

ФАКУЛЬТЕТ АВТОМАТИКИ, ТЕЛЕМЕХАНІКИ ТА ЗВ'ЯЗКУ

Кафедра „Автоматика і комп'ютерне телекерування рухом поїздів”

**РОЗРАХУНОК І ПРОЕКТУВАННЯ УСТАНОВКИ
ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ МАРШРУТНО-РЕЛЕЙНОЇ
ЦЕНТРАЛІЗАЦІЇ ПРОМІЖНОЇ (МАЛОЇ) СТАНЦІЇ**

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

**до практичних занять, самостійної роботи та
до виконання контрольної роботи 1 з дисципліни**

"ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ СИСТЕМ АВТОМАТИКИ"

Харків – 2011

Методичні вказівки розглянуто та затверджено до друку на засіданні кафедри “Автоматика та комп'ютерне теле-

керування рухом поїздів” 4 листопада 2009 р., протокол № 4.

Методичні вказівки призначені для студентів спеціальності 092507 “Автоматика і автоматизація на транспорті” спеціалізації 092507.01 “Автоматика і комп’ютерні системи управління рухом поїздів” заочної форми навчання.

Укладачі:

доц. К.С. Клименко,
асист. О.І. Горбушко

Рецензент

проф. А.Б. Бойнік

РОЗРАХУНОК І ПРОЕКТУВАННЯ УСТАНОВКИ
ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ МАРШРУТНО-РЕЛЕЙНОЇ
ЦЕНТРАЛІЗАЦІЇ ПРОМІЖНОЇ (МАЛОЇ) СТАНЦІЇ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до практичних занять, самостійної роботи та
до виконання контрольної роботи 1
з дисципліни "Електроживлення систем автоматики"

Відповідальний за випуск Клименко К.С.

Редактор Решетилова В.В.

Підписано до друку 14.12.09 р.

Формат паперу 60x84 1/16. Папір писальний.

Умовн.-друк.арк. 1,25. Тираж 200. Замовлення №

Видавець та виготовлювач Українська державна академія залізничного транспорту,
61050, Харків-50, майдан Фейєрбаха, 7.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 2874 від 12.06.2007 р.

**УКРАЇНСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ**

ФАКУЛЬТЕТ АВТОМАТИКИ, ТЕЛЕМЕХАНІКИ ТА ЗВ'ЯЗКУ

Кафедра "Автоматика та комп'ютерне телекерування рухом поїздів"

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до практичних занять та самостійної роботи з
виконання контрольної роботи №1
з дисципліни: "Електроживлення систем автоматики"
на тему: "Розрахунок і проектування установки
електроживлення маршрутно-релейної централізації
проміжної (малої) станції"

Харків – 2011

Методичні вказівки розглянуто та затверджено до друку на засіданні кафедри “Автоматика та комп’ютерне телекерування рухом поїздів” 4 листопада 2009 р., протокол № 4.

Методичні вказівки призначені для студентів спеціальності 092507 “Автоматика і автоматизація на транспорті” спеціалізації 092507.01 “Автоматика і комп’ютерні системи управління рухом поїздів”, заочної форми навчання.

Укладачі:

доц. Клименко К.С.

Асистент Горбушко О.І.

Рецензент

проф. А.Б. Бойнік

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ

На практичному занятті розглядаються питання, що пов'язані з виконанням контрольної роботи, а саме:

- вибір системи живлення;
- вибір панелей живлення установки електроживлення;
- методика розрахунку потужності рейкових кіл;
- методика розрахунку перетворювача розподільної панелі;
- методика розрахунку ємності акумуляторної батареї;
- методика розрахунку навантаження на випрямлячі розподільчої панелі;
- методика розрахунку потужності рейкових кіл;
- методика розрахунку навантажень ввідної і розподільчої панелей;
- вибір типу силового трансформатора високовольтної лінії.

САМОСТІЙНА РОБОТА

При підготовці до практичного заняття студент повинен ознайомитися з теоретичним матеріалом, що наведений у конспекті лекцій і підручниках [3, 4], та метою контрольної роботи.

Студент повинен визначитися із завданням до контрольної роботи та даними, необхідними для виконання розрахунків у контрольній роботі (див. розділ «**Завдання**»).

Ознайомитися зі змістом розділів даних методичних вказівок: «**Оформлення контрольної роботи**» та «**Загальні пояснення до контрольної роботи**».

Виконати контрольну роботу згідно з порядком та методикою, які наведені в цих методичних вказівках.

Мета роботи

У контрольній роботі 1 для заданої проміжної чи малої станції, обладнаної маршрутно-релейною централізацією (МРЦ), потрібно розробити установку електроживлення (ЕЖУ) і виконати розрахунок її основних пристроїв.

Завдання

Завдання і дані, необхідні для виконання контрольної роботи 1, наведені у додатку А.

Пристрої МРЦ отримують електроживлення від зовнішніх джерел відповідно до завдання.

Проміжна станція обладнана пристроями електричної (ЕЦ) і диспетчерської (ДЦ) централізацій. На станції у стрілочних електроприводах встановлені електродвигуни постійного струму МСП-0,25 чи ДП-0,25 або змінного струму МСТ-0,3. На станції використовуються фазочутливі рейкові кола з колійними реле ДСШ.

Перегони обладнані пристроями кодового автоматичного блокування (АБ) і автоматичної локомотивної сигналізації (АЛС). Також передбачається кодування рейкових кіл головних і бокових колій з безупинним рухом поїздів. При автономній та електричній тязі постійного струму частота струму АЛС 50 Гц, а при електротязі змінного струму – 25 Гц.

Оформлення контрольної роботи

Обсяг контрольної роботи не повинен перевищувати 15 сторінок формату 210×297 мм із текстом, написаним на одній стороні з обов'язковою нумерацією, включаючи розрахункові формули й таблиці. Робота повинна бути оформлена відповідно до вимог [1].

У роботі виконувати тільки те, що рекомендується у пунктах під назвою "**Завдання ...**". Наприкінці пояснювальної записки та кожного розділу слід привести короткий висновок за результатами виконаних розрахунків.

Пояснення, що приводяться у роботі, не слід супроводжувати переписуванням основних положень підручника або даних методичних вказівок.

Наприкінці роботи привести список використаної літератури, посилаючись на них у тексті при використанні даних довідкового характеру. Якщо значення величин узяті з цих методичних вказівок, то на них у тексті варто посилатися як на літературне джерело.

Виправлення по зауваженнях варто приводити поруч із зауваженнями на чистій стороні аркушів або на додатковій сторінці.

Загальні пояснення до контрольної роботи

У системах автоматики споживачами електроенергії є: світлофорні лампи, стрілочні електродвигуни, контрольні кола стрілок, рейкові кола, релейні схеми ЕЦ й ін. Для визначення кількості і параметрів пристроїв живлення необхідно виконати розрахунок потужності всіх електроприймачів.

У контрольній роботі 1 навантаження на пристрої електроживлення буде визначатися за усередненими даними відносно до однієї стрілки.

Розрахунки виконуються для всіх електроприймачів відповідно до завдання. Потужність для кожної групи електроприймачів знаходимо з урахуванням середньодобового коефіцієнта навантаження (СДКН). Розрахунок потужності з урахуванням максимального значення СДКН виконується для визначення потужності й кількості пристроїв живлення. Розрахунок потужності з урахуванням середнього значення СДКН потрібен для визначення навантаження на високовольтну лінію, а також для коефіцієнта корисної дії (к.к.д.) напівпровідникових перетворювачів (ПП) і струму, що вони споживають від акумуляторної батареї.

Для визначення повної потужності та коефіцієнта навантаження у контрольній роботі слід використовувати формули:

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} ;$$

$$\cos \varphi = \frac{P}{S},$$

де P, Q, S – активна, реактивна і повна потужності відповідно.

ПОРЯДОК ТА МЕТОДИКА ВИКОНАННЯ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ

1 Вибір і характеристика системи електроживлення

Пояснення. Пристрої маршрутно-релейної централізації (МРЦ) проміжних станцій відносяться до споживачів першої категорії та забезпечуються електроенергією від двох незалежних джерел. Одночасно пристрої МРЦ отримують живлення лише від одного джерела. Допускається перерва в електропостачанні тільки на 1,3 с для автоматичного перемикання з основного джерела живлення на резервний.

У системі місцевого електроживлення МРЦ основним джерелом живлення є ВЛ СЦБ (рисунок Б.1) напругою 6 або 10 кВ, а резервним - акумуляторні батареї.

Загальна потужність пристроїв МРЦ при місцевому живленні невелика, що дозволяє обмежитися установкою на високовольтній лінії ВЛ СЦБ трьох трансформаторів типу ОМ-0,63 або ОМ-1,25 потужністю відповідно 0,63 і 1,25 кВА.

Один із трансформаторів встановлюється у центрі станції для живлення релейних схем і ламп пульта керування, а два - у горловинах станцій, як правило, у створі із вхідними світлофорами.

Система центрального електроживлення передбачає живлення всіх пристроїв МРЦ із центру станції з використанням спеціальної апаратури живлення у приміщенні поста ЕЦ.

При системі центрального живлення світлофори, контрольні кола стрілок і рейкових кіл живляться змінним струмом. Стрілочні електроприводи застосовуються з електродвигунами напругою 160 В постійного струму або напругою 190 В трифазного змінного струму. В аварійному режимі ЕЖУ живленням від акумуляторної батареї обов'язково забезпечуються тільки релейні схеми МРЦ та лампи червоних вогнів вхідних світлофорів і запрошувальних сигналів.

Як основне джерело живлення пристроїв МРЦ проміжних станцій при центральному живленні, як правило, використовують ВЛ СЦБ, а резервне – ВЛ ПЕ, які можуть бути підвішені як на окремих опорах (одноланцюгова лінія), так і на загальних опорах (дволанцюгова лінія). В окремих випадках ЕЖУ доповнюється

такими резервними джерелами живлення, як автоматизований дизель-генератор (ДГА) або акумуляторна батарея.

У схемі енергопостачання станції при центральному живленні (рисунок Б.2) основним джерелом живлення є ВЛ СЦБ із трансформатором Т1. Лінія ВЛ ПЕ із трансформатором Т2 служить для електроживлення загальних навантажень станції та використовується як резервне джерело живлення електричної централізації. У центрі станції на лініях ВЛ СЦБ і ВЛ ПЕ встановлені роз'єднувачі з дистанційним керуванням по каналах ТУ-ТС від енергодиспетчера або від чергового по станції.

Трансформатор Т1 служить тільки для живлення пристроїв МРЦ і зв'язку і гарантованих навантажень та може бути залежно від кількості стрілок і типу стрілочних електродвигунів однофазним типу ОМ-10 або трифазним типу ТС-10, а трансформатор Т2 – трифазним. Потужність трансформатора Т2 обумовлюється загальним навантаженням станції та навантаженням МРЦ й зв'язку. Трансформатори ОМ-0,63 у вхідних світлофорів служать для резервування живлення червоного вогню вхідного світлофора при обриві кабелю між релейною шафою вхідного світлофора і постом ЕЦ.

