

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Київський електромеханічний фаховий коледж



Цикловою комісією 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДЛЯ РОЗРАХУНКУ
КАБЕЛЬНОЇ МЕРЕЖІ НА СТАНЦІЇ ТА
СКЛАДАННЯ КАБЕЛЬНОГО ПЛАНУ СТАНЦІЇ
з навчальної дисципліни

«АВТОМАТИЗОВАНІ СТАНЦІЙНІ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ РУХОМ ПОЇЗДІВ»

для студентів усіх форм навчання фахової передвищої освіти
ступеня фаховий молодший бакалавр
спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»
Галузь знань 15 «Автоматизація та приладобудування»
Освітньо-професійна програма
«Системи автоматизації на транспорті»

Розробила викладач
Половко С.В.

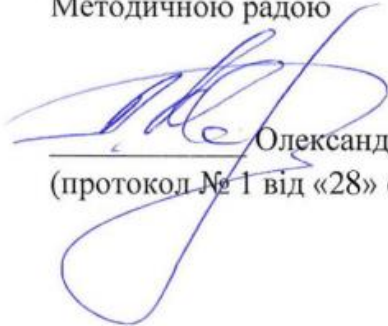
2023

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Київський електромеханічний фаховий коледж

ЗАТВЕРДЖЕНО

Методичною радою

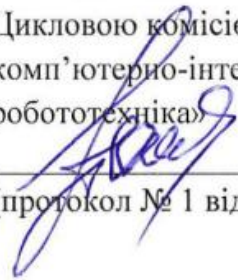


Олександр МАРЧЕНКО

(протокол № 1 від «28» серпня 2023 р.)

СХВАЛЕНО

Цикловою комісією «Автоматизація,
комп'ютерно-інтегровані технології та
робототехніка»



Світлана ПОЛОВКО
(протокол № 1 від «28» серпня 2023 р.)

Цикловою комісією 174 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані
технології та робототехніка»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДЛЯ РОЗРАХУНКУ КАБЕЛЬНОЇ МЕРЕЖІ НА СТАНЦІЇ ТА СКЛАДАННЯ КАБЕЛЬНОГО ПЛАНУ СТАНЦІЇ з навчальної дисципліни

«АВТОМАТИЗОВАНІ СТАНЦІЙНІ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ РУХОМ ПОЇЗДІВ»

для студентів усіх форм навчання фахової передвищої освіти
ступеня фаховий молодший бакалавр
спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»
Галузь знань 15 «Автоматизація та приладобудування»
Освітньо-професійна програма
«Системи автоматизації на транспорті»

Розробила викладач
Половко С.В.

Зміст

Вступ

1 Кабельні мережі. Загальні положення.

2 Мережа кабельна стрілочних електроприводів

3 Мережа кабельна світлофорів та маршрутних показчиків

3.1 Мережа кабельна світлофорів

3.2 Мережа кабельна маршрутних показчиків

4 Мережа кабельна рейкових кіл

4.1 Мережа кабельна релейних трансформаторів

4.2 Мережа кабельна живлячих трансформаторів

1 Кабельні мережі. Загальні положення.

1. Призначення та елементи кабельних мереж.
2. Типи кабелів, їх характеристика та маркування.
3. Апаратура кабельних мереж.
4. Визначення довжини кабелю.

Електричні кола керування і контролю станційними пристроями автоматики і телемеханіки проектуються кабельними мережами. Спочатку застосовувались повітряні КМ, але потім з'явилась електротяга, яка дуже впливала на повітряні КМ і виникла необхідність заховати кабелі під землю. Існують такі типи кабелів: силові; контрольні; зв'язкові; сигнальні – вони нас цікавлять найбільше. Кабелі можуть бути в оболонці металевій (свинець чи алюміній) або в пластмасовій. Доцільніше застосовувати кабелі з пластмасовою оболонкою по наступних причинах:

- менша вага;
- вища м'якість;
- не піддається впливу електричній (грунтовій) корозії;
- вищі ізоляційні властивості;
- дешевизна.

Оскільки кабелі відносно дорого коштують і є найбільш слабким місцем (в плані пошкоджень) ЕЦ, їх кількість повинна бути якомога меншою.

Кабельні мережі призначені для з'єднання з постом ЕЦ об'єктів керування і контролю. Всі кабельні мережі діляться на напільні (ЕП, світлофори і т. д.) та внутрішньопостові (апарати керування, панелі живлення, релейна апаратура). Розрізняють самостійні кабельні мережі для стрілочних ЕП (керування і контроль, обігрів та пневмоочистка), світлофорів (поїзних і маневрових), рейкових кіл (живлячих і релейних трансформаторів). Кабельні мережі станційних пристроїв крупних станцій з інтенсивністю руху понад 100 пар на добу проектують, як правило, так, щоб кола стрілочних ЕП, світлофорів і РК для парного і непарного напрямку включались по різних кабелях для уникнення виходу з ладу всієї горловини при пошкодженні окремих кабелів.

Проектування кабельних мереж здійснюється на основі двониткового плану станції, на якому: розставлені всі світлофори, ЕП, апаратура РК; нанесена траса прокладки магістрального кабеля. Кабельні мережі ЕП і світлофорів можуть проектуватись по одонитковому плану станції. Довжини кабелів до об'єктів керування і контролю визначаються розрахунком з врахуванням їх відстаней від поста ЕЦ чи іншого об'єкта (ординат).

Трасу магістрального кабелю, як правило, прокладають по узбіччю крайньої колії чи в міжколійях мало діяльних ліній, вільних від ліній електропостачання і повітропроводів для пневмоочистки стрілочних переводів, з врахуванням можливості застосування машин і механізмів при кабельних роботах. Траса, по можливості, повинна бути прямолінійною і паралельною до найближчої колії, при необхідності перетинати колії під прямим кутом. При цьому слід уникати прокладки кабеля під гостряками і хрестовинами стрілочних переводів, в шпальних ящиках, що розміщені ближче 1,5 м від стиків рейок і 3-х метрів від відсмоктуючих фідерів електрифікованих залізниць. Глибина прокладки кабеля вздовж колій і міжколій повинна бути не менше 0,8 м при віддаленні від ближньої рейки на 1,9 м. Під залізничними коліями ця глибина повинна бути не менше 1,05 м. Кабель прокладається «змійкою», без натягів. Взагалі трасу прокладки кабелю визначають комісійно (замовник,

проектувальник, власник території, по якій прокладають кабель). Ходять по горловинах станції і радяться, а потім затверджують трасу кабеля.

Сигнально-блокувальні кабелі (СБ) мають струмопровідні мідні жили з поліетиленовою ізоляцією в пластмасовій оболонці діаметром 0,9 мм поперечним перерізом 0,636 мм². Можуть використовуватись в температурному діапазоні -50÷60°C. Опір одного км такої жили при температурі 20°C становить 29 Ом. Раніше застосовувались кабелі з жилами діаметром 1 мм, але з метою економії кольорових металів їх випуск поступово припиняється. Бувають кабелі з простою скруткою жил ємністю 3, 4, 5, 7, 12, 16, 30, 33 і 42 жили. Частіше застосовуються кабелі з парною скруткою жил: 1×2 (2), 3×2 (6), 4×2 (8), 7×2 (14), 10×2 (20), 12×2 (24), 14×2 (28), 19×2 (38), 24×2 (48), 27×2 (54), і 30×2 (60).

Типів кабелю, що застосовуються: **в якості напільного** – СБПБ – сигнально-блокувальний з поліетиленовою оболонкою, броньований двома сталеймиими стрічками; СБПу – сигнально-блокувальний з потовщеною поліетиленовою оболонкою (замість броні потовщена оболонка); **в якості внутрішньопостового** – СБВГ – сигнально-блокувальний в полівінілхлоридній оболонці голий (без броні). На посту ЕЦ броня не важлива, а важливо те, щоб кабель погано горів при пожежі, тому вінілхлорид і тому без броні. Умовно кабелі позначаються так: СБПУ-24×2×0,9.

