

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

«Київський електромеханічний фаховий коледж»

Методичні рекомендації для виконання курсового проєкту
з навчальної дисципліни «Контактна мережа»
спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»



Розробник: Юлія ВОЙТАЛЮК

Київ 2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
«Київський електромеханічний фаховий коледж»

РОЗГЛЯНУТО ТА СХВАЛЕНО
цикловою комісією

«Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка»

«27» серпня 2024р.

Голова Войталюк Ю.В. Войталюк

ЗАТВЕРДЖУЮ

Заступник директора з НР

(О.І.Марченко)

«27» серпня 2024р.

Методичні рекомендації для виконання курсового проекту
з навчальної дисципліни «Контактна мережа»
спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Зміст

Вступ	4
1 Загальна частина	6
1.1 Розрахунок навантажень на дроти контактної мережі	6
1.2 Визначення максимально допустимих довжин прольотів ланцюгових підісок станції та перегону	9
1.3 Опис схеми секціонування та живлення станції та прилеглих перегонів	11
1.4 Визначення необхідної кількості матеріалів та обладнання для монтажу станції	12
1.5 Вартість будівництва проєктованої ділянки контактної мережі	15
2. Графічна частина	22
Перелік використаних джерел	39
Додатки	40

Вступ

Студенти спеціальності "Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка" вивчають навчальну дисципліну "Контактна мережа" програма якої передбачає вивчення:

- системи пристроїв для передачі електроенергії від тягових підстанцій до електрорухомого складу через ковзний контакт струмоприймача;
- технології монтажу, технічного обслуговування і ремонту пристроїв контактної мережі;
- правил техніки безпеки і заходів щодо охорони праці при роботах на контактній мережі і мір безумовного забезпечення безпеки руху на залізничному транспорті.

В результаті вивчення предмета студенти

повинні знати: конструктивне виконання контактних підвісок, роботу окремих вузлів контактної мережі; технології технічного обслуговування і ремонту контактної мережі;

повинні вміти: робити механічні розрахунки проводів, розрахунки для вибору типових опор і підтримуючих конструкцій, складати і читати монтажні плани контактної мережі, схеми живлення і секціонування; забезпечувати безпечні умови праці і реалізовувати заходи щодо безпеки руху на залізничному транспорті.

По даній навчальній дисципліні студенти виконують курсовий проект.

Методична розробка розроблена у відповідності матеріалу з навчальною програмою щодо структури, обсягу і змісту.

Варіанти курсового проекту визначаються з таблиць приведених нижче завдань. При цьому багатоваріантність досягається тим, що вихідних дані вибираються відповідно до першої букви прізвища студента і складені в кількості 32 варіантів

В курсовому проекті повинні бути виконані монтажні плани контактної мережі на заданій станції і перегону, складена схема секціонування і живлення контактної мережі станції і прилягаючих перегонів від тягової підстанції.

Пояснювальна записка курсового проєкту повинна містити розрахунок навантажень на проводи і визначення максимально припустимих довжин прольотів для розміщення опор на планах станції і перегону; обґрунтування схеми секціонування і живлення і трасувань контактної мережі на планах станції і перегону, визначення вартості спорудження контактної мережі на проєктованому перегоні по укрупнених вартісних показниках.

У зв'язку з безперервними змінами цін розділ "Визначення вартості спорудження контактної мережі на перегоні" за завданням викладача може бути замінений виконанням наочного приладдя, навчального стенда, плаката для кабінету контактної мережі.

Курсовий проєкт зв'язаний єдністю з конспектом лекцій, доповнюючи один одного, дозволяють студенту комплексно вивчити взаємозв'язок між пристроями контактної мережі, їх розрахунками, проектуванням схеми секціонування і живлення і планів контактної мережі, вибором основного обладнання, складанням переліку й обсягів будівельних і монтажних робіт і їх вартістю.

Студент, що виконав курсовий проєкт, представляє його на перевірку викладачу, а потім захищає й одержує за результатами захисту й оцінки якості проєкту оцінку (3,4 чи 5).

Під час захисту проєкту студент повинен дати обґрунтування і пояснення рішень, прийнятих при виконанні розрахунків, схеми секціонування і живлення і планів контактної мережі.

Після вивчення навчальної дисципліни "Контактна мережа", виконання і захисту курсового проєкту студенти здають іспит.

Пояснювальна записка складається з наступних розділів:

Вступ

1 Загальна частина

1.1 Розрахунок навантажень на дроти контактної мережі.

1.2 Визначення максимально припустимої довжини прольоту ланцюгових підвісок станції і перегону.

1.3 Опис схеми секціонування та живлення станції та прилеглих перегонів

1.4 Визначення необхідної кількості матеріалів та обладнання для монтажу станції

1.5 Вартість будівництва проекрованої ділянки контактної мережі

2 Графічна частина

2.1 Складання схеми секціонування та живлення станції.

2.2 Монтажний план станції.

2.3 Монтажний план перегону.

Перелік використаних джерел

На головних коліях перегону проектуються компенсовані чи напівкомпенсовані ланцюгові підвіски з ресорними струнами; на головних коліях станції – напівкомпенсовані підвіски з ресорними струнами, на бокових коліях станції – напівкомпенсовані підвіски зі зміщеними простими струнами.

Розрахункові навантаження визначаються для двох режимів: режиму максимального вітру і режиму ожеледі з вітром.

1 ЗАГАЛЬНА ЧАСТИНА

1.1 Розрахунок навантажень на дроти контактної мережі.

Для головних та другорядних колій станції, перегону, мосту та насипу місцевість захищена K_B - задається викладачем.

Горизонтальне вітрове навантаження на контактний провід при режимі максимального вітру визначається за формулою (1)

$$P_{kvmax} = C_x \cdot \frac{(K_B \cdot V_H)^2}{16} \cdot \frac{H}{1000}, \quad (1)$$

де C_x – аеродинамічний коефіцієнт лобового опору контактного проводу вітру (згідно з вихідними даними додатку 1);

K_B – коефіцієнт, враховуючий вплив місцевих умов розташування підвіски на швидкість вітру;

$K_B = 0,95$ або $0,73$ для головних колій станції;

$K_B = 0,95$ або $0,73$ для другорядних колій станції;

$K_B = 1,15$ для перегону;

$K_B = 1,25$ для моста і насипу;

V_H – нормативна швидкість вітру найбільшої інтенсивності, м/с, (згідно з вихідними даними додатку 3);

H - висота перетину контактного проводу (згідно з вихідними даними додатку 2).

Горизонтальне вітрове навантаження на контактний провід, покритий ожеледдю, визначається за формулою (2)

$$P_{кг} = C_x \cdot \frac{(K_B \cdot V_H)^2}{16} \cdot \frac{(H + 2b_k)}{1000}, \quad (2)$$

де b_k – товщина стінки ожеледі на контактному проводі, мм; на контактному проводі товщина стінки ожеледі приймається рівною 50% від товщини стінки ожеледі на несучому тросі .

$$b_k = 0,5 \cdot b_n$$

V_r – нормативна швидкість вітру при ожеледі, м (згідно з вихідними даними додатку 4);

$$V_r = 0,6 \cdot V_n$$

Якщо $P_{kvmax} \leq P_{кг}$, вихідним розрахунковим режимом буде режим ожеледі з вітром.

Якщо $P_{kvmax} \geq P_{кг}$, вихідним розрахунковим режимом буде режим максимального вітру.

Якщо розрахунковим режимом вийшов режим максимального вітру:

Горизонтальне вітрове навантаження при режимі максимального вітру визначається за формулою (3)

$$P_{TV} = C_x \cdot \frac{(K_B \cdot V_n)^2}{16} \cdot \frac{d}{1000}, \quad (3)$$

де d – діаметр несучого троса(згідно з вихідними даними додатку 2)

Вертикальне навантаження від власної ваги проводів, струн і затискачів визначається за формулою (4)

$$g = g_r + n (g_k + g_c), \quad (4)$$

де g_r – вага одного метра несучого тросу, даН/м (згідно з вихідними даними додатку 2);

n – кількість контактних проводів;

g_k – вага одного метра контактного проводу, даН/м;

g_c – вага струн та затискачів, даН/м;

$$g_c = 0,05 \text{ даН/м.}$$

Результуюче навантаження на несучий трос в режимі максимального вітру визначається за формулою (5)

$$q = \sqrt{(P_{IV}^2 + g^2)}, \quad (5)$$

Якщо розрахунковим режимом вийшов режим ожеледі з вітром:

Горизонтальне вітрове навантаження на несучий трос, покритий ожеледдю, визначається за формулою (6)

$$P_{тг} = C_x \cdot \frac{(K_B \cdot V_{г})^2}{16} \cdot \frac{d + 2b_{т}}{1000}, \quad (6)$$

де d – діаметр несучого троса;

Вертикальне навантаження від ваги ожеледі на несучому тросі визначається за формулою (7)

$$g_{гг} = 0,0009 \cdot \pi \cdot b_{т} \cdot (b_{т} + d) \cdot k_{г}', \quad (7)$$

де $b_{т}$ – товщина стінки ожеледі на несучому тросі, мм;

$d_{т}$ – діаметр несучого тросу, мм;

$k_{г}' = 0,75$ для головних колій станції;

$k_{г}' = 0,75$ для другорядних колій станції;

$k_{г}' = 1$ для перегону;

$k_{г}' = 1,25$ для моста і насипу.

Розрахункова товщина стінки ожеледі на несучому тросі визначається шляхом помноження нормативної для даного району товщини на ряд поправочних коефіцієнтів.

$$b_T \approx b_H$$

Вертикальне навантаження від ваги ожеледі на контактні проводи визначається за формулою (8)

$$g_{ГК} = 0,0009 \pi b_k (d_{ср.к} + b_k) K_{Г}, \quad (8)$$

де $d_{ср.к}$ – середній діаметр контактного проводу за формулою (9)

$$d_{ср.к} = \frac{H + A}{2} \quad (9)$$

де H і A – висота та ширина перетину контактного дроту (згідно з вихідними даними додатку 2);

Повне вертикальне навантаження від ваги ожеледі на проводах контактної підвіски визначається за формулою (10)

$$g_{Г} = g_{ГТ} + n \cdot (g_{ГК} + g_{Гс}), \quad (10)$$

де $g_{Гс}$ – навантаження від ваги ожеледі на струнах та затискачах.

Результуюче навантаження на несучий трос в режимі ожеледі з вітром визначається за формулою (11)

$$q = \sqrt{(P_{тг}^2 + (g + g_{Г})^2)}, \quad (11)$$

Натяг несучого тросу і контактних проводів (згідно з вихідними даними додатку 12);

Результ розрахунків навантажень на дроти контактної мережі зводимо в таблицю 1.

Таблиця 1

Місце розташування підвіски	P_k	P_t	g	g_k	q	T	T_0	K
	даН/м	даН/м	даН/м	даН/м	даН/м	даН	даН	даН
Головні колії станції	0,769	0,913	2,94	0,89	3,078	1700	1500	2000
Другорядні колії станції	0,475	0,484	1,41	0,76	1,490	1440	1280	850
Перегін	1,127	1,337	2,94	0,89	3,229	1530	1350	2000
Міст і насип	1,332	1,581	2,94	0,89	3,338	1530	1350	2000

1.2 Визначення максимально припустимої довжини прольоту ланцюгових підвісок станції і перегону.

Максимально допустима довжина прольоту без урахування P_e визначається за формулою (12)

$$l_{\max} = 2 \cdot \sqrt{\left[\frac{K}{P_k - P_e} \cdot \left(B_{\text{к.доп}} - \gamma_k + \sqrt{(B_{\text{к.доп}} - \gamma_k)^2 - a^2} \right) \right]}, \quad (12)$$

де P_e - еквівалентне навантаження за формулою (14), що передається з контактного проводу на несучий трос і назад, попередньо приймаємо $P_e = 0$;

$B_{\text{к.доп}}$ - максимально припустиме відхилення контактного проводу від вісі струмоприймача ($B_{\text{к.доп}}$ для прямих – 0,5 м; для кривих – 0,45 м) ;

γ_k - прогин опори на рівні контактного проводу (згідно додатку 9) ;

a - зигзаг контактного проводу (для прямих – 0,3м; для кривих – 0,4м).

Середня довжина струни знаходиться за формулою (13)

$$S_{cp} = h - 0,115 \cdot \frac{g \cdot l_{max}^2}{T_0}, \quad (13)$$

де h – конструктивна висота підвіски;

Еквівалентне навантаження знаходиться за формулою (14)

$$P_e = \frac{P_K \cdot T - P_T \cdot K - \frac{8 \cdot T \cdot K}{l_{max}^2} \left(\frac{h_i \cdot P_T}{q} + y_T - y_K \right)}{T + K + \frac{10,6 \cdot S_{cp} \cdot T \cdot K}{g_K \cdot l_{max}}}, \quad (14)$$

де h_i - довжина підвісної гірлянди ізоляторів (згідно додатку 11) ;

y_T - прогин опори на висоті несучого тросу (згідно додатку 9) .

Далі рахуємо максимально допустиму довжину прольоту з P_e за формулою (12)

Як видно з вищевикладеного матеріалу, щоб визначити довжину прольоту потрібно вирішити систему рівняння з двома невідомими, є важким, так як рівняння є квадратними. Тому максимально припустима довжина прольоту визначається методом послідовних наближень, на початку приймається значення $P_e = 0$ і визначається L_{max1} . За знайденим наближеним значенням L_{max1} , визначаємо еквівалентне P_e . Знаючи P_e , визначаємо L_{max2} .

Вирахування у такому порядку продовжують до тих пір, поки різниця у двох послідовно знайдених значеннях максимально припустимих довжин прольотів не стане невеликою (5% або 5). За останньою величиною L_{max2} вибирається кінцеве значення довжини прольоту (для розстановки опор). Якщо виявиться, що L_{max2} відрізняється від L_{max1} , розраховуємо P_e , а потім L_{max3} .

Максимально допустима довжина прольоту для кривої розраховується за формулою (15)

$$l_{\max} = 2 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot K}{P_k - P_{\epsilon} + \frac{K}{R}} \cdot (B_{\text{к.доп}} - \gamma_k + a)}, \quad (15)$$

де R – радіус кривої, м;

a – зигзаг контактного проводу ;

$a = 0,4$ м.

Результати розрахунку допустимих довжин прольотів зводимо в таблицю 2.