На станціях, де пристрої МРЦ живляться від двох місцевих незалежних джерел і де відсутні лінії ВЛ СЦБ і ВЛ ПЕ, повинне передбачатися місцеве живлення вогнів вхідного світлофора з батарейною шафою від акумуляторної батареї напругою 14 В. Якщо є ВЛ СЦБ, тоді живлення нитки червоної лампи вхідного світлофора при відсутності батарейної шафи резервується з поста ЕЦ.

Залежно від наявності на станції незалежних джерел змінного струму і їхньої категорії застосовується безбатарейна або батарейна система живлення пристроїв МРЦ.

Безбатарейна система живлення пристроїв МРЦ вибирається при виконанні однієї з таких умов:

– живлення здійснюється від двох незалежних джерел живлення, що задовольняють вимоги I категорії, у тому числі від ВЛ СЦБ і ВЛ ПЕ, що підвішені на окремих опорах;

– живлення здійснюється від трьох джерел: від ВЛ СЦБ і місцевих мереж, що задовольняють вимоги II категорії, а також від резервної електростанції (ДГА) з автоматичним запуском;

– живлення здійснюється від трьох джерел: від ВЛ СЦБ і ВЛ ПЕ, підвішених на загальних опорах, а також від резервної електростанції (ДГА) з автоматичним запуском.

Час основного аварійного режиму становить 2 години, а додаткового – 4 години.

Батарейна система живлення пристроїв МРЦ проміжних станцій повинна застосовуватися при неможливості забезпечення перерахованих вище умов зовнішнього енергопостачання для безбатарейної системи живлення.

При наявності ДГА час основного аварійного режиму становить 4 години і додаткового – 4 години. Коли немає можливості встановити ДГА на посту ЕЦ, тоді час основного аварійного режиму становить 12 годин, а додаткового – 4 години.

Завдання. У даному пункті необхідно привести аналіз умов зовнішнього електропостачання. На його основі зробити вибір, описати і накреслити схему системи живлення, за якою здійснюється живлення пристроїв МРЦ.

2 Комплектація ЕЖУ панелями живлення

Загальні відомості. При системі центрального електроживлення пристрої МРЦ отримують електропостачання від ЕЖУ, що складаються з панелей: ПВ2-ЕЦ або ПВ3-ЕЦ, ПР2-ЕЦ або ПР3-ЕЦ, ППТ3-ЕЦ. Ці панелі призначені для центрального живлення пристроїв МРЦ станцій, що мають до 30 стрілок, на ділянках з будь-яким видом тяги. Панелі розраховані для роботи при температурі навколишнього середовища від плюс 1 до плюс 40°C та зберігають працездатність у діапазоні температур від мінус 20 до плюс 60°C. Номінальні значення напруги, максимально припустимі значення струмів і потужностей навантажень панелей наведені в додатку В. Мнемосхеми розведення живлення панелей показані в додатку Б. Комплектація ЕЖУ залежить від прийнятої системи живлення.

Ввідні панелі ПВ2-ЕЦ і ПВ3-ЕЦ забезпечують: увімкнення двох фідерів трифазного змінного струму, а також ДГА, як резервну електростанцію; автоматичне і ручне перемикавання навантаження з одного фідера на інший при вимиканні або зниженні напруги менше

номінального значення у працюючому фідері, а також перемикання навантаження на ДГА при відмові двох зовнішніх фідерів; електричну ізоляцію кіл живлення пристроїв МРЦ від зовнішніх джерел змінного струму, а також захист їх від перевантажень; захист від перенапруг пристроїв електроживлення МРЦ; оптичну сигналізацію; вимір напруг і струмів у фазах обох фідерів, а також вимір спожитої електроенергії; контроль справності пускачів обох фідерів і резервування живлення навантаження від фідера зі справним пускачем або резервної електростанції; підрахунок кількості вимикань фідерів, контроль перенапруги, порушення чергування фаз одночасного вимикання двох фідерів живлення на час більше 1,5 с. Технічні характеристики ввідних панелей наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Технічні характеристики ввідних панелей

Технічні характеристики	Значення
Номінальна фазна напруга джерел змінного струму, В	220
Напруга вмикання джерела, В, не менш	187 ± 4
Мінімальна напруга вмикання джерела, В	198 ± 4
Мінімальна напруга контролю перенапруги, В	250-257
Максимальний струм у фазі, А	40
Час затримки подачі змінного струму на навантаження після відновлення напруги в джерелах електропостачання (фідери 1 і 2), хв	1-2
Час, за який фіксується одночасне вимикання джерел живлення, с, більше	1,5

Залежно від максимального струму, що споживається від джерела змінного струму, панелі випускаються із плавкими вставками в кожній фазі першого й другого фідерів на 25, 31,5 або 40 А.

Номінальні значення напруги, максимально припустимі струми й потужності навантажень панелей ПВ2-ЕЦ і ПВ3-ЕЦ наведені в таблиці В.1.

Панель ПВ3-ЕЦ має меншу висоту (1900 мм замість 2300 мм) для можливості установки її в контейнерних ЕЦ.

Мнемосхема розведення живлення показана в додатку Б на рисунку Б.3. Горіння індикаторів «1Ф», «2Ф» і «3Ф», верхній ряд,

вказує на наявність напруги у відповідному фідері та ДГА, а індикаторів «1ВФ», «2ВФ» і «3ВФ», нижній ряд, – на джерело, від якого одержить живлення споживачі поста ЕЦ. Миготіння індикаторів «1Ф», «2Ф» вказує на те, що підвищена напруга у відповідному фідері, а індикаторів «1ВФ», «2ВФ» - що у відповідному фідері порушене чергування фаз. Вмикання індикатора «>Т» показує, що зафіксовано одночасне вимикання фідерів на час більше 1,5 с. Вимикання індикатора «>Т» виконується з пульта керування МРЦ. Вмикання індикатора «КП» вказує на факт перегорання запобіжника або про спрацьовування автоматичного вимикача, або про пошкодження випрямляча БВ, або ж про знаходження тумблерів 1ФР, 2ФР в увімкненому положенні. Вмикання індикатора «Сз» вказує на спрацьовування сигналізатора заземлення СЗМ, встановленого всередині панелі ПВ2-ЕЦ. За індикаторами на самому СЗМ можна визначити коло, у якому опір ізоляції знизився до критичного значення. У панелі ПВ3-ЕЦ індикатор «Сз» відсутній. Лічильники РС1, РС2 вказують на кількість вимикань фідерів. При вимкненні фідерів з панелі тумблерами «1ФВ», «2ФВ» лічильники не спрацьовують.

Розподільча панель ПР2-ЕЦ спільно з ввідною панеллю ПВ2-ЕЦ призначена для отримання змінного струму для гарантованого живлення деяких споживачів МРЦ в аварійному режимі. Залежно від частоти живлення рейкових кіл, частоти АЛС і роду струму стрілочних електродвигунів панель ПР2-ЕЦ виготовляється у чотирьох виконаннях:

ПР2-ЕЦ50Т – для живлення апаратури рейкових кіл змінним струмом частотою 50 Гц, АЛС частотою 50 Гц і стрілочних електродвигунів змінного струму;

ПР2-ЕЦ75Т – для живлення апаратури тональних рейкових кіл, АЛС частотою 75 Гц і стрілочних електродвигунів змінного струму;

ПР2-ЕЦ25Т - для живлення рейкових кіл змінного струму частотою 25 Гц, АЛС частотою 25 або 50 Гц і стрілочних електродвигунів змінного струму;

ПР2-ЕЦ25П - для живлення рейкових кіл змінного струму частотою 25 Гц, АЛС частотою 25 або 50 Гц і стрілочних електродвигунів постійного струму.

Панель ПР2-ЕЦ застосовується з кислотною акумуляторною батареєю напругою 24 В, від якої забезпечується гарантоване

живлення споживачів МРЦ, лінійного обладнання ДЦ і схем узгодження МРЦ і АБ (позапостові кола МРЦ).

Панель ПР2-ЕЦ забезпечує: збереження живлення реле МРЦ від мережі змінного струму через основний зарядний пристрій з вихідною напругою ($26,4 \pm 0,6$ В) при вимкнутій акумуляторній батареї і струмі навантаження від 6 до 20 А; безперервне та імпульсне живлення ламп табло і світлофорів; автоматичне вмикання резервного випрямляча живлення робочих кіл стрілок постійного струму при відмові основного (панель ПР2-ЕЦ25П); автоматичне перемикання з денного на нічний режим живлення світлофорів і навпаки; гарантоване живлення змінним струмом напругою 220В споживачів МРЦ від акумуляторної батареї при вимкненні мережі змінного струму (в аварійному режимі); відокремлене від батареї електроживлення позапостових кіл МРЦ; оптичну сигналізацію; вимір напруг кіл живлення споживачів МРЦ постійного і змінного струму, струмів батареї і релейних пристроїв МРЦ, а також робочого струму стрілок постійного і змінного струмів (на табло). Технічні характеристики панелі ПР2-ЕЦ наведено в таблиці 2.

Таблиця 2 - Технічні характеристики панелі ПР2-ЕЦ

Технічні характеристики	Значення
Номінальні напруги однофазного змінного струму, В	220, 180 і 110 (частотою 50 ± 1 Гц)
Номінальна напруга трифазного змінного струму, В	220 (фазне)
Номінальна напруга постійного струму, В	24 (від акумуляторної батареї)
Струм у форсованому режимі заряду може бути встановлений у межах, А	від 6 до 23

Мнемосхеми розведення живлення панелей ПР2-ЕЦ50Т, ПР2-ЕЦ75Т і ПР2-ЕЦ25Т, ПР2-ЕЦ25П наведені відповідно на рисунках Б.4 і Б.5. Штриховими лініями показані ті частини, які задіяні в панелях ПР2-ЕЦ75Т (рисунок Б.4) і ПР2-ЕЦ25П (рисунок Б.5).

Номінальні значення напруги та максимально припустимі значення потужностей і струмів навантажень наведені у таблиці В.2.

Призначення індикаторів, показаних на мнемосхемах: «КНЗ» - групова сигналізація несправності зарядних пристроїв або батареї; «КП» - сигналізація несправності запобіжників; «ПЗ» - сигналізація вмикання режиму безперервного підзаряду батареї (ПЗ); «Ф31» - сигналізація вмикання основного форсованого режиму заряду батареї (Ф31); «Ф32» - сигналізація включення додаткового форсованого режиму заряду батареї (Ф32); «БВ1» - сигналізація несправності випрямляча БВ1; «СМ» - сигналізація роботи джерела імпульсного живлення табло з нормальним інтервалом між імпульсами; «РСМ» - те ж при збільшеному інтервалі між імпульсами; «БВ2, БВ3» - сигналізація несправності випрямлячів живлення робочих кіл стрілок.