В кабельних мережах для групування однотипних об'єктів і економії кабелів використовують кабельну арматуру. До її складу входять: розгалужувальні муфти:

РМ – 4 - розгалужувальна муфта на чотири напрямки (один вхідний отвір, чотири вихідних отвори

4 колодки по 7 клем для розділення кабелю – можна розподілити 28 жил);

РМ – 7 - розгалужувальна муфта на сім напрямків (один вхідний отвір, сім вихідних отворів, сім

колодок по 7 клем для розділення жил кабелю, можна розподілити 49 жил);

РМ – 8 - розгалужувальна муфта на вісім напрямків (два вхідних отвори, вісім вихідних отворів, 16

колодок по 7 клем для розділення кабелю, можна розподілити 112 жил);

УПМ-24 - універсальна проміжна муфта на 24 жили (4 колодки по 7 клем, по одному вхідному і

вихідному отвору);

УКМ-12 - універсальна кінцева муфта на 12 жил (дві колодки по 7 клем, по одному вхідному і

вихідному отвору);

ТЯ-1 (2) - трансформаторні ящики по 4 отвори і: для ТЯ-1 – 9-15 клем, та ТЯ-2.



Рисунок 1 – Ящики трансформаторні ТЯ



Рисунок 2 – Муфти розподільчі

Також до кабельної арматури відносяться так звані бутлеги (біля ДТ). В залежності від застосування розгалужувальним муфтам РМ присвоюються такі позначення: Ст – в кабельних мережах ЕП; С – в кабельних мережах світлофорів; Р – релейних трансформаторів; П – живлячих трансформаторів. Кабель, що прокладено від поста ЕЦ до РМ називають груповим, а від РМ до об'єкта – індивідуальним. Довжина індивідуального кабелю не повинна перевищувати 200 м.

Місця установки муфт РМ визначають наступним чином (на прикладі стрілок). По ординатній лінійці визначають найближчий до поста ЕЦ привод і на його ординаті по трасі магістрального кабелю встановлюють муфту Ст. Від неї буде прокладено індивідуальний кабель до цього привода, і до тих, до яких довжина індивідуального кабелю не перевищить 200 м. Утворилась перша група приводів. Тепер з решти приводів вибирається знов найближчий до поста, і на його ординаті по трасі магістрального кабелю знову встановлюється муфта Ст. А далі все по аналогії. Ці муфти Ст будуть позначатися парними чи непарними цифрами, що зростають по мірі наближення до осі поста ЕЦ (Ст-1, Ст-3...) При складанні кабельної мережі слід врахувати, що повертатися від муфти назад до ординати посту ЕЦ не можна.

Необхідну кількість робочих жил групового і індивідуальних кабелів визначають розрахунками. У знову вкладаваних кабелях до 10 жил передбачають 1 запасну жилу, до 20 – 2, більше 20 – 3. Чітких вказівок по цьому питанню нема, отже, треба триматися «золотої середини» - щоб і не багато і не мало.

Довжину кабелю визначають по формулі:

$$L=(l+6n+l_1+l_3)\times 1,03\div 1,05 \text{ (м)},$$

де l – різниця ординат з'єднуваних об'єктів;

6 – довжина кабелю при перетині однієї колії і одного міжколійя, м;

n – кількість колій, що перетинає кабель;

l_1 – відстань від крайньої рейки до муфти чи шафи, від 3 до 5 м;

l_3 – запас на розподілення і пере розподілення кабелю, 3 м;

$1,03 \div 1,05$ – коефіцієнт, що враховує просадку ґрунту, повороти та згини кабелю, 3-5% від загальної довжини.

Отриману по цій формулі відповідь округляють до числа, що кратне 5 в більшу сторону. Тепер відома довжина кабелю.

У випадку, коли розраховують довжину кабелю, що прокладається від поста ЕЦ, до отриманого результату ще додають ще: 15м - для розподілу в кросовому приміщенні при кросовій системі монтажу; 25 м – без кросового монтажу (кабель з поля йде одразу на релейні стативи).

2 Мережа кабельна стрілочних електроприводів

1. Загальні положення кабельної мережі стрілочних ЕП.
2. Послідовність розрахунку кабельної мережі стрілок.
 - А) визначення довжини кабелю
 - Б) визначення кількості жил для лінійних проводів
 - Г) формула максимально допустимої довжини кабелю при заданому числі жил в прямому і зворотному проводах
3. Таблиці взаємозалежності між максимально допустимою довжиною кабелю і числом жил в ньому відповідно для 2-проводної та 5-проводної схем керування стрілками.
4. Електрообігрів стрілочних ЕП.
5. Автоматичну очистку стрілок.



Рисунок 1 – Муфта РМ та ящик трансформаторний ТЯ КМ Стрілочних ЕП

Кабельна мережа стрілок включає в себе наступні кола: керування і контролю положення стрілок; електрообігріву стрілочних приводів; керування автоматичною очисткою стрілок від снігу; місцевого керування стрілками. Для початку розглянемо основне - включення власне схеми керування і контролю положення стрілок. **Кількість проводів** від поста ЕЦ до стрілочного ЕП визначається за типовими схемами їх включення (2-х, 4-х, 5-ти, 9-типроводні). **Кількість жил в проводах** (запам'ятайте, що збільшенням кількістю жил в проводах ми збільшуємо поперечний переріз провода, а отже – зменшуємо його опір і падіння величини напруги в цьому проводі) залежить від схеми керування стрілкою, системи живлення, типу електродвигуна, довжини кабелю.

Відомо три системи живлення стрілочних ЕП: місцеве, центральне і магістральне. Для перших двох систем розрахунок довжини і кількості жил – однаковий. Місцеве живлення застосовується при РЦЦМ, центральне – для стрілок, віддалених від поста ЕЦ на відстань не більше 3 км, а також для стрілок типу Р-65 – 1/18 і перехресних Р-65 – 1/9, що віддалені на відстань не більше 2,6 км. Для стрілок, довжина кабелю до яких складає від 3 до 5 км, по умовам надійності роботи схеми застосовують магістральне живлення. Воно може бути

застосоване і для стрілок, що знаходяться ближче 3 км, але потребуючих значної кількості дублювання жил. Прокладають магістраль 220В і в неї включають приводи (12-15шт). Бажано вмикати в одну магістраль стрілки різних маршрутів (відомо для чого).

Розрахунок зводиться до:

А) визначення довжини кабелю по формулі (з попередньої теми);

Б) визначення кількості жил для лінійних проводів (тобто поперечного перерізу, необхідного для нормальної роботи схеми). Детальніше про дублювання: всі жили в кабелях мають стандартний діаметр і площину поперечного перерізу (0,9 – 0636 мм²). Чим довша жила, тим більше падає в ній напруга. Струму мало такого поперечного перерізу. Збільшити переріз можна дублюючи жили, по кінцях кабелю з'єднують, наприклад, 3 жили і струм рівномірно протікає по трьох жилах; площа перерізу стає втричі більшою – 1,908 мм².

Максимально допустиму довжину кабелю при заданому числі жил в прямому і зворотному проводах живлення об'єкта визначають за формулою

$$L_{\max} = \frac{\Delta U_{\kappa}}{r I_p} \cdot \frac{n_p n_o}{n_p + n_o},$$

де ΔU_{κ} – допустиме падіння напруги в кабелі, В;

r – опір 1 м мідної жили кабелю діаметром 0,9 мм – 0,029 Ом;

I_p – розрахунковий струм в проводі, А;

n_p, n_o – число жил в прямому і зворотному проводах.

Декілька слів про допустиме падіння напруги на прикладі двигуна МСП-025 160 В. Номінальна напруга нормальної роботи такого двигуна не повинна бути меншою 160 В, бо при меншій напрузі двигун не зможе потягти гостряки стрілки. З поста ЕЦ подається, наприклад 220 В. Скільки можна втратити вольт, поки дійдемо до привода? – правильно 60 В. Ці 60 В і є максимально допустимим падінням напруги в кабелі для даного типу двигуна.

Розрахунковий струм в колі залежить від типу стрілочного переводу, марки хрестовини і визначається по таблиці з інструкції ЦШ 0060 (з ТО). Для даного двигуна струм становить 2,5 А. Наприклад ми визначили по формулі з минулої теми, що довжина кабелю до ближньої стрілки становить 500 м. Спробуємо визначити чи вистачить по одній жилі в прямому і зворотному проводах. $60 / (0,029 \times 2,5) \times 1/2 = 413$ м. Видно, що по одній жилі в прямому і зворотному проводах вистачить тільки для тих стрілок, що розміщені на відстані 413 м і ближче до поста ЕЦ. Якщо Ви проведете розрахунок, наприклад, для 2-х прямих і 3-х зворотних жил, то побачите, що при такій кількості жил можна включати стрілки, що знаходяться на відстані до 546 м. Вам повинно бути зрозуміло, що якщо включити по 2-х прямих і 3-х зворотних жилах привод, що знаходиться на відстані більше 546 м, то падіння напруги сягне більше 60 В, а отже на двигун буде подано менше 160 В і він не зможе перевести стрілку.

