

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
АЕРОКОСМІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРИЗОВАНИХ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ
ТА ТЕХНОЛОГІЙ

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач випускової кафедри

В.П. Квасніков
“ _____ ” _____ 2021 р.

ДИПЛОМНА РОБОТА

(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)

ЗДОБУВАЧА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ «БАКАЛАВР»

Тема: «Схема електропостачання відділенн аптеки»

Виконавець _____ Матвієнко Олександр Сергійович
(підпис) (студент, група, прізвище, ім'я, по батькові)

Керівник _____ д. т. н., професор Філоненко Сергій Федорович
(підпис) (науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

Нормоконтролер _____
(підпис) (П.І.Б)

Київ 2022

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Аерокосмічний факультет

Кафедра: комп'ютеризованих електротехнічних систем та технологій

Освітній ступень: «Бакалавр»

Спеціальність: 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»,

Освітньо-професійна програма «Електротехнічні системи електроспоживання»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

В.П. Квасніков

« _____ » _____ 2020 р.

ЗАВДАННЯ

на виконання дипломного проекту

Матвієнка Олександра Сергійовича

(П.ІБ. випускника)

1. Тема проекту: **Схема електропостачання відділенн аптеки»**

затверджена наказом ректора від « 19 » квітня, № #396/ст

2. Термін виконання проекту: з _____ по _____.

3. Вихідні дані до проекту:

4. Зміст пояснювальної записки:

5. Перелік обов'язкового ілюстративного матеріалу:

6. Календарний план-графік

№ з/п	Завдання	Термін виконання	Підпис керівника
1.	Вивчення інформаційних джерел	13.05–19.05.19	
2.	Розділ 1. Вибір автомату диференціального току	20.05–27.05.19	
3.	Розділ 2. Вибір проводів і кабелів та розрахунок втрат напруги.	28.05-07.06.19	
4.	Розділ 3. Розрахунок струмів короткого замикання в електричній мережі	08.06-14.06.19	
5.	Розробка креслень	15.06–21.06.19	

7. Дата видачі завдання: “ ____ ” _____ 2020 р.

Керівник дипломної роботи (проекту) _____ .
(підпис керівника) (П.І.Б.)

Завдання прийняв до виконання _____ .
(підпис випускника) (П.І.Б.)

РЕФЕРАТ

Тема дипломного проекту «Схема електропостачання відділенн аптеки» складається з 50 сторінок основного матеріалу, містить 18 рисунки, 6 таблиць, 29 бібліографічних найменувань.

Під час виконання дипломного проекту було виконано розрахунок навантажень споживачів відділення аптеки.

Було виконано вибір параметрів розподільних мереж напругою до 1 кВ та живильної мережі (вище 1 кВ), силових трансформаторів, конденсаторних батарей, резервного генератора, апаратів релейного захисту та автоматики.

Виконано розрахунок струмів короткого замикання.

Було проведено аналіз методів підвищення надійності електропостачання промислового об'єкту, розглянуто можливості встановлення систем гарантованого живлення для окремих споживачів електричної енергії.

Об'єкт дослідження – система електропостачання аптеки

Мета роботи – дослідити систему електропостачання відділення аптеки

Ключові слова: ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ, НАДІЙНІСТЬ, ГАРАНТОВАНІСТЬ, СПОЖИВАЧІ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ, ТРАНСФОРМАТОРНА ПІДСТАНЦІЯ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ВРП – ввідно-розподільний пристрій
ШРС – шафа силова розподільча
ШРК – шафа комп'ютерна розподільча
ШРО – шафа освітлення розподільча
ДБН – державні будівельні норми
РУ – розподільний пристрій
к. з. – коротке замикання
НЗ/1 – задвижка
НПС – пожежна сигналізація
Н1/2 – насос протипожежний
ННО – зовнішнє освітлення
ВВГ – кабель мідний силовий
ВВГнг – кабель не підтримує горіння
АВВГ – кабель алюмінієвий силовий
ВА, АЕ – автоматичні вимикачі
TN-S – сучасна система заземлення
ГОСТ – державний стандарт

ЗМІСТ

ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1	8
1.1. Характеристики автомату диференціального току АД - Д 12	8
1.2. Призначення автоматів диференціального току.....	15
1.3. Показники штучного освітлення приміщень закладів охорони здоров'я....	21
1.4. Світлотехнічний розрахунок	22
РОЗДІЛ 2. Вибір проводів і кабелів та розрахунок втрат напруги.....	23
2.1 Загальна характеристика кабелів і проводів.....	23
2.2. Типи силових кабелів.....	25
2.3. Вибір кабелів.....	29
РОЗДІЛ 3. Розрахункова частина	31
3.1. Розрахунок струмів короткого замикання в електричній мережі нижче 1 кВ.....	31
3.2. Побудова розрахункової системи та розрахунок параметрів елементів схеми заміщення.....	31
3.3. Розрахунок трифазного короткого замикання.....	36
3.4. Розрахунок однофазного короткого замикання.....	40
3.5. Перевірка вибраних комутаційних апаратів і провідників.....	45
3.6. Розрахунок струмів короткого замикання в електричній мережі нижче 1 кВ.....	47
ВИСНОВКИ	48
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	49

ВСТУП

Залежно від важливості споживачі електроенергії поділяються на три основні групи. До першої групи електропостачання відносяться ті споживачі, перерви в електропостачанні яких можуть стати причинами великої матеріальної шкоди, масштабних аварій, нещасних випадків тощо. До таких споживачів належать: Об'єкти хімічної, гірничодобувної промисловості та інших небезпечних виробництв. Пристрої пожежної безпеки, сигналізації, охорони та ліфти. Об'єкти охорони здоров'я особливої важливості (великі лікарні, відділення реанімації тощо). Налаштування зв'язку, серверні, диспетчерські. **Тягові підстанції**. Котельні та насосні станції першої категорії.

Живлення споживачів цієї категорії має здійснюватися від двох незалежних джерел живлення, які живляться від окремих силових трансформаторів. Для найбільш небезпечних споживачів допускається наявність третього незалежного джерела живлення. Перерва в електропостачанні таких споживачів допускається лише за умови включення автоматичного увімкнення резервного живлення. Зі складу першої категорії виділяється особлива група споживачів, зупинка діяльності яких може стати причиною вибуху чи пожежі. Для їхнього постачання електроенергією передбачено додаткове харчування від третього джерела. Як другий і третій незалежних джерел харчування для особливої групи можуть використовуватися місцеві електричні станції. До другої групи електропостачання належать споживачі, зупинка роботи яких може стати причиною зупинки роботи важливих міських систем, браку продукції на підприємствах масового виробництва, виходу з ладу великих систем.

Окрім промислових підприємств (що не належать до першої категорії споживачів) до другої категорії належать: котельні та насосні станції (не першої категорії), дитячі заклади, великі торгові центри, навчальні заклади, спортивні об'єкти, важливі міські споруди, аптеки, медичні установи. Живлення споживачів другої групи має здійснюватися від двох незалежних джерел.

Перерва в електропостачанні допускається на час, за який електротехнічний персонал прибуде на об'єкт та виконає усі необхідні роботи. До третьої категорії відносяться всі інші споживачі, тобто об'єкти, перерва в електропостачанні яких не спричинить якихось серйозних наслідків. Їхнє харчування здійснюється від одного джерела, а перерва в електропостачанні повинна становити не більше 24 годин.