Розподільча панель ПР3-ЕЦ – це модифікація панелі ПР2-ЕЦ для можливості встановлення її в контейнерних ЕЦ, яка забезпечує ті самі функції, що і ПР2-ЕЦ. Спільно з перетворювальною панеллю ППТЗ-ЕЦ панель ПР3-ЕЦ забезпечує батарейну систему живлення МРЦ. Мнемосхема розведення живлення панелей ПР3-ЕЦ приведена на рисунку Б.6.

Перетворювальна панель ППТЗ-ЕЦ призначена для перетворення постійної напруги акумуляторної батареї 24 В у напругу 220 В однофазного і трифазного змінного струму частотою 50 Гц для живлення ламп світлофорів, робочих кіл стрілок і рейкових кіл. Ця панель спільно з панелями ПВ3-ЕЦ і ПР3-ЕЦ забезпечує батарейну систему живлення МРЦ.

Панель ППТЗ-ЕЦ забезпечує: короткочасний пуск (в аварійному режимі) на час переведення стрілки трифазного перетворювача для живлення робочих кіл стрілок; можливість вимикання перетворювачів з пульта управління; груповий контроль роботи перетворювачів на табло і лицьовій стороні панелі; контроль зниження напруги батареї і вимикання перетворювачів; контроль перегорання сигнальних запобіжників; вимірювання струмів на вході однофазних перетворювачів. Технічні характеристики показано в таблиці В.3.

Мнемосхема розведення живлення панелей ППТЗ-ЕЦ наведена на рисунку Б.7. Увімкнення індикатора «КП» вказує на перегорання запобіжників. Індикатор «П» при аварійному живленні та справності перетворювачів горить безупинно, а при несправності - миготить. У нормальному режимі живлення індикатор «П» погашений.

Амперметри РА1 і РА2 вимірюють струм, споживаний перетворювачами ПП1 і ПП2 в аварійному режимі живлення. Технічні характеристики панелей ППТЗ-ЕЦ наведено в таблиці 3.

Таблиця 3 - Технічні характеристики панелей ППТЗ-ЕЦ

Технічні характеристики	Значення
Номінальні напруги однофазного змінного струму, В	220, 180 і 110 (частотою 50 ± 1 Гц)
Номінальна напруга трифазного змінного струму, В	3x220 і 3x235 В
Номінальна напруга постійного струму, В	24 В (від акумуляторної батареї)
Напруга вимкнення перетворювачів від батареї при тривалості його зниження 4-15 с складає, В	$21,6 \pm 0,3$ В
Напруга вмикання перетворювачів повинна бути більш, В	$24 \pm 0,3$ В

Завдання. У даному пункті необхідно визначити комплектацію ЕЖУ та вказати технічні характеристики панелей, що використовуються. Вибір панелей живлення здійснюється залежно від системи живлення, типу стрілочних електродвигунів і частоти рейкового кола (РК).

3 Розрахунок перетворювача ПП-0,3 розподільчої панелі

Загальні відомості. Як ПП1 у розподільчих панелях ПР2-ЕЦ і ПР3-ЕЦ використовується перетворювач ПП-0,3М. Якщо потужності цього перетворювача недостатньо, тоді встановлюється додатковий перетворювач ПП2 типу ПП-0,3М, який розміщується поза панелями.

Щоб визначити кількість перетворювачів, необхідно виконати розрахунок гарантованих споживачів МРЦ змінного струму. Перелік гарантованих споживачів МРЦ вказано в таблиці 4. Для остаточного заповнення цієї таблиці слід визначити втрати ΔP_C^C , ΔQ_C^C , ΔP_C^M і ΔQ_C^M у трансформаторі TV2 (СОБС-2) розподільчої панелі, який в аварійному режимі живить блок імпульсного живлення (БСК) та

позапостові кола (коло зміни напрямку і дешифратори АБ, коло живлення подвійного зниження напруги (ДСН) для АБ).

Таблиця 4 – Гарантовані споживачі змінного струму

Найменування навантаження	Вимірник	Потужність на одиницю виміру		Середньодобовий коефіцієнт навантаження (СДКН)		Кількість	Навантаження на III				
		P, Вт	Q, вар	мальний	середній		Максимальне		Середнє		
							P, Вт	Q, вар	P, Вт	Q, вар	
Кола ув'язки з перегонном	підхід	6	0	1	1						
Кола зміни напрямку і дешифраторів АБ	підхід	26	2	1	1						
Кола живлення ДСН для АБ	пост ЕЦ	14,5	0	1	1	1	14,5	0	14,5	0	
Блок імпульсного живлення	пост ЕЦ	9,8	1,2	1	0,3	1	9,8	1,2	2,94	0,36	
Втрати в трансформаторі TV2		--	--	--	--	1	ΔP_C^C	ΔQ_C^C	ΔP_C^M	ΔQ_C^M	
Кола червоних ламп вхідних світлофорів	підхід	35	13	1	1						
Кола запрошувальних ламп вхідних світлофорів	світлофор	35	13	1	0,1						
Кола запрошувальних ламп вихідних світлофорів	світлофор	21	7	1	0,1						
Контрольні кола стрілок	стрілка	5,4	4,0	1	1						

Всього	$P_{ПП}^M$	$Q_{ПП}^M$	$P_{ПП}^C$	$Q_{ПП}^C$
--------	------------	------------	------------	------------

Для визначення втрат необхідно розрахувати повну потужність, що споживають блок імпульсного живлення і позапостові кола, як для середнього, так і для максимального СДКН за формулою

$$S_{СОБС} = \sqrt{(P_{ДАІН} + P_{ДСН} + P_{БСК} + P_{УП})^2 + (Q_{ДАІН} + Q_{БСК})^2},$$

де $P_{ДАІН}$, $P_{ДСН}$, $P_{БСК}$, і $P_{УП}$ – активні потужності, що споживаються відповідно колом зміни напрямку і дешифраторами АБ, колом живлення ДСН для АБ, блоком імпульсного живлення і колом ув'язки з перегонном;

$Q_{ДАІН}$, $Q_{БСК}$ – реактивні потужності, що споживаються відповідно колом зміни напрямку і дешифраторами АБ і блоком імпульсного живлення.

Втрати визначаються за графіком, що наведений на рисунку 1, відповідно до значення повної потужності $S_{СОБС}$.

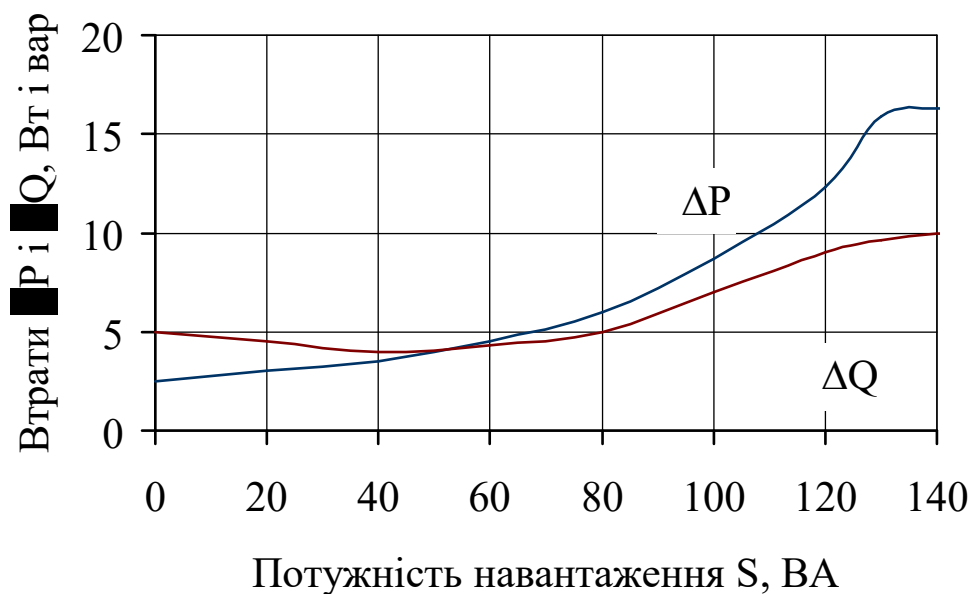


Рисунок 1 – Втрати у трансформаторі типу СОБС

Після визначення потужностей $P_{ПП}^M$ і $Q_{ПП}^M$ розраховується коефіцієнт навантаження для максимального навантаження ПП1 за формулою

$$\cos \varphi_M = \frac{P_{\text{ПП}}^M}{\sqrt{P_{\text{ПП}}^M{}^2 + Q_{\text{ПП}}^M{}^2}},$$

де $P_{\text{ПП}}^M$, $Q_{\text{ПП}}^M$ – активна і реактивна потужності відповідно, що розраховані з урахуванням максимального СДКН.

Знаючи коефіцієнт навантаження, необхідно визначити допустиму потужність перетворювача. Допустима потужність розраховується за формулами:

$$P_{\text{доп}} \leq \frac{1,76 \cdot P_{\text{НОМ}}}{1 + 1,57 \cdot \frac{\sqrt{1 - \cos^2 \varphi_M}}{\cos \varphi_M}}, \text{ якщо } \cos \varphi_M < 0,9;$$

$$P_{\text{доп}} \leq P_{\text{НОМ}}, \text{ якщо } \cos \varphi_M = 0,9,$$

$$P_{\text{доп}} \leq \frac{\cos \varphi_M \cdot P_{\text{НОМ}}}{0,9}, \text{ якщо } \cos \varphi_M > 0,9,$$

де $P_{\text{НОМ}}$ – номінальна потужність перетворювача, $P_{\text{НОМ}} = 300$ Вт.

Для остаточного розрахунку кількості перетворювачів слід допустиму потужність перетворювача $P_{\text{доп}}$ порівняти з активною потужністю гарантованих споживачів $P_{\text{ПП}}^M$. Якщо виконується умова $P_{\text{доп}} \geq P_{\text{ПП}}^M$, тоді використовується один перетворювач ПП-0,3М, інакше – два ПП-0,3М. При використанні ПП1 і додаткового ПП2 необхідно перерозподілити гарантовані споживачі по двох перетворювачах.

Для визначення струму, що споживає перетворювач ПП-0,3М від акумуляторної батареї в аварійному режимі, необхідно визначити його коефіцієнт корисної дії (к.к.д.) Спочатку розраховується коефіцієнт завантаження за формулою

$$K_n = \frac{P_{\text{ПП}}^C}{P_{\text{НОМ}}},$$

де $P_{\text{ПП}}^C$ – активна потужність, що розрахована з урахуванням середнього СДКН.

Далі розраховуються:

– коефіцієнт навантаження для середнього СДКН

$$\cos \varphi_c = \frac{P_{III}^c}{\sqrt{P_{III}^c{}^2 + Q_{III}^c{}^2}};$$

– к.к.д. перетворювача

$$\eta_{III} = \frac{\eta_\varphi \cdot \eta_n}{0,82},$$

де η_φ , η_n – коефіцієнти, які визначаються за графіками, що наведені на рисунку 2.