Але при виконанні КП не потрібно буде вираховувати відстань залежно від жильності. В таблицях 9.5 і 9.6 показано взаємозалежність між максимально допустимою довжиною кабелю і числом жил в ньому відповідно для 2-провідної та 5-провідної схем керування стрілками.

Таблица 9.5

Характеристика привода и стрелочного перевода	Сечение жил кабеля, мм ²	Максимально допустимая длина кабеля, м, в зависимости от числа жил кабеля к приводу одиночной или первой из спаренных стрелок (между спаренными стрелками)											
		2(5)	3(6)	4(8)	5(9)	6(11)	7(12)	8(14)	9(15)	10(17)	11(18)	12(20)	13(21)
Одиночный Р50 (1/9, 1/11); P=1078; l=1,5; t=2,7; R=37,4	0,78	800	1060	1590	1910	2380	2720	3180	—	—	—	—	—
	0,63	630	850	1270	1530	1900	2170	2540	2980	—	—	—	—
Одиночный Р65 (1/9, 1/11), поворотный сердечник Р65 (1/11), гибкий сердечник Р65 (1/18); P=1568; l=1,7; t=3; R=32	0,78	680	910	1360	1630	2040	2330	2720	3180	—	—	—	—
	0,63	540	730	1090	1300	1630	1860	2170	2480	2700	—	—	—
Одиночный Р50 (1/18), Р65 (1/11), гибкие острия, перекрестный Р50 (1/9, 1/11); P=2058; l=1,9; t=3,4; R=29	0,78	620	830	1240	1500	1860	2120	2480	2760	3000	—	—	—
	0,63	500	660	1020	1200	1500	1700	2000	2200	2400	2600	—	—
Одиночный Р65 (1/18), перекрестный Р65 (1/9), гибкий сердечник Р65 (1/11); P=2940; l=2,35; t=3,4; R=23	0,78	490	660	980	1170	1470	1680	1960	2200	2500	2670	—	—
	0,63	390	520	800	940	1180	1340	1570	1730	1960	2140	2350	2500

Вибираємо наш тип переводу (поодинокий Р65; 1/9, 1/11) переріз жил (0,63). Тепер дивимось – при жильності 2 (між спареними 5) максимальна довжина кабелю становить 540 м. При жильності 4(8) можна включити ті приводи, для включення яких потрібен кабель не довший ніж 1090 м.

Таблица 9.6

Характеристика привода и стрелочного перевода	Длина кабеля, м, в зависимости от числа жил													
	5	6	8	10	11	13	15	16	18	20	21	23	25	
Одиночные Р50 (1/9, 1/11); $P=110$; $l=1,4$; $t=4,15$; $R=28$	1200	1440	1800	2400	2700	3080	3600	3900	4300	—	—	—	—	
	960	1150	1440	1920	2160	2460	2880	3120	3440	3840	—	—	—	
Одиночные Р65 (1/9, 1/11), поворотный сердечник Р65 (1/11), гибкий сердечник Р65 (1/18); $P=160$; $l=1,45$; $t=4,2$; $R=25$	1060	1260	1580	2120	2380	2700	3170	3450	3770	4230	—	—	—	
	850	1010	1260	1700	1900	2160	2540	2760	3020	3380	3670	3960	—	
Одиночные Р50 (1/18), Р65 (1/11), гибкие острия, перекрестные Р50 (1/9, 1/11); $P=210$; $l=1,5$; $t=4,25$; $R=22$	940	1130	1420	1880	2110	2400	2810	3060	3360	3750	4000	—	—	
	750	900	1140	1500	1690	1920	2250	2450	2690	3000	3200	3470	3750	
Одиночные Р65 (1/18), перекрестные Р65 (1/9), гибкий сердечник Р65 (1/11); $P=300$; $l=1,65$; $t=4,3$; $R=13$	580	700	870	1160	1300	1500	1730	1960	2100	2310	2460	2660	2890	
	460	560	700	930	1040	1200	1380	1570	1680	1840	1970	2130	2300	

Аналогічно користуються таблицею для визначення кількості жил для ЕП з двигунами змінного струму. Тут, між спареними стрілками проводів потрібно стільки ж, скільки і до першої спареної.

По лінійних проводах 5-провідної схеми керування жили кабеля розподіляються згідно таблиці 9.7.

Таблиця 9.7

Номер провода схемы	Дублирование проводов схемы в зависимости от жилности кабеля											
	6	8	10	11	13	15	16	18	20	21	23	25
1	1	2	2	2	3	3	3	4	4	4	5	5
2	1	1	2	2	2	3	3	3	4	4	4	5
3	1	2	2	2	3	3	3	4	4	4	5	5
4	1	1	2	2	2	3	3	3	4	4	4	5
5	2	2	2	3	3	3	4	4	4	5	5	5

Електрообігрів стрілочних ЕП здійснюється від резисторів потужністю 25 Вт на напругу 26 В, що підключаються до вторинної обмотки трансформатора ПОБС-5А. Первинна обмотка трансформатора з поста ЕЦ отримує живлення 220 В. Максимально допустиме падіння напруги для цієї схеми становить 70 В. До одного трансформатора дозволяється підключити резистори п'яти приводів.

Таблиця 9.8

Стрелка	Длина кабеля, м, между трансформатором ПОБС-5А, и приводом стрелки при двух жилах и напряжении на первичной обмотке ПОБС-5А, В							
	220	210	200	190	180	170	160	150
Одиночная	180—410	145—360	105—315	70—265	—	—	—	—
Спаренные*	65—220	45—195	25—170	5—145	—	—	—	—
	140—60	140—60	140—60	140—60	—	—	—	—
Одиночная и спаренная	—	—	—	—	70—265	35—210	10—170	70—125

* В числителе — длина кабеля до первой стрелки, в знаменателе — между спаренными стрелками.

Розрахунковий струм, що споживається первинною обмоткою трансформатора ПОБС-5А в залежності від числа включених ЕП приводиться.

Число стрелок с обогревателем	1	2	3	4	5
Расчетный ток первичной обмотки ПОБС-5А, А	0,21	0,36	0,57	0,83	1,1