Таблиця 2

Тип контактної підвіски і місце її розташування	Довжина прольоту, м	
	Розрахункова	Прийнята
Підвіска напівкомпенсована М-120+2МФ-100		
Головні колії станції	87,112	70
Підвіска напівкомпенсована ПБСМ-70+МФ-85		
Другорядні колії станції	81,874	70
Підвіска компенсована М-120+2МФ-100		
Перегін пряма	73,59	60
Міст та насип	68,68	40-50
Перегін крива $R = 1000$ м	64,49	40

1.3 Опис схеми секціонування та живлення контактної мережі станції

Відповідно зі схемою живлення і секціонування контактної мережі на плані станції вказуються місця установки секційних ізоляторів, секційних роз'єднувачів та ізоляторів, які знаходяться у фіксуєчих тросах жорстких поперечин.

Оскільки живлення здійснюється постійним (змінним) струмом, відокремлюємо станцію від перегонів повітряними проміжками (нейтральною вставкою). Для можливості подачі напруги зі станції на лівий перегін і навпаки передбачені секційні роз'єднувачі В, Г з моторними приводами в нормально відключеному положенні. Для можливості подачі напруги зі станції на правий перегін і навпаки передбачені секційні роз'єднувачі А, Б з моторними приводами в нормально відключеному положенні.

Станція розділена на секції. Головні колії відокремлені одна від одної секційними ізоляторами 1,2. Для можливості подачі напруги з І-шої колії на ІІ-гу і навпаки передбачений секційний роз'єднувач П1 з моторним приводом у нормально відключеному положенні. 4-а і 6-а колії відокремлені секційними ізоляторами. Живлення здійснюється через секційний роз'єднувач П2 з моторним приводом у нормально включеному положенні. 3-тя, 5-та, 7-ма колії відокремлені секційними ізоляторами. Живлення здійснюється через секційний роз'єднувач П3 з моторним приводом у нормально включеному положенні. 8-а тупикова колія, призначена для огляду кришового устаткування ЕРС, відокремлена секційним ізолятором 7, живлення здійснюється через секційний роз'єднувач 3 з ручним приводом та заземлюючим ножом у нормально включеному положенні.

Живлення від тягової підстанції здійснюється за 5-фідерною схемою. Лівий від станції перегін живиться фідерами 4, 5 через роз'єднувачі Ф4, Ф5 (та лінійний роз'єднувачі Фл4, Фл5 при постійному роді струму) з моторними приводами в нормально включеному положенні. Правий від станції перегін живиться фідерами 1,2 через роз'єднувачі Ф1, Ф2 (та лінійний роз'єднувачі Фл1, Фл2 при постійному роді струму) з моторними приводами в нормально включеному положенні.

Станція живиться фідером 3 через відповідно фідерний ФЗ та лінійні роз'єднувачі ФлЗ.1 і ФлЗ.2 з моторними приводами в нормально включеному положенні.

Всі секційні ізолятори на станції типу ІСМ-1м.

Після складеної схеми секціонування та живлення, розпочинаємо підготовку креслення плану станції, розбивку опор в горловинах, намічуємо анкерні ділянки, креслимо у відповідності до роду струму спряження. Здійснюємо установку жорстких поперечин, ізоляторів, обладнання.

1.4 Визначення необхідної кількості матеріалів та обладнання для монтажу.

Необхідну кількість опор станції зводимо до таблиці 3

Таблиця 3

№ п/п	Габарит опори	Тип опори СО136.6	Тип відтяжки
1,2	3,1	1	-
3,4	3,3	3	Змінний струм А- 1
5,6	3,2	2	-
7,8	3,2	2	-
9,10,10а	3,3	3	Постійний струм Б-1
11,12	3,1	1	-
13,14	3,1	1	-
15,16	3,3/3,1	3/1	Б-1
17,18	3,3	3	Б-1
19,20	3,3/3,1	3/1	Б-1
21,22	3,1	1	-
23,24	3,3	3	Б-1

Відомість анкерних ділянок станції зводимо до таблиці 4

Таблиця 4

	Ia-кН	Iб-кН	IIa-кН	IIб-кН	3	4	5	6	7	8	з'їзд	з'їзд	Всього
Несучий трос М-120	1312	1354	1312	1354	-	-	-	-	-	-	141	110	5583
Контактний провід 2МФ-100	2624	2708	2624	2708	-	-	-	-	-	-	282	220	11166
Несучий трос ПБСМ-70	-	-	-	-	1089	1089	983	983	885	1105	-	-	6134
Контактний провід МФ-85	-	-	-	-	1089	1089	983	983	885	1105	-	-	6134

Необхідну кількість ізоляторів станції зводимо до таблиці 5

Таблиця 5

Найменування	Кільк.	КСФ-70	ПТФ-70	НСК-70
		Консолі ізольовані ↑		
		ФСКц-120	ПСКц-120	НСКц-120
		Консолі неізольовані ↑		
Консолі не/ізольовані	49	49	49	49
Анкеровки	29	-	-	58
Фіксуєчий трос	117	-	-	117
Трикутні підвіси	149	-	149	-
Всього	344	49	198	224

Необхідну кількість опор та конструкцій станції зводимо до таблиці 6

Таблиця 6

Найменування		Кількість	Найменування	Кількість
Опори	CO136,6-1	68	Опорні плити ОП-2	21
	CO136,6-2	8		
	CO136,6-3	43	Опорні плити ОП-3	36
Всього опор		119		
Консолі		53	Анкера ТА-4	43
Роговий розрядник		12	Анкерні відтягнення Б-1	43
ОПН		5		

Розрахунок та вибір жорстких поперечин станції зводимо до таблиці 7

Таблиця 7

Номер опор, на яких знаходиться жорстка поперечина	Розрахунок довжини поперечини	Розра- хункова довжина	Вибрана жорстка поперечина	Вибрана довжина
31,32	$2 \times 0.15 + 0.44 + 3.1 + 5.0 + 5.0 + 5.0 + 5.3 + 5.0 + 5.0 + 6.0 + 3.1$	40,14	ОП350-44,2	40,415
33,34	$2 \times 0.15 + 0.44 + 3.1 + 5.0 + 5.0 + 5.0 + 5.3 + 5.0 + 5.0 + 6.0 + 3.1$	40,14	ОП350-44,2	40,415
35,36	$2 \times 0.15 + 0.44 + 3.3 + 5.0 + 5.0 + 5.0 + 5.3 + 5.0 + 5.0 + 6.0 + 3.3$	43,64	ОП350-44,2	44,156
37,38	$2 \times 0.15 + 0.44 + 3.1 + 5.0 + 5.0 + 5.0 + 5.3 + 5.0 + 5.0 + 6.0 + 3.1$	40,14	ОП350-44,2	40,415
39,40	$2 \times 0.15 + 0.44 + 3.1 + 5.0 + 5.0 + 5.0 + 5.3 + 5.0 + 5.0 + 6.0 + 3.1$	40,14	ОП350-44,2	40,415
Всього поперечин		18		

Довжина поперечин визначається за формулою 16

$$L = \Gamma_1 + \Gamma_2 + \sum m + d_{\text{оп}} + 2 \cdot 0,15 \quad (16)$$

де Γ_1, Γ_2 – габарити опор поперечини;

$\sum m$ – сумарна величина між коліями, що перекриває поперечина ;

$d_{\text{оп}} = 0,44$ м – діаметр опори на рівні головки рейки ;

$2 \cdot 0,15$ м – будівельний допуск на установку опор поперечини.

1.5 Розрахунок вартості спорудження контактної мережі станції.

У курсовому проєкті представлена тематика і порядок виконання економічної частини спеціальності «Електропостачання». Наведено методику та приклади розрахунку по обґрунтуванню економічної ефективності в господарстві електропостачання залізниць.

Приклади розрахунку собівартості монтажних та будівельних робіт. Під час роботи над економічною частиною курсового проєкту студент систематизує і розширює теоретичні знання, отримані в процесі вивчення дисципліни «Економіка господарства електропостачання» передбаченою навчальним планом. Економічна частина курсового проєкту є творчою роботою студента і виконується під керівництвом керівника роботи.

Мета економічної частини полягає в тому, щоб за допомогою методики розрахунків здійснити техніко – економічний аналіз будівельних та монтажних робіт на залізничному транспорті, в результаті чого вибрати оптимальні варіанти при проектуванні пристроїв електрифікації та електропостачання. Крім того проєктні розробки курсового проєкту повинні відповідати методичним рекомендаціям щодо обґрунтування ефективності будівельних та монтажних робіт на залізничному транспорті.

Економічна частина курсового проєкту виконує наступні вимоги:

- Завдання, поставлені в проєкті, вирішені самостійно і економічно грамотно;

- При виконанні економічної частини курсового проекту студент керується діючими інструкціями і наказами ПАТ «Укрзалізниця» з питань економічної стратегії галузі.

Отримавши, узгоджене з керівником курсового проектування, завдання студент :

- Ознайомлюється зі змістом економічної частини курсового проекту, його цілями;

- Визначає найважливіші завдання, пов'язані з темою економічної частини проекту;

- Підбирає відповідну літературу (підручники, навчальні та методичні посібники, інструкції, накази та розпорядження ПАТ «Укрзалізниця»);

- Отримує методичні вказівки про порядок виконання економічної частини проекту, послідовності проведення розрахунків.

Розрахунок вартості спорудження контактної мережі станції зводимо до таблиці 8

Таблиця 8

№	Найменування робіт	Одини- ця виміру	Кіль- кість	Ціна оди- ниці, грн	Сума, грн
	1. Будівельні роботи				
1	Встановлення одиночних суцільних опор	1 опора		695,4	
2	Встановлення залізобетонних анкерів з відтяжками	1 анкер		214,2	
3	Встановлення на опорах консолей	1 консоль		927,3	
4	Встановлення траверси для двох консолей на перехідну опору	1 опора		256	
	Всього будівельні роботи (прямі витрати)	грн			
	ПДВ 20%	грн			
	Всього будівельні роботи	грн			
	2. Монтажні роботи				
5	Розкочування "поверху" несучого тросу	км		6391,3	
6	Розкочування "поверху" контактного дроту	км		2355,8	
7	Регулювання ланцюгової підвіски в умовах руху поїздів	км		12211	
8	Анкерування жорстке несучого тросу	шт		451,96	
9	Анкерування компенсоване несучого тросу	шт		1109,7	
10	Анкерування жорстке контактного дроту	шт		451,96	

11	Анкерування компенсоване контактного дроту	шт		1645,5	
12	Монтаж спряження анкерних ділянок	шт		10292	
13	Заземлення одиночне залізобетонної опори	шт		411,83	
14	Монтаж ОПН	шт		1573,5	
	Всього монтажні роботи (прямі витрати)	грн			
	ПДВ 20%	грн			
	Всього монтажні роботи	грн			
	3. Матеріали				
15	Суцільні одиночні залізобетонні опори				
	СО 136.6 - 3	шт		5551,4	
	СО 136.6 - 2	шт		5348,3	
	СО 136.6 - 1	шт		4813,3	
16	Плита опорна ОП - 2	шт		131,45	
17	Анкера трипроменеві ТА – 4,0	шт		2007,7	
18	Відтяжки анкерні залізобетонних опор	шт		104,4	
19	Контактний провід МФ - 100	км		169438,2	
20	Несучий трос ПБСМ - 70	км		110064	
21	Несучий трос М - 120	км		217419	
22	Ізолятор НСКц - 120	шт		658,17	
23	Ізолятор ФСКц - 120	шт		778,45	
24	Ізолятор ПСКц - 120	шт		655,95	
25	Обмежувач перенапруги ОПН	шт		2929,8	
26	Іскровий проміжок ИПМ - 62	шт		24,5	
27	Всього вартість матеріалів (прямі витрати)	грн			
28	ПДВ 20%	грн			
29	Всього вартість матеріалів	грн			
39	Всього згідно кошторису	грн			

2 ОФОРМЛЕННЯ ГРАФІЧНОЇ ЧАСТИНИ.

Підготовка плану станції. Монтажный план станції виконують на аркуші міліметрового паперу в масштабі 1:1000. Ширина креслення приймається рівною 297 мм, довжина визначається залежно від 19 відміток вхідних сигналів і має бути кратною 210 мм. До відстані між вхідними сигналами з урахуванням масштабу додається по 100 мм з обох сторін на можливе розташування крайніх анкерних опор за вхідними світлофорами і (200+185) мм на специфікацію та основний надпис. На змінному струмі з однієї сторони додається не 100 мм, а 700 (900) мм на розташування нейтральної вставки при електровозному (моторвагонному) рухові, якщо це потрібно для відділення секцій контактної мережі, які живлять від різних фаз. Креслення плану станції слід починати з розмітки вертикальними лініями через кожні 100 м умовних станційних пікетів в обидва боки від осі пасажирської будівлі, яка приймається за нульовий пікет. Далі наносяться паралельними лініями осі колій. Відстані між лініями залежать від заданої ширини міжколійя з урахуванням масштабу – кількість метрів на місцевості дорівнює кількості міліметрів на кресленні. Ширина міжколійя указується у 2 – 3 місцях по довжині плану станції. На стрілках осі колій перехрещуються у центрах стрілочних переводів (ЦП). Вказавши на виносках відмітки центрів стрілочних переводів, тобто відстані до осі пасажирської будівлі (ПБ), викреслюють стрілочні вулиці та з'їзди похилими лініями, що мають кут нахилу до горизонталі α відповідно до марки хрестовин стрілочних переводів. Ц П 6 - 6 7 3 1/11 - 6 2 5 1 $m=5,3$ м α - 700 – 600. На плані станції слід вказати марки хрестовин та відмітки вершин стрілочних кривих. Відстань l між сусідніми центрами стрілочних переводів або між центром стрілочного переводу та вершиною стрілочної кривої верхньої колії станції визначається за формулою: $m l \operatorname{tg} \alpha =$, де m – ширина міжколійя, м; $\operatorname{tg} \alpha$ – марка хрестовини стрілочного переводу, яка дорівнює тангенсу кута між осями двох шляхів, що перехрещуються. На план станції наносять будівлі, пішохідний місток, пасажирські платформи, тягову підстанцію, вхідні світлофори, переїзди та інші

штучні споруди із зазначенням їх розмірів, пікетних відміток та відстаней від осей найближчих колій. Для плану станції готують у нижній та верхній частині креслення таблиці, у яких записують: а) номери, габарити і типи опор та опорних плит; б) типи фундаментів, анкерів, відтяжок; в) типи жорстких поперечин і консолей; г) типи кронштейнів і надставок; д) відстані від осі пасажирської будівлі до кожної опори. Намітка місць фіксації контактних проводів Місця фіксації встановлюють поблизу повітряних стрілок і на кривих ділянках, де контактний провід змінює напрямок без повітряної стрілки. Відстані від центрів стрілочних переводів до місця фіксації визначаються залежно від марки хрестовини. Після цього виконують розстановку опор у горловинах станції, там, де необхідно фіксувати контактний провід. Необхідно враховувати розраховану максимально допустиму, а також мінімальну довжину прогону, яка складає 30 – 35 м, а на швидкісних ділянках (зі швидкістю руху 161 – 200 км/год) – 40 м. Причому, різниця між сусідніми прогонами має бути не більше ніж 25 % від довжини найбільшого з них, а на швидкісних ділянках – не більше ніж 15 %. Виходячи з умови, що головні колії станції повинні мати фіксацію повітряних стрілок з несучих опор, тут встановлюють перші несучі опори. В середній частині станції використовують залізобетонні опори з жорсткими поперечинами. Пішохідний місток (ПМ) згідно із завданням має висоту 6 м, тому не може використовуватися як опора. Несучі опори слід встановити в обидва боки на однаковій відстані від пішохідного містка, а контактну підвіску пропустити під пішохідним містком.