Струм, що споживає перетворювач ПП1 від акумуляторної батареї, розраховується за формулою

$$I_{III} \leq \frac{P_{III}^c}{\eta_{III} \cdot U_6},$$

де S_n – повна потужність, розрахована з урахуванням середнього СДКН;

U_6 – напруга живлення перетворювачів, $U_6 = 24$ В.

Якщо використовуються два перетворювачі, тоді треба виконати розрахунки струмів за формулами - для перетворювача ПП1 і додаткового ПП2.

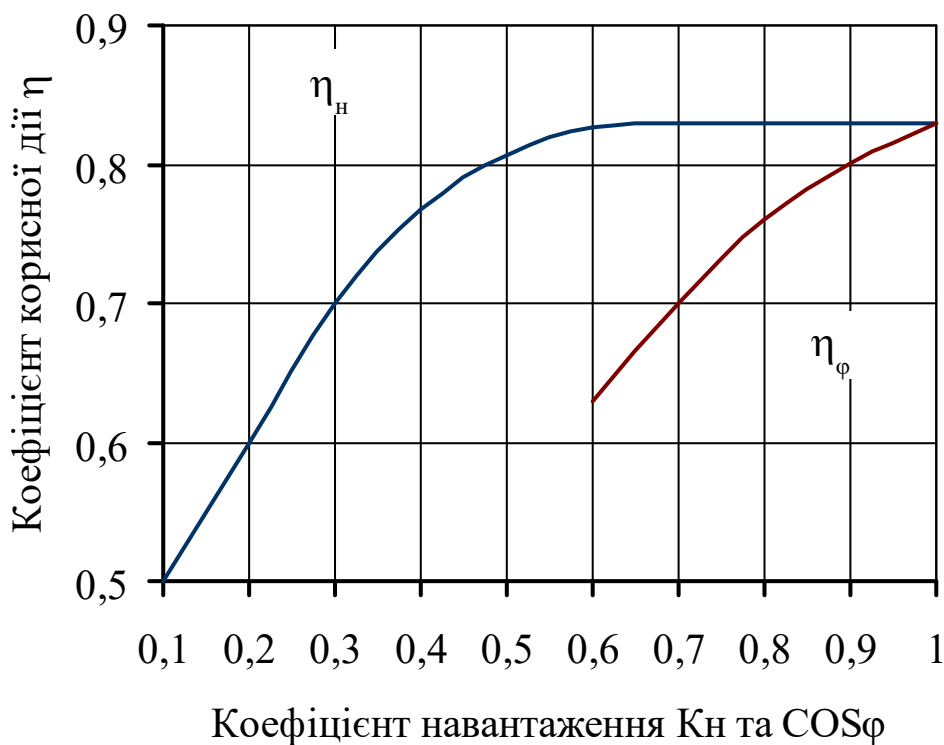


Рисунок 2 – Залежність к.к.д. від коефіцієнта навантаження K_n і $\cos\phi$

Завдання. У даному пункті необхідно розрахувати потужність гарантованих споживачів змінного струму і записати результати до таблиці 4. Визначити кількість перетворювачів ПП-0,3М. Якщо використовуються два ПП-0,3М, тоді необхідно перерозподілити гарантовані навантаження по двох перетворювачах, тобто для кожного перетворювача розробити таблицю, аналогічну таблиці 4. Розрахувати струм, що споживається від акумуляторної батареї перетворювачами ПП1 і ПП2, якщо ПП2 необхідно використати.

4 Розрахунок ємності акумуляторної батареї і навантаження на випрямлячі

Ємність акумуляторів розраховується з умов роботи батареї у двох аварійних режимах: основному і додатковому. *Основний аварійний режим* настає при вимиканні основного і резервного фідерів змінного струму та триває до моменту вмикання одного з фідерів або ДГА, якщо він установлений на пості. В основному

аварійному режимі виконується живлення всіх гарантованих споживачів МРЦ. Якщо після закінчення часу основного аварійного режиму не відбудеться вмикання одного з фідерів або ДГА, тоді настає *додатковий аварійний режим*. У цьому режимі виконується живлення червоних вогнів вхідних світлофорів і релейних пристроїв МРЦ і живильної установки.

Розрахунок батареї полягає у визначенні її ємності та виборі типу акумуляторів СК за індексом (номером). По-перше, розраховуються струми розряду для обох аварійних режимів:

$$I_{\text{Б}}^{\text{оч}} = I_{\text{ЕЦ}} \cdot N_{\text{СТР}} + I_{\text{ЛП}} \cdot N_{\text{П}} + I_{\text{ЛК}} + I_{\text{ДЦ}} + I_{\text{ПП1}} + I_{\text{ПП2}};$$

$$I_{\text{Б}}^{\text{доп}} = I_{\text{ЕЦ}} \cdot N_{\text{СТР}} + I_{\text{ЛП}} \cdot N_{\text{П}} + I_{\text{ЛК}} + I_{\text{ДЦ}} + I_{\text{ПП1}}^{\text{доп}},$$

де $I_{\text{ЕЦ}}$ – струм, що споживають релейні пристрої МРЦ, в розрахунку на одну стрілку $I_{\text{ЕЦ}} = 0,23 \text{ А}$;

$N_{\text{СТР}}$ – кількість стрілок на станції;

$I_{\text{ЛП}}$ – струм, що споживають лампочки табло об'єктів, які самі живляться постійним струмом або мають джерела, незалежні від ЕЦ: лампочки контролю блок-дільниць, що примикають до станції, повторювачі червоних вогнів вхідних світлофорів, запрошувальних вогнів і ін., у розрахунку на один підхід до станції можливо прийняти $I_{\text{ЛП}} = 0,265 \text{ А}$;

$N_{\text{П}}$ – кількість підходів до станції;

$I_{\text{ЛК}}$ – струм, що споживають лампочки контролю фідерів живлення і роботи перетворювачів установки живлення та пристрої панелей живлення, у розрахунку на пост ЕЦ можливо прийняти $I_{\text{ЛК}} = 1 \text{ А}$;

$I_{\text{ДЦ}}$ – струм, що споживають пристрої лінійного обладнання системи ДЦ, у розрахунку на пост ЕЦ можливо прийняти $I_{\text{ДЦ}} = 3 \text{ А}$;

$I_{\text{ПП1}}$ та $I_{\text{ПП2}}$ – струми, що споживають відповідно основний і додатковий перетворювачі розподільчої панелі ПП-0,3М в основному аварійному режимі для живлення гарантованих кіл змінним струмом (визначаються розрахунками в пункті 3);

$I_{\text{ПП1}}^{\text{доп}}$ – струм, що споживає перетворювач розподільчої панелі ПП-

0,3М у додатковому аварійному режимі для живлення червоних вогнів вхідних світлофорів (визначається за кількістю вхідних світлофорів: 2 світлофори – $I_{III}^{доп} = 5,2$ А; 3 світлофори – $I_{III}^{доп} = 6,8$ А, 4 світлофори – $I_{III}^{доп} = 8,6$ А і т.д.);

По-друге, розраховується ємність акумуляторної батареї. Спочатку розраховується фактична ємність батареї

$$Q_{\Phi} = I_{B}^{осн} t_{осн} + I_{B}^{доп} t_{доп},$$

де $t_{осн}$, $t_{доп}$ – тривалості часу резервного живлення навантажень ЕЦ від батареї для основного і додаткового аварійних режимів відповідно.

Ємність акумуляторів характеризується номінальним значенням $Q_{н}$. Однак на ємність впливають інтенсивність зарядження-розрядження, кліматичні умови і термін експлуатації, тому її фактичне значення Q_{Φ} перераховується до номінальних умов. Такий перерахунок виконується за формулою

$$Q_{p} = \frac{Q_{\Phi}}{K_{c} \cdot P \cdot (1 + K_{t}(t - 25))},$$

де Q_{p} – розрахункова номінальна ємність батареї;

K_{c} – коефіцієнт зниження ємності акумуляторів від старіння (для пристроїв СЦБ приймається $K_{c} = 0,85$);

P – коефіцієнт інтенсивності розряду (визначається залежно від режиму розряду і приймається $P = 0,9$);

K_{t} – температурний коефіцієнт ємності (для акумуляторів СК $K_{t} = 0,008$);

t – температура електроліту під час розряду батареї (приймається температура акумуляторного приміщення, що на постах ЕЦ складає $t = +15^{\circ}\text{C}$).

По-третє, визначається індекс акумулятора СК

$$N_A = \frac{Q_P}{36}$$

Отримане значення округляється до більшого парного числа.

Завдання. У даному пункті необхідно розрахувати ємність й індекс станційної акумуляторної батареї. Вказати номінальну ємність Q_H для визначеного типу акумулятора СК.

5 Розрахунок навантаження на випрямлячі Вп1 і Вп2 розподільчої панелі

Пояснення. У розподільчих панелях ПР2-ЕЦ і ПР3-ЕЦ є два випрямлячі Вп1 і Вп2 типу УЗА24-20. Випрямляч Вп1 виконує функції основного, а Вп2 - резервного і вмикається до навантаження лише тільки при відмові Вп1 або акумуляторної батареї. При наявності напруги змінного струму випрямлячі забезпечують живлення постійним струмом 24 В споживачів, які наведені в таблиці 5.

Таблиця 5 – Навантаження для випрямлячів

Найменування навантаження	Вимірник	Потужність на одиницю виміру, А	Кількість вимірників	Режими зарядження акумуляторної батареї	
				форсований	неперервний
Релейні пристрої МРЦ	стрілка	0,35			
Реле панелей живлення	пост ЕЦ	1	1	1	1
Пристрої лінійного обладнання системи ДЦ	пост ЕЦ	3	1	3	3
Акумуляторна батарея	пост ЕЦ	--	1	$3 \cdot N_A$	$0,0015 \cdot Q_H$
Загальний струм				$I_{фз}$	$I_{нз}$

Завдання. У даному пункті необхідно записати розрахунки струмів до таблиці 5 і визначити струми навантаження на випрямлячі розподільчої панелі. Також визначити порядок роботи випрямлячів залежно від режимів зарядження акумуляторної батареї.

6 Розрахунок потужності рейкових кіл

Пояснення. З огляду на особливість станційних фазочутливих рейкових кіл, пов'язану із двома колами їхнього живлення, розрахунок повної потужності, що споживається рейковими колами (РК), здійснюється як за навантаженням, яке створюється колійними трансформаторами, так і за навантаженням місцевих елементів колійних реле. Тому необхідно визначити:

- потужності колійних елементів (КЕ) реле ДСШ і РК ($S_{ПТ}$);
- потужності місцевих елементів (МЕ) реле ДСШ ($S_{МЕ}$);
- кількість перетворювачів ПЧ50/25-300, якщо використовуються РК 25 Гц;
- потужність, яку споживають ПЧ50/25-300 від електричної мережі частотою 50 Гц, якщо використовуються РК 25 Гц.