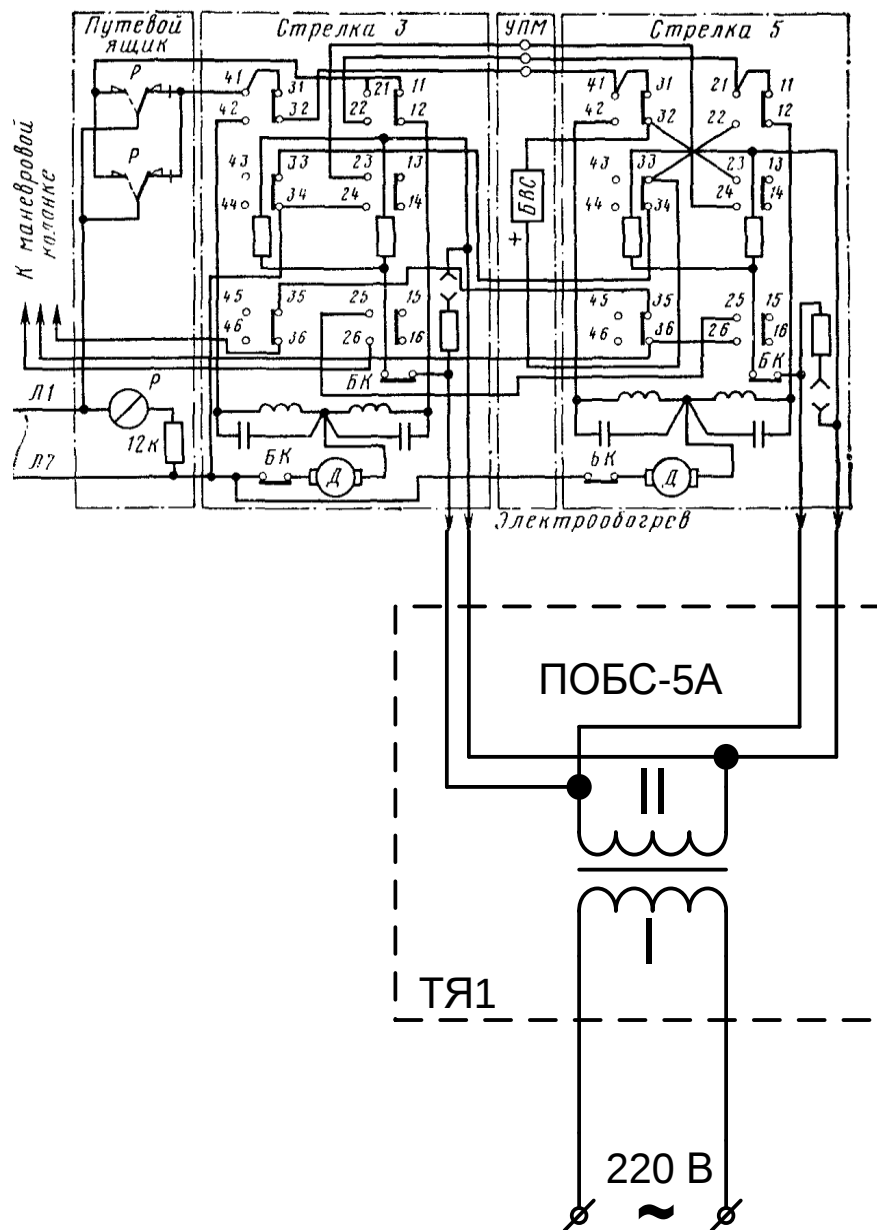


Рисунок 2 - Схема ввімкнення трансформатора ПОБС-5А в схему керування стрілкою

Згідно таблиці 9.8 резистори спарених стрілок чи двох одиночних, що включені по одному кабелю послідовно при напрузі на первинній обмотці від 220 до 190 В, включаються у вторинну обмотку по двох жилах кабелю паралельно, а при напрузі від 180 до 150 В – у вторинну обмотку по двох жилах кабелю, що прокладені до кожного привода окремо.

Автоматичну очистку стрілок від снігу на крупних станціях можна виконувати по двохпрограμній системі:

- циклічна послідовна очистка всіх стрілок станції;
- вибіркова очистка будь-якої стрілки станції.

Дальність керування ЕПК без дублювання жил кабелю визначається за формулою:

$$L = \frac{\Delta U_{\kappa}}{2IR}$$

де ΔU_{κ} – допустиме падіння напруги, 60 В;

I – струм спрацювання ЕПК, 0,055 А;

R – опір 1 км жили 0,9 мм, 29 Ом.

Тоді $L=60/2*0,055*29=18,5$ км. При одночасному включенні двох ЕПК – 9 км.

Якщо стрілка має подвійне керування, то кількість проводів визначається по принципових схемах.

При складанні схеми кабельної мережі враховують ємність кабелів, кабельної арматури і максимальне віддалення ЕП від розгалужувальних муфт, яке не повинне перевищувати 200 м.

Розрахунки для приведеної горловини станції враховують застосування привода СП-6, двигуна МСП-0,15 (160 В), центрального живлення 220 В, 2-проводної схеми керування з жилами 1 мм (0,785 мм²).

Розрахунок полягає у визначенні кількості жил кіл керування і контролю стрілок; кіл автоматичної очистки стрілок від снігу (цифри проставляють під кабелем, а над ним – загальну кількість жил з врахуванням запасних). Розрахунки слід починати з визначення довжин магістральних і індивідуальних кабелів з використанням ординат стрілок.

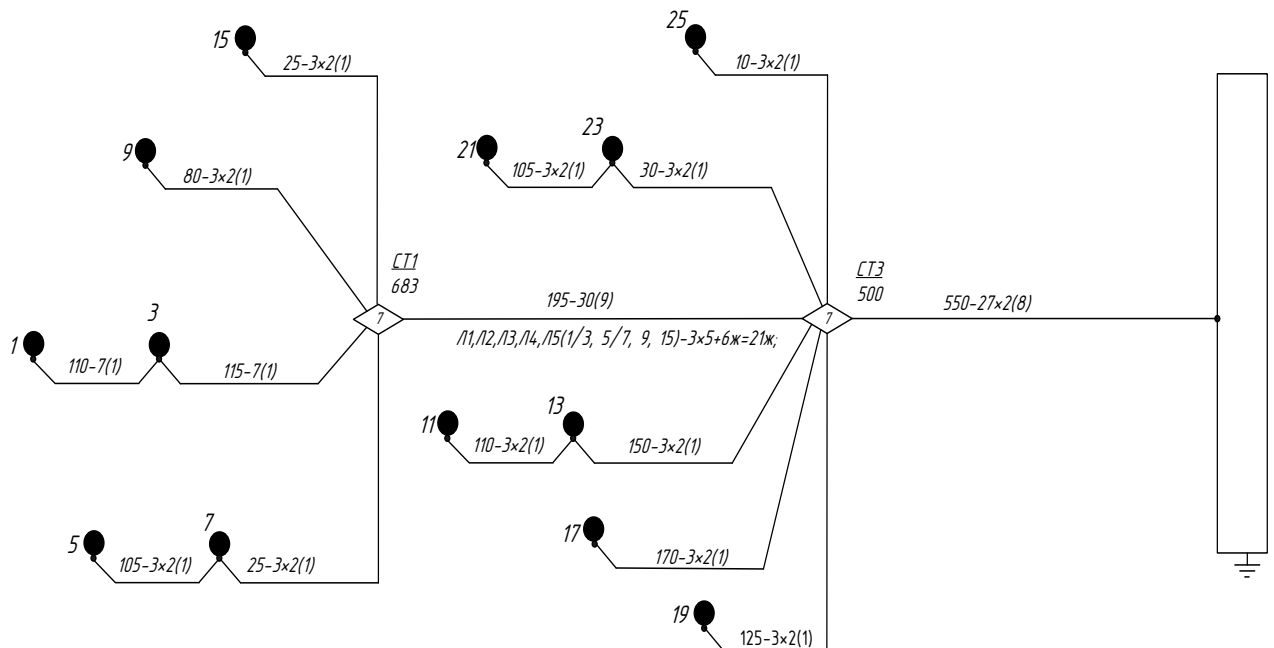


Рисунок 3 - Мережа кабельна стрілочних електроприводів

3 Мережа кабельна світлофорів та маршрутних показчиків

3.1 Мережа кабельна світлофорів

В кабельну мережу світлофорів включають:

- кола вихідних, маршрутних і маневрових світлофорів;
- релейних шаф вхідних світлофорів і шаф переїзної сигналізації;
- світлових маршрутних показчиків і світлових показчиків напрямку;
- світлових показчиків з вертикальною стрілкою, що світиться;
- зелених світлових смуг.

Насамперед слід зауважити, що дальність керування вогнями вихідних, маршрутних і маневрових світлофорів з лампами 15 Вт, 12 В з понижуючим трансформатором СТ при живленні з поста ЕЦ без дублювання жил становить 3 км. Зменшення перерізу жил кабелю до $0,636 \text{ мм}^2$ не впливає на дальність керування світлофорами.

Кількість проводів до світлофорів визначається типовими схемами їх включення. Уточнити варто лише те, що в поїзних світлофорах для дозволяючих і забороняючих вогнів використовують окремі зворотні проводи, в маневрових – спільний зворотний провід. Число проводів до релейної шафи вхідного світлофора визначається схемами включення вогнів цих світлофорів, схемами ув'язки пристроїв ЕЦ з пристроями АБ. Лампа червоного вогню вхідного світлофора отримує резервне живлення (на випадок припинення живлення з поста ЕЦ) від батареї, що знаходиться в РЩ.

Вихідні світлофори мають три режими центрального живлення: денний – 220 В; нічний – 180 В; пониження напруги – 127 В.