Бокові колії станції виконують як одну анкерну ділянку. При довжині до 800 м (700 м на швидкісних ділянках) застосовують односторонню компенсацію. Якщо її довжина перебуває в межах від 800 до 1600 м (700 – 1400 м на швидкісних ділянках), то потрібна двостороння компенсація і в середній частині розміщують прогін середнього анкерування, який має довжину, на 10 % меншу максимально допустимої. Головні колії станції за завданням мають довжину до 3 км, тому їх контактну мережу слід поділити на дві анкерні ділянки. В середній частині контактної мережі головних колій передбачається неізольоване спраження анкерних ділянок. Розстановка опор по кінцях станції

Згідно з прийнятою схемою живлення та секціонування контактної мережі у місцях приєднання перегонів до станцій має виконуватись поздовжнє секціонування. На лініях змінного струму з одного боку станції проектують ізолювальні трипрогонні спряження, а з іншого, на суміжному перегоні, нейтральну вставку. Там розміщують сигнали “Вимкнути струм” та “Увімкнути струм на електровозі (електропоїзді)”. При розстановці опор ізолювальних спряжень необхідно враховувати, що довжина прогонів між перехідними опорами скорочується, на прямих ділянках вона має бути на 25 % меншою допустимої за вітростійкістю довжини прогону. На швидкісних ділянках слід передбачати нейтральні вставки з 4-прогонними спряженнями. Розстановка зигзагів Розстановка зигзагів на повітряних стрілках була проведена раніше, при монтажі опор у горловинах станцій. Розстановку зигзагів по кожній колії починають із зигзага, вказаного на повітряній стрілці цієї колії в одній з горловин станції. У середній частині станції по кожній колії мають бути розставлені зигзаги, по чергово направлені під кожною жорсткою поперечиною то в один, то в інший бік від осі колії. На ізолювальних спряженнях від напрямку зигзагів залежить розміщення контактних проводів на плані. Тому спочатку необхідно розставити зигзаги контактних проводів, починаючи з крайніх стрілок станції до анкерних опор ізолювальних спряжень, а потім креслити розміщення підвісок на плані. Місця фіксації контактних проводів на перехресних стрілочних переходах доцільно намітити в їх середині.

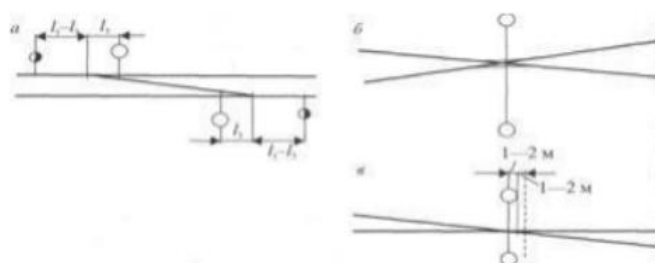


Рисунок 1. Схеми розташування опор (місць фіксації контактних проводів): а і б — при звичайному і перехресному стрілочному перекладах; у — при глухому перетині шляхів перетину осей з'їздів і основних шляхів).

Всі повітряні стрілки на головних шляхах повинні фіксуватися. На другорядних шляхах допускається застосовувати нефіксовані повітряні стрілки. Після того, як намічені всі необхідні місця фіксації контактних проводів, вибирають місця, де раціонально встановити проміжні, перехідні і анкерні опори. При розстановці опор в горловині станції враховують можливість пристрою анкеровок всіх проводів з шляхів, що закінчуються(або що починаються) у горловині, без установки додаткових анкерних опор і прагнуть до максимального поєднання опор різного призначення (що несуть, анкерних і таких, що фіксують). Повітряні стрілки повинні розміщуватися не ближче за два прольоти від компенсованої анкеровки. Крім того, враховують можливість: оптимального розміщення секційних ізоляторів поблизу опор (у $1/3$ прольоту), установки і зручного приєднання до проводів контактних підвісок секційних роз'єднувачів відповідно до прийнятої схеми секціонування станції, а також підвіски тих, що живлять і інших проводів на опорах контактної мережі. Після розстановки проміжних і фіксуючих опор в горловині станції намічають місця установки опор ізолюючих сполучень анкерних ділянок контактних підвісок станції і перегонів, що примикають до неї. При цьому окрім відмічених вище положень, приймають до уваги наступне: - крайня опора ізолюючого сполучення повинна бути розташована не ближче 5 м від вхідного сигналу у бік станції; - довжина анкерних ділянок контактних підвісок головних шляхів станції не повинна бути більше 1600 м; - опори і анкерні гілки контактних підвісок не повинні погіршувати видимість сигналів, що слід враховувати при виборі гастритів опор і відстаней від опор до сигналів: анкерні опори краще всього розташовувати не ближче 20—25 м від сигналів; - як анкерна опора для станційної підвіски може бути використана крайня перехідна опора головного шляху. Розташування опор ізолюючих сполучень анкерних ділянок пов'язують з наміченими опорами в горловині. Для цього розмічають зигзаги контактного дроту і перевіряють правильність прийнятих прольотів, оскільки довжина прольоту залежить від розміру і напрямку зигзагів. При цьому слід враховувати, що допустимі довжини прольотів були визначені з урахуванням різносторонніх зигзагів 300 мм. Схеми ізолюючих сполучень анкерних ділянок і нейтральних

вставок приймають по типових кресленнях залежно від виду електричної тяги (електровоз, мотор-вагонна) і роду струму. При викреслюванні ізолюючих сполучень пов'язують зигзаги контактних проводів у опор ізолюючих сполучень і найближчих до них повітряних стрілок станції. При розмітці зигзагів може вийти, що на двох суміжних опорах зигзаги мають однаковий напрям. У такому разі так само, як на кривих, зигзаги пов'язують, розміщуючи контактний дріт у однієї з опор без зигзага (з нульовим зигзагом) і скорочуючи, коли це потрібно за умовами вітростійкості контактної підвіски, довжину одного-двох прольотів. Після розстановки опор по кінцях станції ставлять опори в середній частині станції. Тут слід застосовувати максимально допустимі прольоти, прагнучи до установки найменшого числа жорсткої і гнучкої поперечини. За наявності на станції штучних споруд спочатку вибирають спосіб проходу контактної мережі через ці споруди, а потім намічають місця установки найближчих до споруд опор. Як підтримуючі пристрої для проводів контактної мережі при їх відповідних габаритах допускається використовувати верхні елементи мостів, зведення тунелів, конструкції шляхопроводів, пішохідних і сигнальних мостів. У разі використання, наприклад, пішохідного моста як підтримуючий пристрій найближчі до нього опори розташовують на відстані близькому до допустимого прольоту на станції. У тому випадку, коли пішохідний міст не використовують як підтримуючий пристрій, найближчі до нього опори розміщують так, щоб міст знаходився по можливості ближче до середини прольоту. Вибирають також місця установки опор у пасажирських будівель, пакгаузів і так далі. Як основний тип конструкцій контактної мережі, що несуть, на станціях приймають жорстку поперечину, що перекриває до семи-восьми шляхів. На крупних станціях з числом шляхів більше восьми за відсутності необхідних міжколій для установки опор жорсткої поперечини і неможливості розсунення або зняття шляху встановлюють гнучку поперечину. Місця установки опор жорсткої (гнучких) поперечини намічають після розстановки опор у штучних споруд. При цьому довжину одного-двох прольотів, розташованих приблизно посередині анкерних ділянок головних шляхів станції, приймають на 10 %

менше довжини допустимого прольоту, щоб розмістити в них середні анкеровки контактних проводів. Така попередня розмітка місць установки опор дозволяє виявити найменшу необхідну кількість опор, а також їх раціональне розміщення. Прольоти між двома-трьома жорсткою (гнучкими) поперечиною, розташованою біля горловини станції, передбачають (зберігаючи мінімальну необхідну кількість опор поперечини) коротше допустимих, щоб не встановлювати спеціально фіксуючі опори для фіксації контактних проводів на стрілочних кривих, а також мати можливість вмонтовувати контактні дроти на одній з жорсткої або гнучкої поперечини з нульовим зигзагом. Останнє необхідно робити в деяких випадках для ув'язки зигзагів контактних проводів на повітряних стрілках, розташованих в різній горловині станції. При розстановці опор на станції і особливо опор гнучкої і жорсткої поперечини габарити і потужність опор вибирають з урахуванням майбутнього розвитку станції. Після розстановки опор по всій станції здійснюють трасування (розводку) анкерних ділянок контактних підвісок шляхів, що електрифікуються, і остаточно вибирають місця установки анкерних опор. На з'їздах, як правило, передбачають окремі анкерні ділянки. Кількість анкерних опор повинна бути мінімальною. Над головними шляхами станції передбачають контактні підвіски того ж типу і площі перетину, що і на перегонах. Анкерні ділянки контактних підвісок головних шляхів зазвичай трасують від крайніх у бік перегону анкерних опор ізолюючих сполучень в одному кінці станції до таких же опор на іншому кінці. Якщо при цьому довжини анкерних ділянок перевищують допустимі, то контактну підвіску кожного головного шляху розміщують в двох анкерних ділянках, влаштовуючи трьохпролітне їх сполучення в найбільш зручному для цього місці. Перетин на повітряних стрілках головних шляхів станцій різних ланцюгових підвісок (компенсованою і напівкомпенсованою) не допускається. Після того, як всі анкерні ділянки протрасовані, підраховують їх довжину. Анкерні ділянки завдовжки більше 800 м виконують з двосторонньою компенсацією контактного дроту і троса при компенсованих підвісках, що несе, або одного контактного дроту — в напівкомпенсованих. У одному з середніх прольотів таких анкерних ділянок

передбачають середні анкеровки. Якщо середні анкеровки не потрапляють в намічені раніше зменшені прольоти, здійснюють відповідну перестановку опор. У анкерних ділянках завдовжки менше 800 м роблять односторонню компенсацію проводів контактних підвісок. При цьому компенсовану анкеровку проводів зазвичай виконують у найбільш віддаленій від повітряних стрілок анкерної опори. Довжину і номер анкерної ділянки указують у кожній анкерної опори. Анкерні ділянки головних шляхів зазвичай нумерують римськими цифрами, інших шляхів — арабськими і так далі у кожній опори на вертикальній лінії указують її пікет (відстань від осі пасажирської будівлі) і габарит установки. На плані показують всі довжини прольотів (відстані між опорами, що несуть навантаження), які для відмінності від інших цифр підкреслюють однією межею. Всі опори, показані на плані станції (включаючи спеціальні опори для живлячих і відсмоктуючих ліній), нумерують у напрямі рахунку кілометрів, починаючи з першої анкерної опори ізолюючого сполучення на одному кінці станції до останньої анкерної опори на іншому. При цьому прагнуть, щоб опори, розташовані з боку парних шляхів, мали парні номери, а з боку непарних шляхів — непарні. Секційні ізолятори розташовують так, щоб при зупинці електровоза у світлофора виключалося можливість перекриття струмоприймачем суміжних секцій контактної мережі. Щоб поліпшити прохід струмоприймачів по секційному ізолятору, його врзають в контактну підвіску в першій третині прольоту між опорами (по можливості ближче до точки підвісу троса, що несе), а на з'їздах — в середній частині між шляхами. Секційні роз'єднувачі показують у тих опор, на яких вони повинні бути встановлені. На анкерних залізобетонних опорах установка секційних роз'єднувачів не допускається.

Трасування ліній живлення, відсмоктування та поздовжнього електропостачання За зразками, які наведені, слід виконати підключення через роз'єднувачі до тягової підстанції ліній живлення, поздовжнього електропостачання (ПЕ) та лінії два проводи-рейки (ДПР). На цих лініях поблизу тягових підстанцій для захисту від комутаційних та атмосферних перенапруг встановлюють обмежувачі перенапруг ОПН згідно з

рекомендаціями . Лінії живлення та відсмоктування виконують проводами марки А-185. 23 Для анкерування ліній біля будинку тягової підстанції використовують залізобетонні конічні опори або металеві портали на залізобетонних опорах. Для анкерування цих ліній біля колій також застосовують залізобетонні конічні опори. Розстановка габаритів опор. Габарит опори – це відстань від передньої грані опори до осі колії. Нормальний габарит опори 3,1 м застосовують на прямих ділянках для перехідних та проміжних консольних опор. На зовнішньому та внутрішньому боці стрілочних кривих при марці хрестовини 1/9 (1/11) – 3,25 м, при інших марках – 3,2 м. Для анкерних залізобетонних опор – 3,3 м, для опор з роз'єднувачами – 3,2 м. У місцях.

Приклади виконання елементів планів контактної мережі.

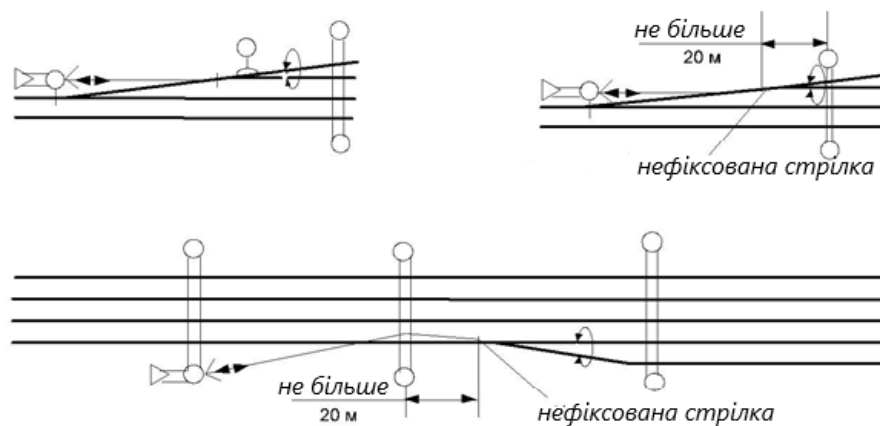


Рисунок 2. Фіксовані і нефіксовані повітряні стрілки.