Потужність РК визначається за таблицею А.6.

Якщо на станції використовуються тільки РК частотою 50 Гц, слід одразу приступити до розрахунку навантаження РК на електричну мережу 50 Гц (таблиця 8).

При використанні на станції РК частотою 25 Гц спочатку необхідно розрахувати потужності $S_{ПТ}$ і $S_{МЕ}$ для всіх РК. Після цього слід розрахувати кількість місцевих $n_{МП}$ і колійних $n_{ПП}$ перетворювачів ПЧ50/25-300, яка визначається за формулами:

$$n_{МП} = \lceil S_{МЭ} / S_{ПМЭ} \rceil;$$

$$n_{ПП} = \lceil S_{ПТ} / S_{ППТ} \rceil,$$

де $\lceil * \rceil$ – символ округлення до більшого цілого;

$S_{\text{ПМЭ}}$, $S_{\text{ПТТ}}$ – розрахункові потужності колійного і місцевого перетворювачів відповідно (складають: $S_{\text{ПМЭ}} = 290$ ВА, $S_{\text{ПТТ}} = 300$ ВА).

Результати розрахунків навантаження РК частотою 25 Гц необхідно записати до таблиці 6.

Таблиця 6 – Навантаження на перетворювачі ПЧ50/25-300

Но- мер	Найменування навантаження	Вимірник	Потуж- ність на одиницю виміру		Кількість	Навантаження рейкових кіл і реле ДСШ			Кількість перетворювачів
			P, Вт	Q, вар		P, Вт	Q, вар	S, ВА	
Станційні рейкові кола 25 Гц:									
1	МЕ реле ДСШ	стрілка						$S_{\text{МЕ}}$	$n_{\text{МП}}$
2	КЕ реле ДСШ і РК	стрілка						$S_{\text{ПТТ}}$	$n_{\text{ПТ}}$

Щоб визначити потужність, яку споживають ПЧ50/25-300 від електричної мережі частотою 50 Гц, необхідно вирішити, скільки груп перетворювачів необхідно використати для живлення РК частотою 25 Гц та розрахувати навантаження на один перетворювач.

До однієї групи перетворювачів входить:

- один перетворювач для живлення МЕ реле ДСШ (1П або 2П);
- два перетворювачі для живлення КЕ реле ДСШ і РК (11П і 12П або 21П і 22П).

Таким чином, дві групи перетворювачів використовують у тих випадках, коли за результатами розрахунків необхідно використати два перетворювачі $n_{\text{МП}}$ або три перетворювачі $n_{\text{ПТ}}$. В іншому випадку використовується одна група перетворювачів.

Якщо відповідно до розрахунків використовується одна група перетворювачів, тоді S_{ME} є навантаженням для перетворювача 1П. У тих випадках, коли використовуються дві групи перетворювачів, S_{ME} рівномірно розподіляється між двома перетворювачами 1П і 2П. Потужність $S_{ПТ}$ рівномірно розподіляється між перетворювачами призначеними для живлення КЕ реле ДСШ і РК залежно від результатів розрахунку $n_{ПТ}$.

Потужності, що споживає перетворювач ПЧ50/25-300 від мережі, визначаються відповідно до значення повної потужності навантаження на перетворювач за графіком, що приведений на рисунку 3.

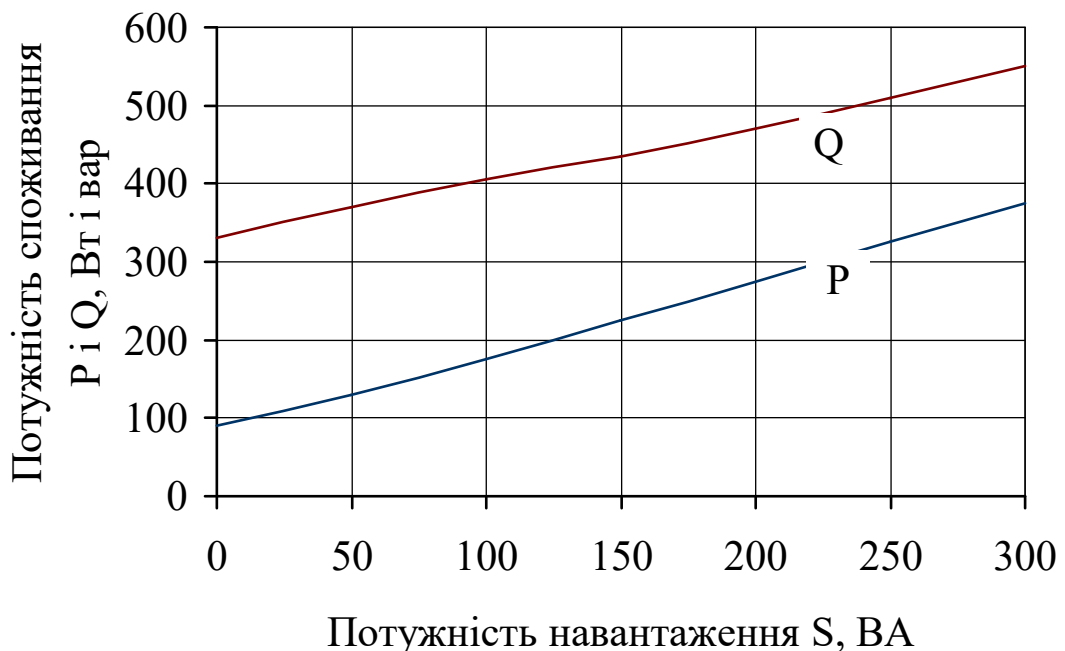


Рисунок 3 – Графік потужностей, що споживає від мережі 50 Гц перетворювач ПЧ 50/25-300

Результати розрахунків навантаження РК частотою 25 Гц на мережу 50 Гц необхідно записати до таблиці 7.

Таблиця 7 – Навантаження від рейкових кіл 25 Гц на електричну мережу 50 Гц

Найменування перетворювачів	Навантаження на перетворювач S, ВА	Потужність, що споживають перетворювачі		
		P, Вт	Q, вар	S, ВА
Перша група перетворювачів				
Перетворювач 1П				
Перетворювач 11П				
Перетворювач 12П				
Друга група перетворювачів				
Перетворювач 2П				
Перетворювач 21П				
Перетворювач 22П				
Всього для всіх перетворювачів				

Необхідно також враховувати, що при роботі РК з реле ДСШ і пристроїв АЛС на одній частоті 25 Гц, якщо потрібне випередження на 90° напруги на місцевих обмотках колійних реле щодо напруги на колійних трансформаторах, колійні й місцеві перетворювачі вмикаються у мережу змінного струму протифазно. На ділянках з електротягою постійного струму, де застосовуються рейкові кола частотою 25 Гц із попереднім кодуванням на частоті 50 Гц і потрібне синфазне живлення колійних трансформаторів і місцевих обмоток колійних реле, колійні й місцеві перетворювачі вмикаються у мережу змінного струму синфазно.

Розрахунок навантаження РК на електричну мережу 50 Гц зведено в таблицю 8. Пункт 2 в цій таблиці виконується, якщо використовуються РК частотою 25 Гц. Потужності, що споживаються ПЧ розподільної панелі, беруться з таблиці 7. Пункт 3 таблиці 8 виконується, якщо на перегоні використовуються РК 50 Гц. Тип перегінних РК визначається з таблиці А.1, а потужність, що вони споживають, - з таблиці А.2. Пункт 4 в таблиці 8 виконується, якщо використовується РК частотою 50 Гц. Пункт 5 в таблиці 8 виконується, якщо на станції частота АЛС - 50 Гц.

Таблиця 8 – Навантаження на електричну мережу 50 Гц

Но- мер	Найменування навантаження	Вимірник	Потужність на одиницю виміру		Кількість	Навантаження на електричну мережу 50 Гц		
			P, Вт	Q, вар		P, Вт	Q, вар	S, ВА
1	Трансмітери КПТШ і реле ТШ	пост	50	5	1			
2	Потужність, яку споживають ПЧ50/25 від електричної мережі частотою 50 Гц	панель			1			
3	Перегін РК 50 Гц довжиною до 1500 м	підхід						
4	Станційні РК 50 Гц:							
4.1	МЕ реле ДСШ	стрілка						
4.2	КЕ реле ДСШ і РК	стрілка						
5	Кодуючі трансформатори	підхід	14	5				
Всього						P_{PK}	Q_{PK}	S_{PK}

Завдання. У цьому пункті слід розрахувати потужність, що споживають РК, і навантаження на електричну мережу 50 Гц. Результати розрахунків записати до таблиць 6 і 7, якщо використовуються РК частотою 25 Гц, і таблиці 8.

7 Розрахунок навантажень ввідної і розподільчої панелей та вибір типу силового трансформатора високовольтної лінії

Пояснення. Для вибору типу силового лінійного трансформатора, що знижує напругу високовольтної лінії, необхідно

розрахувати потужність споживачів, що увімкнуті до ввідної панелі, втрати в силових ізолюючих трансформаторах ввідної панелі, а також враховувати потужність пристроїв зв'язку, освітлення і силових навантажень залежно від типу поста ЕЦ.

Розрахунок потужності споживачів, що увімкнуті до ввідної панелі, і втрат у силових ізолюючих трансформаторах цієї панелі виконується за допомогою зведеної таблиці 9.

Ввідні панелі ПВ2-ЕЦ і ПВ3-ЕЦ для живлення споживачів мають два силових ізолюючих трансформатори TV2 і TV3. Трансформатор TV3 забезпечує живлення робочих кіл схем керування стрілками. Оскільки на проміжних і малих станціях стрілки в маршруті переводяться послідовно, то одночасно максимум можуть переводитися лише дві стрілки в різних горловинах станції. Тому розрахунки навантаження і втрат для цього трансформатора не виконуються, а приймається, що навантаження на мережу живлення 50 Гц складає: 1000 Вт і 100 вар – для електродвигунів постійного струму та 950 Вт і 800 вар – для електродвигунів змінного струму.

Трансформатор TV2 забезпечує живлення: по фазі "А" – пристроїв обігріву автоперемикачів стрілочних електроприводів; по фазі "С" – рейкових кіл на станції і підходів до станції (результати розрахунків P_{PK} , Q_{PK} , S_{PK} необхідно взяти з таблиці 7); по фазі "В" – інші споживачі МРЦ.

До обмотки "В" трансформатора TV2 ввідної панелі вмикається розподільча панель ПР2-ЕЦ або ПР3-ЕЦ. Розподільча панель від цієї обмотки здійснює живлення: навантажень по постійному струму за допомогою трансформатора TV1 і випрямляча Вп1; позапостових кіл за допомогою знижуючого трансформатора TV2 (СОБС-2); ламп табло за допомогою знижуючого трансформатора TV3 (ПОБС-5).

