2. Методи оцінки безпеки руху

На даний час в Україні відсутні затверджені нормативні методики визначення рівня безпеки на залізничних переїздах. Однак, оцінка ступеня безпеки дорожнього руху на залізничних переїздах з метою її підвищення є одним із головних завдань як дорожньо-експлуатаційної служби, так і служб залізничного транспорту. Вона необхідна для виявлення небезпечних ділянок і розробки заходів щодо поліпшення умов руху на них. Тому нижче наведемо аналіз методів оцінки безпеки, які використовуються на автомобільних дорогах.

Практично усі методи виявлення та оцінки небезпечних місць базуються на статистичних даних кількості ДТП. Основними методами, які використовуються на практиці, є [41, 46, 54, 57, 68]:

- метод оцінки за допомогою балів;
- метод конфліктних ситуацій;
- метод коефіцієнтів пригод;
- метод коефіцієнтів аварійності;
- метод аналізу статистичних даних на основі теорії ймовірності.

Комплексна оцінка за допомогою балів є одним з найдавніших методів [57]. За цим методом умови безпеки оцінюються сумою балів, які враховують характеристики доріг та інфраструктури, – ширину

покриття та узбіч, радіуси кривих у плані, близькість до дороги будівель на придорожній смузі, умов забезпечення видимості, рівність покриття, облаштування перетинів світлофорами тощо. Для кожного з цих елементів розроблена шкала балів зі значеннями від 1 до 10. Причому значення бала 10 відповідає сприятливим умовам руху в обстежуваному місці.

Однак, комплексна оцінка доріг за допомогою балів, які не завжди пов'язані один з одним та з вимогами до дороги, є умовною. Також неправильно їх об'єднувати в одному показнику, оскільки вони можуть суперечити один одному. Так, наприклад, підвищена міцність дорожнього покриття не може компенсувати наявність на дорозі небезпечних місць з умов видимості в плані.

Практика показала, що поліпшення комфортності руху шляхом улаштування удосконаленого покриття на дорозі з несприятливими елементами плану траси або поздовжнього профілю дороги, як правило, спричиняє збільшення кількості ДТП. Тому оцінка дороги з умов безпеки руху за допомогою балів, є коректною тільки щодо порівняння окремих, близьких за геометричними параметрами ділянок. Тому використання даного методу зараз обмежене. Для використання на перетинах автомобільних доріг із залізницею використання цього методу також недоцільне.

Метод конфліктних ситуацій найбільше підходить для порівняння варіантів перехресть автомобільних доріг. Він базується на передумові, що виникненню ДТП завжди передують неодноразово виникаючі небезпечні ситуації, для запобігання яким один або обидва учасники дорожнього руху повинні змінити, як правило різко, режим або траєкторію руху.

Місцями концентрації ДТП вважаються перехрещення та примикання доріг на одному рівні, круті підйоми та спуски, криві малого радіуса у плані та профілі, наземні пішохідні переходи, залізничні переїзди, штучні споруди, площадки для зупинок та стоянок автомобілів, місця розворотів автомобілів на дорогах, а також лівоповоротні в'їзди транспорту на автомобільні дороги та з'їзди з них.

Вважається, що конфліктною ситуацією є ситуація, за якої автомобілі настільки зблизилися, що при незміні їх подальшого руху, ризик зіткнення різко зростає. Небезпека здійснення ДТП усувається водіями шляхом здійснення різких маневрів або екстреного гальмування.

Розрізняють конфліктні ситуації трьох видів:

- легкі, коли виникнення небезпеки стає для водія очевидним на досить великій відстані і він має можливість вчасно оцінити поведіння інших учасників руху;
- середні, коли небезпека з'являється зненацька або за неправильної початкової оцінки ситуації, що склалася;
- критичні, за яких водієві вдається запобігти події лише в результаті максимально швидкої реакції та здійснення відповідних дій на короткій ділянці дороги.

Ступінь небезпечності ділянки дороги за цим методом оцінюється за значенням еквівалентної критичної конфліктної ситуації

$$K_{\text{кк}} = \sum q_i \cdot N_j, \quad (1.1)$$

де q_i – деякий коефіцієнт, що залежить від складності розв'язки на перехресті;

N_j – інтенсивність руху на кожній із смуг, які підходять до конфліктної точки, авт./год.

Цей метод більше підходить для оцінки безпеки дорожнього руху на перехрестях під час порівняння проектних рішень. Менш ефективний він для оцінки умов руху на перехресті в процесі експлуатації дороги. Для оцінки рівня безпеки на залізничних переїздах він також недостатньо адаптований.

Коефіцієнти відносної аварійності, або коефіцієнти пригод покладені в основу одного з найпоширеніших на практиці методів оцінки безпеки руху на дорогах, що знаходяться в експлуатації.

Для довгих і однорідних за геометричними елементами ділянок коефіцієнт пригод визначається за формулою

$$K_{\text{пр}} = \frac{10^6 z}{365LN}, \quad (1.2)$$

де z – кількість ДТП за рік;

L – довжина ділянки дороги, км;

N – середньорічна добова інтенсивність руху в обох напрямках.

Для коротких ділянок, які різко відрізняються за технічними параметрами від суміжних (мости, перехрестя тощо) коефіцієнт пригод визначається кількістю ДТП на 1 млн автомобілів

$$K_{\text{пр}} = \frac{10^6 z}{365N}. \quad (1.3)$$

Величини коефіцієнтів, які визначаються за формулами (1.2) та (1.3), можуть бути використані для оцінки результатів первинної обробки статистичних даних про аварійність на окремих ділянках.

У разі аналізу відносної аварійності руху для отримання надійної оцінки потрібно мати дані не менше ніж за 3–5 років.

Попередити на дорогах ДТП повністю, на жаль, неможливо, оскільки вони трапляються не тільки внаслідок несприятливих дорожніх умов. Тому оцінювати безпеку руху слід шляхом порівняння показників аварійності на реальній і, так званій, «еталонній» ділянці.

Значним недоліком методу оцінки безпеки дорожнього руху, заснованого на використанні коефіцієнтів пригод, є те, що при їх обчисленні не враховується тяжкість наслідків ДТП, – однакове значення він матиме тоді, коли на одній ділянці дороги трапиться три ДТП з людськими жертвами, а на іншій – три ДТП з матеріальними збитками. Проте цілком логічно, що у першому випадку ділянка потребує значно більшої уваги щодо ліквідації можливих причин ДТП, ніж у другому.

Останнім часом віддають перевагу інженерним методам, які дозволяють виявляти небезпечні ділянки на дорозі. Такими є методи так званих коефіцієнтів безпеки та коефіцієнтів аварійності.

У багатьох випадках оцінювати безпеку дорожнього руху доводиться в умовах відсутності фактичних даних про ДТП. Йдеться про нові ділянки доріг та про оцінку проектних рішень. Для цього використовують метод оцінки безпеки дорожнього руху за величиною так званого *коефіцієнта безпеки руху*, який визначається відношенням швидкостей автомобілів на суміжних ділянках.

Цей метод не визначає у явному вигляді причин пониження ступеня безпеки дорожнього руху. Він не показує які саме дорожні умови зумовлюють зміну швидкості, а з тим і спричиняють небезпеку для руху транспортних засобів.

В останніх дослідженнях граничні значення коефіцієнта безпеки руху диференційовані для доріг різних категорій.

Слід зазначити, що ці способи виявлення аварійно небезпечних ділянок доріг хоча й прості, але не завжди коректні, оскільки не враховують інтенсивність руху транспортних засобів, пішоходів, протяжність ділянки.

Досить значного поширення набув метод оцінки безпеки дорожнього руху за величиною підсумкового *коефіцієнта аварійності*, який обчислюється як добуток часткових коефіцієнтів, кожен з яких відповідає тій чи іншій характеристиці дорожніх умов і є відношенням кількості ДТП на ділянці дороги з даною характеристикою до кількості ДТП на «еталонній» ділянці. Удосконалення методу відбувалося у напрямку врахування тяжкості ДТП, додавання сезонних коефіцієнтів аварійності, пристосування його для різних географічних регіонів, введення нових часткових коефіцієнтів аварійності, наприклад, уточнення існуючих часткових коефіцієнтів аварійності.

Пряме призначення методу, заснованого на використанні коефіцієнтів аварійності є оцінка безпеки дорожнього руху в процесі проектування доріг. Він дає змогу порівняти варіанти проектних рішень, передбачати появу місць концентрації ДТП. На стадії експлуатації доріг потреба у цьому методі зменшується внаслідок наявності фактичних даних про розподіл ДТП на дорозі.

Деякі з наведених способів оцінки безпеки дорожнього руху використовують як складові частини для комплексних оцінок якості автомобільних доріг [57, 58].

Крім зазначених на практиці застосовується і *спосіб оцінки безпеки дорожнього руху, який базується на порівнянні дорожніх умов з вимогами нормативних документів*. Саме результати такого порівняння при складанні протоколів огляду ДТП та при періодичному обстеженні доріг часто беруться за основу кваліфікації дорожніх умов як незадовільних до остаточного визначення причини ДТП.

Досвід експлуатації магістральних доріг свідчить, що ДТП трапляються і на тих ділянках, які повністю задовольняють вимогам нормативних документів. Більше того, за покращення дорожніх умов виникає так званий ефект «ідеальної» дороги, який полягає в тому, що при зменшенні загальної кількості ДТП, їх наслідки стають значно тяжчими: кількість жертв у одній ДТП на автомагістралях у 3–3,5 рази більша, аніж на інших дорогах. У таких умовах водії відвикають

від небезпеки і розслабляються, у них з'являється відчуття вседозволеності.

Об'єктивність оцінки безпеки дорожнього руху, яка базується на порівнянні фактичних дорожніх умов з нормативними, залежить від обґрунтованості останніх.

Та ж сама практика показує, що невідповідність параметрів дороги вимогам нормативних документів чи незадовільна оцінка дорожніх умов (якщо виходити з цих же нормативних документів) часто не тягне за собою збільшення кількості ДТП на ділянці дороги. Це пов'язано з так званим явищем «компенсації ризику». Учасники дорожнього руху в таких місцях загострюють свою увагу і вживають додаткових заходів запобіжного характеру. Проте у цих умовах потрібно зробити все можливе, щоб водіїв завчасно попередити про незадовільні дорожні умови. На сьогодні Укравтодором запропонована Методика оцінки рівнів безпеки руху на автомобільних дорогах України М 218-03450778-652:2008, згідно якої оцінювання рівнів аварійності рекомендується проводити за такими показниками:

- коефіцієнт пригод;
- головних статистик покілометрового розподілу аварійності на ділянках доріг загального користування та частки ДТП, що сталися за умов незадовільного утримання доріг;
- коефіцієнт аварійності.

Прийнятним для оцінки безпеки руху залізничного транспорту та автотранспортних засобів у зоні залізничних переїздів є метод коефіцієнтів аварійності. Метод коефіцієнтів аварійності використовують для зіставлення рівнів безпеки руху на залізничних переїздах та інших прилеглих до них ділянках автомобільних доріг з метою встановлення пріоритетів для їх реконструкції або інженерного устаткування.

Метод коефіцієнтів небезпеки використовують для детальної оцінки показників відносної аварійності на залізничних переїздах з метою встановлення черговості закриття, перебудови та інженерного устаткування переїздів, а також будівництва замість них перетинів на різних рівнях.

Величину **коефіцієнта аварійності** K_a для залізничного переїзду визначають шляхом перемножування семи часткових коефіцієнтів аварійності K_i

$$K_a = \prod_{i=1}^7 K_i = K_1 K_2 K_3 K_4 K_5 K_6 K_7, \quad (1.4)$$

де K_1 – коефіцієнт, який враховує добову інтенсивність руху поїздів через переїзд,

K_2 – коефіцієнт, який враховує добову інтенсивність руху на автомобільній дорозі;

K_3 – коефіцієнт, який враховує відстань видимості переїзду і потягу (табл. 1.7);

K_4 – коефіцієнт, який враховує устаткування переїзду (табл. 1.8);

K_5 – коефіцієнт, який враховує штучне освітлення переїзду (табл. 1.9);

K_6 – коефіцієнт, який враховує радіус кривої у плані на підходах до переїзду;

K_7 – коефіцієнт, який враховує подовжній ухил автомобільної дороги на підходах до переїзду.

Значення коефіцієнту K_1 визначається за формулою

$$K_1 = N_t / (3 + 0,1N_t), \quad (1.5)$$

де N_t – інтенсивність руху поїздів через переїзд (поїздів/добу);

Значення коефіцієнта K_2 залежить від інтенсивності руху автодорогою:

до 500 авт./добу	0,42
501–1 000	0,55
1 001–3 000	0,80
3 001–5 000	1,14
5 001–7 000	1,50
більше 7 000	2,05

Значення коефіцієнта K_6 залежить від радіуса кривої в плані на підходах до переїзду:

менше 50 м	8,90
51–75	5,80
76–100	4,40
101–150	3,21
151–200	1,45
більше 200	1,00

Таблиця 1.7

Значення коефіцієнта K_3

Обладнання переїзду	Відстань видимості переїзду та поїзда, м					
	більше 50	51–100	101–200	201–300	301–400	менше 400
Для переїздів з черговим, які обладнані шлагбаумами та на переїздах, які обладнані, автоматичною світлофорною сигналізацією з автоматичними шлагбаумами	0,90	1,30	1,60	2,00	2,80	3,20
Для переїздів без чергового, які обладнані дорожніми знаками та автоматичною світлофорною сигналізацією без шлагбаумів	1,00	1,42	2,50	4,00	5,10	6,50

Таблиця 1.8

Значення коефіцієнта K_4

Обладнання переїзду	Значення K_4 на переїздах:	
	із черговим	без чергового
Автоматичний шлагбаум із автоматичною світлофорною сигналізацією	1,60	4,00
Автоматична світлофорна сигналізація	2,20	4,40
Механізовані шлагбауми зі сповіщальною сигналізацією	4,80	—
Механізовані шлагбауми без сигналізації	9,10	—
Дорожні знаки	—	7,45

Таблиця 1.9

Значення коефіцієнта K_5

Штучне освітлення переїзду	Значення K_5 на переїздах:	
	із черговим	без чергового
Наявне	1,00	1,40
Відсутнє	—	1,50

Значення коефіцієнта K_7 залежить від поздовжнього ухилу автомобільної дороги на підходах до переїзду:

менше 20 %	1,00
30	1,38
40	2,45
50	2,72
60	2,81
більше 60	3,64

За величиною підсумкового коефіцієнта аварійності K_a оцінюється стан руху на залізничному переїзді:

до 40	безпечний
41–60	мало небезпечний
61–80	небезпечний
більше 81	дуже небезпечний

У Російській Федерації [38], під час оцінки безпеки руху на залізничних переїздах, поряд з методом коефіцієнтів аварійності використовується також і метод **коефіцієнтів небезпеки**, згідно якого визначають можливу кількість дорожньо-транспортних подій, які виникають на самому переїзді і в зоні його впливу за 1 рік під час різних дорожньо-транспортних умов. Ця кількість ДТП є показником небезпеки K_d залізничного переїзду, який визначають за формулою:

$$K_d = 2,74 + 0,00038N_A + 0,0068N_R - 0,034K_{LC} - 0,0045S, \quad (1.6)$$

де K_d – показник небезпеки залізничного переїзду, ДТП/рік;
 N_A – інтенсивність руху автомобільною дорогою, авт./добу;
 N_R – інтенсивність руху залізницею, поїзд./добу;
 K_{LC} – коефіцієнт, який враховує устаткування переїзду;
 S – відстань видимості поїзда, який наближається до переїзду, м.

Області існування (визначення) змінних для розрахунку показника небезпеки K_d такі:

N_A	0–10 000
N_R	0–150
S	0–400

Значення коефіцієнта K_{LC} залежить від різноманітних технічних засобів устаткування переїзду:

дорожні знаки	4,0
механічний шлагбаум	
без сигналізації	11,0
зі сповіщальною сигналізацією	18,0
зі сповіщальною та світлофорною сигналізаціями	25,0
автоматична світлофорна сигналізація	45,0
автоматичний шлагбаум	
із автоматичною світлофорною сигналізацією	61,0
Обчислене значення показника небезпеки K_d характеризує ступінь небезпеки залізничного переїзду:	
до 1,0	безпечний
1,0–2,0	мало небезпечний
2,0–3,0	небезпечний
більше 3,0	дуже небезпечний

Також показник небезпеки використовують для визначення збитку від дорожньо-транспортних подій, що виникають на залізничних переїздах і для обґрунтування інвестицій в устаткування і реконструкцію цих об'єктів.

За результатами оцінки двома методами приймається рішення про модернізацію переїзду та автомобільної дороги. Залежно від результатів обчислених значень коефіцієнта аварійності та показника небезпеки можна рекомендувати наступні заходи щодо підвищення безпеки руху на залізничних переїздах. Якщо за двома методами оцінки безпеки переїзд характеризується як:

- *безпечний*, то рекомендують нанесення ліній розмітки, встановлення сповіщальної сигналізації;
- *мало небезпечний*, то рекомендують забезпечення видимості на переїзді, нанесення ліній розмітки, встановлення автоматичної світлофорної сигналізації, для автомобільних доріг збільшити радіус кривої дороги в плані, на ділянках спусків з ухилом більше 30 % влаштувати шорстку поверхневу обробку;
- *небезпечний*, то рекомендують встановлення автоматичних шлагбаумів із автоматичною світлофорною сигналізацією, нанесення ліній розмітки, для автомобільних доріг збільшити радіус кривої дороги в плані, на ділянках спусків з ухилом більше 30 % влаштувати шорстку поверхневу обробку, обмежити швидкість руху на підходах до переїзду;

– *дуже небезпечний*, то рекомендують будівництво перетинів на різних рівнях.

Обмеження швидкості руху автомобілів також вводять у випадку, якщо неможливо забезпечити вимоги видимості на підходах до переїзду. Значення допустимої швидкості на підходах до переїзду встановлюють залежно від відстані видимості поїзда, який наближається до залізничного переїзду:

50...100 м.....	40 км/год
100...200 м.....	50 км/год
200...400 м.....	60 км/год

Якщо відстань видимості поїзда менше 50 м встановлюється дорожній знак «Проїзд без зупинки заборонено».

Якщо за двома методами оцінки безпеки руху залізничний переїзд відноситься до різних груп за ступенем небезпеки, потрібно виявити та порівняти причини різної оцінки і віднести переїзд до однієї з двох груп.

До додаткових факторів, які визначають необхідність віднесення переїзду до небезпечніших переїздів є кількість маршрутів руху громадського транспорту та шкільних автобусів, які пролягають через даний переїзд.

Крім зазначених, на практиці, для визначення рівня безпеки у межах залізничного переїзду, можливе застосування також способу оцінки безпеки руху, який базується на порівнянні дорожніх умов з вимогами нормативних документів.

1.3. Заходи, методи та рішення щодо підвищення безпеки руху на залізничних переїздах

Стан безпеки руху на залізничних переїздах як в Україні, так і в інших країнах, залежить не тільки від технічного оснащення переїзду, а й від культури поведінки усіх учасників руху. Організація руху залізничними переїздами повинна забезпечувати максимальний захист учасників руху від потрапляння в ДТП, мінімальні затримки транспортних засобів і максимальну зручність пересування водіїв, машиністів і пасажирів транспортних засобів через переїзд.

Вітчизняний і зарубіжний досвід свідчить [14, 25, 26, 28, 30, 32, 34, 42, 81, 82], що для того щоб повністю запобігти зіткненням залізничного та автодорожнього транспорту потрібно виключити можливість їх перетину на одному рівні, тобто закривати залізничні переїзди і будувати замість них дворівневі розв'язки між автомобільними дорогами та залізницями (шляхопроводи). Для підвищення рівня безпеки руху в багатьох країнах ця стратегія реалізовується, однак це потребує значних фінансових витрат, які для більшості переїздів із малими та середніми розмірами руху поїздів і автотранспорту не є економічно доцільними. Тому, навіть у країнах із високим розвитком економіки, залишається в експлуатації значна кількість залізничних переїздів, які не обладнані сучасними системами переїзної автоматики.

Серйозною проблемою безпеки транспорту є нерегульовані переїзди, а також наявність переїздів у горловинах станцій, що створює напругу в русі автотранспорту при перетині ділянки з інтенсивним рухом поїздів і значно підвищує аварійну небезпеку, що потребує термінових заходів.

Недотримання нормативів щодо кількості експлуатованих переїздів на залізничних коліях (знаходження більше одного переїзду на ділянці протяжністю 5 км за наявності об'їзду) є також однією з причини ДТП на залізничних переїздах. Для закриття переїзду необхідне узгодження з органами місцевого самоврядування, які часто не зацікавлені в цьому.

Розвиток транспортної та житлової інфраструктури міст і селищ, що відбувався без координації із залізницями, також призвів до появи проблемних місць перетину транспортних потоків з об'єктами залізничної інфраструктури. Особливо це стосується переїздів, які характеризуються інтенсивним рухом пасажирських автобусів.

Також слід звернути увагу на невідповідність об'єктів залізничної інфраструктури (вокзали, переїзди) сучасним вимогам ергономіки і сучасним умовам інтенсивної взаємодії транспортних потоків.

Враховуючи наведене можна зробити такі висновки:

1. Розв'язання проблеми аварійності вимагає концентрації зусиль спеціалістів у сферах залізничного, автомобільного та дорожнього господарств, громадських організацій, правоохоронних органів у напрямку підвищення кваліфікації обслуговуючого персоналу

та проведення просвітницької роботи з метою покращення дорожньої дисципліни водіїв автодорожніх транспортних засобів.

2. Успіх також залежить від активної позиції науки у вирішенні проблем щодо розробки та впровадження технічних засобів і методів у галузі інфраструктури (сучасних методів контролю та обладнання переїздів, підвищення надійності існуючих технічних засобів) з метою запобігання аварій на переїздах. Робота в цьому напрямку повинна також враховувати умови експлуатації залізничних переїздів, зокрема такі, як підвищення інтенсивності руху транспортних засобів на конкретних ділянках автомобільних доріг та залізничних колій.

3. Серйозну увагу необхідно приділити вивченню і практичному застосуванню вітчизняного та зарубіжного досвідів, що стосуються безаварійної експлуатації залізничних переїздів.

4. Також необхідно проводити роботу щодо встановлення ключових причин та пошуку можливих рішень, які пов'язані з людським фактором і сприяють створенню небезпечних умов на залізничних переїздах.

Шляхи вирішення проблеми підвищення безпеки на залізничних переїздах розглядаються також у Положенні галузевої програми Укрзалізниці з підвищення безпеки руху на залізничних переїздах на 2011–2015 роки. Основні з них є такими [34]:

1. Будівництво за маршрутами руху швидкісних поїздів нових шляхопроводів, замість існуючих переїздів. Особливо в найбільш густонаселених місцях, де спостерігається масове перетинання автомобільних потоків із залізницями.

2. Впровадження технологій, які зроблять повністю неможливим проїзд автотранспорту на переїзд при заборонному показанні дорожнього світлофора.

3. Перекриття проїжджої частини переїздів за допомогою чотирьох шлагбаумів.

4. Посилення взаємодії Укрзалізниці з підрозділами ДАІ щодо контролю за дотриманням правил дорожнього руху на переїздах.

5. Розробка та розповсюдження програм навчальних курсів для дітей про правила безпеки на залізницях.

Таким чином, для забезпечення підвищення безпеки руху на залізничних переїздах потрібно комплексно використовувати ряд організаційних, навчальних та технічних заходів, запровадження нових та модернізація існуючих пристроїв.

Для підвищення безпеки на переїздах поряд із законодавчо-правовими та організаційно-профілактичними заходами широко використовуються різноманітні технічні заходи, методи та рішення. Одним із самих надійних технічних методів забезпечення безпеки є будівництво шляхопроводів, закриття малодіяльних переїздів і переведення транспортних потоків на найближчі переїзди або шляхопроводи. Однак будівництво шляхопроводів і їх утримання у належному технічному стані вимагає значних капіталовкладень. Крім того, будівництво шляхопроводу, хоча і є одним із самих надійних способів забезпечення безпеки на перетинаннях залізниці з автомобільною дорогою, все-ж не може повністю гарантувати відсутність ДТП.

Закриття малодіяльних переїздів і переведення транспортних потоків на найближчі до них переїзди або шляхопроводи також не завжди виправдане та можливе. Наприклад, при значній віддаленості переїзду, який закривається, від інших розв'язок суттєво зростає перепробіг автотранспорту, що спричиняє збільшення часу та подорожчання вартості перевезень. В окремих випадках ліквідація переїзду може спровокувати порушення деякими водіями правил дорожнього руху та перетинання залізничних колій у не встановленому для цього місці, що негативно позначиться на безпеці руху.

Одним із засобів вирішення проблеми є встановлення систем автоматичного блокування доступу автотранспорту на колії. Для забезпечення безпеки руху на залізничних переїздах залізничниками встановлюються додаткові шлагбауми, вживаються заходи з покращення освітлення, а також триває експериментальне випробування ефективності переїздів з відео-наглядом. Порушення, що фіксуються відеоспостереженням, передаються на опрацювання до ДАІ.

1.4. Огляд технічних заходів забезпечення безпеки руху на залізничних переїздах

Серед значної кількості технічних рішень щодо пристроїв, що запобігають в'їзду автодорожнього транспортного засобу на закритий переїзд на даний час найбільшого поширення досягли загороджувальні бар'єрні установки (ЗБУ) типу жорсткої механічної перепони.

Практика показує, що вони володіють деякими недоліками – зокрема те, що їх застосування можливе тільки на переїздах, де є черговий, який у стані забезпечити надійне функціонування механізмів підіймання та опускання металевих плит [100, 106].

До інших важливих технічних заходів забезпечення безпеки відносяться капітальний ремонт переїздів і заміна використовуваних на них технічних засобів. Поряд з капітальним ремонтом, на переїздах також проводяться протиаварійні роботи у господарстві колії.

На залізницях проводяться заходи щодо посилення технічної оснащеності переїздів. До технічних пристроїв, які встановлюються на переїзді, насамперед, слід віднести всі пристрої переїзної автоматики, які призначені забезпечити розв'язання наступного класу завдань (рис. 1.8):

- подачу на переїзд повідомлення про наближення поїзда та контроль вільного стану переїзду від рухомого складу;
- завчасне сповіщення водіїв про наявність переїзду та небезпеки його заняття транспортним засобом;
- запобігання несанкціонованому виїзду транспортних засобів на переїзд у небезпечній близькості від рухомого складу;
- огороження переїзду з боку залізниці;
- виявлення на переїзді завад для руху поїзда;
- контроль справного стану пристроїв переїзної автоматики.

Залежно від алгоритму функціонування апаратури при подачі сповіщення про наближення поїзда, розрізняють системи з фіксованою довжиною ділянки наближення та з фіксованим постійним часом сповіщення. У першому випадку сповіщення на переїзд подається з моменту вступу поїзда на ділянку наближення, вибір довжини якої значно впливає на безпеку руху та пропускну спроможність переїзду. Розрахункова довжина ділянки наближення визначається з умови забезпечення часу сповіщення, достатнього для повного звільнення переїзду транспортним засобом, який вступив на нього в момент увімкнення переїзної сигналізації.

Подача сповіщення на переїзд здійснюється при наближенні до нього поїзда, який рухається в будь-якому напрямку, незалежно від спеціалізації колій і напрямку дії колійного блокування. Відкриття переїзду для руху автотранспорту на одноколійних і двоколійних залізничних ділянках при прямованні поїзда правильною або неправильно колією, здійснюється після проходження всього складу за пе-

реїзд для встановленого напрямку руху. При прямуюванні поїзда у не встановленому напрямку, переїзд відкривається після проходження складу за ділянку наближення зустрічного напрямку.

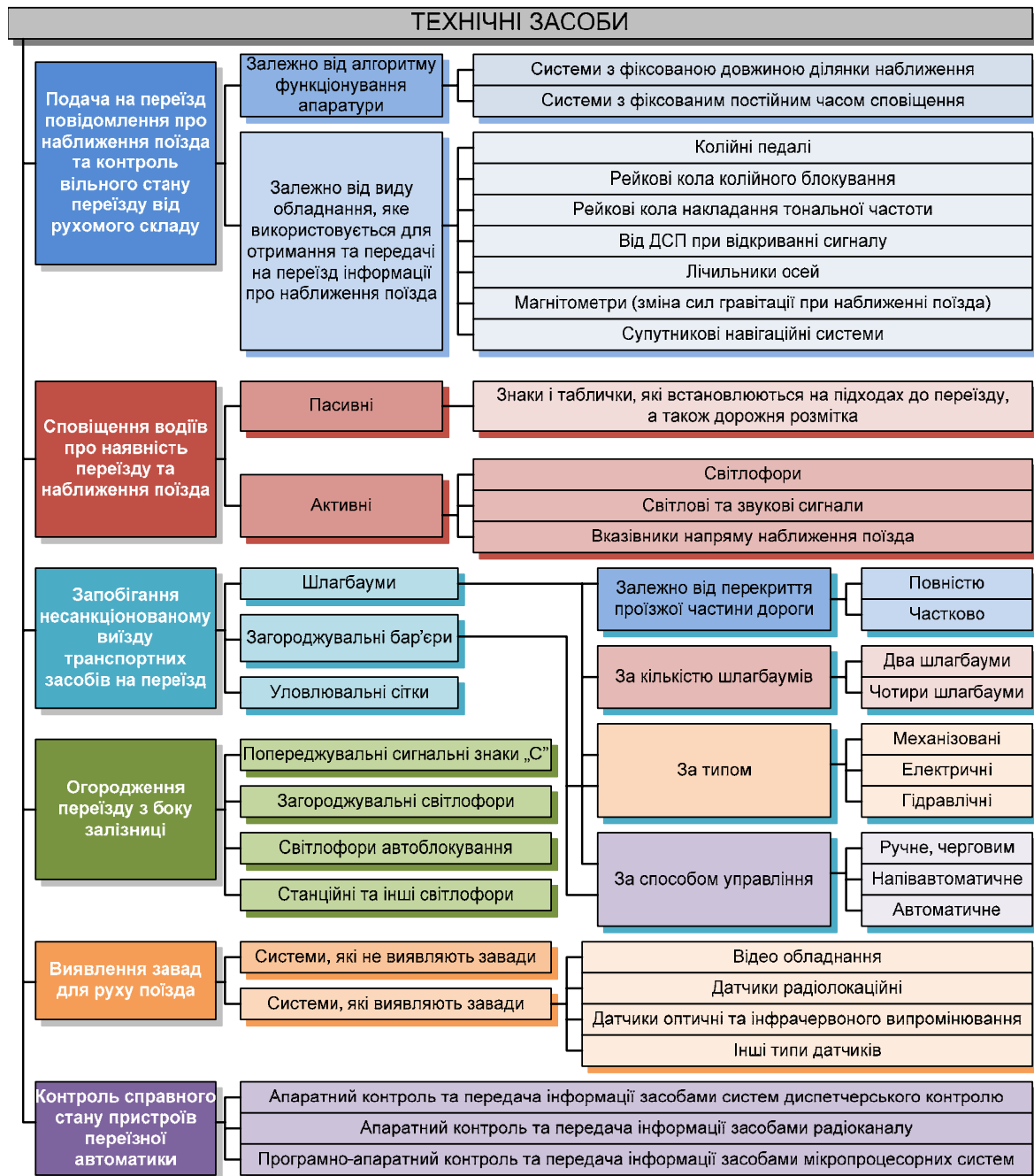


Рис. 1.8. Класифікація технічних засобів, які використовуються на переїздах

На даний час на магістральному залізничному транспорті України в основному використовуються системи з фіксованою довжиною ділянки наближення, що обумовлено простотою та порівняно низькою

вартістю апаратної їх реалізації та алгоритму управління, який використовується в цих системах. Істотним недоліком даного способу сповіщення є відсутність контролю фактичної швидкості та прискорення поїзда, який наближається. Це спричиняє зайву тривалість закриття переїзду, коли швидкість поїзда на ділянці наближення нижча максимальної, чи при зміні у межах даної ділянки напрямку руху поїзда. Зазначений недолік призводить до триваліших простоїв автотранспорту перед закритим переїздом, що, у свою чергу, спричиняє відповідні матеріальні втрати та негативно позначається на безпеці руху. Проведені дослідження показали, що надмірно тривалий час закриття переїзду провокує деяких водіїв на порушення правил руху через переїзд, спричиняючи, у ряді випадків, серйозні аварії.

Дія систем з постійним часом сповіщення базується на реалізації складнішого алгоритму управління. Дані системи знайшли застосування на залізницях США, Канади та ряду європейських держав. Покладений в їх основу алгоритм управління передбачає постійне вимірювання швидкості поїзда та відстані до переїзду. Подача сповіщення на переїзд здійснюється таким чином, щоб забезпечити оптимальний, фіксований час закриття переїзду. Дані системи суттєво зменшують час перебування переїзду в закритому стані і ймовірність несанкціонованого виїзду на переїзд транспортного засобу в небезпечній близькості від поїзда, який наближається.

Залежно від виду обладнання, яке використовується для отримання та передачі на переїзд інформації про наближення поїзда, можна виділити системи, які використовують колійні педалі; рейкові кола колійного блокування; рейкові кола накладання тональної частоти; лічильники осей; магнітometri, які реєструють зміну сил гравітації при наближенні поїзда; супутникові навігаційні системи (див. рис. 1.8).

Колійні педалі розроблялися для залізничних ділянок, які не обладнані автоматичним блокуванням. При установці педалей сигнал на закриття переїзду виробляється з моменту впливу поїзда на педаль, яка розташована на початку ділянки наближення до переїзду. Відкриття переїзду здійснюється після одержання сигналу від педалі, встановленої за переїздом на відстані максимально можливої довжини складу.

При розташуванні переїзду на ділянці, обладнаній автоблокуванням, для подачі сповіщення про наближення поїзда та про звільнення

переїзду використовують рейкові кола. Сповіщення на переїзд може подаватися за одну або дві блок-ділянки. Якщо межі блок-ділянки автоблокування та ділянки наближення не збігаються, рейкові кола не розрізаються, а закриття переїзду здійснюється з витримкою часу, який дорівнює різниці фактичного та розрахункового часу сповіщення. Для вимикання переїздної сигналізації після проходження поїзда, за переїздом встановлюються ізолюючі стики, які ділять рейкове коло на дві частини.

За рубежем залізничні переїзди, які розташовані на ділянках з інтенсивним рухом поїздів, часто управляються з постів електричної централізації найближчих станцій або навіть постів диспетчерської централізації. Однак такі системи досить дорогі та не ефективні на малодіяльних залізничних ділянках. Крім того, даний принцип управління переїзною автоматикою не забезпечує постійного для всіх типів составів оптимального часу попередження на закриття переїзду.

На залізницях України, при розташуванні переїзду в межах або поблизу станції, подача сповіщення на переїзд погоджується з роботою станційної автоматики та залежить від категорії маршруту прямування поїзда станцією та місця розташування переїзду відносно станційних сигналів. Наприклад, якщо відстань між переїздом і станційним світлофором менша за довжину ділянки наближення для безупинного пропускання, але більша за довжину даної ділянки при рушанні поїзда від світлофора, то сповіщення на переїзд подається або з моменту заняття ділянки наближення для безупинного пропускання або з моменту відкриття вихідного сигналу при знаходженні поїзда на ділянці наближення. У випадку невідповідності розрахункового часу сповіщення його фактичному значенню відкриття сигналу або подача сповіщення на переїзд можуть затримуватися відносно один одного, що забезпечується спеціальними схемними рішеннями.

На даний час при проектуванні нових і модернізації діючих пристроїв автоматичної переїздної сигналізації на одноколіїних і двоколіїних ділянках з кодовим блокуванням, передбачається використання тональних рейкових кіл [40, 50, 51, 53, 70, 85, 86, 95, 102, 107]. Дані кола накладаються на рейкові кола автоблокування та використовуються для подачі сповіщення на переїзд і контролю проходження поїзда. Як правило, переїзд обладнується чотирма тональними рейковими колами накладання кожною колією, що забезпечує надійний контроль проходження поїзда. Завдяки застосуванню рейкових кіл

накладання позбуваються ізолюючих стиків на переїзді, а отже, уникають відмов у роботі пристроїв автоблокування, які зумовлені схожим даних стиків. Іншою перевагою рейкових кіл накладання є відмова від використання ненадійних пристроїв, які забезпечують затримку подачі сповіщення на переїзд, при перевищенні блок-ділянкою розрахункової довжини ділянки наближення. Використання рейкових кіл накладання дозволило також вирішити завдання забезпечення безпеки у випадку зупинки чи зміні напрямку руху поїзда після проходження переїзду. Останнє досягається шляхом подачі від відповідного рейкового кола сигналу на відкриття переїзду тільки після звільнення складом ділянки колії довжиною 150...250 м, яка розташована за переїздом.

Незважаючи на дуже широке поширення, використання для управління переїзною сигналізацією кодових рейкових кіл автоблокування та тональних рейкових кіл накладання, має ряд недоліків, основними з яких є:

- фіксована довжина ділянки наближення для всіх категорій поїздів;
- збереження закритого стану переїзду на увесь час зупинки поїзда в межах рейкового кола ділянки наближення;
- вплив на роботу рейкового кола опору ізоляції рейкових ниток і завад від тягового струму.

З метою усунення зазначених недоліків у пристроях автоматичної переїзної сигналізації можуть використовуватися точкові колійні датчики відліку осей, які знайшли застосування на залізницях Німеччини, Швеції, США, Польщі та ряду інших країн. Використання апаратури відліку осей дозволяє усунути більшість властивих рейковим колам недоліків і будувати системи як з фіксованою довжиною ділянки наближення, так і з фіксованим часом сповіщення про наближення поїзда до переїзду. Можливість визначення кількості осей, які прослідували та напрямку руху поїзда дозволяє фіксувати його зупинку на ділянці наближення, а також відкривати переїзд або відразу після його проходження складом, який рухається у встановленому напрямку, або з перевіркою звільнення всіх чотирьох ділянок колії по обидва боки від переїзду, які у цьому випадку контролюються датчиками.

У деяких мікроелектронних системах переїзної сигналізації для контролю над рухом поїздів використовуються встановлювані біля

рейок магнітометри, які реєструють зміну сил гравітації при наближенні поїзда до переїзду. Прикладом може служити система безпеки залізничного переїзду, розроблена компанією Union Pacific. Використання магнітометрів забезпечує можливість визначення швидкості та напрямку руху поїзда, а отже, збереження постійного часу сповіщення, незалежно від типу рухомого складу, що особливо ефективно на ділянках зі значною інтенсивністю руху автотранспорту.

У ряді закордонних систем для передачі сповіщення на переїзд про наближення поїзда використовується радіоканал та принцип організації управління, який передбачає передачу сигналу з переїзду до поїзда та від поїзда до переїзду. Для технічної реалізації цього принципу на ділянці наближення до переїзду встановлюється пасивний датчик. Датчик активізується сигналом з поїзда та передає на локомотив інформацію, яка дозволяє визначити положення поїзда на ділянці колії. Розташована на поїзді апаратура визначає момент установки зв'язку між поїздом і системою поїзної автоматики та радіоканалом, передає на переїзд параметри руху поїзда. Після одержання даного сигналу, система управління переїздом визначає оптимальний момент увімкнення переїзної сигналізації. Після закриття переїзду на поїзд радіоканалом видається сигнал підтвердження приймання. У випадку відсутності даного сигналу, встановлена на поїзді система забезпечує зупинку складу перед переїздом. Момент переходу до режиму гальмування розраховується з урахуванням відстані до переїзду, швидкості руху поїзда та характеристик гальмівної системи.

Одним з перспективних способів визначення оптимального моменту подачі сигналу на закриття переїзду, є використання навігаційного обладнання. Сьогодні в усьому світі при визначенні координат і швидкості об'єктів, які рухаються застосовуються супутникові навігаційні системи. З їхньою допомогою на сучасному рівні вирішуються різноманітні завдання щодо організації управління транспортним парком. Прикладом може служити система LOTUS, яка використовується у Франції для визначення за допомогою бортового приймача GPS місця розташування високошвидкісних поїздів. Забезпечувана навігаційними системами точність обчислення координат і швидкості поїзда дозволяє застосовувати дані системи для контролю наближення поїзда до залізничного переїзду та звільнення переїзду рухомим складом. Отже, використання супутникової навігації вже сьогодні забезпечує можливість створення високо-ефективних систем

переїзної сигналізації з постійним часом сповіщення. Перешкодою до використання даних систем на залізничному транспорті є досить висока вартість необхідної апаратури, а також залежність від надійності роботи супутникової навігаційної системи. Тому ці системи переїзної сигналізації поки розглядаються як перспективні.

Для сповіщення водіїв про наявність на автодорозі переїзду й наближенні поїзда, у безпосередній близькості від залізничних переїздів, уздовж автомобільної дороги встановлюються різні технічні засоби. Усі призначені для сповіщення водіїв засоби можна класифікувати на пасивні та активні (див. рис. 1.8).

Пасивні засоби використовуються, щоб привернути увагу водіїв до місця розташування переїзду та дати їм можливість знизити швидкість і виконати інші необхідні дії. Дані засоби містять, встановлювані безпосередньо біля переїзду знаки «Одноколійна залізниця» і «Багатокілійна залізниця», а також, розташовані на певній, обумовленій інструкцією, відстані від переїзду попереджувальних знаків «Залізничний переїзд без шлагбаума» і «Залізничний переїзд із шлагбаумом».

Активні засоби покликані сигналізувати про наближення поїзда до залізничного переїзду та зайняття його рухомим складом, а також запобігти виїзду транспорту на залізничні колії при зайнятому переїзді або наявному повідомленні про наближення поїзда. У якості активних використовуються пристрої переїзної автоматики, які забезпечують подачу оптичних і акустичних сигналів. Для подачі оптичних сигналів з кожного боку переїзду встановлюються спеціальні світлофори. Дані світлофори обладнані двома горизонтально розташованими нормально не палаючими при вільному стані переїзду та почергово миготливими, при його закритті, червоними вогнями. На переїздах без чергового працівника світлофори доповнюються місячно-білим миготливим вогнем, який сигналізує при вільному стані переїзду про справність і увімкнений стан переїзної сигналізації.

У якості акустичних сигналів на переїздах переважно використовуються електричні дзвінки. Дані дзвінки встановлюються на щоглах переїзних світлофорів і вмикаються одночасно з оптичними сигналами. У ряді випадків у якості додаткових засобів забезпечення безпеки може передбачатися установка на переїздах сирен автомобільного типу чи інших звукових пристроїв. В окремих системах переїзної автоматики передбачена подача звукових сигналів різної тональної

частоти для поїздів протилежного напрямку, а також можливість програмної зміни періодичності миготіння і яскравості оптичних сигналів залежно від використовуваних джерел світла.

З метою запобігання несанкціонованого виїзду транспортних засобів на залізничні колії при зайнятому поїздом переїзді або ділянці наближення, переїзди обладнуються шлагбаумами, загороджувальними бар'єрами та уловлювальними сітками (див. рис. 1.8). На переїздах із черговим працівником можуть установлюватися механізовані, напівавтоматичні та електричні шлагбауми, які управляються черговим по переїзду. На переїздах без чергового працівника використовуються тільки неавтоматичні шлагбауми. З метою забезпечення повного перекриття автодороги на деяких переїздах установлюються додаткові шлагбауми.

На переїздах з інтенсивним рухом, а також швидкісним рухом поїздів можуть застосовуватися загороджувальні бар'єрні установки (ЗБУ) від несанкціонованого виїзду транспортних засобів. Дані пристрої містять чотири загороджувальні бар'єри, вмонтованих у проїжджу частину дороги. Для огороження переїзду бар'єри піднімаються у сторону автотранспорту, який наближається, на висоту 0,5 м, перегороджуючи всю проїжджу частину дороги. Слід зазначити, що перші системи, які були призначені для перекриття проїжджої частини дороги, з'явилися ще в 40-х роках 20 століття. Однак на залізницях подібні системи отримали поширення тільки після розробки ЗБУ.

За рубежом ведуться роботи з використання для огороження переїзду, замість бар'єрів або шлагбаумів, спеціальних подушок і особливих уловлювальних сіток. Дані сітки або загородження опускаються у спеціальному зводі воріт при закритті переїзду, запобігаючи несанкціонованому виїзду транспортних засобів на залізничні колії. Однак вартість подібних пристроїв на сьогоднішній день становить близько 0,5 млн доларів.

Для огороження переїзду зі сторони залізниці (див. рис. 1.8) із правого боку за ходом руху поїзда встановлюються постійні, попереджувальні знаки «С», які вимагають подачі свистка машиністом поїзда, що наближається до переїзду. На переїздах із черговим працівником з боку залізниці влаштовують загороджувальну світлофорну сигналізацію. У якості загороджувальних можуть використовуватися прохідні світлофори автоблокування, а також вхідні, вихідні, маршрутні, маневрові та попереджувальні світлофори. При неможливості

використання перерахованих вище світлофорів, перед переїздом устатовлюються спеціальні загороджувальні світлофори.

Задачі виявлення завад на переїзді та сповіщення про це машиніста поїзда, який наближається до переїзду, також покладаються на встановлювані на переїзді спеціальні технічні засоби (див. рис. 1.8). Потреба у контролі залізничних переїздів обумовлена наявними випадками наїзду поїздів на автотранспорт, який з певних причин зупинився на переїзді або виїхав на переїзд при заборонному сигналі світлофора та не встиг звільнити його до вступу поїзда.

Для виявлення завад у межах залізничного переїзду може застосовуватися телевізійна та радіолокаційна апаратура, а також оптичні датчики та датчики інфрачервоного випромінювання. Наприклад, у системі PAI PL Level Crossing Obstacle Detector, яка розроблена компанією General Electric Transportation Systems Global Signaling для залізниць Європи, для виявлення завад використовуються радіолокаційні пристрої, які фіксують знаходження на переїзді об'єкта розміром від велосипеда до автопоїзда. У системі, яка експлуатується на Японських залізницях, для автоматичного виявлення усіх об'єктів, які перегороджують шлях поїзду, використовується промінь світла, який просвічує переїзд протягом 6 с від моменту повного його закриття. В інтелектуальній системі Rail Crossing Guard контроль вільного стану переїзду від автотранспорту здійснюється за допомогою кількох відеокамер. У всіх системах машиністові поїзда, який наближається до залізничного переїзду, постійно виводиться інформація про вільний або зайнятий стан переїзду, яка відображається за допомогою спеціальної індикації або на моніторі в текстовій, графічній чи іншій візуальній формі. У випадку неприйняття машиністом при виявленні завади заходів щодо зупинки поїзда перед переїздом, передбачається застосування екстреного гальмування.

У Росії також розроблена система телевізійного контролю залізничних переїздів, яка забезпечує на відстані 2 км від переїзду передачу на локомотив зображення ситуації, яка склалася на даний час у межах переїзду. Система дозволяє одержувати якісне зображення, незалежно від зміни за часом доби освітленості переїзду. Для передачі зображення використовується формований у НВЧ діапазоні частотно-модульований сигнал.

Організація контролю над працездатністю пристроїв залізничної автоматики, які встановлені на переїзді (див. рис. 1.8), також є дуже

важливою задачею з точки зору забезпечення необхідного рівня безпеки. Найчастіше дана задача вирішується системою диспетчерського контролю. З таких систем диспетчерського контролю на залізницях України найбільше поширення отримала система ЧДК, яка ще перебуває в експлуатації, але вже не проектується, а також системи АСДК, АПК ДК, які прийшли їй на зміну.

У деяких випадках для передачі сигналів про справний стан переїзної автоматики використовується радіозв'язок. Такий принцип контролю застосовується, наприклад, на коліях промислових підприємств залізничного транспорту. При побудові системи використовується радіально-вузлова архітектура, яка передбачає зв'язок кожного з контрольованих переїздів із центральним постом (ЦП) засобами радіоканалу. При опитуванні пристроїв переїзної автоматики використовується принцип запит-відповідь із кодовим поділом каналів контрольованих переїздів. У випадку справного стану контрольованих пристроїв, переїзд відповідає на запит ЦП шляхом надсилення радіоімпульсу. При виникненні відмови в роботі переїзної автоматики, радіоімпульси на ЦП не передаються. Система контролює виникнення на переїзді наступних відмов: перегорання ламп червоних вогнів світлофорів, відсутність електроживлення, втрата контролю або хибна зайнятість рейкових кіл.

У мікропроцесорних системах переїзної автоматики, які на даний час усе ширше використовуються у зарубіжних системах залізничної автоматики, використовується програмно-апаратний спосіб контролю справного стану відповідних пристроїв. Наприклад, для контролю працездатного стану уніфікованої мікропроцесорної сигналізації EBUT, яка експлуатується в Німеччині, використовується спеціальний сервісний прилад. За допомогою даного приладу з пам'яті МП системи зчитується необхідна інформація, яка дозволяє відновити та проаналізувати всі події, які мали місце на переїзді та роботу пристроїв автоматики. Фірмою Scheldt & Bachmann також розроблена повністю сумісна із сервісним приладом діагностична система IDIS, яка забезпечує безперервне приймання використовуваної для прийняття рішень інформації від колійних датчиків.

У розробленій компанією GTS – Global Signaling системі діагностичного контролю над станом багатьох переїздів забезпечується можливість одержання обслуговуючим персоналом усієї необхідної інформації про ситуацію та функціонування відповідних пристроїв на

кожному з переїздів. Передача інформації здійснюється засобами мережі Інтернет у реальному масштабі часу.

Головною відмінною рисою більшості закордонних систем переїзної сигналізації від тих, які застосовуються на теренах України, є збереження постійного часу сповіщення для різних типів залізничних складів і широке використання мікроелектронних пристроїв та мікропроцесорної техніки [18, 19, 21–26, 32, 49, 53, 61, 79, 83]. У багатьох закордонних системах передбачається централізоване управління при децентралізованому розміщенні виконавчої апаратури. Реалізація умов безпеки реалізовується на рівні функціональних блоків, завдяки чому система легко адаптується до різних виконавчих пристроїв. Методологію побудови сучасних закордонних систем переїзної сигналізації можна простежити на прикладі, розробленої для Державних залізниць Данії, системи BUES 2000. Задачі, які розв'язуються даною системою переїзної сигналізації розподілені між окремими модулями, основними з яких є:

- центральний модуль, який забезпечує управління всією системою та контроль над її функціонуванням;
- колійний модуль, який збирає необхідну для увімкнення сигналізації інформацію про рух поїздів коліями та їх стан;
- модуль управління світлофорами та автоматичними шлагбаумами, що, за командою центрального модуля реалізує різні програми, які задають часову послідовність функціонування виконавчих елементів;
- модуль діагностики, який здійснює контроль справного стану апаратури, що входить до складу системи.

До складу кожного модуля входить мікропроцесорний контролер, який функціонує у відповідності зі спеціально розробленим програмним забезпеченням і сигналами, які надходять системними шинами та від периферійних пристроїв. Взаємодія між окремими модулями здійснюється за допомогою двох системних шин, що підвищує експлуатаційну готовність системи та забезпечує постійну діагностику її працездатності. Використання в системі відкритої архітектури та модульного компонування, дозволяє легко адаптувати її для переїздів з різною топографією та іншими індивідуальними особливостями. При адаптації системи кількість компонентів, які входять до її складу збільшується пропорційно зростаючим вимогам, що суттєво знижує витрати на облаштування кожного переїзду.

Іншим прикладом широкого використання за рубежом мікропроцесорної техніки та сучасних комп'ютерних технологій при побудові систем переїзної автоматики може служити система RBUT. Дана система розроблена фірмою Pintsch Bmag (Німеччина) замість системи EBUT, побудованої з використанням сигнальних реле та експлуатованої на даний час. Особливістю розглянутої системи є застосування для організації зв'язку всіх модулів, які входять до її складу, трьох незалежних каналів і трьох центральних процесорів. Кожен із процесорів здійснює двосторонній обмін даними одним з каналів, використовуючи два інших для приймання інформації. Такий принцип побудови забезпечує високу надійність і безпеку роботи системи, оскільки при несправностях одного з каналів система продовжує виконувати свої функції, а при несправності двох – переходить у режим захисної відмови. Периферійні пристрої використовують двоканальну структуру, переходячи в режим захисної відмови при виході з ладу одного з каналів. Для підвищення надійності роботи системи, передача інформації до периферійних модулів здійснюється кодом Хемінга. У розглянутій системі також чітко прослідковується реалізація умов безпеки на рівні функціональних модулів, кожен з яких пов'язаний з відповідним типом кінцевих пристроїв. Модульний принцип побудови RBUT дозволяє формувати конфігурацію системи відповідно до особливостей конкретного переїзду.

За рубежом для забезпечення безпеки руху на переїздах так само широко застосовуються сучасні матеріали, різні технічні методи та пристрої.

Серед мікропроцесорних систем і технічних рішень переїзної автоматики слід особливо виділити пристрої виявлення завад на переїзді та пристрої фіксації номерів автотранспортних засобів, які допускають виїзд на переїзд при заборонному сигналі світлофора. Так у Японії на ряді залізничних переїздів установлені телевізійні камери. Дані камери відтворюють на моніторі в кабіні машиніста обстановку на переїзді. Машиніст може спостерігати переїзд, перебуваючи від нього на відстані в 1,3 км.

Для виявлення завад на переїзді широко використовуються радары та різні типи датчиків. Наприклад, у розробленій у Нідерландах системі ADOB, на переїзді встановлюється спеціальні сканери, які самостійно управляють загороджувальними світлофорами. Пристрої виявлення завад на переїзді та фіксації номерів автотранспорту роз-

робляються також і для магістрального залізничного транспорту України, однак дані пристрої поки не знайшли широкого використання.

Однією з систем, яка забезпечують контроль процесу перетину меж залізничного переїзду автодорожніми транспортними засобами є система, запропонована Італійською компанією Mermet.

Дана система при наближенні поїздів засобами інфрачервоних лазерних датчиків здійснює автоматичне виявлення перешкод на залізничних переїздах та запобігає аваріям. Виявлення здійснюється одним або кількома блоками датчиків, залежно від розміру залізничного переїзду.

Блок управління збирає інформацію із переїзду шляхом зондування і генерує сигнали залежно від розмірів мінімальної завади. Блок управління здатний інтегруватися у традиційну систему переїзної автоматики у тому числі і з автоматичними чи півавтоматичними шлагбаумами, а також може узгоджуватися із новітніми електронними системами засобами безпечних інтерфейсів.

Переваги та вигоди, які притаманні даній системі, є такими:

- простота установки та адаптації до об'єктів області контролю;
- кількість одиниць зондування в установці набагато нижча у порівнянні з іншими технологічними рішеннями, наприклад, системами радіолокаційного моніторингу (мікрохвильові системи);
- простота конфігурації для конкретної геометрії переїзду;
- простота конфігурації порогів сигналізації залежно від розмірів чи об'ємів об'єктів контролю;
- відсутність хибних спрацьовувань, коли потрібно визначення дрібних об'єктів та/або людей, які лежать на рейках;
- надійна робота в суворих погодних умовах, таких як дощ, сніг і туман;
- система може бути доповнена візуальною перевіркою стану території.

Розглядаючи відмінні риси побудови закордонних систем переїзної автоматики, не можна не згадати про одну з найсучасніших розробок у даній області, а саме системі радіоуправління залізничним переїздом VK-FFB. Функціонування VK-FFB забезпечує інтелектуальна система FFB, яка встановлюється на поїзді, а також розглянута вище система переїзної сигналізації BUES 2000 та комутаційні мережі GSM. Дана система дозволяє, використовуючи передану

з переїзду інформацію, ідентифікувати положення поїзда на залізниці та, у потрібний час, подати з поїзда сигнал на закриття переїзду. Перевагою цієї системи є збереження постійного часу сповіщення при скороченні часу заняття радіоканалу до 2 с. Останнє досягається розрахунками на поїзді моменту вступу у зв'язок з пристроями переїзної автоматики з урахуванням відстані до переїзду, швидкості поїзда і його гальмівних характеристик.

Усі наведені вище приклади наочно свідчать про значне різноманіття, обсяг і особливу значимість технічних заходів, методів і рішень для зниження кількості ДТП на залізничних переїздах.

1.5. Економічні методи оцінки ефективності заходів підвищення безпеки руху

Транспортні пригоди виникають внаслідок дії ряду чинників, які впливають як на саму роботу транспорту, так і на забезпечення безпеки його руху. Транспортні пригоди спричиняються факторами недостатньої якості перевезень, не дотриманням графіку руху поїздів, технічною несправністю транспортних засобів, недостатнім фінансуванням транспортної галузі при оновленні рухомого складу, інфраструктури тощо. Небезпечні ситуації можуть виникати під час виконання поїзної роботи, під час технічних операцій з рухомим складом та під час стоянки поїзда. Всі ці чинники значно впливають на рівень забезпечення безпеки руху. Недотримання правил експлуатації транспортних засобів негативно впливає на рівень безпеки, створює аварійні ситуації із різними наслідками, виправлення яких потребує значних коштів із бюджету галузі або країни. Причини виникнення подібних ситуацій вимагають детального розгляду і наукового аналізу принципів оцінки ефективності заходів щодо підвищення безпеки руху на транспорті.

Відомим принципом оцінки ефективності заходів з підвищення безпеки руху є **суспільно-економічний аналіз** (рис. 1.9) [69], який охоплює аналіз окупності витрат (ефекту від вкладених засобів) і аналіз відношення «вигода/витрати». Будь-який аналіз окупності витрат є направленим на пошук найдешевшого способу досягнення поставленої мети. При цьому не обов'язково переводити поставлену

мету у грошовий вираз, оскільки аналіз ефекту від вкладених засобів на забезпечення безпеки руху покликаний на пошук того, які саме заходи забезпечують запобігання найбільшій кількості транспортних пригод (чи загиблих) на одну грошову одиницю, яка витрачається на реалізацію заходів безпеки. Ці статті традиційно називаються реальними економічними витратами, оскільки вони, у принципі, можуть бути виражені у виді конкретних виплат чи втрачених доходів потерпілих осіб та інших причетних сторін. Це означає, що реальні економічні витрати можна розраховувати, опираючись на існуючі ринкові ціни.

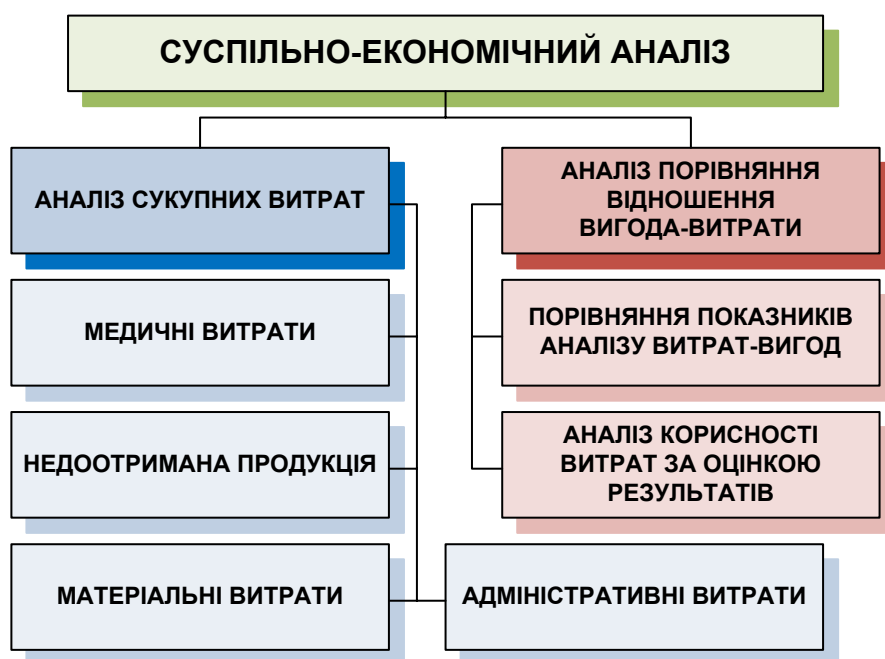


Рис. 1.9. Принцип суспільно-економічного аналізу

У наукових дослідженнях також використовують **принцип системного аналізу** (рис. 1.10) [69], який вважається основою для оцінки роботи чи життєдіяльності будь-якого явища чи показника. Його суть полягає в аналізі послідовності дій із встановленням структурних зв'язів між змінними та елементами системи, яку розглядають. Він спрямований на з'ясування причин реальних складнощів, що спричиняють виникнення даної проблеми і вироблення варіантів їх усунення.

Підходи системного аналізу мають суттєві переваги порівняно з іншими, – вони забезпечують комплексність і цілеспрямованість

дослідження, описують методологічно обґрунтовану схему пошуку резервів підвищення ефективності виробництва, забезпечують об'єктивну оцінку результатів господарювання, оперативність, дієвість, обґрунтованість, точність аналізу та його висновків.



Рис. 1.10. Принцип системного аналізу

За допомогою розглянутих наукових принципових підходів стає можливим розглянути природу виникнення аварійних ситуацій, механізму формування витрат, надати оцінку даним процесам, визначати чинники, які впливають на зміну основних параметрів аварійних ситуацій та проводити аналіз загального обсягу витрат на забезпечення безпеки на транспорті.

При визначенні принципів щодо досягнення оптимальних витрат на безпеку руху, доречно розглянути залежність між витратами на безпеку руху та рівнем безпеки з урахуванням економічної ситуації в країні (рис. 1.11).

На графіку крива 3 характеризує зростання рівня безпеки при постійному збільшенні витрат на реалізацію заходів безпеки. Криві 1 і 2 характеризують як зі зростанням рівня безпеки зменшуються витрати на ліквідацію наслідків аварійних ситуацій. Рівновага настає у точках перетину кривої 3 з кривими 1 та 2 (точки E_1 та E_2).

Припустимо, що у країні досягнуто рівень безпеки P_1 при величині витрат B_1 . Ставиться задача досягнути рівня безпеки P_2 , але її вирішення вимагає збільшення витрат на забезпечення заходів безпеки

до рівня B_2 . Однак, якщо економічна ситуація в країні погіршиться і не буде виділятися необхідне фінансування даних заходів, то при тій самій величині витрат можливе спостереження зниження рівня безпеки до рівня P_3 .

Графік демонструє ризик непередбаченого збільшення витрат на впровадження заходів безпеки, при цьому, якщо не вдасться підтримувати зростання витрат на впровадження заходів безпеки, це може призвести до повернення ситуації до її погіршення.

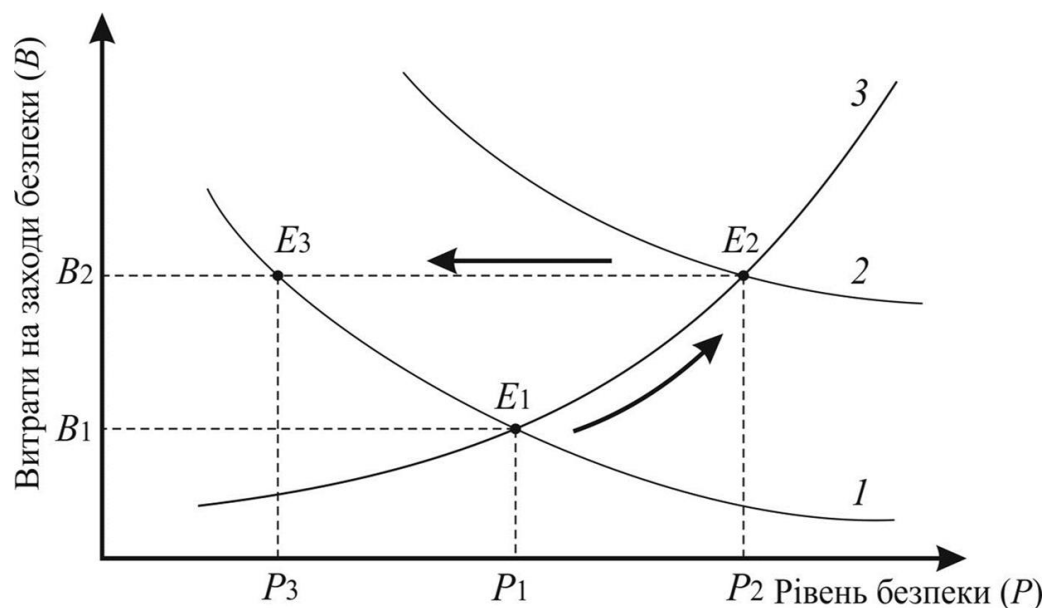


Рис. 1.11. Залежність витрат на заходи безпеки від її рівня

Для приблизного визначення подальшого розвитку економіки країни доцільно провести прогнозний аналіз доходів залізниці у короткотерміновому періоді на основі ретроспективи розвитку показника об'єму перевезень залізниці (рис. 1.12). Аналіз показника дає уявлення про розвиток галузі на перспективу, що дозволяє оцінити ступінь дохідності галузі за конкретні періоди. Графік має спадний характер, що свідчить про можливі зниження доходів галузі. Це означає скорочення коштів на статті витрат галузі, у тому числі і на безпеку. Бюджет країни формується, як відомо, за рахунок доходів. Рис. 1.12 дає підстави вважати, що доходи України також матимуть тенденцію до зниження у поточному часі.

Отже, загальна сума коштів, яка виділяється на забезпечення безпеки руху напряму залежить від доходів бюджету країни, а також від

доходів самої транспортної галузі. При зменшенні доходності однієї із цих галузей автоматично знизиться фінансування безпеки руху.

Збільшення витрат на забезпечення безпеки руху на залізничному транспорті при обмеженому бюджеті держави неминуче спричинить скорочення витрат на інші бюджетні статті, такі як медицина, охорона праці, екологічна безпека тощо, а це у довгостроковій перспективі неодмінно спричинить зростання аварійності, смертності, каліцтв тощо. Дана проблема є особливо актуальною при нестабільній економічній ситуації в країні.

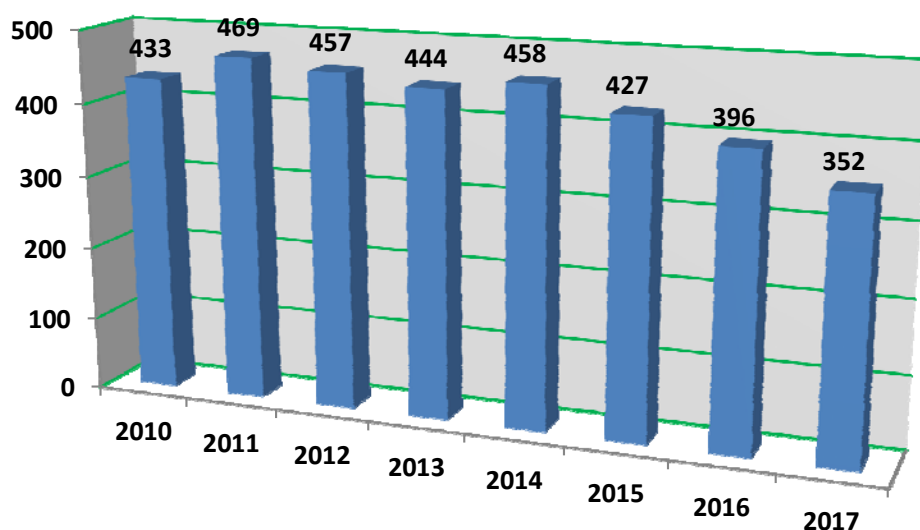


Рис. 1.12. Прогнозні значення показника об'єму перевезень вантажів Укрзалізницею

У сьогоденних реаліях України оцінка економічної ефективності заходів підвищення безпеки руху може також проводитися з використанням підходу, відомого у світовій практиці як принцип ALARP (As Low As Reasonable and Practicable) (рис. 1.13), суть якого полягає у тому, що ризик повинен бути настільки низьким, наскільки це економічно виправдано та технічно досяжне.

Принцип ALARP покладений у розробку підходу оцінки безпеки і обумовлює проходження наступних областей:

- область недопустимого ризику;
- область терпимого ризику;
- область цілком допустимого ризику;
- область можливого нехтування ризиком.

Ризик, який перевищує *недопустимий рівень* не може бути виправданий при звичайних обставинах, окрім виключних. При цьому, встановлюється максимально допустимий ризик за певних обставин. Нижче цього рівня знаходиться *область прийнятного ризику*, в якій діяльність може проводитися за умови, що ризики будуть настільки малими, наскільки це практично можливо. Він обумовлює здатність вказувати на готовність системи миритися з ризиком, оскільки це приносить певні вигоди, в той же самий час, сподіваючись на те, що ризик буде перебувати під наглядом і буде зменшений як тільки це стане можливим.

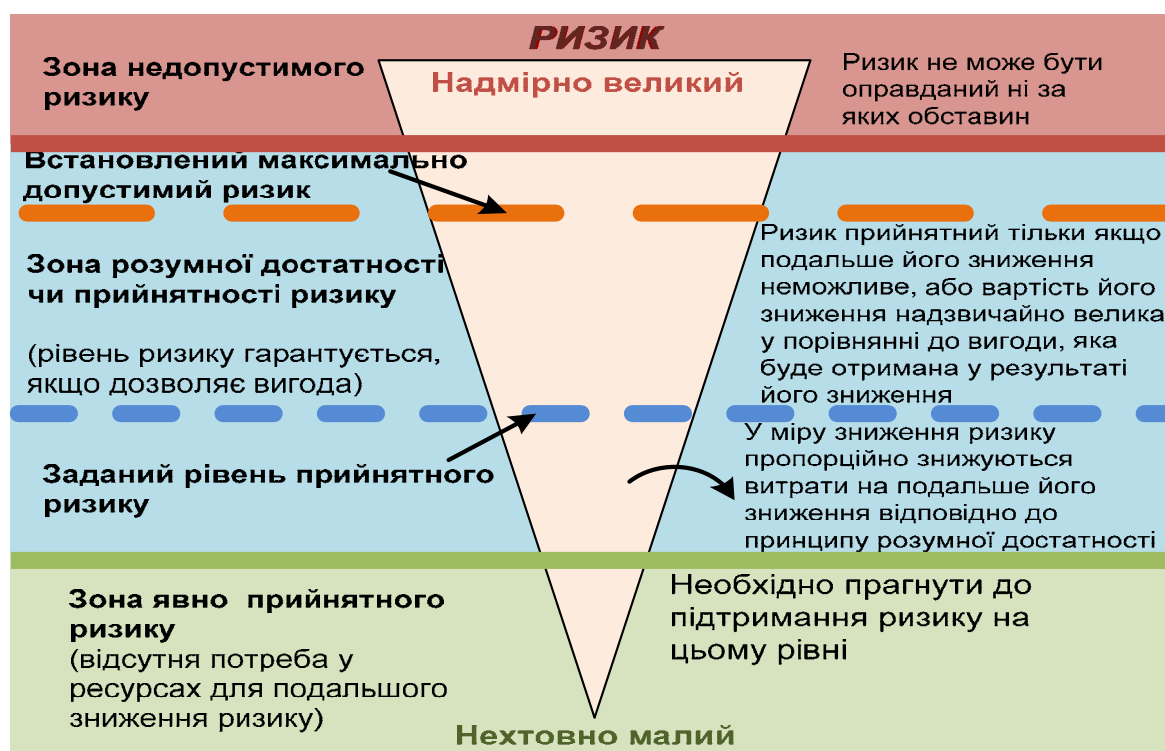


Рис. 1.13. Схема ALARP-методу

У даній ситуації існує потреба у визначенні оцінки вартості вигоди, яка може бути явною чи неявною, що дозволить визначити вартість і потребу у додаткових заходах безпеки. По мірі зменшення ризику зменшуються і витрати на подальше його зниження відповідно до принципу розумної достатності. Де значення ризику є меншим, на його зниження потрібні менші витрати. Таким чином баланс між витратами і вигодами може виявитися задовільним.

Нижче області прийнятного ризику його рівні вважаються настільки незначними, що не потребують їх подальшого зниження. Це область загально допустима, для якої ризику є малими у порівнянні з повсякденними ризиками. *Область загальної допустимості* не потребує детального опрацювання для демонстрації методу ALARP; однак потрібно спостерігати за тим, щоб ризик залишався на даному рівні. Метод ALARP може бути застосований при умові, що раніше були розглянуті і прийняті кількісні та якісні плани з мінімально допустимому ризику.

Переїзна сигналізація

2.1. Класифікація переїздів. Порядок визначення категорій переїздів

Переїздом називається перетин залізничних колій автомобільною дорогою на одному рівні. Залізничні переїзди поділяються за місцем розташування, способом управління рухом автотранспорту та інтенсивністю руху транспортних засобів через нього [44, 53, 66, 70, 75, 90, 108]. Класифікацію переїздів наведено на рис. 2.1.

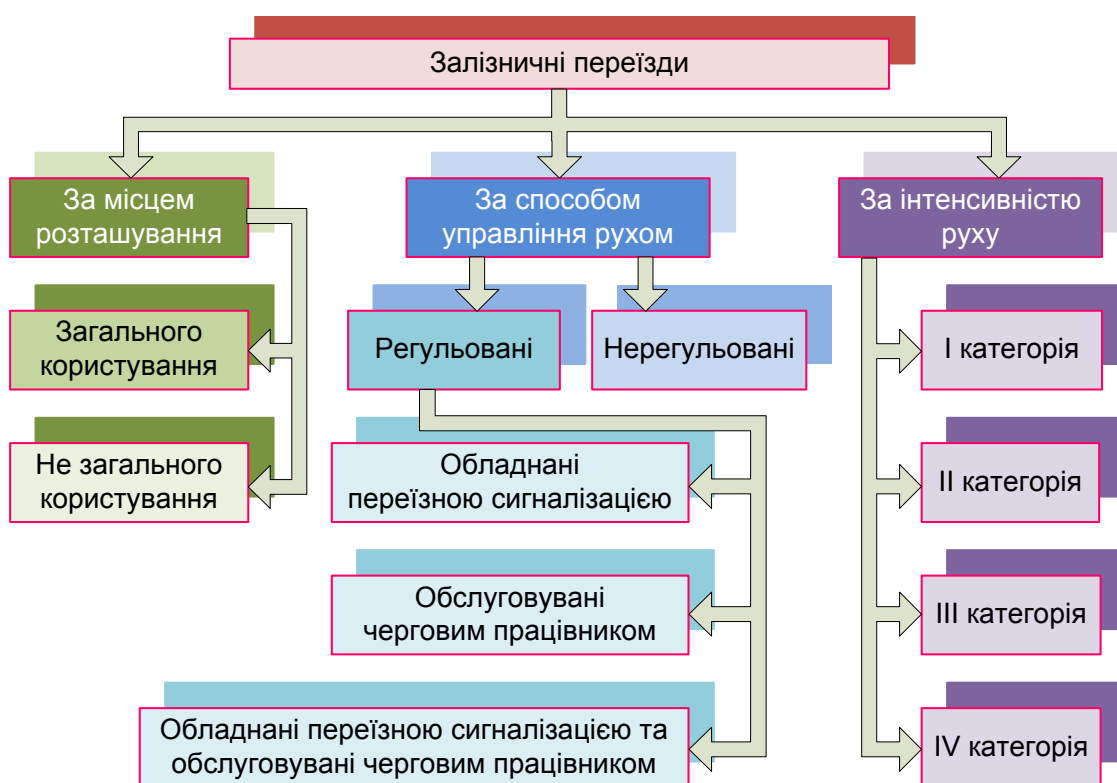


Рис. 2.1. Класифікація залізничних переїздів

За місцем розташування вони поділяються на переїзди *загального користування* (розташовані на перетині залізничних колій загального користування з автомобільними дорогами загального користування) і *не загального користування* (розташовані на перетині залізничних колій з автомобільними дорогами окремих підприємств чи організацій).

Перетин залізничних колій у межах території підприємств (складів, депо, елеваторів тощо) і станцій дорогами, призначеними для забезпечення технологічного процесу роботи даного підприємства, відносяться до технологічних проїздів та обліку як переїзди не підлягають. Безпека руху рухомого складу та транспортних засобів на них забезпечується адміністрацією підприємства.

Переїзди, **за інтенсивністю руху** ними поїздів і автотранспорту, діляться на чотири категорії.

До *I категорії* належать переїзди, які розташовані на перетинах:

- залізничних колій з інтенсивністю руху більше 16 поїзд./добу та автомобільних доріг з інтенсивністю руху більше 7 000 авт./добу (у розрахунках інтенсивності руху через переїзд поїздів та транспортних засобів береться сумарна кількість їх за добу в обох напрямках руху);
- залізничних колій з інтенсивністю руху більше 100 поїзд./добу і автомобільних доріг з інтенсивністю руху більше 3 000 авт./добу;
- залізничних колій з рухом поїздів зі швидкістю більше 120 км/год незалежно від інтенсивності руху транспортних засобів.

До *II категорії* належать переїзди, які розташовані на перетинах:

- залізничних колій з інтенсивністю руху до 16 поїзд./добу та автомобільних доріг з інтенсивністю руху більше 7 000 авт./добу;
- станційних та під'їзних колій і автомобільних доріг з інтенсивністю руху більше 7 000 авт./добу;
- залізничних колій з інтенсивністю руху 17...100 поїзд./добу і автомобільних доріг з інтенсивністю руху 3 001...7 000 авт./добу;
- залізничних колій з інтенсивністю руху більше 100 поїзд./добу і автомобільних доріг з інтенсивністю руху 1 001...3 000 авт./добу;
- залізничних колій з інтенсивністю руху більше 200 поїзд./добу і автомобільних доріг з інтенсивністю руху 201...1 000 авт./добу.

До *III категорії* належать переїзди, які розташовані на перетинах:

- залізничних колій з інтенсивністю руху до 16 поїзд./добу і автомобільних доріг з інтенсивністю руху 3 001...7 000 авт./добу;

- станційних та під'їзних колій і автомобільних доріг з інтенсивністю руху 3 001...7 000 авт./добу;
- залізничних колій з інтенсивністю руху 17...100 поїзд./добу та автомобільних доріг з інтенсивністю руху 1 001...3 000 авт./добу;
- залізничних колій з інтенсивністю руху 101...200 поїзд./добу та автомобільних доріг з інтенсивністю руху 201...1 000 авт./добу;
- залізничних колій з інтенсивністю руху більше 200 поїзд./добу і автомобільних доріг з інтенсивністю руху до 200 авт./добу.

До IV категорії належать усі інші переїзди.

Усе сказане подано у вигляді табл. 2.1. Переїзди, на яких інтенсивність руху транспорту не охоплена табл. 2.1, відносяться до IV категорії.

Таблиця 2.1

Залежність категорії переїздів від інтенсивності руху транспорту

Інтенсивність руху		Автомобілів за добу				
		до 200	201–1 000	1 001–3 000	3 001–7 000	більше 7 000
Поїздів за добу	до 16	IV	IV	IV	III	II
	17–100	IV	IV	III	II	I
	101–200	IV	III	II	I	I
	більше 200	III	II	II	I	I
Швидкість більше 120 км/год		I	I	I	I	I

Для встановлення категорій переїздів інтенсивність руху поїздів визначається з виконаного графіка руху в період найбільшої інтенсивності на ділянці, а інтенсивність руху транспортних засобів – за даними фактичних підрахунків. Визначення інтенсивності руху авто-транспортних засобів можливе також за даними дорожніх організацій. На підставі аналізу аварійності на переїздах складається перелік переїздів, на яких планується припинення або введення обслуговування черговим працівником.

За способом управління рухом переїзди поділяються на регульовані і нерегульовані. Для забезпечення безпеки руху поїздів і авто-транспортних засобів переїзди можуть обладнатися пристроями автоматичної переїздної сигналізації. При цьому залежно від інтенсивності руху по-

їздів і автотранспорту й ряду інших умов, вони можуть оснащуватися автоматичними й напіваавтоматичними шлагбаумами, а також загороджувальними бар'єрними установками.

До регульованих належать переїзди, які обладнані пристроями переїзної сигналізації або такі, що обслуговуються черговим працівником та обладнані шлагбаумами або на них встановлена система відеонагляду.

До нерегульованих належать переїзди, які не обладнані пристроями переїзної сигналізації та не обслуговуються черговим працівником. Можливість безпечного перетину таких переїздів визначається водієм транспортного засобу (пішоходом).

Обслуговування черговим встановлюється на переїздах:

I категорії: розташованих на ділянках з рухом поїздів із швидкістю більше 120 км/год; на перетинах головних колій з дорогами, якими здійснюється рух маршрутних автобусів міського та міжміського, міжрайонного сполучення;

II категорії: обладнаних переїзною сигналізацією, розташованих на ділянках з інтенсивністю руху більше 16 поїзд./добу і не обладнаних автоматичною світлофорною сигналізацією (світлофорною сигналізацією) з прозоро-білим мигаючим вогнем та автоматичним контролем несправності пристроїв переїзної сигналізації у чергового станції (поїзного диспетчера).

Переїзди, які не обладнані переїзною сигналізацією, обслуговуються черговим працівником у таких випадках:

- при перетині автомобільної дороги трьох або більше головних колій;

- переїзди з незадовільними умовами видимості, а на ділянках з інтенсивністю руху понад 16 поїзд./добу – незалежно від умов видимості;

- III категорії з незадовільними умовами видимості, які розташовані на ділянках з інтенсивністю руху понад 16 поїзд./добу, а також розташовані на ділянках з інтенсивністю руху більше 200 поїзд./добу незалежно від умов видимості.

Обслуговування черговим працівником інших переїздів не обов'язкове.

Переїзди з обслуговуванням черговим працівником обладнуються автоматичними (напіваавтоматичними) або електричними шлагбаума-

ми та запасними шлагбаумами, а з обслуговуванням на певний час – механічними або горизонтально-поворотними шлагбаумами.

На переїздах, які експлуатуються на залізницях України, не допускається відкриття трамвайного та тролейбусного руху, а відкриття автобусного руху можливе тільки з дозволу начальника залізниці за умови облаштування переїзду переїзною сигналізацією.