Проектування системи електропостачання груп споживачів має здійснюватися відповідно до таких принципів: Електрична мережа має бути найкоротшою в географічному плані, що сприяє покращенню показників розвитку системи електропостачання за екологічним та економічним критеріями. Шлях електричної енергії від джерела споживача повинен бути максимально коротким, щоб мінімізувати втрати електричної енергії. Електричний шлях збільшується або скорочується за зміни (зменшення або збільшення) кількості паралельних ланцюгів ліній електропередачі. Існуюча система електропостачання при її реконструкції повинна бути максимально завантажена. Максимальне завантаження економічно ефективне, тому що не потрібні додаткові витрати на її посилення. Якщо існує необхідність посилення, то воно виконується проводом такого ж перерізу. Варіанти розвитку системи електропостачання повинні відповідати критерію надійності. Споживачі першої та другої групи повинні харчуватися від двох незалежних джерел, тобто за двома лініями. Ці лінії мають бути одноланцюжними.

Живлення групи споживачів третьої категорії може здійснюватися від одного джерела, але при цьому має враховуватися збиток від недопостачання електричної енергії під час перерви електропостачання. Після аварій, пов'язаних з пошкодженнями опор, відключенням лінії, відключенням блоку на електричній станції не повинні бути перевантажені. Перевірка здійснюється за допустимим електричним струмом. Розробка варіантів конфігурації електричної мережі повинна починатися з розгляду найпростіших схем, які вимагають створення мережі найменшого числа електрообладнання підстанцій і ліній і

менших капітальних вкладень. До цих варіантів зазвичай відносяться схеми електропостачання замкнутого або магістрального типу.

РОЗДІЛ 1. ВИБІР АВТОМАТУ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНОГО ТОКУ

1.1. Характеристики автомату диференціального току АД - Д 12

Автоматичні вимикачі призначені для нечастих комутаційних перемикачів (до 6 за годину) електричних ланцюгів в нормальному режимі роботи і відключення електроустановок від джерела живлення при збільшенні струму понад допустимі межі. На відміну від плавких запобіжників, що захищають електродвигуни тільки від коротких замикань, вимикачі є більш довершеним засобом захисту. Вони захищають електродвигуни від струмів короткого замикання і струмових перевантажень, запобігають роботі на двох фазах і дозволяють швидко відновити електричний ланцюг.

Залежно від призначення вимикачі можуть розрізнятися по роду струму (постійного або змінног); номінальному значенню струму; числу полюсів (одно-, двух- і трьохполюсні); по роду вбудовуваних розчеплювачів (з максимальним, тепловим, комбінованим або без розчеплювачів); номінальному струму розчеплювачів; виду зовнішніх приєднань (переднім, заднім, комбінованим).

Вимикачі випускаються в пластмасових корпусах, що складаються з основи і кришки, гвинтами, що скріплюють. На основі кожного корпусу вмонтовується комутуючий пристрій, що складається з нерухомих і рухомих контактів, увязнених в дугогасильні камери, розчеплювачі максимального струму і механізм управління.

Дугогасильні камери забезпечують гасіння дуги шляхом її дроблення і деіонізації поперечними стальними пластинами.

Рухомі контакти укріплені на ізольованому валу (траверсі) і через механізм вільного расцеплення пов'язані з рукояткою (або кнопкою) вимикача.

У включеному положенні рухома система утримується клямкою, пов'язаною з розчеплювачами.

Механізм вільного розчіплення забезпечує миттєве замикання і розмикання контактів з постійною швидкістю, незалежною від руху рукоятки або кнопки.

Розчеплювач максимального струму вбудовується в кожний полюс вимикача послідовно.

Тепловий розчеплювач при перевантаженнях спрацьовує із зворотною залежною від струму витримкою часу, тобто ніж більший струм перевантаження, тим швидше відбудеться вимкнення.

Електромагнітний розчеплювач при струмі, що перевищує струм уставки, спрацьовує миттєво.

Комбінований розчеплювач складається з теплового і електромагнітного, тому відключення може відбуватися при дії будь-якого з них.

Промисловість випускає різні типи вимикачів - А3700; АЕ2000; АЕ1000; А63; АП50; А3100 і ін.

Вимикачі серії АЕ1000 випускаються з ручним управлінням і призначені для захисту мережі від перевантажень і коротких замикань. Вони встановлюються у виробничих, адміністративних, суспільних і побутових приміщеннях, а також в приміщеннях з хімічно активним середовищем і вбудовуються в герметизовані оболонки розподільних пристроїв типу РУС.

Ці вимикачі виготовляються з переднім і заднім приєднанням проводів і кріпляться до панелей двома гвинтами М4. Вони мають електромагнітний, тепловий або комбінований розчеплювачі максимального струму. Номінальний струм розчеплювача 6, 10, 16, 25А. При струмі 1,5 Ін часу відключення мережі тепловим розчеплювачем не перевищує 20 хв. Струм миттєвого

спрацьовування електромагнітних розчеплювачів 12 1Н...18 Ін. Механічна зносостійкість допускає 50 000 циклів включень і відключень, комутаційна - 25 000 циклів. Номінальна комутаційна здатність - 2000А змінного струму. Розміри вимикача 21Х90Х68 мм, маса - 0,15 кг.

Вимикачі серії А3100 випускаються п'яти типів . Чотири з них (А3110; А3120; А3130; А3140) виготовляються тільки двух- і трьохполюсними на номінальний струм 100, 200 і 600 А з електромагнітним і комбінованим розчеплювачами. П'ятий (А3160) виготовляється одно-, двух- і трьохполюсним, на номінальний струм 50 А, тільки з тепловим розчеплювачем і номінальним струмом уставок 15, 20, 25, 30, 40 і 50 А. Розчеплювачі вимикачів А3160 і А3 ПО вмонтовуються усередині їх корпусів, а решти типів - знімні і мають самостійний кожух. Уставки струму калібруються і в процесі експлуатації не регулюються. Вимикачі цієї серії можуть виготовлятися без розчеплювачів максимального струму як неавтоматичні вимикачі. Рукоятка управління розташовується в центрі лицьової панелі і може знаходитися в трьох положеннях: верхньому - «Включено», нижньому - «Вимкнено» уручну і проміжним - «Відключене» автоматично.

Вимикачі серії АП50 випускаються двух- і трех-полюсними на номінальний струм 50 А з електромагнітним (виконання М), тепловим (виконання Т) і електромагнітним і тепловим (виконання МТ) розчеплювачами (рис.. 1.1.). Теплові розчеплювачі виготовляються на номінальні струми 1,6; 2,5; 4; 6,4; 10; 16; 25; 40 і 50 А. Електромагнітні розчеплювачі вмонтовуються на передній стороні корпусу, а теплові - на задній і закриваються пластмасовою пластинкою. Вимикач, окрім основних, може мати 1 або 2 замикаючих і розмикаючих допоміжних контактів.