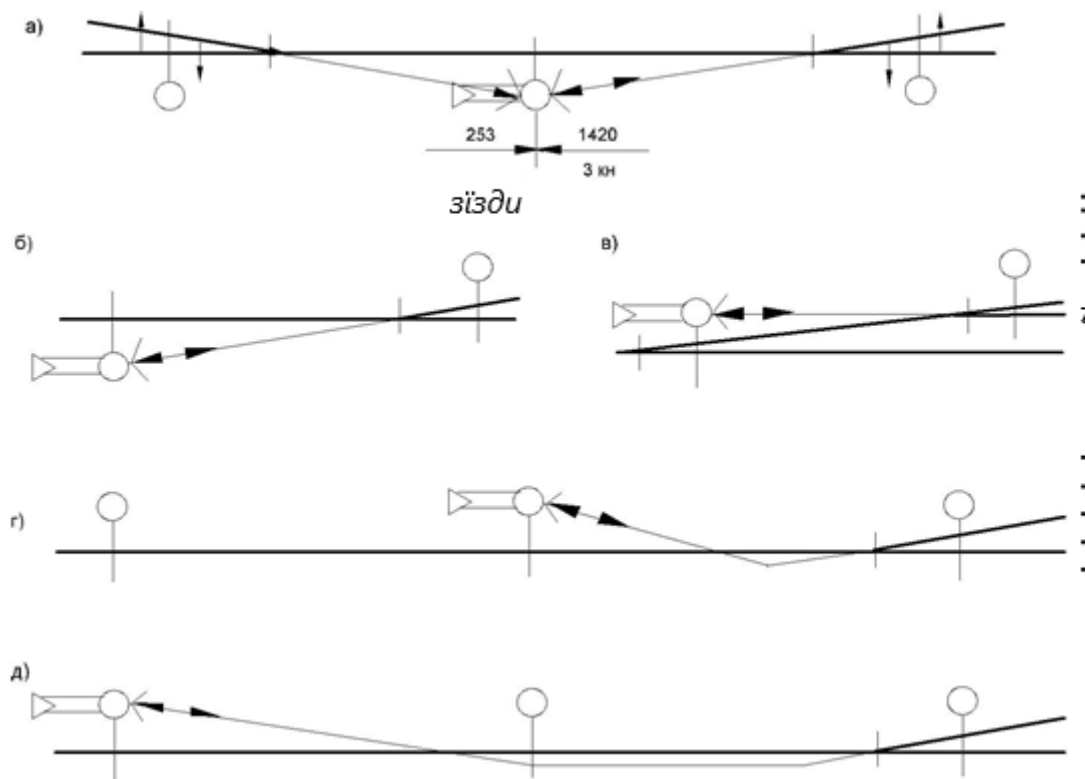


Рисунок 3. Схеми анкеровки контактних підвісок

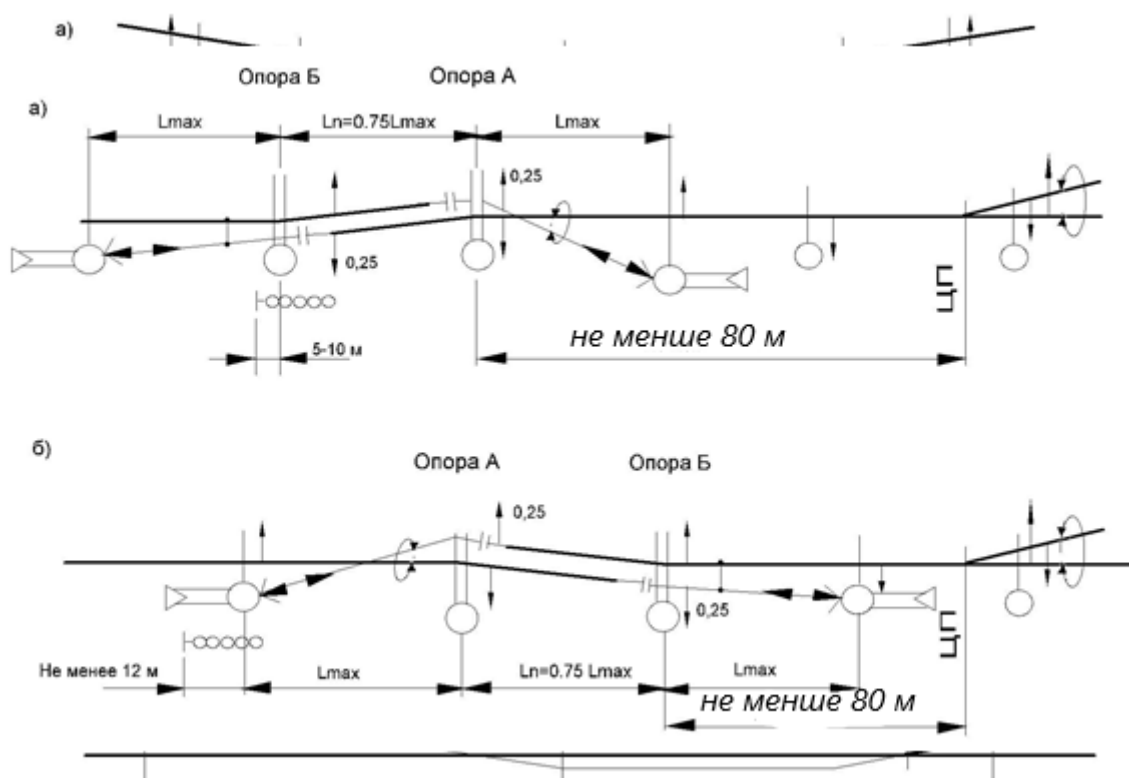


Рисунок 4. Розміщення ізольованих спряжень.

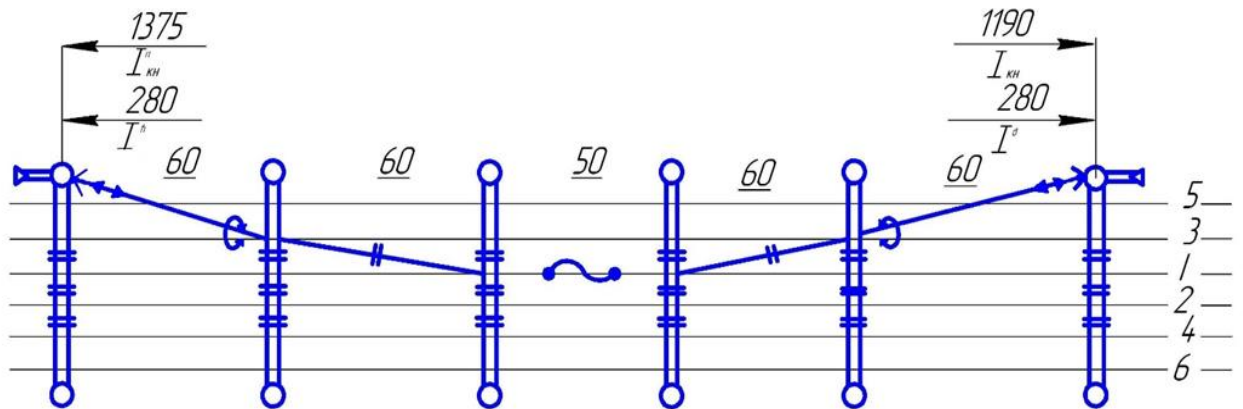


Рисунок 5. Неізольоване (без секціонування) sprzęження анкерних ділянок контактних підвісок головних колій всередині станції.

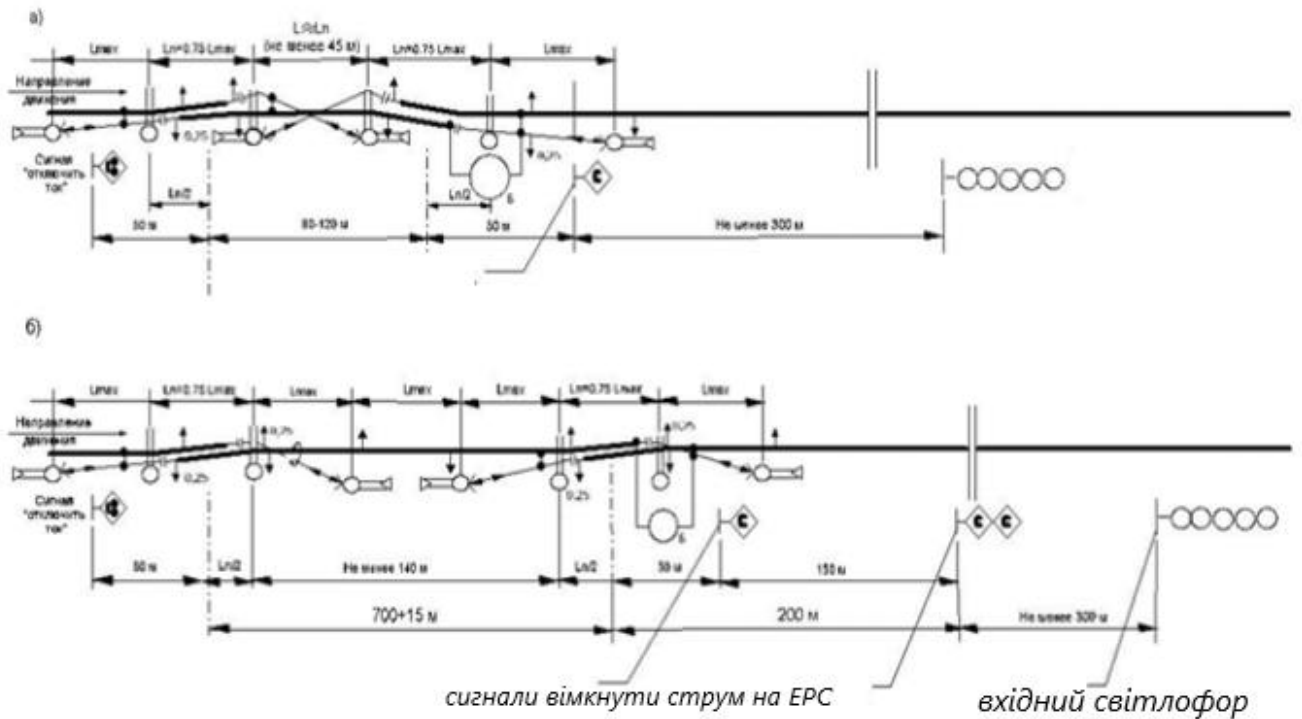


Рисунок 6. Схеми sprzęжень анкерних ділянок з нейтральною вставкою при локомотивній (а) і моторвагонній (б) тягах.

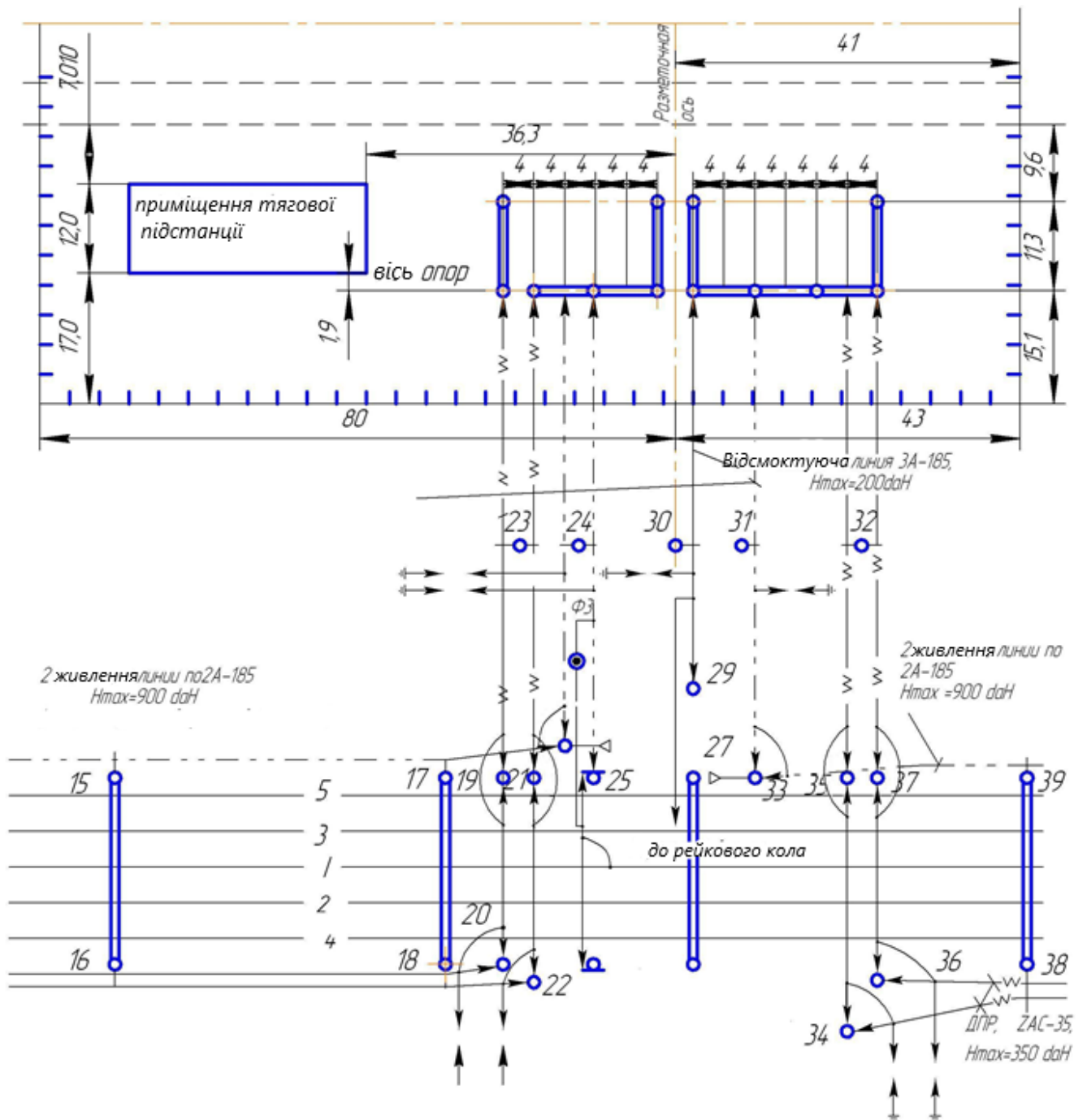


Рисунок 7. Схема трасування живлячих і відсмоктуючих ліній, ліній ДПР від тягової підстанції змінного струму.