Проблема залізничних переїздів – джерел підвищеної небезпеки для поїздів і автомобільного транспорту є актуальною для всіх промислово розвинених країн. При розробці схем розвитку транспортних мереж України одночасно вирішуються питання заміни існуючих перехрещень з автомобільними дорогами в одному рівні шляхопроводами. За наявності шляхопроводів, проїздів під штучними спорудами на відстані не більше 5 км, переїзди закривають.

2.2. Загальні відомості, улаштування та обладнання залізничних переїздів

Залізничні переїзди – місця перетину на одному рівні залізниць із автомобільними дорогами, а іноді з міськими вулицями, обладнуються пристроями сигналізації, які служать для своєчасного попередження водіїв транспортних засобів, які знаходяться на автодорожніх підходах до переїзду про наближення до нього поїзда. Крім того, засоби переїзної сигналізації повинні забезпечувати можливість подачі поїзду сигналу зупинки у випадку аварійної ситуації на переїзді.

Усе обладнання переїздів повинно відповідати Правилам дорожнього руху, Правилам технічної експлуатації залізниць України, Інструкції з улаштування та експлуатації залізничних переїздів. Переїзди повинні розташовуватися на прямих ділянках колії та автомобільних доріг за межами виїмок та місць, де не забезпечуються достатні умови видимості.

Згідно цих нормативних документів перетин залізничних колій з автомобільними дорогами повинен виконуватися переважно під прямим кутом. При неможливості виконання цієї умови гострий кут між коліями та автомобільною дорогою має бути не менше 60 градусів. Діючі переїзди, розташовані під більш гострим кутом, повинні перевлаштовуватися одночасно з реконструкцією автомобільної до-

роги, вулиці. Забороняється влаштування переїздів через станційні колії, де здійснюється організоване приймання та відправлення або неперервний рух поїздів. Такі переїзди необхідно закривати або переносити на перегін. Автомобільна дорога у поздовжньому профілі протягом не менше 10 м від крайньої рейки у обидва боки від переїзду повинна мати горизонтальну площадку. Поздовжній ухил підходів автомобільної дороги до переїзду протягом не менше 20 м перед горизонтальною площадкою повинен бути не більше 30 про-міле. У складних умовах (гірські райони, вулиці тощо) профіль автомобільної дороги на підходах до переїзду може бути інди-відуальним та обов'язково узгодженим із Державтоінспекцією та шляхово-експлуатаційними або іншими власниками доріг.

На переїздах, які розташовані на головних коліях, повинна бути забезпечена водіям транспортних засобів на відстані 50 м від крайньої рейки видимість поїзда, що наближається з будь-якого боку за 400 м від переїзду. Для поїздів задовільною є видимість, за умовами якої машиніст поїзда, що наближається, міг бачити середину переїзду на відстані 1 000 м. При незадовільних умовах видимості для водіїв транспортних засобів або машиністів поїздів перед переїздами без чергового працівника встановлюються додаткові сигнальні та відповідні дорожні знаки.

Огородження переїздів з боку автомобільних доріг здійснюється шляхом подачі у момент наближення поїзда до переїзду оптичних і акустичних сигналів, які, в ряді випадків, доповнюються механічним загородженням – шлагбаумом, а то й навіть захисними бар'єрними установками (ЗБУ). Залежно від умов роботи переїзд може бути оснащений наступними пристроями:

- автоматичною світлофорною сигналізацією;
- автоматичною світлофорною сигналізацією з автоматичними (напіваавтоматичними) шлагбаумами;
- захисними бар'єрними установками;
- автоматичною сповіщальною сигналізацією з неавтоматичними шлагбаумами;
- загороджувальною сигналізацією.

Неавтоматичні шлагбауми управляються за допомогою ручних механічних приводів або електричних з дистанційним управлінням.

На переїздах, обладнаних автоматичною переїзною сигналізацією може передбачатися встановлення пристроїв відео-нагляду проїжджої частини переїзду та автодороги.

Автоматична світлофорна переїзна сигналізація. На автомобільних дорогах перед переїздами, обладнаними автоматичною світлофорною переїзною сигналізацією, встановлюються світлофори з двома горизонтально розташованими та по чергово мигаючими червоними вогнями, які сигналізують: горить червоний вогонь – рух автодорожніх транспортних засобів заборонений; червоний вогонь не горить – рух автодорожніх транспортних засобів дозволяється тільки після того, коли водій переконається у відсутності поїзда, який наближається до переїзду.

Світлофори встановлюються з правого боку відповідно до напрямку руху транспортних засобів (рис. 2.2). У окремих випадках (умови видимості, інтенсивність руху) на протилежному боці дороги можуть встановлюватися додаткові переїзні світлофори, які повторюють показання основних переїзних світлофорів.

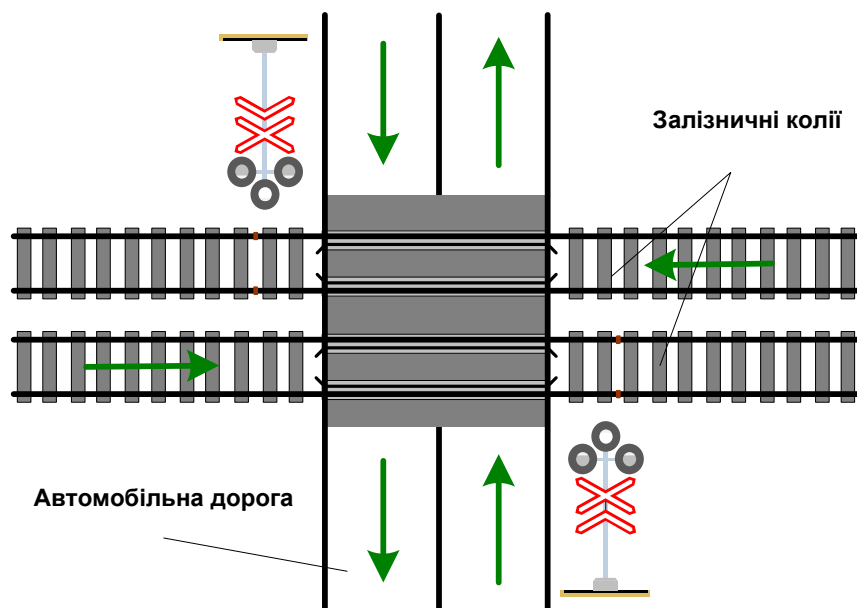


Рис. 2.2. Переїзд зі світлофорною сигналізацією

Автоматична світлофорна сигналізація із двома сигнальними головками, що має два стани (червоні сигнальні вогні, які по чергово горять або не горять), не дає змоги інформувати водіїв транспортних

засобів про несправний стан сигналізації. На переїзному світлофорі червоні вогні можуть бути вимкнені у двох випадках – через відсутність поїздів на ділянках наближення до переїзду або внаслідок несправного стану самої сигналізації. Тому на відповідальних переїздах, які не охороняються, з значними розмірами руху поїздів і автотранспортних засобів, з метою посилення безпеки їх проходження застосовується автоматична світлофорна сигналізація з додатковою третьою сигнальною головою з прозоро-білим миготливим вогнем.

Така світлофорна сигналізація з двома поперемінно мигаючими червоними вогнями і одним прозоро-білим мигаючим вогнем, сигналізує: горить червоний вогонь, прозоро-білий вогонь не горить – рух транспортних засобів заборонено; горить прозоро-білий мигаючий вогонь, червоний не горить – рух транспортних засобів дозволено, переїзна сигналізація справна; червоний і прозоро-білий вогні не горять – переїзна сигналізація вимкнена або несправна – рух транспортних засобів дозволено тільки після того, як водій переконається, що до переїзду не наближається поїзд або інша рухома одиниця залізничного транспорту.

Коли до переїзду наближається поїзд, вогні переїзних світлофорів починають горіти поперемінно червоним миготливим світлом, що для водіїв транспортних засобів означає сигнал «стій» – рух через переїзд заборонений. Одночасно з горінням миготливих червоних вогнів світлофорів дзвенять електричні дзвінки, установлені на щоглах переїзних світлофорів. Після проходження поїзда через переїзд вогні світлофорів гаснуть, а дзвінки вимикаються – заборона для руху транспортних засобів через переїзд знята. На залізничних переїздах, які розташовані на перегонах, поза межами станцій крім світлофорних головок червоного кольору (почергове горіння яких забороняє рух через залізничний переїзд) може бути встановлена світлофорна головка білого кольору миготіння якої свідчить про те, що автоматична переїзна сигналізація справна і до переїзду не наближається поїзд.

Червоний вогонь на переїзному світлофорі є сигналом особливої небезпеки, проїжджати його за будь-яких умов недопустимо.

Виїзд на переїзд можливий за відсутності миготливих червоних сигналів на світлофорі та миготіння білого сигналу. Якщо білий сигнал на світлофорі не горить, або відсутній то виїзд у межі залізничного переїзду вимагає від водіїв транспортних засобів особливої

пильності. Вони повинні до в'їзду на переїзд візуально переконатися у відсутності поїздів, які наближаються до переїзду. У зв'язку із цим потрібно забезпечити хорошу видимість залізничних колій в обидва боки від переїзду. Видимість вважається задовільною, якщо із транспортного засобу, що перебуває на відстані 50 м і менше від залізничної колії поїзд, який наближається з будь-якого боку, видно із віддалі не менше ніж 400 м, а машиністові видимість переїзду відкривається на відстані не менше 1 000 м [44, 66].

Автоматична світлофорна сигналізація повинна бути відрегульована таким чином, щоб початок подавання сигналу зупинки в бік автомобільної дороги забезпечував необхідний термін для звільнення переїзду транспортними засобами. При цьому на переїздах, що розташовані на перегоні, червоні мигаючі вогні на переїзних світлофорах та звукова сигналізація для сповіщення пішоходів вмикаються, а місячно-білі мигаючі вогні (при їх наявності) гаснуть з моменту подачі сповіщення при вступі поїзда на ділянку наближення. Вимкнення червоних мигаючих вогнів та увімкнення місячно-білих мигаючих вогнів (за їх наявності) відбувається після звільнення переїзду поїздом.

Автоматична світлофорна сигналізація з автоматичними або напівавтоматичними шлагбаумами. На переїздах, обладнаних автоматичною світлофорною сигналізацією з автоматичними (напівавтоматичними) шлагбаумами (рис. 2.3), червоні мигаючі вогні на переїзних світлофорах вмикаються аналогічно, як на переїздах з автоматичною світлофорною сигналізацією. Однак, у цьому випадку, на додаток до переїзних світлофорів рух транспортних засобів, із певною затримкою, перекривається брусом шлагбаума. Якщо поїзди відсутні, брус шлагбаума перебуває у вертикальному положенні та не перешкоджає руху транспортних засобів через переїзд. При наближенні поїзда через час, визначений розрахунком, бруси шлагбаумів опускаються в горизонтальне положення. У горизонтальному (загороджувальному) положенні брус шлагбаума розташовується на висоті 1,00...1,25 м від поверхні дороги. При повному звільненні переїзду поїздом загороджувальні бруси автоматичних шлагбаумів підіймаються, після чого червоні вогні на переїзних світлофорах вмикаються.

Шлагбаум – пристрій для перекриття проїжджої частини автомобільної дороги й припинення руху транспортних засобів (учасників дорожнього руху) через залізничний переїзд. Складається із загороджувального бруса та приводу. При облаштуванні залізничного переїзду світлофорною сигналізацією шлагбауми є пристроями, які огорожують залізничний переїзд від несанкціонованого проїзду транспортних засобів (проходу учасників дорожнього руху).

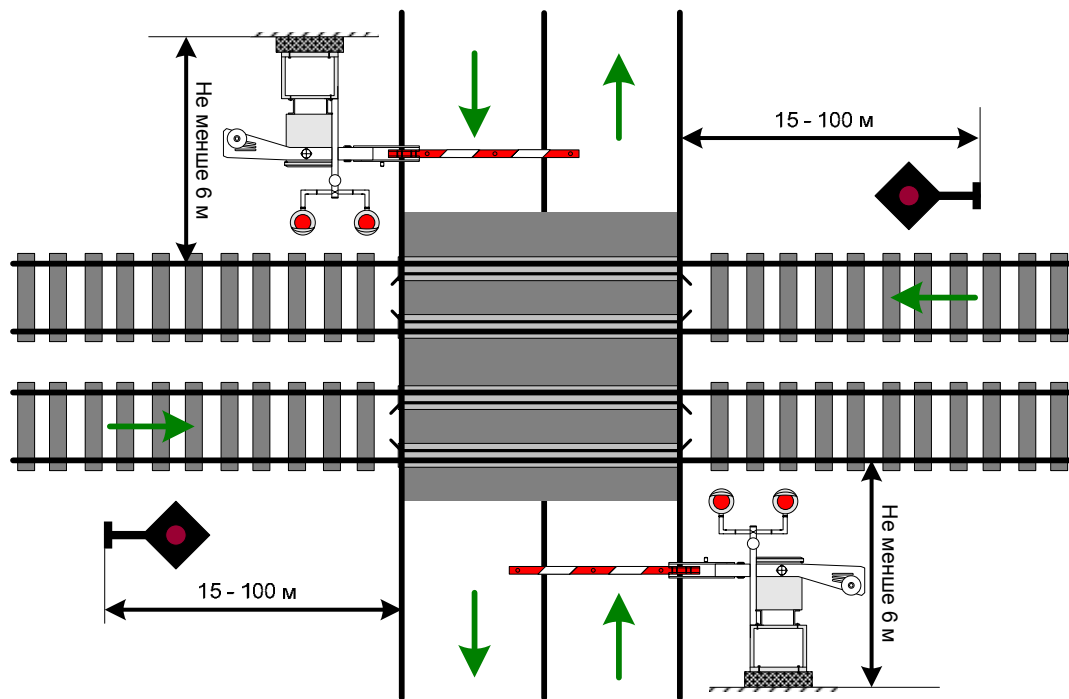


Рис. 2.3. Установка автоматичних шлагбаумів

Залежно від способів приведення в дію шлагбауми поділяються на наступні типи:

- автоматичні – переведення загороджувальних брусів шлагбаумів у закрите (горизонтальне) положення здійснюється автоматично через розрахунковий час після вступу поїзда на ділянку наближення та увімкнення червоних сигналів (вогнів) переїзних світлофорів. Шлагбауми переводяться у відкрите (вертикальне) положення також автоматично після звільнення залізничного переїзду поїздом. При цьому червоні сигнали (вогні) переїзних світлофорів вимикаються;
- напівавтоматичні – переведення загороджувальних брусів шлагбаумів у закрите (горизонтальне) положення здійснюється автоматично при вступі поїзда на ділянку наближення або при відкритті

сигналу поїзду та замиканні маршруту або шляхом натискання спеціальної кнопки черговим станції. Відкриття загороджувальних брусів шлагбаумів (переведення їх у вертикальне положення) здійснюється шляхом натискання спеціальної кнопки черговим на переїзді;

- електричні шлагбауми – переведення загороджувальних брусів шлагбаумів у закрите (горизонтальне) положення здійснюється черговим по переїзду після одержання сигналу сповіщення шляхом натискання спеціальної кнопки. Відкриття загороджувальних брусів шлагбаумів (переведення їх у вертикальне положення) здійснюється черговим по переїзду шляхом повернення цієї кнопки у вихідне положення після звільнення залізничного переїзду поїздом;

- механізовані – шлагбауми володіють механічним приводом, за допомогою якого черговий по переїзду вручну переводить загороджувальні бруси у відкрите (вертикальне) або закрите (горизонтальне) положення;

- горизонтально-поворотні – загороджувальні бруси у відкритому положенні розташовуються паралельно до проїжджої частини автомобільної дороги. Для припинення руху транспортних засобів черговий по переїзду (або інший працівник, який виконує його обов'язки) перекриває проїжджу частину автомобільної дороги загороджувальними брусами, переміщаючи їх вручну.

На переїздах, які обладнані автоматичними, напівавтоматичними або електричними шлагбаумами, горизонтально-поворотні шлагбауми є запасними.

Бруси автоматичних (напівавтоматичних) та електричних шлагбаумів повинні перекривати не менше половини проїжджої частини автомобільної дороги з правого боку відповідно до руху транспортних засобів на переїздах з шириною проїжджої частини до 9 м та не менше двох третин на переїздах з шириною проїжджої частини 9 м і більше. При цьому ширина не перекритої частини лівого боку проїжджої частини автодороги має бути у межах 3,0...3,5 м. Довжина бруса шлагбаума визначається при проектуванні пристроїв автоматики для залізничних переїздів. Перекриття дороги не повністю, дозволяє дати можливість транспортним засобам безперешкодно виїхати з переїзду, якщо за час перебування його на переїзді поїзд, що наближається, вступив на ділянку наближення, увімкнулася автоматична сигналізація та опустилися бруси шлагбаумів.

Загороджувальний брус для кращої видимості пофарбований червоними та білими смугами. Раніше загороджувальні бруси оснащувалися трьома електричними ліхтарями із червоними вогнями, спрямованими убік автомобільної дороги. Ліхтарі розміщувалися на кінці посередині та в основі бруса. Кінцевий ліхтар був двосторонній. Білий його вогонь, спрямовувався убік залізничної колії та запобігав у нічний час наїзду транспортними засобами, що виїжджають із переїзду, на загороджувальний брус. Цей ліхтар при горизонтальному положенні бруса горів постійно. Інші два горіли миготливими вогнями. Зараз замість ліхтарів на брусах шлагбаумів встановлюють елементи, які відбивають світло, або почергові смуги наносять фарбою, яка відбиває світловий потік. Ширина смуг – 500...600 мм. Кінець загороджувального бруса повинен мати червону смугу завширшки 250...300 мм.

Брус шлагбаума при наближенні поїзда до переїзду опускається не відразу після початку роботи сигналізації, а після закінчення певного часу, який визначається розрахунком і достатній для проїзду за шлагбаум екіпажа, що в момент увімкнення сигналізації перебував близько від шлагбаума й водій міг не побачити червоних вогнів світлофора.

При горизонтальному положенні загороджувального бруса продовжують горіти вогні на переїзному світлофорі, а електричний дзвінок вимикається. Після проходження переїзду поїздом брус шлагбаума піднімається у вертикальне положення, вогні на світло-форі гаснуть. Світлова головка із прозоро-білим вогнем на світло-форі із шлагбаумом не встановлюється.

Автоматичні шлагбауми на додаток до пристроїв, які забезпечують їхню автоматичну роботу при русі поїзда, обладнуються засобами (у тому числі кнопками) неавтоматичного управління. Кнопки розміщуються на щитку управління, місце встановлення якого (звичай зовнішня стіна будинку переїзного поста) вибирається так, щоб черговий, перебуваючи біля щитка, міг добре проглядати як колії підходу поїздів, так і автодорогу із транспортними засобами.

На щитку управління шлагбаумом установлені кнопки:

- закриття шлагбаума – двопозиційна, з фіксацією положення;
- відкриття шлагбаума – двопозиційна без фіксації положення;
- кнопка увімкнення загороджувальної сигналізації – двопозиційна, з фіксацією положення, нормально опломбована.

Крім того, на щитку розміщуються лампочки із червоним або білим світлофільтрами:

- контролю появи поїздів на підходах до переїзду у вигляді вказівників напрямку руху поїзда;
- контролю стану сигнальних ламп і електричних кіл загороджувальних світлофорів.

У конструкції сучасних щитків сигналізації замість лампочок із світлофільтрами використовують світлодіодні індикатори, завдяки чому знижується споживання енергії та збільшується термін служби індикаторів.

Шляхом натисканням кнопки «Закриття шлагбаума» черговий по переїзду, за потреби, може ввімкнути переїзну сигналізацію, яка в цьому випадку працює так само, як і при підході поїзда до переїзду. Після натискання кнопки загоряються вогні на переїзних світлофорах і загороджувальних брусах та вмикається електричний дзвінок. Через 5...10 с починають опускатися загороджувальні бруси, а, коли вони приймуть горизонтальне положення, вимикається дзвінок. Після повернення (витягування) кнопки «Закриття шлагбаума» у нормальне положення бруси шлагбаума піднімаються у вертикальне положення, червоні вогні світлофорів і на брусах гаснуть.

У випадку пошкодження системи автоматичного управління (наприклад, рейкових кіл) шлагбауми залишаються у закритому положенні. У цьому випадку за відсутності поїздів на підході черговий по переїзду може пропустити автотранспорт через переїзд. Для цього він повинен натиснути кнопку «Відкриття шлагбаума», бруси шлагбаумів піднімуться у вертикальне положення та погаснуть червоні вогні на світлофорах і брусах. Кнопку «Відкриття шлагбаума» необхідно утримувати натиснутою доти, поки транспорт не проїде шлагбаум. З відпусканням кнопки шлагбауми повертаються у закрите положення.

На залізничних переїздах у межах станції відкриття напівавтоматичних шлагбаумів та вимкнення мигаючих червоних вогнів на переїзних світлофорах виконується черговим по переїзду шляхом натискання кнопки «Відкриття–підтримання бруса шлагбаума» після звільнення переїзду поїздом.

Переїзні світлофори з автоматичними (напівавтоматичними) та електричними шлагбаумами при довжині бруса шлагбаума до 4 м встановлюються на відстані не менше 6 м, а при довжині бруса шлаг-

баума 6 і 8 м – відповідно на відстані не менше 8 і 10 м від крайньої рейки. При встановленні переїзного світлофора і шлагбаума на різних основах шлагбауми встановлюються за світлофором на узбіччі автодороги. За відсутності шлагбаумів переїзні світлофори повинні встановлюватися на відстані не менше 6 м від крайньої рейки.

При встановленні переїзних світлофорів слід урахувати, що місце установки сигналу повинне забезпечувати його видимість з боку автотранспорту та не збільшувати довжину переїзду (відстань між сигналами, які огорожують переїзд по обидва боки), оскільки зі збільшенням довжини переїзду збільшується час його заняття транспортом та знижується його пропускна здатність.

Раніше на залізницях застосовувалися шлагбауми, які перекривали усю проїжджу частину дороги. На даний час, відповідно до типових проектних рішень, застосовуються шлагбауми, які перекривають половину дороги. Однак вони володіють і певним недоліком. Деякі водії автотранспорту на малодіяльних автомобільних дорогах, коли немає достатнього нагляду за рухом транспортних засобів, зневажають небезпекою та, об'їжджаючи загороджувальні бруси шлагбаумів, виїжджають у межі переїзду. Крім того, на переїздах двоколійних залізниць при наближенні двох зустрічних поїздів до переїзду, коли один поїзд звільнив переїзд, а інший тільки вступив на ділянку сповіщення, недосвідчені водії автотранспорту сигналізацію, яка в цей час продовжує працювати, сприймають як її пошкодження та, об'їжджаючи брус напівшлагбаума, прагнуть виїхати на залізничний переїзд.

Ці обставини змушують на переїздах перекривати шлагбаумами автодороги повністю шляхом встановлення додаткових шлагбаумів. Перекриття всієї проїжджої частини дороги здійснюється у обох напрямках руху транспорту. В першу чергу додатковими шлагбаумами обладнуються переїзди з автобусним рухом. Додаткові шлагбауми встановлюються на одній осі з основними (зліва від дороги за напрямком руху транспортних засобів) і повинні разом з основними шлагбаумами повністю перекривати проїжджу частину автодороги. При опущених брусах обох шлагбаумів ділянка проїжджої частини автодороги, що не перекривається, повинна бути не більше 1,0 м. Також, при повному перекритті проїжджої частини, допускається зміщення додаткових шлагбаумів відносно осі основних шлагбаумів не більше

0,5 м. Додаткові шлагбауми переїзними світлофорами не обладнуються.

Для створення найбільш сприятливих умов виїзду автотранспорту з переїзду при наближенні поїзда першими закривають основні шлагбауми, а потім додаткові.

Обладнання діючих залізничних переїздів пристроями переїзної автоматики з використанням основних та додаткових автоматичних (півавтоматичних) шлагбаумів для повного перекриття проїжджої частини автомобільної дороги в обох напрямках руху повинно здійснюватися у плановому порядку в першу чергу переїздів з автобусним рухом.

Загороджувальна бар'єрна установка. При будівництві нових та реконструкції діючих залізничних ліній чи переїздів, у разі необхідності, можливе встановлення загороджувальних бар'єрних установок, які повинні разом зі шлагбаумами перекривати проїжджу частину автодороги.

Загороджувальна бар'єрна установка (рис. 2.4) [100, 106] – пристрій, що запобігає в'їзду транспортних засобів на переїзд при закритих автоматичних (напівавтоматичних) шлагбаумах та увімкнених червоних мигаючих вогнях на переїзних світлофорах.



Рис. 2.4. Загороджувальна бар'єрна установка

Підйом кришок загороджувальної бар'єрної установки здійснюється автоматично після опускання шлагбаумів, з витримкою часу для проходження транспортних засобів та з перевіркою відсутності над нею транспортних засобів. Опускання кришок здійснюється після проходження поїзда за переїзд. Піднімання брусів шлагбаумів здійснюється з контролем опущеного положення кришок відповідних загороджувальних установок у напрямку руху транспортних засобів.

До складу загороджувальної бар'єрної установки входять: загороджувальні плити, електроприводи управління плитами, датчики виявлення транспортного засобу над плитами, шафу управління установкою, щиток та кабельні мережі.

Переїзні сигнали та шлагбауми, які огорожують переїзд, доповнюють автодорожніми знаками. Перед переїздом без шлагбаумів на відстані 50...100 м від крайньої рейки залізничної колії, яку перетинає дорога повинні встановлюватися попереджувальні знаки 1.28 (рис. 2.5, *a*) «Залізничний переїзд без шлагбаума» (основний і дублюючий – відповідно справа і зліва відносно напрямку руху автомобільною дорогою). Поза межами населених пунктів встановлюється по дві пари знаків 1.28: перша пара знаків (основний і дублюючий) встановлюються на віддалі 150...300 м, а друга – на віддалі 50...100 м від крайньої рейки залізничної колії, яку перетинає дорога. Крім цього, у разі наявності на переїзді світлофорної сигналізації на одній опорі із світлофором, а у разі її відсутності – на відстані не меншій ніж 20 м від найближчої рейки безпосередньо перед переїздом встановлюються знаки 1.29 «Одноколійна залізниця» (рис. 2.5, *b*) або 1.30 «Багатоколійна залізниця» (рис. 2.5, *c*), які позначають не обладнаний шлагбаумом переїзд через залізницю з однією та двома і більше коліями відповідно. Перед переїздами, обладнаними шлагбаумами, в межах та поза межами населених пунктів, на тих самих відстанях встановлюються пари попереджувальних знаків 1.27 «Залізничний переїзд із шлагбаумом» (рис. 2.5, *d*).

Поза межами населених пунктів додатково попереджують водіїв транспортних засобів про наближення до залізничного переїзду шляхом встановлення основних 1.31.1 (рис. 2.5, *e*), 1.31.2 (рис. 2.5, *f*), 1.31.3 (рис. 2.5, *g*) та додаткових 1.31.1 (рис. 2.5, *h*), 1.31.2 (рис. 2.5, *i*), 1.31.3 (рис. 2.5, *k*) знаків «Наближення до залізничного переїзду». Основні знаки встановлюються на правій, а дублюючі – на лівій за напрямом руху транспортного засобу обочині проїжджої частини.

Знак 1.31.1 устано­влюється з першим (головним) за ходом руху знаком 1.27 або 1.28, знак 1.31.4 – з дублюючим, який встановлюється на лівому боці проїжджої частини. Ці знаки устано­влюються на відстані 150...300 м від крайньої рейки залізничної колії, яку перетинає дорога. Знаки 1.31.3 і 1.31.6 устано­влюються з другим знаком 1.27 або 1.28, на відстані 50...100 м від крайньої рейки залізничної колії, яку перетинає дорога. Знаки 1.31.2 і 1.31.5 – самостійно (на рів­номірній відстані між першим і другим знаком 1.27 або 1.28).

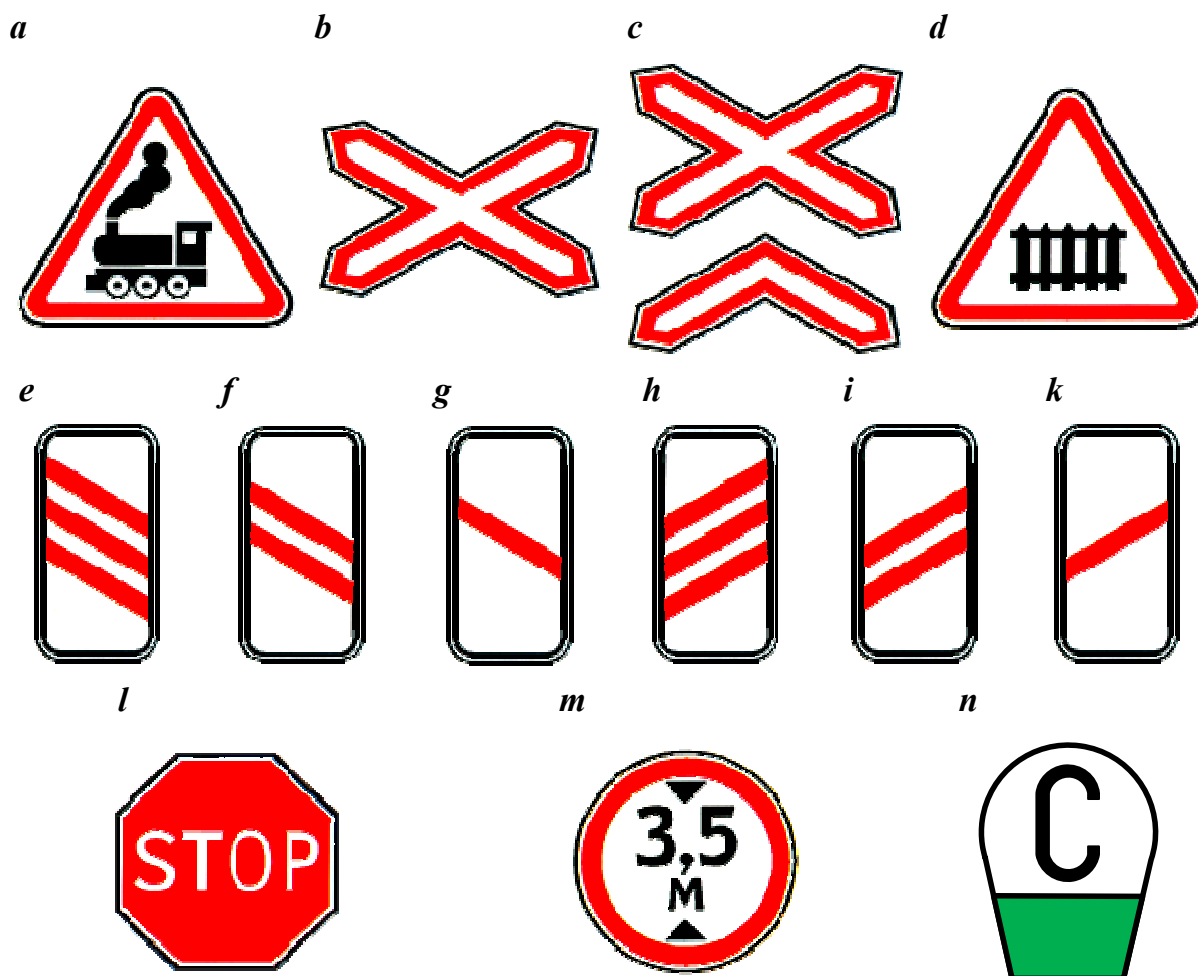


Рис. 2.5. Дорожні знаки, які встановлюються перед залізничними переїздами

При незадовільній видимості поїздів, які наближаються, перед переїздами без чергового встановлюється дорожній знак 2.2 «Проїзд без зупинки заборонено» (рис. 2.5, *l*). Також цей знак може бути встановлений перед переїздами без чергового на час проведення ремонтних робіт. У інших випадках встановлення цього знаку не допускається.

Потреба у встановленні цього знаку визначається представниками Державтоінспекції, дорожньої організації та дистанції колії або власником переїзду, а його установлення здійснює власник колії.

На електрифікованих ділянках з обох боків переїзду повинні бути встановлені дорожні знаки 3.18 «Рух транспортних засобів, висота яких перевищує ... м, заборонено» (рис. 2.5, *m*) з цифрою на знаку «4,5 м» на відстані не менше 5 м до шлагбаумів, а при їх відсутності – не менше 14 м від крайньої рейки.

При двосторонньому русі транспортних засобів через залізничний переїзд, з метою виключення руху транспортних засобів у об'їзд загороджувальних брусів шлагбаумів, віссю проїжджої частини та між смугами попутного напрямку автомобільної дороги з удосконаленим покриттям протяжністю 100 м від шлагбаумів, а там, де їх нема, від крайньої рейки наноситься горизонтальна розмітка 1.1 (вузька суцільна лінія), а також розмітка 1.12 (Стоп-лінія) шириною 0,4 м, яка наноситься перед залізничними переїздами на відстані не менше 10 м від крайньої рейки, або 4 м від шлагбаума.

На підходах до переїздів зі сторони залізничної колії переїзди огороджуються постійними попереджувальними сигнальними знаками «С» (рис. 2.5, *n*) про подавання машиністами поїздів свистка. Сигнальні знаки «С» встановлюються справа відповідно до напрямку руху поїздів на відстані 500...1 500 м, а на переїздах, де рухаються поїзди із швидкістю понад 120 км/год, – на відстані 800...1 500 м від переїздів. Перед переїздами без чергового з незадовільними умовами видимості, крім того, повинні встановлюватися додаткові сигнальні знаки «С» на відстані 250 м від переїзду (на перегонах, де рухаються поїзди зі швидкістю понад 120 км/год, – на відстані 400 м).

Проїжджа частина переїзду складається з настилу та під'їздів. Ширина проїжджої частини переїзду повинна відповідати ширині проїжджої частини автомобільної дороги, але становити не менше 6 м.

Настил переїздів може бути залізобетонної, дерев'яної, гумово-кордової та іншої конструкції, що визначається узгодженим в установленому порядку проектом, типи настилів наведено на рис. 2.6.

Настили з гумово-кордового покриття улаштовують на одному рівні з головками рейок, при цьому проїзд гусеничних транспортних засобів через переїзд без вжиття заходів щодо попередження порушення роботи рейкових кіл не допускається.

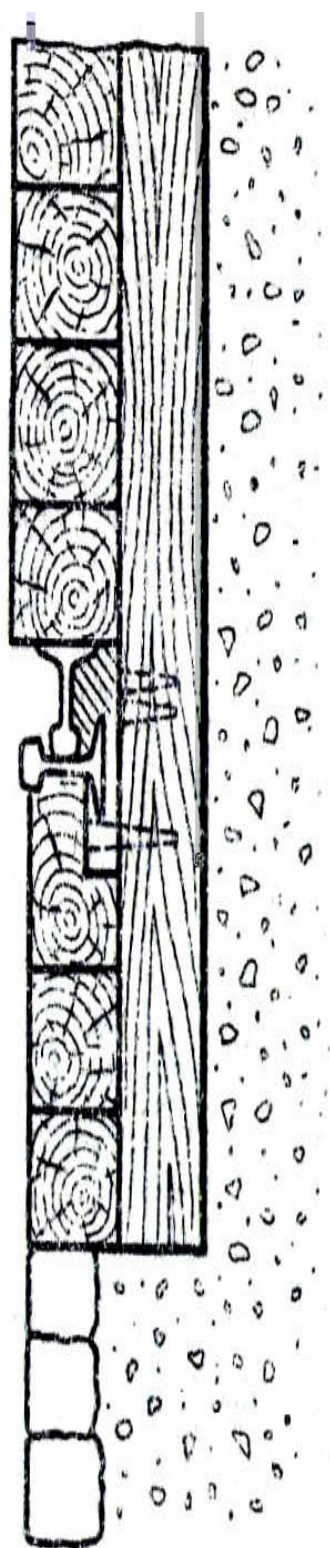
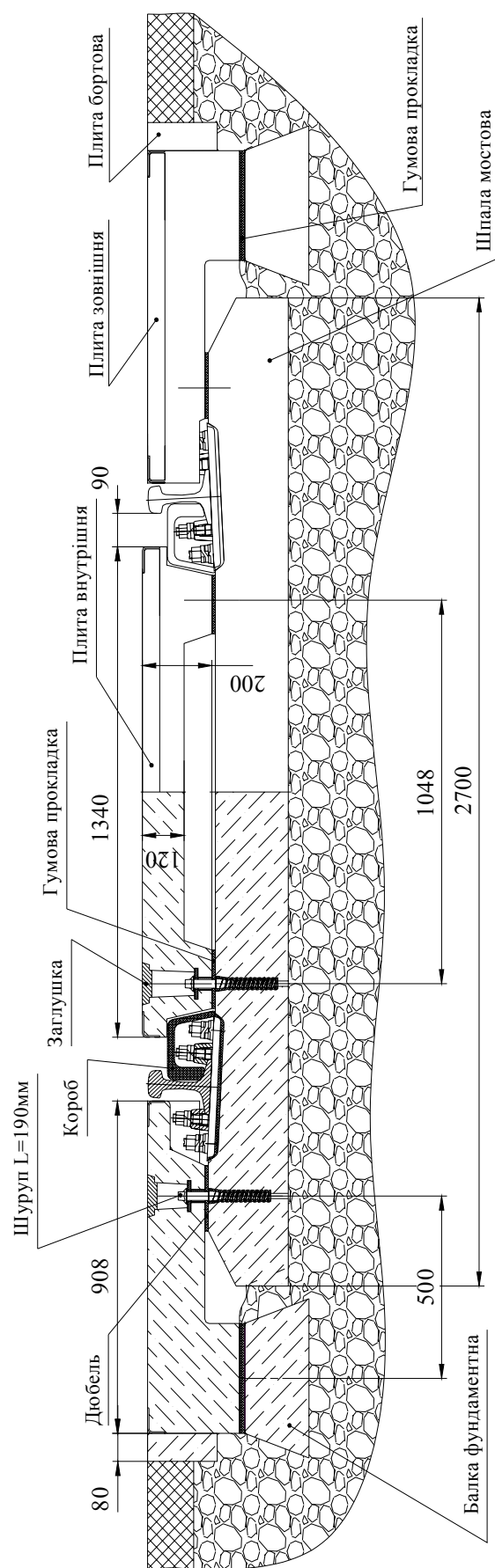
a*b*

Рис. 2.6. Типи настилів переїздів:

a – з дерев'яних брусів; *b* – із залізобетонних плит

с

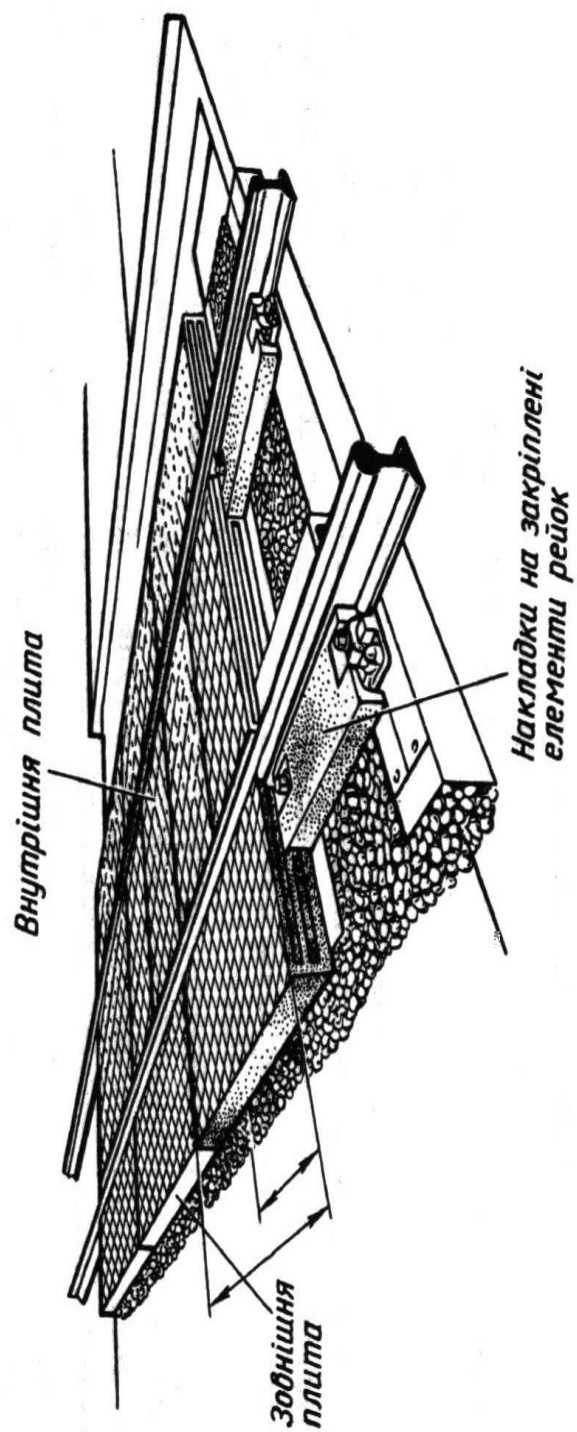


Рис. 2.6. Типи настилів переїздів (закінчення):

с – із гумових плит

Переїзні настили дерев'яної конструкції повинні замінюватись під час капітального ремонту переїздів на залізобетонні, гумово-кордові або інші. У середині колії переїзні настили повинні бути захищені відбійними брусами. Колії під настилом можуть укладатися як на дерев'яних, так і залізобетонних шпалах. Із зовнішнього боку колії настил влаштовується на одному рівні з верхом головки рейки, у середині колії він повинен бути не вище 40 мм від головки рейки.

На переїздах із черговим у середині кожної колії влаштовується пристосування для встановлення переносних сигналів зупинки поїзда (щита червоного кольору та ліхтаря з червоним вогнем), а також обладнання для визначення нижньої негабаритності в поїздах (рис. 2.7), яке встановлюється перед переїзним настилом на дерев'яній або між залізобетонними шпалами.

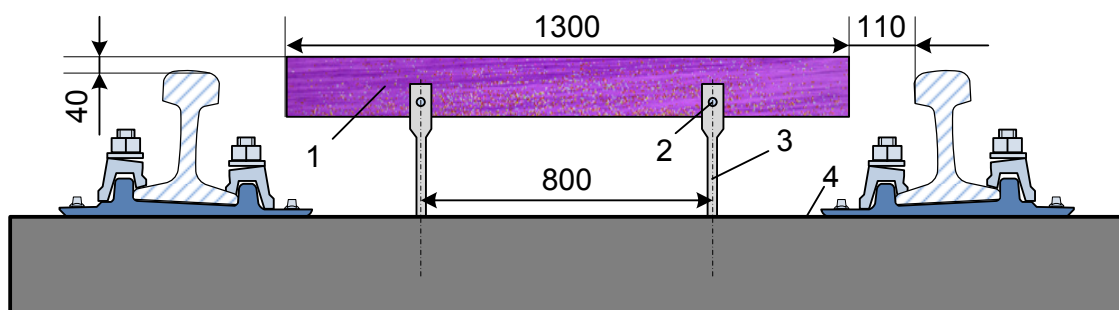


Рис. 2.7. Обладнання для виявлення нижньої негабаритності в поїздах:

1 – дерев'яна планка розміром 140×1300×15; 2 – болт або валик;

3 – металевий штир; 4 – шпала

Для забезпечення безперешкодного проходження реборди коліс рухомого складу залізничного транспорту в межах настилу вкладаються контррейки, спеціальні бруси або інші пристосування, при цьому ширина жолоба повинна бути в межах 75...110 мм, глибина – не менше 45 мм.

На відстані не менше ніж 2,5 м від крайньої рейки на узбіччі автодороги розташовуються сигнальні огорожування (стовпчики) висотою 0,75...0,80 м, їх відстань від брівки земляного полотна та від краю проїжджої частини повинна становити відповідно не менше 0,35 м і не менше 0,75 м, а відстань між осями стовпчиків – 1,5 м. У місцях систематичного масового прогону худоби на переїздах встановлюються перила або елементи огорожування із залізобетону, дерева або металу заввишки 0,8...1,2 м, а до механізованих шлагбаумів

підвішуються загороджувальні сітки. Кількість стовпчиків, перил чи іншої огорожі залежить від висоти насипу і визначається проектом.

Переїзди з інтенсивністю пішохідного руху більше 100 чол./год, а також переїзди, які розташовані у населених пунктах, повинні обладнуватися пішохідними доріжками, тротуарами та звуковою сигналізацією, яка вмикається при подачі сповіщення про наближення до переїзду поїзда, а вимикається при відсутності даного сповіщення.

На рис. 2.8 наведено приклад облаштування переїзду з автоматичною переїзною сигналізацією із автоматичними шлагбаумами та розміщеними знаками.

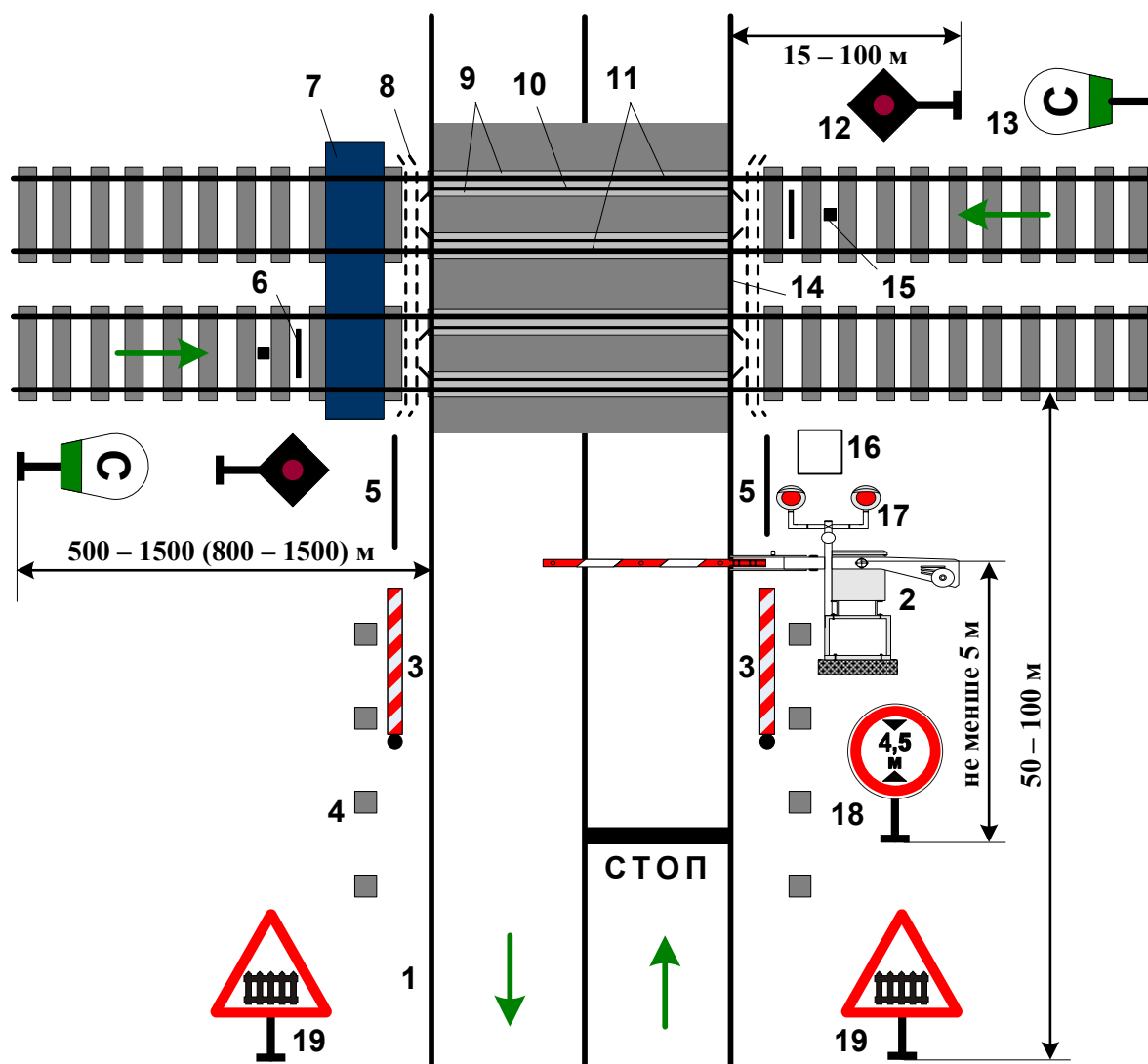


Рис. 2.8. Схема облаштування переїзду з шлагбаумами в населених пунктах

На рис. 2.8 позначено: 1 – край проїжджої частини автомобільної дороги; 2 – автоматичний або електричний шлагбаум; 3 – запасні горизонтально-поворотні шлагбауми; 4 – огорожувальні стовпчики; 5 – перила (огорожа); 6 – улаштування для виявлення нижньої негабаритності в поїздах; 7 – пішохідна доріжка; 8 – водовідвідні лотки; 9 – дерев'яні бруси; 10 – контррейки; 11 – колійні рейки; 12 – загороджувальний світлофор; 13 – сигнальний знак «С»; 14 – залізобетоні або інші плити; 15 – трубка або стійка для встановлення червоного щита та сигнального ліхтаря; 16 – будівля переїзного поста; 17 – світлофор переїзної сигналізації; 18 – дорожній знак 3.18 «Рух транспортних засобів, висота яких перевищує ...м, заборонено»; 19 – дорожній знак 1.27 «Залізничний переїзд із шлагбаумом».

Сповіщальна сигналізація з електричними або механізованими шлагбаумами. На переїздах з черговим працівником, розташованих, як правило, на перетині зі станційними приймально-відправними коліями та в інших випадках, коли неможливо застосувати автоматичні шлагбауми, застосовують сповіщальну сигналізацію (автоматичну або неавтоматичну) та електричні або механізовані шлагбауми. Сповіщальна сигналізація попри те, що не є засобом огороження переїзду, служить для подачі черговому по переїзду звукового та світлового сигналів про наближення поїзда. Ці сигнали вмикаються автоматично при русі з боку перегону та при зайнятті поїздом ділянки наближення, а з боку станції – після відкриття сигналу та замикання маршруту або в результаті натискання на пульті управління ЕЦ кнопки «Закриття» черговим станції.

При сповіщальній сигналізації ззовні приміщення чергового по переїзду встановлюють щиток сигналізації, на якому знаходяться:

- лампочки (світлодіоди) сповіщення про наближення поїзда (парного та непарного напрямів);
- лампочки (світлодіоди), які контролюють справний стан ламп і електричних кіл загороджувальних світлофорів;
- електричний дзвінок, який сповіщає про наближення поїздів;
- кнопка вимикання загороджувальної сигналізації – двопозиційна з фіксацією положення, нормально опломбована. Крім того, ззовні приміщення чергового встановлюють додатковий електричний дзвінок або ревун, який сповіщає про наближення поїзда.

Кнопкою «Вимикання дзвінка» черговий по переїзду користується для вимикання дзвінка при пошкодженні пристроїв сповіщення, коли дзвінки постійно дзвонять за відсутності поїздів на підходах до переїзду. Для вимикання дзвінків черговий по переїзду робить запис у книзі приймання і здачі чергування, знімає пломбу та натискає кнопку; дзвінки вимикаються, а лампочки сповіщення продовжують горіти.

На переїздах зі сповіщальною сигналізацією, у якості засобів огороження використовуються переїзні світлофори та електричні або механізовані шлагбауми з управлінням черговим по переїзду. При одержанні сигналу про наближення поїзда черговий по переїзду, шляхом натискання кнопки (увімкнення червоних вогнів на переїзному світлофорі), зупиняє рух автотранспорту та закриває шлагбаум.

Електричні шлагбауми подібні до автоматичних шлагбаумів, але на відміну від них мають тільки ручне управління за допомогою кнопки управління зі щитка і закриваються через 10...12 с після увімкнення червоних вогнів на світлофорі.

Механізовані шлагбауми оснащені тільки механічним приводом та переводяться із закритого у відкрите положення і навпаки черговим вручну. Механізовані шлагбауми повинні перекривати всю проїжджу частину і бути оснащеними сигнальними ліхтарями, які вмикаються у темний час доби, а також удень під час поганої видимості (туман, завірюха та інші несприятливі погодні умови). Ліхтарі, які встановлені на загороджувальних брусах механізованих шлагбаумів, повинні сигналізувати в бік автомобільної дороги: при закритому положенні шлагбаума – червоним вогнем, при відкритому – прозоро-білим, а у бік залізничної колії – контрольним прозоро-білим як у відкритому, так і в закритому положенні шлагбаумів.

Механізовані шлагбауми встановлюються на відстані не менше 8,5 м та не більше 14 м від крайньої рейки.

З метою огороження переїзду під час проведення ремонту колії, споруд та пристроїв повинні використовуватися *запасні (горизонтально-поворотні) шлагбауми* ручної дії, які встановлюються на відстані не менше 1 м від основних шлагбаумів у бік автомобільної дороги та перегороджують повністю проїжджу частину дороги. Ці шлагбауми повинні мати пристрої для закріплення їх у відкритому і закритому положеннях та підвішування сигнальних ліхтарів.

Черговий по переїзду також повинен огорожувати переїзд запасними шлагбаумами при пропусканні транспортних засобів, коли:

- не закриваються автоматичні (напівавтоматичні) шлагбауми при перебуванні поїздів на ділянці наближення до переїзду або не відкриваються автоматичні шлагбауми при звільненні ділянки наближення до переїзду;

- хоча б один з автоматичних, напівавтоматичних шлагбаумів і електричних шлагбаумів не закривається або не відкривається при справній роботі сигналізації на світлофорах і щитку управління;

- відсутня електроенергія, не діє переїзна сигналізація, не працюють шлагбауми;

- не горять обидва червоні вогні на одному з переїзних світлофорів або один червоний вогонь за умови його незадовільної видимості з боку автодороги;

- відсутній червоний вогонь на загороджувальному світлофорі при натиснутій кнопці «Увімкнення загороджувальної сигналізації»;

- сталося пошкодження шлагбаума.

Нормальне положення автоматичних (напівавтоматичних) шлагбаумів – відкрите, електричних та механізованих шлагбаумів – закриті. В окремих випадках на переїздах з інтенсивним рухом транспортних засобів, а також на переїздах, які передані на обслуговування працівникам інших служб, нормальне положення електричних та механізованих шлагбаумів може бути визначене відкритим. При нормально закритому положенні шлагбаумів вони відкриваються тільки для пропускання транспортних засобів за відсутності поїзда.

Загороджувальна сигналізація застосовується для подачі поїзду сигналу зупинки у випадку аварійної ситуації на переїзді. Загороджувальною сигналізацією обладнаються переїзди з черговим працівником. З боку залізничних колій ці переїзди повинні огорожуватися з обох сторін загороджувальними світлофорами.

Спеціальні загороджувальні світлофори, як правило, щоглові, мають відмінну від звичайних світлофорів форму, з сигнальними (червоними) вогнями, які нормально не горять.

На одноколійних дільницях загороджувальні світлофори встановлюють для поїздів обох напрямків. При цьому не рекомендується використовувати в якості загороджувальних прохідні світлофори автоблокування, оскільки вогні цих світлофорів горять тільки при вста-

новленому напрямку руху перегонном і не дають змоги, за потреби, огородити переїзд від поїзда, який рухається в невстановленому напрямку. На двоколійних та багатокілійних дільницях такі світлофори встановлюються правильною колією, а на дільницях, які обладнані постійно діючими пристроями двостороннього автоблокування і неправильною колією.

Загороджувальні світлофори можуть встановлюватися на дільницях з диспетчерською централізацією на переїздах без чергового, які розташовані на станціях (крім приймально-відправних колій), а також на ділянках віддалення від них на відстані від вхідного світлофора, що не забезпечує розрахунковий час сповіщення на переїзд у разі руху поїздів із швидкістю 20 км/год, при закритих станційних світлофорах. До подачі сповіщення на закриття переїзду на таких загороджувальних світлофорах червоні вогні постійно горять. Їх вимкнення повинно здійснюватись при встановленні маршруту приймання або відправлення поїзда, або виконання маневрових переміщень через переїзд. У випадку руху поїзда при забороняючому сигналі станційного світлофора сповіщення на закриття переїзду подається шляхом натискання кнопки закриття переїзду на пульті чергового станції (поїзного диспетчера) чи при вступі поїзда на перегін, а вимкнення загороджувального світлофора повинне здійснюватися після витримки часу, необхідного для завчасного звільнення переїзду транспортними засобами.

В окремих випадках на переїздах двоколійних дільниць, обладнаних автоматичною світлофорною сигналізацією з прозоро-білим мигаючим вогнем і пристроями сповіщення тільки для поїздів, які прямують правильною колією, можуть встановлюватися загороджувальні світлофори для поїздів, які рухаються неправильною колією. Червоні вогні на таких загороджувальних світлофорах повинні горіти постійно.

Загороджувальні світлофори встановлюють із правого боку за рухом поїзда на відстані не ближче 15 м і не далі 100 м від ближнього краю переїзду (див. рис. 2.3 та 2.8). Установлення загороджувальних світлофорів для руху поїздів неправильною колією дозволяється з лівого боку колії. Місце встановлення світлофора вибирається таким чином, щоб забезпечувалася видимість вогню світлофора на відстані не меншій за гальмівний шлях, необхідного для даного місця при екстремому гальмуванні та максимально допустимій швидкості поїзда.

На ділянках без автоблокування, якщо не забезпечується видимість сигналу з необхідної відстані, крім основного, встановлюють попереджувальний світлофор такого ж типу. Сигнальні вогні попереджувальних світлофорів, так само як і основних загороджувальних, нормально погашені. При увімкненні сигналу на загороджувальному світлофорі, то на попереджувальному до нього запалюється жовтий вогонь. Дотримання такої умови видимості дозволяє машиністові поїзда, що зупинився перед загороджувальним сигналом, бачити обстановку на переїзді та установити безпечну швидкість подальшого прямування поїзда.

Червоні вогні загороджувальних світлофорів вмикаються черговим по переїзду шляхом натискання установленної на щитку кнопки «Увімкнення загороджувальних» і вимикаються при поверненні (витягуванні) кнопки в нормальне положення. При увімкненні загороджувальних сигналів на щитку загоряються контрольні лампочки, які сигналізують про справну роботу загороджувальних світлофорів. Якщо контрольна лампочка при увімкненні загороджувального сигналу не загоряється, значить світлофор несправний і черговий по переїзду повинен вжити додаткових заходів для огороження переїзду зі сторони несправного світлофора.

На дільницях, обладнаних автоблокуванням, при увімкненні загороджувальної сигналізації перекриваються на забороняюче показання найближчі до переїзду сигнали автоблокування та припиняється подача кодів АЛС у рейкові кола перед загороджувальними світлофорами (перед переїздом). На дільницях з напіваавтоматичним блокуванням при увімкненні червоних вогнів загороджувальних світлофорів на переїзді, розташованому на дільницях наближення до станції, на вхідних світлофорах повинні вмикатися червоні вогні, а на дільницях наближення до станції вмикатися кодування кодом «червоно-жовтий».

Показання локомотивного світлофора при увімкненні загороджувальної сигналізації залежить від місця знаходження поїзда. Якщо поїзд у момент увімкнення сигналізації перебуває вже на ділянці між прохідним світлофором і переїздом, то на локомотивному світлофорі замість жовтого або зеленого вогню з'явиться білий, а замість червоного вогню з жовтим – червоний. Якщо поїзд ще перебуває на ділянці перед прохідним світлофором, то на локомотивному світлофорі буде горіти червоний вогонь із жовтим. Зміна сигнальних показів на локо-

мотивному світлофорі звертає увагу машиніста на необхідність вести поїзд із особливою обережністю та готовністю зупинитися.

У якості загороджувальних сигналів можуть також використовуватися світлофори автоматичного й напіваавтоматичного блокування та станційні світлофори, якщо вони знаходяться на віддалі, яка не перевищує 800 м від переїзду і з місця їх установки забезпечена видимість переїзду.

Також як загороджувальні допускається використовувати станційні світлофори (вхідні, вихідні, маршрутні, маневрові), а у діючих пристроях автоблокування також прохідні та передвхідні світлофори, які розташовані на відстані не більше 800 м і не менше 15 м від краю переїзного настилу, за умови видимості переїзду локомотивною бригадою з місця встановлення світлофора та облаштування його необхідними залежностями. При новому будівництві та модернізації діючих переїздів використання прохідних чи передвхідних світлофорів у якості загороджувальних не дозволяється.

Світлофорна сигналізація на під'їзних коліях. Для облаштування переїздів, які розташовані на під'їзних та інших коліях з маневровим характером руху, які обладнані світлофорною сигналізацією, застосовується світлофорна сигналізація, яка взаємопов'язана з маневровими сигналами, встановленими з обох сторін переїзду. При цьому маневровий світлофор нормально сигналізує червоним вогнем. На переїзному світлофорі нормально вимкнені червоні вогні та моргає прозоро-білий вогонь (якщо використовується), тому транспортні засоби можуть рухатися через переїзд із дотриманням правил руху. При цьому має забезпечуватися взаємне блокування, яке гарантує увімкнення прозоро-білого вогню на переїзних світлофорах тільки після увімкнення червоного вогню на маневрових світлофорах, а увімкнення місячно-білого вогню на маневрових світлофорах за наявності сповіщення про наближення поїзда до переїзду, тільки після увімкнення червоних сигнальних вогнів на переїзних світлофорах.

Управління маневровими світлофорами здійснюється складачами поїздів чи локомотивними бригадами, черговим по переїзду, або автоматично від вступу рухомого складу на коротке рейкове коло, яке знаходиться у районі переїзду і його довжина повинна бути достатньою для забезпечення сповіщення на переїзд при зупинці рухомого складу перед маневровим світлофором, який огорожує переїзд.

На переїздах, не обладнаних короткими рейковими колами, управління цими маневровими світлофорами на переїздах без чергового здійснюється з щитків управління, встановлених на щоглах маневрових світлофорів або на окремій колонці, а на переїздах з черговим – зі щитка, встановленого на переїзному посту. При натисканні кнопки відповідного маневрового світлофора на переїзних світлофорах вмикаються червоні мигаючі вогні, а прозоро-білі вогні (за їх наявності) гаснуть, на переїздах з черговим через час, визначений розрахунком, відбувається переведення брусів шлагбаумів у закрите положення. Маневровий світлофор відкривається на дозвільне показання з витримкою часу, яка визначається розрахунком залежно від довжини переїзду. Вимкнення червоних вогнів та увімкнення прозоро-білих вогнів на переїзних світлофорах, а також відкриття шлагбаумів можливе тільки після увімкнення червоного вогню на маневрових світлофорах.

При обладнанні переїзду коротким рейковим колом червоні мигаючі вогні на переїзних світлофорах вмикаються, а прозоро-білі вогні (за їх наявності) гаснуть автоматично при зайнятті рухомим складом короткого рейкового кола, на переїздах з черговим через термін, визначений розрахунком, відбувається автоматичне переведення брусів шлагбаумів у закрите положення. Маневрові світлофори відкриваються на дозвільний показ з витримкою часу, яка визначається розрахунком залежності від довжини переїзду. Вимкнення червоних вогнів та увімкнення прозоро-білих вогнів на переїзних світлофорах, а також відкриття шлагбаумів здійснюється після звільнення рейкового кола та увімкнення червоного вогню на маневрових світлофорах.

Тип переїзної сигналізації вибирається залежно від категорії переїзду, швидкостей та інтенсивності руху поїздів і транспортних засобів. Переїзди обладнуються пристроями автоматики згідно вимог до обладнання переїздів переїзною сигналізацією та за типовими схемами. Основні вимоги до обладнання переїзною сигналізацією переїздів наведено в табл. 2.2, з якої випливає, що автоматична сигналізація з переїзними світлофорами без автоматичних шлагбаумів застосовується на переїздах без чергового працівника, а з автоматичними шлагбаумами – на переїздах із черговим працівником. Використання автоматичних шлагбаумів на не обслуговуваних залізничних переїздах для підвищення безпеки руху поїздів і автотранспорту не рекомендується, оскільки це дає зовсім протилежні результати.

Основні вимоги до обладнання переїздів пристроями переїзної сигналізації

Обслуговування переїзду	Тип переїзної сигналізації для транспортних засобів	Сигналізація для залізничного транспорту
Переїзди без чергового на платформах, у ділянках наближення до яких не входять станційні рейкові кола	Автоматична світлофорна сигналізація Автоматична світлофорна сигналізація з прозоро-білим мигаючим вогнем	Не передбачається В об'їжджених випадках при обладнанні переїзду пристроями сповіщення тільки для поїздів, які прямують правильною колією; можуть установлюватися загороджувальні світлофори для поїздів, які прямують неправильною колією
Переїзди без чергового на станціях (крім тих, які розташовані на приймально-відправних коліях) та на платформах, у ділянках наближення яких входять станційні рейкові кола	Автоматична світлофорна сигналізація	В об'їжджених випадках на ділянках з диспетчерським управлінням можуть встановлюватися загороджувальні світлофори з обох боків переїзду на станції та зі сторони станції перед переїздом на перегоні
Переїзди без чергового на під'їзних та інших коліях, у тому числі в межах міста, при неможливості обладнання рейковими колами ділянок наближення розривної довжини	Світлофорна сигналізація (у тому числі з прозоро-білим мигаючим вогнем)	Установлюються маневрові світлофори з червоним та прозоро-білим сигнальними вогнями, які управляються складачами поїздів чи локомотивними бригадами, або автоматично при зайнятті рухомим складом короткого рейкового кола

Обслуговування перейзду	Тип перейзної сигналізації для транспортних засобів	Сигналізація для залізничного транспорту
Перейзди з черговим на пере- гоні	Автоматична світлофорна сиг- налізація з автоматичними (напівавтоматичними) шлаг- баунами	Установлюються загороджувальні світлофори на відстані 15–100 м від краю перейзду. Передбача- ється перекриття вогнів найближчих до перейзду світлофорів автоблокування на забороняючі по- казання. Як загороджувальні допускається вико- ристовувати на діючих перейздах також прохідні світлофори автоблокування, розташовані на від- стані не більше 800 м і не менше 15 м від перейзду, за умови видимості перейзду з місця їх встановлення
Обслуговування перейзду	Тип перейзної сигналізації для транспортних засобів	Сигналізація для залізничного транспорту
Перейзди з черговим на стан- ціях	Автоматична світлофорна сиг- налізація із напівавтома- тичними шлагбаунами. Як виняток, допускається ви- користання сповіщальної сигналізації з електричними шлагбаунами	Як загороджувальні можуть використовуватися вхід- ні, вихідні та маршрутні світлофори. Допус- кається використовувати маневрові світлофори, доповнені червоним вогнем (можуть бути карликові), або встановлюються загороджувальні світлофори
Перейзди з черговим на під'їз- них та інших коліях, у т. ч. у межах міста, при неможли- вості обладнання рейковими колами ділянок наближення розрахункової довжини	Світлофорна сигналізація з ав- томатичними шлагбаунами, електричними шлагбаунами або механізованими шлаг- баунами	Установлюються маневрові світлофори з червоним і прозоро-білим сигнальними вогнями, управ- ління якими здійснюється черговим по перейзду або автоматично при зайнятті рухомим складом короткого рейкового кола

Шлагбауми на таких переїздах частіше ламаються автотранспортом і тривалий час залишаються без діяльності. Недисципліновані водії можуть уважати колію вільною та виїхати на переїзд навіть при червоних миготливих вогнях переїзного світлофора.

На переїздах із черговим дисципліна руху автотранспорту і, відповідно, рівень безпеки значно вищий. Крім того, при проїзді автомобіля через переїзд у момент увімкнення сигналізації черговий по переїзду має можливість затримати опускання шлагбаума, натиснувши на щитку управління кнопку «Підтримка». У цьому випадку шлагбаум певний час залишається у вертикальному положенні.

Необхідність затримати опускання шлагбаума шляхом натискання кнопки може проявлятися у багатьох випадках. Це, в першу чергу, стосується передбаченої Правилами дорожнього руху можливості пропуску через переїзд:

- транспортних засобів і інших самохідних машин і механізмів, ширина яких більша 5 м або висота від поверхні дороги більша 4,5 м;
- автопоїздів, довжина яких перевищує з одним причепом (напівприцепом) 20 м, а із двома та більше причепами – 24 м;
- спеціальних транспортних засобів, які перевозять особливо важкі вантажі (велике устаткування, мостові ферми тощо);
- тихохідних машин і механізмів (катки тощо), швидкість яких менша 8 км/год.

У цих випадках рух транспортних засобів здійснюється під спостереженням колійного майстра або бригадира колії, а на електрифікованих ділянках при висоті вантажу, який перевозиться, більший за 4,5 м – у присутності представника дистанції енергопостачання.

Для спостереження за рухом через переїзду транспортних засобів переїзди обладнаються електричним освітленням. Електричне освітлення повинні мати всі переїзди I та II категорій, а також переїзди III та IV категорій, які розташовані на ділянках, обладнаних поздовжніми лініями електропостачання, автоблокуванням, або тих, які мають поблизу інші постійні джерела електропостачання. У необхідних випадках, з метою забезпечення можливості огляду поїздів, які проходять, переїзди з черговим працівником обладнуються прожекторними установками. Крім того, переїзди, які обслуговуються черговим персоналом, повинні мати прямий телефонний зв'язок з найближчою станцією або постом, а на ділянках, обладнаних диспетчерською

централізацією – з поїзним диспетчером. Замість провідного може застосовуватися радіозв'язок.

Освітленість у межах переїзду повинна бути не менше: I категорії – 5 лк, II категорії – 3 лк, III категорії – 2 лк, IV категорії – 1 лк.

На переїздах, розташованих у межах населених пунктів, рівень освітленості повинен бути не меншим, ніж передбачено Державним стандартом. На автомобільних дорогах I та II категорій, які будуються або реконструюються, підходи до переїзду повинні бути освітлені на відстані 100 м від крайньої рейки.

Електропостачання пристроїв переїзної сигналізації та поїзного радіозв'язку на переїзді повинно забезпечуватися від двох незалежних джерел живлення та відповідати вимогам живлення електроприймачів I категорії.

З дозволу Державної адміністрації залізничного транспорту, до завершення перевлаштування електропостачання, у діючих пристроях переїзної автоматики та зв'язку допускається живлення від одної повітряної лінії зв'язку, централізації і автоблокування або повітряної лінії повздовжнього електропостачання.

На переїздах у якості резервного джерела живлення повинен передбачатися акумуляторний резерв.

Автоматична переїзна сигналізація з'явилася на наших залізницях одночасно з автоблокуванням. Її облаштування розглядалося як обов'язкове та порівняно не дороге доповнення до автоблокування, яке підвищує безпеку руху поїздів і автотранспорту в зоні переїзду при одночасному скороченні штату чергових на малодіяльних переїздах. Таке положення існує й у цей час. У зв'язку із цим при будівництві автоблокування або диспетчерської централізації всі існуючі на ділянці переїзди обладнуються тим чи іншим комплексом пристроїв автоматичної переїзної сигналізації (згідно табл. 2.2). При цьому окремого кошторису на облаштування переїздів не складається. Пошук інших варіантів рішення задачі не здійснюється та робота є складовою частиною комплексу робіт з будівництва автоблокування.

Таке положення не можна вважати нормальним. При вирішенні питань улаштування переїздів автоматичною сигналізацією слід мати на увазі, що існуючі переїзди сформувалися давно при низьких швидкостях руху поїздів і перевазі гужового транспорту. Зараз, в умовах високих швидкостей і постійного зростання кількості автотransпортних засобів, кожен переїзд несе значну та усе зростаючу

потенційну небезпеку як для поїздів, так і для автотранспорту, а також є причиною затримок у русі автомобілів. Автоматична переїзна сигналізація, хоча й знижує значно цю небезпеку, однак повністю усунути її все-таки не може, як, наприклад, усуває її перетин залізничної лінії та автомобільної дороги на різних рівнях.

На станціях, а іноді й на перегонах буває по кілька (2–3) переїздів, які розміщуються на невеликій (у межах 1–2 км) відстані один від одного. У таких випадках облаштування переїзної сигналізації ускладнюється, оскільки на станціях доводиться враховувати рух поїздів багатьма відправними коліями, маневрову роботу тощо. На перегонах електричні схеми близько розташованих один від одного переїздів взаємно переплітаються, що вносить чималі ускладнення. При такій ситуації буває доцільніше закрити малодіяльні переїзди, залишити один переїзд, але обладнати його більш досконалою сигналізацією або навіть здійснити розв'язку на різних рівнях.

Основні вимоги до перетинів залізниць іншими залізницями, трамвайними коліями, тролейбусними лініями, автомобільними дорогами та міськими вулицями визначають будівельні норми та правила, а також відповідні інструкції.

Узагальнюючи все, сказане раніше, наведемо структурну схему та алгоритм роботи автоматичної переїзної сигналізації.

2.3. Структурна схема, алгоритм та умови роботи автоматичної переїзної сигналізації

Схеми автоматичної переїзної сигналізації розрізняються залежно від місця застосування (перегін чи станція), колійного розвитку перегону та прийнятого способу організації руху поїздів (одностороннє чи двостороннє), наявності та типу автоблокування, типу переїзду (обслуговуваний чи не обслуговуваний) та ряду інших факторів. При вступі поїзда на ділянку наближення, на залізничному переїзді загораються миготливими вогнями лампочки переїзного світлофора та вмикається акустичний сигнал, а через певний проміжок часу (8...10 с), який потрібний водіям автодорожніх транспортних засобів для того, щоб прослідувати за межі переїзду, опускаються бруси шлагбаумів. Після звільнення поїздом ділянки наближення та переїзду

пристрої автоматичного огороження знову займають вихідне положення.

У якості прикладу розглянемо структурну схему автоматичної переїзної сигналізації на двоколінійній дільниці, яка обладнана кодовим автоблокуванням, при сповіщенні у парному напрямі за дві ділянки наближення (рис. 2.9).

Загальна схема автоматичної переїзної сигналізації, в будь-якому випадку складається із **схеми управління**, яка контролює наближення, правильність прослідування поїзда та звільнення переїзду та схеми увімкнення, яка вмикає переїзні пристрої огороження і контролює їх положення і справний стан.

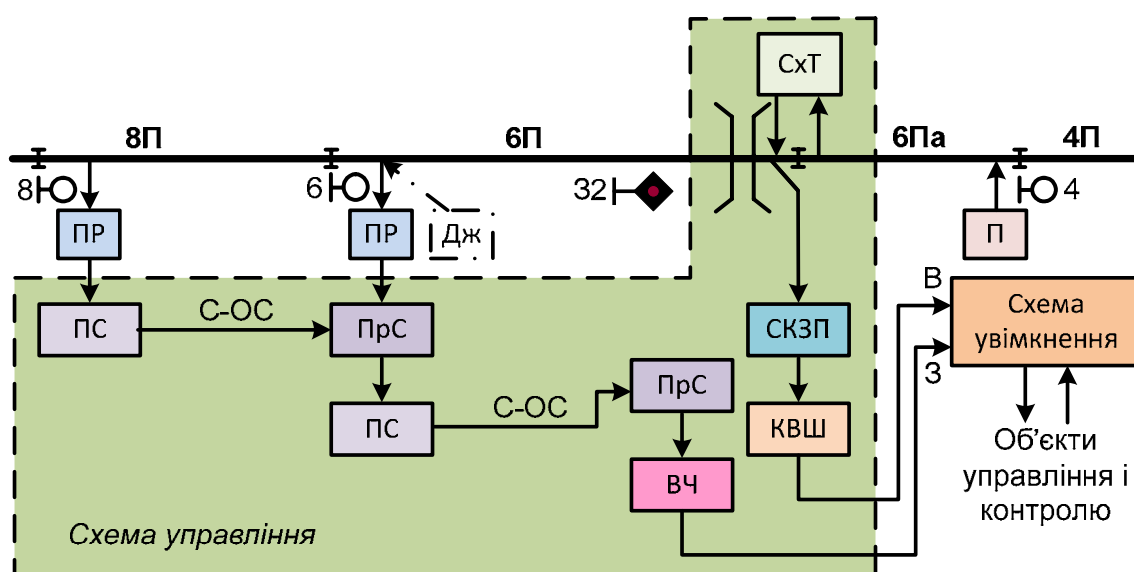


Рис. 2.9. Структурна схема автоматичних пристроїв огороження на переїзді

Наближення поїзда фіксується за допомогою існуючих **рейкових кіл автоблокування**. При вступі голови поїзда на блок-ділянку 8П передавач сповіщення **ПС** передає інформацію про цю подію колом сповіщення **С-ОС (И-ОИ)** на приймач сповіщення **ПрС** 6-ї сигнальної установки. Із 6-ї сигнальної установки ця інформація передається на переїзд.

Отримавши сповіщення блок витримки часу **ВЧ** формує команду на закриття переїзду «З» через час, який компенсує різницю між розрахунковою та фактичною довжинами ділянки наближення. З цього моменту часу, під час руху поїзда, переїзд залишається закритим за рахунок зайнятого стану рейкового кола 6П.

Рейкове коло 6П виконують розрізним шляхом встановлення ізоляційних стиків відразу за переїздом (за напрямом руху поїзда). Звільнення переїзду фіксується за допомогою схеми контролю звільнення переїзду **СКЗП** за фактом звільнення зазначеного рейкового кола. З цією метою рейкове коло 6П автоматично, під впливом поїзда, який нею слідує, перелаштовується – на вхідному кінці замість приймача ПР під'єднується джерело живлення **Дж** рейкового кола (див. рис. 7.2), а на вихідному кінці (на переїзді) вмикається колійний приймач, який входить до складу схеми **СКЗП**. При цьому здійснюється перевірка фактичного прослідування поїзда з метою виключення хибного відкриття переїзду при накладанні та знятті стороннього шунта на рейкове коло 6П за допомогою схеми контролю короткочасної втрати шунта **КВШ**, яка й формує команду «В» на відкриття переїзду через 10...15 с.

Схема трансляції **СхТ** забезпечує нормальну роботу автоблокування та автоматичної локомотивної сигналізації, транслюючи сигнальний струм із рейкового кола 6Па у рейкове коло 6П.

Схема увімкнення управляє об'єктами управління і контролю:

При автоматичній світлофорній сигналізації схема увімкнення управляє лампами переїзних світлофорів і дзвінками. У цій схемі лампи червоного вогню та дзвінок працюють до тих пір, поки переїзд закритий. При відкритому стані переїзду горить білий мигаючий вогонь (якщо передбачений).

У системах автоматичної світлофорної сигналізації із автоматичними шлагбаумами крім переїзних світлофорів та дзвінка встановлюють автоматичні шлагбауми, які є додатковим засобом огороження переїзду. Бруси шлагбаумів із затримкою опускаються і дзвінок вимикається. Додаткові шлагбауми (якщо вони встановлені) опускаються із затримкою. В цих системах при звільненні поїздом переїзду бруси шлагбаумів автоматично піднімаються у вертикальне положення, після чого вимикаються червоні вогні на світлофорах. При напіваавтоматичних шлагбаумах підймання брусів та вимкнення червоних вогнів відбувається при натисненні черговим по переїзду кнопки «Відкривання».

На залізничних переїздах із черговим працівником при інтенсивному русі поїздів і транспортних засобів додатково можливе встановлення **загороджувальні бар'єрні установки ЗБУ** [100, 106]. Схема управління також подає команду на підймання їх кришок (за умови

відсутності у їх зоні, або безпосередньо перед ними автомобіля) після опускання бруса шлагбаума. При звільненні поїздом переїзду кришки ЗБУ опускаються та підіймаються бруси шлагбаумів, після чого вимикаються червоні вогні на світлофорах.

Пристрої автоматичного огородження залізничних переїздів, які використовуються на мережі магістральних залізниць, за своєю структурою та принципом дії відносяться до розімкнутих автоматичних систем жорсткого управління.

Функціонування системи переїзної сигналізації із автоматичним шлагбаумом (рис. 2.10) здійснюється за наступним алгоритмом: перевіряється наявність поїзда на ділянці наближення до залізничного переїзду; за його наявності вмикається звукова та світлова сигналізація на переїзних світлофорах та здійснюється відлік часу (8...10 с) затримки на опускання автоматичних шлагбаумів; коли час затримки вийшов закриваються шлагбауми; здійснюється перевірка звільнення меж переїзду поїздом; перевіряється наявність наступного поїзда на ділянці наближення до переїзду, якщо наступний поїзд наявний, то здійснюється перевірка звільнення меж переїзду наступним поїздом; за відсутності наступного поїзда на ділянці наближення відкриваються шлагбауми та вимикається звукова і світлова сигналізації – залізничний переїзд вільний для руху автодорожнього транспорту. Далі робота алгоритму продовжується спочатку.

У зазначеному алгоритмі відсутні деякі оператори, які наявні в існуючих системах, однак вони відіграють тільки інформаційну роль, або їх виконання покладене на людину (наприклад, перевірка наявності завад для руху поїзда через переїзд, увімкнення загороджувальної сигналізації тощо). Наявність цих операторів очевидна з точки зору підвищення безпеки та пропускну здатності залізничних переїздів. Методи і засоби автоматичної реалізації цих операторів на даний час дуже актуальні, розробляються і будуть впроваджуватися при вдосконаленні систем автоматичної переїзної сигналізації.

Розглянемо умови роботи автоматичної переїзної сигналізації та послідовність горіння на переїзних світлофорах прозоро-білого вогню, червоних миготливих вогнів, блокування вогнів у міру руху поїзда ділянкою наближення та через переїзд і при несправних станах рейкових кіл ділянок віддалення.