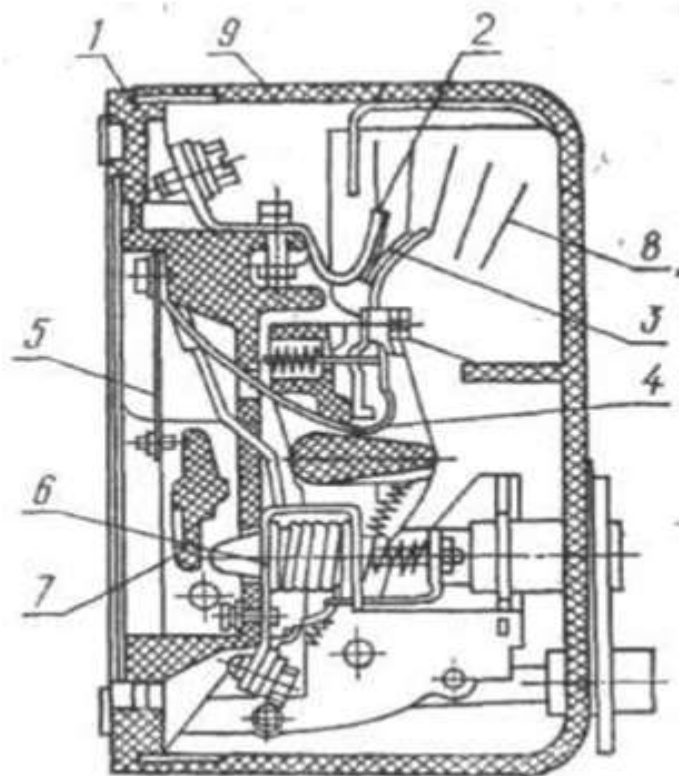


Рисунок 1.1. Автомат серії АП 50;

1 – основа; 2 – нерухомий контакт; 3 – рухомий контакт; 4 - гнучке з'єднання;
 5- тепловий розчеплювач; 6 - електромагнітний розчеплювач; 7 – відключаюча дуга; 8 – дугогасильна камера; 9 – кришка;

Вимикачі виготовляються в пластмасовому корпусі, але можуть поставлятися і в додатковому пілонепроникному кожусі, що складається з корпусу і кришки, відлитих з алюмінієвого сплаву. З умов монтажу кожухи виготовляють двох виконань. Кожух виконання А має внизу штуцери для введення і виведення приєднуємих проводів. Виконання Б - універсальне; введення і виведення приєднуваних проводів можна через сальники знизу або зверху.

Однополюсні вимикачі типу АБЗ призначені для роботи в ланцюгах постійного струму напругою 110 В і ланцюгах змінного струму напругою 220 В частотою 50 Гц при температурі навколишнього середовища від - 40 до +40°C, відносній вологості середовища 90%. Вони виготовляються з електромагнітним розчеплювачем (виконання М) і електромагнітним розчеплювачем і

гідралічним сповільнювачем (виконання МІЛІГРАМА). Номінальний струм розчеплювачів 0,63; 0,8; 1; 1,25; 1,6; 2; 2,5; 3,2; 4; 5; 6,3; 8; 10; 12,5; 16; 20; 25 А.

Вимикач встановлюється вертикально виводами нерухомих контактів вгору (нахил не більш 10°) і кріпиться двома гвинтами на панелі або за панеллю так, щоб рукоятка виходила на її лицьову сторону. Дроти в другому випадку приєднуються до вивідних затисків також за панеллю.

Розчеплювач являє собою електромагнітний механізм клапанного типу з двома рухомими частинами - якорем і плунжером, що є частиною магнітної системи. У середині котушки розміщена трубка, в яку вставляється плунжер з пружиною. У трубку заливають рідину, що уповільнює рух плунжера.

Автоматичні вимикачі серії А3700 випускаються струмообмежуючими (позначення Б) і неструмообмежуючими (Ф), загальнопромислового, експортного (Е після букви Б) і тропічного (ТЗ після літери Б) виконань. Розрізняють двух- і трьохполюсні вимикачі з напівпровідниковим, електромагнітним, тепловим і електромагнітним розчеплювачами. Двухполюсні вимикачі виготовляються в габаритах трехполюсних без струмопровідних частин в лівому (третьому) полюсі.

Струмообмежуючі вимикачі виготовляються чотирьох типів: А3710Б, А3720Б, А3730Б, А3740Б на номінальні струми 160; 250; 400 і 630 А відповідно. Вимикачі А3710Б можуть забезпечуватися розчеплювачами максимального струму наступних номінальних величин: 16; 20; 25; 32; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160 А. Уставки теплових і електромагнітних розчеплювачів в умовах експлуатації не регулюються.

Напівпровідниковий розчеплювач максимального струму складається із змінного блоку управління і вимірювальних елементів (трансформаторів або магнітних посилювачів), призначених для його живлення. Вони вбудовуються в кожен полюс вимикача.

Вимикачі з напівпровідниковими розчеплювачами допускають в умовах експлуатації регулювання: номінального струму розчеплювача, уставку струму короткого замикання, часу спрацьовування при перевантаженнях. У ланцюгах змінного струму частотою 50...60 Гц напругою до 660 В встановлюють вимикачі з тепловими і електромагнітними розчеплювачами. Вони можуть використовуватись в ланцюгах частотою струму 400 Гц і напругою до 380 В. Вимикачі з напівпровідниковими розчеплювачами залежно від їх виконання використовуються в ланцюгах частотою струму 50 або 60 Гц і напругою до 660 В. Вимикачі можуть мати додаткові складальні вузли: допоміжні контакти, незалежний розчеплювач, нульовий розчеплювач напруга, електромагнітний привід для управління вимикачем на відстані.

За способом установки розрізняють стаціонарні і вдвижні вимикачі, що дозволяють використовувати їх як роз'єднувач. Вони забезпечують також швидку заміну одного вимикача іншим тієї ж величини і того ж виконання по числу полюсів і наявності додаткових складальних вузлів без підгонки або яких-небудь операцій, що порушують монтаж розподільних пристроїв.

Вимикачі з висувними пристроями мають механічне блокування, яке надійно фіксує їх в положенні вимикача або роз'єднувача, не дозволяє при включеному вимикачі замикати і розмикати втичні контакти.

Вимикачі мають переднє, заднє або комбіноване приєднання проводів (переднє до затисків нерухомих контактів, заднє - до рухомих і навпаки).

Вимикач А3710 складається з наступних основних вузлів: кожуха, контактної системи, механізму управленн, дугогасильних камер, полум'ягасника, напівпровідникового або теплового і електромагнітного розчеплювачів максимального струму, затисків для приєднання зовнішніх провідників головного ланцюга і додаткових вузлів.

Кожух виготовляється з пластмаси. Він складається з основи і кришки, що скріплюються чотирма гвинтами. Всі вузли і деталі вимикача кріпляться до

його основи. Конструкція кожуха дозволяє приєднувати до затисків зовнішні проводи без зняття кришки.

Головні контакти вимикача виконуються із спеціальних металокерамічних композицій на основі срібла. Рухомі контакти сполучені між собою за допомогою ізоляційної траверси, деталлю механізму управління, який виконаний на основі важелів, що ламаються, і влаштований так, що забезпечує, що є, миттєве замикання і розмикання контактів, не залежне від швидкості руху рукоятки при включенні або виключенні. При автоматичному спрацьовуванні миттєве розмикання контактів не залежить від того, чи утримує оператора рукоятку чи ні.

Дугогасильні камери встановлюються над контактами кожного полюса у верхній частині кожуха і утримуються його кришкою. Гасіння дуги здійснюється за принципом її дроблення і деіонізації омідненими сталевими пластинками, укріпленими в ізоляційних камерах.

Полум'ягасник виконується знімним в окремому пластмасовому корпусі, усередині якого можуть розташовуватись сталеві пластинки для гасіння дуги і охолодження іонізованих газів, що виходять через отвір в кришці вимикача. Зміцнюється полум'ягасник двома гвинтами на кришці вимикача і своїм корпусом закриває затиски нерухомих контактів, що знаходяться під напругою, запобігаючи тим самим випадкового дотику до них. Для приєднання проводів зовнішнього ланцюга до нерухомих контактів полум'ягасник знімається.