Таблиця 9 – Зведена таблиці навантажень МРЦ

Найменування навантаження	Вимірник	Потужність на одиницю виміру	Кількість	Потужність, що споживається пристроями поста ЕЦ
---------------------------	----------	------------------------------	-----------	---

		P, Вт	Q, вар		P, Вт	Q, вар	S, ВА
1	2	3	4	5	6	7	8
Навантаження на фазу "В" TV2 ввідної панелі							
Кола зміни напрямку і дешифраторів АБ	підхід	26	2				
Кола живлення ДСН для АБ	Пост ЕЦ	14,5					
Кола ув'язки з перегонном	підхід	6	0				
Всього для TV2		--	--	--	$P_{\text{СОБС}}$	$Q_{\text{СОБС}}$	$S_{\text{СОБС}}$
Втрати у трансформаторі TV2	панель	--	--	1	$\Delta P_{\text{СОБС}}$	$\Delta Q_{\text{СОБС}}$	$\Delta S_{\text{СОБС}}$
Лампи табло	стрілка	11,25	0				
Блок імпульсного живлення	шт.	9,8	1,2	2			
Всього для TV3		--	--	--	$P_{\text{ПОБС}}$	$Q_{\text{ПОБС}}$	$S_{\text{ПОБС}}$
Втрати у трансформаторі TV3	панель	--	--	1	$\Delta P_{\text{ПОБС}}$	$\Delta Q_{\text{ПОБС}}$	$\Delta S_{\text{ПОБС}}$
Світлофори	стрілка	31	11				
Маршрутні покажчики	Пост ЕЦ	350	0	1			
Контрольні кола стрілок	стрілка	5,4	4				
Керування роз'єднувачами	Пост ЕЦ	270	0	1			
Контроль роз'єднувачів	Пост ЕЦ	22	0	1			
Місцеве керування	стрілка	43	10				

Продовження таблиці 9

1	2	3	4	5	6	7	8
Випрямляч Вп1 і трансформатор TV1 розподільчої панелі	пост ЕЦ	310	410	1			
Навантаження на фазу "С" TV2 ввідної панелі							
Рейкові кола	пост ЕЦ	--	--	1	$P_{\text{РК}}$	$Q_{\text{РК}}$	$S_{\text{РК}}$
Навантаження на фазу "А" TV2 ввідної панелі							
Електрообігрів стрілок	стрілка	45	22				

Навантаження на TV2 ввідної панелі							
Всього для TV2		--	--	--	$P_{TV2}^{ПВ}$	$Q_{TV2}^{ПВ}$	$S_{TV2}^{ПВ}$
Втрати у трансформаторі TV2	панель	--	--	1	$\Delta P_{TV2}^{ПВ}$	$\Delta Q_{TV2}^{ПВ}$	$\Delta P_{TV2}^{ПВ}$
Навантаження на TV3 ввідної панелі							
Робочі кола стрілок	пост ЕЦ			1			
Навантаження на силовий трансформатор високовольтної лінії							
Всього по пристроях МРЦ		--	--	--	$P_{МРЦ}$	$Q_{МРЦ}$	$S_{МРЦ}$

Для визначення навантаження на TV2 ввідної панелі необхідно також знайти втрати потужності на TV2 і TV3 розподільчої панелі.

Втрати потужностей для трансформатора TV2 розподільчої панелі знаходять за графіком, що приведений на рисунку 1, відповідно до значення повної потужності $S_{СОВС}$, а для TV3 – за графіком на рисунку 4, відповідно до значення повної потужності $S_{ПОВС}$. Значення $S_{СОВС}$ і $S_{ПОВС}$ беруться з таблиці 9.

Втрати на трансформаторі TV2 ввідної панелі визначаються за графіком на рисунку 5, відповідно до значення повної потужності $S_{TV2}^{ПВ}$, яка береться з таблиці 9.

Розрахунок навантаження на силовий трансформатор високовольтної лінії виконується за допомогою зведеної таблиці 10.

Розрахунок навантаження від пристроїв зв'язку, освітлення і силових навантажень на проміжних станціях здійснюється з урахуванням, що на станціях від 15 до 30 стрілок використовуються пости СЗ-20, а на станціях до 15 стрілок – СЗ-13. Дані потужностей наведено в таблицях А.4 і А.5.

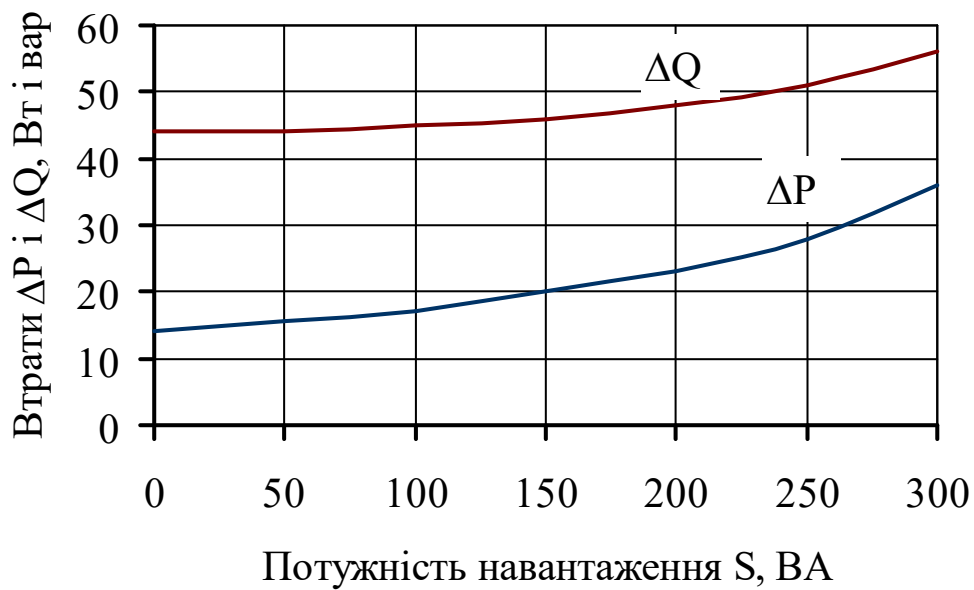


Рисунок 4 – Втрати у трансформаторі типу ПОБС

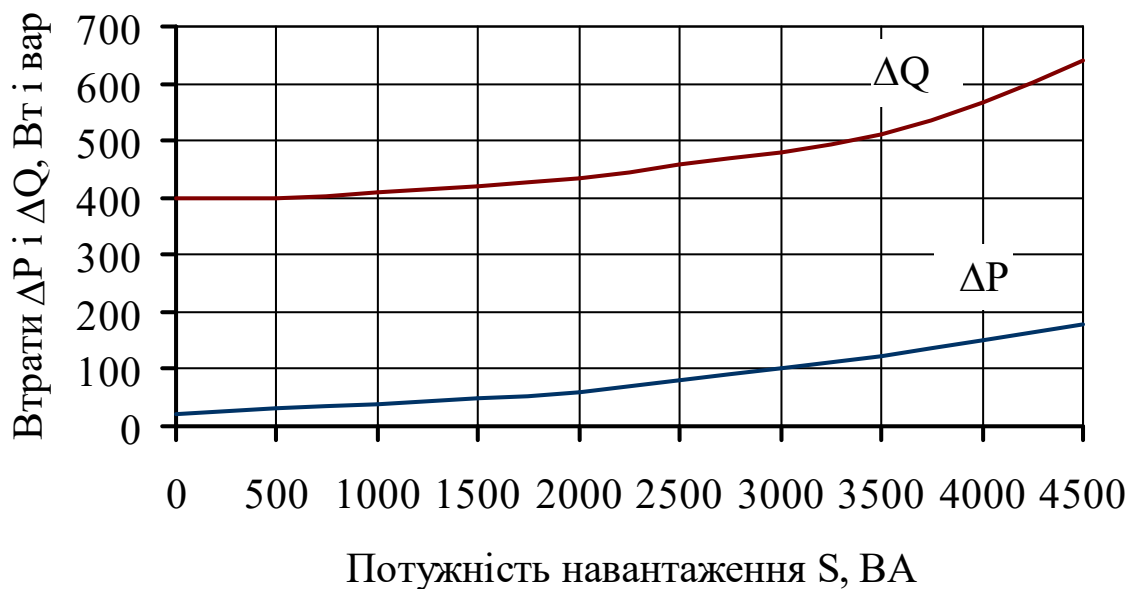


Рисунок 5 – Втрати у трансформаторах ввідної панелі

Як силові можуть використовуватися трансформатори таких типів: ТС-10, ТС-16, ТС-25 і ТС-40 (остання цифра в назві відповідає потужності у кіловольт на ампер, (кВА). Тип силового трансформатора високовольтної лінії визначається на підставі отриманої повної потужності $S_{\text{ЕЦ}}$, взятої з таблиці 10.

Таблиця 10 – Зведена таблиця навантажень на пост ЕЦ

Найменування навантаження	Вимірник	Потужність на одиницю виміру		Кількість	Потужність, що споживається пристроями поста ЕЦ		
		Р, Вт	Q, вар		Р, Вт	Q, вар	S, ВА
Пристрої МРЦ	пост ЕЦ			1	$P_{\text{МРЦ}}$	$Q_{\text{МРЦ}}$	$S_{\text{МРЦ}}$
Пристрої зв'язку	пост ЕЦ			1			
Освітлення	пост ЕЦ			1			
Вентиляція	пост ЕЦ			1			
Всього на пост ЕЦ					$P_{\text{ЕЦ}}$	$Q_{\text{ЕЦ}}$	$S_{\text{ЕЦ}}$

Завдання. У даному пункті необхідно заповнити таблиці 9 і 10 згідно із завданням та виконати розрахунок потужності вказаних в таблиці навантажень. Залежно від отриманої потужності, що споживають пристрої поста ЕЦ, вибрати тип силового трансформатора високовольтної лінії.

8 Мнемосхема щитової установки МРЦ

На кожній панелі живлення для зручності її обслуговування вказується її структура. Крім цього, на мнемосхемі вноситься індикація:

- про режими функціонування пристроїв живлення;
- про працездатність фідерів і перетворювачів;
- про справність запобіжників;
- про цілісність ізоляції і т.п.

Завдання. У даному пункті залежно від обраної комплектації ЕЖУ взяти необхідні рисунки мнемосхем панелей і з'єднати їх у потрібному порядку.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1 Студентська навчальна звітність. Текстова частина (пояснювальна записка). Загальні вимоги до побудови, викладення та оформлення: Методичний посібник з додержання вимог нормоконтролю у студентській навчальній звітності. – Харків: УкрДАЗТ, 2004. – 38 с.

2 Багуц В.П., Ковалев Н.П., Костроминов А.М. Электропитание устройств железнодорожной автоматики, телемеханики и связи. - М.: Транспорт, 1991.

3 Дмитриев В.Р., Смирнова В.И. Электропитающие устройства железнодорожной автоматики, телемеханики и связи: Справочник. - М.: Транспорт, 1983.