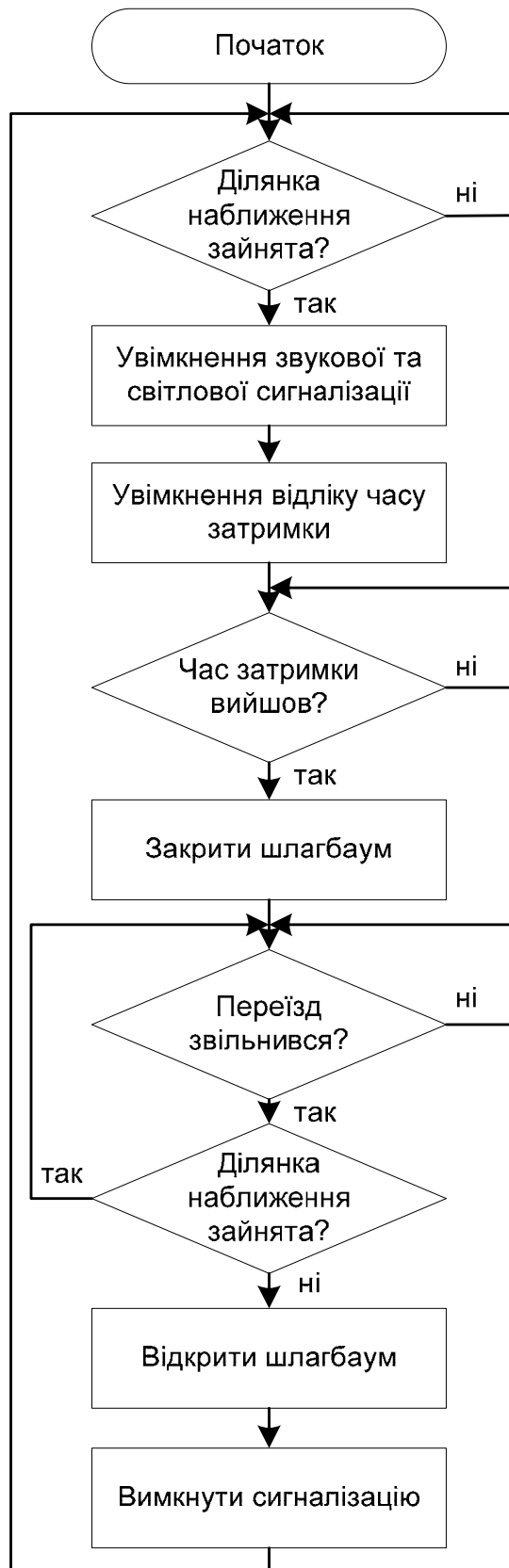


Рис. 2.10. Алгоритм функціонування системи АПС

Сповіднення на переїзд подається при вступі поїзда, який рухається в будь-якому напрямі, незалежно від спеціалізації колій та напрямку дії колійного блокування на ділянку наближення. При цьому на переїздах прозоро-білий миготливий вогонь погасає і загоряються червоні миготливі вогні.

Запобігання вимкненню червоних вогнів на переїзному світлофорі при штучному шунтуванні рейкових кіл перед поїздом, який наближається неправильною колією чи у невстановленому напрямі руху, який імітуватиме прослідування поїзда в правильному чи встановленому напрямі руху досягається шляхом контролю послідовного шунтування рейкових кіл чотирьох ділянок 1У, 2У, 3У, 4У із трьома захисними інтервалами часу: не менше 15 с між зайняттям поїздом першої та другої ділянок, не менше 3 с між зайняттям другої та третьої ділянок при швидкості руху до 140 км/год та не більше 30 с між зайняттям третьої та четвертої ділянок (30 с – час слідування третьою ділянкою 250 м поїзду зі швидкістю 50 км/год, тобто зі швидкістю, яка виключатиме ймовірність послідовного штучного шунтування четвертого рейкового кола).

На одноколійних та двоколійних дільницях при русі поїзда, як правильною, так і неправильною колією червоні миготливі вогні на переїзному світлофорі погасають після прослідування поїзду за переїзд та звільнення переїзду хвостом поїзда; при русі в невстановленому напрямі – після звільнення ділянки наближення зустрічного напрямку.

Після звільнення переїзду червоні миготливі вогні на переїзних світлофорах вимикаються та блокуються (блокується їх повторне увімкнення) до звільнення ділянки наближення протилежного напрямку руху за розрахункові інтервали часу.

Увімкнення прозоро-білого миготливого вогню на переїзному світлофорі здійснюється після звільнення поїздом зони за переїздом, із довжиною не менше 150 м, що забезпечує безпеку при поверненні господарчого поїзда, після зупинки хвоста поїзда у межах переїзду.

При пошкодженні рейкового кола ділянки віддалення блокування знімається. Після закінчення часу блокування, прозоро-білі миготливі вогні на переїзному світлофорі вимикаються і вмикаються червоні вогні до ліквідації пошкодження.

Час блокування визначається часом прослідування поїзда ділянкою віддалення зі швидкістю 50 км/год, яка прийнята як середня

швидкість для діляниць із рухом вантажних поїздів із максимальною швидкістю – 80...90 км/год. При менших швидкостях руху поїздів на ділянці розрахункова швидкість при визначенні витримки часу може бути прийнятою у межах 50...80 % від встановленої швидкості.

2.4. Експлуатаційно-технічні вимоги щодо облаштування переїзної сигналізації

Окреслимо основні експлуатаційно-технічні вимоги, які висувуються до пристроїв переїзної сигналізації та розглянемо деякі умови їх виконання.

Автоматична світлофорна сигналізація (без автошлагбаумів і з автоматичними шлагбаумами) повинна забороняти в'їзд транспортним засобам на переїзд при вступі поїзда на ділянку наближення.

Розрахункова довжина ділянки наближення визначається виходячи з місцевих умов, типу переїзної сигналізації та максимальної швидкості руху поїздів. При зміні швидкості руху поїздів довжину ділянок наближення до переїздів потрібно перераховувати.

Для забезпечення автоматичного увімкнення переїзної сигналізації необхідно застосовувати рейкові кола, чи інші прогресивні засоби які забезпечують досить надійний і неперервний контроль стану ділянок наближення.

Сигналізація повинна вимикатися відразу після звільнення поїздом переїзду, тому рейкове коло, яке вмикає сигналізацію, повинне закінчуватися безпосередньо за переїздом. На ділянках з автоблокуванням щоб позбутися коротких рейкових кіл, які погіршують роботу автоматичної локомотивної сигналізації, допускається для вимикання переїзної сигналізації використовувати ізолюючі стики в рейкових колах біля сигнальних установок за умови, що вони знаходяться не далше 150 м за переїздом і не ближче 40 м перед переїздом за напрямом руху поїзда. В останньому випадку рекомендується схемою сигналізації передбачати затримку відкриття переїзду, що компенсує час руху поїзда від ізолюючих стиків до переїзду.

Час від початку дії переїзної сигналізації до вступу поїзда на переїзд t_c (час сповіщення) повинен забезпечувати повне звільнення переїзду транспортними засобами, які вступили на переїзд у момент

увімкнення переїзної сигналізації та не сприйняли заборонне показання переїзного світлофора, з урахуванням гарантійного запасу часу $t_3 = 10$ с. Необхідний час сповіщення

$$t_c = t_1 + t_2 + t_3, \quad (2.1)$$

де t_1 – час проходження переїзду транспортним засобом, який вступив за переїзний сигнал у момент увімкнення переїзної сигналізації, с;

t_2 – час спрацювання приладів кіл сповіщення та управління сигналізацією, $t_2 = 2$ с: для кодових рейкових кіл – 4 с, для неперервних (безстиківих) рейкових кіл – 2 с.

Час t_1 проходження переїзду автотранспортом з урахуванням вимог Правил дорожнього руху та Інструкції визначається за формулою

$$t_1 = \frac{l_n + l_a + l_0}{v_a}, \quad (2.2)$$

де l_n – довжина переїзду, м;

l_a – розрахункова довжина автомобіля, $l_a = 24$ м;

l_0 – відстань від місця зупинки автомобіля до переїзного сигналу, $l_0 = 5$ м;

v_a – розрахункова швидкість руху автомобіля через переїзд, $v_a = 2,2$ м/с (або 8 км/год).

Розрахункова довжина ділянки наближення (у метрах):

$$L_p = \frac{v_{\max} t_c}{3,6} = \frac{v_{\max}}{3,6} \left(\frac{l_n + l_a + l_0}{v_a} + t_2 + t_r \right), \quad (2.3)$$

де $v_{\max}$ – максимальна швидкість руху поїздів, установлена на даній ділянці, км/год;

3,6 – коефіцієнт переведення швидкості з км/год у м/с.

Якщо на даній ділянці встановлений швидкісний рух (швидкості деяких пасажирських поїздів більші 120 км/год), ділянка наближення до переїзду розраховується для швидкості 120 км/год.

При світлофорній сигналізації без автошлагбаумів або з напівшлагбаумами за довжину переїзду приймається відстань від переїзного світлофора (або напівшлагбаума), найвіддаленішого від крайньої рейки до протилежної крайньої рейки плюс 2,5 м (2,5 м – відстань, яка необхідна для безпечної зупинки автомобіля після проходження переїзду).

Розрахункова довжина ділянки наближення при цьому

$$L_p = \frac{v_{\max}}{3,6} \left(\frac{l_{\pi} + 24 + 5}{2,2} + 2 + 10 \right) \approx \frac{v_{\max}}{3,6} (0,45l_{\pi} + 25). \quad (2.4)$$

Якщо автоматичні шлагбауми перекривають повністю проїжджу частину дороги, довжина переїзду визначається відстанню між шлагбаумами. Закриття шлагбаумів повинно починатися після звільнення транспортними засобами переїзду по всій його довжині та проходу ними за другий (вихідний) шлагбаум, на що потрібний додатковий час (10 с). Для цього випадку приймається

$$L_p \approx \frac{v_{\max}}{3,6} (0,45l_{\pi} + 35). \quad (2.5)$$

При сповіщальній сигналізації з електричними або механічними шлагбаумами необхідний час сповіщення потрібно ще збільшувати на час сприйняття сповіщення черговим по переїзду. Цей час у розрахунках приймають 10 с.

При розрахунках довжини ділянок наближення можна користуватися довідковими таблицями, у яких виведена залежність розрахункової довжини ділянки наближення від ширини переїзду при різних швидкостях руху поїздів. У табл. 2.3 наведені розрахункові довжини ділянок наближення для переїздів зі світлофорною сигналізацією та переїздів з автоматичними напівшлагбаумами, у табл. 2.4 розрахункові довжини ділянок наближення для переїздів зі сповіщальною сигналізацією та переїздів з електричними шлагбаумами.

**Розрахункові довжини ділянок наближення для переїздів зі світлофорною сигналізацією
та переїздів з автоматичними напівшлаббаумами (неперервні РК)**

Довжина переїзду, м	Час спові- щення, с	Розрахункова довжина ділянки наближення, м, при швидкості руху поїзда, км/год										
		20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
11	30,0	167	250	333	417	500	583	667	750	833	917	1 000
12	30,5	169	254	338	423	508	592	677	761	846	930	1 015
13	30,9	172	258	343	429	515	601	687	773	858	944	1 030
14	31,4	174	261	348	435	523	610	697	784	871	958	1 045
15	31,8	177	265	353	442	530	618	707	795	883	972	1 060
16	32,3	179	269	358	448	538	627	717	806	896	985	1 075
17	32,7	182	273	363	454	545	636	727	818	908	999	1 090
18	33,2	184	276	368	460	553	645	737	829	921	1 013	1 105
19	33,6	187	280	373	467	560	653	747	840	933	1 027	1 120
20	34,1	189	284	378	473	568	662	757	851	946	1 040	1 135
21	34,5	192	288	383	479	575	671	767	863	958	1 054	1 150
22	35,0	194	291	388	485	583	680	777	874	971	1 068	1 165
23	35,4	197	295	393	492	590	688	787	885	983	1 082	1 180
24	35,9	199	299	398	498	598	697	797	896	996	1 095	1 195

Продовження табл. 2.3

Довжина перезьду, м	Час спові- щення, с	Розрахункова довжина ділянки наближення, м, при швидкості руху поїзда, км/год										
		20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
25	36,3	202	303	403	504	605	706	807	908	1 008	1 109	1 210
26	36,8	204	306	408	510	613	715	817	919	1 021	1 123	1 225
27	37,2	207	310	413	517	620	723	827	930	1 033	1 137	1 240
28	37,7	209	314	418	523	628	732	837	941	1 046	1 150	1 255
29	38,1	212	318	423	529	635	741	847	953	1 058	1 164	1 270
30	38,6	214	321	428	535	643	750	857	964	1 071	1 178	1 285
31	39,0	217	325	433	542	650	758	867	975	1 083	1 192	1 300
32	39,5	219	329	438	548	658	767	877	986	1 096	1 205	1 315
33	39,9	222	333	443	554	665	776	887	998	1 108	1 219	1 330
34	40,4	224	336	448	560	673	785	897	1 009	1 121	1 233	1 345
35	40,8	227	340	453	567	680	793	907	1 020	1 133	1 247	1 360
36	41,3	229	344	458	573	688	802	917	1 031	1 146	1 260	1 375
37	41,7	232	348	463	579	695	811	927	1 043	1 158	1 274	1 390
38	42,2	234	351	468	585	703	820	937	1 054	1 171	1 288	1 405
39	42,6	237	355	473	592	710	828	947	1 065	1 183	1 302	1 420
40	43,1	239	359	478	598	718	837	957	1 076	1 196	1 315	1 435

Закінчення табл. 2.3

Довжина перейзду, м	Час спові- щення, с	Розрахункова довжина ділянки наближення, м, при швидкості руху поїзда, км/год										
		20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
41	43,5	242	363	483	604	725	846	967	1 088	1 208	1 329	1 450
42	44,0	244	366	488	610	733	855	977	1 099	1 221	1 343	1 465
43	44,4	247	370	493	617	740	863	987	1 110	1 233	1 357	1 480
44	44,9	249	374	498	623	748	872	997	1 121	1 246	1 370	1 495
45	45,3	252	378	503	629	755	881	1 007	1 133	1 258	1 384	1 510
46	45,8	254	381	508	635	763	890	1 017	1 144	1 271	1 398	1 525

Таблиця 2.4

**Розрахункові довжини ділянок наближення для перейздів зі сповіщальною сигналізацією
та перейздів з електричними шлагбаумами**

Довжина перейзду, м	Час спові- щення, с	Розрахункова довжина ділянки наближення, м, при швидкості руху поїзда, км/год										
		20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
11	40,0	222	333	444	556	667	778	889	1 000	1 111	1 222	1 333
12	40,5	225	337	449	562	674	787	899	1 011	1 124	1 236	1 348
13	40,9	227	341	454	568	682	795	909	1 023	1 136	1 250	1 363
14	41,4	230	345	459	574	689	804	919	1 034	1 149	1 263	1 378
15	41,8	232	348	464	581	697	813	929	1 045	1 161	1 277	1 393

Продовження табл. 2.4

Довжина переїзду, м	Час спові- щення, с	Розрахункова довжина ділянки наближення, м, при швидкості руху поїзда, км/год										
		20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
16	42,3	235	352	469	587	704	822	939	1 056	1 174	1 291	1 408
17	42,7	237	356	474	593	712	830	949	1 068	1 186	1 305	1 423
18	43,2	240	360	479	599	719	839	959	1 079	1 199	1 318	1 438
19	43,6	242	363	484	606	727	848	969	1 090	1 211	1 332	1 453
20	44,1	245	367	489	612	734	857	979	1 101	1 224	1 346	1 468
21	44,5	247	371	494	618	742	865	989	1 113	1 236	1 360	1 483
22	45,0	250	375	499	624	749	874	999	1 124	1 249	1 373	1 498
23	45,4	252	378	504	631	757	883	1 009	1 135	1 261	1 387	1 513
24	45,9	255	382	509	637	764	892	1 019	1 146	1 274	1 401	1 528
25	46,3	257	386	514	643	772	900	1 029	1 158	1 286	1 415	1 543
26	46,8	260	390	519	649	779	909	1 039	1 169	1 299	1 428	1 558
27	47,2	262	393	524	656	787	918	1 049	1 180	1 311	1 442	1 573
28	47,7	265	397	529	662	794	927	1 059	1 191	1 324	1 456	1 588
29	48,1	267	401	534	668	802	935	1 069	1 203	1 336	1 470	1 603
30	48,6	270	405	539	674	809	944	1 079	1 214	1 349	1 483	1 618
31	49,0	272	408	544	681	817	953	1 089	1 225	1 361	1 497	1 633

Довжина переїзду, м	Час спові- щення, с	Розрахункова довжина ділянки наближення, м, при швидкості руху поїзда, км/год										
		20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
32	49,5	275	412	549	687	824	962	1 099	1 236	1 374	1 511	1 648
33	49,9	277	416	554	693	832	970	1 109	1 248	1 386	1 525	1 663
34	50,4	280	420	559	699	839	979	1 119	1 259	1 399	1 538	1 678
35	50,8	282	423	564	706	847	988	1 129	1 270	1 411	1 552	1 693
36	51,3	285	427	569	712	854	997	1 139	1 281	1 424	1 566	1 708
37	51,7	287	431	574	718	862	1005	1 149	1 293	1 436	1 580	1 723
38	52,2	290	435	579	724	869	1014	1 159	1 304	1 449	1 593	1 738
39	52,6	292	438	584	731	877	1023	1 169	1 315	1 461	1 607	1 753
40	53,1	295	442	589	737	884	1 032	1 179	1 326	1 474	1 621	1 768
41	53,5	297	446	594	743	892	1 040	1 189	1 338	1 486	1 635	1 783
42	54,0	300	450	599	749	899	1 049	1 199	1 349	1 499	1 648	1 798
43	54,4	302	453	604	756	907	1 058	1 209	1 360	1 511	1 662	1 813
44	54,9	305	457	609	762	914	1 067	1 219	1 371	1 524	1 676	1 828
45	55,3	307	461	614	768	922	1 075	1 229	1 383	1 536	1 690	1 843
46	55,8	310	465	619	774	929	1 084	1 239	1 394	1 549	1 703	1 858

У процесі проектування переїзної сигналізації з різних причин не завжди вдається витримати розрахункові довжини ділянок наближення. Тому на мережі доріг прийнятий мінімальний час сповіщення:

- при автоматичній світлофорній сигналізації, у тому числі з автоматичними (напіваавтоматичними) шлагбаумами, якщо у дільницю наближення до переїзду входять імпульсні (кодові) рейкові кола постійного або змінного струму $t_{\min} = 32$ с, у решті випадків $t_{\min} = 30$ с. При встановленні додаткових автоматичних (напіваавтоматичних) шлагбаумів додається гарантійний час 10 с на їх закриття;

- при автоматичних шлагбаумах, які перекривають повністю проїжджу частину дороги, а також при сповіщальній сигналізації $t_{\min} = 40$ с.

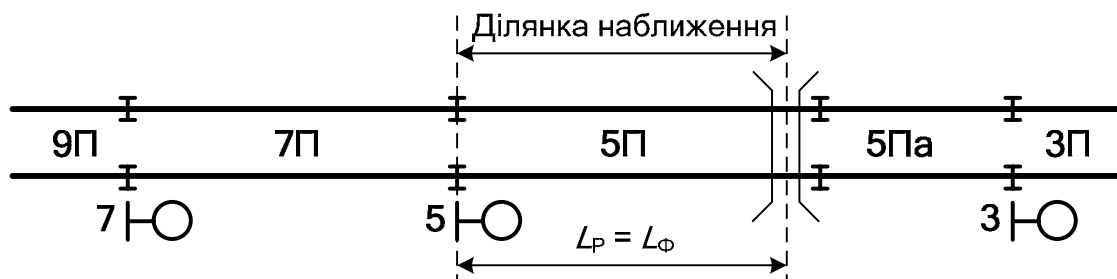
Фактичний час сповіщення повинен бути більшим або рівним розрахунковому часу, але при всіх умовах не меншим за мінімальний.

Рейкове коло ділянки наближення переїзду виконують розрізним. Місцем розрізу є переїзд. Частину рейкового кола до переїзду використовують для організації ділянки наближення. При вступі поїзда на ділянку наближення переїзд закривається. Другу частину рейкового кола, яка знаходиться за переїздом, використовують для організації ділянки віддалення при правильному напрямі руху чи у якості ділянки наближення при неправильному напрямі руху. При повному виході поїзда з ділянки наближення на ділянку віддалення переїзд відкривається.

Залежно від відстані від переїзду до прохідного сигналу автоблокування розрахункова довжина ділянки наближення визначається за рис. 2.11. Якщо відстань від переїзду до прохідного світлофора 5 рівна розрахунковій довжині ділянки наближення L_p , то фактична довжина ділянки наближення L_{Φ} рівна розрахунковій $L_p = L_{\Phi}$ (рис. 2.11, а). У цьому випадку сповіщення на закриття переїзду буде подаватись за одну ділянку наближення. При близькому розміщенні переїзду до світлофора 5 розрахункова довжина виявляється більшою, аніж відстань до цього світлофора. Ділянка наближення у цьому випадку розпочинається у певній частині довжини блок-ділянки між світлофорами 5 та 7 (рис. 2.11, б). Тоді сповіщення на переїзд подається з моменту вступу поїзда за світлофор 7 і, таким чином, утворюються дві ділянки наближення: перша – від переїзду до світлофора 5 і друга – між світлофорами 5 та 7. У цьому випадку сповіщення на переїзд подається за дві ділянки наближення.

За наявності двох ділянок наближення їх повна фактична довжина може бути більшою за розрахункову на $\Delta L = L_{\Phi} - L_P$. Внаслідок перевищення розрахункової довжини переїзд закриватиметься завчасно при наближенні поїзда, що спричинить додаткові затримки автотранспорту. Для того, щоб вирівняти довжини L_P та L_{Φ} , потрібно розрізати рейкове коло між світлофорами 5 та 7 і організувати ділянку наближення від місця розрізу. Однак це значно ускладнює схему автоблокування та впливає на роботу АЛС, тому цей метод не застосовують. Замість цього у пристрої автоматичної переїздної сигналізації вводять елементи витримки часу, які вмикаються з моменту вступу поїзда на блок-ділянку 7П. Витримка часу цих елементів рівна часу прослідування поїзда, який рухається з максимальною швидкістю ділянкою із довжиною, яка рівна різниці між фактичною та розрахунковою довжинами ділянки наближення.

a



б

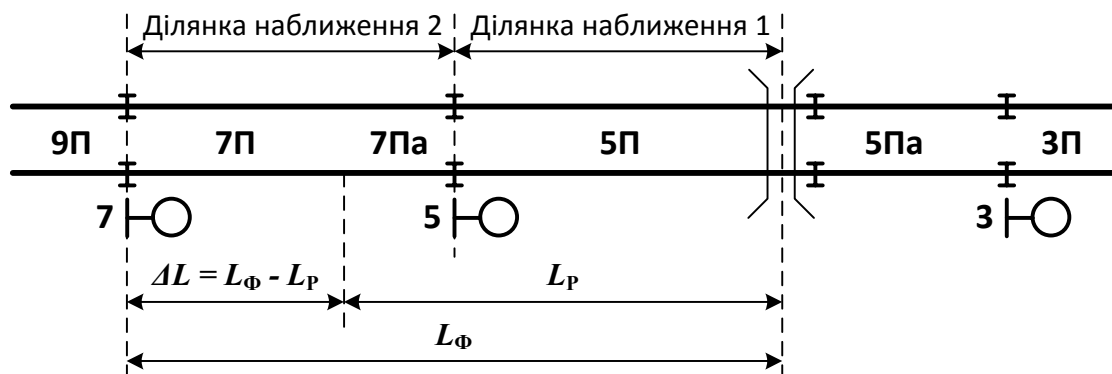


Рис. 2.11. Схеми визначення довжини ділянки наближення

Переїзд закривається тільки після закінчення витримки часу цих елементів, завдяки чому уникають завчасного закриття переїзду та вимушених затримок у русі автотранспорту. Однак при наближенні поїздів з меншими швидкостями елементи затримки не компенсують

надлишків часу сповіщення і переїзд закривається на відстані, яка більша за розрахункову.

Фактична довжина ділянки наближення до переїзду не повинна перевищувати розрахункову більше як на 10 %.

При двосторонньому русі поїздів переїзд повинен автоматично закриватись при наближенні поїзда будь-якого напрямку незалежно від напрямку дії автоблокування. Ця вимога спричинена тим, що робота схем зміни напрямку недостатньо стійка. Тому при збоях у їх роботі передбачено відправлення поїздів у невстановленому напрямі за наказом без користування засобами автоматичного регулювання руху поїздів.

Для виконання зазначеної вимоги потрібно вирішити наступні задачі:

- перебудова схем переїзної сигналізації при зміні напрямку руху поїздів;
- організація ділянок наближення та передача інформації про наближення поїздів встановленого напрямку для обох напрямів руху;
- організація контролю наближення поїзда невстановленого напрямку;
- контроль фактичного напрямку руху поїзда з метою блокування хибної команди закриття переїзду після його звільнення поїздом встановленого напрямку і вступу на ділянку наближення поїздів невстановленого напрямку;
- відміна цього блокування через певний час;
- уникнення відкритого стану переїзду при поверненні господарського поїзда після його зупинки за переїздом.

Реалізація цих задач суттєво ускладнила схеми традиційних систем переїзної сигналізації, однак забезпечила безпеку руху поїздів при заданих умовах.

Іще один із шляхів вирішення питання забезпечення рівності фактичної і розрахункової ділянок наближення це застосування у системах автоблокування тональних рейкових кіл, або використання рейкових кіл накладання на існуючі кола кодового автоблокування. Тому сучасні технічні рішення схем переїзної сигналізації передбачають або використання існуючих тональних рейкових кіл автоблокування, або застосування тональних рейкових кіл у виді рейкових кіл накладання на рейкові кола традиційних систем АБ, або обладнання ділянок наближення тональними рейковими колами за відсутності АБ.

Застосування тональних рейкових кіл у схемах переїзної сигналізації дало змогу:

- реалізувати систему автоматичного управління переїздом незалежно від напрямку руху поїзда та від напрямку дії пристроїв автоблокування;
- забезпечити довжину ділянки наближення рівною розрахунковій довжині та позбутися схеми витримки часу;
- позбавитись потреби у встановленні ізоляційних стиків на переїзді та позбутися схеми трансляції;
- виключити схему контролю звільнення переїзду у якості окремого пристрою;
- підвищити достовірність контролю фактичного прослідування поїзда;
- використовувати однотипні схеми переїзної сигналізації при будь-якому типі автоблокування чи при його відсутності взагалі.

Із застосуванням тональних рейкових кіл накладання позбавляється ізолюючих стиків на переїзді, тому виключаються випадки відмов у роботі автоблокування при їх короткому замиканні. Виключаються також відмови у подачі сповіщення про наближення поїзда до переїзду при короткому замиканні ізолюючих стиків на сигнальних установках.

При організації пристроїв автоматичної переїзної сигналізації із застосуванням тональних рейкових кіл накладання на переїзді влаштовують чотири тональні рейкові кола накладання (рис. 2.12): два рейкові кола, які примикають до переїзду, довжиною не більше 250 м і не менше 150 м і два рейкові кола довжиною до 1 000 м для обмеження ділянок наближення.

Застосування тональних рейкових кіл накладання (ТРЦЗ) дозволяє забезпечити сповіщення на переїзд у межах розрахункового часу. Схеми переїзної сигналізації виконані, в основному, із застосуванням малогабаритних реле (типу РЭЛ).

У заданому напрямку руху переїзд відкривається після проходження всім поїздом переїзду та ділянки наближення зустрічного напрямку. На переїзді використовуються чотири ділянки наближення по дві з кожного боку переїзду (1У, 2У та 3У, 4У). Для роботи тональних рейкових кіл накладання використовуються амплітудно-модульовані сигнали з несучими частотами 420, 480, 580, 720, 780 Гц і частотами модуляції 8 або 12 Гц. Максимально допустимі довжини

тональних рейкових кіл із несучою частотою 420 чи 480 Гц – 1 000–900 метрів, 720 чи 780 Гц – 150–250 метрів. Друга та третя ділянки наближення (2У та 3У) містять у собі по одному рейковому колу із довжиною 150–250 метрів. Їх довжини приймаються, як правило, рівною 150–250 метрів із несучою частотою 720 чи 780 Гц. Під'єднання приладів рейкового кола до рейкових ліній здійснюється із будь-якої сторони безпосередньо за переїздом на віддалі 10 метрів від його осі. Решта довжини ділянки наближення обладнується однією, двома чи більше рейковими колами ТРЦЗ, залежно від розрахункової довжини ділянки наближення та питомого опору ізоляції.

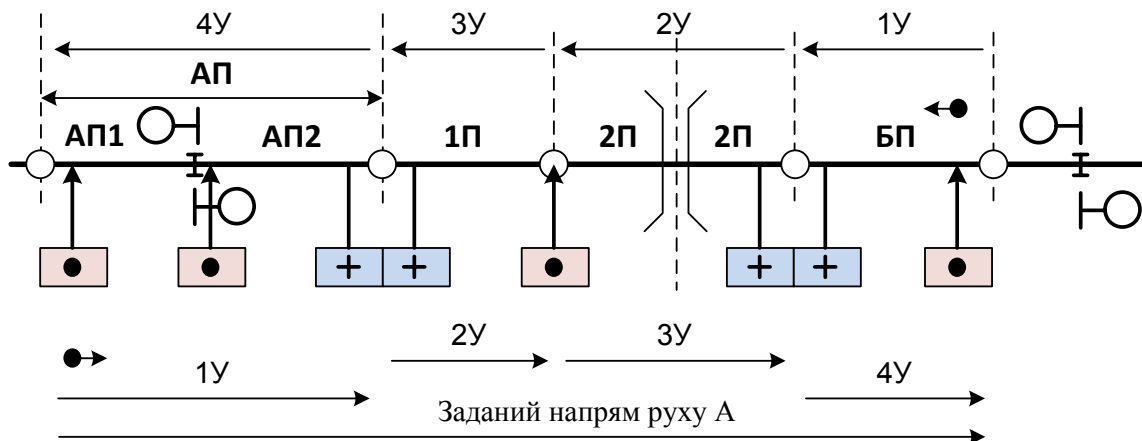


Рис. 2.12. Розташування ділянок наближення до переїзду з тональними рейковими колами накладання

Суттєвим експлуатаційним недоліком усіх діючих систем автоматичної переїзної сигналізації є фіксована довжина ділянки наближення, яка розраховується виходячи з максимальної швидкості на ділянці найшвидшого поїзда. На значній кількості дільниць максимальна встановлена швидкість пасажирських поїздів становить 120 км/год. У реальних умовах всі поїзди рухаються з нижчою швидкістю. Тому у більшості випадків переїзд закривається завчасно. Надлишковий час закритого стану переїзду може сягати 5 хв. Це спричиняє надлишкові простої автотранспорту перед переїздом. Крім того, у водіїв автотранспорту виникають сумніви щодо справного стану переїзної сигналізації і вони можуть розпочати рух при закритому переїзді.

Зазначеного недоліку можна позбутися шляхом впровадження пристроїв, які вимірюють фактичну швидкість наближення поїзда до переїзду та формують команду на закриття переїзду із урахуванням

цієї швидкості, а також можливого прискорення поїзда. В цьому напрямі вже було запропоновано ряд технічних рішень, однак, практичного застосування вони поки не знайшли.

Другим недоліком систем автоматичної переїзної сигналізації, які експлуатуються на залізниці є недосконала процедура дій при виникненні аварійної ситуації на переїзді (зупинка автомобіля, випадання вантажу тощо). На переїздах без чергового безпека руху в такій ситуації залежить від машиніста. На обслуговуваних переїздах черговий повинен увімкнути загороджувальний світлофор. Для цього йому потрібно звернути свою увагу на ситуацію, яка склалася, оцінити її, підійти до щитка управління і натиснути відповідну кнопку. Очевидно, що в обох випадках відсутня оперативність і надійність виявлення завади для руху поїзда та прийняття необхідних заходів. Для вирішення цієї проблеми проводяться роботи щодо створення пристроїв виявлення завад на переїзді та передачі інформації про це на локомотив. Завдання виявлення завад реалізується із використанням різноманітних датчиків (оптичних, ультразвукових, високочастотних, ємнісних, індуктивних тощо). Однак наявні розробки поки недостатньо досконалі в технічному плані, або їх впровадження недоцільне з економічної точки зору.

2.5. Особливості огороження переїздів у межах міст і на станціях

Міські переїзди, тобто перетини залізниць із міськими вулицями й дорогами, характеризуються значною та постійно зростаючою інтенсивністю руху автотранспорту. Залізниці в межах міст це, в більшості випадків, під'їзні колії до залізничних станцій від різних підприємств. Кожен з таких переїздів, як правило, має індивідуальні особливості, внаслідок чого обладнання їх автоматичною сигналізацією та різних загороджувальних пристроїв важко піддається типізації.

На даний час, у зв'язку зі збільшенням кількості автотранспорту, значна кількість міських переїздів стає усе менш ефективною і навіть неефективною внаслідок значних втрат від затримок на переїзді при перевезеннях вантажів і людей автотранспортом. Тому до початку обладнання автоматичною сигналізацією переїздів, розташованих

у межах міст, слід попередньо розглянути доцільність збереження під'їзної колії та розташованих на ній переїздів. Можливо, буде ефективніше закрити під'їзну колію та здійснювати доставку перевезених нею вантажів автотранспортом.

Перетини міських доріг і вулиць малодіяльними залізничними коліями обладнуються електричними шлагбаумами та сповіщальною сигналізацією. Перетини міської автомобільної дороги або вулиці із залізничними коліями при більших розмірах руху на них обладнуються автоматичною світлофорною сигналізацією з автоматичними шлагбаумами.

Незалежно від спеціалізації залізничних колій дія автоматичних систем переїзної сигналізації повинна враховувати можливість двостороннього руху поїздів кожною з колій. На станціях розбивку стрілочних і колійних ділянок на ізольовані секції потрібно виконувати з урахуванням можливості використання станційних рейкових кіл для управління переїзною сигналізацією.

Огородження переїзду з боку залізничних підходів на ділянках, на яких відсутнє автоблокування, здійснюється двозначними світлофорами прикриття з попереджувальними світлофорами перед ними (рис. 2.13). На ділянках з автоблокуванням огороження здійснюється завдяки організації загороджувальної сигналізації з установкою загороджувальних сигналів.

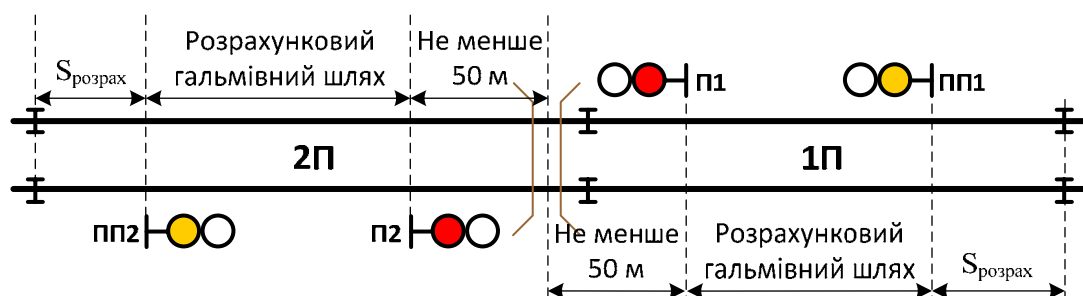


Рис. 2.13. Огородження переїзду міського типу на ділянках без АБ

З боку автомобільної дороги (вулиці) для огороження переїзду використовуються переїзні світлофори. Світлофори доповнюють електричні шлагбауми із брусами, які перекривають від половини до двох третин при двосторонньому та всю проїжджу частину дороги при односторонньому русі нею. При трамвайному русі, крім основних світлофорів, можуть підвішуватися над трамвайними коліями або

встановлюватися праворуч від колій за напрямом руху додаткові світлофори, які дублюють показання основних.

Усі рішення щодо облаштування міських переїздів пристроями сигналізації розробляють виходячи із наявності на переїзді чергового працівника.

У пристроях автоматичної сигналізації (сповіщальної та світлофорної) для фіксації появи поїзда на підході до переїзду використовуються рейкові кола кодового автоблокування, накладання тональної частоти або тональні рейкові кола.

В пристроях сповіщальної сигналізації сповіщення про наближення поїзда до переїзду подається черговим працівником станції, який управляє рухом поїздів шляхом натискання спеціальної кнопки, установленної на апараті управління станцією. В окремих випадках при незначних розмірах руху залізничного транспорту таке сповіщення може передаватися телефонними засобами зв'язку.

Сигналізація на переїзді, розташованому на станції або в безпосередній близькості до неї, якщо в ділянку наближення входять станційні колії або стрілочні колійні ділянки, повинна забезпечувати шляхом закриття переїзду при проходженні поїзних і маневрових маршрутів через переїзд, а також гарантувати своєчасне сповіщення про підхід поїзда, який зупинився перед станційним сигналом. Крім того, повинна передбачатися можливість закриття переїзду при русі поїздів під забороняючий сигнал і за запрошувальним сигналом. Ці переїзди повинні обслуговуватися черговим працівником і обладнуватися автоматичною світлофорною сигналізацією з напіваавтоматичними шлагбаумами. Їх огорожують з боку залізничної колії маневровими світлофорами із сигнальними показаннями: місячно-білий, синій та червоні вогні. Червоні вогні на маневрових світлофорах вмикаються, коли маневрова робота й рух поїздів через переїзд заборонені.

Розрахунок ділянки наближення для станційних переїздів проводиться за тими ж формулами, що й для переїздів, розташованих на перегоні. Для переїзду, який перетинає головні колії та колії наскрізного пропуску, урахується можливість наскрізного пропуску поїзда головною та бічною коліями. За розрахункову швидкість при пропуску поїзда головною колією приймається середня швидкість найбільш швидкісного поїзда (допустимій швидкості руху поїзда на перегоні), а при пропуску поїздів бічними коліями – встановленій швидкості

для станції, залежно від типів стрілочних переводів. Переважно швидкості становлять: 50 км/год при стрілках з маркою хрестовин до 1/11; 80 км/год при стрілках з маркою хрестовини 1/18 та 120 км/год при стрілках з маркою хрестовини 1/22.

Для поїздів, які відправляються зі станції, розраховується час їх руху від вихідного світлофора до переїзду. При цьому розрахунок проводиться для одиночного локомотива, оскільки він швидше досягне переїзду за рахунок більшого прискорення, яке у розрахунках приймають для тепловоза $0,6 \text{ м/с}^2$, для електровоза $0,8 \text{ м/с}^2$. На рис. 2.14 наведено зміну швидкості локомотива при його русі з бічної колії до переїзду, який знаходиться між першою стрілкою та вхідним світлофором.

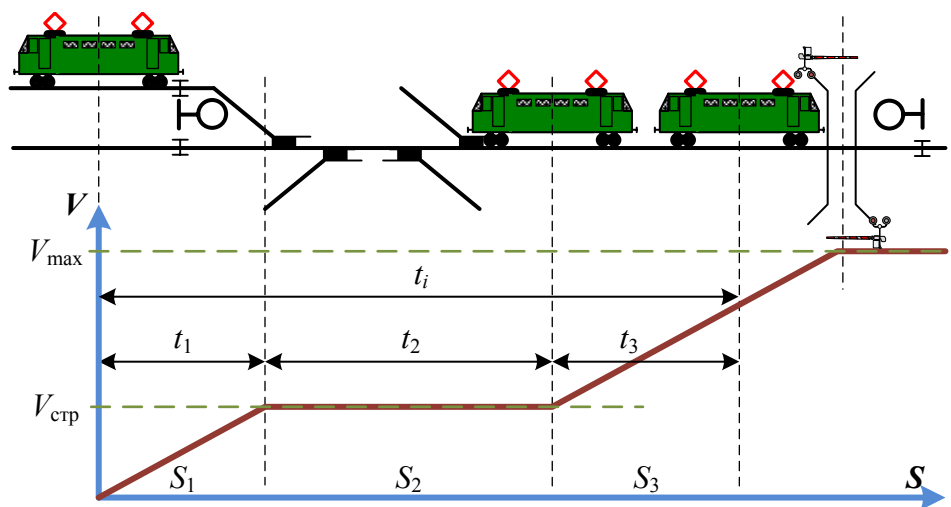


Рис. 2.14. Зміна швидкості локомотива при русі з бічної колії

На рис. 2.14 зазначені максимально припустимі швидкості руху бічними стрілками $V_{\text{стр}}$ і на перегоні V_{max} .

Час руху локомотива ділянками S_1 та S_3 може бути визначений з виразу:

$$t_i = \frac{(V_{\text{к}} - V_{\text{п}})}{3,6a}, \quad (2.6)$$

де $V_{\text{к}}, V_{\text{п}}$ – відповідно, кінцева й початкова швидкості руху локомотива, км/год;

3,6 – коефіцієнт переведення км/год в м/с;

a – прискорення локомотива, м/с^2 .

Час руху локомотива ділянкою S_2 , буде рівним:

$$t_2 = S_2 / V_{\text{стр}} . \quad (2.7)$$

Сумарний час руху локомотива повинен бути не меншим за час сповіщення на переїзд t_c . У випадку, коли час із моменту рушання локомотива з місця до вступу його на переїзд менший за необхідний час повідомлення t_c повинна передбачатися витримка часу на відкриття вихідних, маршрутних і маневрових світлофорів, рівна різниці цих часів. При цьому витримка на відкриття маневрових світлофорів, крім маневрових світлофорів із приймально-відправних колій, передбачається незалежно від наявності складу перед світлофором, а сповіщення на закриття станційного переїзду з боку перегону здійснюється при вступі поїзда на ділянку наближення до станції незалежно від установки маршруту на вхідному світлофорі.

Якщо фактичний час сповіщення при рушанні поїзда від вхідного світлофора менше за необхідний, то переїзна сигналізація вмикається незалежно від показання світлофора при зайнятті поїздом блоку ділянки перед вхідним світлофором. Якщо цей час не витримується при рушанні поїзда від вхідного світлофора, то світлофор відкривається з витримкою часу, яка необхідна для закриття переїзду. Увімкнення переїзної сигналізації у цьому випадку здійснюється при натисканні кнопки управління вихідним світлофором, а відкриття світлофора – через певний час. При цьому витримка часу $t_{\text{випр}}$ повинна задовольняти наступній умові:

$$t_{\text{випр}} = t_c - t_i, \quad (2.8)$$

де t_c , t_i – відповідно необхідний час сповіщення на переїзд та час руху локомотива до переїзду, с.

Маневрові світлофори з урахуванням незначної швидкості пересування при маневрах і видимості переїзду від маневрового сигналу відкриваються без витримки часу одночасно з подачею сповіщення на переїзд. Якщо рух поїзда здійснюється під забороняючий сигнал або за запрошувальним сигналом переїзна сигналізація вмикається черговим станції шляхом натискання спеціальної кнопки на пульті управління.

Станційні переїзди, розташовані в горловинах станцій, і переїзди на перетині з приймально-відправними коліями, рекомендується обладнувати пристроями сповіщальної сигналізації, за можливості автоматичної та електричними шлагбаумами. Сповіщальна сигналізація повинна давати незалежний контроль руху та стану кожної приймально-відправної колії, яка перетинається переїздом.

Переїзди, які перетинають під'їзні колії, обладнують за правилами міських переїздів, передбачаючи установку світлофорів переїзної сигналізації.

2.6. Розрахунок дальності видимості переїзного світлофора

Видимість світлофорів переїзної сигналізації повинна бути забезпечена із віддалі, яка забезпечує зупинку транспортного засобу за п'ять метрів від світлофора. Найнесприятливішим вважається рух автотранспорту засніженим асфальтом, оскільки при ожеледі швидкість автомобіля не повинна перевищувати 20 км/год.

Необхідна дальність видимості переїзного світлофора визначається виразом:

$$S = S_r + v_m (t_0 + t_p + t_r) + 5, \quad (2.9)$$

де S_r – гальмівний шлях автомобіля, м;

v_m – швидкість руху автомобіля при підході до переїзду, м/с;

t_0 – час, потрібний водієві для сприйняття сигналів переїзного світлофора, с;

t_p – час реакції водія на сприйнятий сигнал переїзного світлофора, с;

t_r – час спрацювання гальм автомобіля, с;

5 – відстань, на якій повинен зупинитись автомобіль перед закритим переїзним світлофором.

Враховуючи те, що водій попереджається про наближення до переїзду спеціальними дорожніми знаками, швидкість наближення до переїзду можна прийняти 50 км/год чи 13,9 м/с. За цієї швидкості та

несприятливих умовах (засніжений асфальт) гальмівний шлях автомобіля становитиме 49 м. При розрахунках можна приймати: $t_0 = 1$ с, $t_p = 0,6$ с, $t_r = 0,8$ с.

В цьому випадку мінімально допустима відстань, з якої відкривається видимість переїзного світлофора становитиме 87,36 м. Із урахуванням можливих відхилень швидкості автомобіля та його гальмівного шляху дальність видимості переїзного світлофора необхідно прийняти рівною 100 м.

2.7. Апаратура та пристрої переїзної сигналізації

До пристроїв та апаратури, яка застосовується тільки в переїзній сигналізації, відносяться переїзні світлофори, автоматичні шлагбауми та щитки управління переїзною сигналізацією. Решта пристроїв (реле, прилади електроживлення, релейні та батарейні шафи тощо) – типове, те, яке широко використовується в пристроях залізничної автоматики та телемеханіки [13, 89, 91].

Світлофори переїзні призначені для подачі сигналів, які попереджають водіїв автотранспорту і пішоходів про наближення поїзда до залізничного переїзду. На світлофорній щоглі, розміщаються дві або три світлофорні головки з лінзовими комплектами КЛМ і двонитковими лампами ЖС12-15+15, дзвінок постійного струму ЗПТ-24 або ЗПТ-12, а також дорожні знаки 1.29 «Одноколійна залізниця» (див. рис. 2.5, *b*) або 1.30 «Багатоколійна залізниця» (див. рис. 2.5, *c*).

У переїзному світлофорі застосовуються корпуси із кришками головок від щоглового світлофора. Корпуса із кришками головок переїзного світлофора виготовляються з алюмінієвого сплаву та із чавуну.

Кріплення світлофорних головок дозволяє змінювати напрямок світлового пучка в горизонтальній площині на кут $\pm 60^\circ$, у вертикальній – на $\pm 10^\circ$.

Світлооптична система головки світлофора складається з лінзового комплексу КЛМ із комплектами лінз червоного або місячно-білого кольорів, розсіювача та світлофорної лампи ЖС12-15+15. Електроживлення ламп лінзових комплектів світлофорів здійснюється від джерела струму напругою 11,5 В. Дальність видимості червоного

миготливого сигналу в сонячну погоду повинна бути не менше 215 м, кут видимості сигналу в горизонтальній площині – 70°.

Подача звукового сигналу здійснюється дзвінком постійного струму типу ЗПТ-24 на напругу 24 В. Може встановлюватися дзвінок постійного струму типу ЗПТ-12 на напругу 12 В. На кожному світлофорі встановлюється один дзвінок, який входить у комплект поставки переїзного світлофора.

Світлофорні головки та дзвінок монтуються на пустотілій металевій щоглі, яка, у свою чергу, закріплюється на фундаменті за допомогою гайок з вивіркою правильності вертикальної її установки та розміщення головок і показників у площині, яка перпендикулярна дорозі. Для забезпечення видимості верхню головку світлофора розташовують під необхідним кутом до двох нижніх головок.

Існують наступні типи переїзних світлофорів:

ІІ-69 – для одноколійних ділянок, із двома сигнальними головками та дорожнім знаком 1.29;

ІІІ-69 – для одноколійних ділянок, із трьома сигнальними головками та дорожнім знаком 1.29;

ІІ-73 – для ділянок із двома і більше коліями, із двома сигнальними головками та дорожнім знаком 1.30;

ІІІ-73 – для ділянок із двома і більше коліями, із трьома сигнальними головками та дорожнім знаком 1.30.

На даний час все частіше встановлюють **світлофори переїзні СП2-1, СП2-2, СП3-1, СП3-2**, де перша цифра в позначенні типу світлофора позначає кількість сигнальних головок (2 – дві червоні, 3 – дві червоні та одна прозоро-білого вогню), друга цифра характеризує ділянку залізниці (1 – одноколійна, 2 – багатоколійна).

Переїзні світлофори СП мають наступні показники надійності:

- середній наробіток на відмову – не менше 25 000 годин;
- середній термін служби до списання – не менше 20 років.

Гарантійний термін експлуатації – 12 місяців від дня введення в експлуатацію за умови попереднього зберігання не більше шести місяців від дня виготовлення.

Характеристики переїзних світлофорів наведено в табл. 2.5. Зовнішній вигляд переїзних світлофорів типу СП – на рис. 2.15.

На даний час у головках переїзних світлофорів широко впроваджуються також світлодіодні лінзові комплекти, які володіють деякими перевагами у порівнянні з лінзовими:

- покращеними характеристиками видимості;
- низьким споживанням електроенергії;
- тривалішим на порядок ресурсом роботи.

Таблиця 2.5

Характеристики переїзних світлофорів

Тип	Вид ділянки	К-сть ГОЛОВОК	Габаритні розміри, мм	Маса, кг
П-69	одноколійна	2	680×1 250×2 525	110
П-73		3	680×1 250×2 872	138
ПІ-69	двоколійна (багатоколійна)	2	680×1 250×2 525	130
ПІ-73		3	680×1 250×2 872	138
СП2-1	одноколійна	2	765×1 250×2 530 (765×1 250×2 520)	100 (85)
СП3-1		3	765×1 250×2 810 (765×1 250×2 800)	123 (100)
СП2-2	двоколійна (багатоколійна)	2	765×1 250×2 530 (765×1 250×2 520)	103 (88)
СП3-2		3	765×1 250×2 810 (765×1 250×2 800)	126 (103)

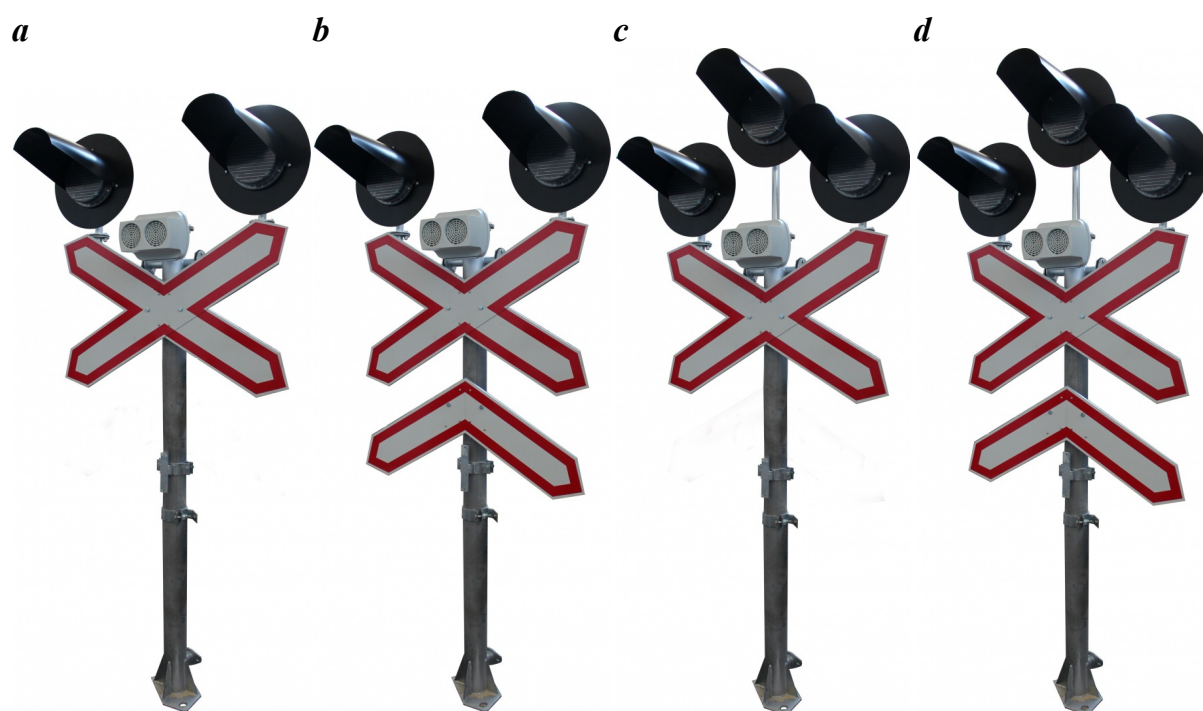


Рис. 2.15. Світлофор переїзний СП:
а – СП2-1; б – СП2-2; с – СП3-1; д – СП3-2

Головки таких світлофорів (рис. 2.16, *a*) складаються з світлодіодної збірки 1, яка закріплена до стійки 4 за допомогою шпильок 3 з різьбовим з'єднанням. Живлення на світлодіоди подається через клему 2. Конструкція світлофорної головки також містить фоновий щит 5 та козирок 6. Діаметр вихідного світлового отвору 200 мм. Загальний вигляд головки світлофорної типу ГСП для переїзних світлофорів наведено на рис. 2.16, *b*.

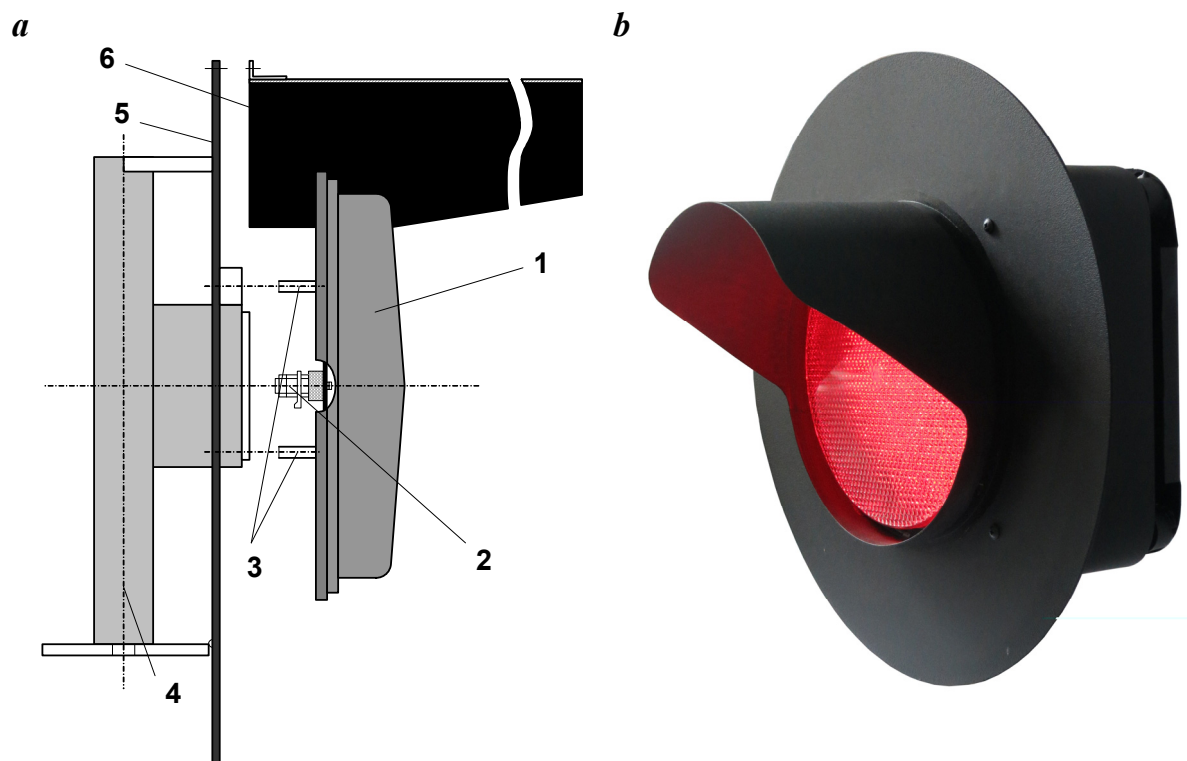


Рис. 2.16. Головка світлофорна світлодіодна для залізничних переїздів

Головка живиться від джерела постійного чи змінного струму напругою 10,5–12,0 В, споживана потужність – не більше 25 Вт (переважно 15 Вт). Світловий блок містить 168 (від 168 до 240) світлодіодів. При виявленні під час експлуатації 40 і більше світлодіодів, які не горять, головка вважається несправною та потребує ремонту. У світлодіодних головках відсутні світлофільтри. Розрахунковий термін служби світлодіодного комплекту становить 20 років, а середнє напруцювання на відмову – 5 000 год. У середині світлодіодної збірки розташовані плата живлення та плата світлодіодів (рис. 2.17).

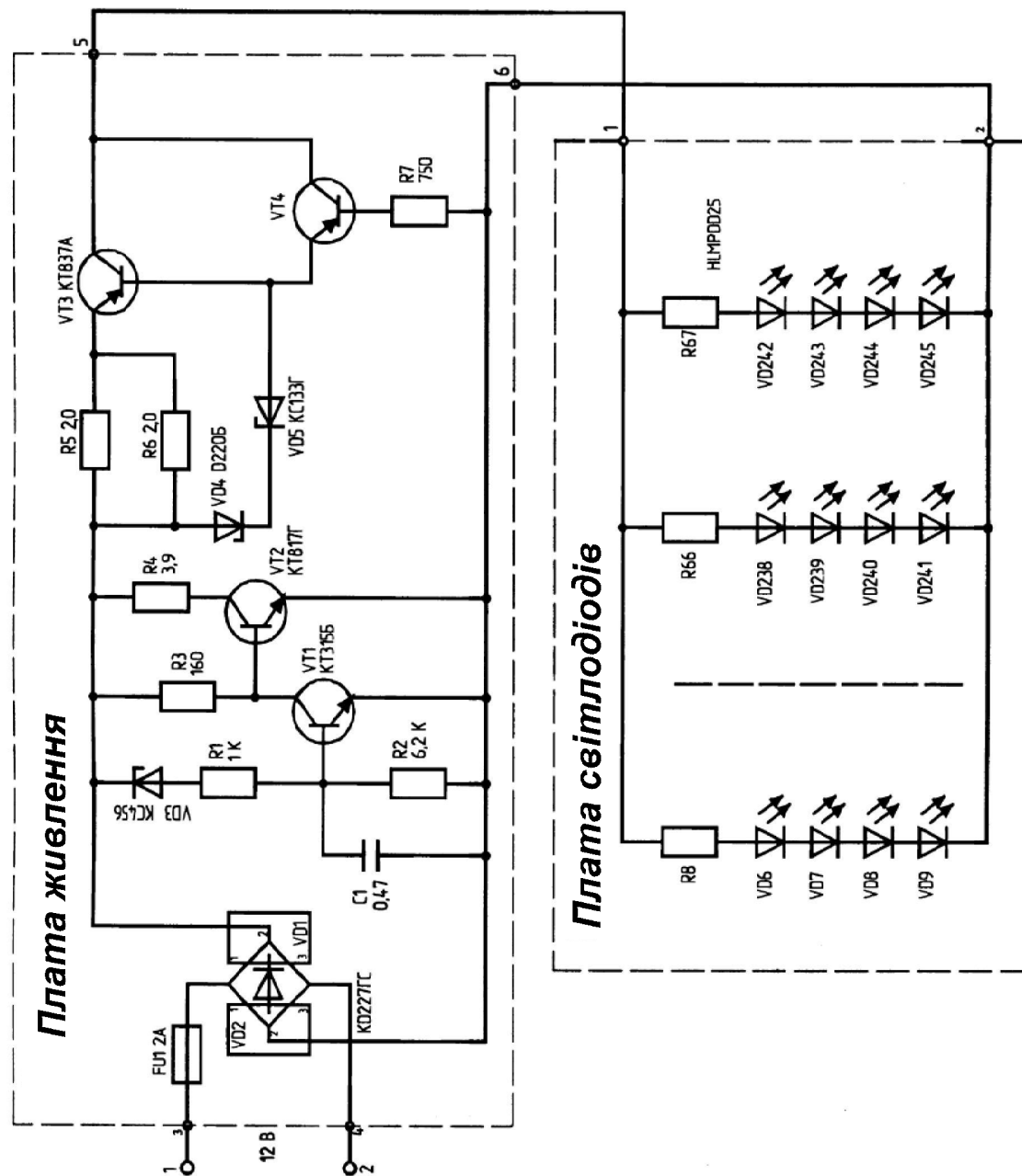


Рис. 2.17. Електрична принципова схема головки світлодіодного переїзного світлофора

Плата живлення містить випрямляч і стабілізатор напруги. Плата світлодіодів містить світловий блок, який складається з 48–60 паралельних ланок, у кожен з яких послідовно увімкнено по чотири світлодіоди. Світловий блок за допомогою плати живлення узгоджується з типовими пристроями контролю цілісності ниток ламп переїзного світлофора на базі реле АОШ2 – 180/0,45.

Світлодіоди вмикаються за рахунок зміни опору в первинному колі джерела живлення головок шляхом його перемикавання на низькоомну обмотку вогневого реле. У цьому випадку транзистор VT1 відкритий через VD3, R1, а транзистор VT2 закритий (струм у колі R4 відсутній). Вогневе реле, завдяки струму, який протікає через світлодіоди та його низькоомну обмотку, утримує свій якір. Вимикаються світлодіоди шляхом перемикавання у колі джерела живлення головок низькоомної обмотки вогневого реле на високоомну. Транзистор VT1 закривається, а транзистор VT2 відкривається. При цьому паралельно до світлодіодів вмикається опір R4. Світіння світлодіодів припиняється.

Струм у колі високоомної обмотки вогневого реле відповідає рівневі струму утримання якоря. У такий спосіб контролюється горіння світлодіодів та імітується контроль їх цілісності в «холодному стані».

Для прикладу наведемо параметри світлодіодних головок ГСП-200 (число у позначенні – типорозмір робочої частини складрозсіювача в мм), які випускаються ТзОВ «Атілос», м. Чернігів:

- світлотехнічні параметри відповідають вимогам ДСТУ 4092;
- працездатність забезпечується як при живленні ефективною напругою від 10 до 14 В змінного струму або випрямленого без згладжування пульсацій напруги електромережі 50 Гц, так і при живленні напругою від 10 до 14 В постійного струму (резервне живлення);
- номінальний струм живлення – 0,72 А (відповідає струму спрацювання «вогневого» реле переїзної сигналізації управління світлофором);
- має коло контролю «холодного» стану;
- забезпечується взаємозамінність за установчими розмірами, колами живлення і контролю з ламповими головками переїзних лінзових світлофорів типу СП без будь-яких конструктивних доробок стояків та змін існуючих схем переїзної сигналізації управління світлофорами;

- діапазон робочих температур навколишнього повітря – від мінус 40 до плюс 60 °С;
- середній наробіток на відмову – не менше 50 000 годин;
- повний середній термін експлуатації – не менше 20 років.

Світлодіодні головки виготовляються двох типів ГСП-200-К – червоного кольору світіння та ГСП-200-ЛБ – білого кольору світіння і можуть постачатись як окремо, в якості світлофорів типу Т6.3 за ДСТУ 4092, так і для заміни лампових головок переїзних лінзових світлофорів типу СП, які не відповідають стандартів за типорозмірами робочої частини лінзи (150 мм).

Головки світлодіодні відповідають усім вимогам ДСТУ 4092-2002 та ДСТУ 4178-2003, мають відповідну сертифікацію та дозволені до використання Адміністрацією залізничного транспорту України.

Для акустичної сигналізації на залізничних переїздах і інших спорудах використовуються електричні дзвінки ЗПТ-12М, ЗПТ-24М, ЗПТ-80М, які виконані у виді закритої конструкції з розташованою усередині електромагнітною системою.

Технічні характеристики

1. Дзвінки ЗПТ-12М и ЗПТ-24М живляться від джерела постійного струму, дзвінок ЗПТ-80М – від джерела змінного струму частотою 50 Гц. Електричні характеристики дзвінків наведено в табл. 2.6.
2. Дзвінки забезпечують чітке звучання на відстані не менше 80 м.
3. Габаритні розміри – 178×130×115 мм, маса – 1,0 кг.

Таблиця 2.6

Електричні характеристики дзвінків

Тип	Напруга, В	Струм, А	Потужність, Вт	Опір, Ом
ЗПТ-12М	7...14	0,16	2,4	24
ЗПТ-24М	24 ± 4	0,10	3,6	45
ЗПТ-80М	80 ± 10	0,16	13,6	610

На даний час замість електричних та електромеханічних дзвінків ЗПТ-12, ЗПТ-24 широко запроваджуються нові електронні дзвінки (акустичні сповіщувачі).

Переваги електронних дзвінків у порівнянні з електромеханічними чи електричними дзвінками:

- підвищена надійність внаслідок відсутності механічних частин;
- акустичні характеристики не змінюються в часі та не залежать від кліматичних умов;
- практично не потребують обслуговування;
- автоматичне перемикання на резервний при пошкодженнях основного;
- при під'єднанні до систем віддаленого моніторингу (АСДК, АПК-ДК) існує можливість проведення ремонту за його фактичним станом за рахунок вбудованого контролю за рівнем звуку;
- антивандальне виконання.

Для прикладу нижче наведено характеристики акустичного сповіщувача із резервуванням для залізничних переїздів НКМР.468231.002 виробництва ЗАТ «Транс-Сигнал» м. Нижній Новгород, Росія:

Рівень звуку на віддалі 1 м вздовж осі, дБА.....	80–95
під кутом $\pm 45^\circ$ до осі.....	85–90
Напруга живлення від джерела постійного струму, В	10–28
Потужність не більше, Вт	9
Розміри, мм.....	196 × 262 × 168
Вага не більше, кг	4,2
Ступінь захисту.....	IP43
Кліматичне виконання.....	УХЛ-1, У-1
Термін служби.....	15 років

Крім зазначених електронних дзвінків на залізничних переїздах застосовують сповіщувачі звукові «Сирена».

Сповіщувачі звукові «Сирена» призначені для подачі звукових сигналів у пристроях контролю та управління, у системах попередження та сповіщення [89]. Сповіщувачі є п'єзокерамічними електронними пристроями, які виконані у вигляді закритої конструкції.

Сповіщувачі випускаються у двох виконаннях, які відрізняються резонансною частотою. Основні електричні параметри сповіщувачів наведено в табл. 2.7.

Електроживлення сповіщувачів здійснюється від джерела постійної напруги 12 ± 3 В або змінної напруги 9...14 В.

Рівень звукового тиску на відстані 1 м по робочій осі сповіщувача при номінальній напрузі живлення повинен бути не менше 90 дБ.

Маса – не більше 0,07 кг.

На залізничних переїздах магістрального транспорту України використовуються вертикально-поворотні автоматичні (електричні) шлагбауми, які можуть працювати як в автоматичному так і в неавтоматичному режимах. Шлагбауми виготовляються з довжиною загороджувального бруса 4, 6 та 8 м.

Таблиця 2.7

Електричні характеристики сповіщувачів «Сирена»

Характеристика	Виконання	
	СИРЕНА С-01-12 V AC/DC	СИРЕНА С-03-12 V AC/DC
Резонансна частота, кГц	$3,4 \pm 0,4$	$2,5 \pm 0,5$
Струм споживання, мА:		
від джерела 12 В пост. струму	80	90
від джерела 12 В змін. струму	100	110
Споживана потужність, В·А:		
від джерела 12 В пост. струму	0,96	1,08
від джерела 12 В змін. струму	1,20	1,32

У діючих пристроях застосовуються електродвигуни постійного струму. Зараз запроваджуються нові шлагбауми, переваги яких:

- використовуються надійніші та економніші двигуни змінного струму;
- не потребують випрямлячів та акумуляторів для живлення двигунів, що знижує вартість пристроїв та витрати на обслуговування;
- опускання бруса шлагбаума здійснюється за рахунок власної ваги, що підвищує безпеку при несправностях схеми чи за відсутності електроживлення та забезпечує економію електроенергії.

Шлагбаум автоматичний переїзний АШ-06 [107] встановлюється на залізничних переїздах із черговим працівником призначений для перекриття автомобільного та пішохідного руху при наближенні поїзда до залізничного переїзду. Шлагбаум використовується сумісно із сигнальними пристроями у складі комплекту переїзного обладнання та виготовляється у кліматичному виконанні «УХЛ» категорії розміщення 1 за ГОСТ 15150 для роботи при температурі навколишнього середовища від мінус 60 до плюс 55 °С. Шлагбаум виготовля-

ється в двох модифікаціях із номінальною напругою живлення: 220 В (+5/–10 %) однофазного змінного струму чи 24 В (+5/–10 %) постійного струму.

Основні технічні характеристики шлагбаумів АШ–06:

Маса, кг, не більше	260
Довжина загороджувального бруса, м	4, 6, 8
Відхилення бруса від горизонтального положення у закритому стані, град, не більше	± 3
Час підймання бруса, с, не більше	10 ± 2
Час опускання бруса, с, не більше	10 ± 2

Електричні параметри електроприводу шлагбаума АШ–06 наведено в табл. 2.8.

Таблиця 2.8

Електричні параметри електроприводу шлагбаума АШ–06

Параметр	Тип електродвигуна	
	змінного струму	постійного струму
Напруга живлення електродвигуна, В	220 В (+5/–10 %)	24 В (+5/–10 %)
Струм електродвигуна при підйманні бруса, А, не більше	1,0	6,0
Напруга живлення електромуфти, В	12 ± 1	24 ± 1
Струм електромуфти, А, не більше	2,0	1,0

Конструкція та принцип роботи шлагбаума АШ-6. Шлагбаум (рис. 2.18) складається із труби-основи 1, на якій встановлені переїзний світлофор 2 та електропривід 3. На електроприводі встановлена кронштейн-рама 4 із противагами 5 до якої за допомогою запобіжного пристрою (фіксатора) 6 закріплений загороджувальний брус 7.

Електропривід шлагбаума (рис. 2.19) складається із електродвигуна 7, приводу 8, електромагнітної муфти 9, гідравлічного гасника 5, головного валу 1 та перетворювача частоти 10. Електромагнітна муфта 9 забезпечує передачу обертового моменту від вихідного валу приводу на головний вал і складається з корпусу у який поміщено електромагніт, шестерні та кришки. Шестерня постійно знаходиться в зчепленні з вихідним валом приводу і обертається при його увімкненні. Зчеплення з головним валом здійснюється за рахунок зубців на бічній поверхні шестерні та ролика на кришці муфти.

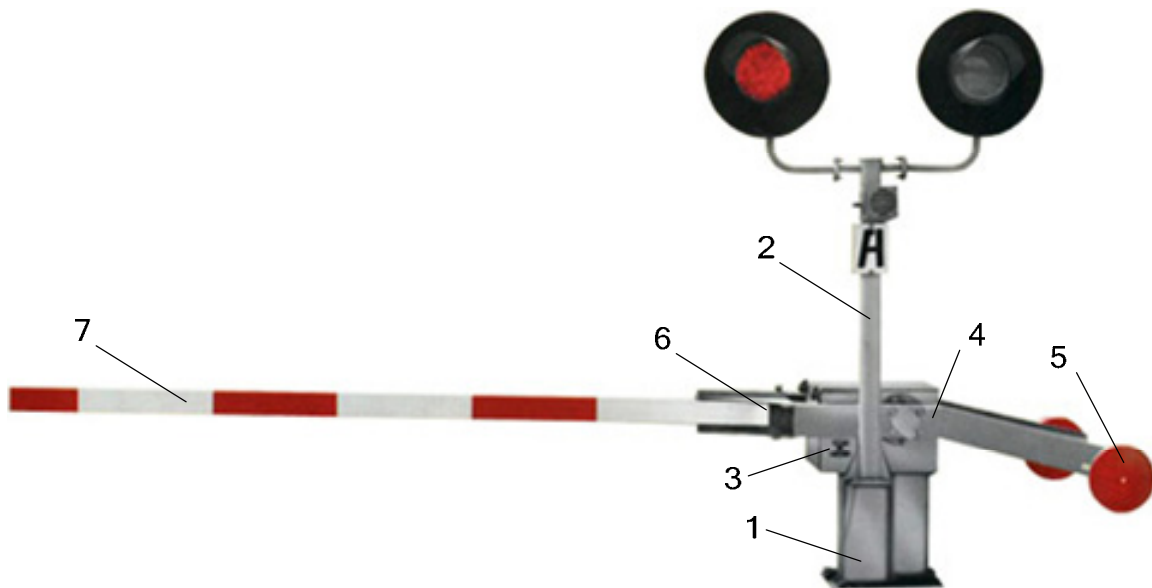


Рис. 2.18. Загальний вид шлагбаума АШ-06:

1 – труба-основа; 2 – переїзний світлофор; 3 – електропривід; 4 – кронштейн-рама;
5 – противаги; 6 – запобіжний пристрій; 7 – загороджувальний брус

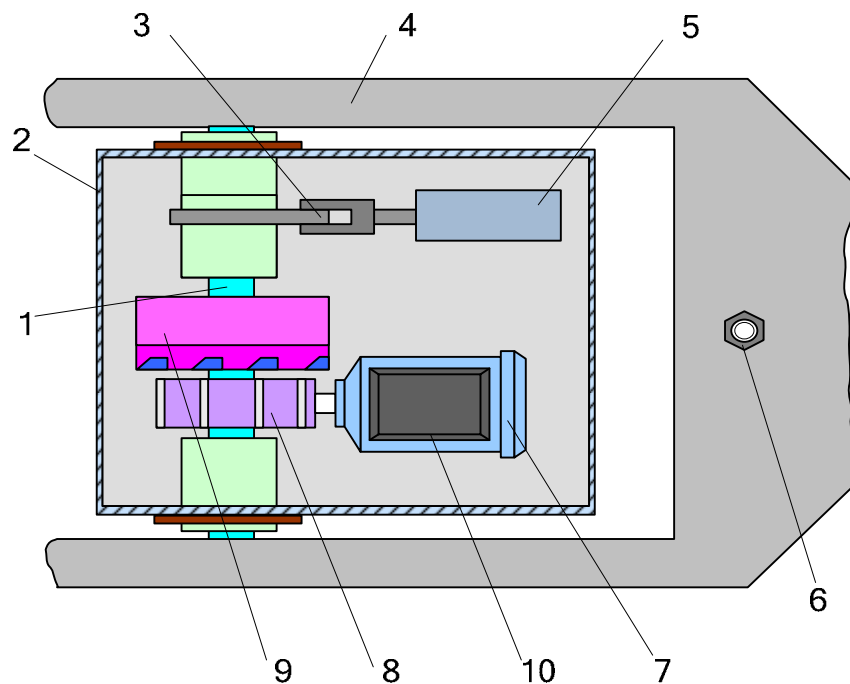


Рис. 2.19. Привід шлагбаума АШ-06:

1 – головний вал; 2 – корпус; 3 – кулачок; 4 – кронштейн-рама;
5 – гідравлічний гасник; 6 – запобіжний пристрій (фіксатор); 7 – електродвигун
4ААМ56В4УЗ; 8 – привід; 9 – муфта електромагнітна; 10 – перетворювач частоти

Гідравлічний гасник 5 забезпечує плавне опускання бруса при закритті шлагбауму. Складається з гідравлічного циліндра та поршня із золотником. Золотник забезпечує вільне переміщення поршня в одному напрямі та сповільнює його рух у протилежному напрямі.

Перетворювач частоти 10 перетворює змінну однофазну напругу в змінну трифазну, забезпечує плавний пуск електродвигуна та його захист від перевантажень.

У початковому положенні (брус шлагбаума піднятий) електродвигун без струму, а на електромагнітну муфту 9 подається напруга живлення. При цьому кришка електромагнітної муфти 9 притиснена до корпусу і ролик муфти зчеплений із шестернею. За рахунок цього брус утримується у піднятому положенні.

При надходженні команди на закриття шлагбауму з електромагнітної муфти знімається напруга, під дією пружини її кришка відштовхується від корпусу і ролик виходить із зачеплення з зубчастим вінцем муфти. В результаті розмикається кінематичний зв'язок між головним і вихідним валами редуктора. Під дією сили тяжіння брус розпочинає опускатись. За рахунок дії гідравлічного гасника брус опускається плавно та із заданою швидкістю.

При досягненні брусом горизонтального положення спрацьовує кінцевий вимикач і у систему управління надходить сигнал про закриття шлагбауму. Система автоматики подає напругу на електромагнітну муфту, що забезпечує фіксацію бруса шлагбаума у горизонтальному положенні.

При надходженні команди на підняття бруса подається однофазна напруга 220 В 50 Гц на перетворювач частоти 10, який перетворює цю напругу у змінну трифазну, яка надходить на електричний двигун. Вал двигуна обертається і брус шлагбаума підіймається. Перетворювач частоти забезпечує плавний пуск двигуна та його захист від перевантажень. Коли брус підіймається на кут $80...85^{\circ}$, спрацьовує кінцевий вимикач, у результаті чого напруга з перетворювача 10, а, відповідно і з двигуна 7 знімається. До електромагнітної муфти напруга живлення продовжує прикладатись, що забезпечує фіксацію бруса у піднятому положенні. В аварійній ситуації, за відсутності напруги живлення, шлагбаум може працювати в ручному режимі. Фіксація бруса в крайніх положеннях забезпечується шляхом подачі живлення на електромагнітну муфту від акумуляторної батареї із шафи переїзної автоматики.

Для підняття бруса вручну (рис. 2.20) необхідно викрутити стопорний болт 5 запірної скоби 3. При цьому розмикається кінцевий вимикач і блокується увімкнення двигуна при подачі напруги живлення з шафи управління.

Далі потрібно перевести запірну скобу 3 проти годинникової стрілки в крайнє положення. При цьому відкриється отвір для доступу до валу редуктора 4. Необхідно надіти курбель на вал редуктора і, шляхом його обертання проти годинникової стрілки, піднімати брус вгору. При піднятті бруса на кут $80 \dots 85^\circ$ обертання курбеля потрібно припинити. Електромагнітна муфта буде утримувати брус у піднятому положенні до надходження команди на його опускання.

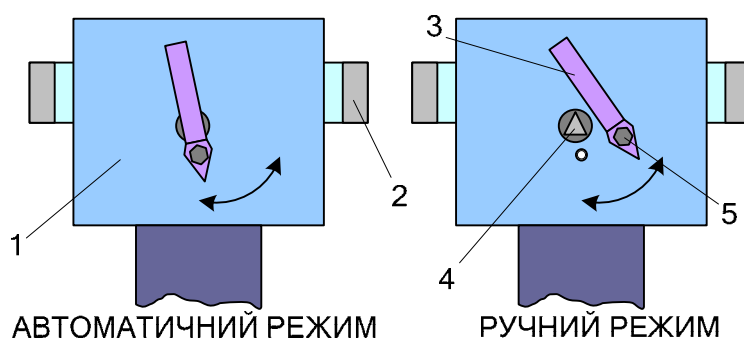


Рис. 2.20. Перемикання режимів роботи шлагбаума:

1 – електричний привід; 2 – кронштейн-рама; 3 – скоба запірною;
4 – вал редуктора; 5 – стопорний болт

При відновленні подачі напруги живлення потрібно, з метою повернення шлагбауму у автоматичний режим, перевести запірну скобу за годинниковою стрілкою у початкове положення.

При впливі на брус бічного зусилля, яке перевищуватиме задану межу, вивільнюється запобіжний пристрій і брус повертається у горизонтальній площині. Це запобігає поломці бруса, наприклад, при ударі корпусом автомобіля.

Шлагбауми, які встановлюються в якості основних комплектуються переїзними світлофорами із двома світлодіодними головками (ДСТУ-4092) та дзвінком (акустичним сповіщувачем), а світлофори, які встановлюються в якості додаткових – тільки дзвінком.

Переїзні автоматичні шлагбауми ПАШ1-4, ПАШ1-6, ПАШ1-8 з довжиною брусів відповідно 4 м, 6 м або 8 м є складовою частиною комплексу пристроїв для огороження залізниць у місцях їх перетину

на одному рівні із автомобільними, пішохідними, а в деяких випадках і з міськими транспортними комунікаціями та призначений для огороження залізничних колій. Він застосовується в системі пристроїв огороження переїздів на станціях, перегонах, під'їзних коліях магістральних залізниць та промислового транспорту.

ПАШ1 використовують як для заміни шлагбаумів, які на даний час знаходяться в експлуатації, так і для нового будівництва. Шлагбаум працює в автоматичному, напівавтоматичному режимах, а також при місцевому управлінні. За відсутності живлення він працює тільки на опускання загороджувального бруса.

Шлагбаум випускається у трьох варіантах виконання за родом живлення електродвигуна: варіант А – змінна трифазна напруга; варіант Б – змінна однофазна напруга; варіант В – живлення постійним струмом.

Технічні характеристики шлагбаума ПАШ1:

Довжина загороджувального бруса, м	4, 6, 8
Маса загороджувального бруса, кг, не більше	35
Кут підймання загороджувального бруса, град., не більше	90
Час опускання загороджувального бруса, с, не більше	10
Час підймання загороджувального бруса, с, не більше	12
Кількість циклів (підйом-опускання бруса), не менше	106
Напруга кіл управління, контролю та сигналізації, В	12
Номинальна частота переведень, циклів/хв	1
Номинальний момент, Н·м	170
Висота установки бруса над поверхнею дороги, м	1,00–1,25
Маса електроприводу шлагбаума, кг, не більше	90
Габаритні розміри електроприводу шлагбаума, мм ..	475 × 520 × 480

Електричні параметри двигунів привода шлагбаума ПАШ1 наведено в табл. 2.9.

Таблиця 2.9

Електричні параметри двигунів привода шлагбаума ПАШ1

Параметр	Варіант А (частота 50 або 60 Гц)	Варіант Б (частота 50 або 60 Гц)	Варіант В
Напруга живлення, В	220 +5/–10 %	220 +5/–10 %	24 +5/–10 %
Номинальна потужність, Вт	180	105	95
Номинальний струм, А	1,17	2,65	7,00

До складу шлагбаума ПАШ1 (рис. 2.21) входять наступні основні пристрої: електропривід 1, який, за допомогою тумбочки-підставки 2 встановлений на фундаменті 3; загороджувальний брус 4, який закріплений в рамі 5 за допомогою запобіжного пристрою 6 (дає змогу при наїзді транспортних засобів зміщуватися брусу в горизонтальній площині на кут 90°); противага 7. Автоматичний шлагбаум може обладнуватися світлофором 8 зі звуковим сигналом 9.