Блок управління встановлюється над нижніми затискачами вимикача і кріпиться до нього двома гвинтами. З вимірювальними елементами і незалежним розчеплювачем він з'єднується штепсельним роз'ємом. Розетка встановлюється на вимикачі, а вилка - на блоці управління. При перевантаженнях або коротких замиканнях напівпровідниковий розчеплювач подає імпульс на незалежний розчеплювач і відключає вимикач.

Вимикачі серії АЕ2000 випускаються на номінальні струми 10, 25, 63 і 100 А (першої, третьої, четвертої і п'ятої величини) з ручним приводом, з тепловим, електромагнітним, комбінованим і незалежним розчеплювачами, з розчеплювачами мінімальної напруги, з контактами допоміжного ланцюга, з регулятором струму неспрацьовування в умовах експлуатації, з температурною компенсацією. Вони призначені для захисту ланцюгів постійного струму напругою до 220 В і ланцюгів змінного струму частотою 50...60 Гц напругою до 500 В при струмах короткого замикання і струмових перевантаженнях неприпустимої тривалості, а також для ручного управління трифазним асинхронним двигуном з короткозамкнутим ротором з частотою оперативних включень не більше 30 в годину. Ці вимикачі можуть експлуатуватися при температурі навколишнього середовища від -40 до +60 °С і відносній вологості повітря до 90%.

Українська торгова марка АсКо™ представляє серію електротехнічної продукції, виготовленої з використанням найсучасніших матеріалів і новітніх технологій. Це забезпечило високу надійність, термічну і електродинамічну стійкість приладів при їх порівняно невисокій вартості. Через особливе призначення даної продукції - захист життя людини від поразки електричним струмом і майна від пожеж, слід особливо відзначити, що вся продукція витримала необхідні випробування і сертифікована в системі УКРСЕПРО. Автоматичні вимикачі УКРЕМ ВА-2000; ВА-2001; ВА-2003

1.2. Призначення автоматів диференціального току.

Вимикачі автоматичні (Рис. 1.2.) низьковольтні серій УКРЕМ ВА-2000, ВА-2001, ВА-2003 призначені для захисту низьковольтних електричних ланцюгів від перевантажень і струмів короткого замикання, а також для оперативних відключень і включень електричних ланцюгів. Вимикачі автоматичні відповідають стандарту ГОСТ 30325-95 (МЭК 898-87).

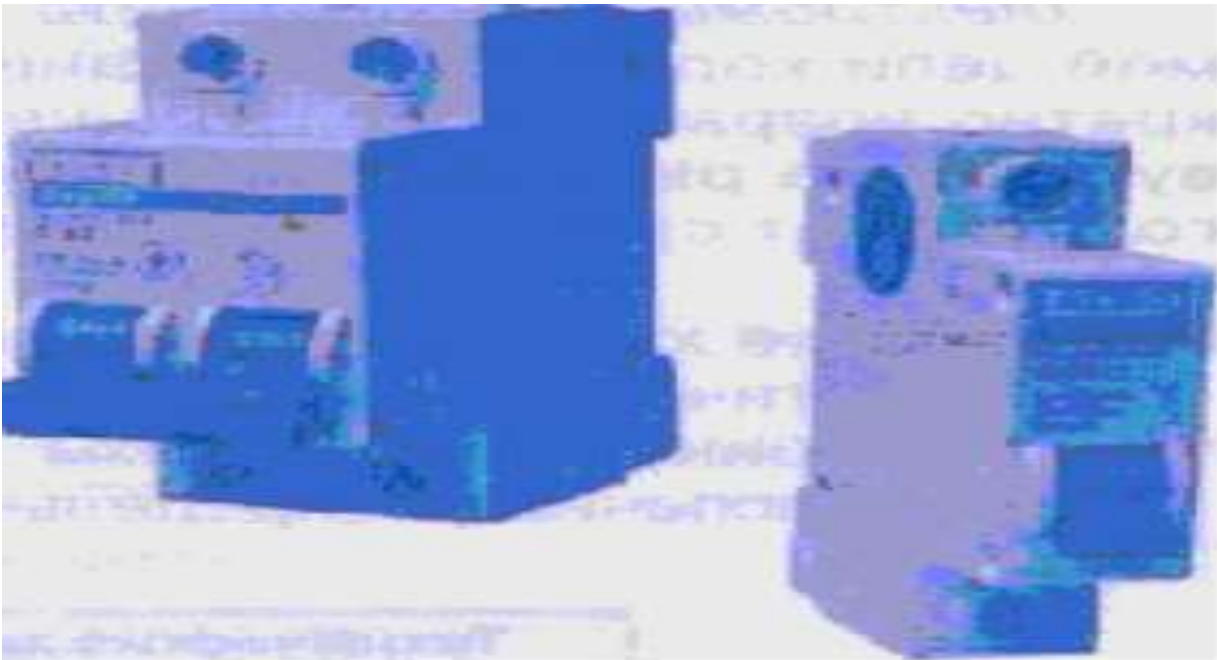


Рисунок 1.2. Вимикачі автоматичні

Серія автоматичних вимикачів УКРЕМ ВА-2000 випускається з час-струмовою характеристикою відключення тип В (номінальні струми від 1А до 63А), серія УКРЕМ ВА-2001 - з час-струмовою характеристикою відключення тип З (номінальні струми від 1А до 63А), серія УКРЕМ ВА-2003 - з час-струмової характеристикою відключення тип D (номінальні струми від 63А до 100А).

Безпосередньо на вимикачах розміщені умовні позначення, що розкривають технічні характеристики даного виробу.



Рисунок 1.3. Вимикачі УКРЕМ ВА-200*

Вимикачі УКРЕМ ВА-200* (де * - модифікація виробу) Рис. 1.3. зібрані корпусах, що не підтримують горіння «1» з термоустійкої і міцної пластмаси і мають замки «2» для монтажу на DIN-рейку. Виробляються з кількістю полюсів від одного до чотирьох.

Вимикачі забезпечені двома типами захисту: тепловим - для захисту від тривалих струмових перевантажень, виконані на біметалічній пластині «3» і електромагнітним - для захисту від струмів короткого замикання, виконаним на електромагнітній котушці «4».

Струмовий розчеплювач «5» виконаний з міді і має посріблені контакти. Дугогасильна камера «6», що складається з дев'яти пластин, підвищує комутаційну зносостійкість і дає високі характеристики граничної комутаційної здатності.

Надійний контакт з провідниками перетином від 1 до 25мм² (для вимикачів з характеристиками за типом В і З) і від 2,5 до 50 мм² (для вимикачів з характеристикою за типом D) забезпечують комбіновані затиски «7» з посрібленої міді і анодованої сталі.

Вимикачі з лицьового боку забезпечені індикаторами «8» положення Вкл/викл.

При роботі в нормальному режимі низьковольтні автоматичні вимикачі УКРЕМ ВА-200* (де * - модифікація виробу) пропускають через себе електричний струм від наймінімальніших до відповідних маркіровці силових величин (I_n , А). У разі виникнення в ланцюзі перевантаження або короткого замикання, спрацьовує механізм захисту і автомат вимикається.

Тепловий захист працює таким чином: струм, що протікає при тривалому струмовому перевантаженні в ланцюзі, що захищається, нагріває біметалічну пластину «3», яка за різних коефіцієнтів теплового розширення згинається і штовхає важіль механізму вільного розчіплення. Рухомий контакт відходить від нерухомого, автомат спрацьовує, ланцюг розривається.