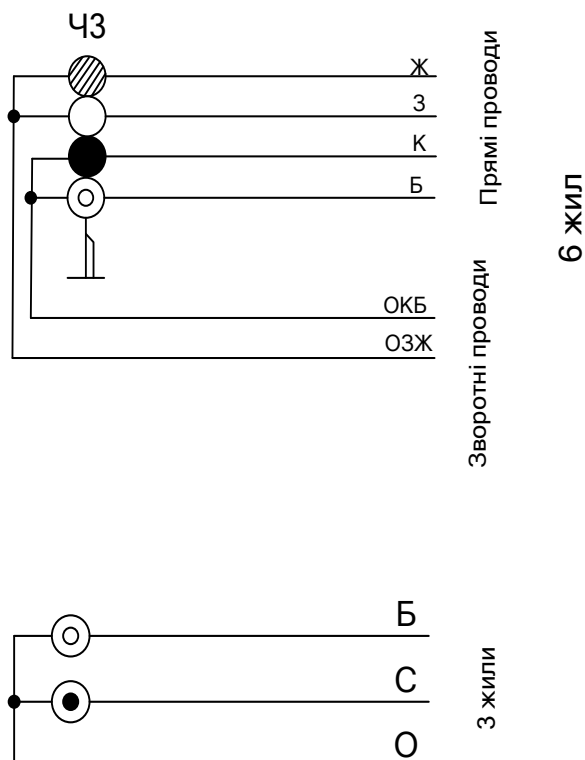


Рисунок 1 - Підведення проводів для керування вогнями поїзних та маневрових світлофорів

3.2 Мережа кабельна маршрутних показчиків

Світлові маршрутні показчики і світлові показчики положення живляться, як правило, з поста ЕЦ напругою 220 В (потужність ламп – 25 Вт). Число проводів до показчиків визначається набором ламп для кожного показання (може бути, наприклад 1, 2, 3; або 1 і 4 і т. д.). Число жил визначають по номограмі. Для світлового маршрутного показчика напрямку без дублювання жил прямого і зворотних проводів максимальна дальність включення становить 550 м. Якщо в зворотному проводі буде використано 2 жили, то максимальна дальність збільшиться до 730 м.

Номограма відображає залежність між падінням напруги (ΔU), довжиною кабелю (L) і числом ламп показчика, що включені по одній жилі. Для користування номограмою необхідно знати номери ламп, що горять, для всіх його показань.

Припустимо, що на маршрутному показчику може горіти два показання – 1 і 4.

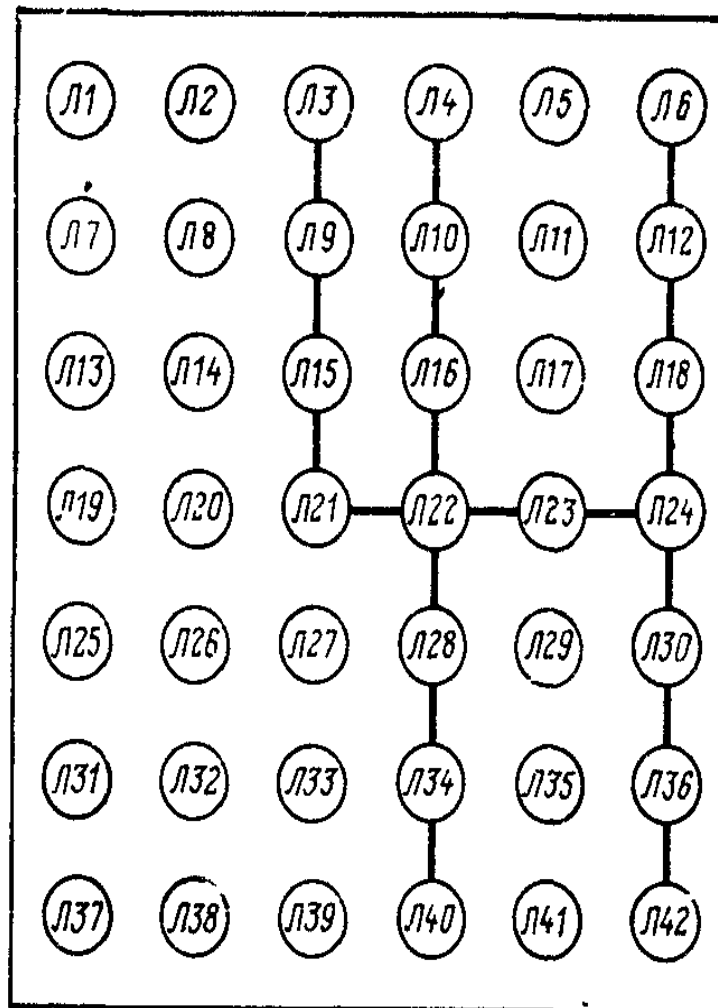


Рисунок 2 - Цифровий маршрутний показчик

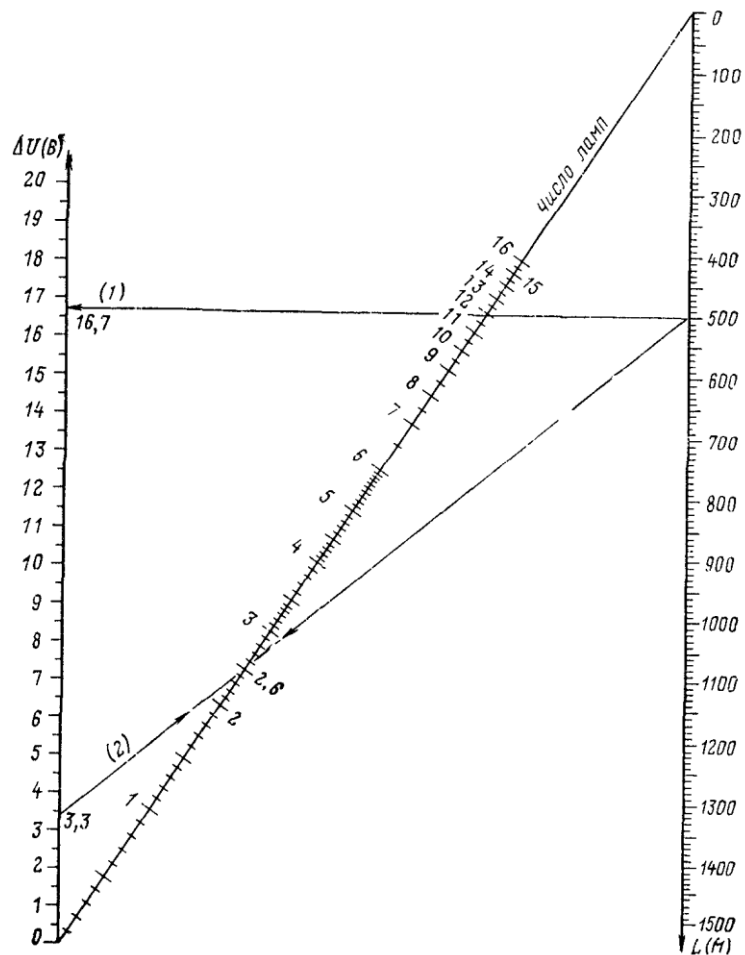


Рисунок 3 - Номограма визначення числа ламп маршрутного показчика

По номерах ламп показчика, що горять, встановлюємо, що для отримання цифри 1 потрібно два прямих і один зворотній провід. В перший прямий включаються лампи Л4, Л10, Л16, Л28, Л34 і Л40 (шість штук), в другий прямий – лампа Л22. Два прямих проводи задіяно тому, що лампа Л22 горить як в цифрі 1, так і в цифрі 4. Для отримання цифри 4 використовують другий прямий провід з лампою Л22 і третій прямий провід з лампами Л3, Л6, Л9, Л12, Л15, Л18, Л21, Л23, Л24, Л30, Л36 і Л40 (12 ламп). В зворотному проводі включено максимальну кількість ламп – 13. Слід чітко розуміти, що розрахунок кількості жил (не проводів) ведеться для показання, в якому використана найбільша кількість ламп. В нашому випадку – для цифри 4. Якщо загальна кількість прямих проводів $K_p=3$, зворотних – $K_o=1$, найбільша кількість ламп в прямому проводі $n_p=12$, в зворотному – $n_o=13$, то при умовній довжині кабелю до маршрутного показчика 500 м і максимально допустимому падінні напруги $\Delta U_d=20$ В падіння напруги в прямому проводі, що складається з однієї жили, (ΔU_p) з найбільшою кількістю ламп ($n_p=12$) по номограмі рівне 16,7 В (лінія 1). Тоді падіння напруги в зворотному проводі $\Delta U_o=\Delta U_d-\Delta U_p=20-16,7=3,3$ В (це та кількість вольтажу, яку ще допускається втратити в зворотному проводі, для нашого випадку, при умові, що зворотний провід складається з однієї жили). Отже, при умові, що в зворотному проводі задіяно одну жилу, на нього приходить 2,6 лампи (лінія 2). Оскільки в дійсності в зворотному проводі за нашими підрахунками включено 13 ламп, то число жил в зворотному проводі $K_{ж}=n_o/2,6=13/2,6=5$. Отже загальна кількість жил кабелю до світлового маршрутного показчика $K_{жo}=K_p+K_{ж}=3+5=8$. Якщо падіння напруги в зворотному проводі перевищить 20 В, то необхідно число жил в прямому проводі з максимальним числом ламп збільшити для того, щоб число ламп на кожну жилу зменшилось.