Конструкція автошлагбаума дає змогу встановлювати світлофори та звукові сигнали разом з автошлагбаумом чи окремо від нього.

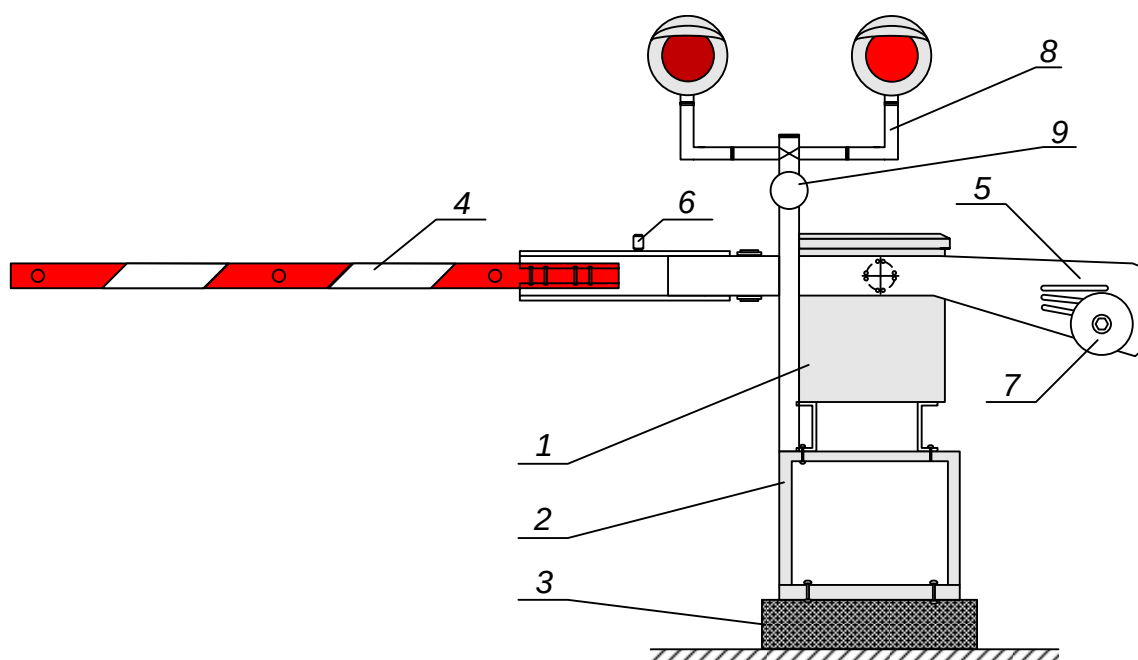


Рис. 2.21. Конструкція автошлагбаума ПАШ1:

1 – електропривід; 2 – тумбочка-підставка; 3 – фундамент; 4 – загороджувальний брус;
5 – рама загороджувального бруса; 6 – запобіжний пристрій (фіксатор); 7 – противага;
8 – переїзні світлофори; 9 – акустичний сповіслювач (дзвінок)

Електропривод автошлагбаума (рис. 2.22) складається з: електродвигуна 7, який працює як від однофазної мережі (конденсаторний запуск), так і від трифазної; двоступінчатого редуктора 8; електромагнітної муфти 12; гідравлічного гасника 11, який працює у якості амортизатора; системи контролю на базі мікроперемикачів; головного валу 13, який закріплений у підшипникових опорах 6; корпусу 9 та має два вихідні фланці 5 для кріплення рами загороджувального бруса; кришки 1. Електропривод автошлагбаума також має у своєму складі допоміжні вузли (на рисунку не наведені): клемну колодку;

отвір для ручного перевodu (курбеля); заслінку з контактами безпеки; замок. Двоступінчатий черв'ячний редуктор 8 становить комбінований вузол, перша ступінь якого – однозахідний черв'ячний редуктор закритого виконання. Черв'як редуктора має два вихідних кінці: один для його з'єднання за допомогою муфти із вихідним валом електродвигуна 7, а другий володіє тригранним виходом, призначеним для під'єднання курбеля при ручному управлінні. Вихідний кінець валу черв'ячного редуктора – шестерня другої ступені відкритої циліндричної пари.

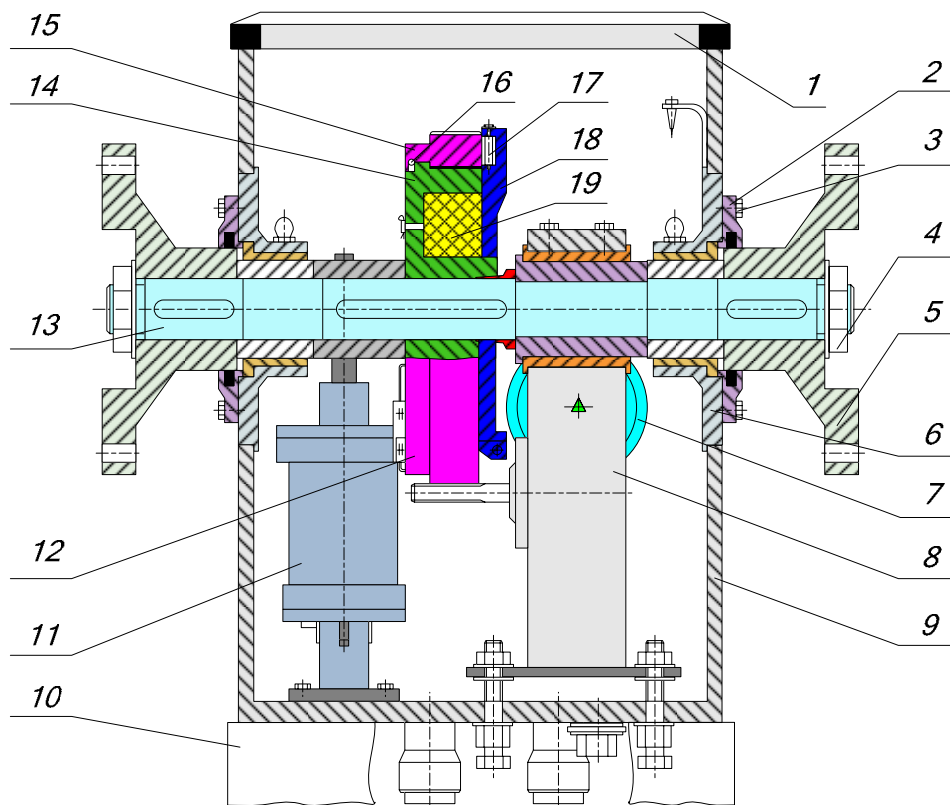


Рис. 2.22. Електропривод шлагбаума ПАШ1:

1 – кришка; 2 – фланець; 3 – болт; 4 – гайка; 5 – фланець вихідний; 6 – підшипникова опора; 7 – електродвигун; 8 – черв'ячний редуктор; 9 – корпус; 10 – основа; 11 – гідравлічний гасник; 12 – електромагнітна муфта; 13 – головний вал; 14 – ступиця електромагнітної муфти; 15 – вінець (зубчасте колесо) електромагнітної муфти; 16 – стопорне кільце; 17 – ролик електромагнітної муфти; 18 – якір; 19 – обмотка збудження електромагнітної муфти

Вихідне зубчасте колесо становить електромагнітну муфту 12, яка складається з вінця 15, який вільно насаджений на ступицю 14 і утримується на ній стопорним кільцем 16, завдяки чому може

провертатися, котушки збудження 19 та якоря 18. Повертання ступиці 14 спричиняє повертання головного валу 13. Зубчате колесо – вінець 15 має спеціальні пази, в які при збудженні котушки 19 та притягуванні якоря 18, попадають ролики 17 і утримуються в цих пазах до зняття напруги з котушки збудження, завдяки чому вінець 15 утримується від повертання на ступиці 14. У цьому випадку, при збудженні котушки електромагнітної муфти, вихідний вал двоступінчатого редуктора та муфта становлять цілісну конструкцію та, при обертанні двигуна, обертає головний вал 13, тим самим підіймаючи загороджувальний брус. При відімкненому двигуні, але збудженій муфті, загороджувальний брус утримується у вертикальному положенні, оскільки черв'ячний редуктор забезпечує гальмування.

При знятті живлення із котушки збудження 19 (див. рис. 2.22) електромагнітної муфти, якор 18 відпускає (на рисунку зображений у притягнутому положенні), завдяки чому розмикається вінець 15 та, за рахунок власної ваги загороджувальний брус переводиться в горизонтальне положення. Таким чином електромагнітна муфта в шлабаумі ПАШ1 виконує функцію фіксатора.

При опусканні загороджувального бруса його потенційна енергія переходить у кінетичну, яку в кінці переведення потрібно погасити, щоб не допустити ударів бруса об асфальтове покриття дороги і, як наслідок, його поломок. Забезпечення виконання цієї функції виконує гідравлічний гасник (рис. 2.23), завдяки якому опускання бруса відбувається рівномірно і він в кінці переведення зупиняється без гойдання.

Гідравлічний гасник (див. рис. 2.23) становить поршневий телескопічний демпфер двосторонньої нерівнозначної дії. Гасник складається з 1, в якому переміщується поршень 2 із клапаном 4 та каліброваними отворами 3. Циліндр закритий нижньою 5 та верхньою 8 кришками за допомогою болтів 12, 13 та ущільнений гумовими кільцями 6. У нижній кришці наявне вушко для шарнірного кріплення гасника до корпусу електроприводу, у верхній – отвір для виходу штока поршня та його ущільнення 7, 10, а також пробка 9 для заливання рідини в циліндр. На шток поршня нагвинчена головка 11, яка має проточку для кріплення до важеля головного валу.

Принцип роботи гасника полягає у переміщенні рідини із однієї порожнини циліндра в іншу при русі поршня. Рідина перетікає через спеціальні отвори 3. При проходженні крізь них відбувається в'язке

тертя і, як наслідок, механічна (кінетична) енергія загороджувального бруса перетворюється в теплову та виводиться у навколишнє середовище. Завдяки клапану 4 у різному напрямі руху поршня діаметр отворів різний, тому і опір рухові загороджувального бруса також різний. Причому, опір залежить і від швидкості руху бруса.

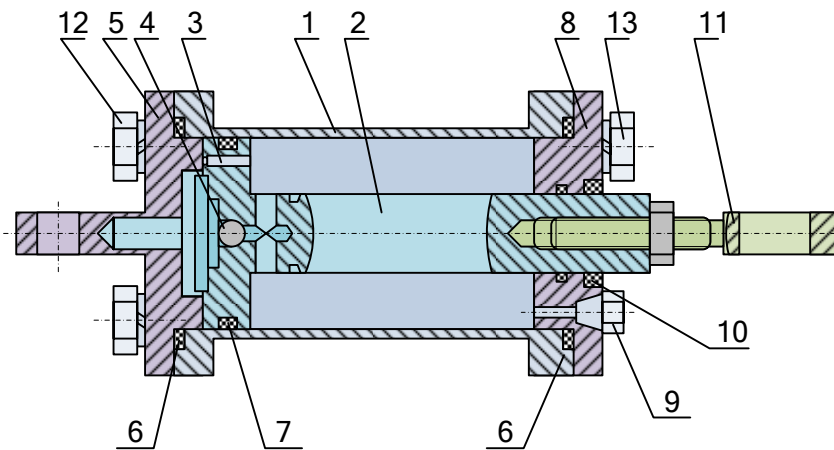


Рис. 2.23. Конструкція гідравлічного гасника шлагбаума ПАШ1:

- 1 – циліндр; 2 – поршень; 3 – калібрований отвір; 4 – клапан; 5 – нижня кришка;
 6 – гумові кільця; 7 – нижнє ущільнення штока поршня; 8 – верхня кришка;
 9 – пробка для заливання рідини в циліндр; 10 – верхнє ущільнення штока поршня;
 11 – головка кріплення до важеля головного валу; 12, 13 – болти кріплення кришок

Корпус електроприводу призначений для розміщення та кріплення вузлів і деталей електроприводу, їх захисту від зовнішніх впливів навколишнього середовища, механічних ушкоджень та забезпеченні їх безвідмовної роботи. Корпус становить зварно-штамповану конструкцію з листового сталевого прокату товщиною 6...8 мм. Корпус за допомогою лап кріпиться на підставку та має спеціальний ввід для кабелю управління, який розробляється на клемну колодку. Кришка становить зварну конструкцію до якої приварений ригель для замка та виконаний спеціальний жолоб для забивання ущільнення.

Курбельний вимикач, з метою уніфікації, виконаний за аналогією з конструкцією курбельного вимикача стрілочного електропривода СП–6 і складається з контактних ножів, які встановлені на одній осі з курбельною заслінкою та, повертаючись разом з нею, розривають електричний контакт між губками. Курбельна ручка вставляється в тригранний вихідний кінець валу черв'яка редуктора і дає змогу здійснювати ручне переведення шлагбауму за відсутності живлення.

Загороджувальний брус у зборі з рамою та противагою (рис. 2.24) є єдиною рухомою конструкцією і, переміщуючись у вертикальній площині за допомогою головного валу, здійснює перекриття та відкриття проїжджої частини переїзду. У цій єдиній конструкції центр ваги винесений відносно осі обертання, що створює момент для опускання бруса у вертикальному його положенні.

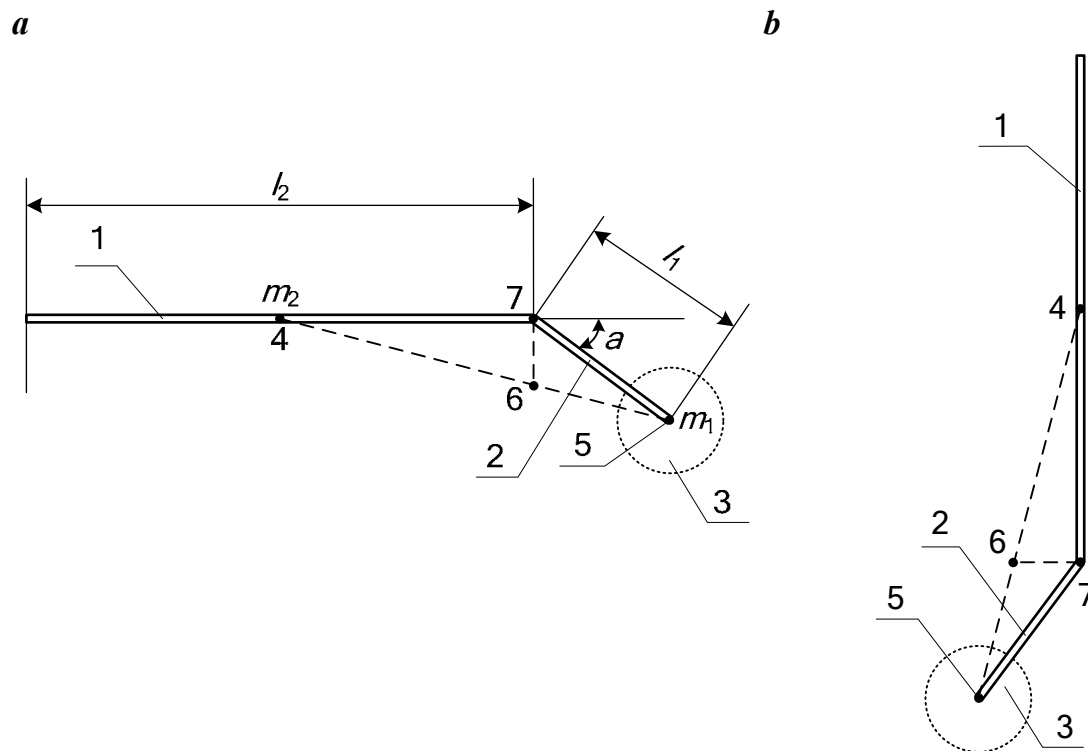


Рис. 2.24. Взаємне розташування центру ваги системи «загороджувальний брус– рама–противага» і центрів ваги її елементів:

- 1 – загороджувальний брус; 2 – рама; 3 – противага; 4 – центр ваги загороджувального бруса; 5 – центр ваги системи «рама–противага»;
- 6 – центр ваги загороджувального бруса із рамою й противагою;
- 7 – вісь обертання загороджувального бруса із рамою й противагою

Загороджувальний брус 1 (див. рис. 2.24) у зборі з рамою 2 і противагою 3 мають два положення: нижнє a – стійке та верхнє b – нестійке. Конструкція загороджувального бруса із рамою й противагою така, що її центр ваги 6 винесений відносно осі обертання 7. Таке розташування створює обертаючий момент відносно осі 7, завдяки якому загороджувальний брус прагне самостійно зайняти горизонтальне (стійке) положення. На величину обертального моменту впли-

вають розміри загороджувального бруса, рами та вага противаги, а також кут α , під яким перетинаються поздовжні осі загороджувального бруса і рами.

Приймаючи за основу роботи автошлагбаума при опусканні бруса його незбалансованість у вертикальному (нестійкому) стані (система «загороджувальний брус–рама–противага» підтримує обертаючий момент $M = 170 \text{ Н}\cdot\text{м}$) та його урівноваженість у горизонтальному (стійкому) положенні ($M = 0$), можна скласти систему з двох рівнянь, розв’язавши які можна визначити масо-габаритні параметри загороджувального бруса:

$$\begin{cases} m_1 l_1 \sin \alpha - 170 = 0, \\ m_1 l_1 \cos \alpha - m_2 \frac{l_2}{2} = 0. \end{cases} \quad (2.10)$$

У табл. 2.10 наведена залежність кута α від довжини загороджувального бруса, рами й маси загороджувального бруса і системи «рама–противага» (m_2 та m_1 відповідно), які визначені із описаної системи рівнянь.

Таблиця 2.10

Залежність кута α від параметрів системи «загороджувальний брус–рама–противага»

Параметр	Кут α , рад		
	26,0	12,0	7,0
Довжина, м:			
загороджувальний брус l_1	0,8	0,8	0,8
рама l_2	4	6	8
Маса, Н:			
загороджувальний брус m_2	160	240	320
система «рама–противага» m_1	43,5	916	1 610

Опускання загороджувального бруса здійснюється за рахунок власної ваги (за рахунок зміщення центру ваги), при цьому сам шлагбаум допускає зупинку бруса при появі завад для його опускання,

а після їх усунення – завершує свій рух. З метою запобігання поломок при випадковому наїзді та контролю положення і цілісності загороджувального бруса його конструкція володіє пристроєм, який допускає його поворот на кут 90° вздовж напрямку руху транспорту. Така конструкція переїзного автошлагбаума зумовлена принциповими вимогами щодо забезпечення безпеки руху поїздів та надійністю в роботі. Конструкція автошлагбаума дає змогу в будь-якій ситуації, навіть за повної втрати живлення, опустити загороджувальний брус. Підіймання загороджувального бруса здійснюється за допомогою електричного двигуна, а за відсутності напруги живлення – вручну за допомогою курбеля.

Принцип роботи автошлагбаума ПАШІ. При вступі поїзда на ділянку наближення до переїзду вмикається дзвінок та світлофорна сигналізація. Після завершення часу, який потрібен для звільнення переїзду від транспорту, схемою управління вимикається живлення електромагнітної муфти, головний вал відпускається, і внаслідок зміщення центру ваги загороджувального бруса головний вал повертається, а загороджувальний брус опускається.

У аварійному режимі передбачено можливість опускання загороджувального бруса вручну, за допомогою курбеля.

При відхиленні загороджувального бруса від вертикального положення на кут $10...15^\circ$, з метою погашення кінетичної енергії загороджувального бруса, здійснюється увімкнення гідравлічного гасника, який також забезпечує плавну зупинку загороджувального бруса без погойдування в кінці переведення.

Після прослідкування поїзда за межі переїзду, на електромагнітну муфту та електродвигун подається напруга живлення, в результаті чого загороджувальний брус підіймається у вертикальне положення.

Обертання головного валу припиниться внаслідок вимкнення живлення двигуна тоді, коли загороджувальний брус прийме вертикальне положення та спрацює кінцевий перемикач. При цьому, електромагнітна муфта буде знаходитися під напругою та утримувати загороджувальний брус в цьому положенні, а світлові та звукові сигнали вимкнуться.

Шлагбауми автоматичні ША-4N, ША-4S, ША-6N, ША-6S, ША-8N, ША-8S призначені для автоматичного перекриття руху автотранспорту через переїзд при наближенні до нього поїзда. Шлагбауми (рис. 2.25) складаються з електропривода, загороджувального

бруса, противаги і сигнального пристрою та встановлюються на типовій бетонній основі.

Розшифровка позначення типу шлагбаума:

ША – шлагбаум автоматичний;

4, 6 або 8 – довжина бруса в метрах;

N – із електродвигуном змінного струму;

S – із електродвигуном постійного струму.

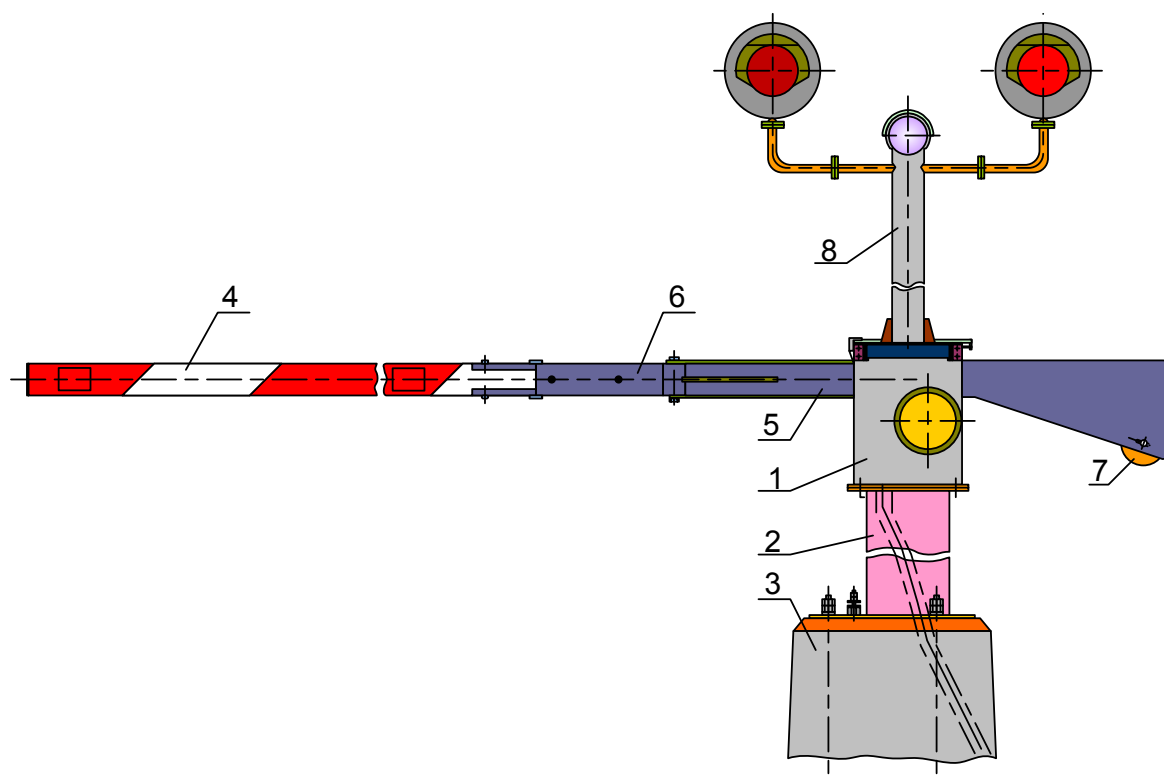


Рис. 2.25. Зовнішній вигляд автоматичних шлагбаумів

ША-4N, ША-4S, ША-6N, ША-6S, ША-8N, ША-8S:

1 – електропривід; 2 – стійка; 3 – фундамент; 4 – загороджувальний брус; 5 – рама;

6 – запобіжний пристрій; 7 – противага; 8 – переїзний світлофор

Конструкція електроприводу шлагбаума ША відрізняється від конструкції електроприводу шлагбаума ПАШ1 тим, що в ній використовується електродвигун типу АИР-63, хвильова та відкрита циліндрична передачі, через які електродвигун з'єднаний з рамою загороджувального бруса, закріпленою на головному валу з однієї сторони.

Струм, який споживає електродвигун змінного струму при підйомі бруса, повинен бути не більше 5,2 А при напрузі на клеммах від 198 В до 231 В. Струм, який споживає електродвигун постійного струму

при підйомі бруса, повинен бути не більше 12,5 А при напрузі на клеммах ($24 \pm 1,2$) В.

Струм, який споживає електромагнітна муфта, повинен бути не більше 2,0 А при напрузі на клеммах від 11,4 В до 13,2 В.

Час підйому бруса електродвигуном і час опускання під дією сили ваги повинен бути не більше 12 с.

Висота встановлення загороджувального бруса від поверхні проїжджої частини при закритому стані – від 1,00 до 1,25 м, кут повороту бруса у вертикальній площині – від 80 до 85°.

Запобіжний пристрій, призначений для виключення злому загороджувального бруса в загороджувальному положенні при наїзді на нього автотранспорту, повинен спрацьовувати при зусиллі, прикладеному до кінця бруса, не менше 14 кг (при довжині бруса 4 м), 24 кг (6 м), 28 кг (8 м).

Габаритні розміри і маса шлагбаумів наведено в табл. 2.11.

Таблиця 2.11

Параметри шлагбаумів за типами

Тип шлагбаума	Габаритні розміри, мм	Маса, кг
ША-4N	4 990×1 265×2 520	400
ША-4S		420
ША-6N	6 990×1 310×2 520	439
ША-6S		459
ША-8N	8 990×1 355×2 520	468
ША-8S		488

Маса електроприводу не перевищує 100 кг, маса загороджувального бруса – не більше 37 кг. Середній термін експлуатації шлагбаумів ША – 20 років.

Щитки переїзної сигналізації призначені для управління електричними та автоматичними (півавтоматичними) шлагбаумами, а також світлофорною, сповіщальною та загороджувальною сигналізаціями на залізничних переїздах із черговим працівником. Конструктивно вони виконані у виді панелі з розміщеними на ній кнопками та приладами індикації (комутаторні лампи або світлодіоди). Панель

розміщується в каркасі, захищеному козирком. Щиток (рис. 2.26) пристосований для зовнішньої установки на окремому стояку, бічній стіні релейної шафи або зовнішній стіні приміщення чергового по переїзду для того, щоб від нього забезпечувалася видимість переїзду та підходів до нього.

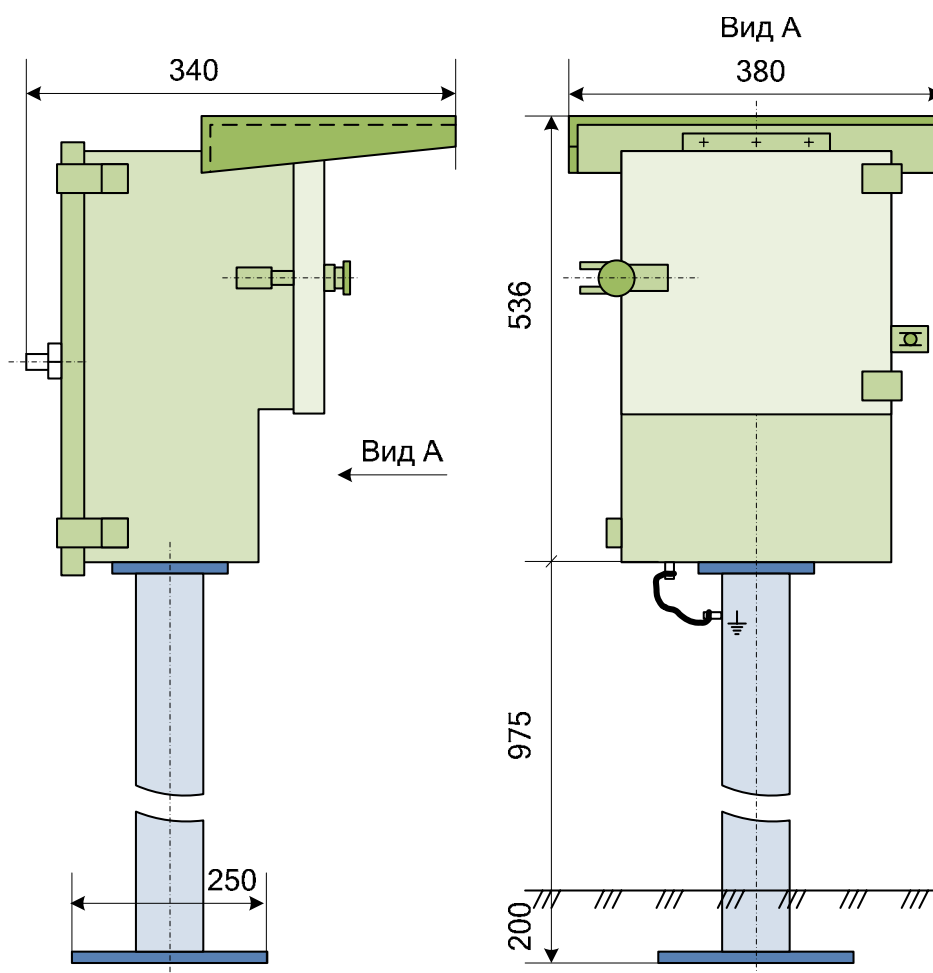


Рис. 2.26. Зовнішній вигляд щитка переїздної сигналізації

Щитки управління шлагбаумами встановлюються на переїздах зовні будівлі поста, у місці задовільної видимості залізничної колії і автомобільної дороги. На переїздах з автоматичними шлагбаумами на щитку розміщуються кнопки:

- «Закриття шлагбаумів» із фіксацією положення, непломбована;
- «Аварійне відкриття шлагбаумів» без фіксації положення, пломбована;
- «Підтримання бруса шлагбаума» без фіксації положення, непломбована;

«Включення загороджувальної сигналізації» з фіксацією положення, пломбована.

На цьому щитку розташовані лампи (світлодіоди) контролю увімкнення загороджувальних світлофорів, контролю вільного та зайнятого станів ділянок наближення до переїзду – окремо парного і непарного напрямку. При цьому лампа білого (світлодіод зеленого) кольору сигналізує про вільний стан ділянок, лампа (світлодіод) червоного кольору – про зайнятий стан.

На переїздах з напіваавтоматичними шлагбаумами на щитку розміщуються кнопки:

«Закриття шлагбаумів» із фіксацією положення, неопломбована;

«Аварійне відкриття шлагбаумів» без фіксації положення, пломбована;

«Відкриття – підтримання бруса шлагбаума» без фіксації положення, не пломбована;

«Включення загороджувальної сигналізації» з фіксацією, пломбована.

На цьому щитку розташовані такі ж контрольні лампи (світлодіоди), як і на щитку переїзду з автоматичними шлагбаумами.

На переїздах з електричними шлагбаумами встановлюються щитки управління, аналогічні щитку управління напіваавтоматичними шлагбаумами. Закриття і відкриття електричних шлагбаумів виконується неопломбованою кнопкою «Закриття шлагбаумів» з фіксацією положення. При відпущеному положенні цієї кнопки електричні шлагбауми відкриті, при натиснутому – закриті.

Кнопки «Підтримання бруса шлагбаума» та «Відкриття – підтримання бруса шлагбаума» призначені для затримання в необхідних випадках черговим по переїзду закриття відповідно автоматичних та напіваавтоматичних шлагбаумів до повного проїзду під брусом автомобіля та унеможливлення пошкодження бруса. При цьому, час затримання шлагбаума черговим по переїзду не повинен перевищувати 5...10 с.

На переїздах із напіваавтоматичними шлагбаумами, кнопка «Підтримання бруса шлагбаума» використовується також для відкриття шлагбаума: черговий по переїзду, натискаючи цю кнопку після проходження поїзда через переїзд та звільнення ділянки наближення, переводить шлагбаум у відкрите положення.

Натискуючи кнопку «Аварійне відкриття шлагбаумів», черговий по переїзду вимикає на цей час світлофорну і звукову сигналізацію, примусово відкриває шлагбаум, бере управління ними на себе і діє відповідно до Інструкції з технічного обслуговування переїзду. Після відпускання кнопки переїзна сигналізація, шлагбауми повинні автоматично вмикатися і переводитись у закрите положення.

Крім кнопок та ламп (світлодіодів), вказаних вище, на щитках, залежно від обладнання переїздів, можуть бути й інші кнопки та лампи (світлодіоди), призначення і порядок користування якими повинні бути вказані у Інструкції з технічного обслуговування переїзду.

В експлуатації перебувають щитки наступних типів: уніфікований, ЩПС-92 і ЩПС-03. Щитки ЩПС-03 випускаються в трьох виконаннях: ЩПС-03-4П – для перегінних переїздів із чотирма шлагбаумами; ЩПС-03-4С – для станційних переїздів із чотирма шлагбаумами; ЩПС-03-2У – для перегінних і станційних переїздів із двома шлагбаумами. Типовий зовнішній вигляд передньої панелі щитка модифікації 4П наведено на рис. 2.27.

Номінальна напруга живлення – 12 В, споживана потужність – не більше 5 Вт. Маса щитка з елементами кріплення – 30,0 кг.

Для прикладу наведемо інформацію про щитки ЩПС, які випускаються Львівським приватним підприємством науково-виробниче підприємство «Завод техніки зв'язку і автоматики» (ПП НВП «ЗТЗА»).

Щитки переїзної сигналізації (ТУ У 31.6-34167410-011:2010) призначені для управління автоматичними, напіваавтоматичними та електричними шлагбаумами, світлофорною та сповіщувальною сигналізацією, а також для відображення поїзної ситуації на перегонах перед переїздом. Щитки переїзної сигналізації мають однакову конструкцію та становлять корпуси зварної конструкції з листової сталі із захисним антикорозійним покриттям, з двома ущільненими кришками, які закривають панель управління та монтажну сторону щитка. Над щитками встановлюють козирок для захисту панелі управління від атмосферних опадів при відкритій передній кришці. Відмінність щитків один від одного полягає в кількості та розміщенні органів управління та індикації на панелі залежно від модифікації (призначення).

Щитки переїзної сигналізації, залежно від свого призначення, виготовляють в наступних модифікаціях:

- щиток ЩПС-2У для управління автоматикою перегінних та станційних переїздів, які обладнані двома шлагбаумами (рис. 2.28, а);
- щиток ЩПС-4П для управління автоматикою перегінних переїздів, які обладнані чотирма шлагбаумами (рис. 2.28, б);

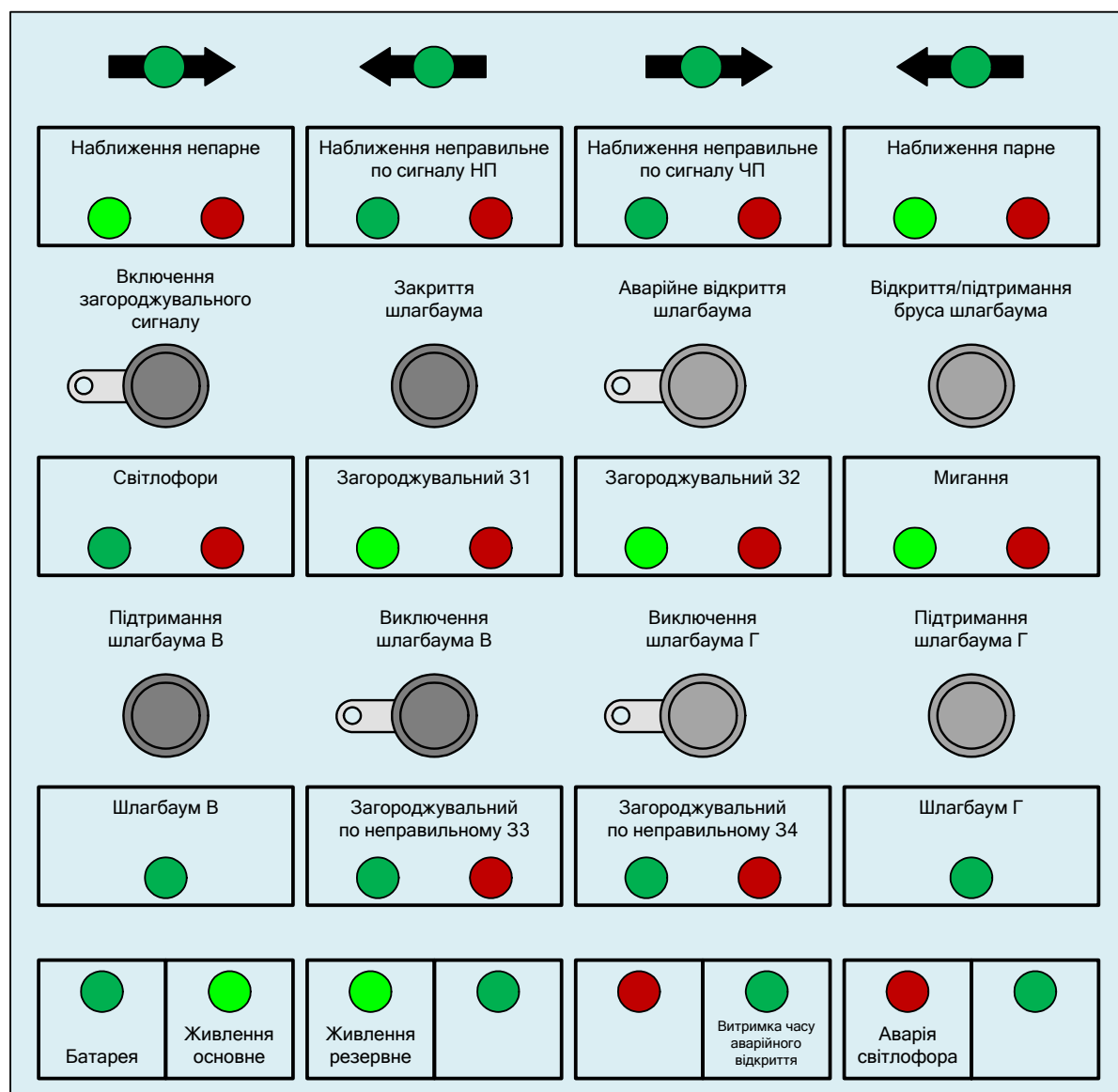


Рис. 2.27. Взірець передньої панелі щитка ЩПС

Щиток переїзної сигналізації ЩПС-4С для управління автоматикою станційних переїздів, які обладнані чотирма шлагбаумами.

Маса щитків переїзної сигналізації не перевищує 25,0 кг. Маса ЩПС з комплектом монтажних частин, не перевищує 36,0 кг. Живлення ЩПС здійснюється від джерел постійного струму з напругою

12 В $\pm$ 10 %. Потужність споживання щитків переїзної сигналізації не перевищує 5 Вт.

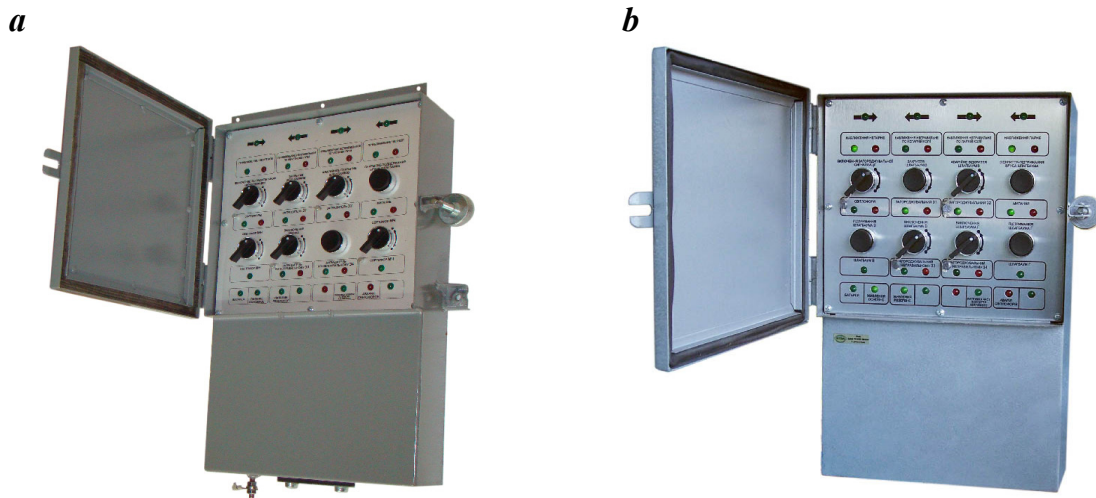


Рис. 2.28. Загальний вигляд щитків переїзної сигналізації:

a – ЩПС-2У; *b* – ЩПС-4П

2.8. Електроживлення пристроїв переїзної сигналізації та їх захист від перенапруг

Особливе місце у забезпеченні безпеки руху поїздів займають пристрої, які призначені для автоматичного та напівавтоматичного огороження переїздів. Це пояснюється тим, що переїзд є потенційним джерелом залізнично-транспортних пригод. Тому до систем автоматичної переїзної сигналізації (АПС), загороджувальної сигналізації (ЗС), автоматичних і напівавтоматичних шлагбаумів (АШ і АПШ) пред'являються високі вимоги щодо забезпечення їх надійної та безпечної роботи. Звідси впливають і високі вимоги до надійності електропостачання пристроїв СЦБ на переїздах [39, 62, 95].

Електропостачання пристроїв СЦБ на переїздах повинне проектуватися від двох незалежних джерел змінного струму як споживачів електроенергії I категорії. Для живлення пристроїв переїзної автоматики, так само, як і пристроїв автоблокування (АБ) уздовж залізничного полотна будується високовольтна лінія автоблокування

(ВЛ СЦБ) напругою 10 кВ, частотою 50 Гц – трифазна лінія електропередач. Цією лінією передається електрична енергія до кожної сигнальної установки із розміщеними на перегоні пристроями, а також до релейних шаф автоматичної переїзної сигналізації. Для резервного живлення використовується високовольтна лінія поздовжнього енергопостачання (ВЛ ПЕ) залізничних споживачів напругою 10...35 кВ. Крім того, у якості резервного живлення світлофорів автоматичної переїзної сигналізації, загороджувальної сигналізації, а також електродвигунів автоматичних і напіваавтоматичних шлагбаумів повинна передбачатися акумуляторна батарея. Ємність акумуляторних батарей повинна забезпечувати 12-годинний резерв живлення світлофорних ламп і електродвигунів шлагбаумів, а потужність зарядних пристроїв – відновлення ємності батарей після їхнього повного розряду не більше ніж за 6 годин. Живлення світлофорних ламп переїзної сигналізації, загороджувальних світлофорів, а також електродвигунів шлагбаумів, як правило, виконують постійним струмом від випрямлячів з паралельним підключенням акумуляторних батарей.

Типове розміщення обладнання на переїзді двоколіїної лінії при автоблокуванні та підключення фідерів електроживлення до переїзних пристроїв наведено на рис. 2.29.

На рис. 2.30 наведено схему електроживлення релейної шафи автоматичної переїзної сигналізації з автоматичними шлагбаумами. Електропостачання змінним струмом передбачене від високовольтних ліній ВЛ СЦБ і ВЛ ПЕ. Для захисту приладів сигнальної установки від атмосферних перенапруг між живильними проводами ОПХ і ООХ, РПХ і РОХ увімкнені розрядники типу РВНШ-250 та вирівнювачі типу ВОЦШ-220. Запобіжники 20 А призначені для від'єднання напруги при технічному обслуговуванні.

Фідер основного живлення (ООХ, ОПХ) подається від трансформатора типу ОМ, під'єданого до високовольтної лінії автоблокування в релейну шафу переїзної сигналізації ПС. Резервне живлення РОХ, РПХ подається в ту ж релейну шафу від трансформатора типу ОМ, під'єданого до лінії електропередачі на опорах контактної мережі. Електроживлення переїзних сигналів доповнене батареєю акумуляторів, які розміщені в бетонній шафі БШ.

В основний ОПХ–ООХ і резервний РПХ–РОХ фідери електроживлення увімкнені аварійні реле А і А1 типу АСШ2-220. Через посилені контакти реле А напруга подається у живильні провідники ПХ

і ОХ. Контакти реле А і А1 використовуються для контролю наявності напруги у фідерах живлення засобами диспетчерського контролю.

У батарейній шафі встановлюються 14 акумуляторів типу АБН-72 (80), розділені на дві секції по 7 акумуляторів. До кожної секції прокладаються силові провідники ПБ–ВПБМ та ВПБ–МБ, призначені для заряду акумуляторів і живлення навантажень і контрольні провідники КПБ1–КМБ1 і КПБ2–КМБ2 – для контролю напруги секцій. Заряд акумуляторів здійснюється від випрямлячів ВП1 та ВП2 типу РТА з автоматичним регулюванням струму. Змінна напруга на вхід випрямлячів знімається із вторинних обмоток трансформаторів СБ1 та СБ2 типу ПОБС-2А.

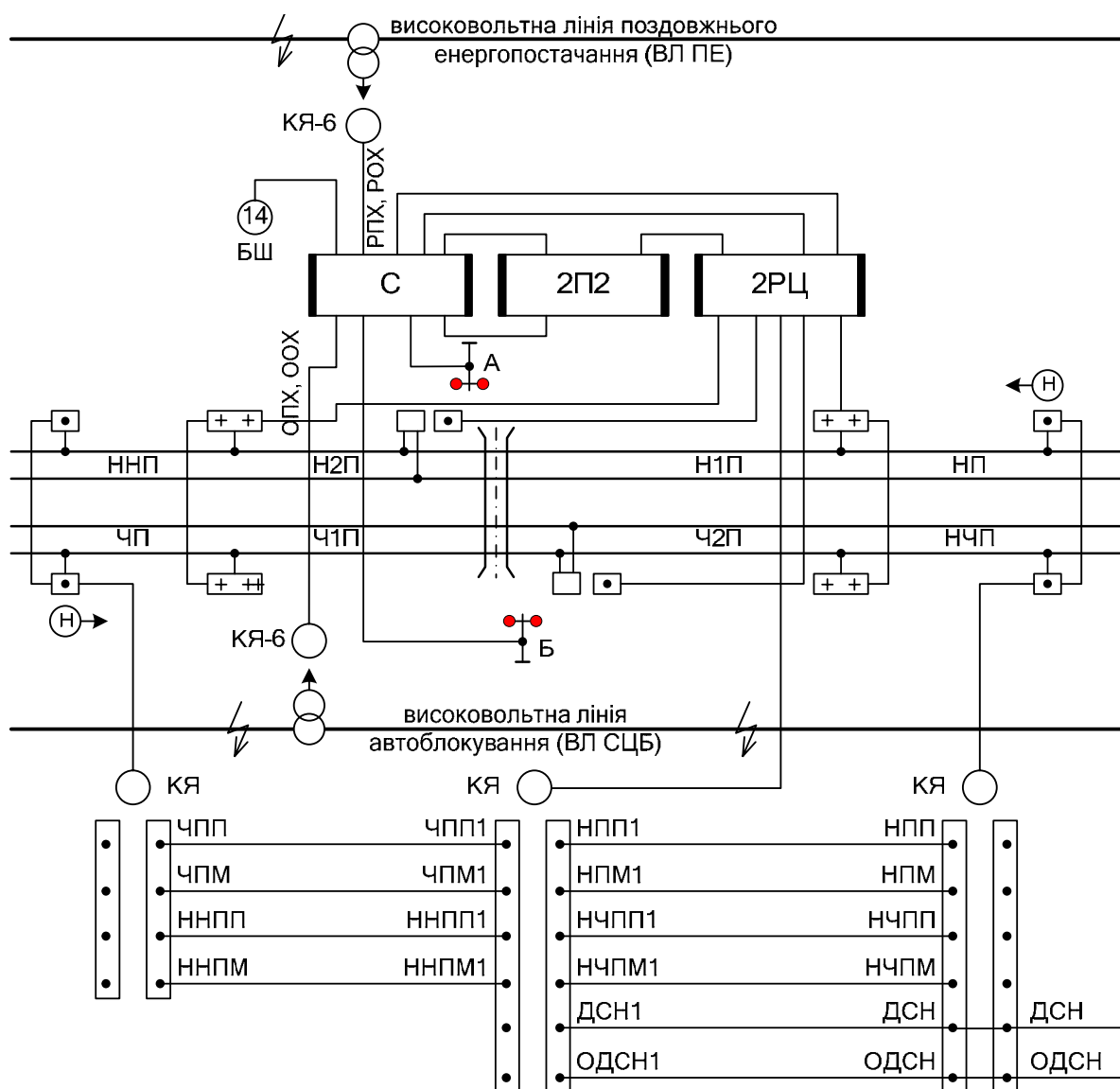


Рис. 2.29. Розміщення обладнання на переїзді та підключення фідерів живлення

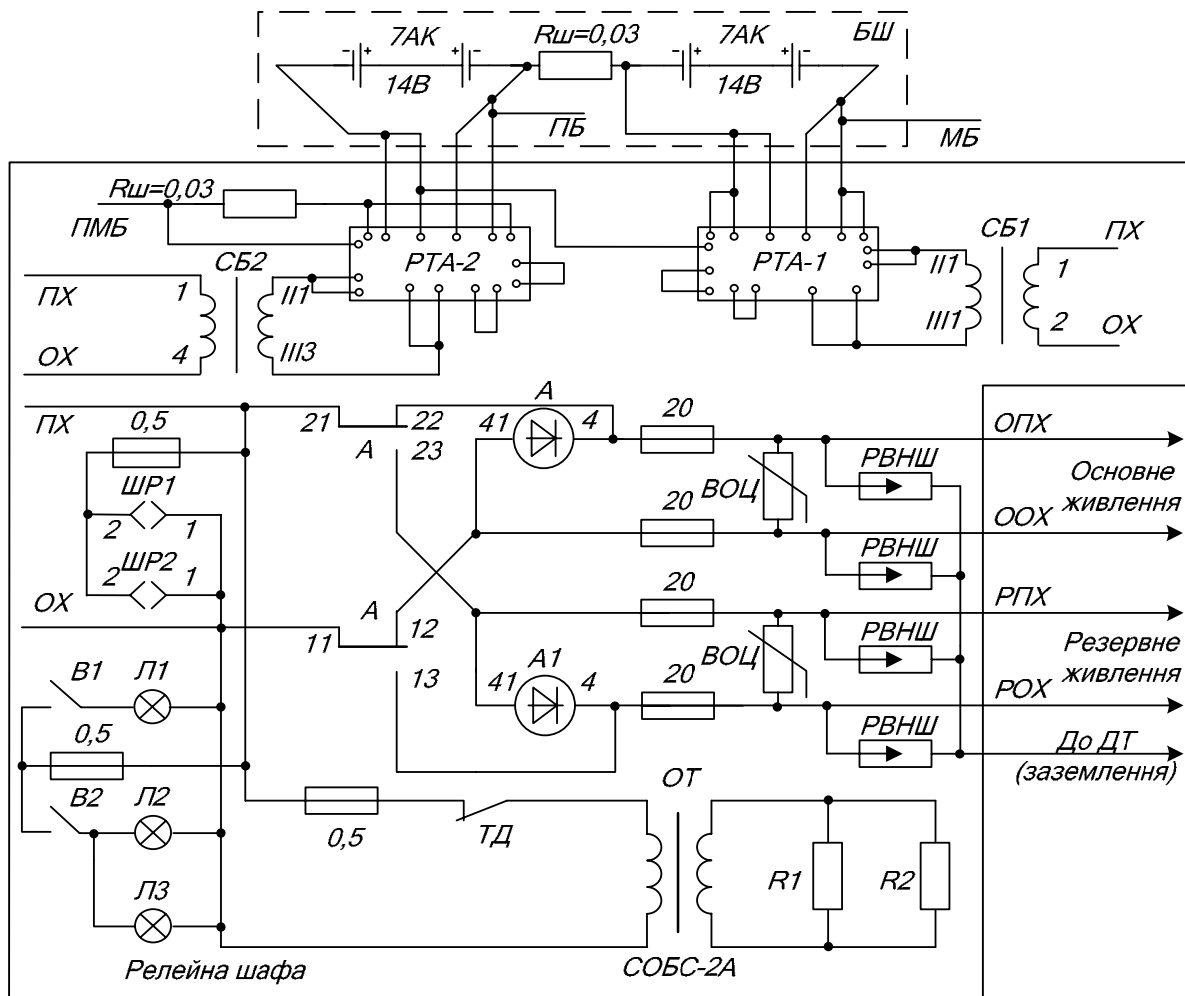


Рис. 2.30. Схема живлення релейної шафи переїзду з автоматичними шлагбаумами

Сумарна напруга секцій батареї акумуляторів ПМБ–МБ напругою 28 В (14+14) використовується для живлення електродвигунів приводів шлагбаумів (робочий струм від 8 до 20 А). Для живлення вогнів загороджувальних і переїзних світлофорів використовуються виводи від однієї секції ПБ–МБ. Живлення реле автоматичної переїзної сигналізації та схем автоблокування організовується аналогічно. Розділення джерел живлення дозволяє зберегти дію пристроїв при пошкодженні кіл управління шлагбауму. При застосуванні автоматичної переїзної сигналізації без шлагбаумів установлюється батарея 14 В.

Трансформатор ОТ (СОБС-2А) із термічним датчиком ТД та резистори R1 і R2 призначені для організації електричного опалення релейної шафи. При технічному обслуговуванні використовується

електроосвітлення шафи (вимикачі В1, В2), а також штепсельні розетки ШР1 та ШР2.

Живлення електродвигунів сучасних приводів здійснюється від мережі змінного струму 220 В, тому, коли пропадає живлення ці приводи переводяться вручну і для їх живлення не потрібні акумулятори. Однак існують варіанти використання перетворювачів із використанням акумуляторних батарей для живлення приводів шлагбаумів.

На перегонах без автоблокування одним з основних питань при запровадженні автоматичної переїзної сигналізації є питання організації електроживлення. Будувати високовольтні лінії тільки для переїзної сигналізації недоцільно (висока вартість, мала ефективність), але для електропостачання всіх лінійних споживачів, у тому числі й пристроїв переїзної сигналізації, високовольтні лінії необхідні. Наявність високовольтних ліній поздовжнього електропостачання на ділянці вирішує завдання електропостачання окремих перегінних пристроїв СЦБ, таких як, автоматичні блокпости з електричними рейковими колами, автоматична переїзна сигналізація перегінні сигнальні точки автоблокування тощо. У якості другого (резервного) джерела застосовуються акумуляторні батареї.

Раніше пристрої переїзної сигналізації під'єднували до підстанцій загального користування та використовували у якості резервного другий фідер від місцевих мереж [90]. Однак мережі загального користування не відповідають вимогам забезпечення споживачів І категорії, вони часто вимикаються, напруга в них коливається в широких межах. Це не дозволяє вподібнювати їх високовольтним лініям автоблокування, а отже, і проектувати електроживлення за прийнятими схемами і нормами. У цих умовах ємність акумуляторних батарей потрібно було збільшувати того, щоб забезпечувати пристрої живленням не менше 24 годин. На даний час таких рішень уникають.

Розглянемо детальніше пристрої, які входять до складу схеми живлення переїзної сигналізації [13, 39, 62, 89, 91, 95].

Трансформатори ОМ-0,63/10 та ОМ-1,25/10 (далі – трансформатори) призначені для електроживлення апаратури автоблокування та електричної централізації. Розшифровка позначення типу: О – однофазний; М – з масляним охолодженням; 0,63 (1,25) – номінальна потужність, кв·А; 10 – клас напруги обмотки високовольтної напруги (ВН), кВ. Трансформатори випускаються на номінальну напругу обмотки низьковольтної напруги (НН) 230 або 115 В. На стороні

обмотки НН трансформатори оснащені пробивними запобіжниками на напругу 1 100...1 600 В.

У табл. 2.12 наведено електричні характеристики трансформаторів.

Таблиця 2.12

Електричні характеристики трансформаторів ОМ

Параметри	Тип трансформатора*	
	ОМ-0,63/10	ОМ-1,25/10
Струм холостого ходу, %	27	14
Напруга короткого замикання, %	6	5
Втрати, Вт:		
холостого ходу	16	19
короткого замикання	40	53

Примітка. *При напрузі обмотки ВН 6 кВ напруги ступенів регулювання ВН становлять 6,3–6,15–6,0–5,85–5,7 кВ; при напрузі обмотки ВН 10 кВ напруги ступенів регулювання ВН становлять 10,5–10,25–10,0–9,75–9,5 кВ.

Схема з'єднання обмоток наведено на рис. 2.31.

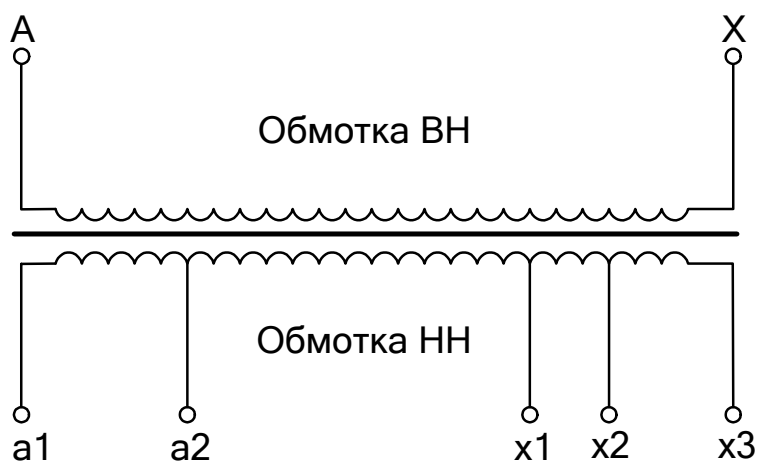


Рис. 2.31. Схема з'єднання обмоток трансформаторів ОМ

Габаритні розміри трансформаторів ОМ, мм:

Висота 590
 Діаметр..... 327
 з урахуванням пристрою для встановлення..... 470

Маса трансформаторів, кг:

ОМ-0,63/10 40

ОМ-1,25/10 44

Особливості експлуатації: переключення регулювальних відгалужень на обмотці НН здійснюється на клемній колодці, розташованій на кришці трансформатора. Масло, яке заливається в трансформатор, повинне відповідати ГОСТ 10121-76 або ГОСТ 982-80. Допускається застосування трансформаторних масел ТКП та інших марок.

Акумулятори автоблокування АБН призначені для роботи в складі акумуляторних батарей для електроживлення пристроїв автоблокування, переїзної сигналізації, а також у складі контрольних батарей електричної централізації малих станцій. Акумулятори АБН – свинцево-кислотні, закритого виконання.

Технічні характеристики:

1. Номінальна напруга акумулятора становить 2,0 В, кінцева напруга при розряді – не нижче 1,75 В. Максимальний струм заряду 9 А.

2. Числове позначення акумулятора вказує його номінальну ємність в ампер-годинах при 25-годинному режимі розряду. Основні електричні параметри акумуляторів при температурі електроліту 25 °С наведено в табл. 2.13.

Таблиця 2.13

Ємності та струми розряду акумуляторів АБН

Параметр	АБН-72М			АБН-80		
Режим розряду, год	25	12	5	25	12	5
Струм розряду, А	2,9	5,0	10,0	3,2	5,5	11,0
Ємність, А·год	72	60	50	80	66	55

3. Акумулятори АБН-72 допускають протягом 5...10 с струм розряду до 20 А, АБН-80 – до 30 А.

4. Щільність електроліту при температурі 20 ± 5 °С на початку розряду $1,24 \pm 0,005$ г/см³.

5. Саморозряд акумуляторів, відключених від мережі, не повинен перевищувати: за 14 діб – 20 %, за 28 діб – 28 %.

6. Габаритні розміри, маса акумуляторів АБН та об'єм електроліту для їх заповнення наведено в табл. 2.14.

Характеристики акумуляторів АБН

Параметри	АБН-72М	АБН-80
Габаритні розміри, мм	128×207×318	86×165×283
Маса без електроліту, кг	8,05	4,80
Маса з електролітом, кг	10,47	7,20
Об'єм електроліту, л	2,05	1,78

Зарядно-буферний пристрій з автоматичним перемиканням на форсований режим заряду ЗБУ12/10 призначений для заряду батареї з 6 або 7 акумуляторів АБН-72 при струмі форсованого заряду 10 А. Регулювання струму здійснюється зміною опору магнітного шунтуючого кола. Електричну схему ЗБУ12/10 наведено на рис. 2.32.

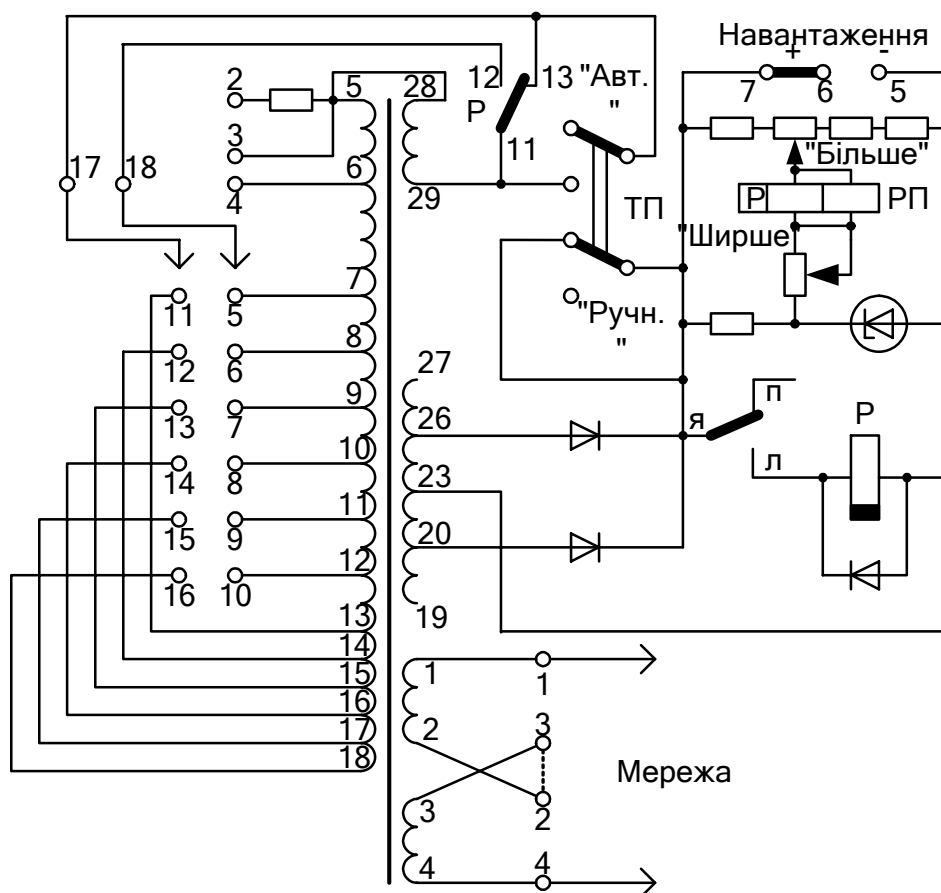


Рис. 2.32. Електрична схема ЗБУ12/10

Технічні характеристики зарядно-буферного пристрою ЗБУ12/10:

1. Пристрій живиться від мережі змінного струму 50 Гц напругою 220 В (перемикач 2–3) або 110 В (перемикачі 1–3, 2–4).

2. При роботі з батареєю з 6 акумуляторів переключення в режим форсованого заряду відбувається при напрузі 12,4...12,9 В, переключення в режим буферної роботи – при напрузі 14,5...15,0 В. При номінальній напрузі мережі й напрузі батареї 13,2 В струм форсованого заряду не менше 10 А. При зниженні напруги мережі на 20 % струм заряду повинен бути не менше 5 А.

3. При роботі з батареєю з 7 акумуляторів переключення в режим форсованого заряду відбувається при напрузі 14,5...15,0 В, переключення в режим буферної роботи – при напрузі 17,0...17,5 В. При номінальній напрузі мережі й напрузі батареї 15,4 В струм форсованого заряду не менше 10 А. При зниженні напруги мережі на 20 % струм заряду повинен бути не менше 5 А.

4. Габаритні розміри – 328×265×255 мм, маса – 18 кг.

Автоматичний регулятор струму типу РТА широко використовується для заряду шести або семи акумуляторів типу АБН-72 або АБН-80 сигнальних установок автоблокування постійного струму, вхідних світлофорів електричної централізації, автоматичної переїзної сигналізації, пристроїв релейного напівавтоматичного блокування та інших пристроїв залізничної автоматики.

Регулятор РТА може встановлюватися в релейних шафах, розрахований для роботи при температурі навколишнього середовища від –50 до +60 °С. РТА використовується разом з випрямлячами типу ВАК-13 або із трансформатором ПОБС-2А. При роботі з ПОБС-2А струм навантаження повинен бути не менше 1 А.

РТА забезпечує два режими заряду: при справному електропостачанні пристроїв змінним струмом – режим постійної підзарядки (ПЗ) акумуляторної батареї, а в при відключенні електропостачання і його наступного відновлення – режим форсованого заряду (ФЗ) акумуляторів. У режимі ПЗ на батареях підтримується стабільна напруга, що збільшує термін служби акумуляторів. У режимі ФЗ заряд батареї виконується максимальним струмом випрямляча, що скорочує час підготовки акумуляторів до нового циклу розряду. Перемикач режимів ПЗ і ФЗ виконується автоматично залежно від напруги на акумуляторній батареї. Напруга постійної підзарядки та напруги перемикачів форсованого заряду залежно від кількості акумуляторів

наведено в табл. 2.15. Найбільший струм навантаження батареї в режимі постійної підзарядки наведено в табл. 2.16.

Принцип дії РТА базується на випрямленні змінного струму керованим випрямлячем УВП (рис. 2.33), який складається з мостового випрямляча на діодах і тиристора, увімкненого в колі постійного струму. Режимний пристрій РУ вмикає форсований заряд батареї при напрузі на ній нижче номінальної та постійну підзарядку після досягнення напруги вимикання форсованого заряду.

Таблиця 2.15

Напруга на акумуляторній батареї в різних режимах роботи РТА

Режим роботи РТА	Напруга, В, при кількості акумуляторів	
	6	7
Постійна підзарядка батареї	13,2 ±0,3	15,4 ±0,35
Увімкнення форсованого заряду	12 ±0,3	14 ±0,3
Вимкнення форсованого заряду	14,4 ±0,3	16,8 ±0,35

Таблиця 2.16

Струми навантаження акумуляторної батареї

Прилади, які вмикаються разом з РТА	Струм, А, при кількості акумуляторів	
	6	7
ВАК-13	1,5	1,0
ПОБС-2А	6,0	4,0

У режимі форсованого заряду (ФЗ) режимний пристрій РУ подає неперервний сигнал на формувач імпульсів ФІ, який є підсилювачем постійного струму. Тиристор повністю відкритий і випрямляч забезпечує заряд акумуляторної батареї максимальним струмом.

У режимі постійної підзарядки (ПЗ) сигнал на виході РУ відсутній і ФІ отримує імпульси із широтно-імпульсного модулятора ШІМ, який містить у собі формувач пилкоподібної напруги ФПН і генератор імпульсів ГІ. Регулятор працює за принципом вертикального управління. Потенціометром R_{Π} встановлюється напруга постійної підзарядки батареї при конкретних параметрах джерел (кількість

аккумуляторів, опір живильних провідників тощо). Загальний вигляд автоматичного регулятора струму РТА наведено на рис. 2.34.

Схему увімкнення РТА наведено на рис. 2.35. Пристрій живиться через трансформатор ПОБС-2А, від мережі змінного струму 50 Гц із напругою 220 В.

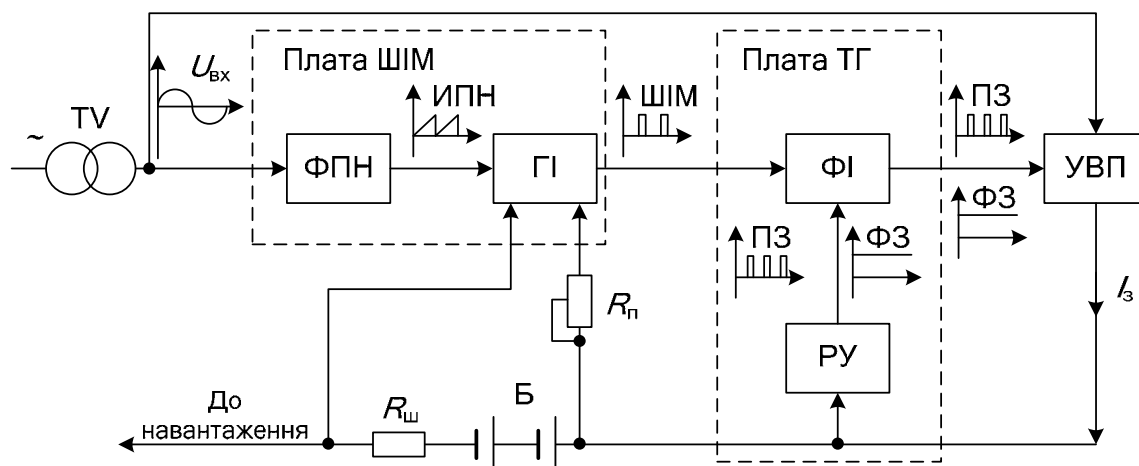


Рис. 2.33. Структурна схема автоматичного регулятора струму РТА

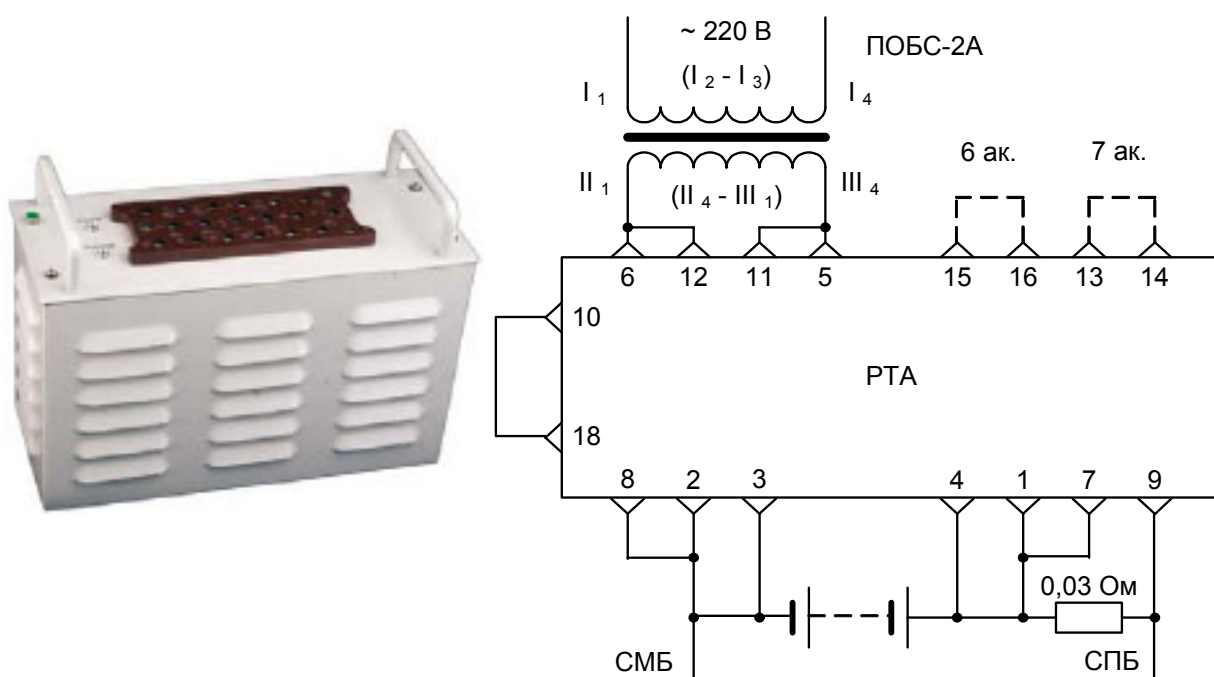


Рис. 2.34. Загальний вигляд РТА

Рис. 2.35. Схема підключення РТА із трансформатором ПОБС-2А

При роботі на батарею з 6 акумуляторів увімкнення форсованого заряду відбувається при напрузі $12 \pm 0,3$ В, вимикання – при напрузі $14 \pm 0,3$ В. При роботі з батареєю з 7 акумуляторів увімкнення форсованого заряду відбувається при напрузі $14 \pm 0,3$ В, вимикання – при напрузі $16,8 \pm 0,3$ В. Увімкнення форсованого заряду контролюється за горінням світлодіода.

У режимі постійної підзарядки регулятор підтримує напругу на батареї $13,2 \pm 0,2$ В при зміні струму навантаження від 2 до 6 А, при цьому струм, який споживається регулятором, не перевищує 0,25 А.

Габаритні розміри – $282 \times 233 \times 132$ мм, маса – 5 кг.

При роботі із трансформатором ПОБС-2А встановлюється перемичка 10–18. При малому навантаженні та використанні для заряду випрямляча ВАК-13, трансформатор ПОБС-2А не ставиться та перемичка 10–18 знімається.

При роботі на батарею з 6 акумуляторів установлюється перемичка 15–16, а з 7 акумуляторів – перемичка 13–14.

Етапом на шляху підвищення якості роботи схем електроживлення пристроїв залізничної автоматики стало створення автоматичного регулятора струму РТА-1. У порівнянні з РТА, РТА-1 володіє наступними перевагами: встановлення режиму неперервної підзарядки здійснюється в умовах РТУ, а не на місці експлуатації; наявність на регуляторі індикатора контролю напруги живлення; можливість відключення батареї без додавання зовнішніх конденсаторів; можливість роботи від нульового значення струму навантаження, в той час як для РТА необхідно вмикати баластний резистор для створення струму не менше 1 А; можливість увімкнення вихідного реле контролю режиму форсованого заряду ФЗ.

Регулятор струму РТА-1 може підвішуватися на стінці релейної шафи за допомогою скоб, які наявні на дні приладу, або розміщуватися на поличці релейних шаф, які встановлені на сигнальних точках автоблокування, біля входних світлофорів та на переїздах. Діапазон робочих температур приладу РТА-1 – від -40 до $+60^\circ$.

Технічні характеристики регулятора РТА-1:

1. Пристрій підключається аналогічно, як і РТА (див. рис. 2.35) до мережі змінного струму 50 Гц із напругою 220 В через трансформатор ПОБС-2А або випрямляч ВАК-13, причому на регулятор подається напруга не більше 42 В.

2. При роботі з батареєю з 6 акумуляторів включення форсованого заряду відбувається при напрузі $12 \pm 0,15$ В, вимикання – при напрузі $14,4 \pm 0,15$ В. При роботі з батареєю з 7 акумуляторів включення форсованого заряду відбувається при напрузі $14 \pm 0,15$ В, вимикання – при напрузі $16,8 \pm 0,15$ В. Включення форсованого заряду контролюється горінням світлодіода.

3. У режимі постійного підзаряду регулятор підтримує напругу на батареї з 6 акумуляторів $13,2 \pm 0,3$ В при зміні струму навантаження від 0,2 до 6 А; на батареї з 7 акумуляторів – $15,4 \pm 0,35$ В при зміні струму навантаження від 0,2 до 4 А, при цьому струм, споживаний регулятором, не перевищує 0,15 А.

4. Габаритні розміри – $282 \times 233 \times 132$ мм, маса – 5 кг.

Перемикання РТА1 у різні режими роботи здійснюється шляхом встановлення зовнішніх перемичок, зазначених у табл. 2.17.

Модернізованим аналогом, який був розроблений замість регуляторів РТА та РТА-1, став прилад РТА-М. Схемні рішення регулятора виконані на сучасній елементній базі із застосуванням підсилювачів постійного струму провідних світових виробників. Он також призначений для випрямлення, а також автоматичного чи ручного регулювання струму заряду акумуляторної батареї в режимах підзарядки та автоматичного форсованого заряду при максимальному струмі випрямляча. Батарея може складатися з шести чи семи акумуляторів.

Таблиця 2.17

Встановлення перемичок для підключення РТА1

Підключення до мережі	Кількість акумуляторів	
	6	7
ПОБС-2А	3–10, 4–9, 14–15–16	3–13, 4–9
ВАК-13	3–10, 5–18, 14–15–16	3–13, 5–18

Для візуального контролю за станом системи регулятора передбачена вбудована індикація. За допомогою РТА-М контролюється обрив кола заряду, коротке замикання акумуляторної батареї, її перезаряд, наднормовий розряд чи перегрів. Також відслідковується справний стан самого блока та наявність напруги живлення. Крім того існує можливість форсувати заряд акумуляторної батареї, проводити

діагностику стану системи РТА-М. Світлодіодна індикація блока дає змогу візуально визначити стан цієї системи та справний стан кіл діагностики РТА-М. Через пристрій діагностування регулятора інформація про стан блоку надходить в систему диспетчерського контролю.

Наступним сучасним вдосконаленням регуляторів РТА та РТА1 є РТА-Ц, який використовується для їх заміни. Автоматичний цифровий регулятор струму РТА-Ц, сумісно з трансформатором ПОБС-2А чи випрямлячем типу ВАК-13, призначений для регулювання струму заряду акумуляторної батареї в режимах постійної підзарядки ПЗ та форсованого заряду ФЗ.

Прибор РТА-Ц призначений для роботи при температурах від мінус 40 до плюс 65 градусів та відносній вологості повітря 95 %. Маса регулятора не перевищує 4 кг.

На відміну від своїх попередників цей пристрій володіє наступними особливостями: не вимагає регулювання порогів перемикання режимів ПЗ та ФЗ; володіє індикацією напруги живлення, режимів ПЗ та ФЗ; володіє спрощеною схемою увімкнення; повністю сумісний із існуючим обладнанням. Регулятор РТА-Ц автоматично перемикає режими роботи батареї та сигналізує про роботу в режимах ПЗ та ФЗ.

Циклічний режим роботи акумуляторів заряд-розряд продовжує термін служби батареї, завдяки чому збільшується періодичність обслуговування акумуляторів спеціалістами СЦБ, скорочуються експлуатаційні витрати. Крім того, можливість підключення сучасних типів РТА до системи диспетчерського контролю дає змогу контролювати справний стан самих регуляторів.

Випрямлячі автоблокувальні ВАК, ВАК-А, ВАК-Б призначені для заряду акумуляторних батарей у буферному режимі, а також для живлення релейних пристроїв. Випрямлячі містять понижуючий трансформатор і виконані за мостовою схемою. Електричну схему випрямлячів ВАК (ВАК-Б) наведено на рис. 2.36.

Випрямлячі типу ВАК-А є купроксними. Для регулювання вихідної напруги в їхньому трансформаторі є магнітний шунт. Випрямлячі типу ВАК-Б побудовані на кремнієвих діодах, а ВАК – на селенових елементах. Регулювання вихідної напруги в них здійснюється переключенням виводів вторинної обмотки.

Технічні характеристики:

1. Електричні характеристики випрямлячів ВАК-А наведено в табл. 2.18. Випрямлячі живляться від мережі змінного струму частотою 50 Гц напругою 110, 127 або 220 В. Напруга на акумуляторній батареї зазначена для акумуляторів ємністю 72 А·год.

2. Випрямлячі живляться від мережі змінного струму частотою до 75 Гц напругою 110, 127 або 220 В.

3. Електричні характеристики випрямлячів ВАК (ВАК-Б) при заряді акумуляторної батареї ємністю 72...80 А·год наведено в табл. 2.19. Випрямлячі ВАК-13(Б) и ВАК-16(Б) розраховані на підключення шести акумуляторів, випрямляч ВАК-14(Б) – одного акумулятора. Значення випрямлених напруг при роботі на активне навантаження наведено в табл. 2.20.

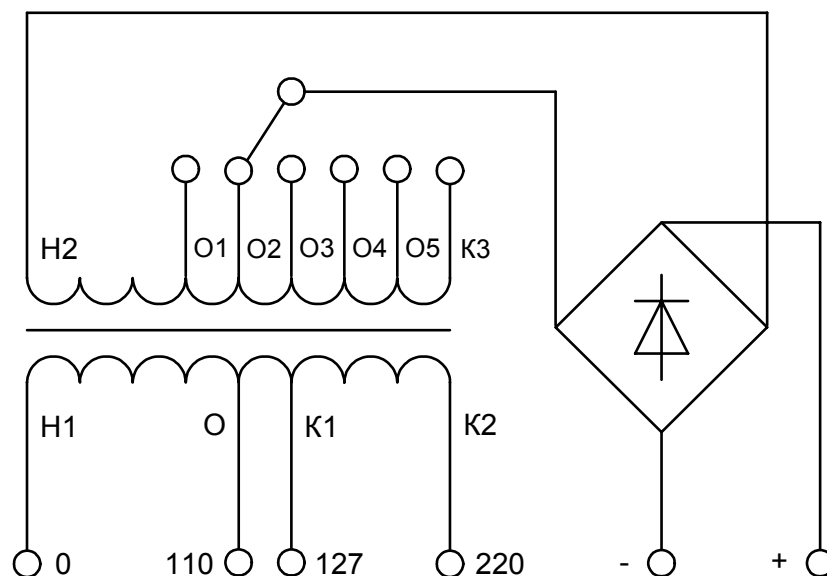


Рис. 2.36. Електрична схема випрямляча ВАК (ВАК-Б)

Таблиця 2.18

Електричні характеристики ВАК-А

Тип	Струм навантаження, А		Зворотний струм, мА	Напруга на акумуляторній батареї, В	Напруга на активному навантаженні, В
	максимальний	мінімальний			
ВАК-11А	0,60	0,10	18	13,2	11,8
ВАК-13А	2,40	0,20	25	13,2	11,8

Закінчення табл. 2.18

Тип	Струм навантаження, А		Зворотний струм, мА	Напруга на акумуляторній батареї, В	Напруга на активному навантаженні, В
	максимальний	мінімальний			
ВАК-14А	2,20	0,20	13	2,2	1,9
ВАК-16А	1,20	0,15	20	13,2	11,8

Таблиця 2.19

Струми неперервної підзарядки ВАК (ВАК-Б)

Тип	Напруга акумуляторної батареї, В	Струм заряду, А ($\pm 20\%$), на ступені					
		1	2	3	4	5	6
ВАК-13(Б)	13,2	0,10	0,25	0,45	0,70	1,00	2,40
ВАК-16(Б)	13,2	0,07	0,13	0,25	0,38	0,60	1,20
ВАК-14(Б)	2,2	0,15	0,35	0,80	1,20	1,60	2,20

Таблиця 2.20

Випрямлені напруги ВАК (ВАК-Б)

Тип	Випрямлений струм, А	Випрямлена напруга, В, на ступені					
		1	2	3	4	5	6
ВАК-13(Б)	2,4	6,4 $\pm$ 0,5	7 $\pm$ 0,6	7,6 $\pm$ 0,7	8,3 $\pm$ 0,7	9 $\pm$ 0,8	12,2 $\pm$ 0,8
ВАК-16(Б)	1,2	6,6 $\pm$ 0,5	7 $\pm$ 0,6	7,5 $\pm$ 0,7	8,4 $\pm$ 0,7	9 $\pm$ 0,8	12,0 $\pm$ 0,8
ВАК-14(Б)	2,2	0,4 $\pm$ 0,15	0,57 $\pm$ 0,15	0,95 $\pm$ 0,15	1,45 $\pm$ 0,15	1,8 $\pm$ 0,2	2,3 $\pm$ 0,2

Трансформатор ПОБС-2А використовується в схемах рейкових кіл та переїзної сигналізації у якості живильного. Розшифровка позначення типу:

- | | |
|-----------------|-------------------------------|
| П – колійний; | 2 – порядковий номер типу; |
| О – однофазний; | А – видозміна трансформатора; |
| Б – броньовий; | У – кліматичне виконання; |
| С – сухий; | 3 – категорія розміщення. |

У позначенні трансформаторів, які випускаються Харківським електротехнічним заводом «Трансзв'язок», додається цифра І.