Електромагнітний захист забезпечується завдяки тому, що у момент появи в захищеному ланцюзі короткого замикання, що протікає по витках електромагнітної котушки «4» струму, значно зростає по відношенню до номінального, що приводить в рух осердя, що діє на важіль механізму вільного розчіплення, рухомий контакт відходить від нерухомого, автомат спрацьовує, ланцюг розривається.

Автоматичні вимикачі УКРЕМ з характеристиками відключення за типом В і З (від 1 до 63А) мають ширину корпусу 18мм.

Вони забезпечують граничну комутаційну здатність (I_{max}) до 6000А.

Технічні характеристики УКРЕМ ВА-2000 (тип В) і УКРЕМ ВА-2001 (тип З)

Кількість полюсів 1,2,3,4

Номінальний струм, I_n (А) 1,2,3,4,5,6,10,16,20,25,32,40,50,63

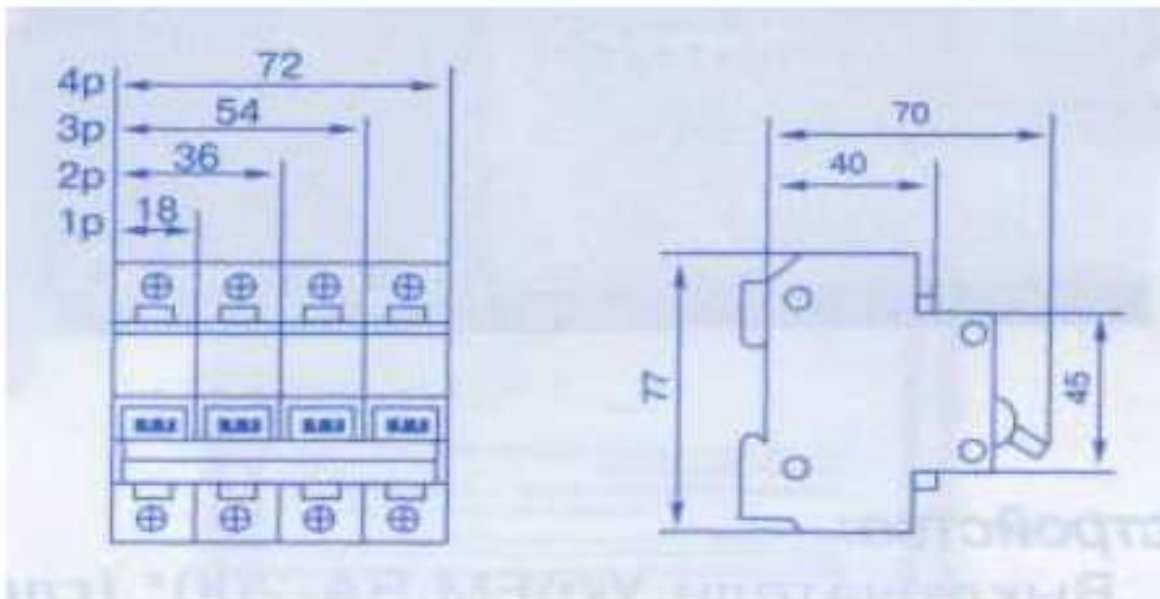


Рисунок 1.4. I_{max}

Номінальна напруга, U_n (В) 220/380

Номінальна частота мережі, f_n (Hz) 50

Характеристика відключення (тип) У, З

Комутаційна зносостійкість (циклів) Не меншого 6 000

Гранична комутаційна здатність I_{max} (А) 6 000

Перетин проводу, що підключається (мм²) 1,25

Автоматичні вимикачі УКРЕМ ВА-2003 (Рис. 1.5.)

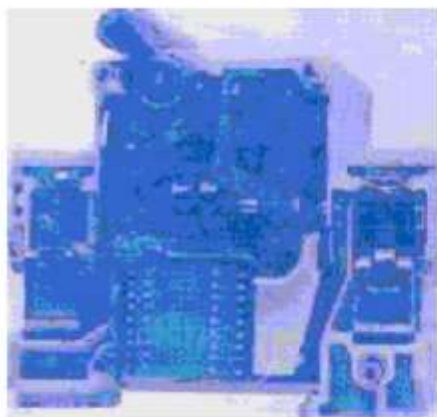


Рисунок 1.5. Автоматичні вимикачі УКРЕМ ВА-2003

Вимикачі з характеристикою відключення за типом D (від 63 до 100А) мають ширину корпусу 27мм (Рис. 1.6).

Вони проводяться в конструктивного виконання, що забезпечує граничну комутаційну здатність 6000А і витримують кидки струму в електричних ланцюгах до 10 In, тому можуть застосовуватися в пускових ланцюгах асинхронних двигунів.

Технічні характеристики УКРЕМ ВА-2003 за типом D

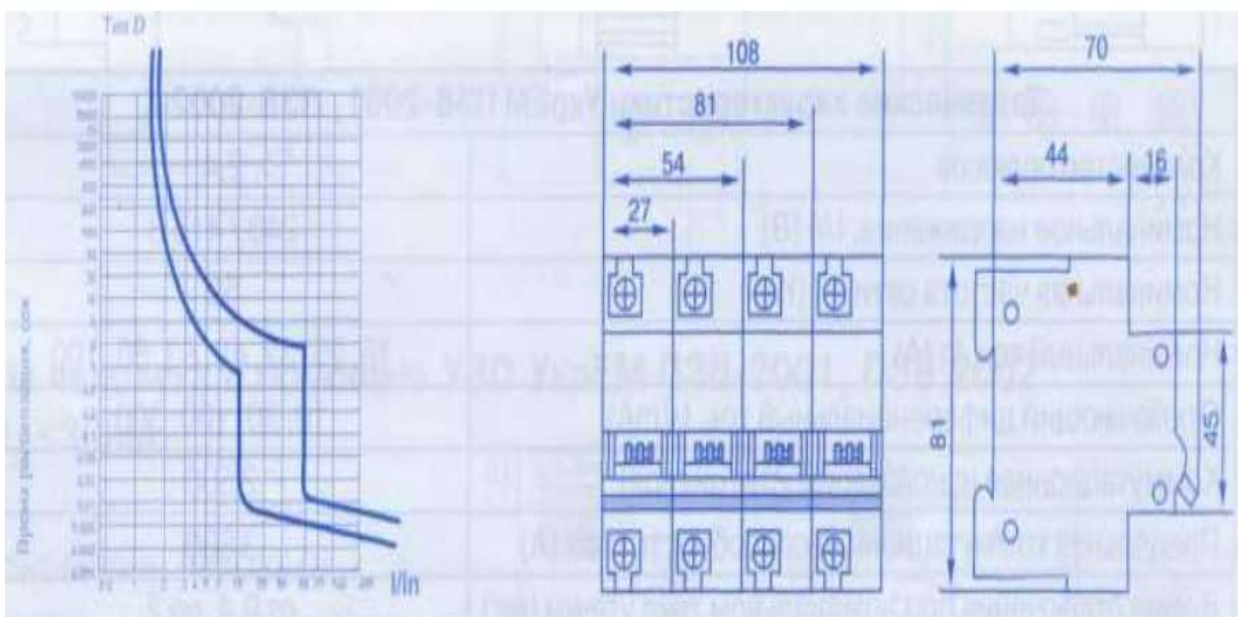


Рисунок 1.6. Вимикачі з характеристикою відключення за типом D

Кількість полюсів 1,2,3,4

Номинальний струм, I_n (А) 63,80, 100

Номинальна напруга, U_n (В) 230/415

Номинальна частота мережі, f_n (Hz) 50

Характеристика відключення (тип) D

Комутаційна зносостійкість (циклів)

Не меншого 10 000

Гранична комутаційна здатність I_{max} (А) 6 000 Рис. 1.6. Габаритні розміри

Перетин проводу, що підключається (мм²) 2,5-50

1.3. Показники штучного освітлення приміщень закладів охорони здоров'я

Приміщення	Робоча площина висвітлення	Розряд та підрозряд зорової роботи	Висвітленість, лк		При загальному	Показник диска форта М, не менш	Коефіцієнт пульсації освітлення K_p %, не менш
			при комбінованому				
			всього	Від загально			
1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Зала обслуговування</i>	<i>Г-0,8</i>	<i>Б-2</i>	-	-	<i>200</i>	<i>60</i>	<i>20</i>
<i>Рецептурний відділ, відділи ручного продажу, оптики, готових лікарських засобів</i>	<i>Г-0,8</i>	<i>Б-2</i>	-	-	<i>300</i>	<i>40</i>	<i>15</i>

Таблиця 1. Показники штучного освітлення приміщень аптеки.