Для світлового показника «Зелена світляна смуга» при довжині кабелю до 3 км дублювання проводів ЗПО, ОЗПО не потребується, при довжині до 4 км – потрібно три жили, при довжині 4 км і більше – 4 жили. Для світлових показників з вертикальними стрілками (12 В, 15 Вт) допустиме віддалення без дублювання проводів показника з однією стрілкою – 8 км, з двома – 4 км.

В кабель, що прокладається до РШ вхідного світлофора з поста ЕЦ, входять наступні проводи: керування вогнями світлофорів Н і НД; рейкових кіл перших ділянок наближення і віддалення, а також суміжних з ними станційних ізольованих ділянок.

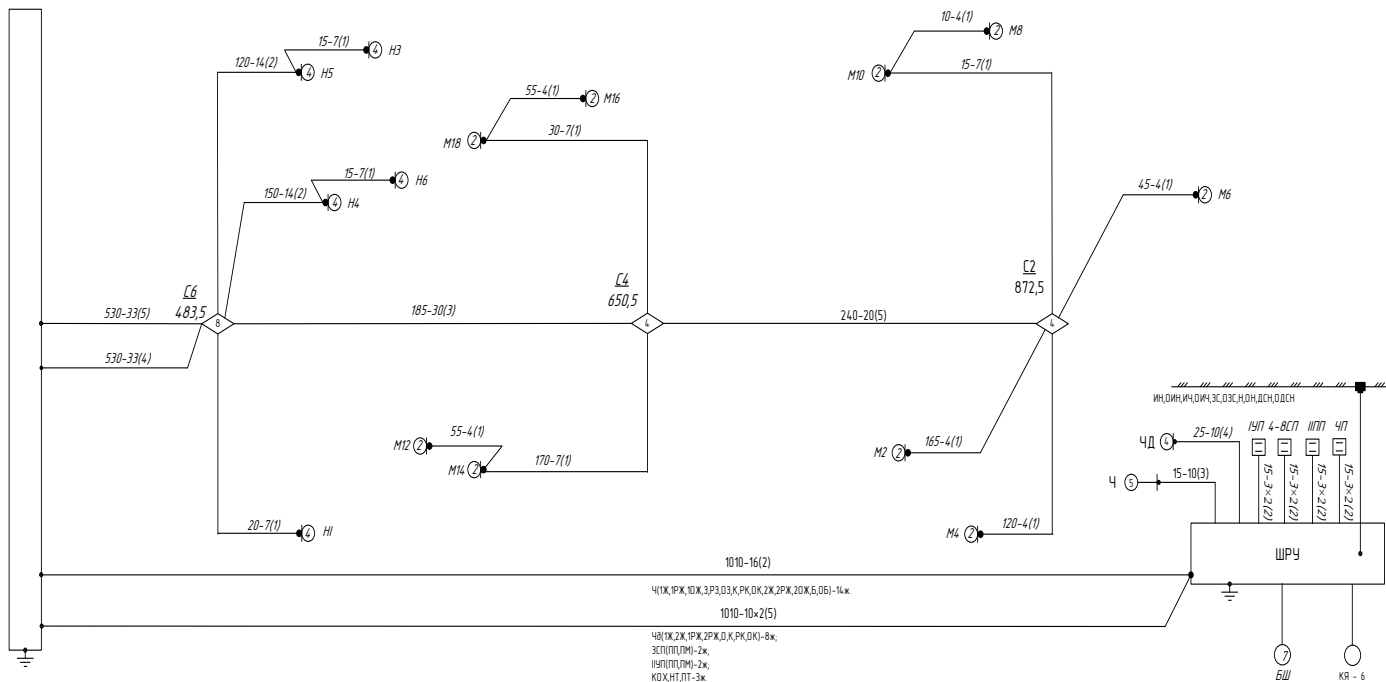


Рисунок 3 - Мережа кабельна світлофорів

4 Мережа кабельна рейкових кіл

4.1 Мережа кабельна релейних трансформаторів

1. Загальні положення кабельної мережі рейкових кіл.
2. Визначення кількості проводів та жил в кабельній мережі релейних трансформаторів.

Для рейкових кіл складають кабельні мережі релейних і живлячих трансформаторів (окремо). При складанні кабельних мереж РТ керуються тим, що гранична довжина кабелю без дублювання жил в проводах між колійним реле (пост ЕЦ) і РТ чи ДТ при будь якому виді тяги складає 3000 м. При більшому віддаленні – жили кабеля дублюють: жильність визначають розрахунком по падінню напруги на колійному реле. На кресленні ДТ позначають як кінцеві тому, що в них нема зажимів для розподілу кабелю, крім тих, що підключають до даного РК. А колійні коробки з РТ можна включати як прохідні. Якщо в одній коробці встановлено один РТ, то в ній можна розподілити кабель ще на шість РТ. Якщо в колійній коробці встановлено два РТ – то можна розподілити кабель ще на три РТ.