Електричні характеристики трансформатора ПОБС-2А:	
Потужність, В·А.....	300
Номінальна напруга первинної обмотки, В.....	220/110
Номінальний струм первинної обмотки, А.....	1,5/3,0
Номінальна напруга вторинних обмоток на холостому ході, В.....	18,5
Номінальний струм вторинних обмоток, А.....	17,0
Номінальна напруга вторинних обмоток при номінальному навантаженні, В.....	17,6
Струм холостого ходу при первинній напрузі 220 В, не більше, А.....	0,21
ККД, %.....	91
У табл. 2.21 наведено номінальні напруги на клеммах трансформа- торів.	

Таблиця 2.21

Номінальні напруги на клеммах трансформаторів ПОБС-2А УЗ

Номер обмотки	Виводи	Напруга, В	
		при холостому ході	при номінальному навантаженні
II	1–2	4,620	4,400
	2–3	8,090	7,700
	3–4	4,045	3,850
III	1–2	1,160	1,100
	2–3	0,580	0,550

Схеми з'єднання обмоток трансформаторів наведено на рис. 2.37.
Габаритні розміри та маса трансформаторів наведено в табл. 2.22.

Таблиця 2.22

Габаритні розміри й маса трансформаторів ПОБС-2А

Тип трансформатора	Маса, кг	Габаритні розміри, мм
ПОБС-2А УЗ	9,45	170×124×144
ПОБС-2А-I УЗ	9,65	140×160×172,5

У трансформаторів ПОБС-2А первинна обмотка I під'єднується до кола за допомогою виводів 1–4. При під'єднанні до джерела 220 В встановлюється перемичка 2–3, а при під'єднанні до джерела 110 В – перемички 1–2 та 3–4.

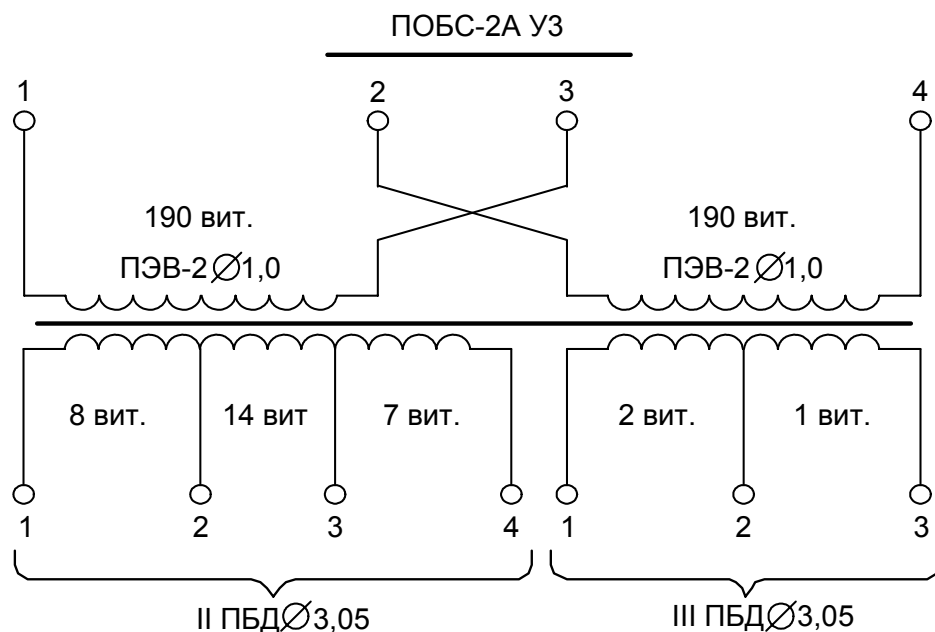


Рис. 2.37. Схеми з'єднань обмоток трансформатора ПОБС-2А УЗ

Прилади кожної переїзної установки захищають від перенапруг, які виникають у повітряних лінійних колах, низьковольтних силових колах (220 В) і в рейкових колах.

Захист від перенапруг, які виникають у повітряних лінійних колах, здійснюється розрядниками типу РВНШ-250, які встановлюються на кінцях кола – у кабельному ящику та релейній шафі. У колах змінного струму при напрузі 220 В розрядники РВНШ-250 встановлюються тільки в релейних шафах.

Прилади рейкових кіл захищаються вирівнювачами типу ВОЦШ-220. У релейній шафі клеми для заземлення розрядників приєднують до її металевого корпусу, який, за допомогою двох вирівнювачів і кабелю приєднується до рейок. У цьому випадку рейки використовуються у якості заземлення.

Для вирівнювання та зниження потенціалів, які виникають у колах, необхідно електрично з'єднувати металевий корпус шафи, щоглу світлофора та рейки з низьковольтним заземленням, яке знаходиться біля основи опори високовольтної лінії автоблокування. Електричне

з'єднання релейної шафи з низьковольтним заземленням виконується сталевим джгутом, звитим із трьох сталевих провідників з діаметром 5 мм.

Розрядники в кабельному ящику заземлюють низьковольтним заземленням біля опор високовольтної лінії. Номінальна напруга розрядників 250 В, пробивна напруга 800 ± 100 В змінного струму 50 Гц.

Розрядники вентильні низьковольтні багаторазової дії РВНШ-250 призначені для захисту пристроїв СЦБ від перенапруг, які виникають при атмосферних розрядах в електричних колах з напругою до 250 В. Розрядники РВНШ-250 випускаються у штепсельному виконанні.

Технічні характеристики:

1. Пробивна напруга змінного струму частотою 50 Гц при температурі $+20$ °С становить 850 ± 150 В.
2. Опір ізоляції між електродами – не менше 1 000 МОм.
3. Струм витоку резистора РНК-2У2 при напрузі 20 В – 15 ± 5 мА.
4. Габаритні розміри – $85 \times 65 \times 25$ мм, маса – 0,13 кг.

Вирівнювачі оксидно-цинкові штепсельні ВОЦШ-220 призначені для захисту напівпровідникової апаратури СЦБ від перенапруг в електричних колах з напругою 220 В змінного струму частотою 50 Гц. У вирівнювачах застосовуються варистори СН2-2Б.

Технічні характеристики:

1. Струми витоку при номінальній робочій напрузі – не більше 1 мА.
2. Залишкова напруга при струмі 2 000 А – не більше 800 В.
3. Опір ізоляції між електродами – не менше 50 МОм.
4. Допустима потужність розсіювання – 1,5 Вт.
5. Габаритні розміри – $50 \times 25 \times 58$ мм, маса – 0,062 кг.

На залізничному транспорті постійно проводиться робота щодо подальшого вдосконалення систем електроживлення пристроїв автоматики та телемеханіки. Зокрема, це розробка та запровадження систем електроживлення без акумуляторних батарей, впровадження апаратури та пристроїв із використанням сучасних новітніх електронних приладів та засобів автоматизації, підвищення коефіцієнту корисної дії та коефіцієнта кута втрат установок живлення.

Схеми переїзної сигналізації

3.1. Технічні вимоги та класифікація схем

Схеми переїзної сигналізації повинні задовольняти вимогам, які висуваються до виконавчих схем пристроїв СЦБ, і реалізовуватись на базі використання реле I класу надійності (переважно, реле типу НМШ або РЭЛ).

Схеми увімкнення пристроїв АПС виконуються таким чином, щоб пошкодження окремих приладів або з'єднувальних провідників схеми не спричиняли небезпечних для руху поїздів та безрейкового транспорту станів. Слід прагнути до того, щоб кожне пошкодження, яке порушує нормальну роботу пристроїв, викликало увімкнення переїзної сигналізації. Наприклад, при пошкодженні рейкових кіл, кіл сповіщення тощо на переїзних світлофорах повинні вмикатися червоні вогні. Крім того, потрібно враховувати можливість одночасної появи двох пошкоджень, якщо одне з них не контролюється та не проявляється при нормальній роботі. Для увімкнення сигналізації застосовують рейкові кола, схеми яких повинні відповідати затвердженим нормам.

На ділянках, які обладнані автоблокуванням, схеми переїзної сигналізації повинні забезпечувати:

- роботу пристроїв автоблокування та автоматичної локомотивної сигналізації;
- увімкнення сигналізації при підході поїзда незалежно від спеціалізації колії та установленого напрямку руху (напрямку дії колійного блокування);
- увімкнення червоного сигналу на прохідному світлофорі, який огорожує блок-ділянку з переїздом при увімкненні загороджувальної сигналізації та припинення подачі кодів АЛСН в рейкове коло перед переїздом;

– передачу, засобами системи диспетчерського контролю, з переїзду на найближчу станцію повідомлення про справний стан ламп переїзних світлофорів, про наявність живлення змінним струмом на основному та резервному фідерах, а також контроль положення переїзної сигналізації (переїзд відкритий для руху транспортних засобів або закритий).

При автоблокуванні з рейковими колами змінного струму живлення апаратури автоблокування, яка розташована на переїзді, здійснюється від окремих випрямлячів, використання акумуляторної батареї переїзної сигналізації для живлення пристроїв автоблокування не використовується.

Схеми увімкнення переїзних світлофорів, управління автоматичним шлагбаумом та контролю його положення повинні бути двопробними із двополюсним розмиканням та захистом від впливу ліній електропередач і грозових розрядів. Схеми увімкнення переїзних світлофорів повинні забезпечувати горіння як мінімум однієї лампи на кожному світлофорі у випадку пошкодження приладів, що реалізують миготливий режим роботи вогнів світлофорів.

Переїзна сигналізація повинна вмикатися, як правило, при зайнятті поїздом розрахункової ділянки наближення. На дільницях з автоблокуванням, з метою уникнення облаштування додаткових рейкових кіл, допускається ділянку наближення до переїзду брати більшою за розрахункову, передбачаючи при цьому схему затримки часу увімкнення сигналізації, яка компенсує надлишкову довжину ділянки наближення. За розрахунковий час слід приймати максимально можливий час затримки при найбільших допусках за напругою живлення та параметрами апаратури. Цей час повинен бути меншим або бути рівним тому часу, який необхідний для компенсації надлишкової довжини ділянки наближення.

Схеми переїзної сигналізації не повинні допускати вимикання сигналізації у випадку короткочасної (до 3 с) втрати шунта при русі поїзда та увімкнення сигналізації від короткочасного (до 3 с) хибного сповіщення про підхід поїзда.

При вступі поїзда на ділянку наближення на переїздах без чергового працівника вимикається прозоро-білий миготливий вогонь і запалюються червоні вогні.

На переїздах із організованим чергуванням не встановлюються прозоро-білі вогні та, у випадку вступу поїзда на ділянку наближення

переїзду, вмикаються червоні миготливі вогні, а брус шлагбауму з певною затримкою опускається в горизонтальне положення, перекриваючи рух автодорожнього транспорту.

На одноколійних та двоколійних дільницях при русі поїзда як правильною, так і неправильною колією переїзд відкривається після прослідування поїзда за переїзд для встановленого напрямку руху. Після прослідування поїзда за переїзд правильною колією чи у встановленому напрямі руху переїзд відкривається, червоні миготливі вогні на переїзних світлофорах вимикаються та блокуються (виключається можливість їх повторного увімкнення) до звільнення ділянки наближення протилежного напрямку руху. При русі поїзда у невстановленому напрямі руху переїзд відкривається після прослідування поїздом переїзду та ділянки наближення зустрічного напрямку. Увімкнення білого миготливого вогню на переїзді здійснюється після звільнення поїздом зони за переїздом, яка становить не менше 150 м (150...250 м), що забезпечує безпеку при поверненні господарчого поїзда, після зупинки хвоста поїзда біля переїзду.

При пошкодженні рейкового кола ділянки віддалення блокування знімається, після завершення часу блокування, білі миготливі вогні вимикаються і вмикаються червоні миготливі вогні на весь час до ліквідації пошкодження.

Відсутність горіння на переїзному світлофорі з додатковою головною місячно-білого сигнального вогню і виключених червоних вогнях свідчить про несправний або вимкнений стан сигналізації. У цьому випадку водій автотранспортного засобу повинен перед здійсненням руху через переїзд переконатися у відсутності поїздів (дрезин) на підходах до нього та у можливості безпечного проїзду.

На даний час для подачі сповіщення на переїзд та контролю прослідування поїзда через нього використовуються рейкові кола тональної частоти, які накладаються на кодові рейкові кола (тональні рейкові кола накладання). Для їх роботи використовуються амплітудно-модульовані сигнали з несучими частотами 420, 480, 580, 720, 780 Гц та частотами модуляції 8 або 12 Гц.

Надходження сповіщення на залізничний переїзд та контроль прослідування поїзда через переїзд виконується із застосуванням тональних рейкових кіл накладання, які суміщені із рейковими колами кодового автоблокування 50 чи 25 Гц. Як правило, переїзд облаштовується чотирма тональними рейковими колами накладання кожною

колією (1У, 2У, 3У, 4У) по два з кожної сторони переїзду (див. рис. 2.11). Застосування чотирьох рейкових кіл забезпечує надійний контроль прослідування поїзда через переїзд.

Подання сповіщення на переїзд за допомогою тональних рейкових кіл накладання на існуючі кодові рейкові кола запобігає відмовам при подачі сповіщення про наближення поїзда до переїзду при сході (замиканні) ізолюючих стиків на сигнальних установках при кодовому автоблокуванні. Застосування незалежних від автоблокування тональних рейкових кіл накладання забезпечує подання сповіщення на переїзд у межах розрахункового часу.

Завдяки використанню чотирьох рейкових кіл та контролю послідовності їх шунтування із трьома захисними інтервалами часу виключається можливість вимкнення червоних миготливих вогнів на переїзному світлофорі при штучному шунтуванні рейкових кіл перед поїздом, який наближається неправильною колією чи у невстановленому напрямі руху (імітація прослідування поїзда у правильному чи встановленому напрямі руху).

За нормального стану баласту та довжині кодового рейкового кола до 2 000 м тональні рейкові кола не потребують установки ізолюючих стиків.

На щитку переїзної сигналізації (при сповіщальній сигналізації) вказується напрямок руху поїзда, який наближається, а для переїздів, що перетинають приймально-відправні колії, також повинен передбачатися окремий контроль зайняття кожної приймально-віправної колії. Схеми сповіщальної сигналізації повинні давати можливість вимикання акустичного сигналу про підхід поїзда з обов'язковим його увімкненням при наближенні до переїзду наступного поїзда.

На щитку управління переїзною сигналізацією повинні контролюватися справний стан та фактичне горіння ламп загороджувальних світлофорів.

За призначенням схеми переїзної сигналізації поділяються на наступні: автоматичної переїзної світлофорної сигналізації, автоматичних шлагбаумів, сповіщальної сигналізації з електричними або механічними шлагбаумами. Кожен тип електричних схем має кілька різновидів, які обумовлені залежністю пристроїв переїзної сигналізації від систем та засобів регулювання руху поїздів на дільниці та пристроїв СЦБ на станції, а також від взаємного розташування переїзду та сигнальних пристроїв СЦБ.

Оскільки схеми ув'язки переїзної сигналізації з діючими пристроями СЦБ для переїздів, які розташовані на перегонах, значно відрізняються від схем ув'язки зі станційними пристроями, типізація схем виконана окремо для перегінних та станційних переїздів. При цьому до станційних переїздів відносяться переїзди, не тільки розташовані в межах станцій, але й ті, які перебувають на ділянках наближення до станцій, коли в ділянку наближення входять станційні колії, стрілочні ділянки тощо. У таких випадках схеми реалізуються з урахуванням особливостей станційних пристроїв СЦБ.

Типізацією також передбачається розподіл схем на окремі види залежно від характеру дільниці (одноколійна, двоколійна) та системи автоблокування (провідна постійного струму, кодова змінного струму частотою 50 або 25 Гц, із тональними рейковими колами, тощо).

Схеми переїзної сигналізації складаються зі схем увімкнення світлофорів, дзвінків і автоматичних шлагбаумів, які залежать тільки від типу переїзної сигналізації (світлофорна сигналізація, автоматичні чи електричні шлагбауми), а також схем управління переїзною сигналізацією пристроїв, які залежать від виду, автоматики на ділянці та місця розташування переїзду. Схеми управління переїзною сигналізацією повинні, як правило, забезпечувати автоматичну роботу сигналізації залежно від підходу поїздів до переїзду.

У нових пристроях переїзної сигналізації, в основному, використовуються малогабаритні штепсельні реле. І тільки за відсутності реле з необхідними характеристиками у малогабаритному виконанні застосовують реле інших типів.

Для створення умов індустриального виготовлення та монтажу реле-лейних шаф, а також скорочення об'ємів проектних робіт і поліпшення умов експлуатації пристроїв переїзної сигналізації електричні схеми (принципові та монтажні) типізовані. Умовні літерні позначення приладів, провідників тощо прийняті у типових схемах без індексів парного та непарного напрямків, що дозволяє для цих напрямків застосовувати одні і ті ж схеми. Типові принципові та монтажні схеми є для всіх можливих випадків розташування переїзних пристроїв стосовно перегінних сигнальних установок автоблокування типових систем на одноколійних та двоколійних перегонах. Тип переїзних установок визначається:

– об'ємом пристроїв сигналізації – без автоматичних шлагбаумів (ПС) та з автоматичними шлагбаумами (ПШ);

- кількістю і напрямом ділянок сповіщення (ПА1Б2, у напрямку А – одна ділянка, у напрямку Б – дві ділянки);
- суміщенням переїзних пристроїв із сигналами автоблокування – проектують індивідуально на основі типових схем.

Для кожної переїзної установки технічна документація складається з наступних типових схем:

- управління пристроями переїзної сигналізації (типів ПА1Б1, ПА1Б2 тощо). Ці схеми спільні для пристроїв без автошлагбаумів і з автошлагбаумами;
- увімкнення світлофорної сигналізації без автошлагбаумів (тип С);
- увімкнення сигналізації та автошлагбаумів (тип Ш);
- увімкнення щитка управління автошлагбаумами (тип Ш).

Схеми увімкнення рейкових кіл без автошлагбаумів і з автошлагбаумами, через значне їх різноманіття, проектують індивідуально на базі типових рішень.

3.2. Схеми світлофорної сигналізації

З метою підвищення надійності роботи пристроїв переїзної сигналізації використовується окреме увімкнення ламп переїзних світлофорів, при якому постійно контролюється кожна лампа переїзного світлофора та спрощується регулювання напруги на кампбх (особливо це актуально при використанні світлодіодних переїзних головок).

Вогні світлофорів і дзвінків (рис. 3.1) вмикаються тилловими контактами повторювачів вмикаючого реле ПВ1 та ПВ2 (схема реле В1 та В2 наводиться нижче у описі схем управління переїзною сигналізацією). Увімкнення дзвінків акустичної сигналізації здійснюється тилловими контактами реле ППВ.

У якості датчика імпульсів для реалізації миготливого режиму горіння світлофорних ламп використовується мікроелектронний датчик імпульсів типу ДИМ-1, який формує сигнали із параметрами 0,75 с – імпульс, 0,75 с – інтервал (раніше з цією метою використовували маятниковий трансмітер типу МТ-2). Датчик працює постійно, як і його повторювач – реле ДИМП.

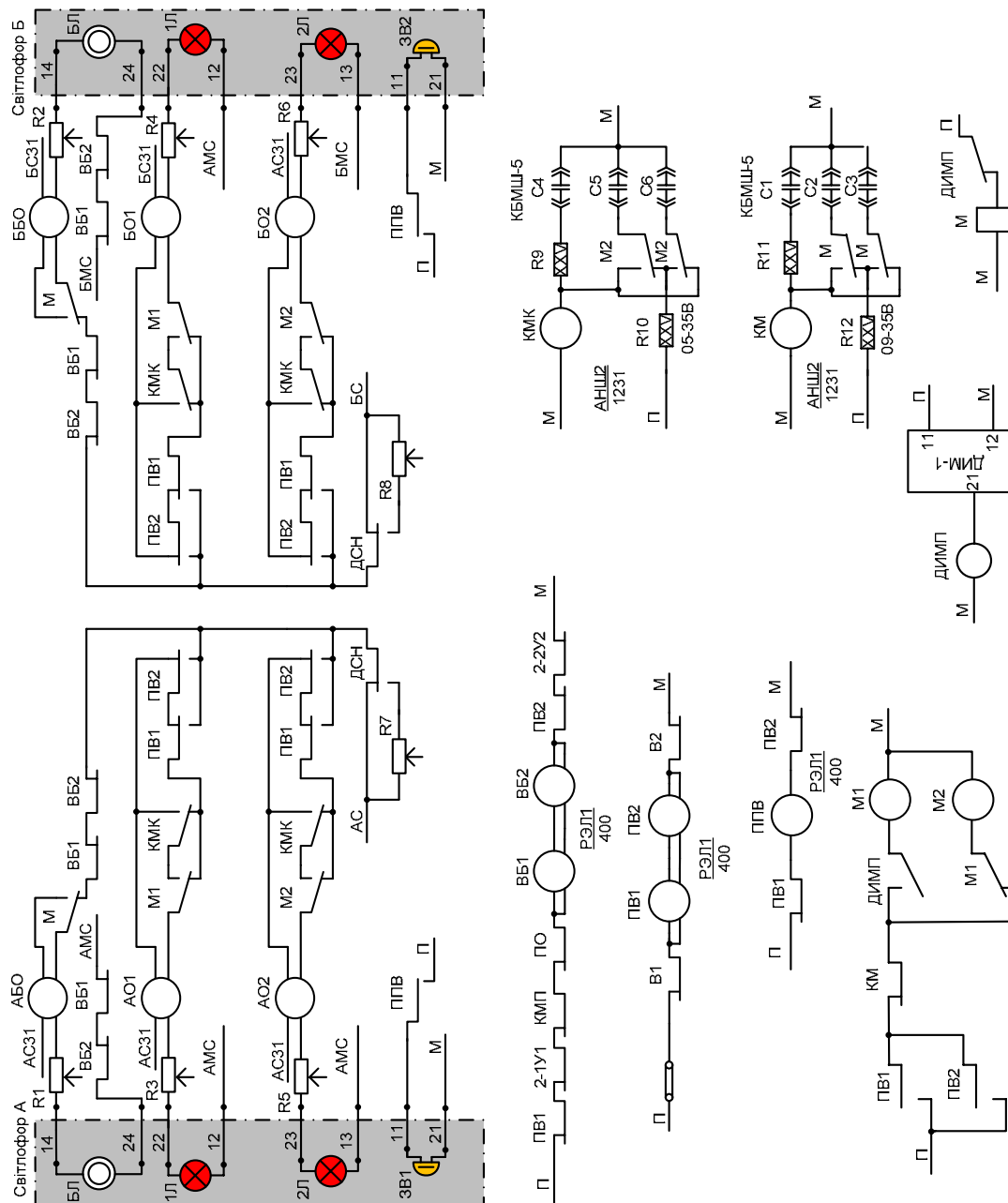


Рис. 3.1. Схема увімкнення переїзних світлофорів

Нормально, за відсутності поїздів на ділянках наближення до переїзду, реле В1 та В2, а, відповідно і їх повторювачі ПВ1 та ПВ2 перебувають під струмом, також під струмом перебуває реле ППВ, їх якорі притягнуті, кола червоних ламп і дзвінків вимкнені. Під струмом також перебувають основне та дублююче реле увімкнення білого вогню ВБ1 та ВБ2, а реле М, яке є повторювачем тилового контакту реле ДИМП працює у імпульсному режимі. На переїзному світлофорі миготить лампа білого вогню.

У колах усіх світлофорних ламп увімкнено вогневі реле (АО1, АО2, БО1, БО2, АБО, ББО) для контролю над справним станом світлофорів (засобами системи диспетчерського контролю), резистори (R7 та R8) з номіналом 14 Ом для подвійного зниження напруги на сигнальних лампах (до 5–6 В) та резистори (R1–R6 у колі кожної лампи) з опором по 1,2 Ом для регулювання напруги на лампах. Нормальна напруга не повинна перевищувати 12 В. В експлуатації, шляхом регулювання її можна знижувати до 10–11 В. Почергове світіння світлофорних червоних вогнів досягається шляхом увімкнення у схему реле М1 та повторювача його тилового контакту – реле М2.

Коли поїзд на ділянках наближення відсутній, основне та дублююче реле ПВ1 та ПВ2, а також ВБ1 та ВБ2 перебувають під струмом. Реле М1 та М2 – вимкнені. Контактми реле М1 та М2 безпосередньо перемикаються червоні сигнальні лампи при горінні їх у миготливо-му режимі, а контактами реле М – білі сигнальні лампи. Кожне з вогневих реле перевіряє справний стан своїх сигнальних ламп як у холодному стані, так і при горінні. Вогневі реле АО1 та АО2 контролюють лампи червоних вогнів світлофора А. Вогневі реле БО1 та БО2 – світлофора Б. Вогневі реле АБО та ББО контролюють справний стан ламп білого вогню світлофорів А та Б відповідно. При несправності однієї із сигнальних ламп відповідне вогневе реле знеструмується.

Нормально при вільній ділянці наближення та справних лампах вогневі реле червоних вогнів світлофорів знаходяться у збудженому стані, одержуючи живлення на високоомні обмотки через свої сигнальні лампи світлофорів. Оскільки опір обмоток вогневих реле більший, струм у колі ламп недостатній для їхнього розжарювання, однак достатній для притягання якоря реле.

При вступі поїзда на ділянку наближення до переїзду знеструмуються реле ВБ1, ВБ2, ПВ1, ПВ2 та ППВ. Контактми реле ПВ1 та ПВ2 перемикаються кола ламп із високоомних обмоток вогневих

реле на низькоомні обмотки з живленням блокувальним колом. Тиловими контактами реле ПВ1, ПВ2 вмикається робота реле М1 та М2, які починає працювати у протифазі в імпульсному режимі. Тиловими контактами реле ППВ вмикаються дзвінки, які встановлені на щоглах переїзних світлофорів. Фронтними контактами реле ВБ1 та ВБ2 вмикаються кола ламп білого вогню світлофорів.

При зайнятій ділянці наближення, коли переїзд закритий і лампи червоних вогнів світлофорів горять у миготливому режимі, їх вогневі реле перебувають під струмом, отримуючи живлення за низькоомними обмотками через самі лампи, які по черговому підключаються контактами реле М1 та М2. Миготливий режим роботи червоних ламп забезпечується наступним чином: У той момент, коли реле М1 перебуває без струму (М2 – під струмом), горять перші лампи світлофорів А та Б. Другі лампи світлофорів у цей час не горять, оскільки під'єднані фронтними контактами реле М2 до високоомної обмотки свого вогневого реле. Коли ж реле М1 перебуває під струмом (М2 – без струму), горять другі лампи світлофорів.

Застосування режиму перемикавання на високоомну обмотку реле, а не повного вимикання ламп дозволяє покращити умови роботи контактів реле М1 та М2. Контакт, при роботі, перемикає менші потужності, оскільки коло лампи не обривається. Крім того, постійне протікання струму через лампу не дає змоги нитці лампи повністю охолонути, завдяки чому опір нитки не буде різко зменшуватися у момент загасання лампи.

За допомогою реле КМ контролюється справний стан датчика імпульсів та робота реле М у імпульсному режимі, яке забезпечує миготіння білих вогнів переїзних світлофорів.

За допомогою реле КМК контролюється справний стан комплексу миготіння червоних вогнів переїзних світлофорів шляхом перевірки роботи реле М2 у імпульсному режимі. У випадку неполадок у роботі реле М2 (комплексу мигання) – реле КМК – без струму і лампи 1Л та 2Л червоних вогнів світлофорів горять постійним, рівним світлом.

Світлофорні головки із прозоро-білим вогнем встановлюються тільки на залізничних переїздах без чергового працівника, які розміщені на тих ділянках, де сповіщення подається автоматично поїздом, тобто на переїздах, у яких ділянки наближення не у межах станції.

Із принципових схем переїздів, на яких не встановлюються світлофорні головки із прозоро-білим вогнем виключаються реле ДИМП, М, КМ, ВБ1, ВБ2, АБО та ББО, а повторювачем генератора ДИМ є реле М1 (рис. 3.2).

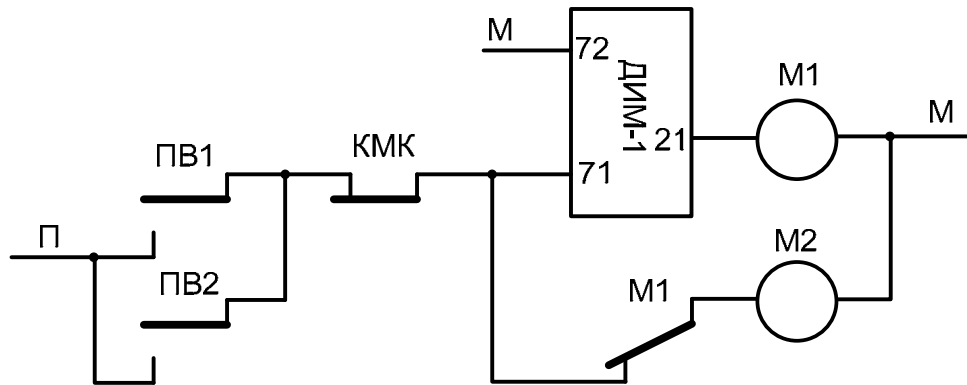


Рис. 3.2. Схема увімкнення датчика імпульсів ДИМ на переїзних світлофорах без білої головки

3.3. Схеми увімкнення та управління автоматичними шлагбаумами

Автошлагбауми мають подвійне управління – автоматичне та неавтоматичне – шляхом натисканням кнопок на щитку управління. В обох випадках увімкнення сигнальних вогнів і переведення бруса в горизонтальне (при закритті) та вертикальне (при відкритті) положення здійснюються шляхом знеструмлення і, відповідно, збудження реле ПБ1 та ПБ2. Схему увімкнення сигнальних вогнів із двонитковими лампами розжарювання, приводу автошлагбаумів постійного струму та частини реле наведено на рис. 3.4.

За відсутності поїзда на ділянках наближення до переїзду під струмом знаходяться реле В1, В2, ПБ1, ПБ2 та ОШ. При вертикальному положенні брусів через замкнуті контакти перемикачів приводів і фронтів контакти реле ПБ1 та ПБ2 під струмом знаходяться реле управління У1, У2 та їх повторювачі У3, У4.

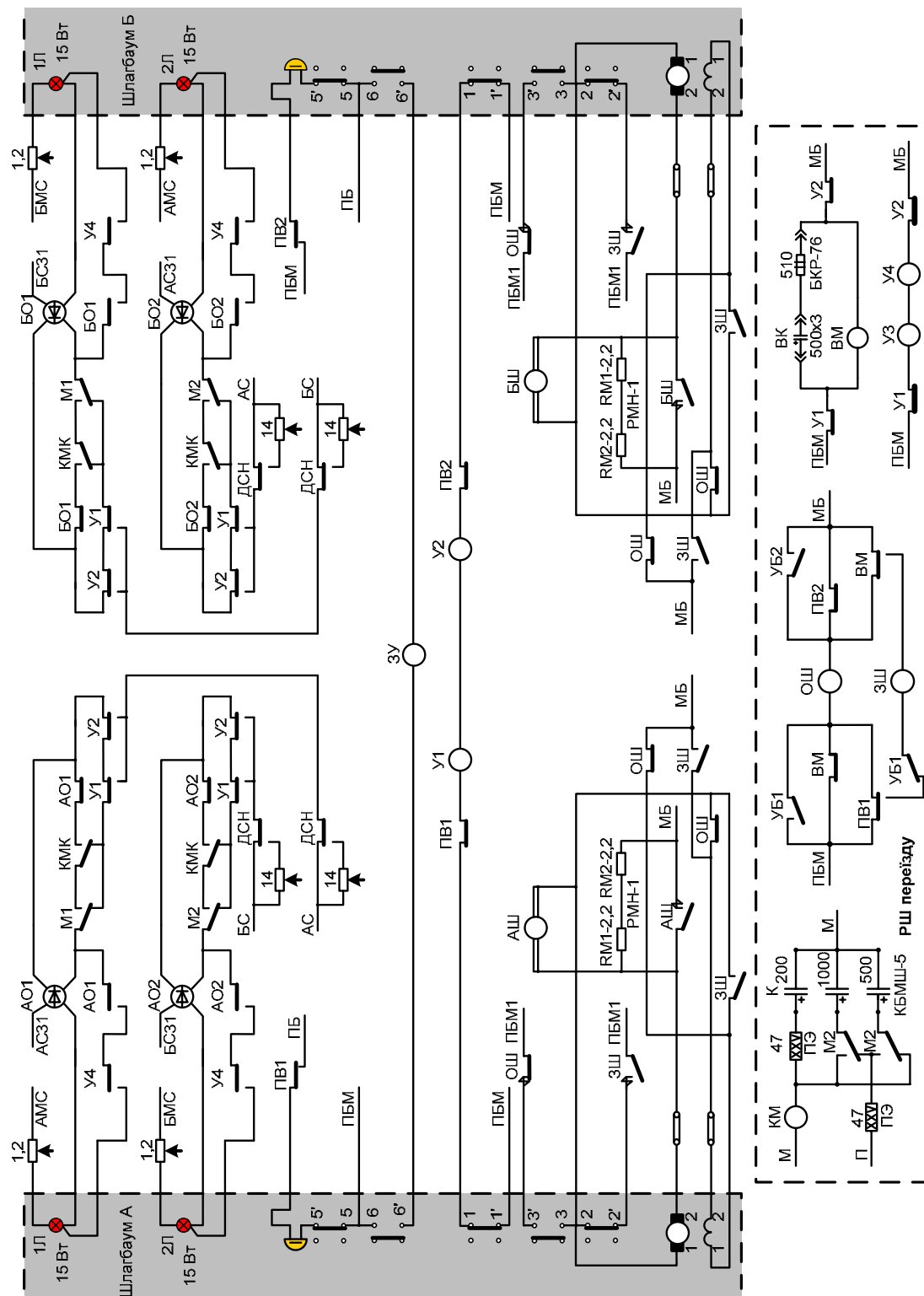


Рис. 3.4. Схема увімкнення автошлагбаумів із двонитковими лампами та двигунами постійного струму

При вступі поїзда на ділянку наближення реле В1, В2 (1В1, 1В2, 2В1, 2В2), а потім реле ПВ1 та ПВ2 знеструмлюються. Реле ПВ1 та ПВ2 своїми фронтовими контактами обривають кола живлення реле У1, У2 та ОШ, тильовими контактами реле ПВ1 і ПВ2 вмикаються дзвінки шлагбаумів, які дзвонитимуть до тих пір, поки бруси шлагбаумів не опустяться в горизонтальне положення, при якому розімкнуться контакти автоперемикача, які увімкнені в коло дзвінка. Тильовими контактами реле У1 та У2 вмикаються червоні вогні переїзних світлофорів.

Від датчика імпульсів ДИМ-1 в імпульсному режимі розпочинають працювати реле М1 та повторювач його тильового контакту – реле М2. Лампи 1Л та 2Л розпочинають горіти в миготливому режимі.

Реле ВМ, після знеструмлення реле У1 та У2, утримує свій якір притягнутим на час 13–15 секунд за рахунок конденсаторів, які під'єднані паралельно до його обмотки. Після знеструмлення реле ВМ через його замкнутий тильовий контакт та тильові контакти реле ПВ1, УБ1 збуджується реле закриття шлагбаумів ЗШ. Своїми фронтовими контактами реле ЗШ замикає коло живлення якоря та обмотки збудження електродвигуна приводу. При цьому в обмотку збудження подається напруга з полярністю, яка забезпечує обертання електродвигуна у напрямку опускання брусів. Після того як бруси приймуть горизонтальне положення, контактами автоперемикача вимкнеться електродвигун і дзвінок. Через замкнуті контакти автоперемикача також стає під струм реле ЗУ, яке контролює горизонтальне положення брусів. У свою чергу червоні сигнальні вогні світлофорів продовжуватимуть горіти в миготливому режимі.

Після прослідування поїзда через переїзд та збудження реле ПВ1, ПВ2 вмикається коло живлення реле відкриття шлагбаумів ОШ та знеструмлюється реле ЗШ. Реле ОШ вмикає електродвигун приводу на підймання брусів шлагбауму. Коли бруси шлагбауму приймуть вертикальне положення, вимикається електродвигун і замикається коло реле У1 та У2, після збудження яких вимикаються червоні сигнальні вогні на щоглах світлофорів.

Живлення електродвигуна приводу здійснюється від акумуляторної батареї напругою 28 В, яка розділена на дві секції по 14 В кожна. Мінімальна напруга на клеммах двигуна приводу допускається 23 В.

Для забезпечення такої напруги на клеммах необхідно передбачити дублювання жил стандартного сигнального кабелю. Дублювання

здійснюється з розрахунку, що при роботі електродвигуна допустиме падіння напруги в колі від джерела живлення до релейної шафи становить 0,5 В, на контактах пускових реле 1,5 В і в колах кабелю від релейної шафи до шлагбауму 3 В при струмі 4 А (струм якоря двигуна 3,2 А і обмотки збудження 0,8 А).

Секції акумуляторної батареї використовуються у якості резервного джерела живлення сигнальних ламп і для живлення деяких приладів схеми автошлагбаума.

З метою підвищення надійності роботи пристроїв, для живлення приладів, які не пов'язані зі схемою увімкнення шлагбаума, застосовується окрема акумуляторна батарея. Живлення сигнальних ламп здійснюється змінним струмом від трансформатора типу ПОБС-2А. Наявність змінного струму контролює реле А (типу АСП2-12), яке увімкнене у його вторинну обмотку. За відсутності змінного струму реле А знеструмлюється та перемикає живлення ламп на акумуляторну батарею.

Робота шлагбаумів на базі електродвигунів змінного струму не відрізняється від роботи схеми на базі електродвигунів постійного струму. Основною відмінністю таких шлагбаумів є те, що електродвигун живиться від мережі змінного струму і використовується тільки для підймання їх бруса, а опускання бруса здійснюється за рахунок власної ваги (див. п. 2.7). У вертикальному положенні брус утримується за рахунок електромагнітної муфти, а при її вимкненні – брус шлагбаума, за рахунок власної ваги, опускається.

Двигуни змінного струму живляться лінією ПХ–ОХ безпосередньо від основного чи резервного фідерів мережі змінного струму (див. рис. 2.29). Максимальний струм, який споживається двигуном – 2,5 А. При управлінні двигуном кабелем із діаметром жили 0,9 мм та більше дублювати жили до віддалі 100 метрів не потрібно. Напруга на двигуні не повинна бути меншою 200 В, з частотою змінного струму 50 або 60 Гц.

На рис. 3.5 наведено схему увімкнення сигнальних вогнів із світлодіодними головками та приводами автошлагбаумів змінного струму. Схема управління наведена для відкритого переїзду. Бруси шлагбаумів підняті, світлофори переїзної сигналізації вимкнені.

Електромагнітна муфта ЕМ кожного шлагбауму знаходиться під струмом і забезпечує зчеплення бруса із редуктором.

Електродвигун шлагбауму трифазний, одна з обмоток якого ізолювана, а друга – із послідовно увімкненими конденсаторами ємністю 15 мкФ під'єднана паралельно третій. Таке увімкнення обмоток двигуна забезпечує його роботу від однофазного струму. Контакти автоперемикача QS забезпечують вимкнення двигунів після підймання брусів шлагбаумів.

Призначення реле схеми управління шлагбаумами:

SQ1, SQ2	– контакти автоперемикача, які контролюють відповідно опущене та підняте положення брусів шлагбаумів;
BM	– забезпечує витримку часу на опускання брусів шлагбаумів після увімкнення червоних миготливих вогнів на переїзному світлофорі (13...15 с);
ВЭМ	– реле вимикання електромагнітної муфти;
ОША, ОШБ	– реле відкриття (увімкнення підймання брусів) шлагбаумів;
ВЭД	– реле витримки часу 15...20 с для вимикання двигуна при роботі на фрикцію;
У1, У2, У3, У4	– реле контролю піднятого положення брусів шлагбаумів;
ЗУ	– реле контролю опущеного (закритого положення) брусів шлагбаумів;
ВДА, ВДВ	– реле, яке контролює проміжне положення брусів шлагбаумів;
А01, А02, Б01, Б02	– вогневі реле, які контролюють цілісність ниток ламп переїзних світлофорів;
УБ1, УБ2	– реле повторювачі кнопки підтримання брусів шлагбаумів у піднятому положенні;
ПВ1, ПВ2	– реле, які вмикають переїзну сигналізацію;
В1, В2	– реле, які є повторювачами реле контролю вільного стану ділянок наближення та блокувальних реле.

У вихідному стані за відсутності поїздів на ділянках наближення до переїзду бруси шлагбаумів знаходяться в піднятому стані. Реле ОША, ОШБ, ВЭД, ВДА, ВДБ та ЗУ знеструмлені. Під струмом знаходяться реле У1, У2, У3, У4, ВЭМ, BM та муфта ЭМ.

При вступі поїзда на ділянку наближення знеструмлюються реле В1, В2 та вимикається живлення реле ПВ1 та ПВ2 (сповіщення про наближення). Останні розмикають коло живлення реле У1 та У2, які розмикають коло живлення реле ВМ. Вмикаються реле М1 та М2, спрацьовує реле КМК і вогні переїзних світлофорів розпочинають сигналізувати в сторону автотранспорту червоними миготливими вогнями. Через час 13...15 секунд, який потрібен для прослідкування транспорту, який рухався під шлагбаумом, відпускає якір реле ВМ і розмикає коло живлення реле ВЭМ, а останнє розмикає коло живлення електромагнітної муфти. Бруси шлагбаумів опускаються під власною вагою. Після того як бруси шлагбаумів займуть горизонтальне положення замкнуться контакти SQ1 автоперемикача і стає під струм реле ЗУ, яке сигналізує про закриті положення шлагбауму.

Через тилові контакти реле У1, У2, ПВ1, ПВ2 отримає живлення і притягне свій якір реле ВЭД. Останнє підготовлює коло збудження реле відкривання шлагбаумів ОША та ОШБ.

Після того як поїзд прослідує за переїзд та притягнуть свій якір реле В1, В2, ПВ1 та ПВ2, замкнеться коло живлення реле ВЭМ, ОША та ОШБ. Реле ВЭМ вмикає електромагнітну муфту, а реле ОША та ОШБ замикають коло живлення електродвигунів приводу брусів шлагбаумів, які стануть підійматись у вертикальне положення. Після того як обидва бруси досягнуть вертикального положення (80...90°), замкнуться контакти автоперемикачів SQ2 чим створять коло живлення реле У1, У2. Спрацюють їх повторювачі У3, У4, а останні розімкнуть коло живлення реле ОША та ОШБ і схема прийде у вихідний, початковий стан.

Якщо з певної причини (наприклад, при заклинюванні шлагбауму Б) брус шлагбаума, зупиниться в середньому положенні, то після того як брус шлагбауму А досягне вертикального положення, притягне якір реле ВДА і розімкне коло живлення реле ОША, котре, у свою чергу, розімкне коло живлення двигуна, реле ОШБ буде залишатись під струмом і двигун приводу шлагбауму Б буде працювати на фрикцію до тих пір поки не завершиться розряд конденсатора КЗ, який під'єднаний паралельно до котушки реле ВЭД і останнє не відпустить свій якір.

У випадку відімкнення живлення змінного струму бруси шлагбаумів залишаться у піднятому положенні до наближення до переїзду першого поїзда, після чого бруси опустяться автоматично,

а підймання брусів після прослідування поїзда необхідно буде здійснити вручну черговим.

Вимкнення червоних вогнів переїзних світлофорів здійснюється тільки після повного підймання брусів обох шлагбаумів контактами реле У1 та У2.

Реле ПВ1 та ПВ2 увімкнені таким чином, щоб мати можливість вмикати і вимикати сигналізацію автоматично при знеструмленні реле В1, В2 та напівавтоматично, за допомогою кнопок, які розміщуються на щитку управління. Схему індикації та управління шлагбаумами із щитка ШПС наведено на рис. 3.6.

При натисненні кнопки «З» («Закривання» із фіксацією) на щитку, вмикається сигналізація, знеструмлюються реле ПВ1, ПВ2 (шлагбаум закривається). Шляхом натиснення кнопки «ОА» («Відкривання аварійне» без фіксації, пломбована) вимикається сигналізація, при цьому реле ПВ1, ПВ2 стають під струм без контролю стану ділянок наближення до переїзду (шлагбаум відкривається, при відпусканні кнопки шлагбаум закривається). Кнопка «Б» («Відкривання-підтримання» без фіксації) дозволяє черговому затримати опускання бруса автошлагбауму, що дає можливість запобігти опусканню бруса в момент проїзду транспорту (дзвінки та вогні переїзних світлофорів продовжують працювати). Кнопкою «ЗС» («Увімкнення загородження» із фіксацією) вмикається реле ЗГ – загороджувальної сигналізації.

Крім кнопок управління на щитку наявні індикатори (як індикатори використовуються лампочки розжарювання, або світло-діоди):

«Наближення непарне», «Наближення парне» – про наближення поїзда у непарному (парному) напрямі;

«Світлофори» – про справний стан сигнальних ламп переїзних світлофорів;

«Мигання» – про справний стан комплекту реле мигання;

«Загороджувальний З1», «Загороджувальний З2» – про справний стан ламп загороджувальних та попереджувальних до них світлофорів;

«Батарея» – контроль заряду батареї;

«Живлення основне» – індикація основного живлення;

«Живлення резервне» – індикація резервного живлення;

«Аварія» – індикація роботи переїзду в аварійному режимі;

«Витримка часу» – про увімкнення комплекту витримки часу.

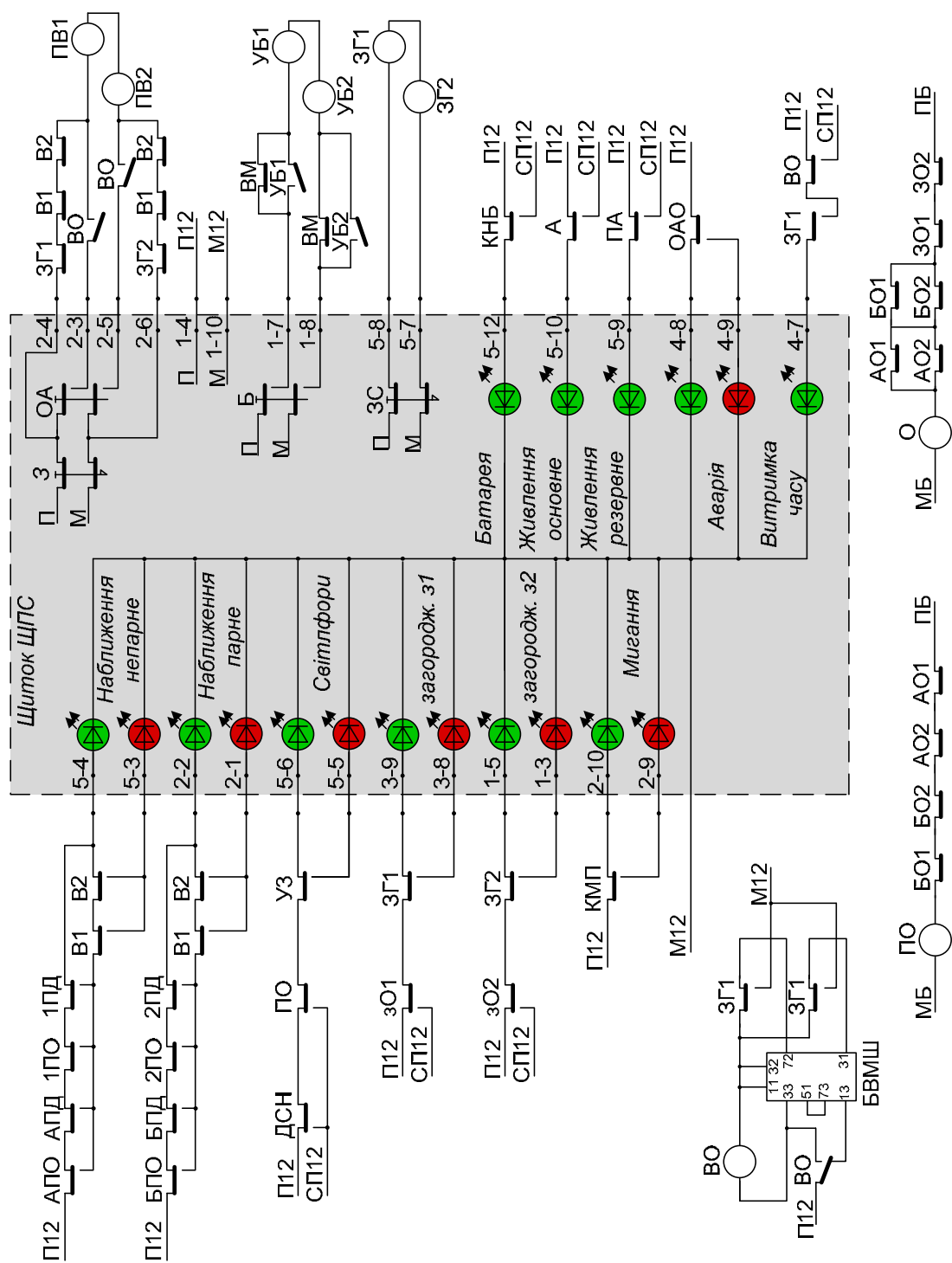


Рис. 3.6. Схема увімкнення індикації та управління із щитка

Наближення поїзда до переїзду контролюється за горінням червоного індикатора «Наближення непарне» («Наближення парне»); індикатор білого (якщо використовується лампа) або зеленого (світлодіод) «Наближення непарне» («Наближення парне») при цьому гасне. Білий (зелений) індикатор «Світлофори» контролює цілісність ниток ламп розжарювання переїзних світлофорів при відкритих шлагбаумах, а червоний індикатор «Світлофори» – при закритих.

Перегорання ламп переїзних світлофорів контролюється шляхом увімкнення тих самих контрольних індикаторів в миготливому режимі. Справний стан ниток вимкнених ламп загороджувальних світлофорів контролюється за горінням білих (зелених) індикаторів «Загороджувальний 31» та «Загороджувальний 32», а при увімкнених світлофорах – червоних. При перегоранні ламп загороджувальних світлофорів вмикаються ті ж контрольні індикатори в миготливому режимі.

Для термінового закриття шлагбаумів натискають кнопку «Закриття». При цьому знеструмлюється реле ПВ. Для відкривання шлагбаумів натискають кнопку «Відкривання аварійне», збуджується реле ПВ, після чого у тому ж порядку, що і при автоматичному режимі, переїзд відкривається.

Загороджувальні світлофори вмикають шляхом натискання кнопки «Увімкнення загородження» (ЗС), внаслідок чого вимикаються реле ЗГ1, ЗГ2.

3.4. Схеми переїзної сигналізації на ділянках без автоблокування

На даний час на ділянках, які не обладнані автоблокуванням для управління автоматичною переїзною сигналізацією використовуються, в основному, рейкові кола накладання тональної частоти [95]. Раніше, залежно від способу електроживлення пристроїв і виду тяги, застосовувалися рейкові кола різних типів [90]. На ділянках із автономною тягою при ненадійних джерелах електропостачання застосовували рейкові кола постійного струму з постійним або імпульсним живленням (залежно від довжини рейкового кола). У цьому випадку резервне живлення здійснюється від акумуляторів. При надійному

електропостачанні на ділянках з автономною тягою, а також на ділянках з електричною тягою на постійному струмі застосовувалися рейкові кола змінного струму частотою 50 Гц з постійним живленням. На ділянках з електричною тягою змінного струму застосовувалися рейкові кола змінного струму частотою 25 Гц. Довжини усіх рейкових кіл визначаються довжиною ділянки наближення.

Розглянемо використання тональних рейкових кіл накладання та принцип роботи схем управління переїзною сигналізацією на ділянках без автоблокування. У цих схемах, з метою підвищення надійності їх роботи, встановлюються по два реле – основне та дублююче. Для роботи рейкових кіл накладання використовуються амплітудно-модульовані сигнали із несучими частотами 420, 480, 580, 720, 780 Гц із частотами модуляції 8 чи 12 Гц.

Рейкові кола з однаковими сигнальними частотами та частотами модуляції можуть повторюватись при віддалі від живильного кінця одного рейкового кола до приймального кінця другого – 1 750 м і за умови, що довжина рейкового кола впливу не більше 750 м. При довжині рейкового кола впливу більшій чи рівній 750 м ця віддаль збільшується до 2 000 м.

Колійне обладнання тональних рейкових кіл складається із приймальної та передавальної апаратури, яка розміщується у вигляді функціональних білків на стативах у релейному приміщенні, та під'єданого до них за допомогою кабельних ліній колійного обладнання, що підключено безпосередньо до рейок. До приймально-передавальної апаратури рейкових кіл належать наступні блоки.

Генератор колійний універсальний ГПУ призначений для формування і підсилення АМ сигналів з номінальними частотами в діапазоні 420...5 555 Гц у складі апаратури контролю рейкових кіл на залізничному транспорті та метрополітені. Генератор встановлюється на рамах релейних стативів і шаф у розетки реле НШ. Електроживлення генератора здійснюється від джерела змінного струму 50 Гц напругою 230 В з допустимими відхиленнями від 207 В до 241,5 В. Струм, споживаний генератором від мережі 230 В, не перевищує 0,1 А.

Фільтр колійний універсальний ФПУ призначений для експлуатації в складі апаратури контролю рейкових кіл з частотами в діапазоні 420...780 Гц. Фільтр ФПУ взаємозамінний з фільтрами ФПМ і ФПМ1 (зі зміною монтажу) і призначений для встановлення на рамах релейних стативів і шаф [13, 89]. Фільтр становить моноблочну конструк-

цію на основі плати реле НШ. Схема фільтра виконана у вигляді послідовного контуру з трансформаторним зв'язком для підключення до генератора ГП (ГПЗ, ГП-3М, ГПУ).

Приймачі колійні ПП, ПП1 (ПК1) призначені для експлуатації в складі апаратури контролю рейкових кіл з частотами в діапазоні від 420 Гц до 780 Гц. Приймачі ПП, ПП1 (ПК1) являють собою моноблочні конструкції, виконані на основі плати реле ДСШ. Вони призначені для роботи в пристроях магістрального залізничного транспорту і за електричними характеристиками взаємозамінні. Навантаження приймачів – реле АНШ2-310 з послідовно з'єднаними обмотками. Залежно від частот прийнятих сигналів кожний з типів приймачів випускається в десяти виконаннях У позначенні виконання перша цифра означає номер гармоніки промислової частоти, за якою розташована несуча частота, друга цифра – частоту модуляції. Живлення приймачів здійснюється від джерела змінного струму 50 Гц номінальною напругою 17,5 В з допустимими відхиленнями від 15,7 В до 18,4 В.

Блок випрямлячів узгодження БВС4Л призначений для узгодження колійних реле типу АНШ2-310 з вихідними підсилювачами колійних приймачів ПП або ПРЦ4. Блок виконаний на основі плати реле НМШ і встановлюється на рамах релейних стативів і шаф.

Кабельні лінії від приймально-передавальної апаратури ТРК під'єднуються до рейок через колійні трансформатори та пристроїв захисту від перенапруг. Колійні трансформатори призначені для узгодження низького опору рейкової лінії з відносно високим опором апаратури ТРК і розміщуються в колійних ящиках КЯ безпосередньо біля рейок. Коефіцієнт трансформації його дорівнює 38. Узгоджуючі трансформатори ПОБС-2А випускаються Калузьким електротехнічним заводом. Останнім часом завод «Трансзв'язок» освоїв випуск аналогічних за параметрами трансформаторів. У позначенні цих трансформатора додається цифра І, наприклад ПОБС-2А-І. Розшифрування позначення типу трансформатора:

П – колійний;	С – сухий;
О – однофазний;	2 – порядковий номер типу;
Б – броньовий;	А – видозміна трансформатора.

Для захисту від комутаційних і атмосферних перенапруг на первинній обмотці трансформатора встановлюється розрядник типів РВНШ-250, ВОЦШ-220 або РКН-600. На передавальному і приймальному кінцях ТРК для одержання необхідного за умовами їхньої робо-

ти вхідного опору можуть встановлюватися кабельні резистори, опори яких залежать від довжини кабельної лінії.

У колійному ящику, крім трансформатора і розрядника, розміщують запобіжник (АВМ2-15 А) і захисний регульований резистор (паралельно включені два резистора РМР1-1,1 Ом). Захисні резистори R3 забезпечують нормативний опір передавального або приймального кінця ТРК і захищають апаратуру від асиметрії тягового струму. Запобіжник захищає апаратуру ТРК від впливів тягового струму. На ділянках з електротягою для вирівнювання струмів асиметрії можуть встановлюватися дросель-трансформатори ДТ-0,2; ДТ-0,6; ДТ1-150.

У схемах контролю наближення до переїзду та контролю прослідування поїзда через переїзд використовуються чотири ділянки наближення по дві з кожної сторони 1У, 2У, 3У, 4У.

Рейкові кола ділянок, які примикають до переїзду 2У та 3У, як правило, мають спільне джерело живлення, яке під'єднується до рейок на віддалі 5 м від межі переїзду. Довжина цих ділянок повинна становити 250...300 м. Рейкове коло із довжиною до 150 м використовується у тих випадках (ділянки 2У, 3У), коли переїзд знаходиться поряд із сигнальною установкою і служить для контролю звільнення переїзду (вимкнення червоних вогнів) у обох напрямках руху.

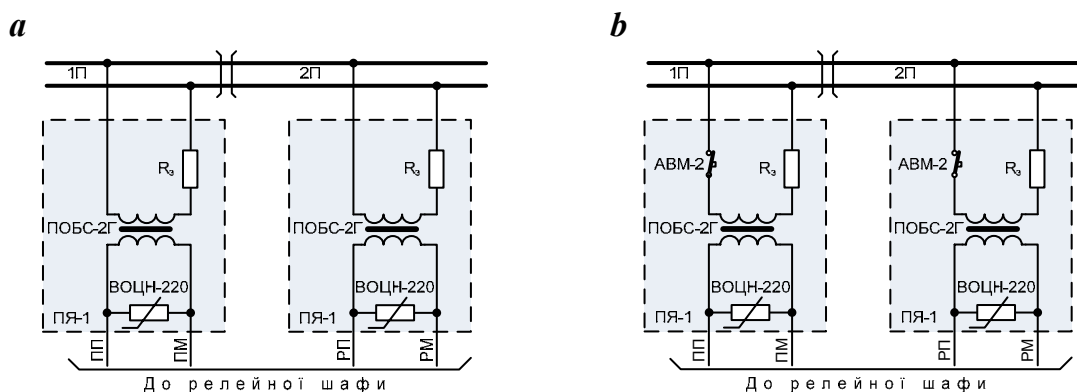


Рис. 3.7. Схема узгодження приладів тональних рейкових кіл

У тих випадках, коли в межах ділянки наближення до переїзду знаходиться сигнальна установка чи розрізна точка, ділянки 1У та 4У можуть складатися з кількох тональних рейкових кіл. У цих випадках з метою економії кабелю найдоцільніше застосування трансляції тональних рейкових кіл, яка здійснюється в релейних шафах найближчих сигнальних установок.

Призначення реле на схемах для одноколійних ділянок:

- АН, АН1, – фіксують рух поїзда відповідно у напрямі А та Б. За
БН, БН1 допомогою цих реле здійснюється комутація ділянок
наближення до переїзду 1У, 2У, 3У та 4У залежно
від напрямку руху поїзда;
- 1У1, 1У2 – здійснюють контроль вільного стану першої за на-
прямом руху поїзда ділянки наближення, яка може
складатись із одного чи кількох тональних рейкових
кіл;
- 2У1, 2У2 – здійснюють контроль вільного стану другої за на-
прямом руху поїзда ділянки наближення, яка склада-
ється із одного тонального рейкового кола;
- 3У1, 3У2 – здійснюють контроль вільного стану третьої за на-
прямом руху поїзда ділянки наближення, яка склада-
ється із одного тонального рейкового кола (відда-
лення за переїздом);
- 4У1, 4У2 – здійснюють контроль вільного стану четвертої за на-
прямом руху поїзда ділянки наближення, яка може
складатись із одного чи кількох тональних рейкових
кіл (віддалення за переїздом);
- В1, В2 – реле В, які є повторювачами реле контролю вільного
стану ділянок наближення та блокуючих реле МБВ,
МБ1, МБ2. Реле В1, В2 виконують захисні функції
від втрати шунта в рейкових колах ділянок набли-
ження до переїзду, оскільки їх збудження можливе
тільки після замикання фронтів контактів термо-
елементів реле КТ1, КТ2, які задають витримку часу
на замикання контактів 8...18 с;
- КТ1, КТ2 – реле, які запобігають можливості відкриття переїзду
у випадках кількох короточасних втрат шунта
в рейкових колах ділянок наближення до переїзду та
управляють схемою увімкнення термоелемента через
свої тилові контакти і замикаються тільки після пов-
ного його охолодження;
- С1 – фіксує зайняття першої ділянки наближення при
вільних станах другої, третьої і четвертої та знахо-
дженні реле СК (яке контролює тилові контакти реле
С1з, СМ2, ПС2, С3 та МБВ) під струмом;

С1з та блок витримки часу ВВ	– задають поїзду час слідування першою ділянкою наближення, виходячи з максимальної швидкості руху поїзда на ній;
С2	– фіксує зайняття другої ділянки наближення не раніше часу, який заданий блоком ВВ та реле 1Сз (15 с);
С3	– фіксує зайняття третьої ділянки віддалення у заданий інтервал часу не раніше часу, який задається комплектом реле СМ, СМ1 та СМ2 (у межах 3 с);
БВ, ПБВ1, ПБВ2, МБВ	– блокувальні реле, які задають поїзду час слідування зі швидкістю 50 км/год ділянками 2У та 3У. Час знаходження реле МБВ під струмом залежить від довжин ділянок 2У та 3У, що прийняті при проектуванні (30 с);
Б, ПБ1, ПБ2, МБ1, МБ2	– фіксують зайняття поїздом четвертої ділянки віддалення не пізніше за час, який задається комплектом реле БВ, ПБВ1, ПБВ2 та МБВ (30 с). Періодичність роботи реле Б, ПБ1, ПБ2 вибирається, виходячи з часу, який потрібен для поїзда довжиною 1 350 м на звільнення першої, другої та третьої ділянок із урахуванням зони додаткового шунтування ділянки 4У при розрахунковій швидкості 50 км/год, що дорівнює 108 с;
ПС2	– фіксує звільнення ділянки 2У за час, не менше ніж той, що задається комплектом реле СМ, СМ1, СМ2 та не більше ніж той, що задається комплектом БВ, ПБВ1, ПБВ2 та МБВ. При цьому при вільних станах першої і третьої ділянок повторно заряджається конденсатор при реле Б, який забезпечує такий час роботи реле Б, ПБ1 та ПБ2, який потрібен для звільнення поїздом четвертої ділянки при русі зі швидкістю 50 км/год;
Б1	– контролює замикання якоря реле Б;
1ПО, 2ПО, АПО, БПО	– основні колійні реле рейкового кола тональної частоти;
1ПД, 2ПД, АПД, БПД	– додаткові колійні реле рейкового кола тональної частоти;

БС – блок випрямлячів узгодження БВС4Л, який забезпечує узгодження чотирьох додаткових реле типу АНШ2–310 із чотирма вихідними підсилювачами колійних приймачів типу ПП1.

Зазначені реле призначені для схем управління переїзною сигналізацією на одноколійних дільницях. Для переїздів на двоколійних дільницях перед позначенням реле непарної колії додається цифра 1, а парної – цифра 2. Призначення реле для одноколійних та двоколійних дільниць однакове.

Робота схем переїзної сигналізації на одноколійній дільниці. Схеми рейкових кіл наведено на рис. 3.8, а схеми управління переїзною сигналізацією – на рис. 3.9 та 3.10. За відсутності поїзда на ділянках наближення до переїзду реле 1У1, 1У2, 2У1, 2У2, 3У1, 3У2, 4У, 4У1, СК перебувають під струмом, а реле лічильники С1, С2, ПС2, С3 та всі блокувальні реле перебувають без струму; реле КТ1, КТ2 та В1, В2 перебувають під струмом, відповідно, – переїзд відкритий.

При вступі поїзда на ділянку АП знеструмлюються основне та додаткове реле АПО та АПД. Через тилові контакти цих реле вмикаються реле напрямку БН та БН1. Реле 1У1 та 1У2 знеструмлюються і своїми фронтowymi контактами розмикають коло живлення реле КТ1, КТ2, В1, В2. Контактami реле В1 та В2 відключаються реле ПВ1, ПВ2 (у схемі світлофорної сигналізації). Прозоро-білі вогні на переїзних світлофорах вимикаються та вмикаються червоні вогні.

Через тильовий контакт реле 1У1 з перевіркою: справного стану реле (реле СК під струмом), вільного стану ділянок 2У1, 3У1, 4У1, стає під струм реле С1, фіксуючи зайняття поїздом першої ділянки наближення до переїзду. Реле С1 вмикає блок витримки часу ВВ, який налаштований на витримку часу 15 секунд (час, потрібний поїзду для прослідування першої ділянки наближення до переїзду з максимальною розрахунковою швидкістю 120 км/год). Після закінчення 15 с спрацьовує реле С1з. Реле С1 також вмикає комплект реле СМ, СМ1, СМ2.

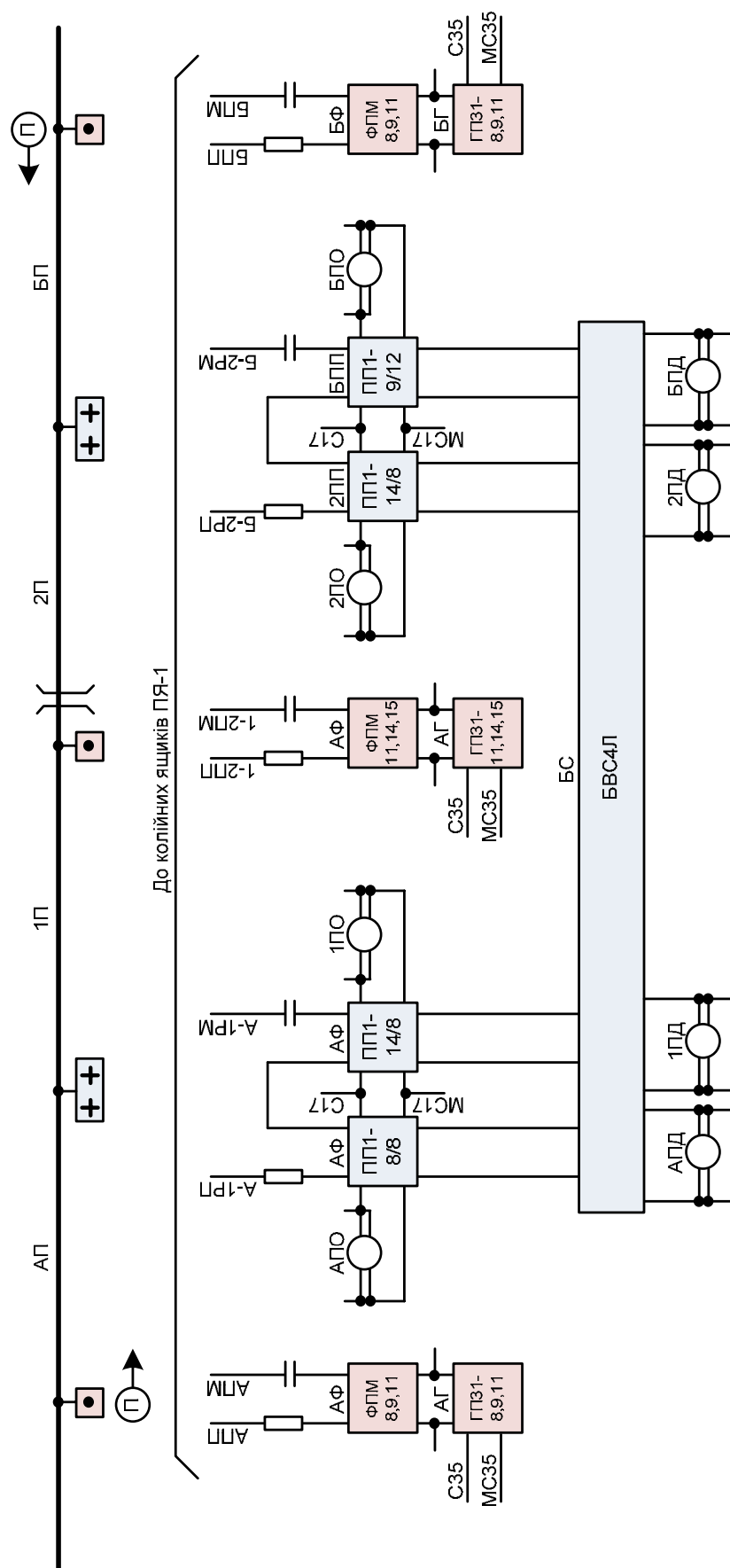


Рис. 3.8. Схема рейкових кіл переїзної сигналізації на одноколіній ділянці

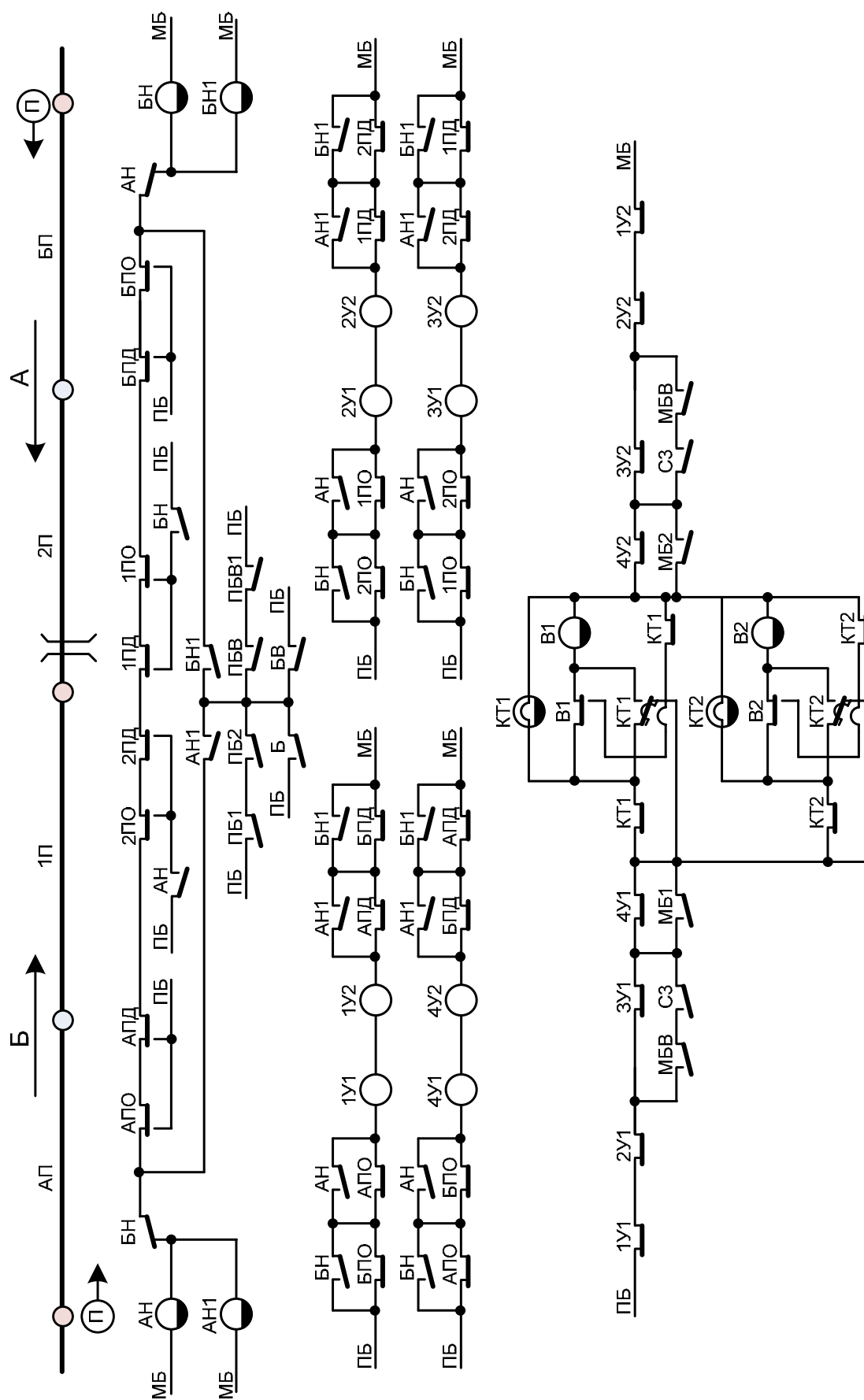


Рис. 3.9. Схема реле напруги, ділянок наближення та реле В

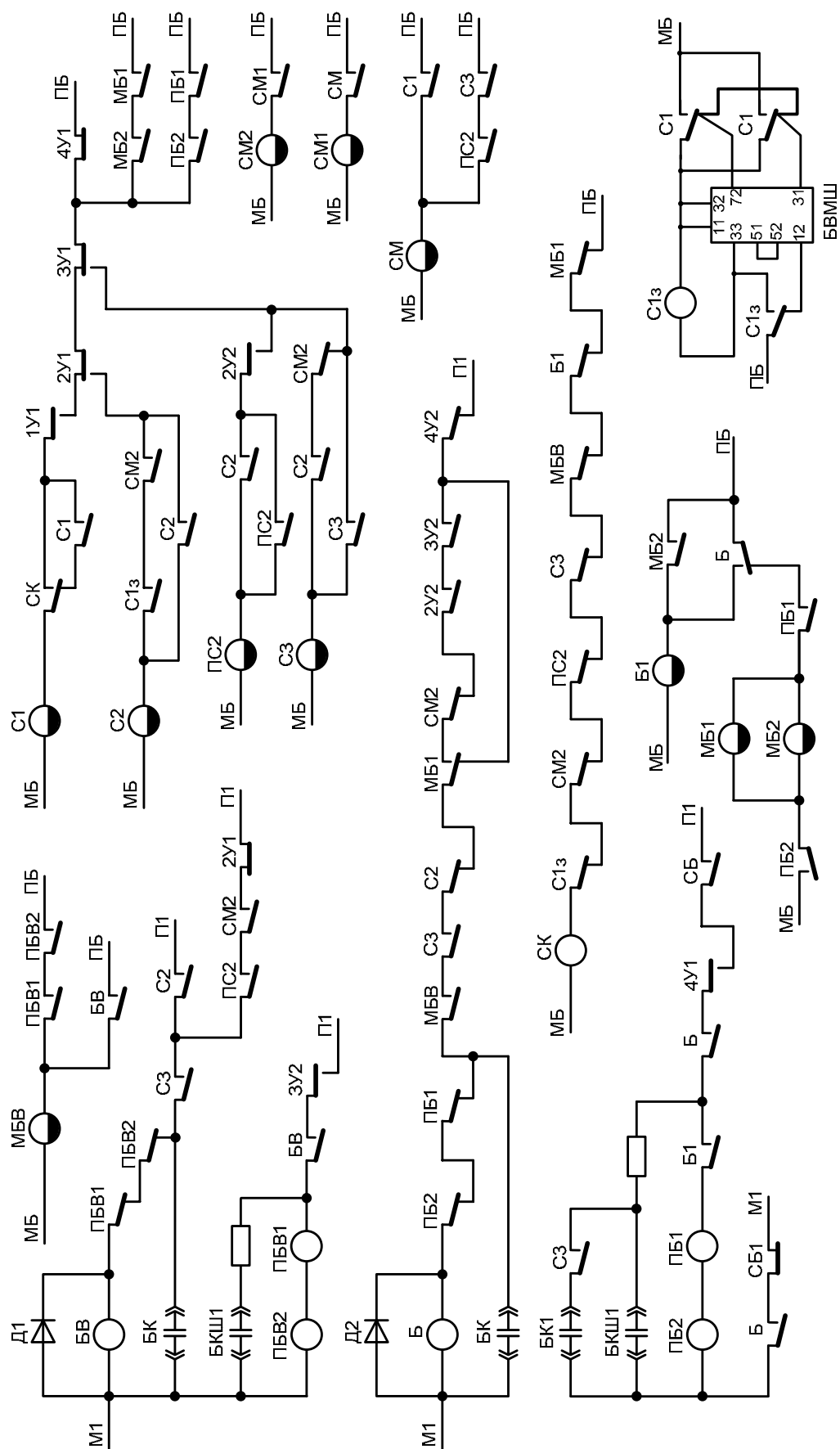


Рис. 3.10. Схема увімкнення блокувальних реле

При вступі поїзда на ділянку 2У, фронтовим контактом реле 2У1 вимикається живлення лічильника С1, а тиловим контактом цього реле, з перевіркою вільного стану поперед розташованих ділянок наближення 3У та 4У і за умови спрацювання реле С1з та СМ2, створюється коло увімкнення лічильника С2. За час сповільнення на відпускання реле С1з та СМ2 збуджується реле С2 і стає на самоблокування. Фронтовим контактом С1 вимикається живлення комплексу реле СМ, СМ1, СМ2. Реле СМ2 після завершення 3 секунд знеструмується.

За умовами роботи схеми проходження поїзда через переїзд, зайняття третьої ділянки наближення повинно відбуватися після зайняття другої ділянки наближення, але не раніше ніж через 3 с (час проходження поїздом другої ділянки наближення з максимальною встановленою швидкістю).

При вступі поїзда на ділянку 3У за час уповільнення на відпускання реле С2 спрацьовують реле С3 та ПС2 і блокуються через свої фронтові контакти. За час уповільнення на відпускання реле С2, через фронтові контакти реле С3 заряджається конденсатор БК і стає під струм реле БВ. Через фронтовий контакт реле БВ і тиловий контакт 3У2 встають під струм реле ПБВ1, ПБВ2 і заряджається конденсатор, під'єднаний паралельно до їх обмотки. Тиловими контактами реле ПБВ1, ПБВ2 конденсатор БК від'єднується від реле БВ, яке після закінчення часу сповільнення на відпускання (обумовлене діодом), фронтовим контактом розмикає коло заряду конденсатора, який під'єднаний паралельно до обмоток реле ПБВ1, ПБВ2. Після закінчення часу сповільнення на відпускання, реле ПБВ1, ПБВ2 своїми контактами під'єднують конденсатор БК до обмотки реле БВ, яке стає під струм, після чого цикл роботи реле БВ та ПБВ1, ПБВ2 у режимі пульс-пари продовжується. Після проходження поїзда за переїзд у встановленому напрямку руху переїзд відкривається, червоні вогні на переїзних світлофорах вимикаються та блокуються (виключається їхнє повторне увімкнення) до звільнення ділянки наближення протилежного напрямку. Прозоро-білий вогонь на переїзді вмикається після звільнення поїздом зони за переїздом довжиною не менше 150 метрів.

При зайнятті поїздом ділянки 4У через тилові контакти реле 4У2, МБ1 і С2, фронтові контакти реле С3 та МБВ заряджається конденсатор БК і стає під струм реле Б. Зайняття цієї ділянки наближення по-

винно бути не раніше як через 30 с із моменту зайняття ділянки 3У (час проходження поїзда ділянкою 3У зі швидкістю 50 км/год). Інтервал часу 30 с забезпечують реле БВ, ПБВ1, ПБВ2 та МБВ. Реле С3 та ПС2 залишаються під струмом через фронтові контакти реле МБ1, МБ2 та ПБ1, ПБ2.

Далі порядок роботи реле Б, ПБ1, ПБ2 аналогічний роботі реле БВ, ПБВ1, ПБВ2. Періодичність роботи реле Б, ПБ1, ПБ2 становить 110 с. Цей час, необхідний для поїзда довжиною 1 350 метрів на звільнення першої, другої та третьої ділянок наближення при його русі з розрахунковою швидкістю 50 км/год.

Після звільнення ділянки 2У за час уповільнення на відпускання реле ПС2 через фронтові контакти реле ПС2, 2У1 та контакт СМ2, який до цього часу замкнутий, відбудеться повторний заряд конденсатора БК і збудження реле БВ. Через фронтові контакти реле 1У1, 1У2, 2У1, 2У2, МБВ, С3 та тиловий контакт термоелемента реле КТ1 і КТ2 стають під струм. З витримкою 8...18 с через фронтний контакт термоелемента стають під струм реле В1, В2 потім ПБ1, ПБ2, червоні вогні на переїзних світлофорах вимикаються.