1.4. Світлотехнічний розрахунок

При проектуванні світлотехнічної частини освітлювальної установки дотримуються наступної послідовності розгляду основних взаємопов'язаних питань:

- вибирають джерела світла, систему та вид освітлення;
- визначають нормовану освітленість та коефіцієнт запасу;
- Вибирають світильники і розміщують їх в освітлюваному просторі;
- Визначають потужність і кількість джерел світла, що встановлюються в світильники, або кількість світильників, що вбудовуються в лінію;
- Складають підсумкову світлотехнічну відомість.

Вибір джерел світла визначається показниками економічної мети-відповідності та ефективності, що залежать від вартості джерела та електрич-ської енергії, світлової віддачі та номінального терміну служби джерела; вимогами до кольоропередачі (за їх наявності); родом струму, номінальним значенням напруги живлення і його можливою короткочасною зміною; температурними умовами експлуатації.

Враховуючи більш високу світлову віддачу та порівняно великий термін служби газорозрядних джерел ТКП 45-2.04-153-2009 [10], рекомендується їх переважне застосування для освітлення виробничих, адміністративних, побутових та житлових приміщень, і тільки у разі неможливості або техніко-економічної недоцільності допускається використовувати лампи розжарювання.

У ТКП 45-2.04-153-2009 нічого не сказано про світлодіодні джерела світла. Проте враховуючи високу світлову віддачу та термін служби, порівняні з аналогічними показниками газорозрядних ламп, їх допускається застосовувати в освітлювальних установках поряд з газорозрядними джерелами при виконанні вимог до кольоропередачі.

Лампи розжарювання допускається застосовувати для освітлення приміщень, в яких проводяться грубі роботи або здійснюється загальний нагляд за роботою обладнання, особливо якщо ці приміщення не призначені для

постійного перебування людей: технічні поверхи, підвали: горища, комори, склади, насосні та теплові пункти, електрощитові, вентиляційні тощо

У громадських будівлях, службово-побутових приміщеннях та невисоких виробничих приміщеннях переважного поширення набули люмінесцентні лампи. Однак збільшення висоти приміщення призводить до зростання кількості щодо малопотужних світильників з люмінесцентними лампами.

Виконання нормативних вимог до коефіцієнта пульсації найпростіше здійснити при використанні у відносно невисоких приміщеннях люмінесцентних ламп, тому що навіть при використанні малопотужних газорозрядних ламп високого тиску його зниження важкоздійснено.

При виборі джерела світла слід віддавати перевагу енергоекономічним джерелам з вищими значеннями світлової віддачі та терміну служби.

РОЗДІЛ 2. ВИБІР ПРОВОДІВ І КАБЕЛІВ ТА РОЗРАХУНОК ВТРАТ НАПРУГИ.

2.1 Загальна характеристика кабелів і проводів.

Основні характеристики будь-якого електричного дроту:

- 1) матеріал жили
- 2) перетин жили
- 3) кількість дротів
- 4) матеріал ізоляції

Зовнішній вигляд одно дротяного та багато дротяного проводів зображено на рисунках 2.1 та 2.2.



Рисунок 2.1. Однодротяний провід



Рисунок 2.2. Багатодротяний провід

Переваги алюмінієвих жил:

- 1) дешевизна матеріалу;
- 2) електропровідність, тепловіддача;
- 3) хімічна стійкість;

Недоліки алюмінієвих жил:

- 1) при згинанні має властивість ламатися;
- 2) окиснення на повітрі;
- 3) має меншу провідність ніж мідь.

Переваги мідних жил:

- 1) велика провідність;
- 2) дуже гнучка, та не утворює оксидну плівку;
- 3) є можливість виготовлення жил 0,3 мм²;

Недоліки мідних жил:

- 1) мідь є дорогим матеріалом;
- 2) висока щільність , вага.

Основні ізоляційні матеріали:

- 1) Полівінілхлорид (ПВХ) – невисока вартість, гнучкість.
- 2) Гума – відмінний ізолятор, що виготовляється з штучних, або природних канчуків.
- 3) Пінополістирол – ізолятор, що має високі показники морозостійкості, стійкий до агресивних речовин.
- 4) Захисний покрив. Застосовується в силових кабелях високої напруги.
- 5) Екранування. Робиться з фольги, або додаткового обплетення.
- 6) Карболіт – ізолятор термостійкий , пластичний.

2.2. Типи силових кабелів

Основне призначення – прокладення виутішнього або зовнішнього

Освітлення для живлення приладів освітлення або розеток. Практично всі типи проводів і кабелів випускаються двох видів: змії або алюмінію.

ВВГ - силовий кабель для електро проводки, що має мідну серцевину, яка захищена оболонкою з полі хлорвінілу. Загальна ізоляція живлення також з ПВХ.

ВВГнг – ізоляція не підтримує горіння.

ВВГп – струмопровідні жили розташовані в одній площині.

АВВГ – теж саме, що ВВГ, але з алюмінієвими жилами/

ВББШв. - Мідний кабель з одно або багатодрововими жилами перерізом 1,52-240 мм², у кількості 1-5 штук.

NYM - За будовою це аналог кабелю ВВГ, але зроблений за європейськими стандартами.

Зовнішній вигляд кабелю ВВГ та ВВГнг зображено на рисунку 2.3 та 2.4.