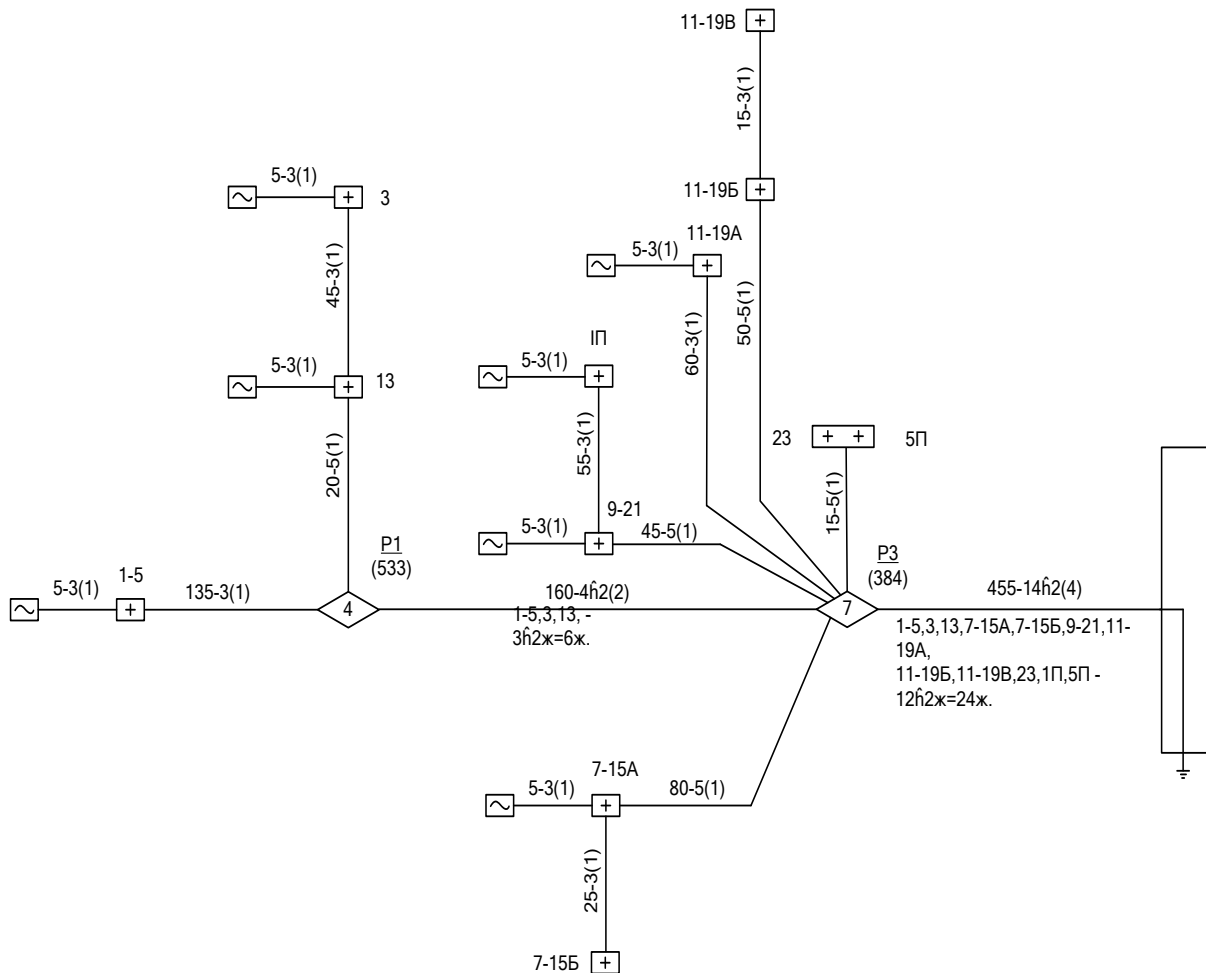


Рисунок 1 - Мережа кабельна релейних трансформаторів

4.2 Мережа кабельна живлячих трансформаторів

До кожного живлячого трансформатора необхідно прокласти два проводи (згідно з принциповими схемами).

А при розрахунку кількості жил в кабелях, що прокладають до живлячих трансформаторів керуються наступним:

- при електротязі постійного струму максимальна довжина кабелю між дросель-трансформатором (ДТ-0,6-1000; ДТ-0,2-500) і постом ЕЦ без дублювання жил становить 1500 м;
- при електротязі змінного струму максимальна довжина кабелю між живлячим трансформатором і постом ЕЦ без дублювання жил становить 3000 м;
- при автономній тязі (а також в тих випадках, коли на живлячому кінці нема ДТ) кількість жил визначають графоаналітичним методом.

Також при складанні кабельної мережі ЖТ слід враховувати, що ЖТ рейкових кіл групують в окремі промені живлення так, щоб пошкодження живлення одного променя виводило з дії, по можливості, менше число маршрутів. ЖТ кодованих РК включають в окремі промені живлення по окремих жилах.. По розрахунках змінний струм навантаження одного променя частотою 25 Гц може бути не більше 0,68А. Сумарне навантаження на промінь можна визначити на основі підрахунку струмів, що споживаються ЖТ рейкових кіл (В.С. Аркатов. Рельсовые цепи магистральных железных дорог. Стор. 191-194.) Для цього необхідно буде скласти наступну таблицю для всіх рейкових кіл.

Приклад таблиці 1 - Кола рейкові

Найменування РК	Тип РК	Довжина РК, м	Розрахунковий струм, А
НП	2-ниткове, кодоване, з 2 ДТ, нерозгалужене	250	0,08

Тепер докладніше про **графоаналітичний метод**. Слід чітко пам'ятати, що цей метод використовується лише для розрахунку кількості жил для ЖТ без ДТ (або при автономній тязі, або при електротязі на тих ЖТ де немає ДТ). Прямі і зворотні проводи вищевказаних ЖТ включаються паралельно (Рис. 9) в живильну магістраль і при розрахунку визначають число жил в магістралі. Розрахунок ведеться на змінний переріз в залежності від розподілу навантажень (ЖТ) по магістралі. На ділянку L1 припадає найбільше навантаження, а на L5 – найменше, отже і переріз (який збільшується шляхом дублювання жил) на різних ділянках буде різний.

КРОК 1

Будується кабельний план для всіх ЖТ заданої горловини порядком аналогічним до кабельних мереж ЕП і світлофорів. Кількість жил до ЖТ РК з ДТ можна порахувати вже на даному етапі.

Потім вибираються ЖТ, які потрібно розрахувати по графоаналітичному методу (без ДТ) і викреслюється на окремому кабельному плані. Кожну колійну коробку, як з двома ЖТ, так і з одним, позначають точкою з римською цифрою - I, II і т. д. Довжини L1 – L5 визначають за вже відомою формулою.

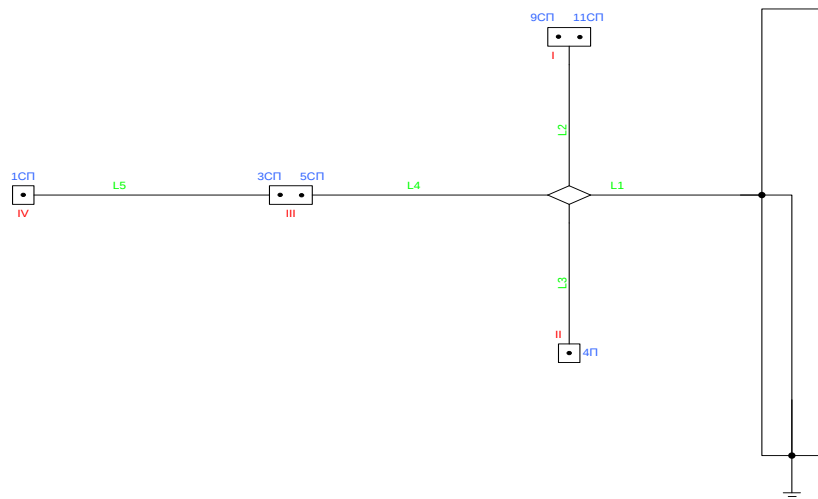


Рисунок 1 - Мережа кабельна ЖТ без ДТ

КРОК 2

Складеться векторна діаграма на основі попереднього малюнку, на якій кожен ЖТ умовно зображується вектором. Під вектором кожного ЖТ необхідно вказати струм, що ним споживається. Струми для кожного конкретного РК дізнаються з типових таблиць. (В.С. Аркатов. Рельсовые цепи магистральных железных дорог. Стор. 100)

Таблица 3.32. Расчетные мощности и токи 25 Гц, потребляемые ПТ РЦ частотой 25 Гц с реле типа ДСШ-13А

Рельсовая цепь	$l_{рц}, м$	$P_{св}, Вт$	$Q_{св}, вар$	$S_{св}, В \cdot А$	$P_{зан}, Вт$	$Q_{зан}, вар$	$S_{зан}, В \cdot А$	$I_{рпц}, А$
Неразветвленная: при наложении АЛСН с релейного конца	До 250	5	11	12	8	11	13	0,040
	250—500	6	11	12	9	11	14	0,045
	500—750	7	11	13	10	11	15	0,050
	750—1000	9	12	16	14	12	18	0,070
	1000—1200	11	12	16	18	12	21	0,090
	До 250	5	11	12	7	11	13	—
	250—500	6	11	13	8	11	14	—
	500—750	7	11	14	10	11	15	—
	750—1000	9	12	15	12	12	17	—
	1000—1200	11	12	16	15	12	19	—
Разветвленная с наложением АЛСН	До 250	8	11	13	11	11	15	—
	250—500	10	11	15	14	11	18	—
	500—700	14	19	18	19	12	22	—
	700—1000	16	19	20	21	13	24	—
Неразветвленная без наложения АЛСН	До 100	6	13	14	8	13	15	0,040
	100—250	6	13	14	9	13	15	0,040
	250—500	7	13	14	10	13	16	0,050
	500—750	9	13	16	11	13	17	0,060
	750—1000	10	13	17	14	13	19	0,070
	1000—1200	11	13	17	16	13	21	0,080
Разветвленная без наложения АЛСН	До 300	16	13	21	20	13	24	0,100
	300—500	19	13	23	23	13	26	0,120
	500—750	26	14	29	29	13	32	0,150

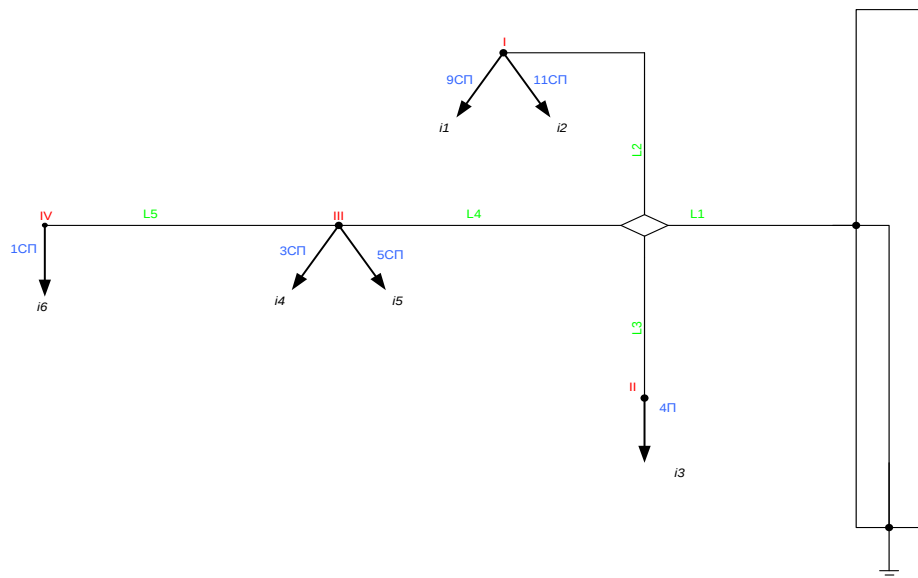


Рисунок 2 - Діаграма векторна КМ ЖТ

Слід чітко розуміти, по якому принципу включаються такі ЖТ.