При звільненні ділянки 3У не пізніше ніж через 30 с (реле МБВ під струмом) через фронтові контакти реле МБВ, С3, МБ1, 2У2, 3У2 та тилкові контакти реле 4У2, СМ2, С2 за час сповільнення на відпускання реле С3 удруге замикає коло заряду конденсатора БК, який забезпечує час роботи реле Б, ПБ1, ПБ2, необхідний для того, щоб поїзд звільнив ділянку 4У при швидкості руху 50 км/год. Через фронтові контакти реле 3У1, 3У2, ПБ1, ПБ2, КМП, ПО ставлять під струм реле ВБ1, ВБ2. На переїзних світлофорах вмикаються прозоро-білі миготливі вогні. Якщо за час роботи комплекту реле Б, ПБ1, ПБ2 поїзд звільнить ділянку віддалення 4У, то блокувальні реле будуть без струму, реле ВБ1 та ВБ2 знаходитимуться під струмом. Усі елементи схем прийдуть у вихідне положення.

Вимикання схеми блокування, яка запобігає увімкненню червоних та забезпечує увімкнення прозоро-білих вогнів на час прямування поїзда ділянкою віддалення при несправних станах рейкових кіл цієї ділянки, здійснюється двома каскадами приладів витримки часу. Перший каскад контролює час проходження цілого складу поїзда ділянкою віддалення 3У. Другий каскад контролює проходження поїзда ділянкою 4У після звільнення ділянки 3У.

Запобігання вимиканню червоних вогнів на переїзних світлофорах при штучному шунтуванні рейкових кіл перед поїздом, який наближається у невстановленому напрямку руху, що імітує проходження поїзда у встановленому напрямку руху, досягається шляхом контролю послідовного шунтування рейкових кіл чотирьох ділянок 1У, 2У, 3У, 4У із трьома захисними інтервалами, – не менше 15 с між зайняттям першої та другої ділянок; не менше 3 с між зайняттям другої та третьої ділянок при швидкості до 120 км/год і не більше 30 с між зайняттям третьої та четвертої ділянок. Час 30 с – відповідає часу проходження третьої ділянки (250 метрів) поїздом зі швидкістю 50 км/год, тобто зі швидкістю, яка виключає ймовірність послідовного штучного шунтування четвертої ділянки.

У випадку, якщо час руху поїзда ділянкою 4У буде більшим за передбачену витримку часу роботи реле Б, ПБ1, ПБ2, то реле МБ1, МБ2, В1, В2, ПВ1, ПВ2, ВБ1, ВБ2 знеструмлюються, вимикаються прозоро-білі вогні на переїзних світлофорах і вмикаються червоні вогні.

Робота схем переїзної сигналізації на двоколійній дільниці. На відміну від одноколійних, для переїздів на двоколійних дільницях схеми реле напрямку не будуються, оскільки при напівавтоматичному блокуванні рух у невстановленому напрямку на двоколійній дільниці здійснюється досить рідко.

Схеми рейкових кіл та увімкнення реле ділянок наближення (1-1У1, 1-1У2, 1-2У1, 1-2У2, 1-3У1, 1-3У2, 1-4У1, 1-4У2) для непарної колії наведено на рис. 3.11. Для парної колії схеми увімкнення реле ділянок наближення організовуються аналогічно, у позначенні цих реле використовується префікс 2- (2-1У1, 2-1У2, 2-2У1, 2-2У2, 2-3У1, 2-3У2, 2-4У1, 2-4У2).

Схеми управління переїзною сигналізацією для непарної і парної колій працюють аналогічно до схем, які розглянуті для переїздів, що розміщені на одноколійних дільницях. На рис. 3.12 наведено схему реле В. Схему увімкнення блокувальних реле для непарної колії наведено на рис. 3.13 (така схема для парної колії будується аналогічно, як префіксу для позначення елементів у схемі цього напрямку використовується позначення 2).

Час сповільнення блокувальних реле визначається окремо для кожної колії.

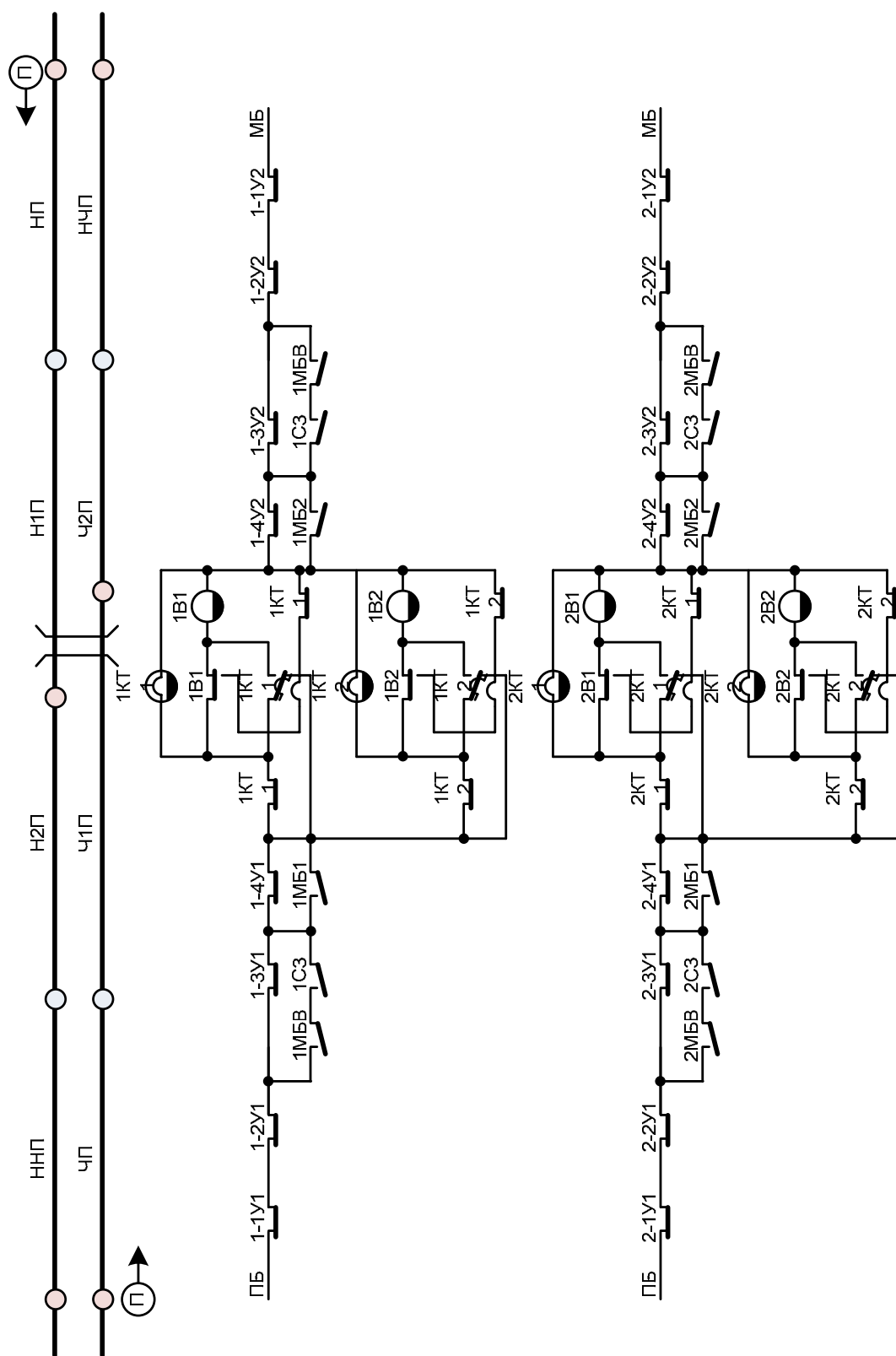


Рис. 3.12. Схема реле В

3.5. Схеми переїзної сигналізації на дільницях з автоблокуванням

Переїзди на перегоні, який обладнаний кодовим автоблокуванням. Одноколійні, двоколійні перегони на дільницях із автономною чи електричною тягою з кодовим автоблокуванням використовують як колійний датчик, що забезпечує контроль стану блоку ділянок, кодові рейкові кола змінного струму. На таких дільницях для управління переїзною сигналізацією раніше використовувались рейкові кола автоблокування, причому спеціального їх розподілу для одержання розрахункової ділянки наближення до переїзду не передбачалось. Сповіщення на переїзд подавалось від блок-дільниці, що містить у собі ділянку наближення (відстань до переїзду не повинна бути меншою за розрахункову довжину ділянки наближення), а компенсація надлишкової відносно розрахункової довжини ділянки наближення здійснювалась схемою управління. Для вимикання сигналізації відразу після проходження переїзду поїздом передбачалось розділення рейкових кіл шляхом установки ізолюючих стиків відразу за переїздом.

На даний час у таких випадках для подання сповіщення на переїзд та контролю прослідування поїзда через переїзд використовуються рейкові кола тональної частоти, які накладаються на кодові рейкові кола автоблокування (тональні рейкові кола накладання). Застосування чотирьох рейкових кіл (1У, 2У, 3У, 4У) забезпечує надійний контроль прослідування поїзда через переїзд. Дача сповіщення на переїзд за допомогою тональних рейкових кіл накладання запобігає відмовам у дачі сповіщення про наближення поїзда до переїзду при сході ізолюючих стиків на сигнальних установках при кодовому автоблокуванні. Наявність ізолюючих стиків до уваги не береться. Застосування тональних рейкових кіл накладання дає змогу організувати ділянки наближення до залізничних переїздів, рівні розрахунковим. Допускається збільшення довжини ділянки наближення у порівнянні із розрахунковою з під'єднанням кінця тонального рейкового кола біля стика сигнальної чи розрізної установки до 150 м (при розміщенні переїзду на віддалі, яка менша за 150 м від ізоляційного стика).

Колійні пристрої тональних рейкових кіл накладання на кодові рейкові кола мають аналогічну приймальну та передавальну апаратуру, як і у випадку ділень без автоблокування (див. п. 3.4).

Трансформатор узгодження ПОБС-2А, штепсельні розрядники РВНШ-250 (що призначені для захисту від перенапруги) та захисні фільтри, які запобігають впливу на кодове рейкове коло і складаються з реакторів типу РОБС-1Г та блоків конденсаторів типу К73П-2-400В-10мкФ $\pm$ 10 %, розміщуються в колійних ящиках типу ПЯ-1. Допускається їх встановлення в релейних шафах при умові опору з'єднувальних провідників та перемичок не більше 0,15 Ом.

Тональні рейкові кола не потребують встановлення ізостиків тому, за нормативного значення опору баласту та довжині кодового рейкового кола до 2 000 м, ізоляційні стики на переїзді не встановлюються. При кодових рейкових колах із довжиною більша 2 000 м ізолюючі стики можуть зніматись при опорі баласту не менше 1,7 Ом·км.

Безстикові рейкові кола накладання на кодові рейкові кола мають додаткову зону шунтування, яка залежить від його довжини, опору баласту та несучої частоти і може становити: на частотах 420, 480, 580 Гц до 120 м, на частотах 720, 780 Гц – до 40 м. Тому для ділянок 2У, 3У доцільно обирати частоти 720 Гц та 780 Гц. Допустимі максимальні довжини тональних рейкових кіл накладання на кодові рейкові кола автоблокування становлять: при несучих частотах 420, 480, 580 Гц – 900...1000 м; при частотах 720, 780 Гц – 150...300 м.

При розміщенні 2-х переїздів на одній блок-ділянці та суміщенні їх ділянок наближення розбиття на тональні рейкові кола проводять таким чином, (за можливості), щоб початок тональних рейкових кіл одного переїзду і кінець тональних рейкових кіл другого переїзду не суміщались. Якщо таким чином розбити неможливо, то встановлюють додаткову релейну шафу для розміщення приладів тональних рейкових кіл та проектують їх окремо для кожного переїзду.

Переїзди одноколійних ділень кодового автоблокування.
Схеми рейкових кіл накладання на кодові рейкові кола змінного струму з частотою 50 Гц при автономній тязі. Схеми кодових рейкових кіл та рейкових кіл тональної частоти передбачають увімкнення елементів захисту, які запобігають їх взаємному впливу. Захисними елементами тональних рейкових кіл від шунтуючого впливу кодових рейкових кіл є колійні фільтри ФПУ, які вмикаються на живильних

кінцях кодових РК у первинні обмотки ізолюючих трансформаторів ИТ. Фільтри ФПУ налаштовуються на несучу частоту найближчого тонального РК. При віддалі між релейним кінцем тонального РК та живильним (приймальним) кінцем кодового РК 500 м і більше допускається не встановлювати колійні фільтри ФПУ в кодові рейкові кола. Схему увімкнення апаратури кодового рейкового кола 50 Гц із накладанням тональних рейкових кіл у межах переїзду при автономній тязі наведено на рис. 3.14 (місця під'єднання апаратури тональних рейкових кіл зазначені пунктирними лініями).

Захисними елементами кодових рейкових кіл від шунтувального впливу кінців тональних рейкових кіл служать загороджувальні LC-фільтри, які складаються з реактора РОБС-1Г та конденсаторів, ємність яких визначається несучою частотою тонального рейкового кола (табл. 3.1). На релейних кінцях, які працюють на два суміжні тональні рейкові кола необхідно паралельно встановлювати два загороджувальні LC-фільтри, які будуть налаштовані на частоти суміжних рейкових кіл. Комбінації видів таких LC-фільтрів залежно від несучих частот (f_n) в суміжних рейкових колах наведено в табл. 3.2. Загороджувальні фільтри вмикаються послідовно до вторинної обмотки колійних трансформаторів ПТ. Захист релейних кінців кодових рейкових кіл від впливу несучих частот тональних рейкових кіл накладання здійснюється за допомогою фільтрів ЗБФ-1 (ЗБФ-2), які вмикаються перед колійним реле кодового рейкового кола (див. рис. 3.14). Приклад схеми узгодження та захисту приладів рейкових кіл наведено на рис. 3.15.

Таблиця 3.1

Значення ємності конденсатора захисного фільтру

f_n , Гц	L	C , мкФ	Вид фільтру
420	РОБС-1Г	60	1
480		50	2
580		30	3
720		25	4
780		20	5

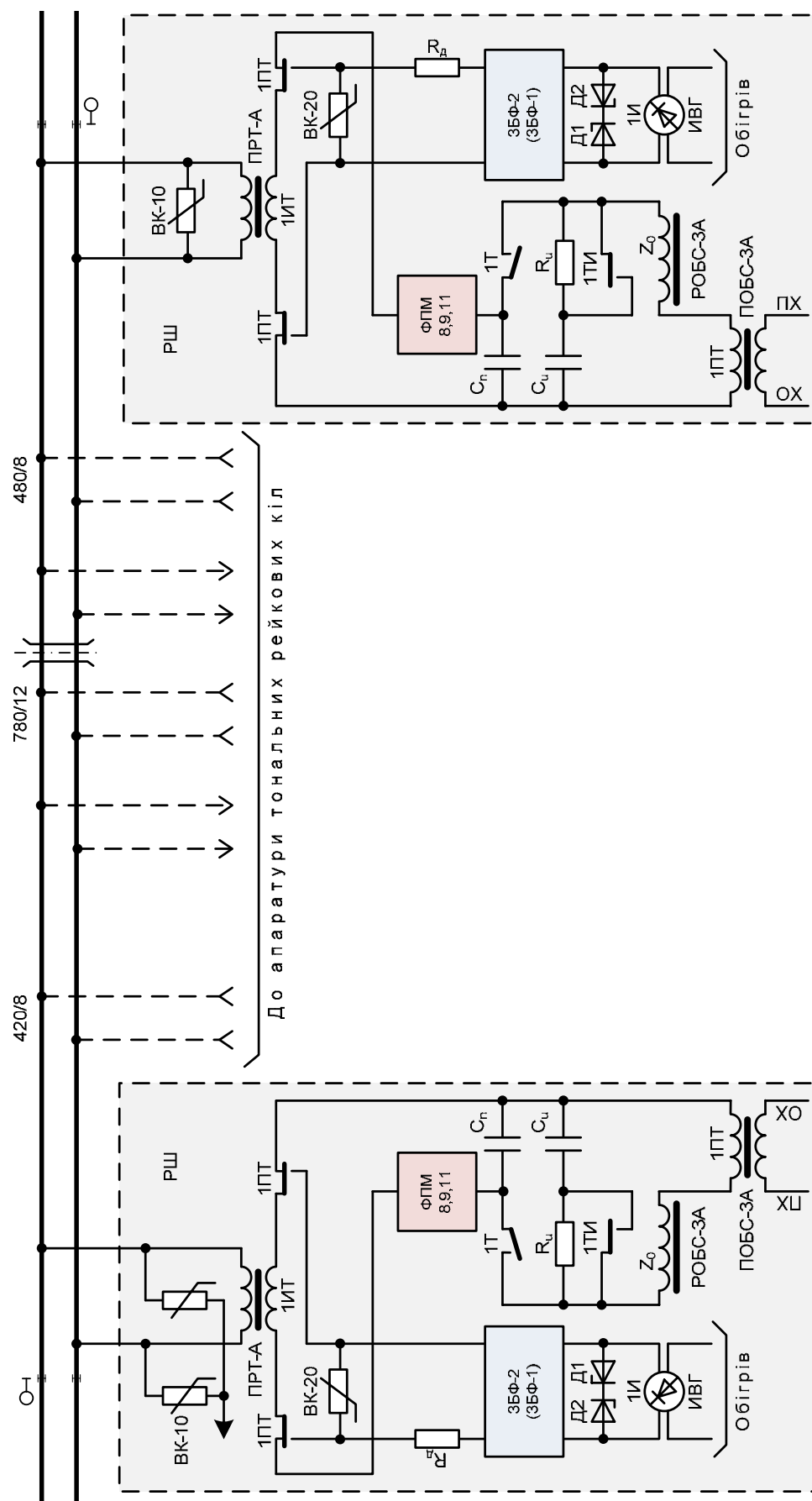


Рис. 3.14. Схема увімкнення апаратури кодового рейкового кола 50 Гц із накладанням тональних рейкових кіл у межах переїзду при автономній тязі

Комбінації видів LC-фільтрів

$f_{н.сум}$, Гц	f_n , Гц				
	420	480	580	720	780
420	—	1, 2	1, 3	1, 4	1, 5
480	2, 1	—	2, 3	2, 4	2, 5
580	3, 1	3, 2	—	3, 4	3, 5
720	4, 1	4, 2	4, 3	—	4, 5
780	5, 1	5, 2	5, 3	5, 4	—

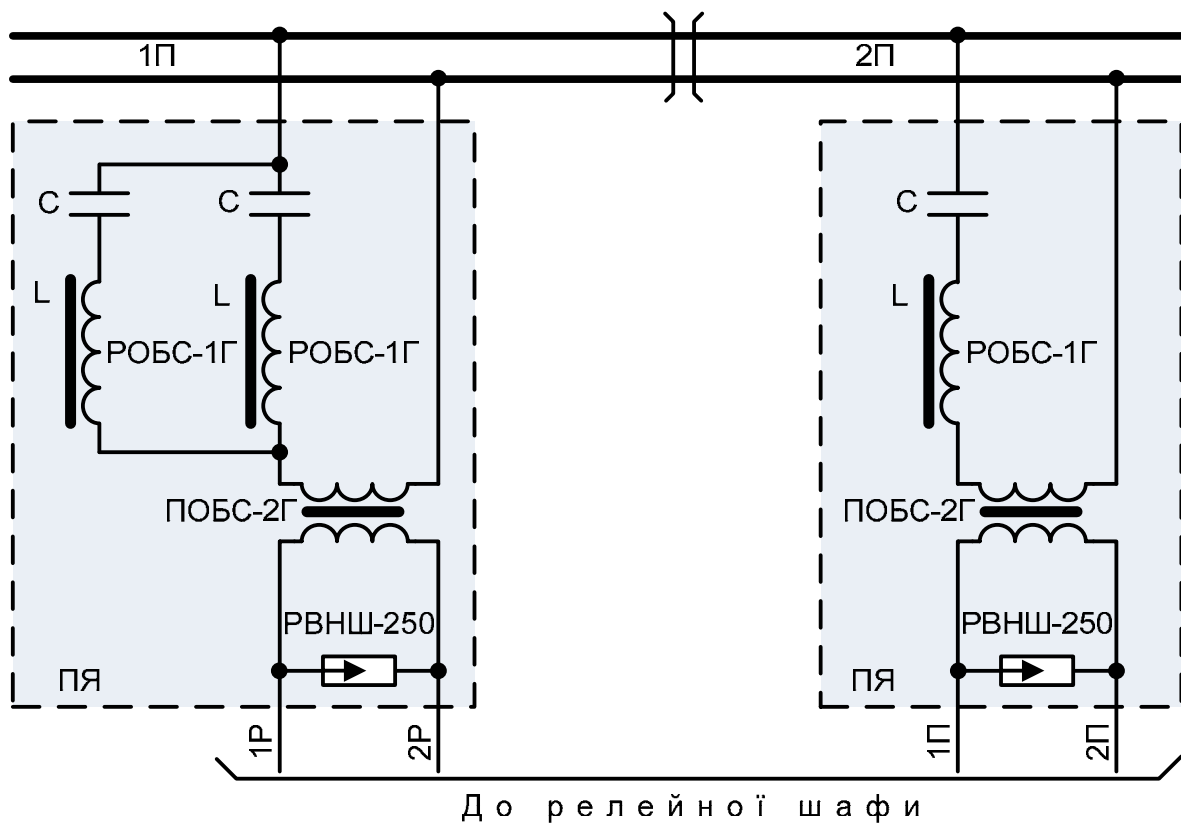


Рис. 3.15. Схема узгодження та захисту приладів тональних рейкових кіл накладання на кодові РК при автономній тязі

Схеми рейкових кіл накладання на кодові рейкові кола змінного струму з частотою 50 Гц при автономній тязі і під'єднання виходів блока БВС-4 влаштовуються аналогічно схемам на ділянках без автоблокування (див. рис. 3.8).

Схеми тональних рейкових кіл накладання на кодові рейкові кола змінного струму 25 Гц при електротязі змінного струму. При електротязі змінного струму в кодових рейкових колах біля ізоляційних стиків для пропускання зворотного тягового струму встановлені дросель-трансформатори ДТ-1-150 із коефіцієнтом $n = 3$.

Схеми кодових і тональних рейкових кіл передбачають увімкнення елементів захисту, які запобігають їх взаємному впливу. Елементи захисту аналогічні тим, які розглянуто раніше для автоблокування з автономною тягою. Захист релейних кінців кодових рейкових кіл із частотою 25 Гц при електротязі змінного струму від несучих частот тональних рейкових кіл здійснюється за допомогою фільтра ФП-25, який вмикається перед колійним реле кодового рейкового кола. Під'єднання живильних та релейних кінців тональних рейкових кіл здійснюється до основних обмоток дросель-трансформаторів ДТ при суміщеному під'єднанні кінців кодового та тонального рейкових кіл або безпосередньо до рейок при самотійному під'єднанні тональних рейкових кіл. Захист приладів тональних рейкових кіл від асиметрії тягового струму здійснюється за допомогою автоматичних вимикачів типу АВМ-2-10А.

На рис. 3.16 наведено схему увімкнення апаратури кодового рейкового кола 25 Гц із накладанням тональних рейкових кіл у межах переїзду при електричній тязі змінного струму (накладання зазначене пунктирними лініями). У схемах релейного та живильного кінців зазначені захисні фільтри ФПМ, які налаштовані на несучу частоту прилеглого тонального рейкового кола.

Схема узгодження та захисту приладів тональних рейкових кіл накладання на кодові РК змінного струму 25 Гц при електричній тязі змінного струму влаштовуються аналогічно до такої схеми при автономній тязі (див. рис. 3.15). Значення ємності конденсатора фільтру та комбінація видів LC-фільтрів визначається за таблицями 3.1 та 3.2. Схеми рейкових кіл накладання та під'єднання блока БВС-4 аналогічні до схем на ділянках без автоблокування (див. рис. 3.8).

Схеми тональних рейкових кіл накладання на кодові рейкові кола змінного струму 50 Гц при електротязі постійного струму. При електротязі постійного струму в кодових рейкових колах біля ізоляційних стиків для пропускання зворотного тягового струму встановлені дросель-трансформатори типу ДТ-0,6-500 чи ДТ-0,6-1000 із коефіцієнтом трансформації $n = 15$.

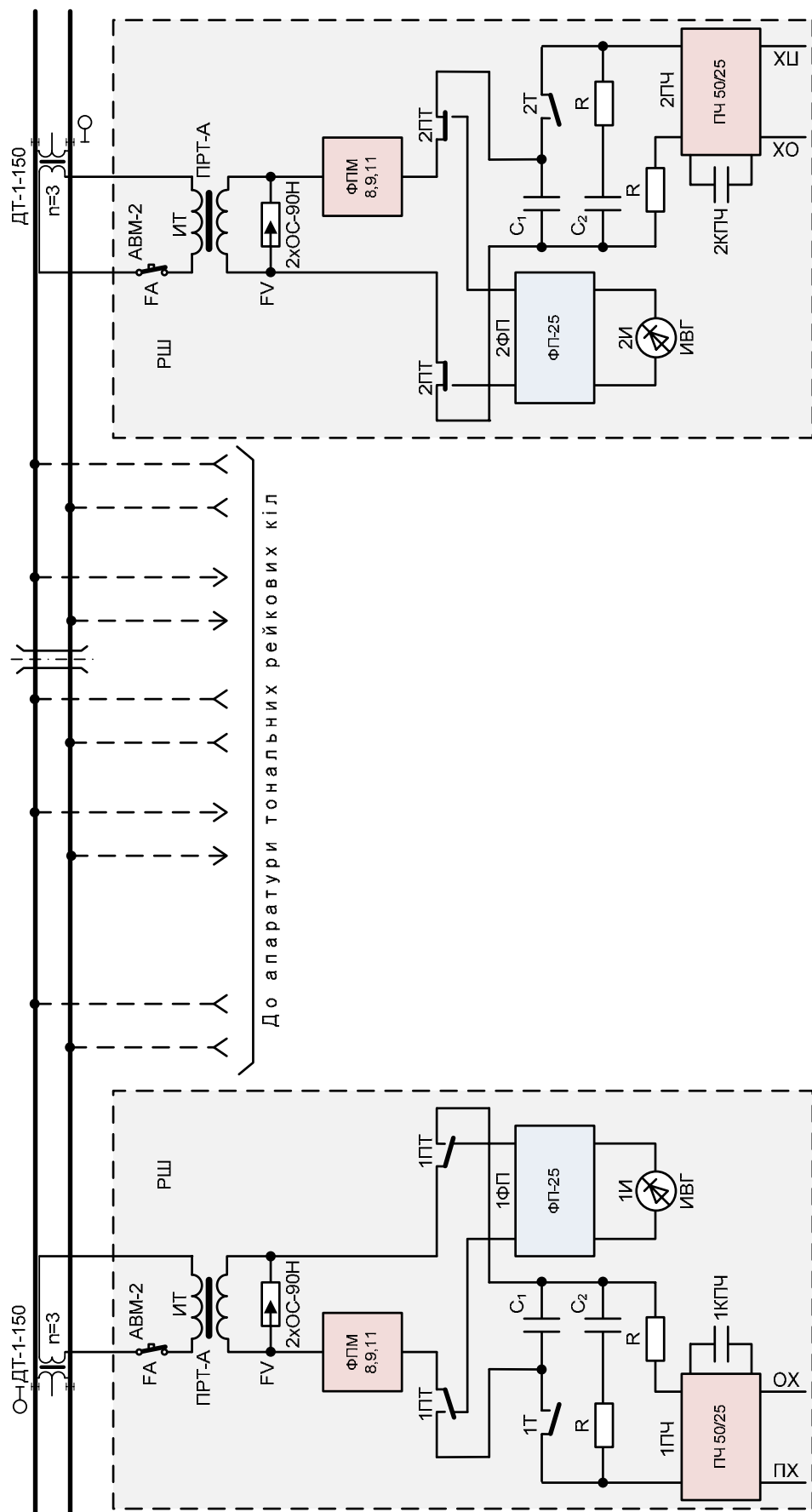


Рис. 3.16. Схема увімкнення апаратури кодового рейкового кола 25 Гц із накладанням тональних рейкових кіл у межах переїзду при електричній тязі змінного струму

Схеми кодових і тональних рейкових кіл передбачають увімкнення елементів захисту, які запобігають їх взаємному впливу. Елементи захисту аналогічні тим, які розглянуті раніше для автоблокування з автономною тягою. Захист релейних кінців кодових рейкових кіл із частотою 50 Гц при електротязі постійного струму від несучих частот тональних рейкових кіл здійснюється за допомогою фільтра ЗБФ-1, який вмикається перед колійним реле кодового рейкового кола.

Для зменшення впливу третього дросель-трансформатора на роботу тональних рейкових кіл у його додаткову обмотку також увімкнений фільтр ФПУ, який налаштовується на частоту того тонального рейкового кола ТРК, на якому він встановлений. Фільтр ФПУ та ємності С1, С2 повинні знаходитись в релейній шафі, яка безпосередньо наближена до цього дросель-трансформатора, або в колійному ящику ПЯ. При увімкненні ФПУ на живильних кінцях кодових рейкових кіл та при його увімкненні в додаткову обмотку дросель-трансформатора на фільтрі необхідно встановити перемичку 11–71.

Під'єднання живильних та релейних кінців тональних рейкових кіл, як і у випадку електротязи змінного струму, здійснюється до основних обмоток дросель-трансформаторів ДТ при суміщеному під'єднанні кінців кодового та тонального рейкових кіл або безпосередньо до рейок при їх самостійному під'єднанні.

На рис. 3.17 наведено схему увімкнення апаратури кодового рейкового кола 50 Гц із накладанням тональних рейкових кіл у межах переїзду при електричній тязі постійного струму (накладання зазначене пунктирними лініями). У схемах релейного та живильного кінців, а також у схемі додаткового третього дросель-трансформатора зазначено захисні фільтри ФПМ, які налаштовані на несучу частоту прилеглого тонального рейкового кола.

Схема узгодження та захисту приладів тональних рейкових кіл накладання на кодові РК змінного струму 50 Гц при електричній тязі постійного струму влаштовуються аналогічно схемі захисту приладів тональних рейкових кіл накладання на кодові РК при автономній тязі (див. рис. 3.15). Значення ємності конденсатора фільтру та комбінація видів LC-фільтрів визначається за табл. 3.1 та 3.2. Схеми рейкових кіл накладання та під'єднання блока БВС-4 влаштовуються аналогічно схемам на ділянках без автоблокування (див. рис. 3.8).

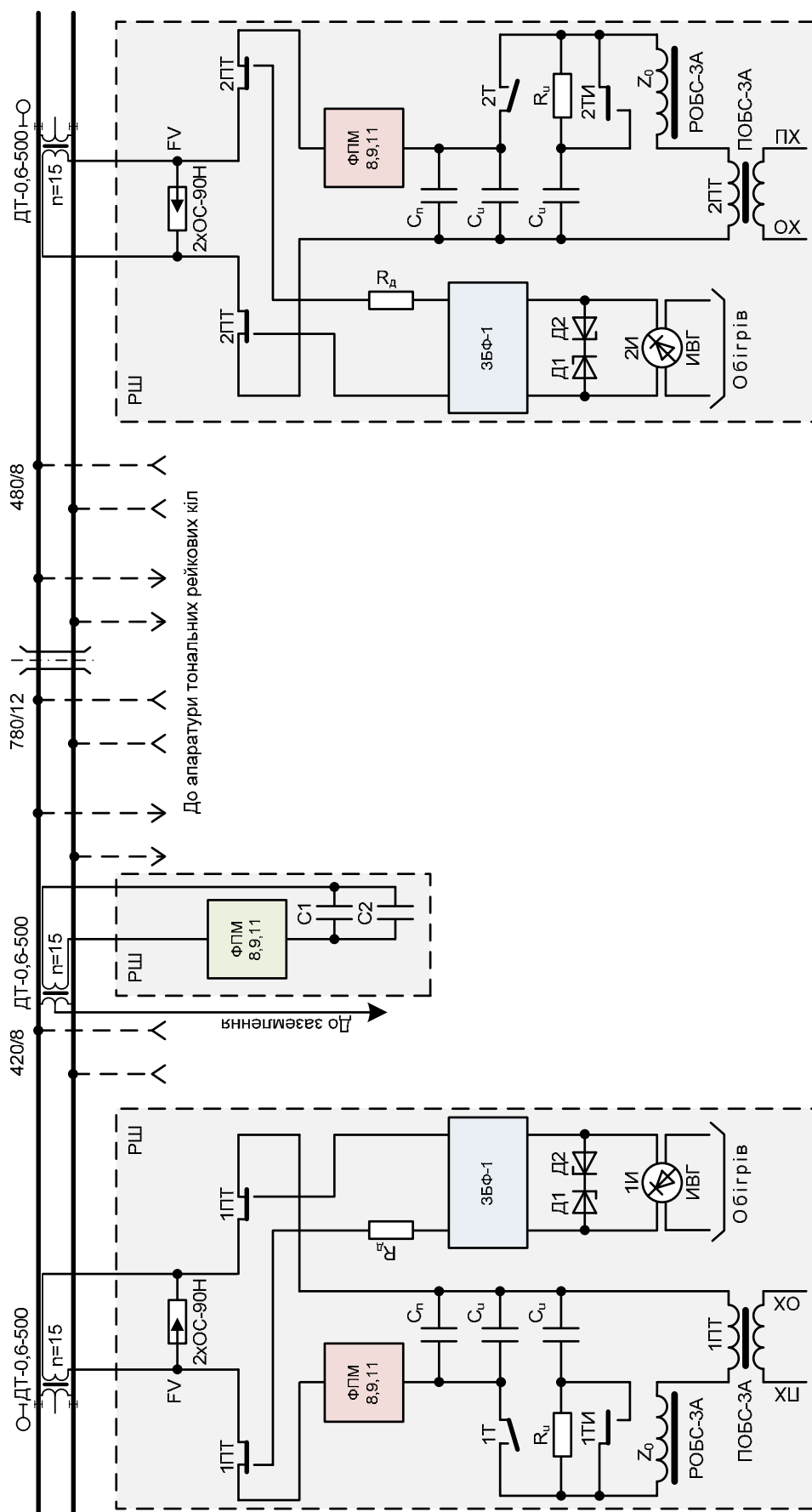


Рис. 3.17. Схема увімкнення апаратури кодового рейкового кола 50 Гц із накладанням тональних рейкових кіл у межах переїзду при електричній тязі постійного струму

Робота схеми управління переїзною сигналізацією на одноколіїних дільницях. Для реалізації зміни напрямку руху та зміни кіл контролю ділянок наближення до переїзду вздовж колії прокладено кабельну лінію, в лінійні жили Н–ОН якої вмикається реле зміни напрямку Н. Управління цим реле здійснюється із сусідньої станції. Схему реле ділянок наближення та реле В наведено на рис. 3.18. Принципова схема побудована для встановленого напрямку руху, коли реле напрямку Н знаходиться під струмом прямої полярності (БН, БН1 – під струмом). Схема блокувальних реле виконується аналогічно схемам, які використовуються на ділянках без автоблокування (див. рис. 3.10). Принцип роботи схем описаний у п. 3.4 при описі роботи схем на одноколіїних дільницях без автоблокування.

Переїзди, які знаходяться на двоколіїних дільницях кодового автоблокування. В системі двоколіїного кодового автоблокування за будь-якого виду тяги живлення перегінного рейкового кола здійснюється назустріч руху поїзда. За наявності переїзду блок-ділянка раніше ділилася на два рейкові кола ізоляційним стиком, який встановлений за переїздом у правильному напрямі руху. Трансляція кодів на стиках переїзду не забезпечувала нормальної роботи переїзної сигналізації, оскільки не було колійного реле, яке фіксувало звільнення ділянки перед переїздом. Тому в схемах кодових рейкових кіл (без накладання тональних рейкових кіл) для вимикання переїзної сигналізації після прослідування переїзду поїздом рейкове коло, яке розміщене перед переїздом, виконувалось із автоматичним перемиканням колійних приладів на релейному та живильному кінцях.

При проектуванні переїзної сигналізації із використанням тональних рейкових кіл накладання на існуючі кодові рейкові кола відпадає потреба у поділі блок-ділянки на 2 рейкових кола і у схемі перемикання колійних приладів на релейному та живильному кінцях. Застосування тональних рейкових кіл із обох сторін перегінних переїздів на кожній колії двоколіїного перегону дає змогу подавати сповіщення на переїзд за необхідну віддаль при русі поїзда в обох напрямках. Встановлення реле напрямку (1Н, 2Н) в релейних шафах переїзду для кожної колії дає змогу при русі поїзда в установленому напрямі зняти сповіщення відразу після прослідування поїздом переїзду, а при русі в невстановленому напрямі – після прослідування поїздом переїзду та звільнення ним усіх тональних рейкових кіл сповіщення з обох сторін переїзду.

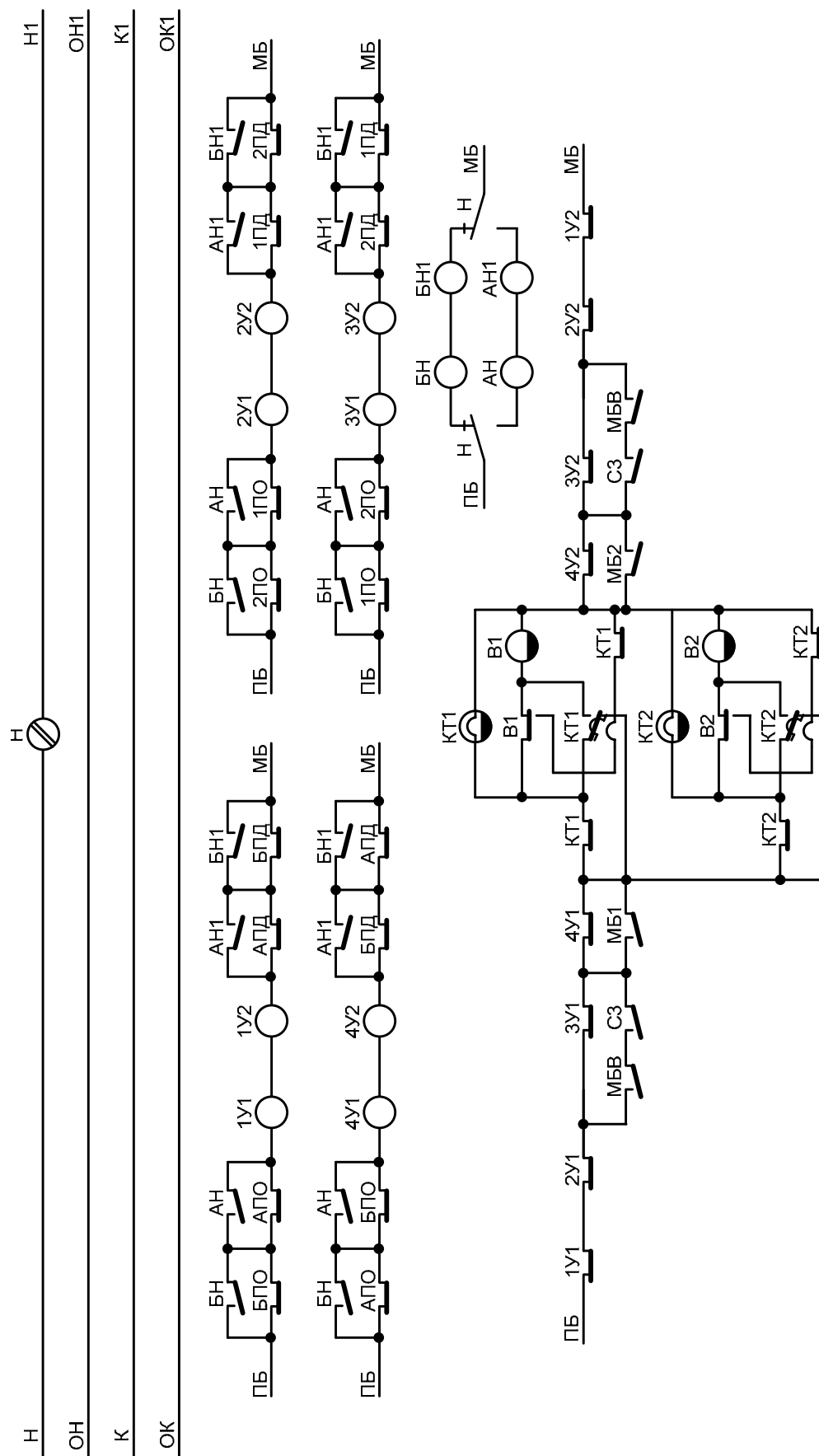


Рис. 3.18. Схема реле напрямку, ділянок наближення та реле В апаратури кодового рейкових кіл 50 та 25 Гц із накладанням тональних рейкових кіл у межах переїзду при будь-якому виді тяги

Схеми тональних рейкових кіл накладання аналогічні тим, які розглянуті раніше для одноколійного автоблокування.

Вибір значень частоти модуляції тональних рейкових кіл накладання повинен здійснюватись таким чином, щоб кожному значенню несучої частоти на сусідніх коліях перегону привласнювались відмінні одне від одного значення частот модуляції. Так, наприклад, ця умова виконується, якщо на одній із колій застосовуються частоти 420/12, 480/8, 580/12, 720/8, 780/12, а на іншій колії – 420/8, 480/12, 580/8, 720/12, 780/8.

Схеми увімкнення апаратури кодових рейкових кіл та апаратури тональних рейкових кіл накладання у межах переїзду для кожної колії двоколійних ділянок залежно від виду тяги виконуються аналогічно схемам для одноколійних ділянок (див. рис. 3.14, 3.16, 3.17).

Для під'єднання пристроїв АПС на двоколійній дільниці на переїзді встановлюються 3 релейні шафи.

У релейній шафі С встановлюються такі прилади увімкнення вогнів переїзних світлофорів та автоматичних шлагбаумів:

- ПВ1, ПВ2 – повторювачі реле 1В1, 1В2, 2В1, 2В2, що здійснюють увімкнення червоних миготливих вогнів на переїзних світлофорах та акустичної сигналізації;
- ВБ1, ВБ2 – реле вимкнення прозоро-білих миготливих вогнів на переїзних світлофорах, якщо світлофори ними обладнані;
- ППВ – реле передачі контролю роботи переїзду системою диспетчерського контролю на прилеглу станцію;
- ДИМ-1П – мікроелектронний датчик імпульсів, який забезпечує миготливий режим 0,75–0,75 с горіння ламп переїзних світлофорів;
- М, ДИМП – реле РТ та РИ (в кожусі ТЯ-12), що забезпечують миготливий режим горіння ламп червоного і білого вогнів переїзних світлофорів;
- М1 – повторювач фронтового контакту реле ДИМП, що забезпечує миготливий режим горіння червоних ламп 1Л переїзних світлофорів
- М2 – повторювач тилового контакту реле М1, забезпечує миготливий режим горіння червоних ламп 2Л переїзних світлофорів;

КМ	– реле контролю справного стану комплексу датчика імпульсів, перевіряє імпульсну роботу реле М;
КМК	– реле контролю справного стану комплексу мигання червоних вогнів переїзних світлофорів, перевіряє імпульсну роботу реле М2; за несправностей комплектів мигання реле КМК без струму, на переїзних світлофорах лампи 1Л, 2Л горять постійним світлом;
КМП	– реле повторювач реле КМ, передає на станцію інформацію про пошкодження незалежно від стану ділянок наближення;
АО1, АО2, БО1, БО2, АБО, ББО	– вогневі реле, які контролюють цілісність ниток червоних і білих ламп переїзних світлофорів А и Б; якщо використовуються світлодіодні головки реле АО1, АО2, БО1, БО2 контролюють їх горіння;
А, А1	– контроль наявності основного і резервного живлення;
ДСН, ДСН1	– реле подвійного зниження напруги
ПО, О	– повторювачі вогневих реле червоних ламп чи світлодіодних головок переїзних світлофорів А та Б; формують контрольний код в системі диспетчерського контролю (див. далі).

У релейних шафах П1 та П2 знаходяться прилади тональних рейкових кіл та схеми відліку відповідно для 1-ї та 2-ї (непарної та парної) колій перегону. Реле, які розміщуються в цих релейних шафах мають однакове призначення тільки мають різну номенклатуру (позначення) для своєї колії (в дужках зазначена номенклатура реле, розміщених в релейній шафі П2 для парної колії):

1Н (2Н)	– реле напрямку, фіксує встановлений напрям руху колією;
1ПН1, 1ПН2 (2ПН1, 2ПН2)	– основне та дублююче реле правильного напрямку руху (повторювачі прямої полярності реле 1Н (2Н));
1НН1, 1НН2 (2НН1, 2НН2)	– основне та дублююче реле неправильного напрямку руху (повторювачі зворотної полярності реле 1(2)Н);
1-1У1, 1-1У2 (2-1У1, 2-1У2)	– основне та дублююче реле контролю вільного стану першої за ходом руху поїзда ділянки на-

- ближення незалежно від встановленого напрямку руху, яка містить одне чи кілька тональних рейкових кіл;
- 1-2У1, 1-2У2 – основне та дублююче реле контролю вільного
(2-2У1, 2-2У2) стану 2-ї за ходом руху поїзда ділянки наближення незалежно від встановленого напрямку руху, яка містить одне тональне рейкове коло довжиною 150...250 м;
- 1-3У1, 1-3У2 – основне та дублююче реле контролю вільного
(2-3У1, 2-3У2) стану 3-ї за ходом руху поїзда ділянки наближення незалежно від встановленого напрямку руху, яка містить одне тональне рейкове коло довжиною 150...250 м;
- 1-4У1, 1-4У2 – основне та дублююче реле контролю вільного
(2-4У1, 2-4У2) стану четвертої за ходом руху поїзда ділянки наближення незалежно від встановленого напрямку руху, яка містить одне чи кілька тональних рейкових кіл;
- 1В1, 1В2 – реле В, які є повторювачами реле контролю
(2В1, 2В2) вільного стану ділянок наближення (1, 2, 3 і 4), повторювачами блокувальних реле 1МБ1, 1МБ2 (2МБ1, 2МБ2), які шунтують четверту ділянку та реле 1МБВ (2МБВ), яке шунтує третю ділянку; крім того реле 1В1, 1В2 (2В1, 2В2) виконують захисні функції від неправильної роботи пристроїв переїзної сигналізації при втраті шунта в рейкових колах ділянок наближення до переїзду, оскільки їх збудження можливе тільки після замикання фронтів контактів термоелементів реле КТ1, КТ2, які володіють витримкою часу на замикання контактів 8...18 с;
- 1КТ1, 1КТ2 – реле, які запобігають можливості відкриття переїзду у випадках кількох короточасних втрат шунта в рейкових колах ділянок наближення та володіють схемою увімкнення через свої тилові контакти термоелемента і замикаються тільки після повного його охолодження;

- | | |
|---|--|
| 1C1 (2C1) | – реле, яке фіксує зайняття першої ділянки наближення при вільних станах решти ділянок; блок витримки часу 1BV (2BV) та реле 1C1з (2C1з) задають поїзду час слідування першою ділянкою наближення, виходячи з максимальної швидкості руху поїзда на ній; |
| 1C2 (2C2) | – реле, яке фіксує зайняття другої ділянки наближення не раніше часу, який заданий блоком 1BV та реле 1C1з (2C1з) (15 с); |
| 1C3 (2C3) | – реле, яке фіксує зайняття третьої ділянки віддалення у інтервал часу 3 с (час спрацювання комплекту 1CM, 1CM1 та 1CM2 (2CM, 2CM1 та 2CM2)); |
| 1PC2 (2PC2) | – реле, яке фіксує звільнення ділянки 1-2У (2-2У); |
| 1CM, 1CM1, 1CM2 (2CM, 2CM1, 2CM2) | – комплект реле, який розпочинає свою роботу з моменту вступу поїзда на першу ділянку наближення та фіксує звільнення ділянки 1-2У (2-2У); |
| 1BV, 1ПВВ;
1МВВ (2ВВ, 2ПВВ; 2МВВ) | – комплект реле, який розпочинає свою роботу з моменту вступу поїзда на другу ділянку наближення та фіксує звільнення ділянки 1-3У (2-3У); |
| 1Б, 1ПБ1;
1ПБ2, 1МБ1;
1МБ2 (2Б, 2ПБ1; 2ПБ2, 2МБ1; 2МБ2) | – комплект реле, який забезпечує відлік часу, який потрібен поїздові для звільнення ділянки 1-4У (2-4У) при швидкості 50 км/год; |
| 1СК (2СК) | – здійснює груповий контроль слідування поїзда; |
| 1Б1 (2Б1) | – реле контролює відпадання якоря реле 1Б (2Б). |

Крім зазначених, у цих релейних шафах встановлюються основні та додаткові колійні реле ділянок рейкового кола тональної частоти (відповідно, непарного і парного напрямів) та блоки випрямлячів узгодження БВС4Л (що забезпечує узгодження чотирьох додаткових реле типу АНШ2–310 із чотирма вихідними підсилювачами колійних приймачів типу ПП1).

На рис. 3.19, 3.20 наведено приклад реалізації схеми реле ділянок наближення до переїзду, відповідно, непарної та парної колій.

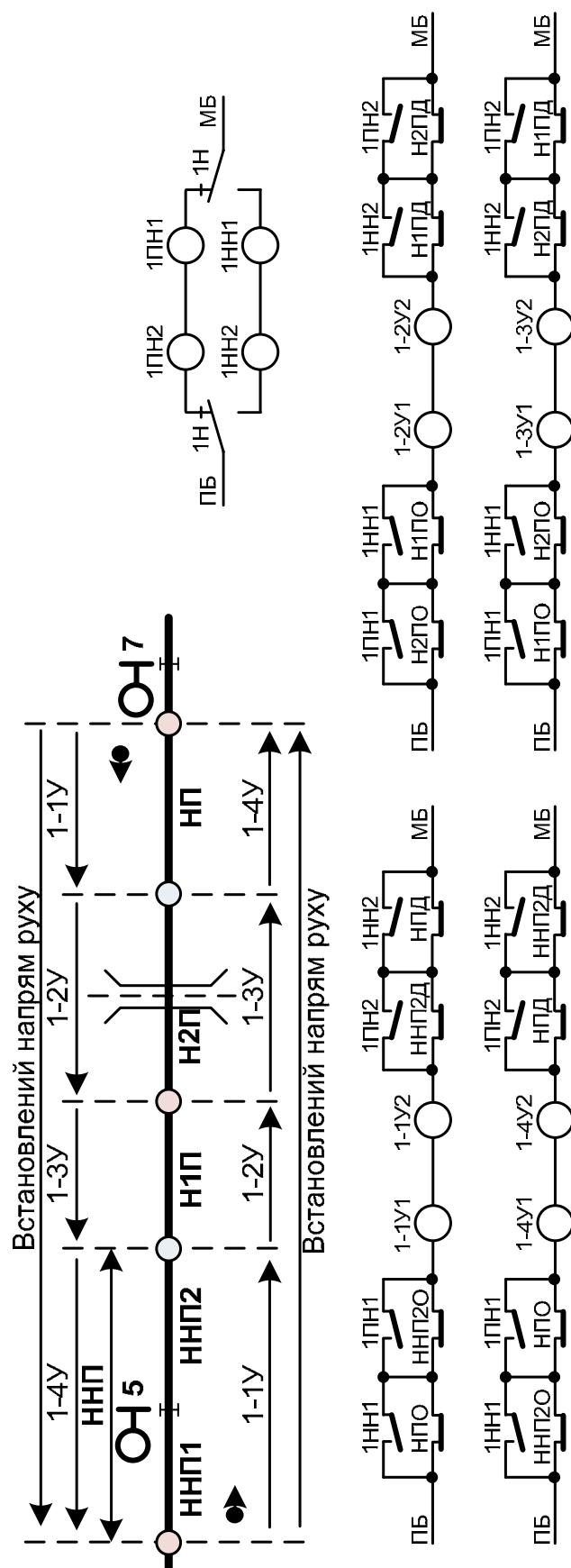


Рис. 3.19. Приклад реалізації схеми реле ділянок наближення до переїзду відповідно непарної колії

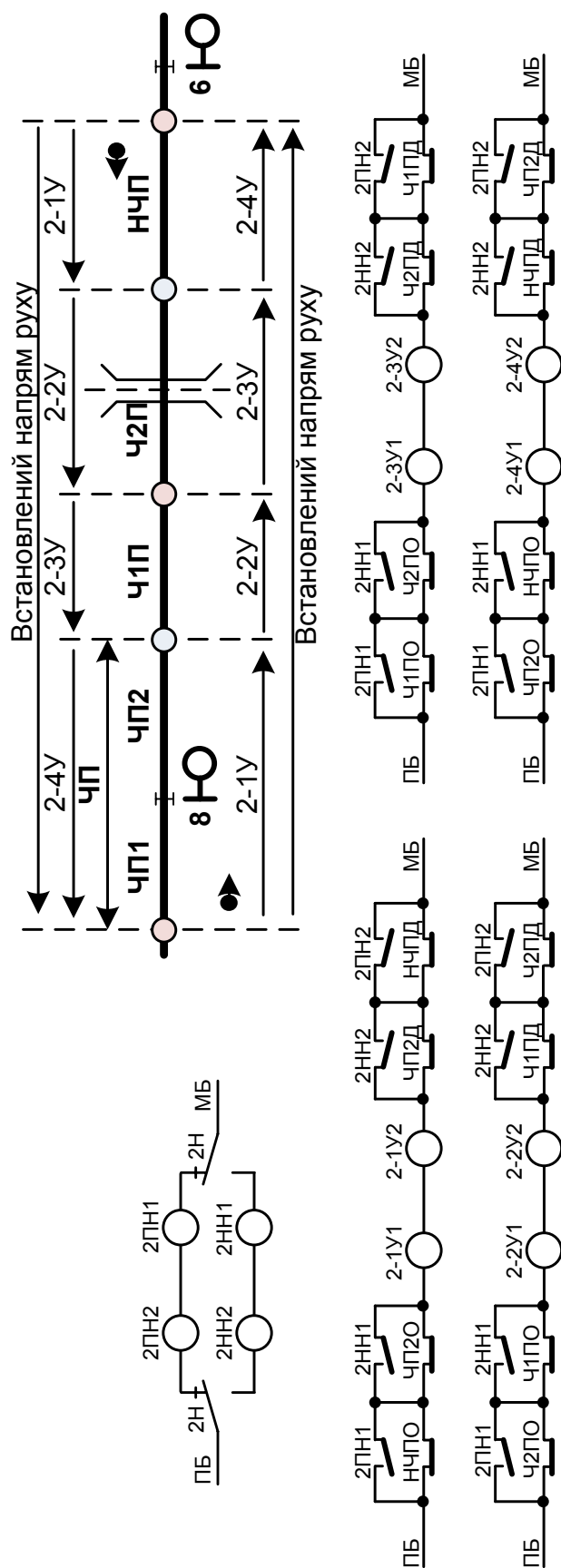


Рис. 3.20. Приклад реалізації схеми реле ділянок наближення до переїзду відповідно парної колії

Схема увімкнення реле 1Н та 2Н залежить від існуючої схеми зміни напрямку на станціях, які прилеглі до перегону з переїздом.

Для роботи переїзної сигналізації при русі поїзда як у правильному, так і в неправильному напрямках, передбачається монтаж схеми зміни напрямку, для реалізації якої в коло 1(2)Н, 1(2)ОН вмикається реле напрямку 1Н(2Н) типу КШ1-80, через поляризовані контакти якого увімкнені повторювачі 1ПН1, 1ПН2, 1НН1, 1НН2 (2ПН1, 2ПН2, 2НН1, 2НН2), – основні та дублюючі реле для непарної (парної) колії, які здійснюють комутацію лінійних кіл, кіл під'єднання та надсилення кодових сигналів АЛС, кіл увімкнення ламп світлофорів. Схема зміни напрямку монтується для кожної з колій двоколійного перегону або спільної схеми для обох колій залежно від наявності вільних жил в кабелі.

Встановлення реле напрямку (1Н, 2Н) в релейних шафах переїзду для кожної колії дає змогу при русі поїзда у встановленому напрямку зняти сповіщення відразу після прослідування поїздом переїзду (максимальна затримка на вимкнення червоних вогнів переїзних світлофорів не більше 150 м), а при русі у невстановленому напрямі – після прослідування поїздом переїзду та звільненні всіх тональних рейкових кіл сповіщення з обох сторін переїзду.

За наявності в кабелі для схеми зміни напрямку тільки двох провідників на посту ЕЦ сусідніх станцій передбачається тільки один комплект зміни напрямку для обох колій. Налаштування схеми в релейній шафі і на посту ЕЦ для режиму капітального ремонту на відповідну колію здійснюється електромеханіком. Наявність тільки двох провідників для зміни напрямку не дає змоги при хибній зайнятості колії змінювати напрям руху.

На рис. 3.21 наведено двохпровідну схему зміни напрямку з індивідуальним використанням провідників для парного і непарного напрямів руху. Дана схема дає змогу встановлювати маршрути руху неправильною колією в режимі капітального ремонту шляхом встановлення електромеханіком налагоджувальних перемичок на посту ЕЦ.

На рис. 3.22 наведено двохпровідну схему зміни напрямку зі спільним використанням провідників для парного і непарного напрямів руху. Дана схема дає змогу встановлювати маршрути руху неправильною колією в режимі капітального ремонту шляхом встановлення електромеханіком налагоджувальних перемичок на посту ЕЦ і в релейній шафі на перегоні.

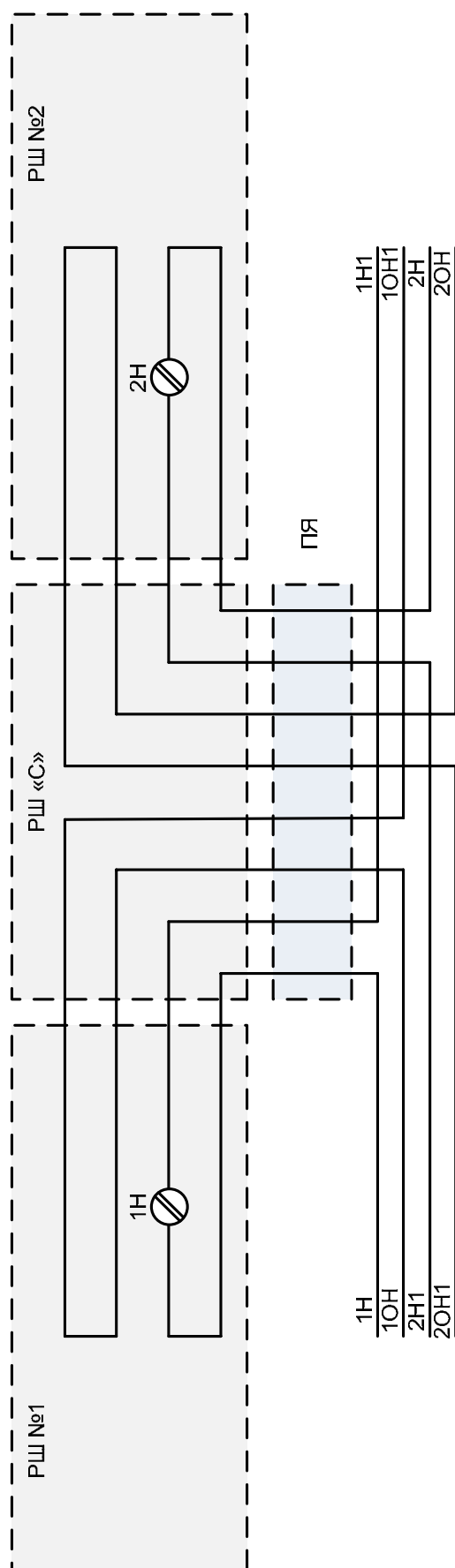


Рис. 3.21. Двопровідна схема зміни напруги з індивідуальним використанням провідників
для парного і непарного напрямів руху

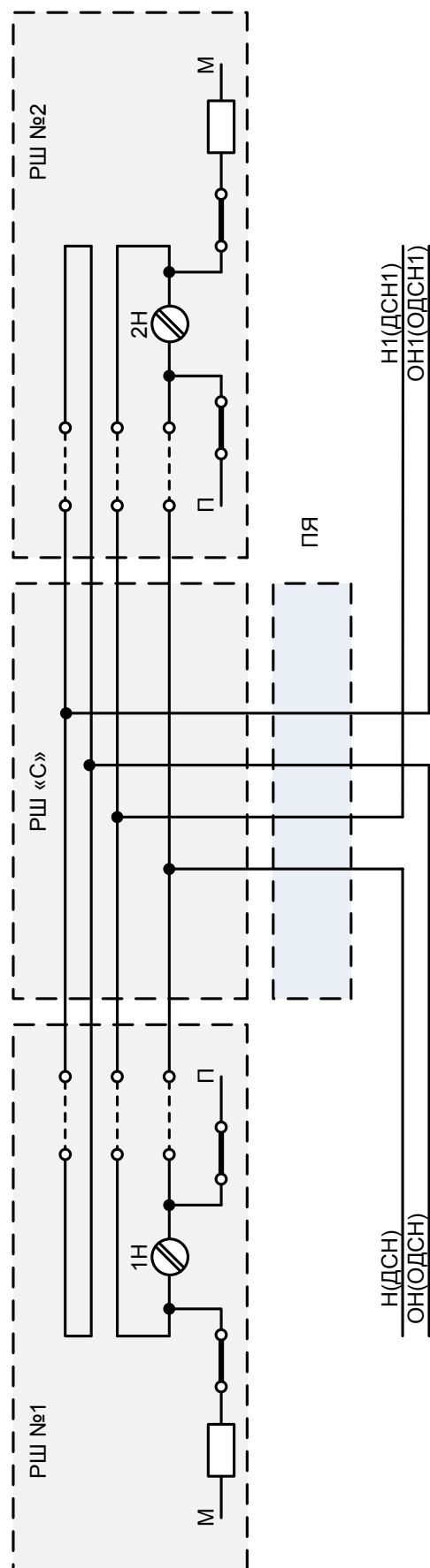


Рис. 3.22. Двопровідна схема зміни напругу з спільним використанням провідників
для парного і непарного напрямів руху

За наявності в кабелі для схеми зміни напрямку трьох провідників (рис. 3.23) на станції передбачається один комплект реле зміни напрямку для обох колій. Налаштування схеми зміни напрямку в релейній шафі та на посту ЕЦ для режиму капітального ремонту на відповідній колії також здійснюється електромеханіком.

Схема дає змогу змінити напрям руху при хибній зайнятості колії, шляхом використання одного провідника міжстанційного зв'язку в допоміжному режимі.

При модернізації існуючих пристроїв кодового автоблокування та наявності в кабелі тільки 6 жил для організації 2-х трипровідних схем зміни напрямку із використанням на момент зміни напрямку в допоміжному режимі (за хибної зайнятості перегону) двох провідників міжстанційного зв'язку застосовують трипровідну схему зміни напрямку для кожної колії (рис. 3.24).

При модернізації існуючих пристроїв кодового автоблокування та наявності в кабелі тільки чотирьох жил можна організувати зміну напрямку руху тільки однією з колій і тільки в режимі капітального ремонту (рис. 3.25) двома способами.

Перший спосіб. Для кожної з колій двоколійного перегону монтується своя двохпровідна схема зміни напрямку. Відповідно до цього варіанту, для кожної колії на посту ЕЦ та в релейних шафах перегінних сигнальних і переїзних установок наявний свій комплект реле зміни напрямку, що потребує від електромеханіка при організації режиму капітального ремонту участі в налаштуванні тільки постових схем для колії, якою організовується двосторонній рух. Режим відправлення поїздів у порядку регулювання організувати неможливо, оскільки двохпровідна схема зміни напрямку не дає змоги без додаткових провідників здійснювати допоміжну зміну напрямку при хибній зайнятості перегону (згідно цього режиму відправлення поїздів у порядку регулювання в неправильному напрямі допустимий тільки за можливості зміни напрямку та за хибної зайнятості).

Другий спосіб. Для обох колій є один комплект зміни напрямку на станції. Налаштування на посту ЕЦ та в релейній шафі на двосторонній рух у режимі капітального ремонту для відповідної колії здійснюється електромеханіком шляхом встановлення налагоджувальних перемичок.

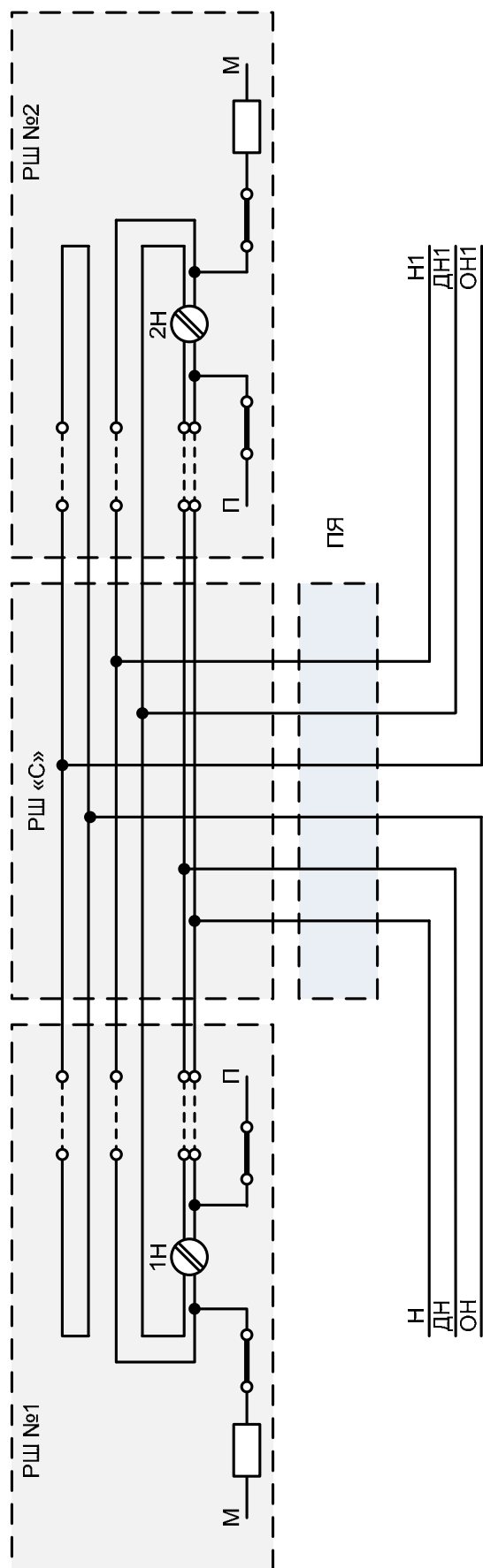


Рис. 3.23. Трипровідна схема зміни напруги з спільним використанням провідників
для парного і непарного напругів руху

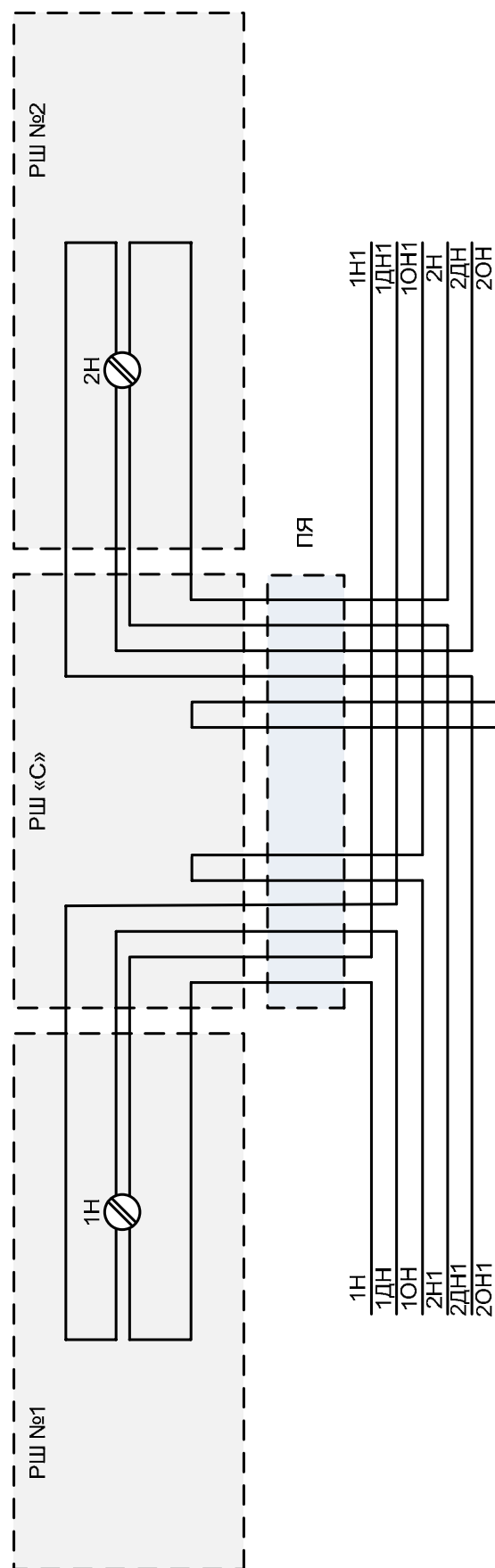


Рис. 3.24. Трипровідна схема зміни напруги з індивідуальним використанням провідників для парного і непарного напрямів руху

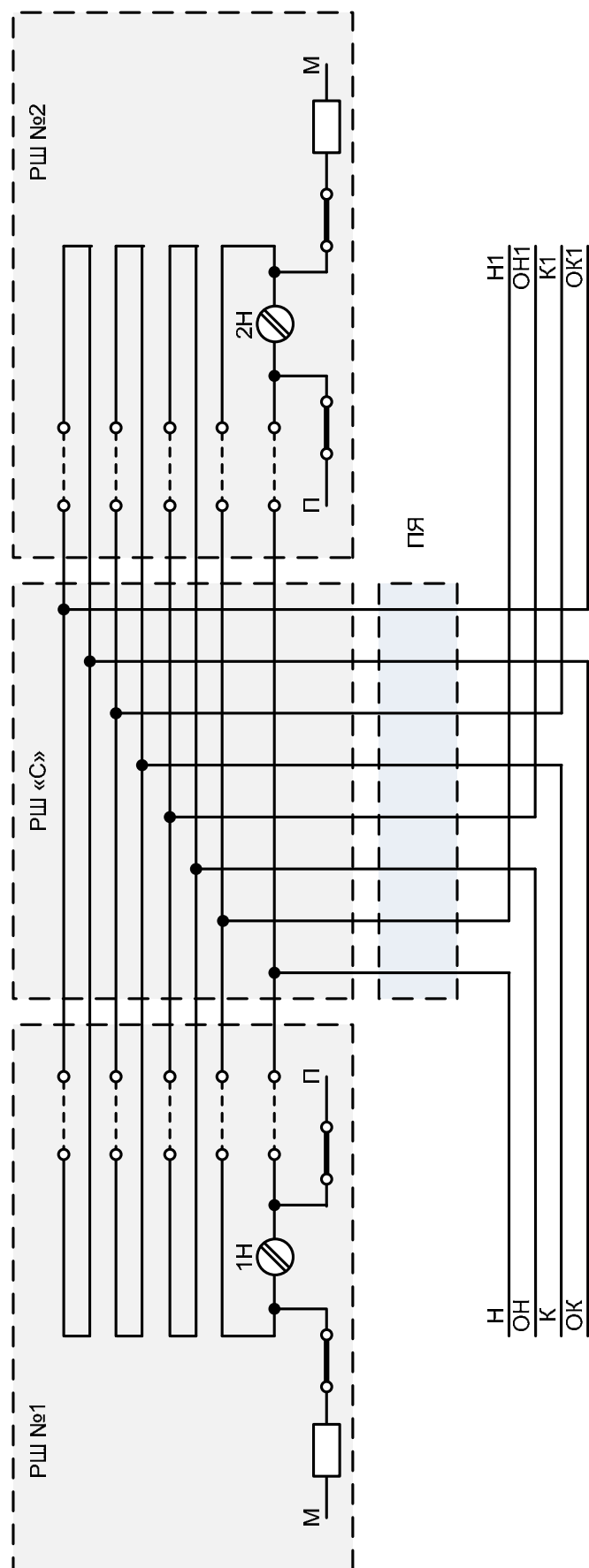


Рис. 3.25. Чотирипровідна схема зміни напруги з спільним використанням провідників для парного і непарного напрямів руху

Для забезпечення автоматичного встановлення реле напрямку в релейній шафі в положення, яке відповідає правильному напрямку руху, при плановій заміні приладів чи після відміни режиму капітального ремонту при встановленні в релейній шафі налагоджувальних перемичок у відповідне положення, передбачається подавання на реле напрямку живлення прямої полярності (таке автоматичне встановлення реле напрямку в релейній шафі у відповідне положення передбачається для всіх випадків).

Чотирипровідна схема зміни напрямку з індивідуальним використанням провідників для парного і непарного напрямів руху не потребує додаткових налаштувань та має найбільші можливості (дає змогу встановлювати маршрути на неправильну колію в режимі регулювання руху поїздів) (рис. 3.26). Робота схем реле ділянок наближення, реле В та блокувальних реле аналогічна роботі таких схем для одноколійних дільниць, яка розглянута раніше.

Якщо переїзд зв'язаний колами сповіщення зі станцією та знаходиться на перегоні на віддалі, яка більше 150 м, можуть організовуватись по два тональних рейкових кола кожною з колій із обох сторін переїзду. У цьому випадку робота схем реле відліку та реле ділянок може бути організована тільки від тональних рейкових кіл, контакти реле надання сповіщення зі станції повинні бути введені в схему реле 1В1, 1В2, 2В1, 2В2, а для надання сповіщення при відправленні зі станції будь-якою з колій можуть бути використані тільки два окремі провідники.

У випадку, коли переїзд знаходиться на віддалі, яка менша 150 м від вхідних світлофорів Ч, Чд чи Н, Нд, не вдається виділити чотири тональні рейкові кола на кожній з колій, контакти реле сповіщення на переїзд зі станції для правильної роботи схем відліку повинні бути введені коло реле контролю ділянок (1-1У1, 1-1У2, 1-4У1, 1-4У2 та 2-1У1, 2-1У2, 2-4У1, 2-4У2). Однак, у цьому випадку сповіщення на переїзд зі станції необхідно подавати для кожної з колій окремою парою провідників, для того, щоб не порушувати роботу схем відліку, коли відправлення здійснюється обома коліями одночасно.

Переїзди, що знаходяться на перегоні, який обладнаний кодовим електронним автоблокуванням (КЕБ-1). Система КЕБ-1 використовується при модернізації існуючого кодового автоблокування із розміщенням обладнання в існуючих чи нових релейних шафах, розроблена для одноколійних та двоколійних дільниць для всіх видів тяги.

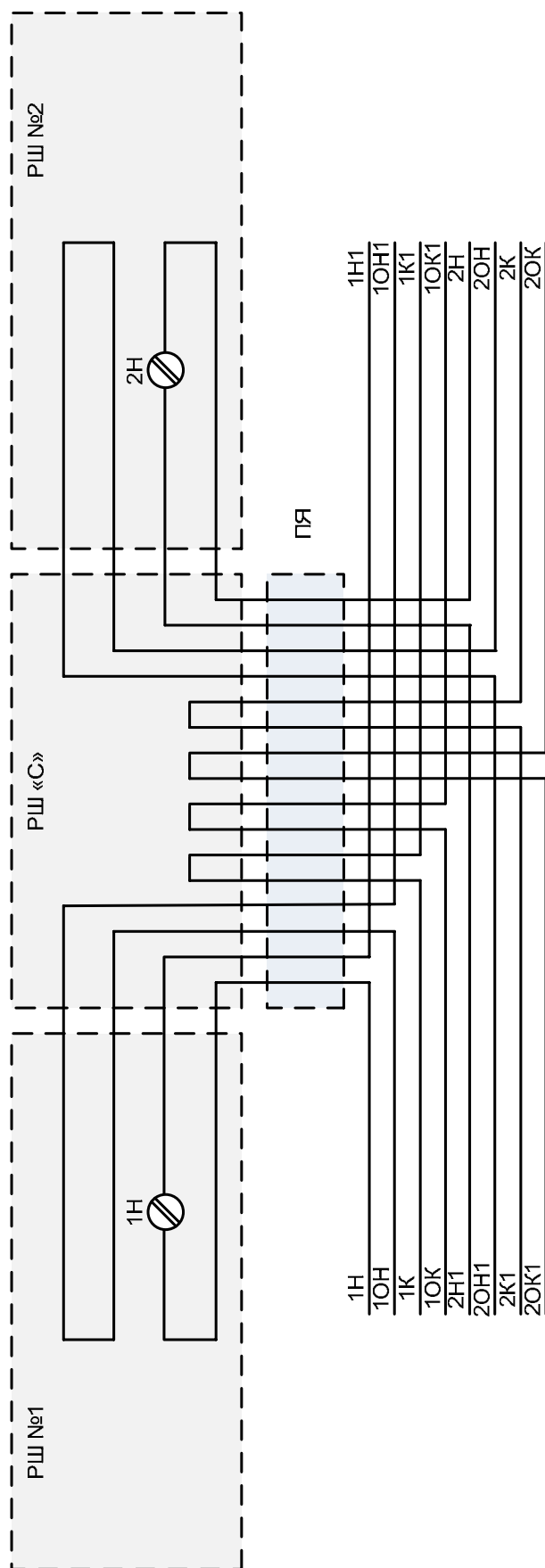


Рис. 3.26. Чотирипровідна схема зміни напругу з індивідуальним використанням провідників
для парного і непарного напрямів руху

Пристрої переїзної сигналізації, які знаходяться на перегонах з кодовим електронним блокуванням, повинні проектуватися з тональними рейковими колами накладання. Умови і принципи роботи таких переїздів аналогічні умовам і принципам роботи переїздів, які знаходяться на дільницях з кодовим автоблокуванням змінного струму.

Рейкові кола кодового електронного автоблокування повинні бути захищені від впливу тональних рейкових кіл накладання за допомогою захисних фільтрів типу ФПУ, які налаштовані на частоту тонального рейкового кола.

Схеми переїзної сигналізації проектуються із використанням схем реле ділянок наближення, реле В та блокувальних реле, які аналогічні схемам, що використовуються на дільницях з кодовим автоблокуванням і розглянуті раніше.

У випадку, коли кодове рейкове коло, на якому знаходиться переїзд, має розділювальний ізоляційний стик і демонтувати його неможливо, прилади рейкових кіл, що знаходяться в релейній шафі переїзду, можна не перемикати на апаратуру КЕБ-1, однак необхідно захистити її від впливу тональних рейкових кіл накладання.

Переїзди на дільницях, обладнаних автоблокуванням системи АБТ. Основу системи АБТ становлять рейкові кола тональної частоти. У цій системі для контролю стану блок-ділянок застосовуються 2 типи рейкових кіл: рейкові кола ТРЦ-3 для діапазону частот 420...780 Гц та ТРЦ-4 для діапазону 5 кГц.

ТРЦ-4 не набули широкого розповсюдження на українських залізницях, але для повноти розглянемо їх також. Тональні рейкові кола ТРЦ-4 виконано аналогічно ТРЦ-3 та використовуються на межі блок-ділянок в зоні встановлення прохідних світлофорів і для переїздів на дільницях без ізолюючих стиків. Рейкові кола ТРЦ-4 довжиною від 100 до 300 м мають зону шунтування, довжина якої залежить від опору баласту.

Колійні пристрої тональних рейкових кіл ТРЦ-4 містять приймальну та передавальну апаратуру: колійний генератор ГПУ або ГП41 в корпусі НШ; колійний фільтр ФРЦ4Л в корпусі НМШ; колійний приймач ПРЦ4Л1 в корпусі ДСШ; блок випрямлячів узгодження БВС4Л в корпусі НМШ. Живлення колійних приймачів за змінним струмом становить 17,5 В, живлення генераторів – 220 (ГПУ) або 35 В (ГП41).

На перегоні із ізоляційними стиками за наявності переїзду блок-ділянка, як і у випадку з кодовим автоблокуванням, ділиться на чотири тональні рейкові кола із виділенням двох коротких рейкових кіл на переїзді з частотою 720 чи 780 Гц. На перегоні без ізоляційних стиків за наявності переїзду виділяються два коротких тональних рейкових кола типу ТРЦ-4 для контролю звільнення переїзду. Максимальна довжина цих рейкових кіл визначається мінімальним опором баласту на даній ділянці.

На двоколійних дільницях двосторонній рух організовується обома коліями, – в правильному напрямі за показами світлофорів автоблокування та сигналами АЛС, а в неправильному напрямі – тільки за сигналами АЛС з ув'язкою зі станцією та переїздом. На одноколійних дільницях організовується двосторонній рух за показами світлофорів автоблокування та сигналами АЛС із ув'язкою зі станцією та переїздами з перемиканням за допомогою схеми зміни напрямку руху.

В системі АБТ передбачається застосування рейкових кіл тональної частоти ТРЦ-3 із частотою сигнального струму 420, 480, 580, 720 та 780 Гц, а без ізоляційних стиків, крім того із використанням рейкових кіл ТРЦ-4 із частотою сигнального струму 4,5; 5,0 та 5,5 кГц. Рейкові кола ТРЦ-4 мають зону шунтування, яка не перевищує 15 м. На двоколійних дільницях, залежно від довжини блок-ділянок та наявності на них переїзду рейкові кола ТРЦ-3 та ТРЦ-4 розміщуються кожною колією індивідуально, але з урахуванням їх взаємного впливу.