4 Коган Д.А., Молдавский М.М. Аппаратура электропитания железнодорожной автоматики. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2003. – 438с.

5 Методические указания по проектированию устройств автоматики, телемеханики и связи на железнодорожном транспорте И-128-83. Питающая установка для промежуточных станций при батарейной системе питания. – Л., 1983.

6 Михайлов А.Ф., Частоедов Л.А. Электропитающие устройства и линейные сооружения автоматики, телемеханики и связи железнодорожного транспорта. - М.: Транспорт, 1987.

7 Электропитание устройств ж/д автоматики, телемеханики и связи / Вл.В. Сапожников, Н.П. Коваленко, Под ред. проф. Вл.В. Сапожникова. - М.:Маршрут, 2005.- 453с.

ДОДАТОК А

Програмоване завдання і дані для контрольної роботи

Таблиця А.1 – Дані про умови електропостачання, рід тяги поїздів, частоту рейкових кіл і тип двигунів

Варіант (остання цифра шифру)	Рід тяги	Умови живлення	Частота РК на станції, Гц	Тип РК на перегоні, Гц	Тип стрілочного двигуна	Розміщення ЕЖУ
0	Змінного струму	ВЛ СЦБ і ВЛ ПЕ, підвішених на окремих опорах	25	РЦ25-01П	Змінного струму	ЕЦ
1			25	РЦ25-01П	Постійного струму	ЕЦ
2	Постійного струму	ВЛ СЦБ і місцева мережа, що задовольняє вимоги II категорії, а також ДГА	50	РЦ50-02П	Змінного струму	Контейнер
3			50	РЦ50-02П	Постійного струму	ЕЦ
4			25	РЦ50-02П	Змінного струму	ЕЦ
5	Автоном. тяга	ВЛ СЦБ і ВЛ ПЕ, підвішених на загальних опорах, і ДГА	25	РЦ50-02П	Постійного струму	ЕЦ
6			50	РЦ50-01П	Змінного струму	Контейнер
7			50	РЦ50-01П	Постійного струму	ЕЦ
8			25	РЦ50-01П	Змінного струму	ЕЦ
9			25	РЦ50-01П	Постійного струму	ЕЦ

Таблиця А.2 – Потужності, що споживають перегоні РК

Тип рейкового кола	Довжина рейкових кіл, м	Потужність			
		Середня		Максимальна	
		Р, Вт	Q, вар	Р, Вт	Q, вар
РЦ50-01П	1000-1500	40	69	36	115
РЦ50-02П	1000-1500	21	67	28	75

РЦ25-01П	1000-1500	13,5	7,6	27	--
----------	-----------	------	-----	----	----

Варіант для вибору характеристик станції визначається за сумою останніх двох цифр шифру студентського квитка.
Наприклад, шифр 20030023 – варіант 5.

Таблиця А.3 – Дані про пристрої ЕЦ

Варіант	Кількість стрілок	Кількість підходів	Кількість ламп запрошувального сигналу на світлофорах		Кількість стрілок місцевого керування	Маршрутні покажчики
			Вхідних	Вихідних		
0	6	2	2	--	Немає	Немає
1	8	2	2	2	Немає	Немає
2	9	2	2	--	Немає	Немає
3	11	3	3	2	Немає	Немає
4	12	3	3	1	1	Немає
5	13	2	2	2	Немає	Немає
6	14	2	2	--	Немає	Немає
7	15	3	3	2	1	Немає
8	16	3	3	1	Немає	Немає
9	17	2	2	2	Немає	Немає
10	18	3	3	1	1	Немає
11	19	2	2	--	Немає	Немає
12	21	2	2	1	Немає	Немає
13	22	3	3	2	1	Немає
14	23	2	2	1	1	Є
15	24	3	3	--	Немає	Є
16	26	3	3	1	1	Є
17	27	2	2	2	Немає	Є
18	28	2	2	--	2	Є

Таблиця А.4 – Навантаження пристроїв зв'язку на постах ЕЦ

Тип поста ЕЦ	Споживча потужність		
	P, Вт	Q, вар	S, ВА
СЗ-20	2150	2020	3000

C3-13	610	550	820
-------	-----	-----	-----

Таблиця А.5 – Навантаження пристроїв освітлення і силових навантажень на постах ЕЦ

Найменування навантаження	Тип поста ЕЦ			
	C3-13		C3-20	
	Р, Вт	Q, вар	Р, Вт	Q, вар
Гарантоване:				
Освітлення	970		1890	
Вентиляція акумуляторного приміщення	300		720	540
Негарантоване:				
Освітлення	1520		2985	
Вентиляція	760	1000	7420	5650

Таблиця А.6 – Потужності, що споживають станційні РК

Найменування навантаження	Розрахункова потужність на одну стрілку ЕЦ			
	до 11		від 11 до 30	
	Р, Вт	Q, вар	Р, Вт	Q, вар
Рейкові кола 50 Гц при автономній і електротязі постійного струму				
МЕ реле ДСШ	9,5	3,3	9,5	3,3
КЕ реле ДСШ і РК	22	8	19,4	6,6
Рейкові кола 25 Гц при електротязі змінного струму				
МЕ реле ДСШ	3,4	10,3	3,4	10,3
КЕ реле ДСШ і РК	60	29	42	20
Рейкові кола 25 Гц при електротязі постійного струму				
МЕ реле ДСШ	4,9	15,1	4,9	5,2
КЕ реле ДСШ і РК	22	10	19	10
Рейкові кола 25 Гц при автономній тязі				
МЕ реле ДСШ	4,9	15,1	4,9	5,2
ПЕ реле ДСШ і	24	20	19	17

ДОДАТОК Б

Схеми систем і панелей живлення МРЦ

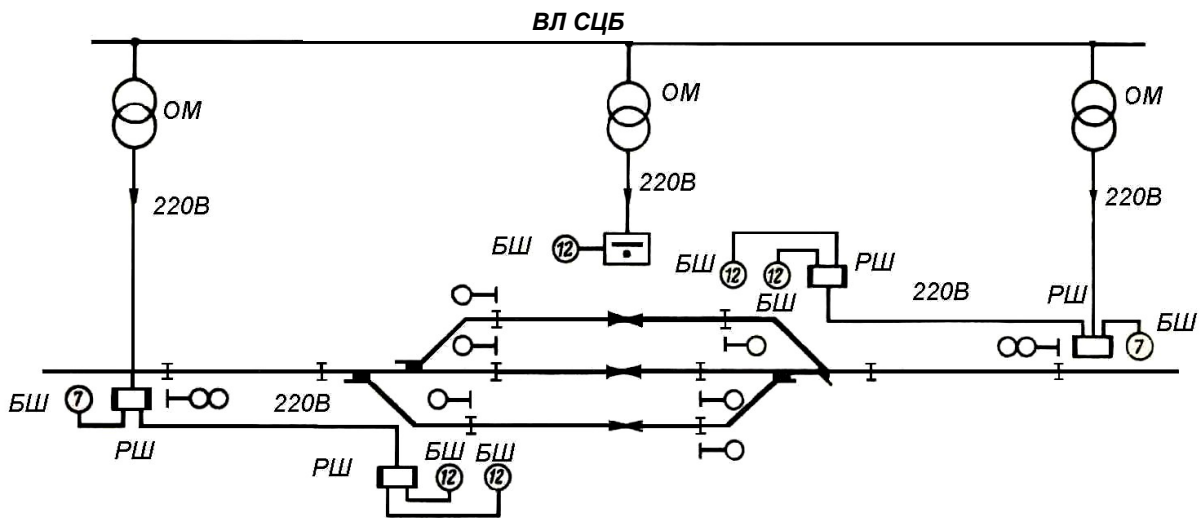


Рисунок Б.1 - Схема енергопостачання проміжної станції з місцевим живленням

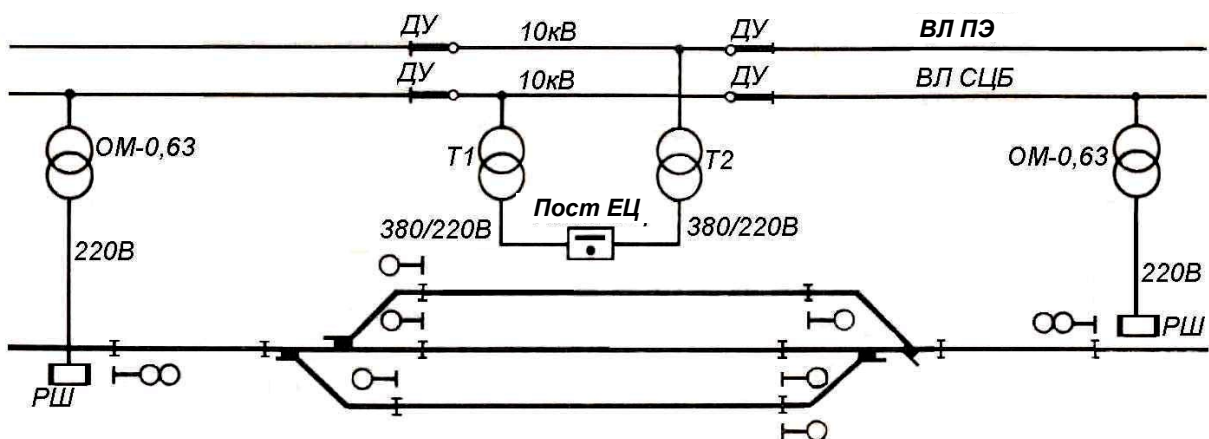


Рисунок Б.2 – Схема енергопостачання електричної центра- лізації із центральним живленням