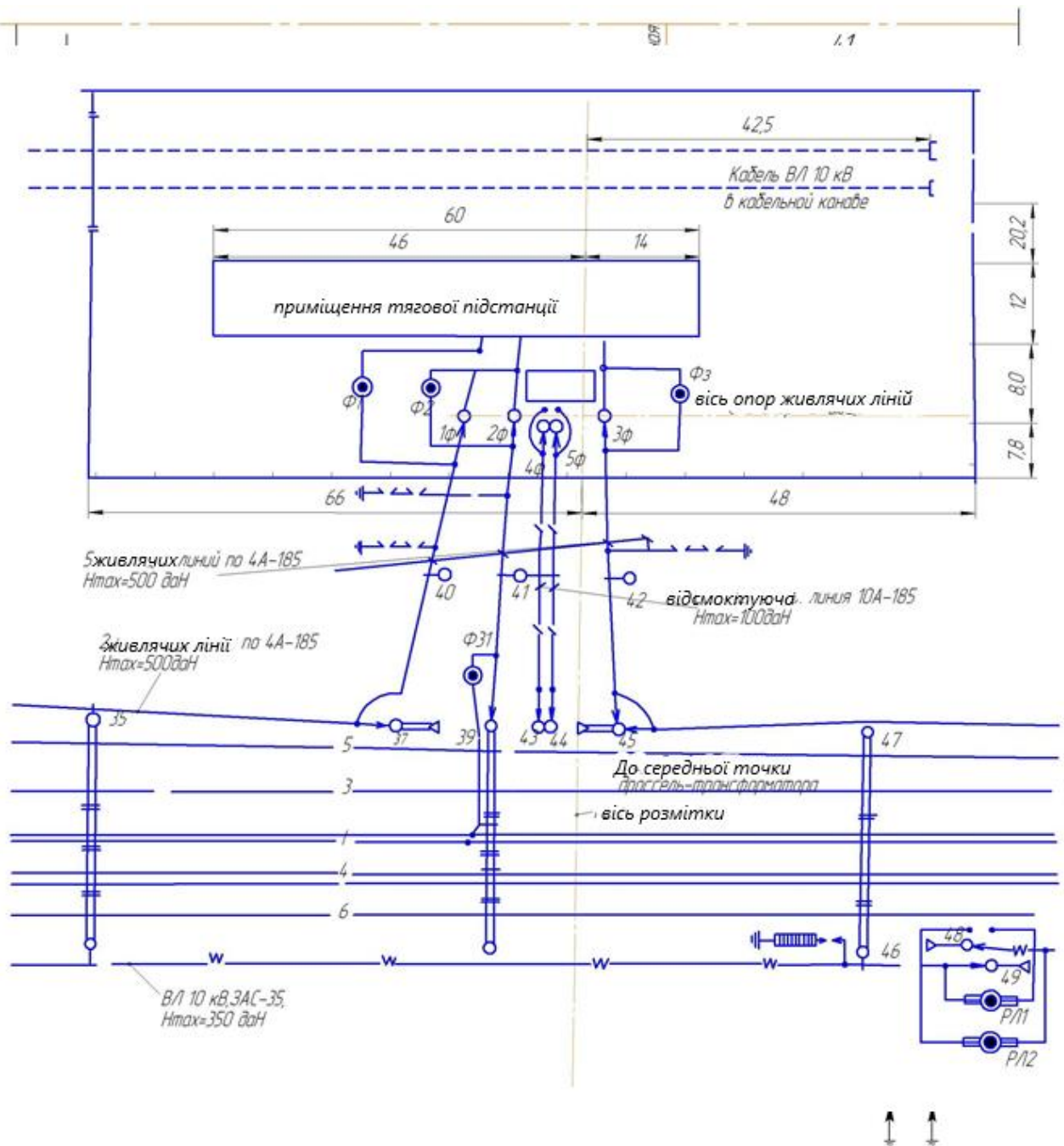


Рисунок 8. Схема трасування живлячих і відсмоктуючих ліній, ліній ДПР від тягової підстанції постійного струму.

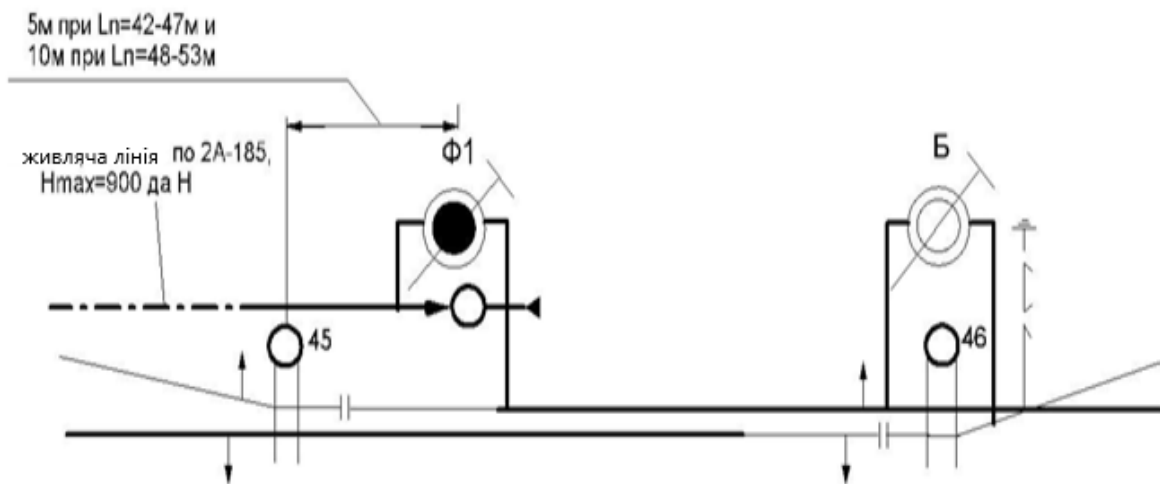


Рисунок 9. Схема приєднання живлячих ліній до контактної мережі змінного струму 27,5 кВ.

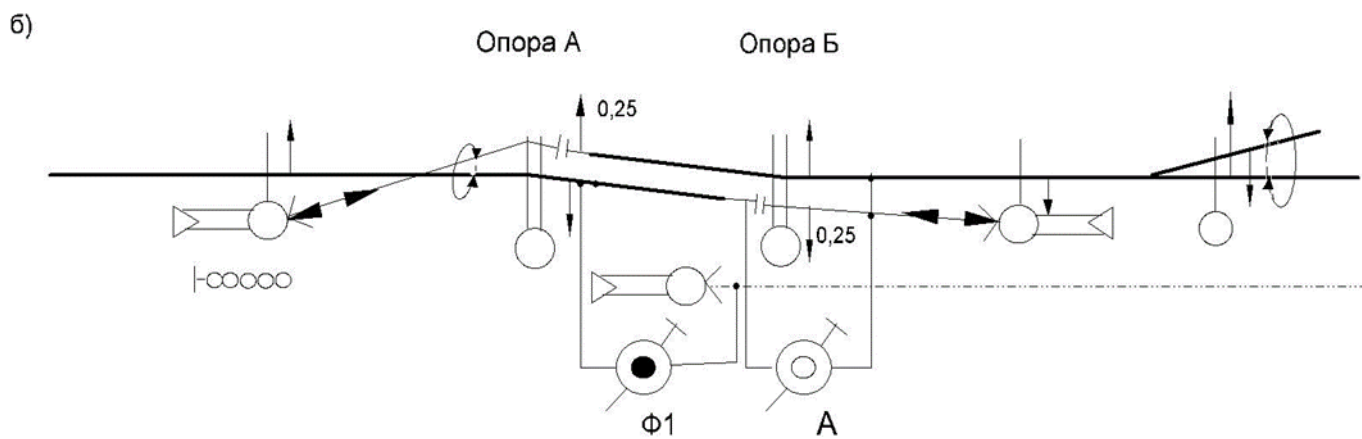


Рисунок 10. Схема приєднання живлячих ліній до контактної мережі змінного струму 3,3 кВ.

Технологія монтажу контактної мережі. Монтаж контактної мережі ведеться виходячи з планів контактної мережі. Плани контактної мережі складаються з допомогою умовних зображень.

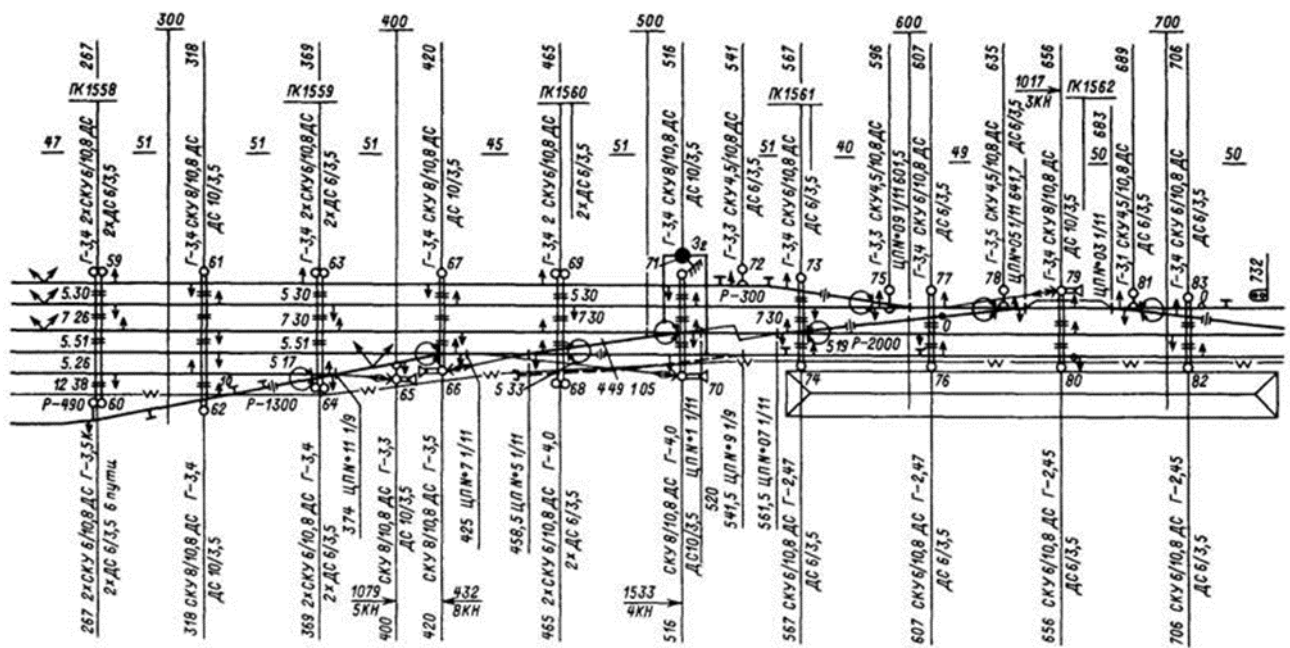


Рисунок 12. План контактної мережі станції.

Монтаж контактної мережі, якщо електрифікація проводиться вперше, проводиться спеціалізованими монтажними організаціями.

При розширенні електрифікації існуючих електричних доріг ця робота може бути виконана окремими бригадами, що виділяються експлуатуючими організаціями – дистанціями контактної мережі, – на магістральних залізницях, районами контактної мережі – міським електричним транспортом. Монтаж контактної мережі ведеться так: Звіряє плани контактної мережі з натурою, встановлює їх відповідність і при необхідності вносить зміни до планів контактної мережі. Розмітка місць під установку опор або гаків. Риття котлованів, влаштування фундаментів, встановлення опор, свердління отворів під стінні гаки та їх встановлення. Установка консолей, кронштейнів, завіска несучих тросів гнучких поперечок. Установка ізоляторів, сидел під несучий трос та розкочувальних роликів. Розкочування несучого троса ланцюгової підвіски. Переведення несучого троса з роликів до сидла, його закріплення, встановлення струнок. Розкочування контактного дроту. Установка вантажних компенсаторів та регулювання тяжіння контактного проводу та троса, що несе. Вертикальне регулювання висоти контактного дроту та його рихтування. Регулювання контактного дроту у горизонтальній площині з установкою фіксаторів.

Установка на контактній мережі спеціальних частин: стрілок перетинів, секційних ізоляторів, розрядників і т. д. Регулювання сполучення контактної мережі. Підключення живильних та відсмоктувальних ліній, встановлення роз'єднувачів. Установка міжстикових з'єднань рейкової мережі, заземлення опор та інших конструкцій шляхом приєднання їх до рейок. «Холодна» обкатка контактної мережі, усунення дефектів, подача напруги на контактну мережу та «гаряча» обкатка. Черговість окремих пунктів може бути змінена; для міського електричного транспорту ряд позицій може бути відсутнім, наприклад, якщо монтується проста підвіска, то, природно, будуть відсутні позиції, що передбачають розкочування несучого троса. Для тролейбуса відсутні роботи, пов'язані з рейковою мережею.