Для управління переїзною сигналізацією при АБТ із ізоляційними стиками біля сигнальних установок у районі переїзду організовуються два рейкові кола ТРЦ-3 із довжиною 150...250 м, які працюють на сигнальних частотах 580, 720, 780 Гц та з частотою модуляції 8 або 12 Гц. При АБТ без ізоляційних стиків для управління переїзною сигналізацією біля переїзду організовуються два рейкові кола ТРЦ-4 із довжиною 150...250 м із несучою частотою 4,5, 5,0, 5,5 кГц та з частотою модуляції 8 або 12 Гц. Для переїздів, які знаходяться біля прохідних світлофорів, застосовують рейкові кола ТРЦ-4 сигнальних установок.

Апаратура ТРЦ-3 чи ТРЦ-4 розміщується в релейній шафі П переїзду, її під'єднання до рейок здійснюється через колійні ящики. На двоколійних дільницях апаратура ТРЦ-3 чи ТРЦ-4 непарної колії розміщується в релейній шафі 1П, а парної колії – в релейній шафі 2П.

При автономній тязі під'єднання апаратури тональних рейкових кіл здійснюється безпосередньо до рейок, а на дільницях із електротягою – до основної обмотки дросель-трансформаторів. Від одного генератора, як правило, живляться два суміжні рейкові кола.

На одноколійній дільниці з автономною тягою та електротягою постійного струму вздовж перегону прокладений один сигнально-блокувальний кабель із парною скруткою жил. В цьому кабелі передбачається організація кіл, які необхідні для роботи системи автоблокування (зміни напрямку – Н, ОН; контролю перегону – К, ОК; лінійні кола – Л, ОЛ; сповіщення на станцію чи переїзд – И, ОИ; подвійного зниження напруги – ДСН, ОДСН; кола блокування червоного вогню – Б, ОБ; живлення рейкових кіл – ПП, ПМ; кодування рейкових кіл – К, ОК; Т, ОТ; аварійно-відновлювального зв'язку – АВС та провідники перегінного зв'язку – ПГС). На двоколійних дільницях вздовж перегону прокладається два сигнально-блокувальні кабелі з аналогічною організацією кіл для кожної колії дільниці.

На дільницях з електротягою змінного струму кола СЦБ, як правило, передбачаються на одноколійних дільницях у двох кабелях, а на двоколійних – в 3-х кабелях. У магістральному кабелі зв'язку під'єднуються кола, які проходять усім перегоном від станції до станції (Н, ОН; К, ОК; Л, ОЛ тощо). Для кіл узгодження зі станцією та переїздом, кіл передавальних кінців апаратури ТРЦ і кодування передбачається прокладання окремого кабелю СЦБ для кожної колії.

Для фіксації наближення поїзда до переїзду та прослідкування поїзда через переїзд використовуються 4 незалежні ділянки наближення. Дві ділянки наближення, які примикають з обох сторін до переїзду (2У та 3У) повинні мати довжину не менше 150 м. У дві інші ділянки наближення входять решту ТРЦ, які забезпечують подавання сповіщення на переїзд в межах розрахункового часу та відповідно до довжин ділянок наближення.

Апаратура узгодження та захисту приладів живильних та приймальних кінців тональних рейкових кіл із рейковою лінією переважно встановлюється у безпосередній близькості від рейкової лінії в колійних ящиках. Для дільниць з автономною тягою апаратура складається з колійних трансформаторів ПТ типу ПОБС-2А та розрядника FV типу РВНШ-250 або ВОЦН-220 В колах приладів релейних кінців вмикаються також захисні резистори типу РМР-1 або РПН (рис. 3.27, а). На дільницях з електротягою, з метою захисту від асиметрії тягового

струму, в колійних ящиках живильних і релейних кінців встановлюються також автоматичні вимикачі QF типу АВМ2-15А (рис. 3.27, *b*).

Захист ТРЦ від взаємного впливу забезпечується шляхом чергування несучих частот та частот модуляції. На двоколійних ділянках виключення взаємного впливу рейкових кіл однієї колії від рейкових кіл другої колії здійснюється шляхом чергування комбінацій несучих частот та частот модуляції таким чином, щоб будь-який колійний приймач даного рейкового кола був віддалений від колійного генератора рейкового кола з однаковими комбінаціями частот на віддаль, що забезпечуватиме затухання сигналу настільки, що він практично не сприймається колійним приймачем.

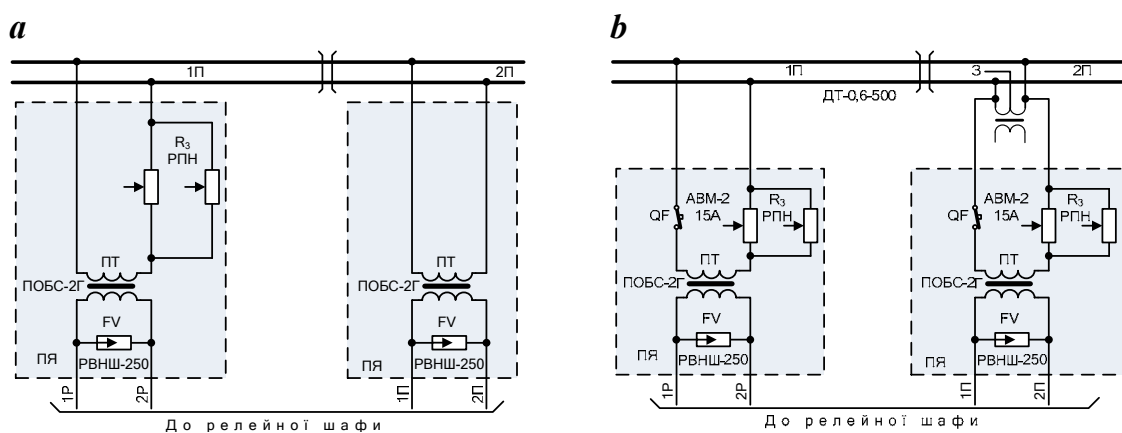


Рис. 3.27. Схема узгодження та захисту приладів тональних рейкових кіл

Схема передбачає кодування струмами АЛС 50 Гц як з живильного, так і з релейних кінців. Для живлення каналу передачі АЛС застосовуються трансформатори КТ типу ПОБС-3А.

Для пропускання тягового струму, а також з метою зменшення асиметрії в рейкових нитках, забезпечення каналізації тягового струму та під'єднання заземлень, встановлюються дросель-трансформатори ДТ типу ДТ-0,6 із розімкнутою додатковою обмоткою (див. рис. 3.17, *b*).

На двоколійних ділянках компоновка принципів схем виконується, виходячи з умови розміщення апаратури в трьох релейних шафах типу ШРУ-М (1П, 2П та С), які знаходяться безпосередньо біля переїзду.

В релейній шафі С, як одноколійних, так і двоколійних ділянок, розміщується апаратура увімкнення вогнів переїздної сигналізації,

прилади джерел живлення, реле подвійного зниження напруги та прилади контролю роботи переїзду.

Призначення та позначення реле, які розміщуються у шафі С дільниць, обладнаних системою АБТ, аналогічне позначенню і призначенню реле, які розміщуються у шафі С дільниць, обладнаних кодовим автоблокуванням із тональними рейковими колами накладання, що описані раніше.

В релейній шафі 1П двоколійних дільниць розміщується апаратура схем управління переїзною сигналізацією непарною колією:

- | | |
|--------------|--|
| 1Н | – реле напрямку, фіксує встановлений напрям руху непарною колією; |
| 1ПН1, 1ПН2 | – основне та дублююче реле правильного напрямку руху (повторювачі прямої полярності реле 1Н); |
| 1НН1, 1НН2 | – основне та дублююче реле неправильного напрямку руху (повторювачі зворотної полярності реле 1Н), – заходяться під струмом при встановленому неправильному напрямі руху за сигналами АЛС; |
| 1ИП1, 1ИП2 | – основне та дублююче реле сповіщення на переїзд в правильному напрямі руху непарною колією двоколійної дільниці; |
| 1НИП1, 1НИП2 | – основне та дублююче реле сповіщення на переїзд в неправильному напрямі руху непарною колією; |
| 1-1У1, 1-1У2 | – основне та дублююче реле контролю вільного стану першої за ходом руху поїзда ділянки наближення у встановленому напрямі руху непарною колією двоколійної дільниці; |
| 1-2У1, 1-2У2 | – основне та дублююче реле контролю вільного стану другої за ходом руху поїзда ділянки наближення у встановленому напрямі руху непарною колією двоколійної дільниці; |
| 1-3У1, 1-3У2 | – основне та дублююче реле контролю вільного стану третьої за ходом руху поїзда ділянки наближення у встановленому напрямі руху непарною колією двоколійної дільниці; |

- 1-4У1, 1-4У2 – основне та дублююче реле контролю вільного стану четвертої за ходом руху поїзда ділянки наближення у встановленому напрямі руху непарною колією двоколійної дільниці;
- 1В1, 1В2 – реле В непарної колії, які є повторювачами реле контролю вільного стану ділянок наближення (1, 2, 3 і 4), повторювачами блокувальних реле 1МБ1, 1МБ2, які шунтують четверту ділянку та реле 1МБВ, яке шунтує третю ділянку; крім того, реле 1В1, 1В2 виконують захисні функції від неправильної роботи пристроїв переїзної сигналізації при втраті шунта в рейкових колах ділянок наближення до переїзду, оскільки їх збудження можливе тільки після замикання фронтних контактів термоелементів реле КТ1, КТ2, що мають витримку часу на замикання контактів 8...18 с;
- 1КТ1, 1КТ2 – реле, які запобігають можливості відкриття переїзду у випадках кількох короточасних втрат шунта в рейкових колах ділянок наближення до переїзду та управляють схемою увімкнення термоелемента через свої тилові контакти і замикаються тільки після повного його охолодження;
- 1С1 – реле, що фіксує зайняття першої ділянки наближення при вільних станах решти ділянок; блок витримки часу 1ВВ та реле 1С1з задають поїзду час слідування першою ділянкою наближення, виходячи з максимальної швидкості руху поїзда на ній;
- 1С2 – реле, що фіксує зайняття другої ділянки наближення не раніше часу, який заданий блоком 1ВВ та реле 1С1з (15 с);
- 1С3 – реле, що фіксує зайняття третьої ділянки віддалення у інтервал часу 3 с (час спрацювання комплекту 1СМ, 1СМ1 та 1СМ2);
- 1СК – контролює залипання якоря реле 1С1з, 1СМ2, 1ПС2, 1С3 та 1МБВ;

1БВ, 1ПБВ; 1МБВ	– комплект реле, що розпочинає свою роботу з моменту вступу поїзда на другу ділянку наближення та фіксує звільнення ділянки 1-3У;
1Б, 1ПБ1; 1ПБ2, 1МБ1; 1МБ2 1ПС2	– комплект реле, що забезпечує відлік часу, який потрібен поїзду для звільнення ділянки 1-4У при швидкості 50 км/год; – реле, що фіксує звільнення другої ділянки, при чому після звільнення другої ділянки третя повинна звільнитися не раніше часу, який задається комплектом реле 1СМ, 1СМ1, 1СМ2 та не пізніше часу, який задається комплектом 1БВ, 1ПБВ, 1МБ2; при виконанні цих вимог, вільному стані першої та другої ділянок, повторно заряджається конденсатор при реле 1Б, який забезпечує час роботи реле 1Б, 1ПБ1 та 1ПБ2, що потрібен поїзду на звільнення четвертої ділянки із швидкістю 50 км/год;
1Б1 (2Б1) 1БС	– повторювач реле 1Б та 1МБ2; блок випрямлячів узгодження БВС4, забезпечує узгодження чотирьох колійних реле типу АНШ2-310 із чотирма вихідними підсилювачами колійних приймачів ПП1 та ПРЦ4Л1 для непарної колії;
1...ПО	– основні колійні реле рейкових кіл ТРЦ;
1...ПД	– додаткові колійні реле рейкових кіл ТРЦ;
1...П1, 1...П2	– повторювачі основного та додаткового колійних реле;
1...Г	– генератор колійний рейкових кіл ТРЦ;
1...Ф	– фільтр колійний рейкових кіл ТРЦ;
1КВ	– кодовмикаюче реле.

В релейній шафі 2П розміщується апаратура схем управління переїзною сигналізацією парною колією. Призначення реле аналогічні розглянутим для непарної колії. Номенклатура (назва) реле, які знаходяться в релейній шафі 2П, відрізняються від номенклатури реле для непарної колії префіксом. Наприклад: 2Н, 2ПН1, 2ПН2 тощо.

На одноколійній ділянці, обладнаній автоблокуванням системи АБТ, для розміщення апаратури управління переїзною сигналізацією

встановлюється одна релейна шафа П. Призначення та типи реле, встановлених в такій шафі, аналогічні встановлюваним в шафах 1П та 2П на двоколінійній дільниці. В номенклатурі (назві) цих реле будуть відсутніми префікси (перші цифри номеру колії).

В релейних шафах прилеглих сигнальних установок при русі поїзда у встановленому напрямі в провідники сповіщення під'єднуються контакти основних і дублюючих колійних реле, які входять у ділянку наближення до переїзду.

Схема зміни напрямку, контролю перегону та лінійних провідників (рис. 3.28) має наступний склад. В коло 1(2)Н, 1(2)ОН вмикається реле напрямку 1Н(2Н) типу КШ1-80. Через його поляризовані контакти увімкнені повторювачі 1ПН1, 1ПН2, 1НН1, 1НН2 (2ПН1, 2ПН2, 2НН1, 2НН2) – основні та дублюючі (для непарної і парної колій), що здійснюють комутацію лінійних кіл, кіл підключення та надсилання кодових сигналів АЛС, кіл увімкнення ламп світлофорів.

У провідники 1(2)К, 1(2)ОК вмикаються фронтові контакти повторювачів основного і додаткового колійних реле 1АБ1(2АБ1), 1АБ2(2АБ2). Схема увімкнення цих реле наведена на рис. 3.29.

Провідниками 1(2)Л, 1(2)ОЛ здійснюється управління вогнями колійного світлофора та вибір кодових сигналів АЛС за допомогою лінійних реле та їх повторювачів, що встановлені в релейних шафах сигнальних установок.

Для кодування рейкових кіл ТРЦ-3 та ТРЦ-4, апаратура яких знаходиться в релейних шафах переїзду (1П для непарної колії, 2П для парної колії, П на одноколійних дільницях), в лінійні провідники вмикається кодовмикаюче реле 1КВ (2КВ), яке стає під струм при русі в одному напрямі.

Провідниками 1ИП, 1ОИП (2ИП, 2ОИП) передається сповіщення про наближення поїзда до переїзду при його русі в правильному напрямі при вступі на першу ділянку наближення.

Провідниками 1НИП1, 1ОНИП1 (2НИП1, 2ОНИП1) передається сповіщення про наближення поїзда до переїзду при його русі в неправильному напрямі при вступі на першу ділянку наближення.

З метою запобігання появи дозвільного сигналу на світлофорі при втраті шунта, в релейних шафах сигнальних установок встановлюється схема лічильників 1А, 1Б, для роботи яких окремою парою провідників (И, ОИ) передається необхідна інформація.

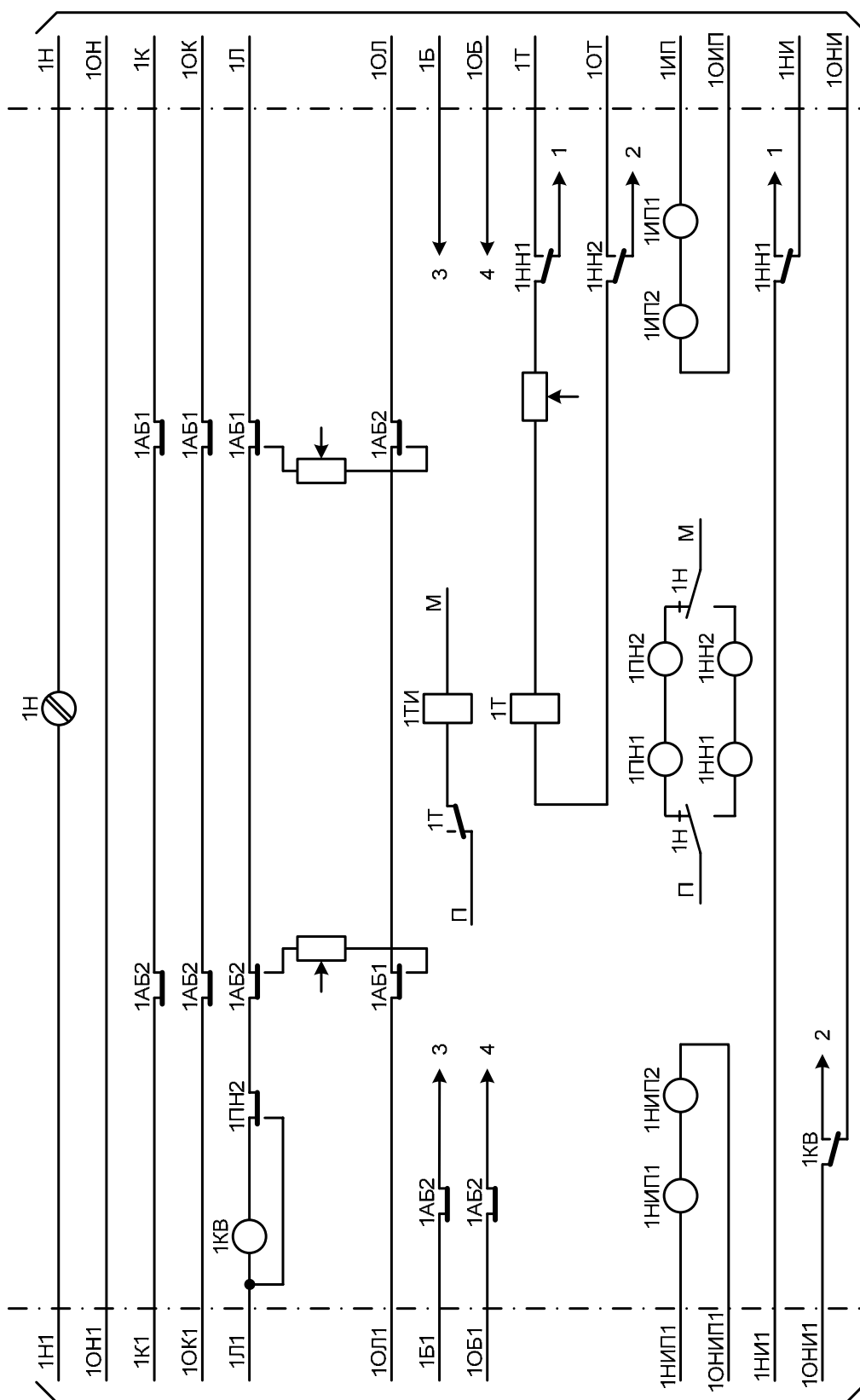


Рис. 3.28. Схема зміни напрямку, контролю перегону та лінійних провідників (непарна колія)

До колійних ящиків ПЯ

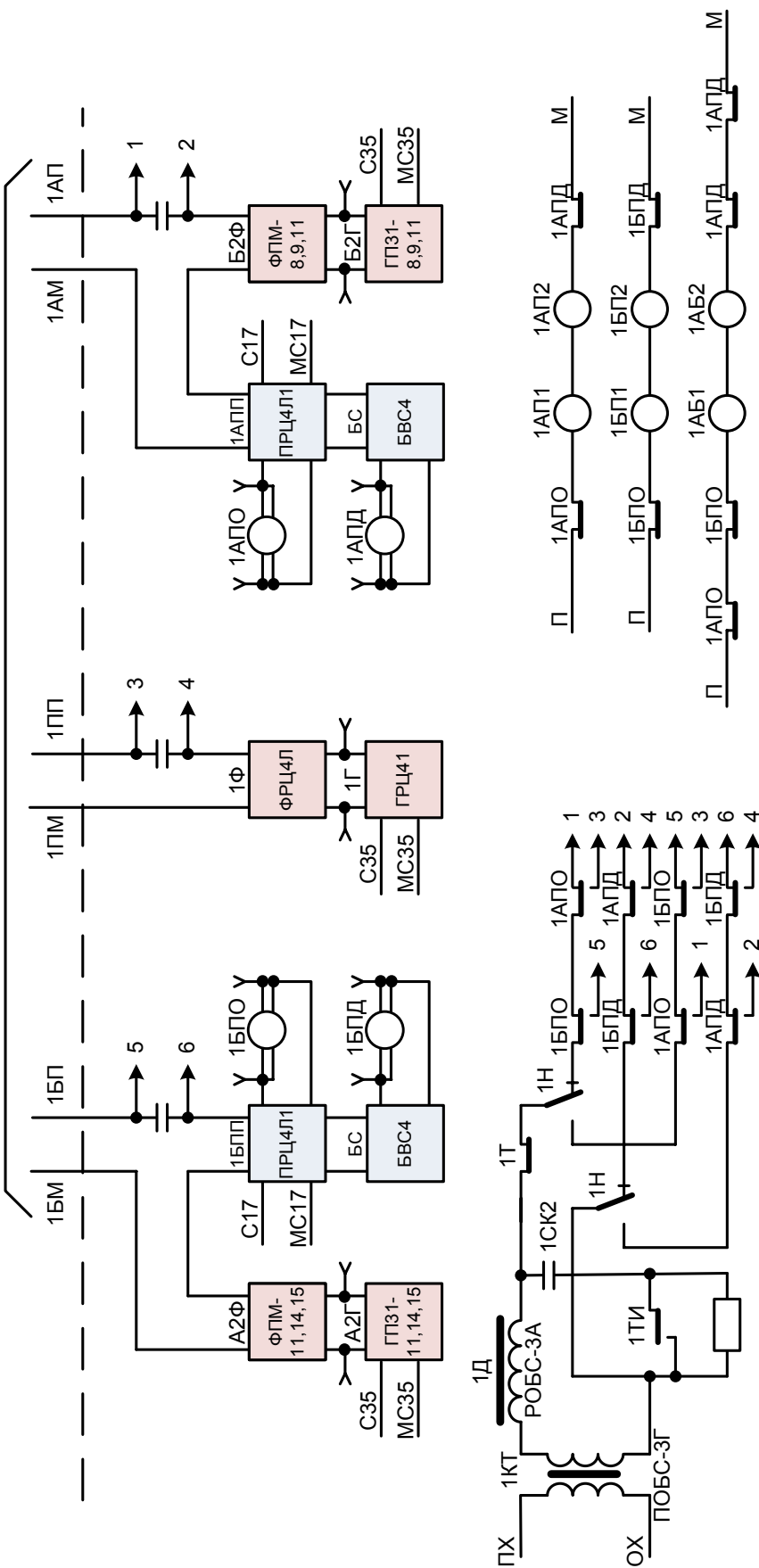


Рис. 3.29. Схема рейкових кіл та кодування (непарна колія)

За наявності на блок-ділянці переїзда використовувати існуючі провідники сповіщення (И, ОИП, НИП, ОНИП) неможливо. Тому для увімкнення на сигнальних установках реле ПБП та 1(2)Б передбачається окреме коло 1(2)Б, 1(2)ОБ, в яке на переїзній установці увімкнені контакти повторювачів колійних реле рейкових кіл переїзду.

В провідники 1Т, 1ОТ (2Т1, 2ОТ1) надходить інформація щодо кодування рейкових кіл, апаратура яких знаходиться в релейних шафах переїзду. Ця інформація передається з релейної шафи наступної за ходом руху поїзда сигнальної установки. В релейних шафах переїзду 1П (2П) починає свою роботу трансмітерне реле 1Т (2Т).

При русі поїзда у правильному напрямі через фронтів контакти реле 1КВ інформація кодування рейкових кіл для непарної колії надходить провідниками 1НИ1, 1ОНИ1. Для парної колії – провідниками 2Т1, 2ОТ1.

Схеми реле ділянок наближення, реле В (рис. 3.30) та блокувальних реле (рис. 3.31) працюють наступним чином: Схеми побудовані для встановленого правильного напрямку руху, коли реле 1Н знаходиться під струмом прямої полярності (1ПН1↑, 1ПН2↑).

За відсутності поїзда на ділянці наближення до переїзду реле 1-1У1, 1-1У2, 1-2У1, 1-2У2, 1-3У1, 1-3У2, 1-4У1, 1-4У2, 1СК знаходяться під струмом; реле лічильника 1С1, 1С2, 1ПС2, 1С3 та всі блокувальні реле знаходяться без струму; реле 1КТ1, 1КТ2, 1В1 та 1В2 знаходяться під струмом, відповідно, – переїзд відкритий. На переїзних світлофорах горять прозоро-білі вогні (якщо вони встановлені).

При вступі поїзда на першу ділянку наближення в релейній шафі сигнальної установки знеструмлюється основне і додаткове реле рейкового кола А1П. В релейній шафі переїзду 1П знеструмлюється реле 1ИП1, 1ИП2, в результаті чого знеструмлюються реле першої ділянки наближення 1-1У1, 1-1У2 та знеструмлюються реле 1В1, 1В2, 1КТ1, 1КТ2 (див. рис. 3.30).

У схемі увімкнення вогнів переїзду при знеструмленні реле 1В1, 1В2 знеструмлюються реле ПВ1, ПВ2, ВБ1, ВБ2 та ППВ, контакти яких вмикають прозоро-білий вогонь, вмикають червоні миготливі вогні та дзвінки на переїзних світлофорах. На переїзних світлофорах без прозоро-білого вогню реле 1В1, 1В2 вмикають реле ПВ1, ПВ2 та ППВ, контакти яких вмикають червоні миготливі вогні та дзвінки на переїзних світлофорах. Контакти реле ППВ також передають контроль стану переїзду на станцію системою контролю та вмикають дзвінки акустичної сигналізації на переїзних світлофорах.

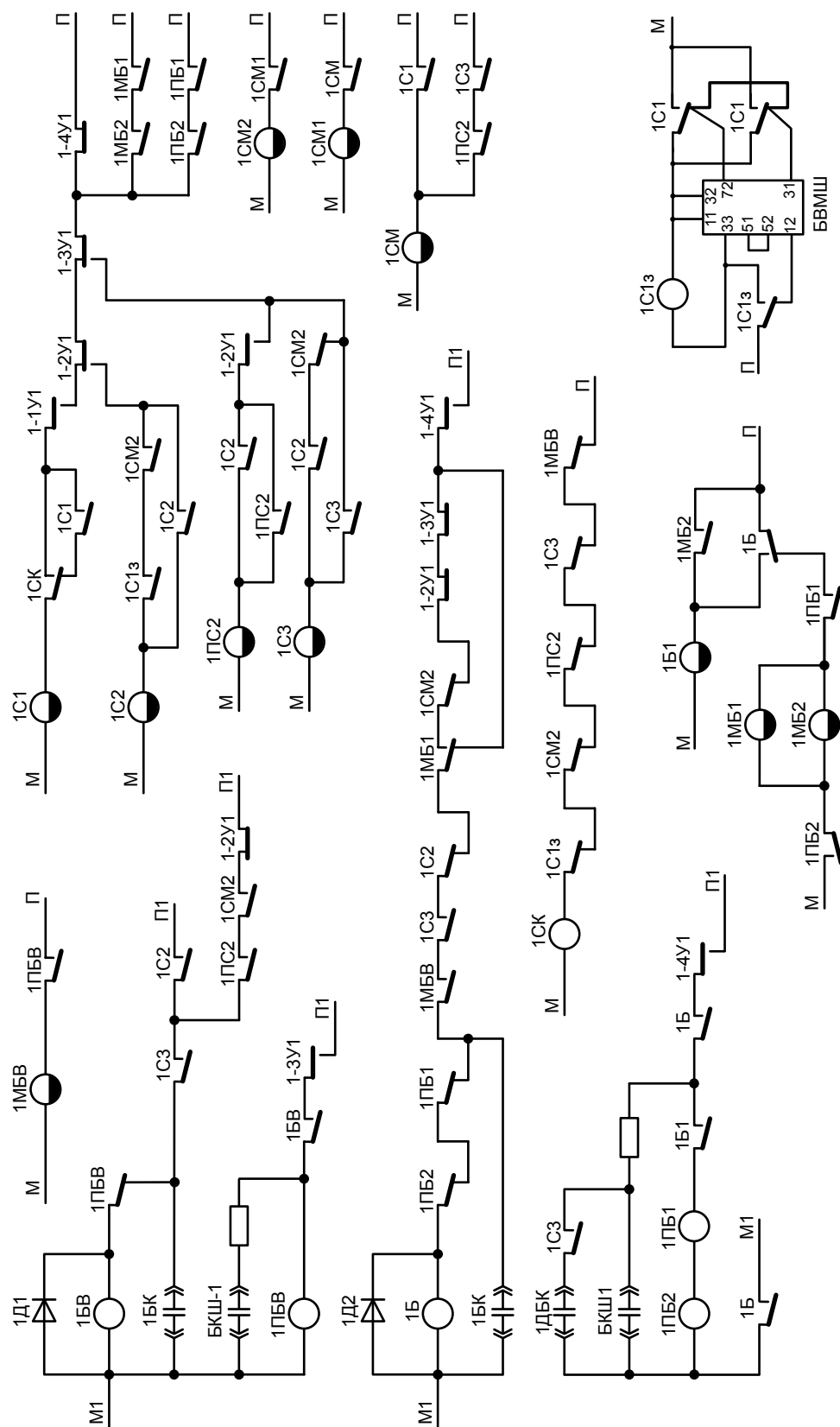


Рис. 3.31. Схема увімкнення блокувальних реле для непарної колії двоколіїної ділянки
(для парної колії схема буде аналогічно, у якості префіксу для позначення елементів у схемі цього напрямку використовується позначення 2)

Через тиловий контакт 1-1У1 із перевіркою: справного стану лічильників та блокувальних реле (реле ІСК↑), вільного стану ділянок 1-2У1, 1-3У1, 1-4У1 стає під струм реле 1С1, фіксуючи зайняття поїздом першої ділянки наближення.

Реле 1С1 вмикає блок витримки часу 1ВВ, який налаштований на витримку в 15 с – час, що потрібний поїзду для прослідування першої ділянки наближення до переїзду з максимальною швидкістю 140 км/год, та вмикає комплект реле 1СМ, 1СМ1, 1СМ2. Через 15 с спрацьовує реле 1С1з.

При вступі поїзда на другу ділянку наближення 1АП знеструмлюються реле другої ділянки 1-2У1, 1-2У2. Фронтним контактом реле 1-2У1 вимикає живлення лічильника 1С1, а тиловим контактом із перевіркою вільного стану третьої та четвертої ділянок наближення та за умови спрацювання реле 1С1з і 1СМ2 збуджується реле 1С2 та стає на самоблокування. Фронтним контактом реле 1С1 вимикає живлення комплекту реле 1СМ, 1СМ1, 1СМ2. Реле 1СМ2 через 3 с знеструмлюється. Схема прослідування поїзда через переїзд виконана таким чином, що зайняття третьої ділянки наближення повинно відбуватись тільки після зайняття другої ділянки, але не раніше, ніж через 3 с (час прослідування поїздом другої ділянки з максимальною встановленою швидкістю).

При вступі поїзда на третю ділянку 1БП знеструмлюються реле 1-3У1, 1-3У2. За час сповільнення на відпускання реле 1С2 спрацьовують реле 1С3 та 1ПС2 і стають на блокування через свої фронтіві контакти. За цей час через фронтіві контакти реле 1С3 заряджається конденсатор 1БК та стає під струм реле 1БВ. Через його фронтівий контакт та тиловий контакт реле 1-3У1 стає під струм реле 1ПБВ і заряджається конденсатор, який під'єднаний паралельно до його обмотки. Тиловим контактом реле 1ПБВ конденсатор БК від'єднується від реле 1БВ, яке, після завершення часу затримки на відпускання (зумовлене діодом), своїм фронтним контактом розмикає коло заряду конденсатора, що під'єднаний паралельно до обмотки реле 1ПБВ.

Реле 1ПБВ, після завершення часу затримки на відпускання, своїм тиловим контактом під'єднає конденсатор 1БК до обмотки реле 1БВ, яке стає під струм, після чого цикл роботи реле 1БВ та 1ПБВ в режимі пульс-пари продовжується.

Після прослідування поїзда за переїзд у встановленому напрямі руху, переїзд відкривається, червоні вогні на переїзних світлофорах

вимикаються і блокуються (виключається їх повторне увімкнення) до звільнення ділянки наближення протилежного напрямку.

Увімкнення прозоро-білого миготливого вогню здійснюється після звільнення ділянки 1БП.

При зайнятті поїздом ділянки 1-4У через тилові контакти реле 1-4У, 1МБ1 та 1С2, фронтові контакти 1С3 та 1МБВ заряджається конденсатор 1БК та стає під струм реле 1Б. Зайняття четвертої ділянки наближення (віддалення) повинне бути не раніше, як через 30 с із моменту зайняття третьої ділянки (час прослідування поїзда третьою ділянкою зі швидкістю 50 км/год). Інтервал часу 30 с забезпечують реле 1БВ, 1ПБВ та 1МБВ. Реле 1С3 та 1ПС2 залишаються під струмом через фронтові контакти реле 1МБ1 та 1МБ2.

Порядок роботи реле 1Б, 1ПБ1, 1ПБ2 аналогічний порядку роботи реле 1БВ, 1ПБВ. Робота реле 1Б, 1ПБ1, 1ПБ2 буде продовжуватись 110 с, – час необхідний поїзду з довжиною 1350 м на звільнення першої, другої та третьої ділянок наближення при його русі з розрахунковою швидкістю 50 км/год.

Після звільнення другої ділянки за час сповільнення на відпускання реле 1ПС2 через фронтові контакти 1ПС2, 1-2У1 та контакт 1СМ2, який на цей час замкнутий, відбудеться повторний заряд конденсатора 1БК і збудження реле 1БВ. Через фронтові контакти 1-1У1, 1-1У2, 1-2У1, 1-2У2, 1МБВ, 1С3 та тиловий контакт термоелемента реле 1КТ1, 1КТ2 стає під струм. Через 8–18 с через фронтний контакт термоелемента стають під струм реле 1В1, 1В2, потім 1ПВ1, 1ПВ2, червоні вогні на переїзних світлофорах вимикаються.

При звільненні ділянки 1БП не пізніше 30 с (реле 1МБВ↑) через фронтові контакти 1МБВ, 1С3, 1МБ1, 1-2У2, 1-2У3 і тилові контакти 1-4У2, 1СМ2, 1С2 за час сповільнення на відпускання, реле 1С3 повторно замикає коло заряду конденсатора 1БК, що забезпечує роботу реле 1Б, 1ПБ1, 1ПБ2 на час, який необхідний поїзду на звільнення четвертої ділянки зі швидкістю 50 км/год.

Через фронтові контакти реле 1-3У1, 1-3У2, ПВ1, ПВ2, КМП, ПО стають під струм реле ВБ1 та ВБ2. На переїзних світлофорах вмикаються прозоро-білі вогні.

Якщо за час роботи комплексу 1Б, 1ПБ1, 1ПБ2 звільниться ділянка 1-4У, то блокувальні реле будуть без струму, а реле ВБ1, ВБ2 залишаться під струмом.

Далі усі елементи схем приходять у початкове положення.

Вимкнення схеми блокування, яка запобігає увімкненню червоних вогнів та вмикає прозоро-білі вогні, на час слідування поїзда ділянкою віддалення при несправних станах рейкових кіл цієї ділянки, здійснюється двома каскадами приладів витримки часу.

Перший каскад контролює час прослідування поїзда всім складом ділянкою віддалення 1-3У, а другий каскад контролює прослідування поїзда ділянкою 1-4У після звільнення третьої.

У випадку, якщо час руху поїзда ділянкою 1-4У буде більшим, аніж передбачена витримка часу роботи реле 1Б, 1ПБ1, 1ПБ2, то реле 1МБ1, 1МБ2, 1В1, 1В2, ПВ1, ПВ2, ВБ1 та ВБ2 знеструмлюються, вмикаються прозоро-білі та вмикаються червоні вогні на переїзних світлофорах.

У випадку, якщо в ділянку наближення до переїзду входять станційні рейкові кола, то в релейну шафу зі сторони станції окремою парою провідників передається повідомлення на реле ИП, ИП1, які знеструмлюються при відкриванні вихідного світлофора та зайнятті ділянки наближення чи натисненні кнопки «закриття переїзду». Контакти реле ИП та ИП1 вмикаються в схему реле 1В1, 1В2 для початку роботи переїзної сигналізації.

Якщо переїзд знаходиться на віддалі, меншій ніж 150 м від вхідного світлофора, то контакти ИП, ИП1 вмикаються безпосередньо в коло реле контролю зайнятого стану ділянки 1-1У1, 1-1У2 для правильної роботи схеми відліку.

Скорочення часу блокування ділянки віддалення, яке досягається шляхом застосування двокаскадної схеми блокування, дає змогу відмовитися від схеми скидання (контроль прослідування поїзда на станцію) для переїздів, які знаходяться на ділянках наближення до станції.

Схеми управління переїзною сигналізацією на одноколійних дільницях та для парної колії двоколійної дільниці працюють аналогічно.

На дільницях, які обладнані автоблокуванням системи АБТ, для зв'язку станцій із сигнальними установками та переїздами на перегонах, використовується магістральний кабель зв'язку або кабелі СЦБ, в яких організовані кола, що необхідні для роботи даної системи автоблокування. Їх назва та призначення розглянуті раніше.

За наявності на перегоні переїзду органіковуються додаткові лінійні кола:

1ИП, 1ОИП, 2ИП, 2ОИП та за потреби 2АП, 2ОАП та 1БП, 1ОБП, якими на переїзд передається інформація із сигнальних установок про вільний стан рейкових кіл ділянок наближення до переїзду;

1Т, 1ОТ та 2Т, 2ОТ, якими від сигнальних установок на переїзд надсилаються кодові сигнали АЛС для кодування;

1ЗУ, 1ОЗУ та 2ЗУ, 2ОЗУ, якими з переїзду на сигнальні установки (за потреби) надсилається інформація про вільний стан рейкових кіл захисної ділянки.

Переїзди на перегонах, які обладнані автоблокуванням із централізованим розміщенням апаратури (АБТЦ). Основу системи АБТЦ становлять рейкові кола тональної частоти без ізоляційних стиків. В рейкових колах застосовуються амплітудно-модульовані сигнали із несучими частотами 420, 480, 580, 720 і 780 Гц та частотами модуляції 8 і 12 Гц.

Апаратура АБТЦ розміщується на станціях, що обмежують перегін, в транспортабельних модулях чи на постах ЕЦ. За потреби, якщо довжина перегону не дає змоги управляти зі станції об'єктами АБ, апаратура АБТЦ може розміщуватись в транспортабельному модулі в середині перегону. Схеми управління переїзною сигналізацією та контролю розміщуються централізовано на прилеглих станціях, а прилади увімкнення вогнів АПС – безпосередньо біля переїзду в релейних шафах ШРУ-М.

При автоблокуванні з тональними рейковими колами та централізованим розміщенням обладнання (АБТЦ) основна частина апаратури розміщується централізовано на постах ЕЦ станцій, які обмежують перегін, або в транспортабельних модулях. На перегоні встановлюються світлофори, колійні ящики та дросель-трансформатори тональних рейкових кіл, а за наявності переїздів – релейні шафи переїзної сигналізації. Постова та колійна апаратура з'єднується між собою магістральними кабелями СЦБ.

На одноколійній ділянці, яка обладнана автоблокуванням системи АБТЦ, вздовж перегону прокладають два магістральні кабелі СЦБ, які з'єднують між собою дві станції (пости ЕЦ), що обмежують даний перегін. При незначній довжині перегону апаратура може розміщуватись на одній із станцій. При значній довжині здійснюється поділ перегону, виходячи з відстані від світлофорів до станцій та можливості розміщення апаратури на станціях.

На двоколійній дільниці, яка обладнана автоблокуванням системи АБТЦ, вздовж кожної колії прокладають по два магістральні кабелі

Призначення, принцип роботи реле, блоків та інших приладів управління переїзною сигналізацією, їх схема у системі АБТЦ не відрізняється від їх призначення, принципу роботи та схеми у системі АБТ, яка розглянута вище. Відмінність полягає тільки в тому, що у системі АБТЦ схеми реле ділянок наближення, реле В та блокувальних реле (див. рис. 3.30, 3.31) розміщуються на найближчій станції, а схеми світлофорної сигналізації та управління шлагбаумами розміщуються у релейній шафі С біля переїзду.

Схема працює наступним чином. При вступі поїзда на першу ділянку наближення на посту ЕЦ прилеглої станції знеструмлюється реле 1В. Контакти цього реле, які увімкнені в провідники В, ОВ, в релейній шафі переїзду знеструмлюють реле В1, В2. Це спричиняє знеструмлення реле ПВ1, ПВ2, ВБ1, ВБ2 та ППВ, контакти яких вимикають прозоро-білі вогні, вмикають червоні вогні та дзвінки на переїзних світлофорах. При знаходженні поїзда на третій ділянці за переїздом та звільненні ним другої ділянки на посту ЕЦ прилеглої станції стає під струм реле 1В, своїми контактами під'єднує живлення в провідники В, ОВ і через тилові контакти 1-3У в релейній шафі

переїзду стають під струм зворотної полярності реле В1, В2. Через нейтральні контакти реле В1, В2 стають під струм реле ПВ1, ПВ2 та ППВ. На переїзних світлофорах вимикаються червоні вогні і блокуються, вимикається дзвінок. Після звільнення поїздом третьої ділянки на посту ЕЦ замикаються фронтові контакти реле 1-3У в колі живлення провідників В, ОВ і реле В1, В2 в релейній шафі переїзду отримує живлення прямої полярності. На переїзних світлофорах вмикаються прозоро-білі вогні через фронтові контакти реле ВБ1, ВБ2. Переїзд відкритий.

3.6. Переїзна сигналізація на під'їзних коліях

Для переїздів, які розміщені на під'їзних коліях, де неможливо виділити чотири тональні рейкові кола, необхідно проектувати схему із виділенням одного рейкового кола та встановленням маневрових світлофорів, у яких нормально горять червоні вогні.

У схемі такої переїзної сигналізації (рис. 3.33) управління маневровими світлофорами МН та МЧ здійснюється автоматично.

Призначення реле:

- ППО, ППД – колійні реле рейкового кола (основне і дублююче);
- В1, В2 – реле увімкнення переїзної сигналізації;
- ІВ – реле витримки часу, працює сумісно з блоком ВВ, який налаштований на витримку часу 30 с (розрахунковий час сповіщення на переїзд при довжині переїзду 11 м); при перетині переїздом кількох під'їзних колій і довжині переїзду більше 11 метрів витримка часу повинна бути більшою 30 секунд відповідно розрахункової довжини ділянки наближення (див. табл. 2.3);
- МНС, МЧС – реле увімкнення дозвільного показу маневрових світлофорів;
- ОНО, ОЧО – реле, що забезпечує перемикання горіння ламп маневрового світлофора з основної на резервну нитку розжарювання;
- МНО, МЧО – вогневі реле маневрових світлофорів.

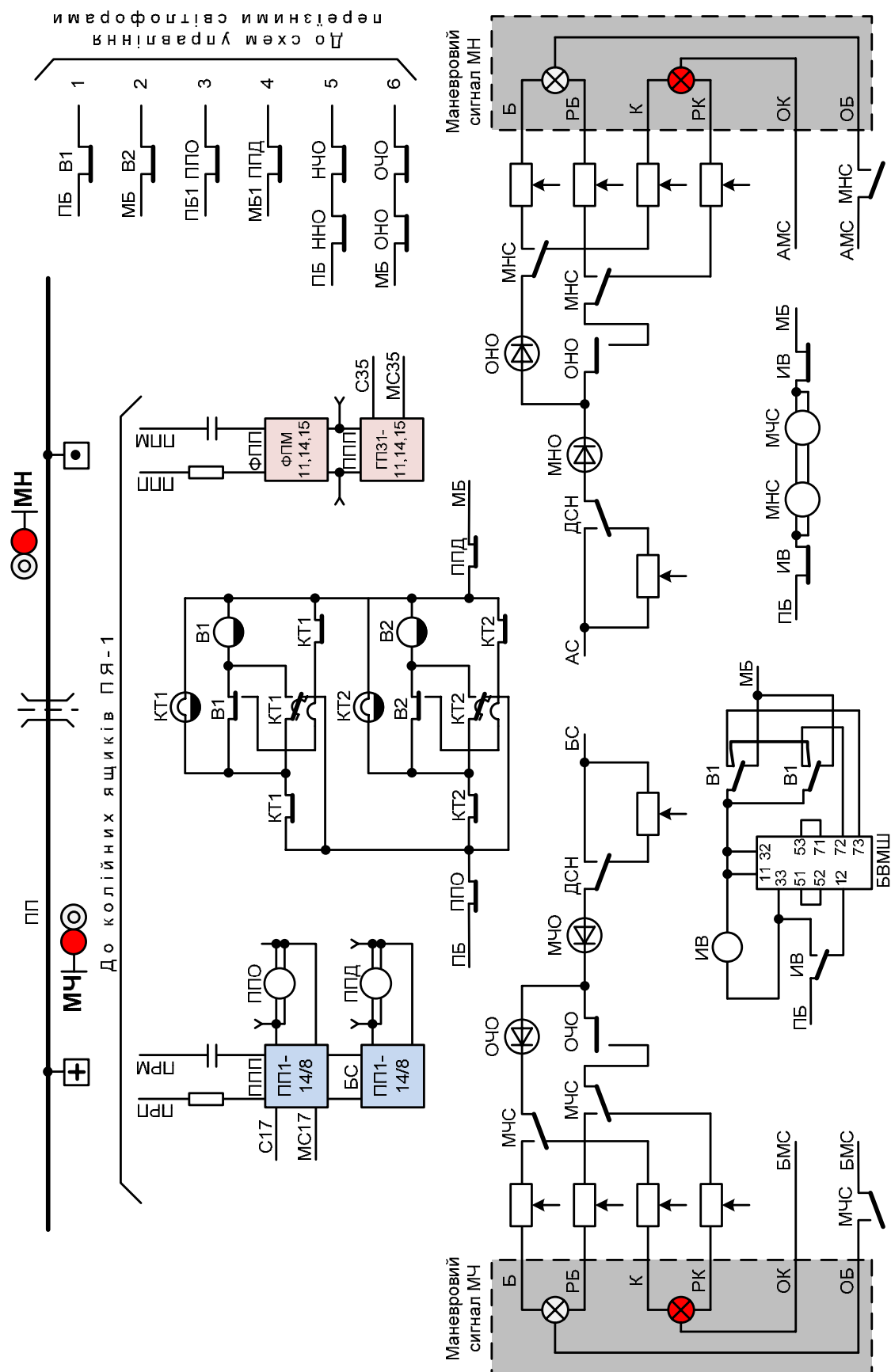


Рис. 3.33. Схема управління перехрестовою сигналізацією на під'їзних коліях

При зайнятті поїздом рейкового кола ПП знеструмлюються основне та дублююче колійні реле (ППО та ППД), фронтові контакти яких розмикають кола живлення реле В1, В2, КТ1, КТ2.

Контактами реле В1 та В2 знеструмлюють реле ПВ1, ПВ2 (у схемі увімкнення світлофорної сигналізації). Прозоро-білі вогні на переїзних світлофорах вимикаються, а червоні вогні вмикаються.

Тилові контакти реле В1 та В2 вмикають блок витримки часу ВВ і через 30 с вмикається реле ИВ, фронтові контакти якого збуджують сигнальні реле МНС, МЧС маневрових світлофорів МН, МЧ. На світлофорах загоряються білі вогні.

Після звільнення поїздом рейкового кола ПП, контакти реле ППО та ППД з'єднують коло реле КТ1, КТ2 і через 8–18 секунд стають під струм реле В1, В2, фронтові контакти яких знеструмлюють реле ИВ і вмикають реле ПВ1, ПВ2. На переїзних світлофорах гаснуть червоні і вмикаються білі вогні. Схема управління переїзною сигналізацією приймає початкове положення (стан).

Схема управління переїзними світлофорами для переїздів на під'їзних коліях аналогічна схемам, які використовуються у системах з автоблокуванням.

Переїзна сигналізація без рейкових кіл. У схемі управління переїзною сигналізацією без рейкових кіл, на відміну від схеми на під'їзних коліях, рейкові кола відсутні, тому управління маневровими світлофорами здійснюється працівниками із щитків управління, які встановлюються на щоглах світлофорів (рис. 3.34, 3.35).

Призначення реле:

- | | |
|------------|--|
| МЧК, МНК | – кнопочні реле (фіксують потребу у відкритті маневрового світлофора МН чи МЧ; |
| МНКД, МЧКД | – додаткові кнопочні реле; |
| ИВ, ИВ1 | – реле витримки часу (забезпечує необхідну витримку часу на відкриття маневрового світлофора; |
| МНС, МЧС | – реле відкриття маневрових світлофорів МН та МЧ; |
| ОНО, ОЧО | – реле, яке забезпечує перемикання горіння ламп маневрового світлофора із основної на резервну нитку розжарювання; |
| МНО, МЧО | – вогневі реле, контролюють горіння ламп маневрових світлофорів. |

Рис. 3.35. Схема увімкнення індикації та управління шлагбаумами із щитка

При натисненні кнопки МЧ на щитку управління, який встановлений на маневровому світлофорі МЧ, збуджується кнопкове реле МЧК. На обох щитках починає моргати зелена лампа світлофора МЧ. Після відпускання кнопки МЧ стає під струм додаткове реле МЧКД через фронтний контакт реле МЧК, які стають на самоблокування.

Тилові контакти реле МЧК обривають коло живлення реле ПВ1, ПВ2, переїзні світлофори загоряються червоними миготливими вогнями. Через тильний контакт реле ППВ (повторювач реле ПВ1, ПВ2) на щитках управління загоряються постійним світлом червоні лампочки «Світлофори». Через контакти реле ПВ2 вмикається блок витримки часу ВВ і через 30 секунд стає під струм реле ІВ. Через контакти реле ІВ1, МЧК та МЧКД збуджується сигнальне реле МЧС світлофора МЧ. Червоний вогонь на маневровому світлофорі МЧ загасає, запалюється місячно-білий вогонь. Зелені лампочки на щитках управління загоряються постійним світлом (червоні лампочки гаснуть).

Для перекриття маневрових світлофорів на червоний та відкриття переїзду необхідно натиснути кнопку МЧ чи МН на щитку відповідного світлофора. При цьому реле МЧК, МЧКД знеструмлюються, на щитку управління і на маневрових світлофорах вмикаються лампи червоних вогнів.

У випадку несправностей схем кнопкових реле для закриття переїзду використовується кнопка з фіксацією «Закриття». У натиснутому положенні ця кнопка знімає живлення з обмоток реле ПВ1, ПВ2 та приводить в дію схему управління світлофорами.

3.8. Схеми загороджувальної сигналізації

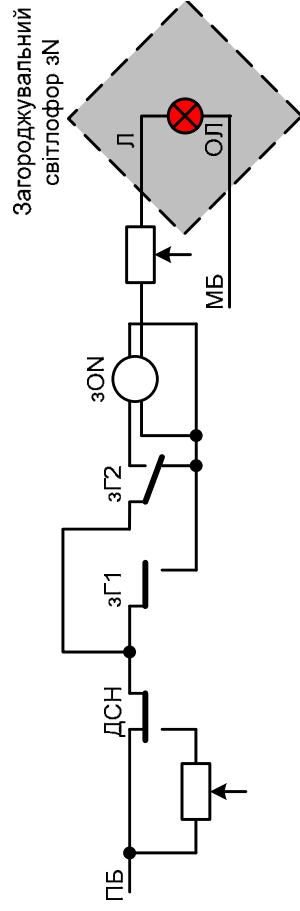
На переїздах із черговим для огороження залізничного переїзду зі сторони залізничного транспорту облаштовують загороджувальну сигналізацію. З цією метою переїзні установки обладнуються загороджувальними світлофорами (рис. 3.36, *a*) відповідно до схем, які наведені на рис. 3.36, *b*, *c*.

Для контролю світіння ламп загороджувальних світлофорів послідовно з ними увімкнені вогневі реле зОН (1, 2).

a



b



c

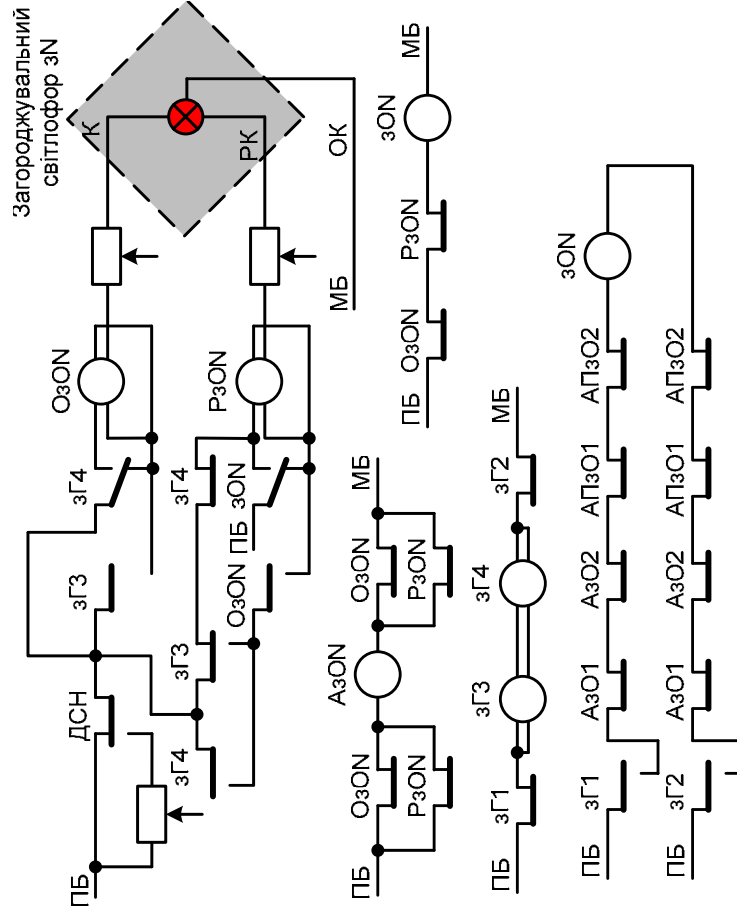


Рис. 3.36. Загороджувальні світлофори:

a – загальний вигляд; *b* – схема увімкнення із одностиковими лампами; *c* – схема увімкнення із двонитковими лампами

Стан загороджувальних світлофорів відображається на щитку горінням лампочки (світлодіода) зеленого кольору при справній лампі та вимкненій сигналізації. Сигнал нормально погашений, однак колом лампи та через високоомну обмотку вогневого реле зОН протікає струм, малий для розжарювання лампи, але достатній для роботи реле.

Контакти вогневого реле загороджувальних сигналів вводяться в коло реле управління переїзною сигналізацією і забезпечують закриття переїзду при пошкодженні загороджувальних сигналів. Загороджувальні світлофори вмикають шляхом натискання спеціальної двопозиційної з фіксацією положення кнопки «Увімкнення загородження» (ЗС), яка встановлена на щитку переїзної сигналізації. Внаслідок натискання кнопки знеструмлюються реле загороджувальної сигналізації зГ1 та зГ2 (див. рис. 3.6). Реле зГN вмикають в коло лампи загороджувального світлофора низькоомну обмотку вогневого реле і лампа загоряється. Горіння лампи світлофора у цьому випадку контролюється на щитку контрольною лампочкою (світлодіодом) червоного кольору світіння.

Загороджувальні світлофори (рис. 3.36, а) встановлюються на віддалі 15...100 метрів від краю переїзду із обох сторін переїзду для кожної колії. Для неправильної колії їх дозволяється встановлювати з лівої сторони. Якщо його видимість не забезпечується, то повинен бути встановлений попереджувальний світлофор, однаковий за формою із загороджувальним та сигнальним показом «Один жовтий вогонь» при червоному вогні загороджувального світлофора.

Схема увімкнення лампи попереджувального до загороджувального світлофора аналогічна схемі ламп загороджувального світлофора. Справний стан кола лампи цього світлофора також контролюється вогневим реле. Контрольна лампочка на щитку управління в цьому випадку відображає справний стан кіл ламп як загороджувального так і попереджувального світлофорів.

Призначення реле у схемах загороджувальної сигналізації:

- ОзОН, РзОН — вогневі реле відповідно основної та резервної ниток загороджувального світлофора N;
- зОН — вогневе реле загороджувального світлофора N при використанні однопиткових ламп чи реле контролю перегорання однієї з ниток при використанні двониткових ламп;

АзОН	– реле контролю аварійної відмови загороджувального світлофора (перегорання обох ниток лампи);
Вз	– реле запуску витримки часу (180 с) на увімкнення загороджувальних світлофорів у випадку аварійного відкривання переїзду;
ОПзОН, РПзОН	– вогневі реле відповідно основної та резервної ниток попереджувального до загороджувальному світлофора;
ОН	– реле контролю передаварійної відмови попереджувального світлофора;
ПзОН	– реле контролю передаварійної відмови попереджувального світлофора, яке розміщене в релейній шафі переїзду;
АОН	– реле контролю аварійної відмови попереджувального світлофора;
АПзОН	– реле контролю аварійної відмови попереджувального світлофора, яке розміщене в релейній шафі переїзду;
ОзО	– реле контролю аварійної відмови одного із загороджувальних світлофорів у випадку використання однопровідних ламп;
ОПзО	– реле контролю передаварійної відмови одного з попереджувальних світлофорів;
ОАО	– реле контролю аварійної відмови на переїзді.

Схема увімкнення загороджувального світлофора переїзду передбачає два варіанти увімкнення: від батареї 12 В чи від батареї 24 В. При живленні схеми від джерела 24 В у коло високоомної обмотки вогневого реле та зворотній лінійний провідник лампи світлофора вмикаються додаткові опори.

Для зменшення втрат в кабелі необхідно застосовувати дублювання його жил. Розрахунок здійснюють із міркувань, що опір кабелю не повинен перевищувати 7,12 Ом. При збільшенні кількості жил спочатку їх збільшують у зворотному провіднику, а потім – у прямому.

Кількість жил в кабелі визначається із співвідношення:

$$R_{\text{каб}} = \rho \frac{L_{\text{каб}}}{Sn_{\text{пр}}} + \rho \frac{L_{\text{каб}}}{Sn_{\text{звор}}},$$

де $R_{\text{каб}}$ – розрахунковий опір кабелю;

ρ – питомий опір провідника кабелю ($\rho = 0,0175$ Ом/км – для міді);

$L_{\text{каб}}$ – довжина кабелю від релейної шафи до світлофора;

$n_{\text{пр}}$ – кількість жил у прямому провіднику;

$n_{\text{звор}}$ – кількість жил у зворотному провіднику.

На ділянках із автоблокуванням одночасно із увімкненням червоних вогнів загороджувальних світлофорів повинно бути передбачене увімкнення червоних вогнів на ближніх до переїзду прохідних світлофорах автоблокування та припиняється трансляція кодів АЛС у рейкові кола перед загороджувальними світлофорами (перед переїздом) у встановленому напрямі руху.

У випадках, коли відстань від ближнього прохідного світлофора автоблокування до переїзду менша за довжину гальмівного шляху поїзда зі швидкості руху по червоно-жовтому вогню АЛС, червоні вогні повинні вмикатись на двох ближніх прохідних світлофорах та вимикатись кодування АЛС рейкових кіл переїзду та блок-ділянки між зазначеними світлофорами.

Схеми одноколійного автоблокування будуються аналогічно. Увімкнення червоного вогню на світлофорі та припинення кодування виконуються для встановленого напрямку руху.

На ділянках з автоблокуванням контакти повторювача реле зГ1, зГ2 вмикаються в коло трансляції кодових імпульсів і при знеструмленні обривають його. Трансляція імпульсів припиниться і на світлофорі, який огорожує блок-ділянку з переїздом з'являється червоний сигнал. При знаходженні поїзда між сигналом і переїздом та вимиканні кодів на локомотивному світлофорі засвітиться білий вогонь, якщо до цього горів зелений або жовтий вогонь. Якщо до цього горів червоний вогонь із жовтим, то на локомотивному світлофорі буде червоний вогонь.

3.9. Системи контролю над роботою переїзної сигналізації

Відповідно до Правил технічної експлуатації пристрої диспетчерського контролю (ДК) повинні доповнювати пристрої автоблокування, забезпечувати контроль технічного стану пристроїв СЦБ, у тому числі справного стану роботи переїзної сигналізації.

У випадку вимкнення переїзної сигналізації (аварійна відмова) чи її несправного стану черговому найближчій станції чи поїзному диспетчеру на дільницях із диспетчерською централізацією автоматично передається сповіщення про несправних станах (відмовах) переїзної сигналізації. Черговий станції чи поїзний диспетчер, отримавши сповіщення, повинен здійснити запис про несправний стан автоматики на переїзді в журналі форми ДУ-46 та повідомити про це чергових сусідніх станцій та електромеханіка СЦБ, котрий повинен прийняти заходів щодо її усунення.

У випадку аварійної відмови черговий станції чи поїзний диспетчер засобами радіозв'язку негайно передає повідомлення машиністам поїздів, які рухаються без зупинки на роздільних пунктах у напрямі переїзду, про несправний стан пристроїв автоматики на переїзді та потребу його прослідкування із особливою пильністю та швидкістю не більше 20 км/год. На поїзди, які зупиняються на станціях видаються письмові попередження.

До аварійних відмов відносяться пошкодження в схемах переїзної сигналізації, при яких автодорожньому транспорту не передається інформація про зайнятті поїздом ділянки наближення, або пошкодження, які не дають змоги огородити переїзд зі сторони залізничного транспорту. До аварійних відмов віднесені:

- обрив кола увімкнення (перегоряння) обох ламп чи відсутність світіння обох світлодіодних світлофорних головок переїзного світлофора А чи Б, тобто, коли переїзні світлофори А чи Б (або обидва разом) не горять червоним світлом при зайнятті поїздом ділянки наближення;
- відсутнє живлення змінним струмом і акумуляторна батарея розряджена нижче за допустимий рівень;
- обрив кола увімкнення основної та резервної ниток ламп маневрового світлофора із червоним та білим сигнальними вогнями;

- обрив кола увімкнення основної та резервної ниток ламп загорджувальних світлофорів (за їх наявності);
- обрив кола увімкнення основної та резервної ниток ламп попереджувальних світлофорів (за їх наявності).

До передаварійних відмов віднесені:

- перегорання однієї з ламп переїзного світлофора чи відсутність світіння однієї з світлофорних світлодіодних головок переїзного світлофора;
- вимкнення одного з джерел живлення чи розряд батареї нижче допустимого;
- несправний стан комплекту апаратури, яка забезпечує моргання;
- обрив кола увімкнення основної чи резервної нитки маневрового світлофора с червоним і білим сигнальними вогнями;
- обрив кола увімкнення основної чи резервної нитки ламп загорджувальних світлофорів (за їх наявності);
- обрив кола увімкнення основної чи резервної нитки ламп попереджувальних світлофорів (за їх наявності).

Контроль стану пристроїв переїзної сигналізації та передача інформації на станцію забезпечується засобами систем диспетчерського контролю ЧДК-80.

Передача інформації про аварійні відмови для переїздів здійснюється окремою парою провідників постійним струмом із використанням у якості приймача реле першого класу.

На дільницях із автоблокуванням вибір схеми здійснюють виходячи із міркувань щодо економічної доцільності.

Контроль стану пристроїв СЦБ переїзної сигналізації забезпечується з метою передачі інформації до ДСП найближчої станції; поїзному диспетчеру; у випадку нового будівництва чи реконструкції переїзду на дільниці, яка обладнана системою диспетчерської централізації; диспетчеру дистанції сигналізації і зв'язку (ШЧД), у випадку нового будівництва чи реконструкції переїзду на дільниці, яка обладнана системою диспетчерського контролю; електромеханіку (ШН), у випадку нового будівництва чи реконструкції переїзду на дільниці, яка обладнана системою диспетчерського контролю чи диспетчерської централізації.

Для передачі на станцію інформації про стан пристроїв переїзної сигналізації засобами диспетчерського контролю передбачається

використання лінії зв'язку подвійного зниження напруги ДСН-ОДСН або спеціально виділеної двопровідної фізичної лінії зв'язку ДК-ОДК.

Незалежно від системи диспетчерського контролю, яка використовується для переїзду, черговому найближчої станції та ДНЦ (за наявності на дільниці системи ДЦ) в обов'язковому порядку передається інформація про аварійні та передаварійні відмови пристроїв СЦБ, а також про відкритий та закритий стан переїзду із індикацією на табло апарату управління ДСП та ДНЦ.

За наявності на дільниці систем диспетчерського контролю АСДК чи АПК-ДК та комп'ютерних систем диспетчерської централізації інформація диспетчерського контролю поїзному диспетчеру передається засобами ДЦ узгодженим програмно-апаратним інтерфейсом між ними. Обмін інформацією може здійснюватися як на рівні контрольованого пункту, так і на рівні пункту управління.

Призначення (аббревіатура) відповідних реле, увімкнених в коло контролю пристроїв СЦБ на переїзді наведені у табл. 3.1.

При узгодженні переїзної сигналізації із ЧДК-80 [95, 97] інформація про стан пристроїв СЦБ переїзної сигналізації передається на станцію лінією зв'язку ДСН-ОДСН чи окремою двопровідною фізичною лінією (ДК-ОДК) та відображається на пульті чергового. Для передачі інформації про стан переїзду у системі ЧДК-80 на переїзді встановлюються два генератори типу ГКШ, які налаштовані на дві сусідні фіксовані частоти. Інформація про аварійні відмови пристроїв передається від першого генератора ГКШ. Інформація про стан переїзду «відкритий/закритий» та про передаварійні відмови передається від другого генератора ГКШ.

Випускаються 16 типів генераторів ГКШ-1–ГКШ-16, які відрізняються налаштуваннями камертонних фільтрів, які і визначають фіксовану частоту генератора. Генератор типу ГКШ призначений для генерування частотних кодових сигналів диспетчерського контролю, які передаються повітряними і кабельними лініями. Генератор розміщений у кожусі реле типу НШ. Генератор живиться від мережі однофазного змінного струму напругою 14 ± 2 В 50 Гц або від джерела постійного струму напругою $12 \pm 1,5$ В; струм споживання – не більше 100 мА. На даний час замість камертонних генераторів випускаються генератори контрольні штепсельні ГКШ, які виконані на базі мікроконтролера.

Призначення (аббревіатура) відповідних реле, які вмикаються в коло контролю пристроїв СЦБ на переїзній установці

Реле контролю пристроїв	Призначення
КМП	Повторювач реле КМ (контроль мигання)
ППВ	Повторювач реле В (увімкнення акустичної сигналізації та передача контролю стану переїзду засобами ДК)
ДСН	Реле подвійного зниження напруги
КНБ	Реле, яке контролює напругу акумуляторної батареї
А, А1, АА, АБ, АЩ	Аварійні реле змінного струму, які контролюють вимкнення джерел живлення
АБО, ББО, АО1, АО2, БО1, БО2	Вогневі реле, які контролюють обрив у колі увімкнення (перегорання) вогнів, несправний стан світлофорних світлодіодних головок переїзних світлофорів
О	Реле аварійної відмови
ПО	Повторювач вогневих реле червоних вогнів переїзних чи маневрових світлофорів – реле передаварійних відмов
У4	Повторювач реле управління
ЗУ	Контроль горизонтального положення брусів шлагбауму
ПА	Загальний контроль джерел живлення
ОАО	Контроль попереджувальних, загороджувальних та переїзних світлофорів (аварійні відмови)
ЗО1, ЗО2, ЗО3, ЗО4	Контроль вогневих реле загороджувальних світлофорів із одностиковими лампами (аварійні відмови)
ЗОН*	Контроль вогневих реле загороджувальних світлофорів із двостиковими лампами (передаварійні відмови)
ОПЗО	Реле контролю передаварійної відмови одного з попереджувальних світлофорів

Примітка. * N – номер загороджувального світлофора 1, 2, 3, 4.

Як приклад на рис. 3.37 наведено схему увімкнення генераторів на переїзній установці із прозоро-білими вогнями одноколійної та двоколійної ділянки.

На станції, з метою контролю стану переїзної установки, у колі контролю об'єктів монтують підсилювач УПДК-2 і приймач типу ПК5. На табло пульта управління чергового станції для кожної переїзної установки встановлюються три контрольні лампочки (рис. 3.38):

- білого кольору «ОП» у трафареті «відкритий» – контролює відкритий стан переїзду та горіння на переїзних світлофорах ламп прозоро-білого вогню (за їх наявності);

- жовтого кольору «КП» у трафареті «контроль переїзду» – контролює справний стан огороження переїзду зі сторони автодорожнього транспорту;

- червоного кольору «ЗП» у трафареті «закриття переїзду» – загоряється постійним світлом при вступі поїзда на ділянку наближення та справному стані контрольованих об'єктів.

На рис. 3.37 та 3.38 схеми увімкнення приладів диспетчерського контролю (ГКШ, УПДК-2, ПК-5) наведені у виді функціональних елементів.

При вільній ділянці наближення до переїзду та справному стані усіх контрольованих об'єктів біла та жовта лампочки горять постійним світлом, при несправних станах контрольованих об'єктів (передвідмовний стан) біла лампочка моргає, жовта – горить постійно.

При зайнятій ділянці наближення до переїзду та справному стані усіх контрольованих об'єктів біла та червона лампочки горять постійним світлом, при несправних станах контрольованих об'єктів (передвідмовний стан) біла лампочка моргає, червона – горить постійно.

При несправному стані сигналізації (аварійна відмова) червона та жовта лампочки моргають незалежно від стану ділянки наближення.

Контрольні коди та контрольовані об'єкти при світлофорній сигналізації та використанні апаратури ЧДК-80 наведено в табл. 3.2, 3.3.

Передача інформації про пошкодження кола подвійного зниження напруги необхідна, оскільки при знеструмленому реле ДСН на сигнальні лампи надходить знижена напруга, у результаті чого різко знижується видимість сигналів.

Роботу пристроїв переїзної сигналізації допускається контролювати самостійним колом без застосування приладів диспетчерського контролю за допомогою звичайних релейних схем (рис. 3.39).

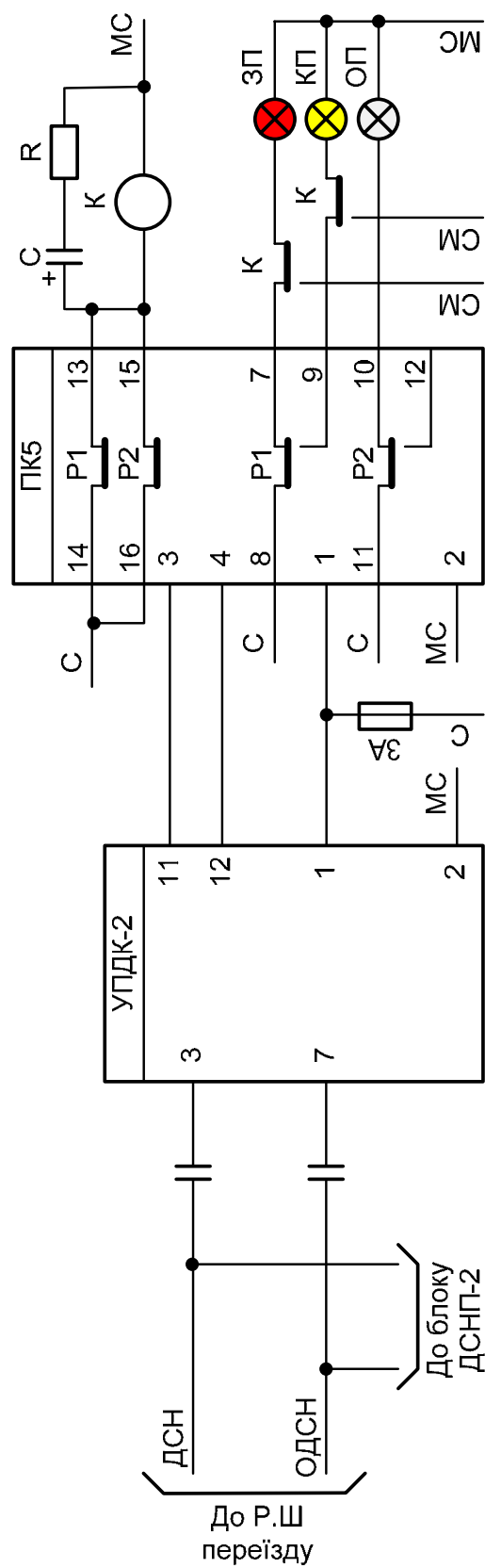


Рис. 3.38. Схема увімкнення приладів диспетчерського контролю та лампочок на пульті ДСП при застосуванні апаратури ЧДК

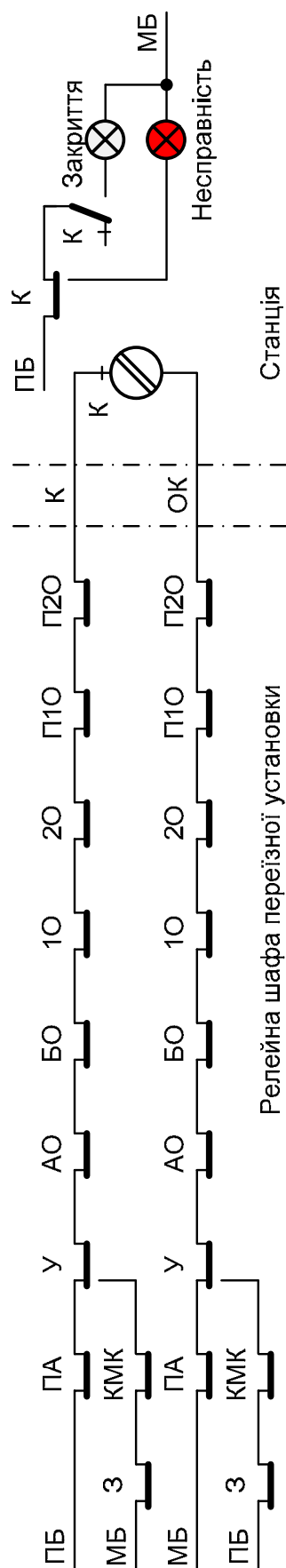
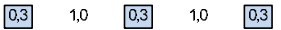


Рис. 3.39. Схема контролю пристроїв переїздної сигналізації з автошлагбаумами

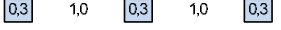
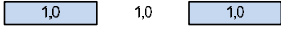
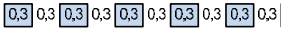
Таблиця 3.2

Генератор Г1 ГКШ (червона та жовта контрольні лампи)

Контрольний код	Замкнуті виводи ГКШ	Контроль
Код відсутній		Поїзда на ділянці наближення немає. Переїзд відкритий. Лами червоних вогнів переїзного світлофора справні
	53–61	Поїзд на ділянці наближення. Переїзд закритий. Лами червоних вогнів переїзного та загороджувального світлофора справні
	53–31; 43–41	Обрив кола ламп чи відсутність світіння головок переїзного світлофора А або Б. Контроль при вільних та зайнятих ділянках наближення

Таблиця 3.3

Генератор Г2 ГКШ (біла контрольна лампа)

Контрольний код	Замкнуті виводи ГКШ	Контроль
	53–61	Поїзда на ділянці наближення немає. Переїзд відкритий. Всі контрольовані об'єкти справні. Горить прозоро-білий миготливий вогонь
	53–61	Поїзда на ділянці наближення. Переїзд закритий. Лами червоних вогнів переїзного та загороджувального світлофора справні
	53–31; 43–41	Відсутність світіння головок переїзного світлофора А або Б, чи основної лампи маневрового світлофора. Контроль при вільних та зайнятих ділянках наближення
	53–31	Відсутнє основне живлення, або розряджена батарея, або знеструмилось реле ДСН. Контроль при вільних ділянках наближення
	53–31; 43–42	Несправна біла лампа світлофора. Контроль при вільних ділянках наближення. Брус шлагбаума не прийняв горизонтального положення
	53–31; 43–42–41	Несправний комплект мигання. Контроль здійснюється при вільних та зайнятих ділянках наближення

Між станцією та переїзною установкою організовується двопровідне коло К–ОК, у яке на станції вмикається контрольне реле К типу КШ, через його контакти на табло вмикаються дві лампочки. Якщо на переїзній установці всі пристрої справні та на ділянці наближення немає поїзда, через контрольне реле протікає струм прямої полярності – контрольні лампочки на табло не горять.

При вступі поїзда на ділянку наближення знеструмлюється реле У. Реле КМК під струмом. Тиловими контактами реле В і фронтовими контактами реле КМК через реле К протікає струм зворотної полярності, яке К перемикає поляризований якір. На табло загоряється лампочка «Закриття», яка сигналізує зайняття поїздом ділянки наближення та подачу на переїзд сповіщення про наближення поїзда. Контактими реле АО і БО перевіряється справний стан ламп переїзних світлофорів, контактами реле 1О, 2О, П1О і П2О – справний стан ламп загорджувальних світлофорів і їх повторювачів, контактом реле КМК контролюється робота реле М у імпульсному режимі, контактом реле ПА – наявність змінного струму та контактом реле З – закриття положення шлагбаума. При знеструмленні відповідного реле розривається коло живлення реле К і через його тиловий контакт загоряється лампочка, яка контролює справний стан пристроїв переїзної сигналізації. При зайнятій ділянці наближення та знаходженні реле З без струму також сигналізується про несправний стан пристроїв.

3.10. Пристрої відліку осей у системах переїзної сигналізації

За способом подачі команд на закриття переїздів для руху автомобільного транспорту їх можна розділити на дві категорії. В основу першої покладений спосіб фіксованої довжини, а другу становлять пристрої, які використовують спосіб фіксованого часу сповіщення про наближення поїзда до переїзду. Для фіксації вступу поїзда на ділянку сповіщення можуть застосовуватися два види датчиків – неперервні та точкові.

У типових рішеннях переїзної автоматики, які застосовуються на залізниці, увімкнення та вимкнення пристроїв фіксації вступу поїзда на ділянку сповіщення здійснюється у результаті впливу поїзда на

колійні датчики неперервної дії. Датчиками неперервної дії є рейкові кола, які здійснюють постійний контроль знаходження поїзда на ділянці наближення. При цьому для управління пристроями огородження використовуються існуючі рейкові кола автоблокування або кола, які спеціально влаштовані для передачі інформації на переїзд про наближення поїзда. Останнім часом для роботи переїзної автоматики стали широко використовуватися рейкові кола накладання тональної частоти.

Істотними недоліками рейкових кіл є залежність від опору ізоляції баласту; схильність впливу завад від тягового струму; потреба у встановленні додаткових ізолюючих стиків; відсутність можливості реалізації систем автоматики з фіксованим часом сповіщення. На відміну від рейкових кіл точкові колійні датчики володіють перевагами при їх використанні в системах переїзної автоматики.

Точкові колійні датчики в пристроях огородження автоматичної переїзної сигналізації знайшли застосування на залізницях Польщі, Німеччини, Швеції, США, Росії та інших країн. На залізницях України ще немає достатнього досвіду експлуатації точкових колійних датчиків у системах переїзної автоматики. Незважаючи на це, на підставі досвідної експлуатації та апробування в інших системах апаратури відліку осей, удалося зробити висновок про перспективне їх застосування, у тому числі і з іншою метою. При цьому створюється можливість реалізації систем як з фіксованою довжиною ділянки сповіщення (наближення), так і з фіксованим часом сповіщення про наближення поїзда до переїзду.

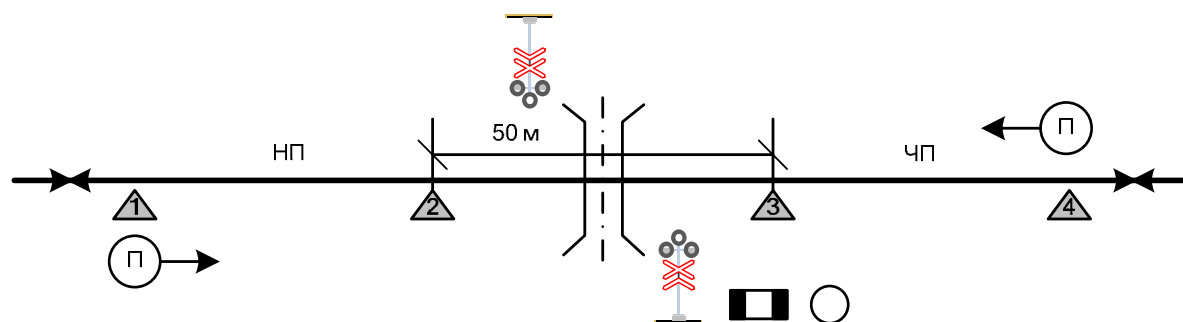
Розглянемо основні принципи застосування лічильників осей для переїзної автоматики на базі апаратури системи контролю ділянок колії методом відліку осей (ЭССО). Ця апаратура може застосовуватися для облаштування переїзної сигналізації залізничних переїздів як з черговим так і без чергового працівника, розташованих на перегонах одноколійних або двоколійних ділянок, з напівавтоматичним блокуванням, або на під'їзних коліях станцій у випадку неможливості використання рейкових кіл.

При використанні лічильників осей для заміни рейкових кіл у діючих пристроях переїзної сигналізації в існуючих схемах контакти колійних реле рейкових кіл замінюються на контакти повторювачів колійних реле самої системи. Крім того, у зв'язку з відсутністю

можливості втрати шунта при використанні ЭССО, виключаються з типової схеми увімкнення реле В, термоелемент і реле КТ.