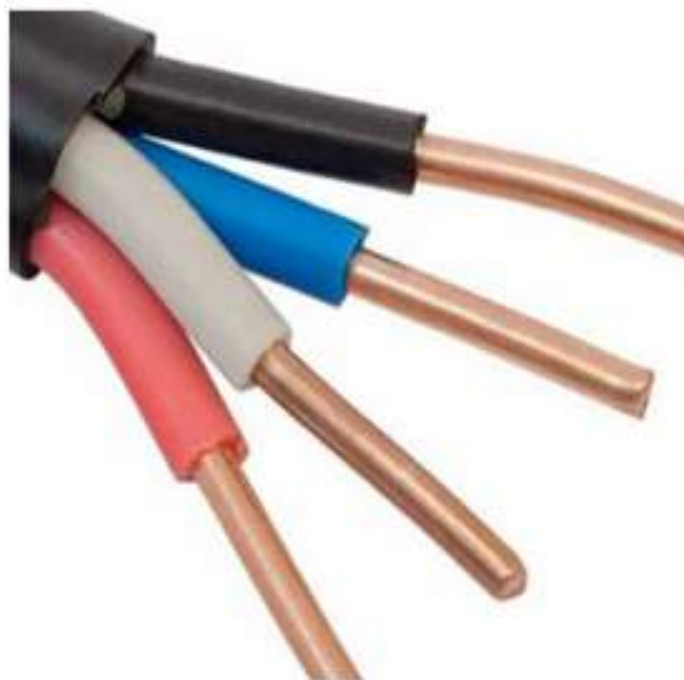


Рисунок 2.3. Кабель ВВГ

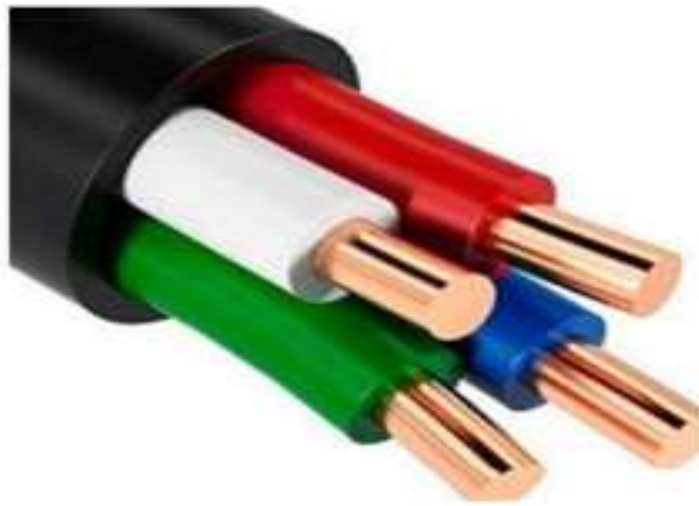


Рисунок 2.4. Кабель ВВГнг

Колір оболонки жили – дуже важливий параметр. Існують загальноприйняті стандарти які вказують на те серцевини яких кольорів для чого використовують. Зовнішній вигляд кабелю ВВГ та ВВГнг зображено на рисунку 2.5. та 2.6.

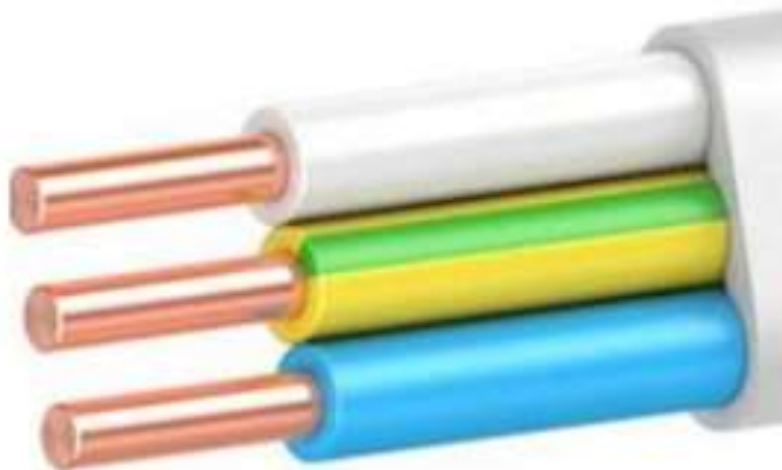


Рисунок 2.5 - Кабель ВВГп



Рисунок 2.6 - Кабель АВВГ

Приклад для розшифровки кабелю ВВГ.

Дуже популярні кабелі ВВГ. Розшифровка маркування

- 1) жили мідні – (тому що нема «А» , на першій позиці);
- 2) перша «В» – ізоляція жил полівінілхлоридна (ПВХ);
- 3) друга «В» – захисна оболонка той же ПВХ;
- 4) Р – відсутній зовнішній покрив;

- 1) жили мідні – (тому що нема «А» , на першій позиці);
- 2) перша «В» – ізоляція жил полівінілхлоридна (ПВХ);
- 3) друга «В» – захисна оболонка той же ПВХ;
- 4) Р – відсутній зовнішній покрив;

Приклад роз шифровки кабелю ВВГ.

Дуже популярні кабелі ВВГ. Розшифровка маркування:

- 1) жили мідні – (тому що нема «А» , на першій позиці);
- 2) перша «В» – ізоляція жил полівінілхлоридна (ПВХ);
- 3) друга «В» – захисна оболонка той же ПВХ;
- 4) Р – відсутній зовнішній покрив;

2.3. Вибір кабелів

Обираємо кабель, по якому здійснюється живлення ВРУ 1

Розрахункове значення струму $I_p = 309,9 \text{ A}$

Обираємо силовий кабель типу АВВГ 5х185 для якого

$I_{\text{доп}} = 350 \text{ A} > 309,9 \text{ A}$

Кабелі від ТП -166 до Я1 ввід1, Я1 ввід 2 вибираємо аналогічно ВРУ1

Обираємо силовий кабель по якому здійснюється живлення ВРУ 2

Розрахункове значення струму $I_p = 300,5 \text{ A}$

Обираємо силовий кабель типу АВВГ 5х185 для якого

$I_{\text{доп}} = 350 \text{ A} > 300,5 \text{ A}$

Кабелі від ТП -166 до Я2 ввід1, Я2 ввід 2 вибираємо аналогічно ВРУ2

Обираємо силовий кабель по якому здійснюється живлення ШРК

Розрахункове значення струму $I_p = 188,7 \text{ A}$

Обираємо силовий кабель типу АВВГ 5х120 для якого

$I_{\text{доп}} = 260 \text{ A} > 232,9 \text{ A}$

Вибір кабеля до ШРВ 1

Розрахункове значення струму $I_p = 22,8 \text{ A}$

Обираємо силовий кабель типу ВВГ 3х2,5 для якого

$I_{\text{доп}} = 25 \text{ A} > 7,41 \text{ A}$

Вибір кабеля до ШРВ 2

Розрахункове значення струму $I_p = 20,1 \text{ A}$

Обираємо силовий кабель типу ВВГ 3х2,5 для якого

$I_{\text{доп}} = 25 \text{ A} > 20,1 \text{ A}$

Обираємо силовий кабель типу ВВГ 3х2,5 для якого

$I_{\text{доп}} = 25 \text{ A} > 20,1 \text{ A}$

Обираємо кабел, по якому здійснюється живлення ЩРО 1

Розрахункове значення струму $I_p = 149,9 \text{ A}$

Обираємо силовий кабел типу АВВГ 5х95, для якого

$$I_{\text{доп}} = 170 \text{ A} > 149,9 \text{ A}$$

Обираємо кабел , по якому здійснюється живлення ЩРО 2

Розрахункове значення струму $I_p = 145,8 \text{ A}$

Обираємо силовий кабел типу АВВГ 5х95, для якого

$$I_{\text{доп}} = 170 \text{ A} > 145,8 \text{ A}$$

Обираємо силовий кабел типу ВВГ 3х2,5, для якого:

$$I_{\text{доп}} = 25 \text{ A} > 20,1 \text{ A}$$

Обираємо кабел, по якому здійснюється живлення ЩРО 1

Розрахункове значення струму $I_p = 149,9 \text{ A}$.

Обираємо силовий кабел типу АВВГ 5х95 , для якого:

$$I_{\text{доп}} = 170 \text{ A} > 149,9 \text{ A}$$

Обираємо кабел, по якому здійснюється живлення ЩРО 2.

Розрахункове значення струму $I_p = 145,8 \text{ A}$.