План контактної мережі перегону. Виконують у масштабі 1:2000 та у наступній послідовності: розбивка опор; розбивка анкерних ділянок та зигзагів; трасування підсилювальних та інших проводів; вибір типів опор та підтримуючих конструкцій; обробка плану контактної мережі та складання специфікацій. Ось шляхи зображують прямою лінією, на якій наносять умовні позначення штучних споруд, переїзду, мосту та залізобетонної труби. Нижче цих прямих розміщують спрямлений план лінії, де показують криві, їх довжини і радіуси. Через кожних 100 м вертикальними лініями розмічають пікети, нумерація яких відповідає загальному рахунку кілометрів. Знизу і зверху шляху залишаються місця розміщення таблиць чи високих ліній, у яких вказується всі необхідні дані після обробки плану перегону. План перегону починається з вхідного сигналу станції, до якого влаштовується 3-пролітне ізолююче сполучення анкерних ділянок. Розстановку опор проводять до насипу моста. Штучні споруди, переїзди, залізобетонні труби, перетин ліній переносять на умовні прямі лінії. У таблиці, при складанні плану, вздовж всього перегону наводять усі необхідні дані: пікетаж штучних споруд, габарити та типи опор, тип консолей та фіксаторів. На двоколінійній ділянці опори розташовують у створі по обох шляхах. Розбивку опор проводять прольотами, отриманими при розрахунку і, можливо, найбільшими. Приблизно намічають місця

розташування всіх анкерувань та прольоту середнього анкерування. Міст із їздою по низу зазвичай виділяється в окрему секцію, тому влаштовують ізольовані сполучення анкерних ділянок. Розстановку зигзагів починають із кривих ділянок шляху, після чого зигзаги розставляють на прямих ділянках. Односторонні зигзаги не допускаються, необхідно встановити один нульовий зигзаг. Підсилювальні дроти підвішуються на кронштейнах з польового боку опор. Якщо це зробити неможливо через прохід ДПР або ПЛ-10 кВ, то підвід, що підсилює, підвішується на консолі поблизу несучого троса. На перехідних опорах сполучень (ізолюючих та еластичних) передбачається встановлення двох консолей та двох фіксаторів. На план контактної мережі перегону наносять спеціальні роз'єднувачі, розрядники, поперечні та поздовжні електричні з'єднувачі. У кожному прольоті вказується його довжина. Позначаються довжини анкерних ділянок. У висновку плану контактної мережі перегону складається таблиця специфікацій, куди включаються: анкерні ділянки, опори, консолі та фіксатори. Вказується тип проводів та їх довжина, а також типи та кількість опор, консолей та фіксаторів. Приклад вихідних даних. Сигнали, споруди та криві Початок кривої $R1=500$ м центр праворуч ходу кілометрів 25 км, 2+60 кінець кривий 4+82 вісь кам'яної труби з отвором 1,1 м 5+16 початок кривої $R2=900$ м центр праворуч по 5+30 ходу кілометрів кінець кривої 26 км, 2+60 міст через річку пікет осі мосту 4+10 з їздою по низу довжина моста м 152 вісь залізобетонної труби з отвором 3,5 м 6+20 початок кривий $R3=1200$ м центр ліворуч 7+65 по ходу кілометрів кінець кривої 27 км, 2+16 вхідний сигнал наступної станції 6+54 вісь переїзду шириною 6м 7+56 перша стрілка наступної станції 8+16.

Базова література:

Основна

1. В. О. ДЬЯКОВ, Д. О. БОСИЙ, А. В. АНТОНОВ КОНТАКТНА МЕРЕЖА ЕЛЕКТРИФІКОВАНИХ ЗАЛІЗНИЦЬ УЛАШТУВАННЯ КОНТАКТНОЇ МЕРЕЖІ Дніпро 2017

Допоміжна література:

1. ДПАОП 0.00-1.21-98 Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів.
2. ДНАОП Правила безпеки для працівників з/т на електрифікованих лініях.
3. НПАОП 60.1-1.48-00. Правила безпеки для працівників залізничного транспорту на електрифікованих лініях
4. НПАОП 40.1-1.21-98 Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів

Інтернет-посилання:

1. <http://surl.li/mzypde>

Дані для трасування контактної мережі на станції

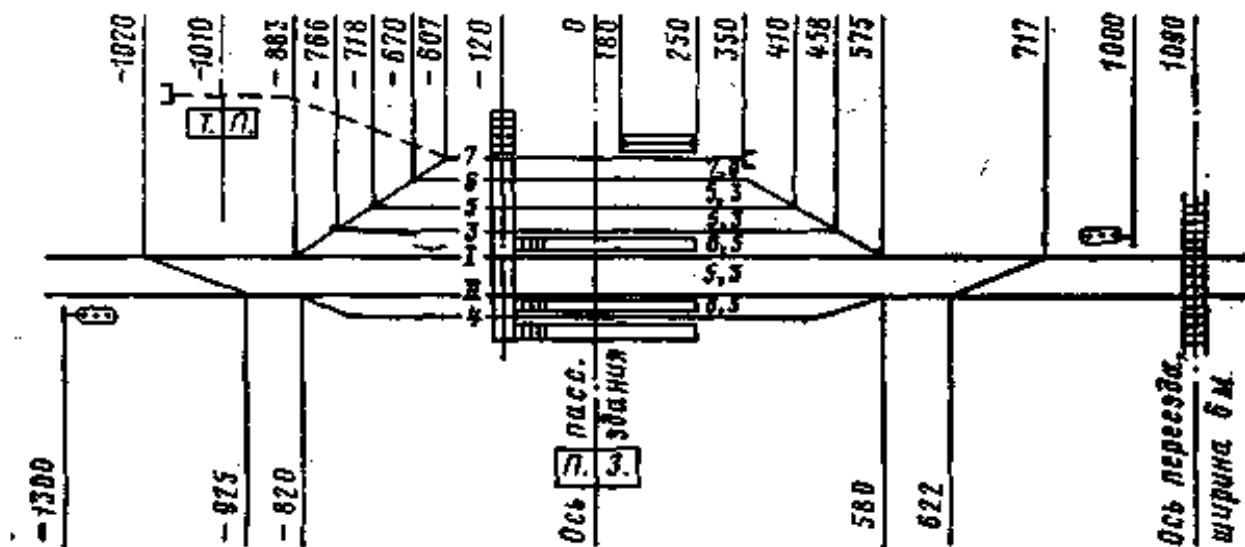


Рисунок 1

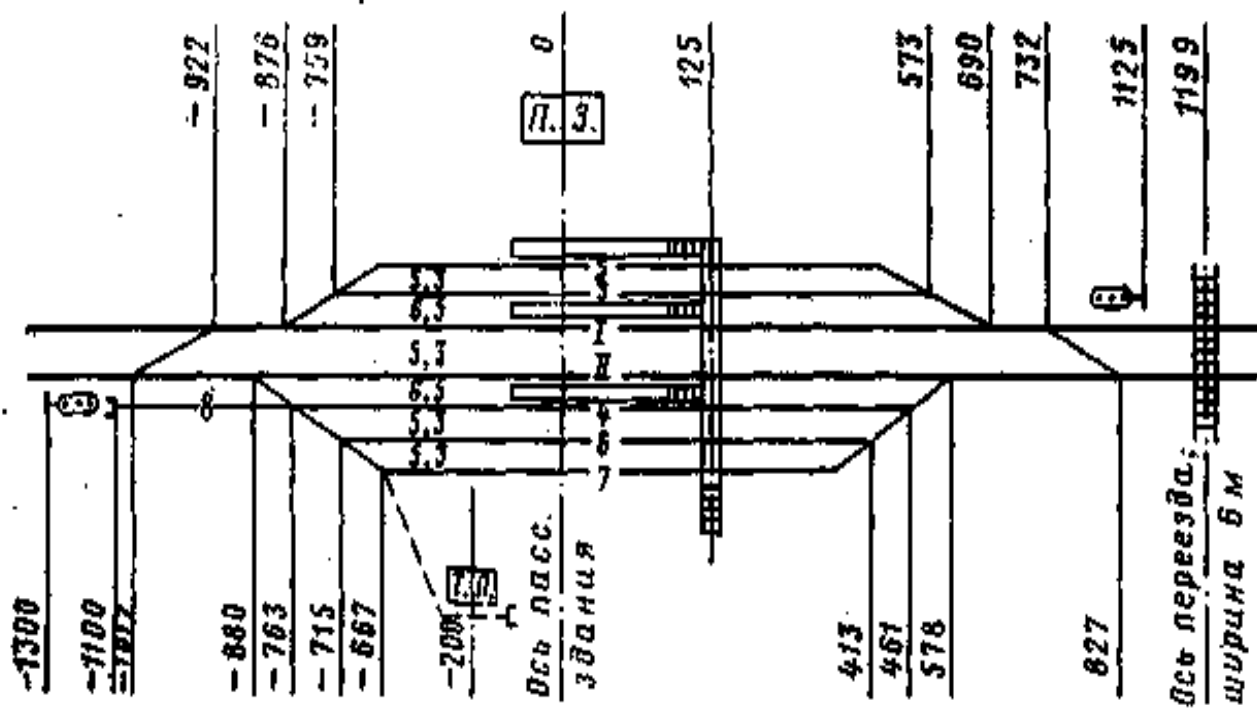


Рисунок 2

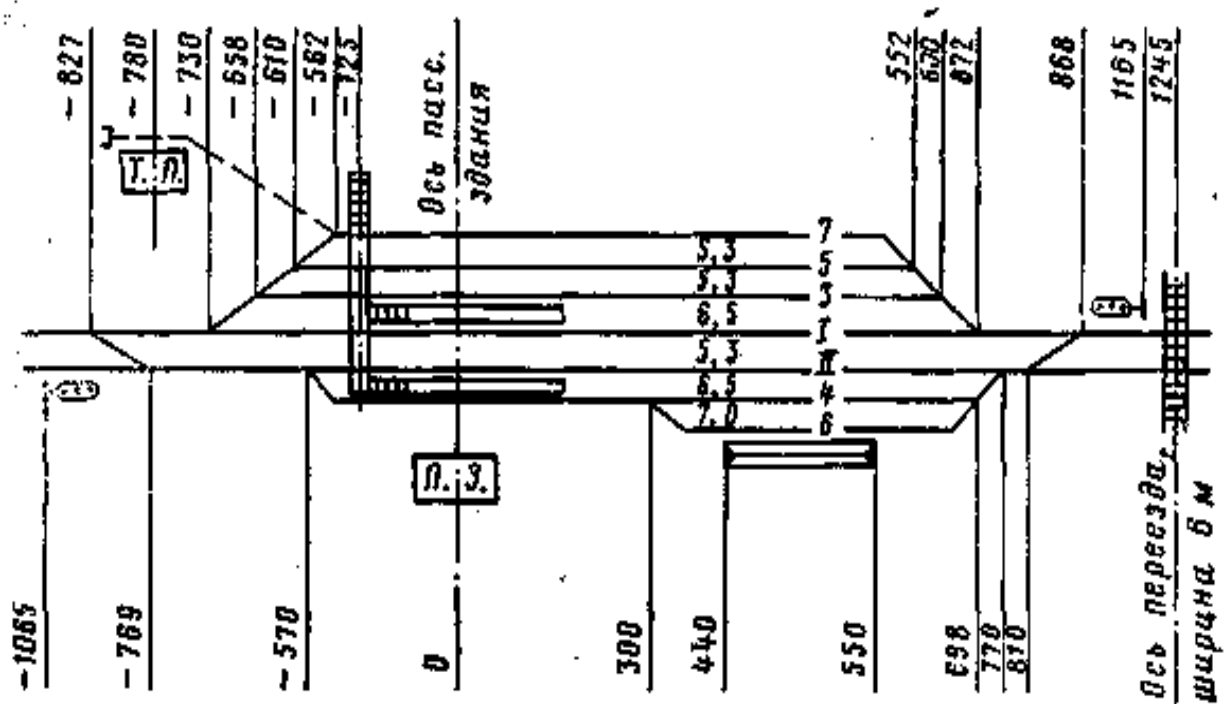


Рисунок 5

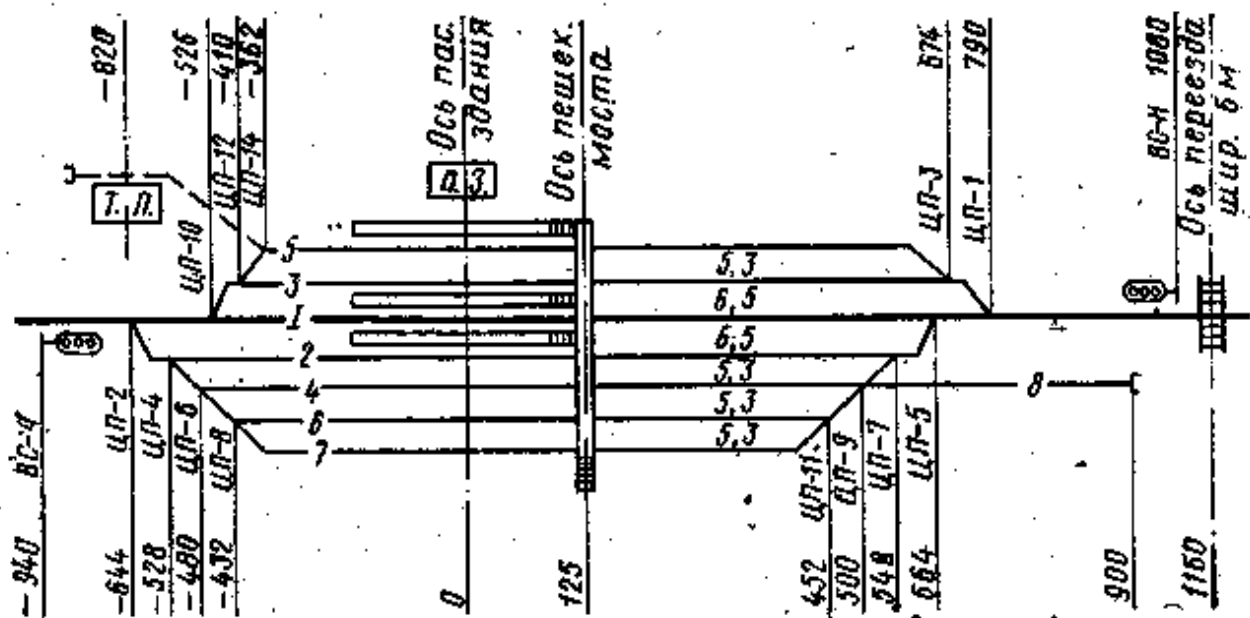


Рисунок 6

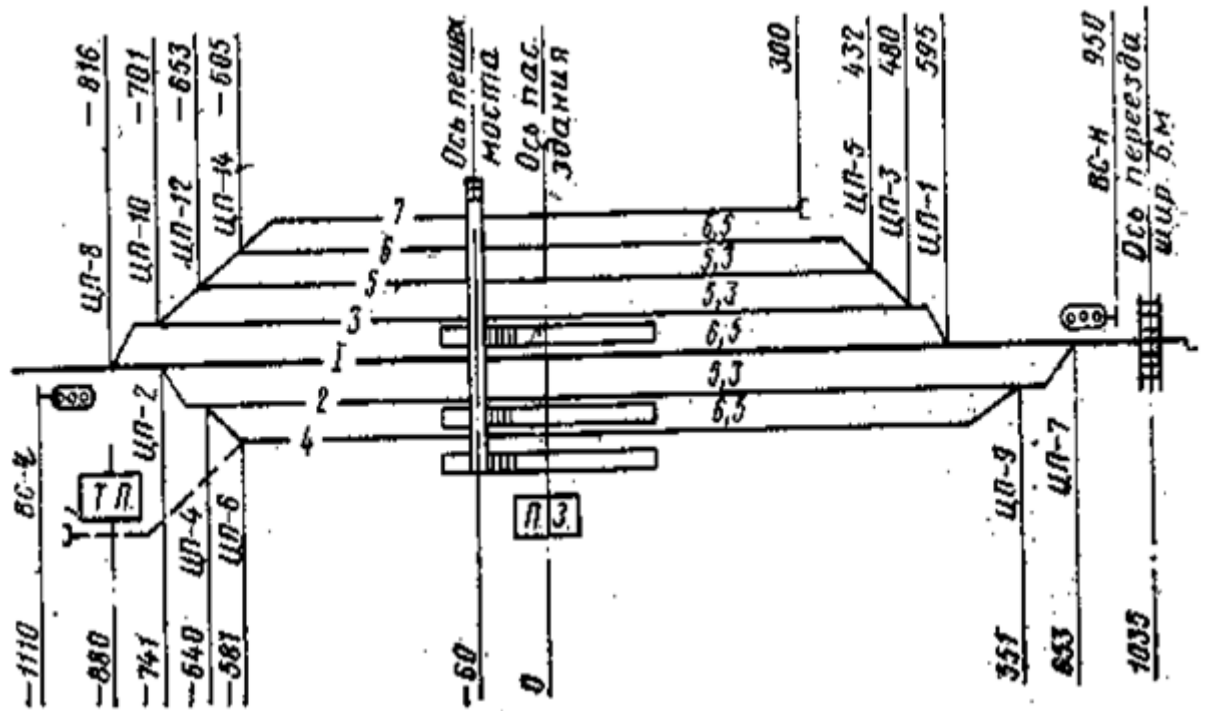


Рисунок 7

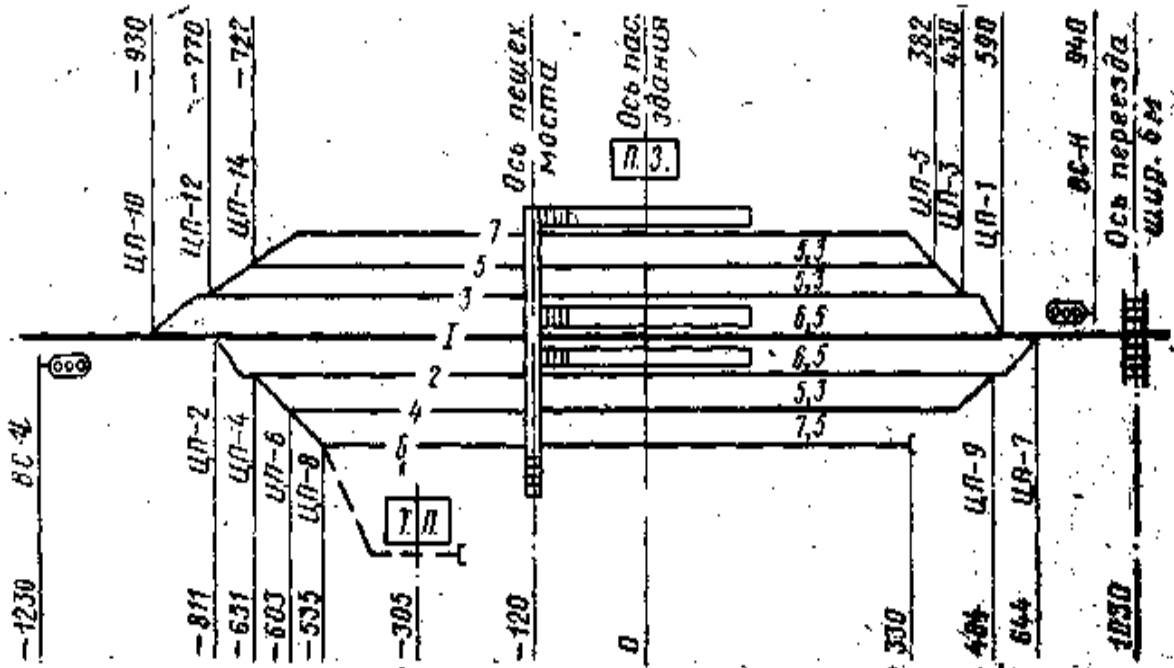


Рисунок 8

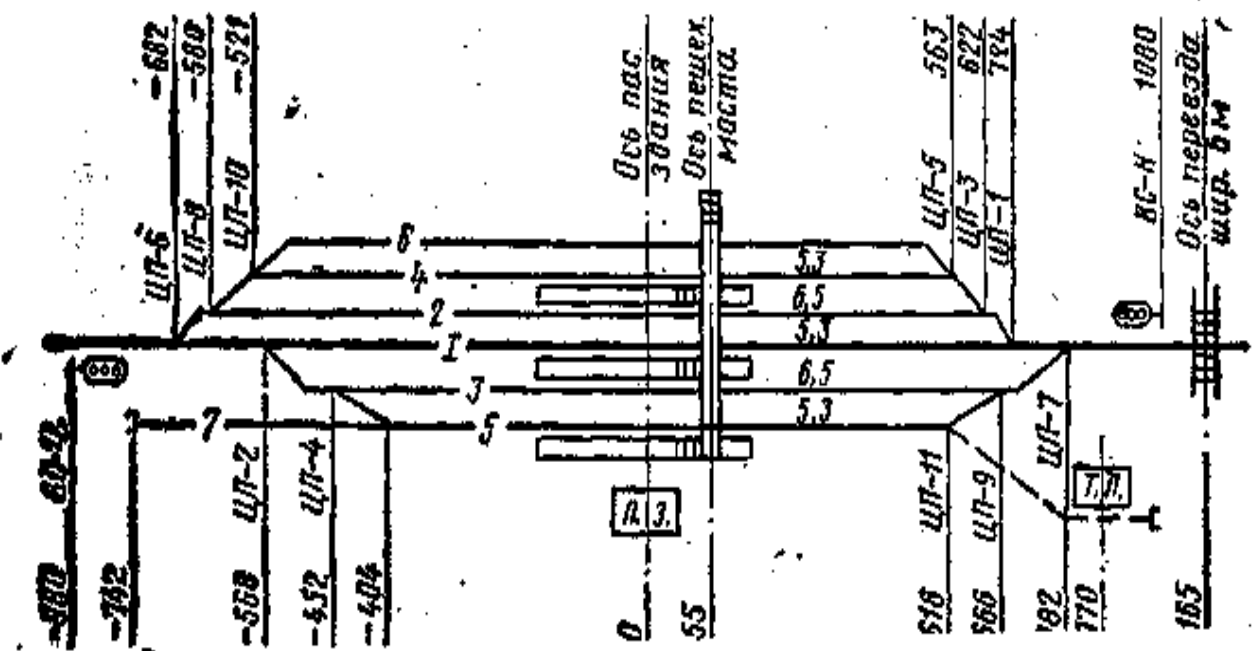


Рисунок 9

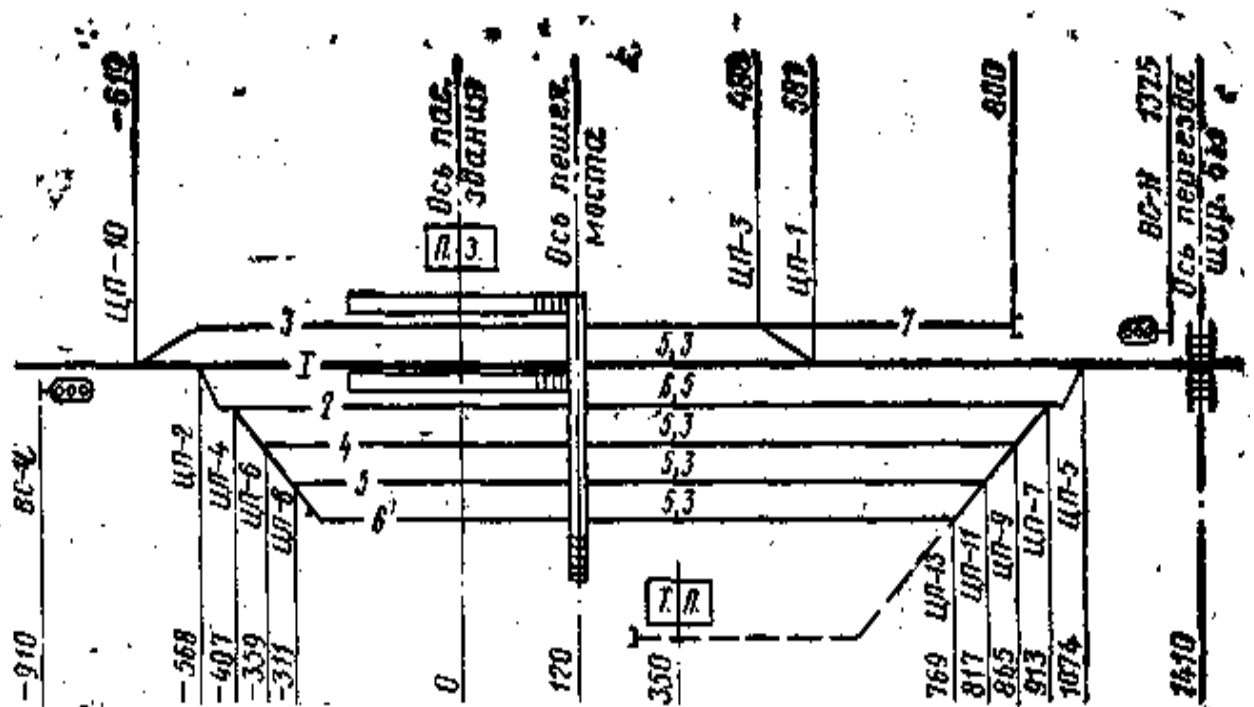


Рисунок 10

Примітки :

- 1) Пасажирські платформи, зазначені на схемах станцій, розташовані симетрично щодо осі ПБ і мають довжину 210 м, ширину 4 м, відстань від бортів платформи до осі прилягаючих шляхів—1,25м.
- 2) Ширина пішохідного моста 5 м.

Аеродинамічний коефіцієнт лобового опору різних проводів

Таблиця 9

Поодинокі проводи і троси діаметром менше 20 мм	1,2
Поодинокі контактні проводи і несучі троси контактної підвіски з урахуванням зажимів і струн	1,25
Поодинокі овальні контактні проводи	1,15
Поодинокі контактні проводи перерізом 150мм ²	1,30
Подвійні контактні проводи при відстані між ними 40 мм	1,85

Основні дані проводів

Таблиця 10

Марка проводів	Площа поперечного Перерізу S_p , мм ²	Висота перерізу Н або діаметр d мм	Ширина перерізу А, мм	Навантаження від ваги проводу g, да Н/м	24α , $10^{-6}/C$	α_{ES} , даН/С	Тимчасовий опір розриву $\sigma_r, 10^6$ Па
ПБСА-50/70	A50/70	14,0	-	0,65	330	20,50	988
ПБСМ-70	69,9	11,0	-	0,6	319	13,82	750
ПБСМ-95	90,6	12,5	-	0,77	319	17,93	750
М-95	94,0	12,6	-	0,85	408	17,38	390
М-120	117,0	14,0	-	1,06	408	21,98	390
МФ-85	85	10,8	11,76	0,76	408	18,78	368
НЛОл0,04Ф-85	85	10,8	11,76	0,7	408	18,78	377
МФ-100	100	11,8	12,8	0,89	408	22,10	363
НЛОл0,04Ф-100	100	11,8	12,8	0,89	408	22,10	377
МФО-100	100	10,5	14,92	0,89	408	22,10	363
НЛОл0,04ФО-100	100	10,5	14,92	0,89	408	22,10	377
МФ-150	150	14,5	15,5	1,34	408	33,15	353
БрФ-85(МГ)	85	10,8	11,76	0,76	408	18,78	421
БрФ-100(МГ)	100	11,8	12,8	0,89	408	22,10	412
А-150	148	15,8	-	0,41	552	18,23	150
А-185	183	17,5	-	0,5	552	22,54	150
АС-35	A36,9/C6,2	8,4	-	0,15	461	5,80	290
АС-50	A48,2/C8,0	9,6	-	0,19	461	7,58	290
АС-70	A68,0/C11,3	11,4	-	0,27	461	10,68	290
4БСМ	12,6	4,0	-	0,1	319	2,96	735
6БСМ	28,3	6,0	-	0,23	319	6,63	637
МГ-70	68,6	12,6	-	0,63	408	12,89	210

Швидкість вітру в м/с в залежності від вітрового району

Таблиця 11

Вітровий район	I	II	III	IV	V	VI	VII
Номінальна швидкість вітру v_n м/с	22	25	29	32	36	40	45

Товщина стінки ожеледі

Таблиця 12

Території по товщині стінки ожеледі	I	II	III	IV	V
Номінальна товщина стінки голо льоду b_n , мм	5	10	15	20	25
Номінальна швидкість вітру при голо льоді $v_{гн}$, м/с	13	14	15	18	19

Значення коефіцієнту K_g в залежності від місцевості

Таблиця 13

Виїмка глибиною, м	
7 і більше	0,6
5	0,75
Ділянки , захищені лісом , станційними будівлями з висотою більш висоти розміщення проводів	0,8
Нульові місця , невеликі насипи і виїмки (до 5 м) в легкій горбиста або рівної місцевості з рідким лісом , спорудами , станц. будівлями висотою 5-7 м , частково захищаючи проводи	1,0
Не захищена від вітру , відкрита рівна поверхня, насип висотою 5 м	1,1
Насип висотою, м	
10	1,3
15	1,35

Значення коефіцієнту K_v для різного профілю ділянки

Таблиця 14

Характеристика місцевості і значення шорсткості z_0	Значення коефіцієнта k_v для різного профілю ділянки					
	Виймка глибиною		Нульове місце	Насипи ,естакади ,мости висотою		
	7м і більше	5 м		6 м	10 м	15 м
Відкрита рівна поверхня без рослинництва , поверхня озер, водосховищ і морів,запливи великих рік $z_0=0,05$ м	0,98	1,1	1,26	1,35	1,43	1,47
Степ ,рівнина ,луг $z_0=0,1$ м	0,8	0,93	1,1	1,18	1,21	1,3
Відкрита рівна поверхня з невисоким (до 4-5 м) рідким лісом ,чагарником $z_0=0,15$ м	0,7	0,83	1,0	1,09	1,16	1,22
Відкрита горбиста місцевість або рівна поверхня з рідким лісом висотою 6-7 м, садами , парками $z_0=0,2$ м	0,65	0,77	0,94	1,03	1,1	1,15
Ділянки захищені лісозахисними насадженнями , не підлягаючим вирубці , станції в межах станційних будівель $z_0=0,5$ м	0,43	0,55	0,73	0,85	1,0	1,13
Не підлягаючим вирубці густого лісу з висотою дерев не менше 10 м , місто з будівлями висотою більше 10 м , $z_0=1,0$ м	0,27	0,38	0,6	0,78	0,95	1,03

Натяг контактних проводів , даН

Таблиця 15

МФ-85	850
БрФ-85	950
МФ-100, МФО-100,НЛОл0,04Ф-100	1000
БрФ-100, БрФО-100	1300
МФ-150, НЛОл0,04Ф-150, НЛОл0,04Ф0-150	1500
БрФ-150, БрФО-150	1800
2МФ-100, 2МФО-100, 2НЛОл0,04Ф-100	2000
2Брф-100, 2БрФО-100	2600

Натяг несучих тросів контактних підвісок

Таблиця 16

Тип підвіски	Номінальний натяг компенсуючого несучого троса Т _{ном} , да Н	Максимальний натяг не компенсуючого несучого троса Т _{max} , да Н	Орієнтаційні значення натяжних несучих тросів напівкомпенсованої підвіски							
			В режимі вітру максимальної інтенсивностіТ _в при заданому значенні мінімальної температуриt _{min} , °C			В режимі ожеледі з вітромТ _г при заданому значенні товщини корки ожеледі b _н , мм				При безпровісному положенні КПП ₀
			-50	-40	-30	5	10	15	20 і більше	
М-95+МФ-100	1450	1600	0,7Т _{max}	0,8Т _{max}	0,85Т _{max}	0,8 Т _{max}	0,85Т _{max}	0,9 Т _{max}	Т _{max}	0,75Т _{max}
М-95+2МФ-100	1450	1600								
М120+2МФ-100	1800	2000								
М-120+МФ-150	1800	2000								
ПБСМ-70+МФ-85	1500	1600	0,8 Т _{max}	0,8 Т _{max}	0,9 Т _{max}	0,7 Т _{max}	0,8 Т _{max}	0,9 Т _{max}	Т _{max}	0,8 Т _{max}
ПБСМ-70+МФ-100	1500	1600								
ПБС-95+МФ-100	1600	2000								
ПБСМ-95+2МФ-100	1800	2000								
ПБСА-50/70+МФ-85	1500	1600								
ПБСА-50/70+МФ-100	1800	2000								

Рекомендації даної таблиці вірні, якщо замість контактних проводів МФ – 100 застосовані контактні проводи МФ0 – 100, БрФ – 100, НлФО – 100 і т.п.