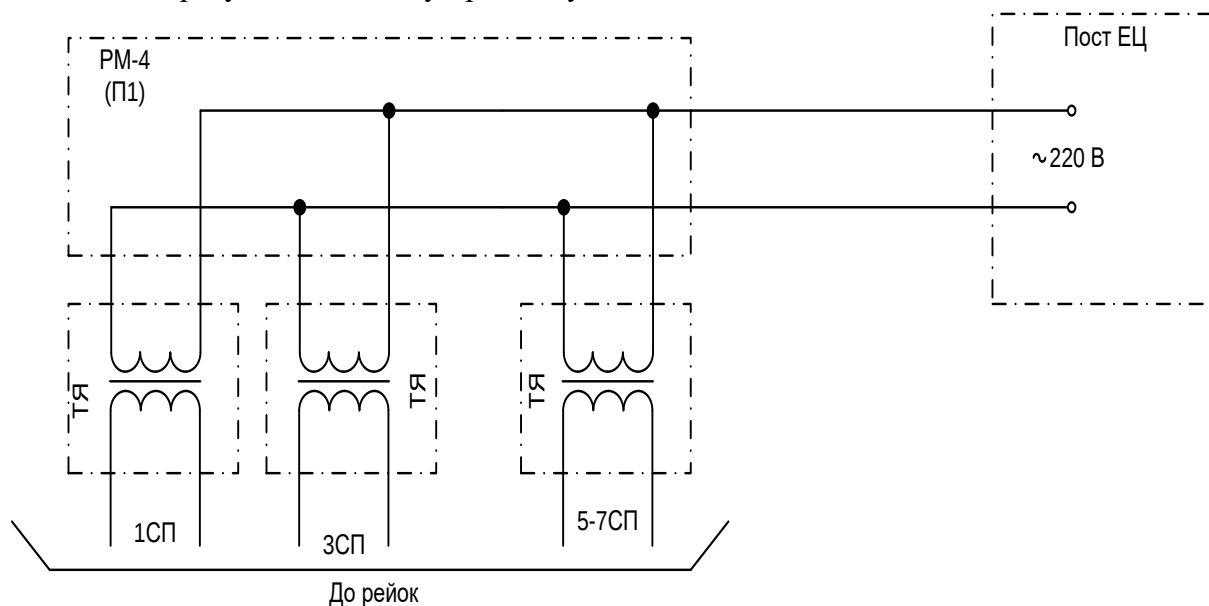


Рисунок 3 – Схема ввімкнення ЖТ

КРОК 3

Як видно з рисунку 8 буде вкрито п'ять окремих кабелів – L1, L2, L3, L4 і L5. Необхідно розрахувати кількість жил в кожному окремому кабелі. Розраховується вона за формулою:

$$n = \frac{117 \sum i l}{\Delta U_k}$$

де 117 – коефіцієнт, що враховує питомий опір міді;

i – сума струмів на даній ділянці;

l – сума довжин ділянок кабеля до даного ЖТ;

ΔU_k – допустиме падіння напруги, 20 В.

Розрахунок ведеться для кожної точки. На основі отриманих даних складається таблиця.

Таблиця 2 - Визначення числа жил в точках

Точки					
	L1=	L2=	L3=	L4=	L5=
I	1,9	1,9	_____	_____	_____
II	0,85	_____	0,85	_____	_____
III	1,1	_____	_____	1,1	_____
IV	0,7	_____	_____	0,7	0,7
$\Sigma_{\text{струм}}$	4,55	1,9	0,85	1,8	0,7
n	5	2	2	2	2

КРОК 4

Розрахунок кількості жил до ЖТ кодovаних РК. По формулі, приведеній вище, визначають скільки жил потрібно до самого віддаленого ЖТ кодovanого РК. Як правило, отримане число буде менше двох. Отже, до всіх інших кодуючих живильних трансформаторів тим більше вистачить двох жил. Якщо отримане число буде більше 2, то розраховуємо кількість жил для наступного ЖТ, далі – аналогічно.

КРОК 5

Так як кількість жил в окремих частинах кабелів (L1 – L5) для ЖТ з ДТ вже порахована, то до неї додають кількість жил з таблиці 2 на відповідних ділянках кабеля. Звісно, що колійні коробки можна використовувати як проміжні, якщо в них залишаються клеми для розподілу кабелю.

Рекомендована література

- 1 Гайдено О. С., Хоренко Ю. Є., Штомпель Ю. М., Половко С. В. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційних робіт для здобувач освіти усіх форм навчання фахової передвищої освіти ступеня фаховий молодший бакалавр спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології». К.: КЕМТ, 2024. 49 с.
- 2 Половко С.В. МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТУ на тему «ОБЛАДНАННЯ ГОРЛОВИНИ СТАНЦІЇ ПРИСТРОЯМИ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЦЕНТРАЛІЗАЦІЇ»: «ПОБУДОВА СХЕМАТИЧНОГО ПЛАНУ СТАНЦІЇ ТА ТАБЛИЦЬ ПРЕЛІКУ МАРШРУТІВ». К: КЕМТ, 2020
- 3 Половко С.В. Методичні вказівки щодо виконання двониткового плану станції та функціональної схеми розміщення блоків. К: КЕМТ, 2020.
- 4 Мойсеєнко В.І., Пархоменко С.Л., Чепцов М.М., Коцюба Т.А. Автоматизовані станційні системи керування рухом поїздів: навч. посіб. / Мойсеєнко В.І., Пархоменко С.Л., Чепцов М.М., Коцюба Т.А.; за ред. Мойсеєнко В.І. -2013: 394с, табл. 39, бібл. 53 назв.
- 5 Інструкція з сигналізації на залізницях України. – К.: Транспорт України, 2008.
- 6 Правила технічної експлуатації залізниць України. – К.: Транспорт України, 2002.
- 7 Варбанець М. Г. Системи залізничної автоматики і телемеханіки: Навч. посібник. – Харків: УкрДУЗТ, 2008.
- 8 www.uz.gov.ua
- 9 СТАНДАРТ ОРГАНІЗАЦІЇ СТО КЕМТ 01-2023

Список додаткової літератури

- 1 В.І Басов, В.В. Єлісєєв та ін. Мікропроцесорна система централізації МПЦ-У: Навчальний посібник для здобувач освіти вузів залізничного транспорту. – К.: Макрос, 2014.- 432 с.
- 2 Інструкція з забезпечення безпеки руху поїздів при виконанні робіт з технічного обслуговування та ремонту пристроїв сигналізації, централізації та блокування на залізницях України ЦШЕОТ-0018;
- 3 Інструкція з технічного обслуговування та ремонту пристроїв сигналізації, централізації та блокування на залізницях України ЦШЕОТ-0012;
- 4 Інструкція з руху поїздів і маневрової роботи на залізницях України. Київ, 1995р.;
- 5 Швець В. І., Шостачук Д. М. (2007). Виконавчі механізми, регулювальні органи і пристрої. Ж. Видавництво: ЖДТУ. 211с. ISBN: 978-966-683-147-0
- 6 Скалозуб В.В. Соловійов В.П., Жуковицький І.В., Гончаров К.В. Інтелектуальні транспортні системи залізничного транспорту. Дніпро: Вид-во ДНУЗТ ім. акад. В. Лазаряна, 2013. 207 с