Розглянемо схему розташування лічильних пунктів ЭССО переїздів, які розташовані на одноколійних і двоколійних ділянках, обладнаних за типовим альбомом (рис. 3.40, *a*, *b*) і альбому АПС-93 (при будівництві) (рис. 3.41, *a*, *b*). При переобладнанні переїзної автоматики, виконаної за альбомом ПС-9-74, з використанням ЭССО, контролюється одна колійна ділянка НП або ЧП, зайнятий стан якої подає команду на закриття переїзду, а вільний – на його відкриття.

a



b

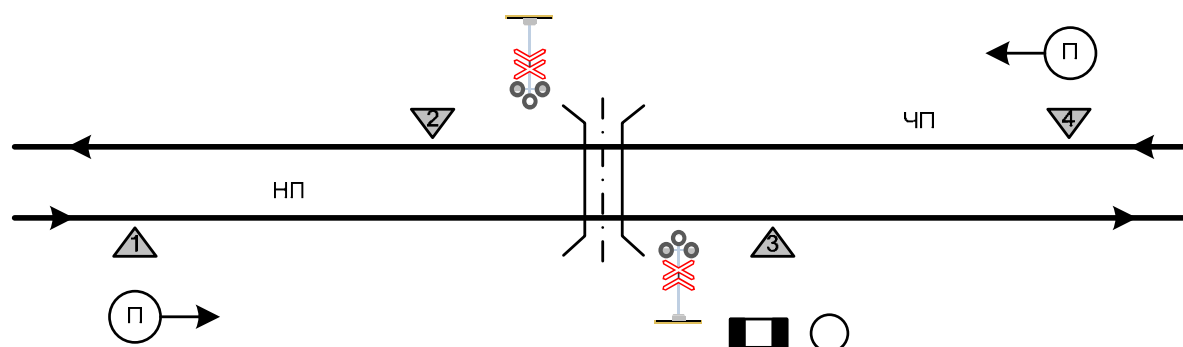


Рис. 3.40. Схема розміщення пунктів ЭССО на переїздах, обладнаних згідно альбому ПС-9-7:

a – для одноколійних ділянок; *b* – для двоколійних ділянок

При новому будівництві переїзної сигналізації з використанням ЭССО кількість колійних ділянок для контролю наближення та фіксації проходження приймають рівною чотирьом ділянкам, – для двоколійних ділянок (див. рис. 3.41, *b*) – НП, Н1П, Н2П, ННП для непарного напрямку руху поїзда або ЧП, Ч1П, Ч2П, НЧП для парного напрямку; для одноколійних ділянок (див. рис. 3.41, *a*) – АП, 1П, 2П, БП.

Застосування лічильних пунктів 1...5 та 6...10 для забезпечення контролю чотирьох ділянок колії на двоколійних ділянках дозволяє дати сповіщення на переїзд за необхідну відстань при русі поїзда як у правильному, так і у неправильному напрямках. Наявність можливості визначення напрямку руху в системі ЭССО дозволяє їй при русі поїздів у встановленому напрямку відкривати переїзд для руху автомобільного транспорту відразу після проходження поїздом переїзду (максимальна затримка на вимикання червоних вогнів переїзних світлофорів не більше 150 м), а при русі у невстановленому напрямку – після проходження поїздом переїзду та звільнення всіх контрольованих лічильниками осей ділянок колії з обох боків переїзду.

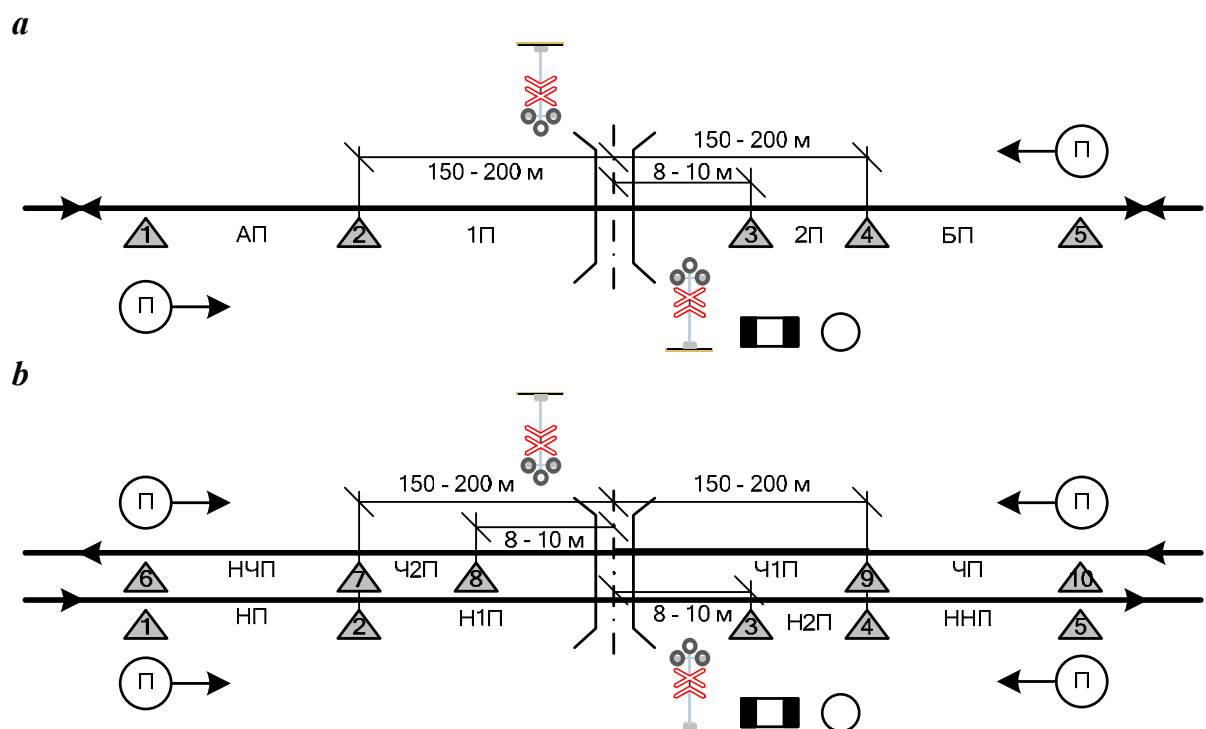


Рис. 3.41 – Схема розміщення пунктів ЭССО на переїздах, обладнаних згідно альбому АПС-93:

a – для одноколійних діляниць; *b* – для двоколійних діляниць

Системи відліку осей рухомого складу дають можливість автоматично підраховувати осі рухомого складу, які проходять через певні точки колії в будь-якому напрямку та за будь-який період часу, а також архівувати цю інформацію. Це дозволить мати інформацію про кількість вагонів, які перебувають у будь-який момент і на будь-яких

ділянках колії, наприклад, на приймально-відправних коліях, безстрілочних ділянках у горловині станції, у тупиках, на перегонах, тощо.

Лічильники осей застосовуються у наступних випадках:

- коли неможливо або недоцільно використовувати рейкові кола різних типів у зв'язку з низьким опором баласту;
- при металевих шпалах;
- при постійному і значному забрудненні поверхні головок рейок;
- при суттєвих завадах від тягової контактної мережі, промислових установок або ліній електропередач тощо.

В окремих випадках лічильники осей застосовуються разом з рейковими колами.

Система відліку осей забезпечує:

- постійний контроль вільного стану колій і стрілочних секцій будь-якої конфігурації (цілісність рейкових ниток не контролюється);
- стабільну роботу апаратури при перемиканні фідерів живлення;
- можливість вибіркового штучного відновлення вихідного стану апаратури пристроїв системи відліку осей після проведення робіт з технічного обслуговування, заміни апаратури чи після збою в роботі;
- можливість організації збору та накопичення інформації про роботу пристроїв, реєстрації подій і станів контрольованих колійних ділянок та стрілочних секцій за допомогою будь-якого персонального комп'ютера.

Існують наступні технічні рішення систем відліку осей:

- на перегонах, обладнаних напіваавтоматичним блокуванням (у тому числі й при ДЦ малодіяльних ліній), для контролю вільного стану перегону, перевірки прибуття поїзда в повному складі та автоматичного формування блок-сигналу «колійне прибуття»;
- на перегонах, обладнаних автоматичним блокуванням для контролю вільного стану окремих ділянок з розвідними чи металевими мостами, на яких не забезпечується ізоляція рейок від елементів пролітної будови;
- на станціях, обладнаних ЕЦ або пристроями ключової залежності стрілок і сигналів, для контролю вільного стану розгалужених і нерозгалужених ділянок колій станції;
- на перегінних переїздах при ПАБ і АБ, обладнаних переїзною сигналізацією, для контролю вільного стану ділянок сповіщення до переїздів і фіксації напрямку руху та проходження поїзда.

Для роботи пристроїв системи відліку осей не потребується встановлення ізолюючих стиків і дросель-трансформаторів на межах некодованих колійних ділянок і стрілочних секцій. Однак, при електричній тязі для забезпечення каналізації тягового струму встановлюють стикові та електротягові з'єднувачі. При автономній тязі такі з'єднувачі можуть не встановлюватися (крім кодованих ділянок).

У загальному випадку система містить у собі (рис. 3.42) пункт відліку осей (ПВО); колійний електронний модуль (КЕМ); кабельну лінію зв'язку (КЛЗ); постовий обчислювальний пристрій (ПОП); колійні реле (ПО); пульт штучного відновлення вихідного стану апаратури відліку осей (ПВВС); пристрій безперебійного живлення (ПБП).

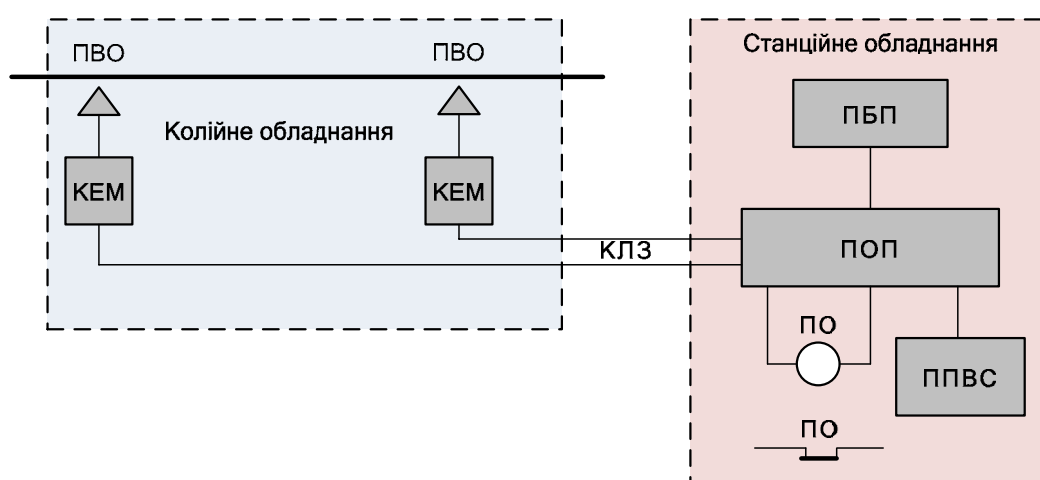


Рис. 3.42. Структурна схема системи відліку осей

Пункти відліку осей призначені для одержання первинної інформації про кількість осей рухомого складу (з урахуванням напрямку руху), які перебувають у межах контрольованих системою ділянок і секцій та передачі отриманої інформації на постовий обчислювальний пристрій. Кожен пункт відліку осей містить у собі колійний датчик і колійний електронний модуль.

Колійний датчик призначений для формування електричних сигналів у момент проходження над ним осі рухомого складу.

Колійний електронний модуль призначений для підрахунку кількості осей рухомого складу, які проїхали через пункт відліку з урахуванням напрямку руху та передачі отриманої інформації на постовий обчислювальний пристрій. Крім того, він контролює справний стан

колійного датчика та його правильне положення відносно головки рейки.

Під час проходження рухомого складу колійний датчик пункту відліку осей формує електричні сигнали, які несуть інформацію про факт проходження осі та напрямок руху. Сигнали колійного датчика надходять до колійного електронного модуля, який виконує підрахунок зафіксованих датчиком осей з урахуванням напрямку їх руху.

Оскільки постова апаратура ЭССО призначена для встановлення в опалювальних приміщеннях, то блоки постових обчислювальних пристроїв розміщуються на найближчій до переїзду станції. Довжина лінійного кола до найдальшого від станції лічильного пункту не повинна при цьому перевищувати 10 км.

Постовий обчислювальний пристрій неперервно та по чергово опитує пункти відліку осей, які, одержавши запит, передають йому інформацію про кількість осей, які проїхали і обробляє отриману інформацію та управляє роботою колійних реле.

У процесі роботи кожен колійний електронний модуль постійно самотестується, контролює працездатність колійного датчика, а також правильне положення датчика щодо рейки. У випадку несправного стану чи несанкціонованого демонтажу датчика, колійний електронний модуль переходить у захисний стан, що спричиняє вимикання відповідного колійного реле на посту ЕЦ.

У випадку збою в роботі будь-якого пункту відліку, колійні реле ділянок колії (секцій), які межують із ним залишаються без струму після їх фактичного звільнення рухомим складом. Для усунення хибної зайнятості колійних ділянок і стрілочних секцій передбачений пульт штучного відновлення вихідного стану пристроїв відліку осей. Пульт має групову кнопку штучного відновлення й індивідуальні кнопки для кожної колійної ділянки та стрілочної секції.

При використанні ЭССО в діючих пристроях переїзної автоматики у релейній шафі переїзду встановлюються повторювачі колійних реле контрольованих ділянок. Увімкнення цих повторювачів здійснюється кабелем зі станції, на якій установлений блок приймачів ЭССО, який контролює стан ділянок колії переїзду.

При новому проектуванні, з метою економії кабелю, прилади управління пристроями огороження переїзду для переїздів без чергового працівника розміщуються на станції, а в релейній шафі переїзду встановлюються тільки прилади, які необхідні для увімкнення

світлофорів переїзної сигналізації. У цьому випадку між станцією та переїздом прокладаються лінійні кола лічильних пунктів ЭССО, коло увімкнення сигналізації та коло увімкнення реле ДСН із провідниками ДСН і ОДСН. Контроль роботи АПС може бути здійснений за допомогою апаратури диспетчерського контролю або завдяки спеціальному фізичному колу.

Для прикладу розглянемо систему автоматичної переїзної сигналізації на базі відліку осей рухомого складу АПС САТЕП (Харків) [83], яка складається з підсистеми контролю колійних ділянок (ПСКПУ), підсистеми управління (ПСУ), підсистеми живлення (ПСП).

Підсистема управління на підставі інформації, яка надходить від підсистеми контролю колійних ділянок здійснює виконання логічних залежностей між сигналами автодорожніх світлофорів та світлофорів прикриття, управляє світловою й акустичною сигналізацією в зоні переїзду та контролює справний стан ламп на автодорожніх та залізничних світлофорах, контролює справний стан окремих вузлів і модулів підсистеми управління, виводить індикацію про результати контролю на пульт управління.

Енергопостачання підсистеми контролю колійних ділянок та підсистеми управління здійснює підсистема живлення. Пристрої, які огорожують залізничні переїзди відносяться до споживачів першої категорії і повинні отримувати електроенергію від двох незалежних фідерів. Крім того, підсистема живлення містить блок безперебійного живлення, який навіть у випадку короткочасної перерви в енергопостачанні одночасно у двох фідерах (до 20-ти хвилин) здатний підтримувати працездатний стан АПС переїзду. Безпосереднє живлення модулів підсистеми контролю колійних ділянок і підсистеми управління здійснюється від вторинних джерел живлення.

Апаратура автоматичної переїзної сигналізації розміщується в шафі управління. Місце розташування шафи – у безпосередній близькості від переїзду.

Зі сторони залізничних підходів переїзд огорожений чотирма світлофорами прикриття В1, В2, В3, В4 (двоколіїні дільниці, рис. 3.43). Світлофори прикриття щоглові, мають по дві світлофорні головки із червоними (забороняюче показання) та білими (дозвільне показання) світлофільтрами.

Місця встановлення точкових датчиків підсистеми контролю колійних ділянок обираються виходячи з наступних міркувань: датчики

повинні бути віднесені на максимально можливу відстань від переїзду для того, щоб привести у відповідність розрахункові та фактичні довжини ділянок наближення; при знаходженні залізничного рухомого складу на навантажувально-розвантажувальних коліях, в місцях, де можливий відстій вагонів, сповіщення на переїзд не передається.

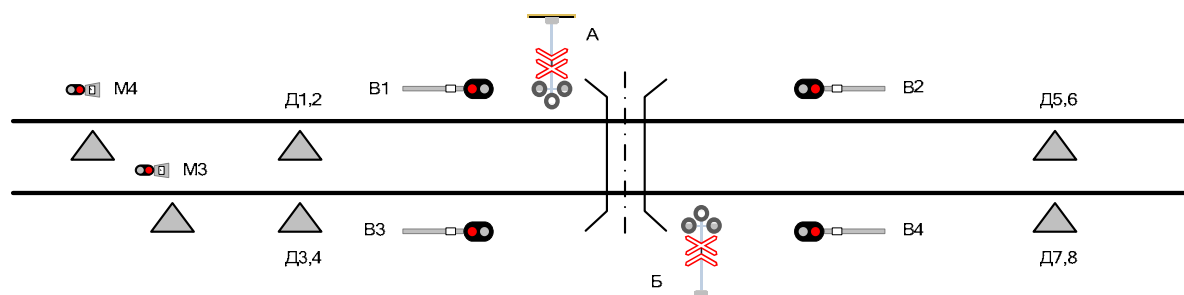


Рис. 3.43. Схематичний план переїзду АПС САТЕП

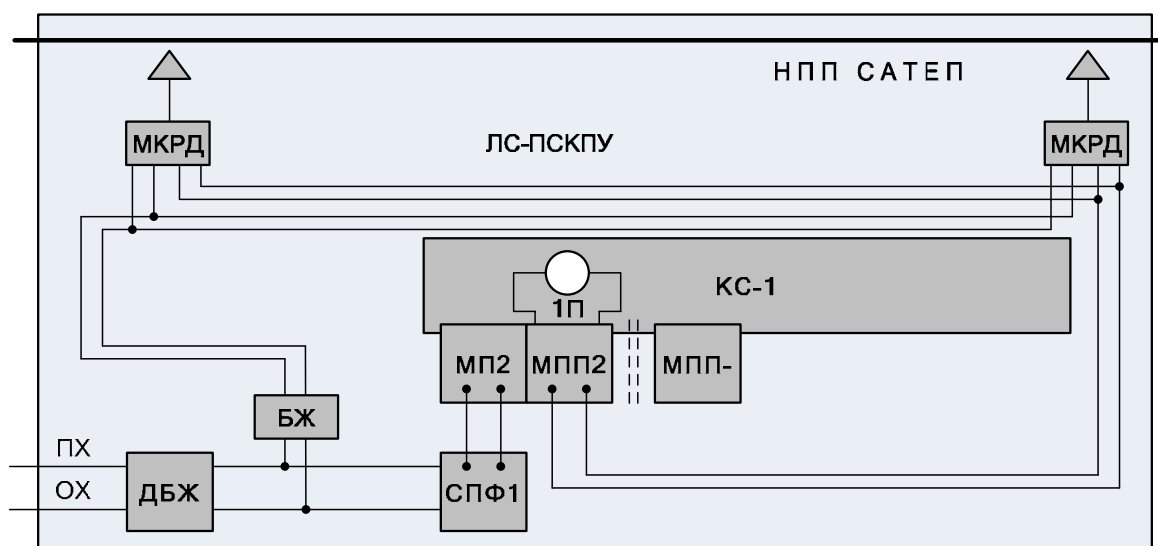
Підсистема контролю стану колійних ділянок ПСКПУ функціонує автономно, незалежно від режиму роботи підсистеми управління автоматичної переїзної сигналізації. Інформація про стан цієї підсистеми, а отже й про стан ділянок наближення, уводиться в підсистему управління контактами колійних реле та послідовним каналом (CAN-шина).

Структурну схему комплекту підсистеми контролю стану колійних ділянок для однієї нерозгалуженої ділянки наведено на рис. 3.44.

Апаратура електронної системи відліку осей містить у собі рейкові датчики (РД1) з комплектом кріплень ККРД-1, колійні мікропроцесорні контролери (МКРД1), модулі колійних приймачів (МПП-2), колійні реле та лінії зв'язку. Сукупність рейкового датчика та колійного електронного модуля є лічильним пунктом системи. Рейкові датчики з комплектом кріплень до рейок встановлюються без будь-яких змін у конструкції рейкової лінії відповідно до габариту колії та рухомого складу. Рейкові безконтактні індуктивні датчики призначені для фіксації осей рухомого складу. Колійні мікропроцесорні контролери МКРД1 розташовуються в безпосередній близькості від рейкового датчика (кабельна муфта, колійна коробка, кабельний ящик, релейна шафа тощо), довжина кабелю з'єднання між МКРД-1 та РД-1 обмежена та становить 4 м.

Мікропроцесорні контролери МКРД1 призначені для обробки інформації, яка надходить від чутливих елементів, відліку та зберігання

Модулі колійних приймачів (МПП-2) призначені для приймання та обробки інформації, яка надійшла від лічильних пунктів. За результатами обробки цієї інформації МПП-2 управляє колійним реле. Колійне реле перебуває під струмом тільки при вільній від рухомого складу ділянці колії та вимикається при її зайнятті, обриві чи короткому замиканні котушки чутливого елемента, обриві чи короткому замиканні лінії зв'язку рейкового датчика з мікропроцесорним контролером МКРД1, при відмовах його елементів і відмовах джерела живлення, при обриві чи короткому замиканні лінії зв'язку, при відмові постового обчислювального пристрою, будь-якого елемента схеми увімкнення реле. У якості колійного реле застосовується реле першого класу надійності.



Оскільки контроль стану колійних ділянок є відповідальною функцією, підсистема контролю колійних ділянок методом відліку осей виконана двоканальною. Датчики першого каналу мають непарні номери, датчики другого каналу – парні.

Джерело вторинного живлення (модуль живлення МП2) та модулі коїльних приймачів розміщуються в касеті КС-1. У цій же касеті

встановлюються також мікропроцесорні контролери підсистеми управління автоматичною переїзною сигналізацією переїзду.

Управління показаннями автодорожніх світлофорів та світлофорів прикриття здійснює підсистема управління (ПСУ), яка виконана з використанням релейно-контактних елементів першого класу надійності, характерних для більшості схем СЦБ. За відсутності рейкових рухомих одиниць у зоні переїзду, відсутності встановлених через переїзд маршрутів підсистема управління вмикає на світлофорах прикриття червоні вогні, а на автодорожніх світлофорах – білі миготливі вогні. Безпосереднє увімкнення ламп автодорожніх світлофорів А1, Б1 здійснюють реле 1ПІ й 2ПІ. Імпульсний (миготливий) режим живлення ламп світлофорів забезпечує комплект мигання, який побудований на маятниковому трансмітері МТ-2 та реле М, МЗ. Команди на увімкнення пристроїв, які огорожують залізничний переїзд сприймають реле 1ПІ, 1ПІ1 та 2ПІ, 2ПІ1. У вихідному стані реле отримують живлення через контакти колійних реле 1ПУ та 2ПУ. Команди на закриття переїздів формуються шляхом вимикання реле 1ПІ, 1ПІ1 та 2ПІ, 2ПІ1. Приймавши повідомлення, своїми тиловими контактами зазначені реле вмикають червоні миготливі вогні на автодорожніх світлофорах, а також формують команду на увімкнення дозвільних показань на залізничних світлофорах. Остання надходить на вхід блоку витримки часу БВВ, який формує сповільнення на відкриття світлофорів прикриття. Таке сповільнення необхідне для звільнення зони переїзду автомобілями, які вже вступили на переїзд у момент увімкнення переїзної сигналізації. Після закінчення розрахункового часу БВВ вмикає червоні та вмикає білі вогні на світлофорах прикриття. Справний стан ламп автодорожніх та залізничних світлофорів контролюють вогневі реле.

3.11. Мікропроцесорні системи автоматичної переїзної сигналізації

Існуючі системи автоматичної переїзної сигналізації (АПС) побудовані з використанням трьох або чотирьох рейкових кіл і релейної елементної бази. Об'єм апаратури на переїзді настільки великий, що доводиться розміщати її у двох-трьох релейних шафах. Значна кіль-

кість приладів вимагає чималих витрат на обслуговування системи. Надмірно високою виявляється також і споживана потужність системи. Усе це визначило потребу у модернізації або розробці нової системи автоматичної переїзної сигналізації. Альтернативою рейковим колам можуть служити пристрої відліку осей, а застаріла релейна елементна база може бути замінена сучасною електронікою на базі мікропроцесорів та мікроконтролерів.

Алгоритм роботи мікропроцесорної системи автоматичної переїзної сигналізації, переважно аналогічний алгоритмові роботи типової переїзної сигналізації. Лічильно-обчислювальні прилади здійснюють постійну діагностику системи, обмінюються даними між собою. У випадку одиночної відмови вимикається реле В. Крім того, постійно діагностується комплект миготіння та за його несправності вимикають реле КМ.

Основні функції мікропроцесорної системи автоматичної переїзної сигналізації:

- визначення напрямку руху рухомого складу на ділянках наближення;
- контроль логіки проходження колійних ділянок;
- управління виконавчими елементами переїзної автоматики;
- контроль стану технічних засобів переїзної автоматики (з архівуванням і протоколюванням);
- реалізація функцій віддаленого моніторингу (вбудована система збору даних).

Пристрої безперебійного живлення повинні забезпечити роботу приладів протягом не менше восьми годин при вимкнених джерелах зовнішнього енергопостачання.

Перевагами модернізованої мікропроцесорної автоматичної переїзної сигналізації з точковими датчиками є наступне:

- значне зниження кількості застосовуваного обладнання;
- відсутність рейкових кіл і їх елементів (приладів, дросель-трансформаторів, ізолюючих стиків, рейкових з'єднувачів тощо), а отже, і відсутність залежності працездатності системи від опору ізоляції баласту;
- зниження об'ємів виконуваних робіт з технічного обслуговування автоматичної переїзної сигналізації у першу чергу за рахунок відсутності рейкових кіл;

- підвищення захищеності автоматичної переїзної сигналізації від вандалів внаслідок відсутності елементів, які містять мідь;
- збереження працездатності системи при відключенні фідерів живлення за рахунок застосування пристроїв безперебійного живлення;
- можливість здійснення віддаленого моніторингу.

У даний момент проводяться роботи зі створення мікропроцесорних систем з резервуванням основних елементів автоматичної переїзної сигналізації.

Мікропроцесорна система автоматичної переїзної сигналізації, яка розроблена НПП САТЕП [83], працює під управлінням ЕОМ з використанням лічильників осей рухомого складу чи рейкових кіл.

Елементна база підсистеми управління (ПСУ) – промислові ЕОМ серверів, об'єктні контролери автодорожніх світлофорів МСКВ-АПС. Схемні рішення, алгоритми функціонування ПСУ в комплексі з високонадійною елементною базою забезпечують безпечну експлуатацію системи в штатних режимах. Склад технічних засобів підсистеми управління наведено на рис. 3.45.

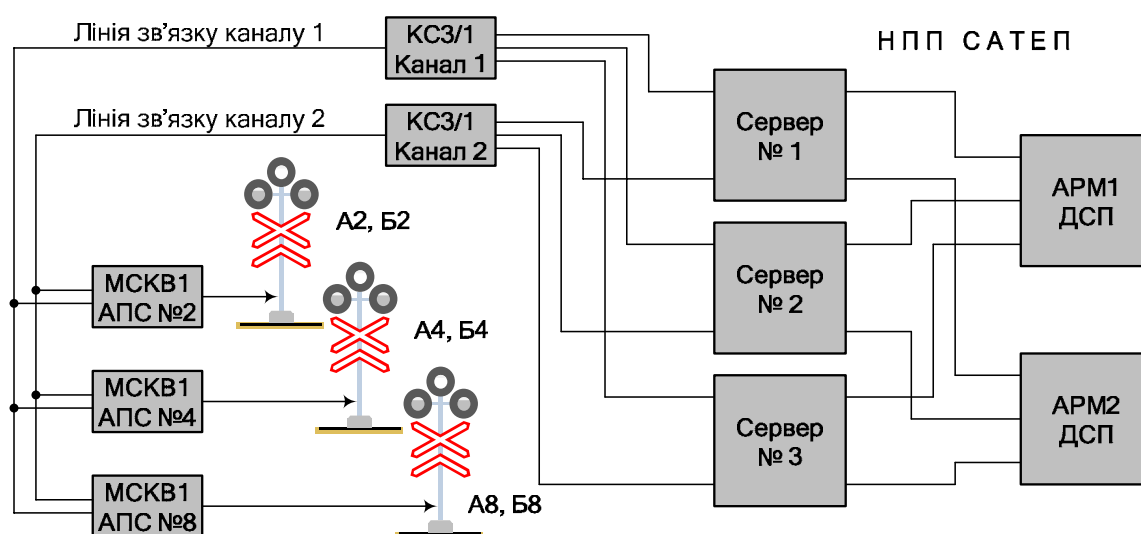


Рис. 3.45. Склад технічних засобів підсистеми управління мікропроцесорної системи автоматичної переїзної сигналізації НПП САТЕП

Постове обладнання підсистеми управління автоматичною переїзною сигналізацією містить автоматизовані робочі місця ДСП, сервери № 1–3, контролери зв'язку КСЗ/1. Колійні пристрої підсистеми

управління містять лінії зв'язку та об'єктні контролери переїзних світлофорів МКСВ-АПС.

Пристрої мікропроцесорної системи автоматичної переїзної сигналізації АПС-СО функціонують в автоматичному режимі, однак інколи виникає потреба у примусовому (ручному) закритті переїздів (увімкненні огорожувальних пристроїв автоматичної переїзної сигналізації). Команда на закриття може бути подана з робочого місця ДСП. Ця команда і команди, які формуються серверами відповідно до логіки роботи мікропроцесорної централізації чи блокування та алгоритмів роботи автоматичної переїзної сигналізації, передаються кожним сервером на відповідний вхід контролера зв'язку КСЗ/1. Контролери виконують функцію мажоритування – команда на адресу МКСВ-АПС передається тільки у випадку співпадіння команд, які формуються двома серверами. В іншому випадку ці команди контролерами КСЗ/1 ігноруються. Для увімкнення на автодорожніх світлофорах дозвільних вогнів (та підтримання такого показання) на адресу МКСВ-АПС повинні неперервно – із інтервалом 0,5 с двома каналами подаватись команди «Увімкнути дозвільний вогонь». Невиконання хоча-б однієї з цих умов спричинить увімкнення на світлофорі заборонних вогнів.

Увімкнення ламп автодорожніх світлофорів і дзвінків переїздів здійснюють об'єктні контролери МКСВ-АПС.

Іще однією системою є мікропроцесорна автоматична переїзна сигналізація (МП АПС) фірми RAILWAYAUTOMATIC (RWA) [61], яка призначена для:

- контролю ділянок наближення до переїзду за будь-якого типу колійного блокування, – як автоматичного, так і напівавтоматичного;
- управління приладами переїзної сигналізації переїздів, які знаходяться на одноколійних або на багатоколійних дільницях;
- передачі інформації про роботу переїзду та всіх передаварійних та аварійних відмовах переїзної сигналізації;
- запобігання зіткненням у зоні перетину автомобільної дороги із залізничною колією на одному рівні.

Метою розробки системи є підвищення безпеки руху поїздів і автодорожніх транспортних засобів на переїздах, здешевлення обслуговування, скорочення капітальних вкладень при новому будівництві, заміна технічно та морально застарілих пристроїв залізничної автоматики і телемеханіки.

МП АПС – система, яка складається із світлових сигналізаторів (світлофори залізничні та автомобільні), акустичних сигналізаторів, датчиків відліку осей (ділянка наближення) та пристроїв управління, які забезпечує увімкнення звукової та світлової сигналізації при зайнятті ділянки наближення рухомим складом.

Мікропроцесорна автоматична переїзна сигналізація забезпечує:

- управління автоматичною світлофорною сигналізацією;
- сповіщення машиніста залізничного рухомого складу про можливість прослідкування через переїзд;
- сповіщення користувачів автомобільної дороги про відкриття чи закриття переїзду для руху автодорожнього транспорту;
- сповіщення пішоходів про наближення рухомого складу до переїзду;
- контроль наявності рухомого складу в зоні переїзду із застосуванням елементів електронної системи відліку осей методом накладання на існуючі рейкові кола, що забезпечує запобігання відмов при наданні сповіщення про наближення поїзда до переїзду при сході ізольованих стиків на сигнальних установках при кодовому автоблокуванні;
- контроль стану технічних засобів.

МП АПС розроблена з урахуванням вимог забезпечення безпеки руху, має безпечні схеми вводу/виводу інформації та достатню захищеність у каналі зв'язку. Безпека забезпечується програмними та апаратними засобами на основі самодіагностики, кодування інформації та застосування схем із самоперевіркою.

Для зв'язку МП АПС із станційними пристроями може використовуватись фізична лінія СЦБ, магістральна лінія зв'язку, волоконно-оптична лінія зв'язку (ВОЛС) чи радіоканал.

МП АПС відноситься до класу малообслуговуваних систем і потребує перевірки за допомогою візуальної індикації тільки при першому увімкненні. Вона здійснює постійне самотестування, контроль справного стану входних, вихідних кіл та ліній зв'язку. Будь-яка несправність елементів МП АПС чи збій у роботі переводить її у стан захисної відмови та закриття переїзду.

ГЛОСАРІЙ

А

Аварія на залізничному транспорті

– транспортна подія, що призвела до зіткнення пасажирських або вантажних поїздів з іншими поїздами або рухомим складом залізничного транспорту, сходження рухомого складу в поїздах на перегонах і станціях, унаслідок яких від однієї до п'яти осіб травмовано і (або) пошкоджено рухомий склад залізничного транспорту до ступеня виключення його з інвентарного парку.

Автодорожні транспортні засоби – всі види автомобільного та гужового транспорту, а також інші машини й самохідні механізми, які рухаються автомобільною дорогою.

Автоматична локомотивна сигналізація як самостійний засіб сигналізації та зв'язку (АЛСО) або ЦАБ АЛСО – система, за якої рух поїзда на перегоні здійснюється за сигналами локомотивних світлофорів, а роздільними пунктами блок-ділянок є сигнальні знаки «межа блок-ділянки».

Автоматична світлофорна сигналізація – система, що складається

з переїзних світлофорів звукової сигналізації, електричних рейкових кіл і апаратури управління і яка забезпечує автоматичне включення сповіщення про наближення поїзда до переїзду та включення світлофорної і звукової сигналізації. Після проходження поїзда за переїзд і звільнення переїзду хвостом поїзда сигналізація вимикається автоматично. На окремих переїздах з автобусним рухом переїзна сигналізація доповнюється прозоро-білими мигаючими вогнями на переїзних світлофорах. На переїздах, що обслуговуються черговим працівником, автоматична світлофорна сигналізація застосовується спільно з автоматичними (напівавтоматичними) шлагбаумами чи іншими засобами огороження переїзду.

Автоматична світлофорна сигналізація – система, яка складається з переїзних світлофорів, акустичних сигналів, електричних рейкових кіл (ділянка наближення) і апаратури керування, яка забезпечує під час заняття поїздом ділянки наближення автоматичну подачу сповіщення на переїзд та автома-

тичне вмикання звукової та світлофornoї сигналізації.

Автоматичне блокування (АБ) – технічний засіб інтервального регулювання руху поїздів на міжстанційних перегонах за сигналами прохідних і локомотивних світлофорів.

Б

Байпас – режим живлення навантаження від джерела змінного струму в обхід пристроїв безперебійного живлення або інвертора.

Безпека – відсутність загрози життю, здоров'ю людей, майну, тваринам, рослинам і довкіллю, що перевищує граничний ризик.

Безпека руху – стан захищеності руху залізничного рухомого складу, який характеризується відсутністю граничного ризику виникнення транспортних подій і їх наслідків, які можуть заподіяти шкоду життю та здоров'ю громадян, навколишньому середовищу, майну фізичних або юридичних осіб.

Безпечність – властивість не становити й не створювати небезпеки.

Блок-ділянка – частина міжстанційного перегону за умови автоблокування або автоматичної локомотивної сигналізації, застосованого як самостійний засіб сигналізації та зв'язку, обмежена прохідними світлофорами (показчиками меж блок-ділянок) або прохідним світлофором (показником межі блок-ділянки) і станцією.

В

Вантажний поїзд – поїзд, призначений перевозити вантажі, маса та довжина якого не перевищує максимальну норму, встановлену гра-

фіком руху поїздів на ділянці прямування цього поїзда.

Ведення поїзда з особливою пильністю – постійна, підвищена увага локомотивної бригади до умов руху поїзда.

Вимоги безпеки – вимоги, встановлені нормативними документами та нормативно-правовими актами, виконання яких забезпечує належний рівень безпеки.

Вікно – час, протягом якого призупиняють рух поїздів на перегоні, окремих коліях перегону або станції для проведення ремонтно-будівельних робіт.

Г

Головні колії – колії перегонів, а також колії станцій, які є безпосереднім продовженням колій суміжних перегонів і, як правило, не мають відхилень на стрілочних переводах.

Головні колії – колії станцій, а також колії перегонів, що є безпосереднім продовженням колій суміжних перегонів і не мають відхилень на стрілочних переводах.

Господарчий поїзд – поїзд, сформований: із тягового локомотива або спеціального самохідного рухомого складу, який використовують як локомотив; вагонів, що виділені для спеціальних і технічних потреб залізниць; спеціального самохідного й несамохідного рухомого складу, призначеного для виконання робіт з утримування, обслуговування й ремонту споруд і пристроїв залізниць.

Графік руху поїздів – нормативно-технологічний документ, що регламентує роботу усіх підрозділів

залізничного транспорту з організації руху поїздів.

Д

Диспетчерська централізація (ДЦ)

– комплекс пристроїв, що включає апаратуру телеуправління з одного диспетчерського пункту пристроями електричної централізації (ЕЦ) ряду лінійних станцій дільниці залізниці та засоби контролю за станом пристроїв ЕЦ і систем інтервального регулювання руху поїздів на прилеглих до цих станцій перегонах.

Ділянка наближення – розташована перед переїздом ділянка колії, довжина якої визначається розрахунком у залежності від швидкості руху поїздів та довжини проїжджої частини переїзду, і обладнана рейковими колами для завчасного автоматичного сповіщення на переїзд про наближення до нього поїзда і автоматичного управління переїзною сигналізацією і шлагбаумами, якщо переїзд ними обладнаний.

Ділянка наближення до переїзду – ділянка колії, обладнана рейковими колами, розташована перед переїздом, довжину якої визначають розрахунком у залежності від швидкості руху поїздів і довжини проїзної частини переїзду, для завчасного автоматичного сповіщення на переїзд про наближення до нього поїзда, автоматичного керування переїзною сигналізацією й шлагбаумами, якщо переїзд ними обладнаний.

Додатковий шлагбаум – автоматичний (напівавтоматичний) шлагбаум, який разом з основним повністю перекриває проїжджу час-

тину автодороги. Опускання брусів додаткових шлагбаумів повинно здійснюватися з розрахунковою витримкою часу (відраховується з моменту початку опускання брусів основних шлагбаумів), що забезпечує звільнення переїзду автотранспортом, який почав рух до включення автоматичної світлофорної сигналізації. Підйом брусів додаткових шлагбаумів здійснюється після проходження поїзда за переїзд. Підйом брусів основних шлагбаумів здійснюється з контролем відкриття відповідних додаткових шлагбаумів у напрямку руху транспортних засобів.

Е

Електрична централізація стрілок і сигналів (ЕЦ)

– станційний комплекс пристроїв залізничної автоматики, що забезпечує централізоване управління стрілками і світлофорами та автоматичний контроль на апараті управління за положенням централізованих стрілок, станом світлофорів та рейкових кіл.

З

Загороджувальна бар'єрна установка – пристрій для запобігання в'їзду транспортних засобів на переїзд при закритих автоматичних (напівавтоматичних) шлагбаумах і включених червоних мигаючих вогнях на переїзних світлофорах.

Загороджувальна сигналізація –

1. Загороджувальні (для поїздів і маневрових составів) світлофори, які встановлені перед переїздом та керовані черговим по переїзду.
2. Загороджувальні світлофори (для поїздів і маневрових составів), встановлені перед переїздом та

керовані черговим по переїзду. Допускається як загороджувальні світлофори використовувати вхідні, вихідні, маршрутні, маневрові світлофори, а у діючих пристроях автоблокування і прохідні, перед-вхідні світлофори за умови обладнання їх необхідними залежностями, забезпечення видимості переїзду локомотивною бригадою з місця встановлення цих світлофорів та необхідної відстані від краю переїзного настилу. На переїздах двоколійних дільниць, обладнаних автоматичною світлофорною сигналізацією з прозоро-білими мигаючими вогнями, можуть установлюватись загороджувальні світлофори, що постійно горять для поїздів, які рухаються по неправильній колії. Загороджувальні світлофори можуть також встановлюватися на переїздах без чергового, що знаходяться на дільницях з диспетчерською централізацією.

Залізнична колія – дві рейкові нитки, що укладені одна від одної на визначеній відстані і прикріплені до шпал (брусів).

Залізничний переїзд – місце перехрещення дороги із залізничними коліями в одному рівні, обладнане потрібними пристроями, які забезпечують безпеку руху, поліпшують умови пропускання поїздів і транспортних засобів, проходження пішоходів, а також прогання худоби.

Залізничний транспортний засіб – технічний засіб, який приводиться в рух джерелом енергії (несамохідний), призначений для руху рейковими дорогами (залізницями) і використовується, щоб перемі-

щувати в просторі людей, вантажі і обладнання, призначене для виконання спеціальних функцій.

Залізничні транспортні події – події, що трапилися на залізничному транспорті та призвели до загибелі або травмування людей, пошкодження технічних засобів, вантажу, об'єктів залізничного транспорту, дезорганізації руху чи завдали шкоди довкіллю. Залежно від наслідків залізничні транспортні події класифікують таким чином: катастрофи, аварії, серйозні інциденти та інциденти.

І

Інструкція з технічного обслуговування переїзду – інструкція для обслуговування переїзду з черговим працівником, що складається власником залізничної колії та затверджується для кожного окремого переїзду.

Інтенсивний рух поїздів – розміри (частота) руху пасажирських та вантажних поїздів (у сумі) за графіком на двоколійних ділянках більше ніж 50 пар і одноколійних – більше ніж 24 пари на добу.

Інцидент на залізничному транспорті – транспортна подія, що виникла під час руху рухомого складу залізничного транспорту, але не закінчилася серйозним інцидентом.

К

Катастрофа на залізничному транспорті – транспортна подія з тяжкими наслідками, що призвела до зіткнення пасажирських або вантажних поїздів з іншими поїздами або рухомим складом залізничного транспорту, сходження рухомого складу в пасажирських або вантажних поїздах на перегонах і стан-

ціях, унаслідок яких одна або більше осіб загинули чи шість або більше осіб травмовано і (або) пошкоджено рухомий склад залізничного транспорту до ступеня виключення його з інвентарного парку в обсязі від трьох одиниць.

Керівник маневрів – працівник, котрий безпосередньо керує діями усіх осіб, які беруть участь у маневрах, без вказівки котрого машиніст локомотива, який проводить маневри, не має права приводити у рух локомотив.

Кола гарантованого живлення – об'єднані вихідні кола незалежних джерел живлення змінного струму та дизель-генератора. У цих колах не виключаються перерви напруги живлення апаратури при перемиканні з одного джерела живлення на інше.

Колійні пристрої електроживлення – пристрої електроживлення залізничної автоматики й телемеханіки, які розташовуються в шафах, ящиках і інших конструктивах зовнішньої установки зі споживаною потужністю, як правило, не більше 3 кВА.

Контроль – функція управління, яка полягає в перевірці виконання завдань об'єктами управління з метою отримання інформації щодо виконання завдань та вжиття своєчасних заходів для досягнення результату.

Л

Локомотив – тягова самохідна машина, призначена для пересування будь-якого залізничного рухомого складу.

М

Малодіяльні ділянки – ділянки з розмірами руху пасажирських і вантажних поїздів (у сумі) за графіком не більше 8 пар на добу.

Методи управління – сукупність способів та засобів впливу керівних суб'єктів на об'єкти управління для досягнення визначеної мети.

Міжпостовий перегін – перегін, обмежений колійними постами або колійним постом і станцією.

Міжстанційний перегін – перегін, обмежений станціями, роз'їздами та обгінними пунктами.

Модернізація переїздів – обладнання нерегульованих переїздів системами переїзної сигналізації або заміна фізично зношених і морально застарілих пристроїв переїзної сигналізації; переобладнання переїзду у зв'язку з переведенням його з категорії «без чергового» у категорію «з черговим», запровадження на переїзді сучасних технічних засобів для покращання стану безпеки руху.

Н

Нагляд – спостереження за дотриманням об'єктами управління вимог чинного законодавства із питань безпеки руху в процесі їх діяльності.

Надзвичайна ситуація – 1. Порушення нормальних умов життя і діяльності людей на об'єкті або території, спричинене аварією, катастрофою, стихійним лихом або іншими чинниками, що призвели (можуть призвести) до загибелі людей, тварин і рослин, значних матеріальних збитків та (або) завдали шкоди довкіллю. 2. Ситуація,

яку характеризує порушення нормальних умов життя й діяльності людей на об'єкті або території, спричинена аварією, катастрофою, стихійним лихом або іншими чинниками, що призвели (можуть призвести) до загибелі людей, тварин і рослин, значних матеріальних збитків та (або) завдали (можуть завдати) шкоди довкіллю.

Напіваавтоматичне блокування (НАБ) – система інтервального регулювання руху поїздів, при якій функції з відправлення і приймання поїздів виконуються як вручну, так і автоматично.

Незалежне джерело живлення – джерело живлення, на якому зберігається регламентована напруга при зникненні його на інших джерелах живлення електроприймачів.

Нерегульований переїзд – переїзд, не обладнаний пристроями переїздної сигналізації і його не обслуговує черговий працівник.

О

Об'єкти управління – елементи структури системи управління та виробничі процеси, на які спрямовано вплив суб'єктів функцій управління.

Обов'язки – нормативно закріплене коло дій, покладених на органи управління або працівників, які слід безумовно виконувати.

Оперативне реагування на транспортну подію – комплекс заходів, які здійснюються на різних рівнях управління – від міністерства до підприємства, після отримання інформації про виникнення події з метою оперативної ліквідації та мінімізації її наслідків, об'єктивного розслідування обставин та

причин, розроблення та вжиття заходів щодо запобігання їм у подальшому та контролю за виконанням таких заходів.

П

Пасажи́рський пої́зд – поїзд, призначений перевозити пасажирів, багаж і пошту, сформований з пасажирських вагонів.

Перегін – частина залізничної лінії, обмежена суміжними станціями, роз'їздами, обгінними пунктами або колійними постами.

Переїзна сигналізація – загальна назва різних типів сигналізації, які застосовуються на переїздах залізниць, – автоматична світлофорна сигналізація з автоматичними (напіваавтоматичними) шлагбаумами, автоматична світлофорна сигналізація. Переїзна сигналізація складається із світлофорної і звукової сигналізації, апаратури електричних рейкових кіл та апаратури управління сигналізацією, а на переїздах із черговим, крім того, – апаратури і пристроїв управління шлагбаумами.

Під'їзна колія – колія, призначена для обслуговування окремих підприємств, організацій, установ (заводів, фабрик, шахт, кар'єрів, лісо-, торфопереробок, електричних станцій, тягових підстанцій тощо), пов'язана із загальною мережею залізниць безперервною рейковою колією і належить залізниці чи підприємству, організації, установі.

Під'їзні колії – колії, призначені для транспортного обслуговування одного або кількох підприємств, організацій, установ, зв'язані із загальною мережею залізниць безперервною рейковою колією і нале-

жать залізниці чи підприємству, організації, установі.

Поїзд – 1. Сформований і зчеплений состав вагонів з одним або кількома діючими локомотивами чи моторними вагонами, що мають установлені сигнали. Локомотиви без вагонів, моторні вагони та спеціальний самохідний рухомий склад, що відправляються на перегін, вважаються поїздом. 2. Сформований й зчеплений склад вагонів з одним або кількома дієвими локомотивами чи моторвагонними вагонами, що мають встановлені сигнали.

Поїзний диспетчер (ДНЦ) – змінний працівник, який одноособово керує рухом поїздів на підпорядкованій йому залізничній дільниці.

Поїзний радіозв'язок – зв'язок, призначений для управління перевізним процесом шляхом ведення телефонних переговорів між посадовими особами, що пов'язані з рухом поїздів, а також обміну диспетчерською інформацією між об'єктами. Цим зв'язком користуються машиністи, помічники машиністів, поїзні-, локомотивні- та енергодиспетчери, чергові станцій, локомотивних депо та приймально-відправних парків, а також чергові на переїздах.

Поїзні сигнали – 1. Сигнали, застосовані для позначення поїздів, локомотивів та інших рухомих одиниць залізничного транспорту. 2. Сигнали, які застосовуються для означення поїздів, локомотивів та інших рухомих одиниць залізничного транспорту.

Показчик колійного загородження – сигнальний показник, що огорожує небезпечне місце.

Постові пристрої електроживлення – пристрої електроживлення залізничної автоматики, телемеханіки й зв'язку, які розташовуються в опалюваних службово-технічних приміщеннях (будинках, транспортбельних модулях і контейнерах).

Принципи управління – правила, якими керуються суб'єкти управління. Принципи управління визначають вимоги до системи, процесу та механізму управління.

Причини – дії, недогляд, події або умови чи їх поєднання, які призвели до аварії або інциденту.

Р

Регульований залізничний переїзд – переїзд, обладнаний пристроями переїзної сигналізації для водіїв транспортних засобів та пішоходів, або такий, що обладнаний шлагбаумами і його обслуговує черговий працівник. До регульованих не належать переїзди, на яких установлена система відеонагляду, але відсутні пристрої переїзної сигналізації.

Регульований переїзд – переїзд, обладнаний пристроями переїзної сигналізації, для водіїв транспортних засобів або такий, що обладнаний шлагбаумом, і його обслуговує черговий працівник.

Ризик – кількісна міра небезпеки, що враховує ймовірність виникнення негативних наслідків від здійснення господарської діяльності та можливий розмір втрат від них.

Ризик прийнятний – соціально, економічно, технічно і політично

обґрунтований ризик, що не перевищує граничнодопустимого рівня.

Ризик транспортної події – імовірність виникнення потенційно можливої транспортної події й пов'язаних з нею збитків під час виконання поїзної або маневрової роботи чи під час стоянки/відстоювання поїздів/вагонів.

Розслідування – комплекс заходів, який проводять з метою встановлення причин транспортних подій, що включає збір та аналіз інформації, підготовку висновків, установлення винних та розроблення рекомендацій щодо убезпечення руху поїздів.

Рухомий склад залізничного транспорту – сукупність усіх незнімних рухомих залізничних одиниць.

С

Світлофор – оптичний прилад залізничної сигналізації, за допомогою якого у будь-який час доби кольором передають на відстань накази, що прямо відносяться до руху поїздів.

Світлофорна сигналізація – 1. Пристрої залежності між переїзною сигналізацією і маневровими світлофорами. 2. Система переїзної сигналізації, яка може застосовуватись на під'їзних та інших коліях з маневровим характером переміщень рухомого складу при неможливості обладнання рейковими колами розрахункової довжини. Для огороження переїзду з боку залізничної колії встановлюються маневрові світлофори з червоним та прозоро-білим сигнальними вогнями, управління якими здійснюється складачами поїздів або ло-

комотивними бригадами, черговими по переїзду чи автоматично за допомогою короткого рейкового кола.

Серйозний інцидент на залізничному транспорті – транспортна подія, що виникла під час руху рухомого складу залізничного транспорту, яка могла призвести до аварії та (або) унаслідок якої рухомий склад залізничного транспорту пошкоджено до ступеня капітального ремонту.

Сигнал – умовний видимий чи звуковий знак, за допомогою якого подається певний наказ.

Сигналізація, централізація і блокування (СЦБ) – комплекс технічних засобів, за допомогою яких забезпечується необхідна пропускна спроможність ділянок залізниць та безпечний рух поїздів. За допомогою пристроїв СЦБ виконують автоматичний контроль стану ділянок залізниць з метою передачі усієї інформації локомотивним бригадам та іншим працівникам залізниць. За допомогою пристроїв СЦБ можливі автоматичне регулювання руху поїздів та дистанційне керування об'єктами залізничної автоматики на станціях та перегонах.

Сигнальний знак – умовний видимий знак, за допомогою якого подають наказ або вказівку певній категорії працівників. До сигнальних знаків належать граничні стовпчики, знаки, що означають межі станції, подавання свистка, вимикання й умикання струму тощо.

Сигнальні прилади – засоби візуального та слухового сповіщення,

призначенні для передавання сигналів.

Система безперебійного живлення – сукупність установок (устаткування) електроживлення, яке має у своєму складі резервні пристрої живлення, вихідні виводи якого з'єднані із вхідними виводами навантаження, що виключає перерви напруги живлення на цих виводах.

Система відео-нагляду – система нагляду і реєстрації, як складова комплексу технічних засобів для забезпечення безпеки руху на переїзді без чергового з автоматичними шлагбаумами, призначена для попередження і фіксації аварійних ситуацій на переїзді.

Система живлення з повним акумуляторним резервом – система електроживлення, до складу якої входить акумуляторна батарея, яка використовується у якості резервного джерела електроживлення всього навантаження при відключенні джерел змінного струму.

Система живлення із частковим акумуляторним резервом – система електроживлення, до складу якої входить акумуляторна батарея, яка використовується у якості резервного джерела електроживлення частини навантаження при відключенні джерел змінного струму.

Система управління – сукупність взаємопов'язаних або взаємодіючих елементів, яка дає змогу встановлювати та виконувати їх.

Система управління безпекою руху поїздів – комплекс заходів, які дають змогу персоналу Укрзалізниці, залізниць, підприємств та їх структурних підрозділів ефективно про-

водити роботу у сфері забезпечення руху поїздів.

Складач поїздів – змінний працівник, який керує маневрами відповідно до розпоряджень тільки одного з працівників – чергового по станції, маневрового диспетчера, чергового сортувальної гірки або парку, а на ділянках, що обладнані диспетчерською централізацією, – поїзного диспетчера.

Службове розслідування – комплекс заходів, які здійснюються у межах компетенції з метою уточнення причин і умов, що сприяли виникненню транспортної події, та виявлення винних у цьому осіб.

Спеціальний рухомий склад – сукупність незнімних рухомих одиниць на залізничному ході, призначених для будівельних, ремонтних і обслуговуючих робіт (снігоочисники, снігоприбиральні та щебнеочисні машини, баластери, колісукладачі, вантажопідйомні крани, дрезини тощо).

Сповіщальна сигналізація – 1. Система сигналізації, що складається з пристроїв подачі сповіщення на переїзд, щитка управління та звукових сигналів на переїзді. Доповнюється електричними шлагбаумами та переїзними світлофорами. 2. Система, яка складається з електричних рейкових кіл (ділянки наближення), пристрою подавання сповіщення на переїзд (кнопки на пульті управління у чергового по станції), щитка управління переїзною сигналізацією.

Станційні колії – 1. Колії у межах станції. 2. Колії у межах станцій, що визначені техніко-розподільчими актами цих станцій.

Станція – роздільний пункт з колійним розвитком, що дозволяє проводити операції з приймання, відправлення, схрещення й обгону поїздів, операції з приймання, видачі вантажів та обслуговування пасажирів, а за умови розвинених колійних пристроїв – маневрову роботу з розформування та формування поїздів і технічні операції з поїздами.

Суміщений рух поїздів – рух на одній лінії поїздів різних категорій: пасажирських і вантажних.

У

Управління безпекою руху – підготовка, прийняття та реалізація управлінських рішень щодо здійснення організаційних, технічних заходів, спрямованих на забезпечення руху, збереження здоров'я людей, майна та довкілля.

Управлінське рішення – акт цілеспрямованого впливу на об'єкт управління, що характеризує конкретну управлінську ситуацію і містить заходи, програму досягнення мети.

Ф

Фідер – лінія, яка підводить змінний струм до пристроїв живлення залізничної автоматики і телемеханіки від пристроїв електропостачання.

Функції управління – конкретні дії або сукупність дій, які забезпечують досягнення поставленої мети (завдань).

Х

Хибна зайнятість рейкових кіл – відмова в роботі рейкових кіл внаслідок обриву або відсутності стикових з'єднувачів, порушення ізоляції стрілочної гарнітури, порушення ізоляції ізолюючого стика, порушення регульовального режиму обслуговування персоналом та інші відмови.

Ч

Черговий станції (ДСП) – змінний помічник начальника станції, який одноособово розпоряджається прийманням, відправленням і пропусканням поїздів, а також іншим переміщенням рухомого складу на головних та приймально-відправних коліях станції (а де немає маневрового диспетчера – і на інших коліях).

Ш

Швидкісна лінія – ділянка залізниці, по якій рухаються швидкісні поїзди.

Швидкісний рух пасажирських поїздів – рух пасажирських поїздів зі швидкостями в інтервалах, км/год: 141–160 (прискорений рух), 160–200 (швидкісний рух) і понад 200 (високошвидкісний рух).

Шлагбаум – пристрій, який перекриває проїжджу частину автомобільної дороги для припинення руху транспортних засобів через залізничний переїзд.

Шунтова чутливість – властивість рейкового кола забезпечувати контроль зайнятого стану колійної ділянки у разі шунтування рейкової лінії.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. CENELEC EN 50126: Railway Application – The Specification and Demonstration of Reliability, Availability, Maintainability and Safety (RAMS). 1998. Применения на железнодорожном транспорте – Спецификация и демонстрация надежности, доступности.
2. CENELEC EN 50126-2: Railway Application – Dependability for Guided Transport Systems/ Part 2: Safety. 1999. Применения на железнодорожном транспорте – Согласованность для управляющих транспортных систем – часть 2. Безопасность.
3. CENELEC EN 50128: Railway Application – Communications, signaling and processing system – Software for Railway Control and Protection Systems. 2000. Применения на железнодорожном транспорте – Программное обеспечение для систем управления и обеспечения безопасности на железнодорожном транспорте.
4. CENELEC EN 50129: Railway Application – Safety-related Electronic Systems for Signaling. 2000. Применения на железнодорожном транспорте – Электронные системы железнодорожного управления и защиты, связанные с безопасностью.
5. European Railway Agency. ERAIL. Safety Indicators [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://erail.era.europa.eu>
6. Expert Group on Safety at Level Crossings [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.unece.org/trans/roadsafe/eg_level_crossings.html
7. Federal Railroad Administration, Office of Safety Analysis [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://safetydata.fra.dot.gov/officeofsafety/>
8. IEC 61508: 1-6. Functional safety of electrical /electronic/ programmable electronic safety – related system. 1998-2000. Функциональная безопасность электрических /электронных/ программируемых электронных систем безопасности.
9. Sobolev Y., Bojnik A. Principles of railway crossing signaling control using satellite systems of navigation//EASTEN-EUROPEAN JOURNAL ENTERPRISE TECHNOLOGIES. – 2003. – № 1.– P. 21–28.
10. Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте / А. А. Казаков и др. – М.: Транспорт, 1967. – 448 с.

11. Анализ состояния безопасности движения на железнодорожных переездах российских железных дорог за 12 месяцев 2011 года. / Открытое акционерное общество «Российские Железные Дороги», Управление пути и сооружений Центральной дирекции инфраструктуры филиала ОАО «РЖД» – М.: ОАО «РЖД», 2012. – 65с.
12. Аналіз стану безпеки руху на залізницях України за дев'ять місяців 2010 року // Державна адміністрація залізничного транспорту України. – К.: Головне Управління Безпеки руху і екології, 2011. – 79 с.
13. Архипов Е. В., Гуревич В. Н. Справочник электромонтера СЦБ. 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1999. – 351 с.
14. Бабков В.Ф. Дорожные условия и безопасность движения / В.Ф. Бабков. – М.: Транспорт, 1993. – 271 с.
15. Безпека дорожнього руху. Автомобільні дороги загального користування. Проект (схема) організації дорожнього руху на автомобільній дорозі: ДСТУ 218-03450778-092-2002. – [Чинний від 2001-01-01]. – Офіц. док. – К.: Держстандарт України, 2002. – 24 с. – (Національний стандарт України).
16. Березин М. А. Кодовая электронная автоблокировка // АТС. – 1995. – № 8. – С. 7–9.
17. Бойник А. Б. Диагностирование и прогнозирование состояния железнодорожной автоматики: Учебное пособие. – Харьков.: ХарГАЗТ, 2001. – 58 с.
18. Бойник А. Б. Перспективные системы автоблокировки на железнодорожном транспорте. – Харьков: ХарГАЗТ, 2000. – 25 с.
19. Бойник А. Б., Бойник В. В. Техническое усовершенствование перегонных систем железнодорожной автоматики. Вісник економіки транспорту і промисловості. – 2004. – Вип. 8. – С. 72–77.
20. Бойник А. Б., Коваленко Г. В., Макаренко Р. В. История развития перегонных систем железнодорожной автоматики // Заліз. трансп. України. – 2001. – № 4. – С. 40–43.
21. Бойник А. Б., Коваленко Г. В., Макаренко Р. В. Перспективные системы интервального регулирования движения поездов на перегонах // Заліз. трансп. України. – 2001. – № 6. – С. 23–25.
22. Бойник А. Б., Коваленко Г. В., Макаренко Р. В. Современные системы автоматической блокировки // Заліз. трансп. України. – 2001. – № 5. – С. 14–19.
23. Бойник А. Б., Кошевой С. В., Панченко С. В., Сотник В. А. Системы интервального регулирования движения поездов на перегонах. Учебное пособие. – Харьков: УкрГАЗТ, 2005. – 241 с.
24. Бойник А. Б., Самсонкин В. Н., Коваленко Г. В. Перегонные системы железнодорожной автоматики и перспективы их совершенствования. – Харьков: ХарГАЗТ, 2000. – 29 с.
25. Бойник, А. Б. Пути повышения безопасности на железнодорожных переездах [Текст] / А. Б. Бойник, А. А. Абакумов // Информ.-керуючі системи на заліз. трансп. – 2007. – № 4. – С. 90–95.

26. Бойнік Анатолій Борисович. Теоретичні основи ефективної експлуатації систем керування загороджувальними пристроями. Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук Харків – 2003.
27. Болжеларський Я. В. Аналіз прийнятої методики розрахунку часу сповіщення та ділянки наближення залізничних переїздів / Я. В. Болжеларський, О. М. Возняк, А. С. Куйбіда // ж. «Залізничний транспорт України». – К.: ДНДЦУЗ, 2012. – № 6. – С. 3 – 7.
28. Боронцев В. Б. Обеспечение безопасности движения на зарубежных железных дорогах // Ж.- д. трансп. Сер. Безопасность движения: ОИ/ЦНТИИТЭИ МПС. 1992. – Вып. 3–4. – С. 1–70.
29. Буралев Ю. В., Павлова Е. И. Безопасность жизнедеятельности на транспорте. – М.: Транспорт, 1999. – 200 с.
30. Варбанец, Н. Г. Повышение безопасности движения в местах пересечения железнодорожного и автомобильного транспортных потоков [Текст]/ Н. Г. Варбанец // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті – 2009. – № 3. – С. 30–32.
31. Возняк О. М. Особливості розрахунку часу сповіщення та ділянки наближення залізничних переїздів / О. М. Возняк, Я. В. Болжеларський, А. С. Куйбіда // [Безпека та електромагнітна сумісність на залізничному транспорті: Тези доповідей V Міжнародної науково-практичної конференції]. – Дніпропетровськ : ДНУЗТ, 2012. – С. 14–15.
32. Г. Г. Сидоренко та ін., Проблема забезпечення безпеки руху на залізничних переїздах України / Г. Г. Сидоренко, О. А. Никифорова, Н. П. Рябцева / «Транспортні системи та технології перевезень» // Збірник наукових праць ДНУЗТ ім. акад. В. Лазаряна. Вип. 7. 2014 р. – С. 61–64.
33. Гаврилюк В. И., Гончаров К. В. Влияние электрических и конструкционных параметров трансформаторного путевого датчика на его выходной сигнал // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2002. – № 6. – С. 6–9.
34. Галузева програма забезпечення безпеки руху на залізничних переїздах на 2011–2015 роки. [Текст]. – Киев: Укрзалізниця. – 2010 р.
35. Герасимов Ю. М., Шанайца П. С. Безопасность движения: состояние и актуальные задачи // Ж.- д. трансп. – 2000. – № 11. – С. 20–25.
36. Гержод, Ю. Аналіз стану безпеки руху, польотів, судноплавства в Україні за 2012 рік / Ю. Гержод, М. Горбаха, В. Коськовецький, Д. Міков, Д. Саламатнікова // Департамент безпеки і Мінінфраструктури – К.: Мінінфраструктури України, 2013. – 52 с.
37. Горбаха, М. Аналіз стану безпеки руху на автомобільному (загального користування, відомчому), міському електричному та залізничному транспорті, польотів на авіаційному транспорті, судноплавства на морському та річковому транспорті в Україні за 2013 рік / М. Горбаха, В. Коськовецький, Д. Міков, Д. Саламатнікова, І. Сулицька // Департамент безпеки Міністерства інфраструктури України – К.: Міністерство інфраструктури України, 2014. – 117 с.

38. ГОСТ Р 54898-2012. Системы железнодорожной автоматики и телемеханики на железнодорожных переездах. Требования безопасности и методы контроля. – М.: Стандартинформ, 2012. – 12 с.
39. Дмитриев В. Р., Смирнова В. И. Электропитающие устройства железнодорожной автоматики, телемеханики и связи: Справочник. – М.: Транспорт, 1983. – 248 с.
40. Дмитриев В. С., Минин В. А. Системы автоблокировки с рельсовыми цепями тональной частоты. – М.: Транспорт, 1992. – С. 182.
41. Забишний А. С. Методика оценки дорожных условий и возможности ДТП на участках дорог. – К., 1999, 22 с.
42. Зайцева Т. Н. Обеспечение безопасности на зарубежных железных дорогах // Ж.-д. трансп. Сер. Безопасность движения: ОИ/ЦНТИИТЭИ МПС. – 1998. – Вып. 1–2. – С. 24–58.
43. Зорин В. И. Современные системы обеспечения безопасности железнодорожного транспорта // Ж.-д. трансп. – 2000. – № 11. – С. 52–53.
44. Інструкція з улаштування та експлуатації залізничних переїздів ЦП-0174 : Затв. наказом Мін. транс. та зв'язку України від 26.01.2007 №54. Зареєстр. Мін. юстиції України 22.02.2007 №162/13429. – К. : [б. в.], 2007. – 68 с. – (Мін. транс. та зв'язку України. Укрзалізниця.)
45. Кириленко А. Г. Счетчики осей в системах железнодорожной автоматики и телемеханики: Учебное пособие / А. Г. Кириленко, А. В. Груша. – Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2003. ил.
46. Кішка С. П. Способи оцінки безпеки руху та аварійності на автомобільних дорогах / Світлана Петрівна Кішка // Вісник Національного транспортного університету. – К.: НТУ, 2012. – Вип. 26. стор. 162–167.
47. Кольер Дж. Системы, критичные по безопасности // IEEE Computing Control Engineering Journal. – 1991. – № 9. – С. 34–48.
48. Конвенция о дорожном движении. Конвенция о дорожных знаках и сигналах. ООН. – М.: Транспорт, 1970. – 120 с.
49. Кошевой С. В. Устройство сопряжения микропроцессорной техники с исполнительными реле железнодорожной автоматики и телемеханики // Межвуз. сб. научн. тр. / Харьк. ин-т инж. транс. – Харьков. – 1986. – Вып. 1. – С. 42–45.
50. Кравцов Ю. А., Нестеров В. Л., Лекута Г. Ф. Системы железнодорожной автоматики. – М.: Транспорт, 1996. – 400 с.
51. Кулик П. Д., Ивакин И. С., Удовиков А. А. Тональные рельсовые цепи в системах ЖАТ: построение, регулировка, обслуживание и устранение неисправностей, повышение эксплуатационной надежности. – К: Издательский дом «Мануфактура», 2004. – 288 с.
52. Лекута Г. Ф. Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте // «Автоматика и связь» / ЦНИИТЭИ МПС, 1987. – 21 с.
53. Леушин В. Б. Ограждающие устройства на железнодорожных переездах: Конспект лекций по дисциплине «Автоматика и телемеханика на перего-

- нах» для студентов специальности 210700 дневной и заочной форм обучения. – Самара: СамГАПС, 2004. – 48с.
54. Лисенков В. М. Статистическая теория безопасности движения поездов. – М.: ВИНТИ РАН, 1999. – 332 с.
55. Матеріали Першої сесії групи експертів UNECE. Expert Group on Safety at Level Crossings [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.unece.org/trans/roadsafe/eg_level_crossings_01.html
56. Меньшиков Н. Я., Королев А. И., Ягудин Р. Ш. Надежность железнодорожных систем автоматики и телемеханики. – М.: Транспорт, 1976. – 215 с.
57. Методика оцінки рівнів безпеки руху на автомобільних дорогах України: М 218-03450778-652:2008. – [Чинна від 2008-01-01]. – К.: Державна служба автомобільних доріг України (Укравтодор), 2008. – 49 с. – (Методика Укравтодор).
58. Методика проведення аудиторських перевірок з безпеки дорожнього руху на стадії експлуатації автомобільних доріг загального користування: М 03450778 – 700:2012. – [Чинний від 2012-01-01]. – К.: Укравтодор, 2012. – 63 с. – (Методика Укравтодору).
59. Методические указания И-228-94. Четырёхпроводная схема смены направления с защитой от подпитки проводов контроля свободности перегона от постороннего источника. Утв. МПС РФ письмом № ЦЩЦ – 23/9 от 01.08.95. – СПб.: ГУП ГТСС, 1996. – 35 с.
60. Методические указания по проектированию устройств автоматики, телемеханики и связи на железнодорожном транспорте И-276-00. Расчёт параметров работы переездной сигнализации / Утв. МПС РФ письмом № ЦШТех – 11/58 от 04.11.2000. – СПб.: ГУП ГТСС, 2000. – 35 с.
61. Микропроцессорная автоматическая переездная сигнализация (МП АПС). [Електронний ресурс]. –Режим доступу: <http://www.rwa.com.ua/resheniya/promyishlennyiy-zheleznodorozhnyiy-transport/mpaps.html>
62. Михайлов А. Ф., Частоедов Л. А. Электропитающие устройства и линейные сооружения автоматики, телемеханики и связи железнодорожного транспорта. Учебник для техникумов ж.-д. трансп. – М.: Транспорт, 1987. – 383 с.
63. Мусієнко, О. Аналіз стану безпеки руху на залізницях України у 2008 році / О. Мусієнко, В. Гусь, В. Крот // Державна адміністрація залізничного транспорту України. – К.: Головне Управління Безпеки руху і екології, 2009. – 108 с.
64. Мусієнко, О. Аналіз стану безпеки руху на залізницях України у 2009 році / О. Мусієнко, М. Кутняк, С. Ребриков, В. Крот // Державна адміністрація залізничного транспорту України. – К.: Головне Управління Безпеки руху і екології, 2010. – 92 с.
65. Мусієнко, О. Аналіз стану безпеки руху на залізницях України у 2011 році / О. Мусієнко, О. Ходаковський, С. Ребриков, В. Крот // Державна адміністрація залізничного транспорту України. – К.: Головне Управління Безпеки руху і екології, 2012. – 94 с.

66. Наказ ЦШ-14/244 від 04.05.2012р. Начальника Головного управління сигналізації і зв'язку Укрзалізниці. – К., 2012.
67. Нормативні акти з безпеки руху поїздів. Міністерство транспорту України. Державна адміністрація залізничного транспорту України. – К., 2004. – 223 с.
68. О. П. Кравченко, В. О. Осипов. До питання удосконалення методу оцінки рівня безпеки руху на окремих ділянках автодороги / Міжвузівський збірник «Наукові нотатки». – Луцьк, 2014. – Випуск № 45. – С. 301–307.
69. Орловська О. В., Болжеларський Я. В., Возняк О. М. Загальні принципи оцінки економічної ефективності заходів підвищення безпеки руху. Тези Міжнародної науково-практичної конференції імені засновника судової залізнично-транспортної експертизи, доктора технічних наук Сокола Едуарда Миколайовича «Безпека руху і наукові засади експертних досліджень транспортних пригод та інженерних споруд» 09–11 вересня 2015 м. Львів. – Дніпропетровськ : ДНУЗТ, 2015. – С. 19–20.
70. Перегонные системы автоматики: Учебник для техникумов и колледжей ж.-д. транспорта/ В. Ю. Виноградова, В. А. Воронин, Е. А. Казаков, Д. В. Швалов, Е. Е. Шухина : Под ред. В. Ю. Виноградовой. – М.: Маршрут, 2005. – 292 с.
71. Положення про систему управління безпекою руху поїздів в Державній адміністрації залізничного транспорту України. Наказ №818 від 14.09.2004. – К., 2004. с
72. Порядок проведення лінійного аналізу аварійності та оцінки умов безпеки руху на автомобільних дорогах: ГСТУ 218-03449261-099-2002. – [Чинний від 2003-07-03]. – К.: Державна служба автомобільних доріг України (Укравтодор), 2003. – 9 с. – (Галузевий стандарт Укравтодор).
73. Правила безпечної експлуатації пристроїв автоматики, телемеханіки та зв'язку на залізницях України. ЦШ-0030. Затв. Держ. адміністр. залізничного транспорту України від 17 листопада 2003 р. № 288-Ц. – К., 2004. – 155 с.
74. Правила безпечної експлуатації пристроїв автоматики, телемеханіки та зв'язку на залізницях України. ЦШ-0030. Затв. Держ.адміністр. залізничного транспорту України від 17 листопада 2003 р. № 288-Ц. – К., 2004. – 155 с.
75. Правила технічної експлуатації залізниць України. – К.: Міністерство транспорту України, 2002. – 133 с.
76. Применение аппаратуры ЭССО для контроля свободности путевых участков методом счета осей: Методические указания по проектированию устройств автоматики, телемеханики и связи на железнодорожном транспорте И–283–01. – СПб.: МПС; ГУП Гипротрансигнальсвязь. – 2001. – С. 42.
77. Путевая блокировка и авторегулировка / Н. Ф. Котляренко, А. В. Шишляков, Ю. В. Соболев, И. З. Скрыпин. – М.: Транспорт, 1983. – 408 с.
78. Рельсовые цепи магистральных железных дорог / В. С. Аркатов и др. – М.: Транспорт, 1992. – 384 с.

79. Самсонкин В. Н., Моисеенко В. И. Роль компьютерной техники в системе обеспечения безопасности движения // *Залізн. трансп. України*. – 2001. – № 2. – С. 45–46.
80. Самсонкін В. М., Бойнік А. А., Соколов О. Й., Удовіков О. О. Збірник нормативних документів з безпеки руху поїздів на магістральному залізничному транспорті України. Навчальний посібник.. Харків: ХФВ: «Транспорт України», 2002. – 124 с.
81. Самсонкін В. Н., Бойнік А. Б., Соколов О. Й. Безпека руху поїздів на залізничному транспорті: Навчальний посібник. – К.: КУЕТТ, 2004. – 170 с.
82. Сидоренко, Г. Г. Безпека руху на залізничних переїздах гарантія екологічної стабільності [Текст] / Г. Г. Сидоренко // *Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту : 74 Міжнародна науково-практична конференція*. – Дніпропетровськ: ДНУЗТ, 2014. – С. 357–358.
83. Система автоматической переездной сигнализации на базе счета осей подвижного состава (АПС САТЭП). [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.satep.com.ua/index.php?item=3&id=26>
84. Система контроля свободности участков пути методом счета осей (ЭССО): Руководство по эксплуатации РЭ00204–9809. – Екатеринбург: Научно-производственный центр Промэлектроника УрГУПС, 2000.
85. Системы железнодорожной автоматики и телемеханики / Ю. А. Кравцов и др. – М.: Транспорт, 1996. – 400 с.
86. Системы железнодорожной автоматики и телемеханики: Учеб. для вузов / Ю. А. Кравцов, В. Л. Нестеров, Г. Ф. Лекута и др.; Под ред. Ю. А. Кравцова. – М.: Транспорт, 1996. – 400 с.
87. Смит Д., Симпсон К. Функциональная безопасность (Простое руководство по применению стандарта МЭК 61508 и связанных с ним стандартов) / пер. с. англ. под ред. проф. И. Б. Шубинского – М.: Изд. Дом «Технологии», 2004. – 206 с.
88. Соболев Ю. В. Путевые преобразователи автоматизированных систем управления железнодорожного транспорта: Монография. Харьков.: ХФИ «Транспорт Украины», 1999. – 200 с.
89. Сороко В. И., Милюков В. А. Аппаратура железнодорожной автоматики и телемеханики: Справочник: в 2 кн. – 3-е изд. – М.: НПФ «Планета», 2000.
90. Степанов Н. М., Новиков М. А. Автоматическая сигнализация на переездах и искусственных сооружениях. Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1982. – 136 с.
91. Стислий довідник на елементи та пристрої залізничної автоматики. ЦШ-0036 : Затв. наказом Держ. адмін. залізн. транс. України від 23 .06 2005 № 175-Ц. – К. : [б. и.], 2005. – 238 с. – (Мін.транс. та зв'язку України. Укрзалізниця. Гол. упр. АТЗ).
92. Теег Г., Власенко С. Системы автоматики и телемеханики на железных дорогах мира: Учеб. пособие для вузов / Перечень авторов // Под. ред. Г. Теега, С. Власенка. – М.: Интекст, 2010 г. – 488 с.

93. Тимчасові технічні вказівки з експлуатації переїздів на ділянках залізниць України зі швидкостями руху 141–160 км/год. ЦП-0268 : Затв. наказом Держ. адмін. залізн. транс. України від 21.02.2012 № 058-Ц. – К. : [б. в.], 2012. – 38 с. – (Мін.транс. та зв'язку України. Укрзалізниця.).
94. Типовые материалы для проектирования 410003 – ТМП. Автоблокировка с тональными рельсовыми цепями и централизованным размещением оборудования АБТЦ-2000. Альбомы 1, 2, 4, 5. – СПб.: ГУП ГТСС, 2000.
95. Типовые материалы для проектирования 410407 – ТМП. Схемы переездной сигнализации для переездов, расположенных на перегонах при любых средствах сигнализации и связи АПС-04 / Утв. ОАО «РЖД» письмом ЦШТех – 11/25 от 31.01.2006 / Альбомы 1, 2, 3, 4. – СПб.: ГУП ГТСС, 2004.
96. Типовые материалы для проектирования. 410003 ТПМ. Автоблокировка с тональными рельсовыми цепями и централизованным размещением оборудования АБТЦ-2000. – Л.: ГУП Гипротрансигнальсвязь, 2000. – В 4-х томах.
97. Типовые проектные решения 501-05-11. Частотный диспетчерский контроль ЧДК-80.
98. Транспорт і зв'язок України 2013. Статистичний збірник. // Державна служба статистики України. – К.: ТОВ «Видавництво «Консультант», 2014. – 222 с.
99. Україна у цифрах у 2013 році. Статистичний збірник. / За редакцією О. Г. Осауленка // Державна служба статистики України. – К.: ТОВ «Видавництво «Консультант», 2014. – 240 с.
100. Устройство заграждения переезда // Экспресс – информация «Безопасность движения». Выпуск 4. – М.: ЦНИИТЭИ МПС, 1996 г.
101. Федоров Н. Е. Современные системы автоблокировки с тональными рельсовыми цепями: Учебное пособие. – Самара: СамГАПС, 2004. – 132с.
102. Федоров, Н. Е. Релейные и микроэлектронные системы интервального регулирования движения поездов [Текст] : учебное пособие для студентов специальности «Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте» / Н. Е. Федоров; М-во тр-та РФ, Федер. агентство жел.-дор. тр-та, Самарск. гос. акад. путей сообщ. В 2 ч. Ч. 1. – Самара : СамГАПС, 2006. – 167 с.
103. Харченко, Т. В. Стан безпеки руху при взаємодії різних видів транспорту [Текст] / Т. В. Харченко // Вестник ХНАДУ. – Харків, ХНАДУ, – 2010. – Вып. 50. – С. 93–96.
104. Цветов, Ю. М. Проблеми та основні напрямки реформування залізничного транспорту України [Текст] / Ю. М. Цветов, М. В. Макаренко, М. Ю. Цветов та ін. – Київ: КУЕТТ, 2007. – 222 с.
105. Частотный диспетчерский контроль / В. А. Шариков и др. – М.: Транспорт, 1969. – 180 с.
106. Чех Н. П. «Барьер – Автомат» – Устройство заграждения переезда / Чех Н. П., Скубак В. Ф., Цысь О. И, Лавров В. А. // Экспресс – информа-

ция, ж. «Путь и путевое хозяйство». Выпуск 4. – Москва, ЩИИТЭИ МПС, 1997г. – С. 1–7.

107. Шлагбаум автоматический переездный АШ-06 : Руководство по эксплуатации 22006.00.000РЭ. – Дніпропетровськ : ООО Светофоры, – 2000. – 16 с.
108. Эксплуатационные основы автоматики и телемеханики: Учебник для вузов ж.-д. транспорта / Вл. В. Сапожников, И. М. Кокурин, В. А. Кононов, А. А. Лыков, А. Б. Никитин; под ред. проф. Вл.В. Сапожникова. – М.: Маршрут, 2006. – 247 с.

Наукове видання

**Возняк Олег Михайлович,
Гаврилюк Володимир Ілліч**

Забезпечення безпеки руху на залізничних переїздах

Монографія

ЗА ЗАГАЛЬНОЮ РЕДАКЦІЄЮ Д-РА ФІЗ.-МАТ. НАУК, ПРОФ. В. І. ГАВРИЛЮКА

У авторській редакції
Комп'ютерна верстка *О. М. Гончаренко*

Формат 60×84 $\frac{1}{16}$. Ум. друк. арк. 16,39. Обл.-вид. арк. 16,43.
Тираж 300 пр. Зам. № 183

Дніпровський національний університет
залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 1315 від 31.03.2003 р.

Адреса видавця та дільниці оперативної поліграфії:
вул. Лазаряна, 2, Дніпро, 49010