Додаток 9

Вертикальне навантаження від ваги ожеледі, що залежить від товщини стінки ожеледі

Таблиця 17

b_n , мм	5	10	15	20
g_{rc} , да Н/м	0,01	0,03	0,06	0,1

Умови застосування прямих похилих неізолюваних консолей на проміжних опорах на ділянках змінного струму

Таблиця 18

Тип опори	Місце установки опори		Тип консолі при габариті опор ,м							
			Трубчаті консолі			Швелерні консолі				
			3,1-3,2	3,3	3,4-3,5	3,1-3,2	3,3	3,4-3,5	4,9	
Проміжна	Пряма		При $\kappa_v \leq 1,15$ ($\kappa_v > 1,15$)	НТП-I(НТСI-Іп)		НР-I-5		НР-III-5		
	Зовнішня сторона кривої	R>600 м	при $\kappa_v \leq 1,15$ ($\kappa_v > 1,15$)	НТП-I(НТПI-Іп)						НС-III-5п
		R $\leq$ 600 м	$\kappa_v \leq 1,35$							
	Внутрішня сторона кривої	R>2000м	при $\kappa_v \leq 1,15$ ($\kappa_v > 1,15$)	НТП-I (НТС-I п)	НТП-II (НТС-II п)	НР-I-5 (НС-I-5)	НС- II-5	НР-III-5		
		1000 м < R $\leq$ 2000 м	при $\kappa_v \leq 1,15$ ($\kappa_v > 1,15$)	НТС-I (НТС-I п)	НТС-II (НТС-II п)	НС-I-5	НР-II-5	НС-III-5		
		600м< R $\leq$ 1000	$\kappa_v \leq 1,35$	НТС-II п		НС-II-5		НС-III-5п або НС-III-6,5		
		R $\leq$ 600 м	$\kappa_v \leq 1,35$							

Прогин опори на рівні КП і НТ під дією вітрового навантаження

Таблиця 19

V, м/с	До 25	30	35	40
u_k , м	0,01	0,015	0,022	0,03
u_T , м	0,015	0,022	0,03	0,04

Значення коефіцієнтів $B_{пр}$, $B_{кр}$ від швидкості вітру

Таблиця 20

v, м/с	До 25	30	35	40
$B_{пр}$ (на прямих)	0,877	0,866	0,850	0,832
$B_{кр}$ (на кривій)	0,84	0,835	0,828	0,82

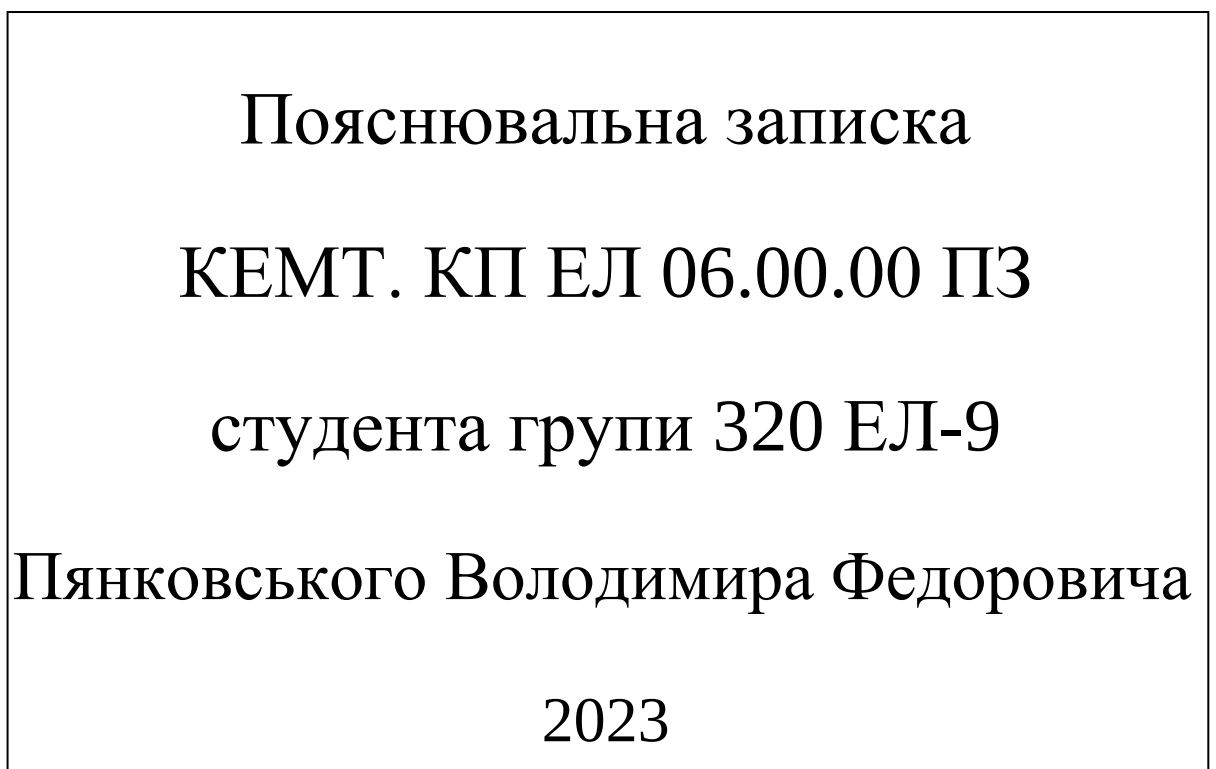
Умови застосування прямих похилих неізолюваних консолей на ділянках постійного струму

Таблиця 21

Тип опори	Місце встановлення опори і гілки підвіски			Тип консолі при габариті опори ,м			
				3,1-3,2	3,3	3,4-3,5	4,9
Проміжна	Пряма	при $k_v \leq 1,15$ (при $k_v > 1,15$)		НРПІ-1(НТРІ-1п)		НР-ІІІ-6,5	
	Зовнішня сторона кривої	R>600 м		НР-I-5			
		R≤600 м				НС-ІІІ-6,5п	
	Внутрішня сторона кривої	R>1000 м		НС-I-6,5		НС-ІІІ-6,5	
		R≤1000 м				НС-ІІІ-6,5	
На повітряній стрілка	Пряма			НС-I-6,5	НС-ІІ-6,5	НС-ІІІ-6,5	
Середня анкеровка	Пряма			НР-I-5		НР-ІІІ-6,5	
	Зовнішня сторона кривої	R>600 м					
		R≤600 м				НС-ІІІ-6,5п	
	Внутрішня сторона кривої	R>1000 м		НС-I-5		НР-ІІІ-6,5	
		R≤1000 м		НС-I-6,5		НС-ІІІ-6,5п	
Перехідна неізолюваного (ізолюваного) спряження на прямій	Опора А	Робоча гілка		НР-I-5	НР-I-5	НР-ІІІ-6,5	
		Анкерна гілка при габариті анкерної опори	3,1-3,5 м				НС-I-5
			4,9-5,7 м				
	Опора Б	Робоча гілка		НР-I-5	НР-ІІ-5	НР-ІІІ-6,5	
		Анкерна гілка при габариті анкерної опори	3,1-3,5 м				НС-I-5
			4,9-5,7 м				

Довжина гірлянди ізоляторів несучого тросу в залежності від числа ізоляторів
Таблиця 22

n_i	0	1	2	3	4
h_i , м	0,16	0,39	0,56	0,73	0,9



Міністерство освіти і науки України
Київський електромеханічний фаховий коледж

Циклова комісія « Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Освітньо-кваліфікаційний рівень – фаховий молодший бакалавр

КУРСОВИЙ ПРОЄКТ
З навчальної дисципліни «Контактна мережа»
на тему

«УСТРІЙ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЯ МЕРЕЖІ КОНТАКТНОЇ ДІЛЯНКИ
ЗАЛІЗНИЦІ ЗМІННОГО СТРУМУ»

КЕМТ. КП ЕЛ 06.00.00 ПЗ

Виконав студент 3 курсу, групи 320ЕЛ-9
спеціальності 141 «Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка»
(освітня програма «Електропостачання»)

_____ В.Ф. Пянковський
_____ 06.2023 року

Керівник _____ Ю.В. Войталюк
_____ 06.2023 року

Оцінка _____

Члени комісії _____

Міністерство освіти і науки України
Київський електромеханічний фаховий коледж

Відділення денне

Циклова комісія « Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Освітньо-кваліфікаційний рівень – фаховий молодший бакалавр

Освітня програма «Електропостачання»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Голова циклової комісії
_____Ю.В.Войталюк
«__» _____ 2023 року

З А В Д А Н Н Я
на курсове проєктування з навчальної дисципліни
«Контактна мережа»

Студенту _____Пянковському Володимирі Федоровичу _____
Курсу _____ІІІ_____групи _____320 ЕЛ-9 _____
Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема курсового проєкту
УСТРІЙ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЯ МЕРЕЖІ КОНТАКТНОЇ ДІЛЯНКИ
ЗМІННОГО СТРУМУ

Вихідні дані до проєкту:

1. Характеристика дільниці: двоколійна
2. Система струму та значення напруги: змінний 2500В
3. Схема живлення контактної мережі: двостороння при повному з'єднанні колій
4. Відстань між тяговими підстанціями: 45 км
5. Максимальна пропускна спроможність дільниці: $N = 180$ пар поїздів за добу
6. Задана пропускна спроможність: $N_{гр} = 80$ пар; $N_{пас} = 35$ пар поїздів за добу
7. Вага локомотиву: $P_{гр} = 4000$ т; $P_{пас} = 1400$ т
8. Вага поїздів: $Q_{гр} = 184$ т; $Q_{пас} = 138$ т
9. Швидкість руху по дільниці: $V_{гр} = 65$ км/г; $V_{пас} = 100$ км/г
10. Величина керуючого підйому: $I_k = 0,8$ ‰
11. Тип рейок: Р-65
12. Відношення часу руху поїзда до часу руху під струмом: 1,1
13. Форми руху електропоїздів, які передбачаються при проєктуванні: тільки магістральне

14. Температури: максимальна = $+35^{\circ}\text{C}$; мінімальна = -35°C
15. Максимальна швидкість вітру: $V_v = 30 \text{ м/с}$; станція від вітру захищена, перегін не захищений
16. Швидкість вітру при ожеледі: $V_{в.ож.} = 15 \text{ м/с}$
17. Товщина стінки ожеледі: $V_{ож} = 10 \text{ мм}$
18. Температура при максимальній швидкості вітру: $+5^{\circ}\text{C}$
19. Температура при ожеледі: -5°C
20. Конструктивна висота підвіски: $h = 2,0 \text{ м}$
21. Підвіска на другорядних коліях станції напівкомпенсована ПБСМ-70 + МФ-85

Зміст розрахунково-пояснювальної записки:

Вступ

1 Загальна частина

1.1 Розрахунок максимальних навантажень на проводи контактної мережі

1.1.1 Для головних колій станції

1.1.2 Для перегону

1.1.3 Для моста і насипу

1.1.4 Для другорядних колій станції

1.1.5 Натяг несучого тросу і контактних проводів

1.1.5.1 Для головних колій станції

1.1.5.2 Для другорядних колій станції

1.1.5.3 Для перегону і моста та насипу

1.2 Розрахунок максимально допустимих довжин прольотів

1.2.1 Для головних колій станції і виїмки

1.2.2 Для перегону

1.2.3 Для моста і насипу

1.2.4 Для другорядних колій станції

1.2.5 Для кривої $R=300 \text{ м}$

1.2.6 Для кривої $R=700 \text{ м}$

1.2.7 Для кривої $R=1850$

1.3 Опис схеми секціонування та живлення контактної мережі станції та прилеглих регіонів

1.4 Визначення необхідної кількості проводів та обладнання для монтажу

1.5 Вибір типових жорстких поперечин

1.6 Економічна частина

1.7 Вартість будівництва проекрованої ділянки контактної мережі

1.8 Витрати на заробітну плату працівникам району контактної мережі

5 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

5.1 Схема секціонування та живлення станції та прилеглих перегонів (1 лист формату А1)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва розділів дипломного проекту	Строк виконання розділів проекту	Відсоток виконання проекту
Вступ	06.09.2022	2%
Загальна частина	20.09.2022	20%
Розрахунок довжин прольотів	05.10.2023	20%
Графічна частина	11.11.2023	10%
Розрахунок специфікації	18.12.2023	15%
Економічна частина	11.03.2023	25%
Оформлення пояснювальної записки	15.04.2023	8%

Рекомендована література і посібники

1.

Студент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту

(підпис)

(прізвище та ініціали)