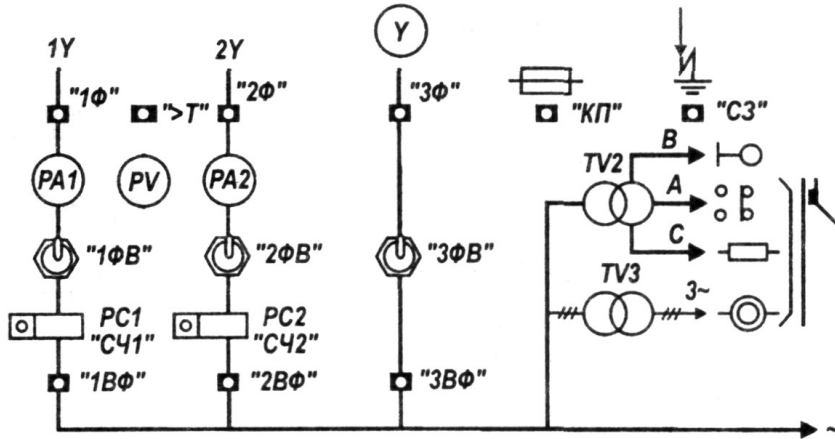


Рисунок Б.3 - Мнемосхема панелей ПВ2-ЕЦ і ПВ3-ЕЦ

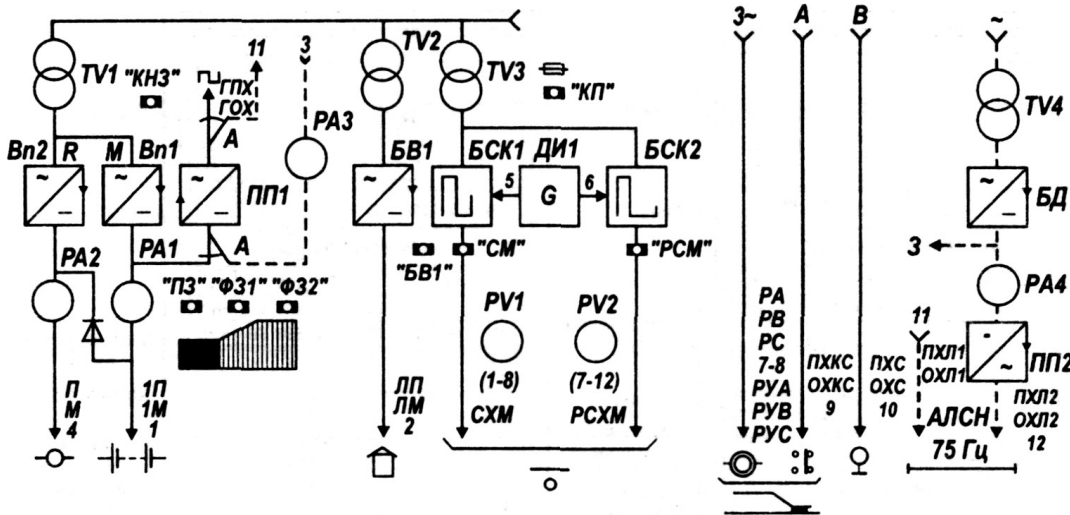


Рисунок Б.4 - Мнемосхема панелей ПР2-ЕЦ50Т і ПР2-ЕЦ75Т

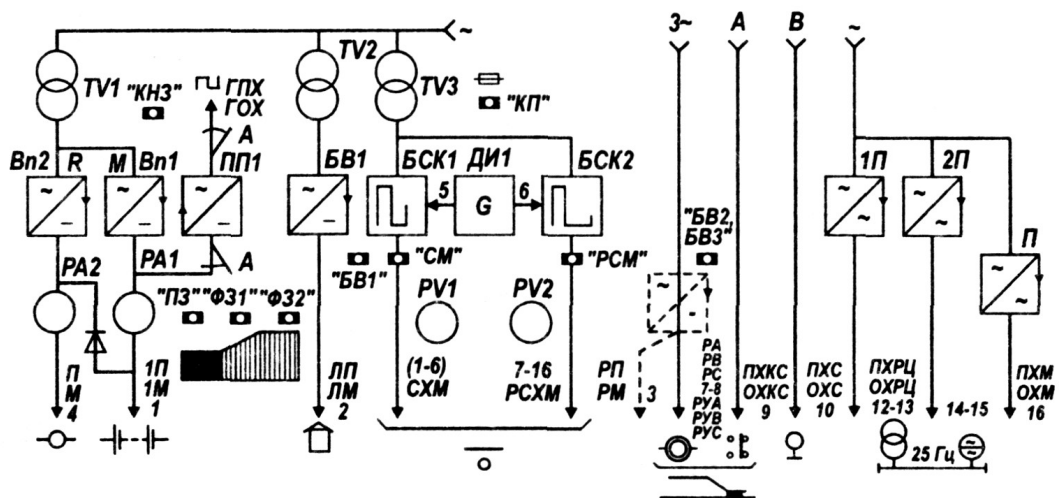


Рисунок Б.5 - Мнемосхема панелей ПР2-ЕЦ25Т і ПР2-ЕЦ25П

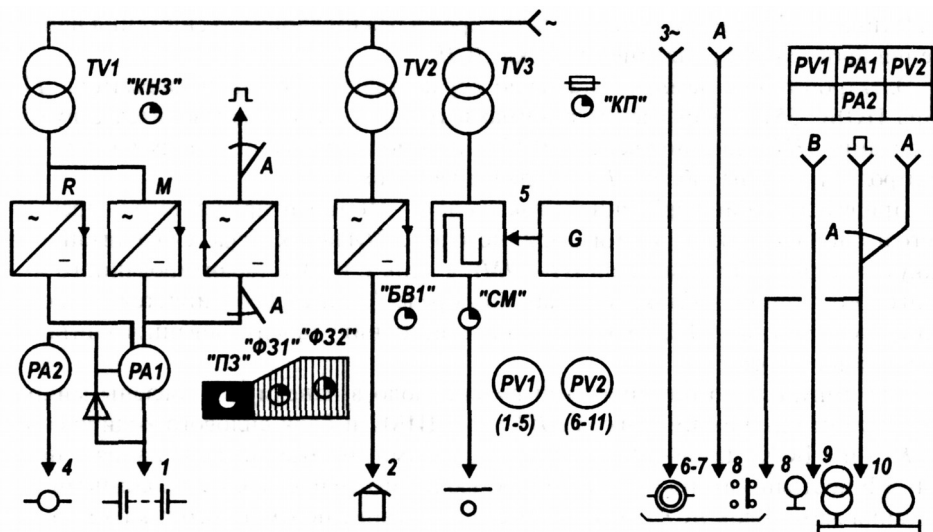


Рисунок Б.6 - Мнемосхема панелі ПР3-ЕЦ

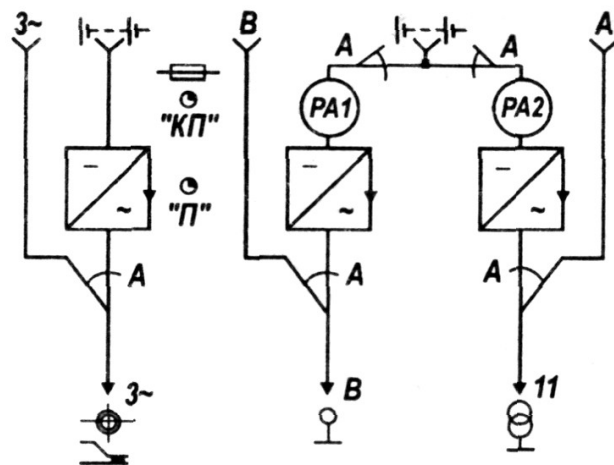


Рисунок Б.7 - Мнемосхема панелі ППТ3-ЕЦ

ДОДАТОК В

Технічні характеристики панелей живлення

Таблиця В.1 - Технічні характеристики ПВ2-ЕЦ та ПВ3-ЕЦ

Навантаження	Позначення кола	Напруга, В	Максимальний струм, А (потужність, кВт)
Розподільчі й перетворювальні панелі живлення ЕЦ	А-В-С-0	380/220	15
Світлофори: денний режим нічний режим режим ДСН	ОСА220-ОСА0 ОСА180-ОСА0 ОСА110-ОСА0	220 180 110	(1,5)
Стрілочні електродвигуни змінного струму: нормальна відстань вилучена відстань	АХ-ВХ-СХ УАХ-УВХ-УСХ	3x220 3x235	(1,5)
Випрямляч для живлення стрілочних електродвигунів постійного струму	АХ-ВХ-СХ	3x173	(1,2)
Обігрів стрілочних електроприводів	Э-ОЭ	220	(1,5)
Рейкові кола, контроль стрілок	ПХР-ОХР	220	(1,5)
Релейні шафи входних світлофорів	ПХР Ш-ОХР Ш	220	-
Пристрій зв'язку	А-В-С-0	380/220	10
Інші навантаження (ПВ 2-ЕЦ) від фідера 2	А-В-С-0	380/220	30

Таблиця В.2 - Технічні характеристики ПР2-ЕЦ

Навантаження	Позначення кола	Рід струму	Номинальна напруга, В	Максимальний струм, А (потужність, кВт)
1	2	3	4	5
Реле поста ЕЦ (стативи) Пульт-табло Панелі	П-М, ОМП-ЩМ, ПМП-ЩМ ШП-ЩМ ЩП-ЩМ, П1-М, П2-М, П3-М	Постійний	24	17
Лампи пульта- табло: безперервне живлення у режимі: «День» «Ніч» «Погашено» Імпульсне живлення	СХ-МС, С-МС, КС- КМС СХМ-МС, СМ-МС, РСХМ-МС	Змінний	24 19 0 24	10
Робочі кола стрілок	РПБ-РМБ РА-РВ-РС РУА-РУВ-РУС	Постійний (ПР2-ЕЦ25П) Змінний (ПР2-ЕЦ50Т, ПР2-ЕЦ75Т, ПР2-ЕЦ25Т) Те ж	220 220 235	(1,5)
Контрольні кола стрілок	ПХКС-ОХКС	Змінний	220	(1,5)
Апаратура тональних рейкових кіл	ПХН(1-4)-ОХН(1- 4)	Змінний (ПР2- ЕЦ50Т, ПР2-ЕЦ75Т)	220	(0,6)
Пристрій кодування АЛСН	ПХЛ(1,2)-ОХЛ(1,2)		220 (50 Гц) 220 (75 Гц)	

Продовження таблиці В.2

1	2	3	4	5
Рейкові кола частотою 25 Гц	ПХРК(1-4)- ОХРК(1-4) ПХМ-ОХМ	Змінний (ПР2-ЕЦ25Т, ПР2-ЕЦ25П)	220	0,7x4 1,2
Споживачі гарантованого живлення (роз'єднувачі і ін.)	ГПХ 220- ГОХ220	Змінний	220	(0,3)
Світлофори: безперервне живлення у режимі: «День» «Ніч» «ДСН» Імпульсне живлення	ПХС-ОХС ПХСМ-ОХС ПХСМК-ОХС	Змінний	 220 180 110 220, 180, 110 220	(1,5)
Маршрутні показники: Нормальний режим ДСН	ПХМУ-ОХМУ	Змінний	 220 0	
Позапостові схеми ЕЦ (ув'язування з переконами й ін.)	ЛП-ЛМ	Постійний	24	1,6
Додаткові перетворювачі ПП-0.3М (до двох шт.)	ППП-ППМ	Постійний (ПР2-ЕЦ75Т)	24	32
Безконтактна апаратура ДЦ	БП-БМ	Постійний	24	8

Таблиця В.3 - Технічні характеристики ППТЗ-ЕЦ

Навантаження	Позначення кола	Напруга, В (режим роботи)	Навантаження	Позначення кола	Напруга, В (режим роботи)
(навантаження 60-300 Вт)Світлофори	ОСА220-ОСАО	210-250 («День»)	Робочі кола стрілок	РА, РВ, РС	230-260
	ОСА 180-ОСАО	170-210 («Ніч»)		(холостий хід)	РУА, РУВ, РУС
	ОСА110-ОСАО	105-130 (ДСН)	Рейкові кола (навантаження 60- 300 Вт)	РА-РІ; РВ-РО	130-150
				ГПХ 1-ГОХ1	210-250