Обираємо силовий кабел типу АВВГ 5х95 , для якого:

$$I_{\text{доп}} = 170 > 145,8 \text{ A}$$

РОЗДІЛ 3. РОЗРАХУНОК СТРУМІВ КОРОТКОГО ЗАМИКАННЯ В ЕЛЕКТРИЧНІЙ МЕРЕЖІ

3.1 Розрахунок струмів короткого замикання в електричній мережі вище 1 кВ

Для виконання перевірки комутаційної апаратури, необхідно виконати розрахунок КЗ та знайти відповідні струми окремих вузлів. Приймаємо за розрахункові точки – шини приєднання вимикачів та комутаційних апаратів і виконуємо розрахунок трифазного КЗ для даних точок. Також необхідно враховувати, що розрахунковий час буде рівним нулю.

3.2 Побудова розрахункової схеми та розрахунок параметрів елементів схеми заміщення

На схему РС наносимо основні параметри елементів системи електропостачання, розрахунок проводимо з точністю до третього знаку після коми. РС представлена на рисунку 3.1. Вихідні дані розрахункової схеми представлені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1. Вихідні дані елементів розрахункової схеми.

		Повітряна та кабельні лінії								
		Кількість та переріз жил, мм ²	l ₀ , км	г ₀ , Ом/км	х ₀ , Ом/км	I _{доп} , А				
КЛ1		3x240	1,5	0,125	0,075	415				
КЛ2		3x35	0,8	0,868	0,095	132				
ПЛ		240	8	0,118	0,405	610				
Т (ТДТН 25000/110)										
S _н , МВА	U _{вн} , кВ	U _{сн} , кВ	U _{нн} , кВ	ц _{кв-н} , %	ц _{кв-с} , %	ц _{кв-н} , %	ΔP _к , кВт	ΔP _{хх} , кВт	I _{кз} , %	
25	115	38,5	11	17,5	10,5	6,5	130	21	0,31	

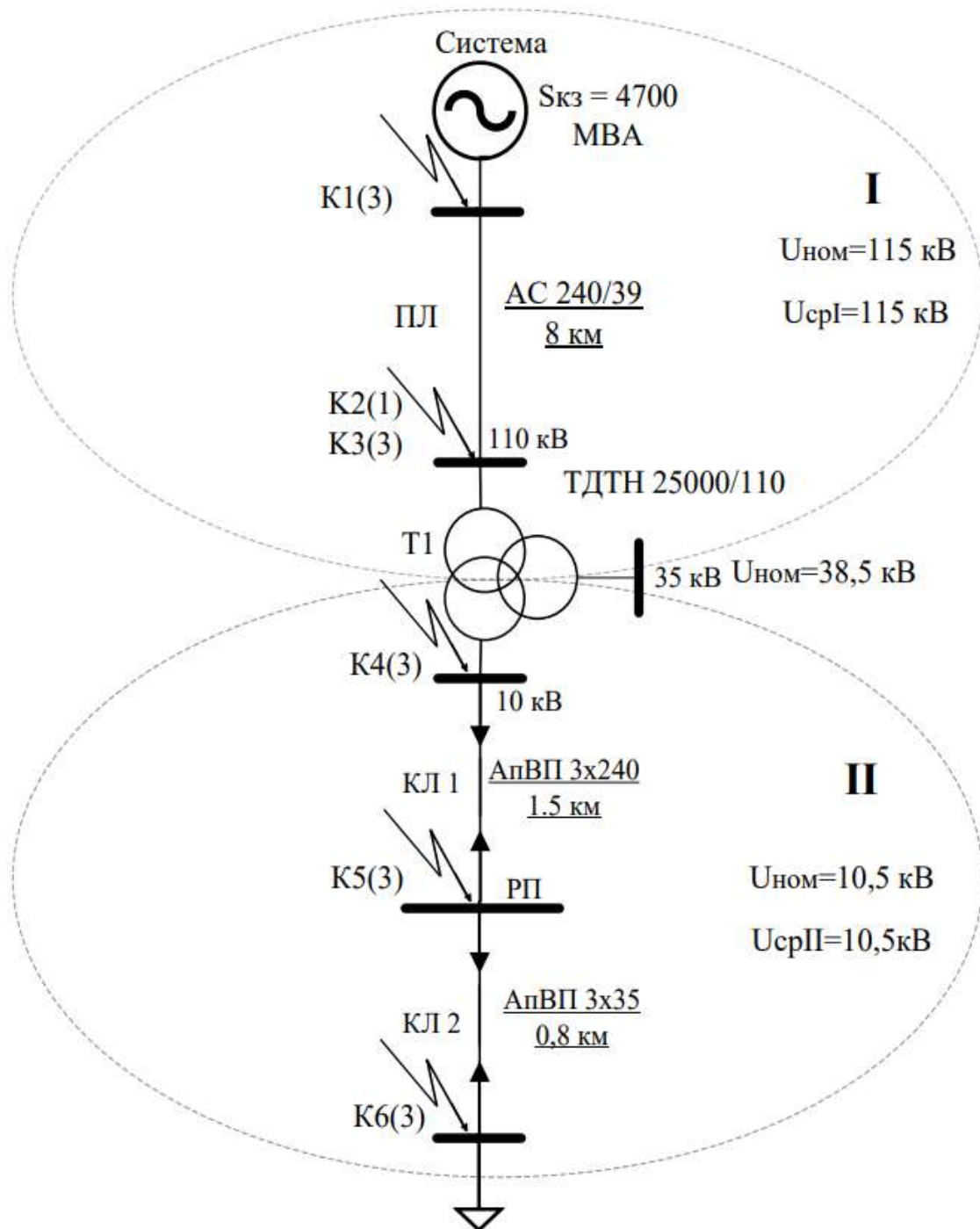


Рисунок 3.1 – Розрахункова схема електричної мережі напругою вище 1 кВ

На розрахунковій схемі позначені номінальні напруги трансформатора Т1:
 1 $U = 115$, кВ 2 $U = 38,5$, кВ 3 $U = 10,5$. кВ Середні номінальні напруги ступенів

I та II відповідно становлять: 115 , $U_{cpI} = \text{кВ } 10,5$. $U_{cpII} = \text{кВ}$ Приймаємо за базисну потужність $4700 \text{ б S} = \text{МВА}$ та напругу 115 . $U_{\text{б срI}} = \text{кВ}$ Параметри системи задані номінальною потужністю вимкнення вимикача, встановленого на лінії зв'язку з системою. Вважаємо, що при трифазному КЗ безпосередньо за вимикачем (3) $4700 \text{ . КС відкл S S} = \text{МВА}$, (1) $19 \text{ . КС I кА} =$. Відповідно до таблиці 3.1 визначаємо параметри елементів схеми заміщення.

1) Енергосистеми:

$$r_{c*\text{б}} = 0;$$

$$x_{c*\text{б}} = \frac{S_{\text{б}}}{S_{\text{КЗ}}} = \frac{4700}{4700} = 1;$$

$$E''_{c*\text{б}} = U_{\text{срI}} \cdot \frac{1}{U_{\text{б}}} = 115 \cdot \frac{1}{115} = 1.$$

2) Повітряної лінії ПЛ (8 км) 110 кВ:

$$x_{\text{ПЛ*б}} = x_{0\text{ПЛ}} \cdot l_{\text{ПЛ}} \cdot \frac{S_{\text{б}}}{U_{\text{б}}^2} = 0,405 \cdot 8 \cdot \frac{4700}{115^2} = 1,151;$$

$$r_{\text{ПЛ*б}} = r_{0\text{ПЛ}} \cdot l_{\text{ПЛ}} \cdot \frac{S_{\text{б}}}{U_{\text{б}}^2} = 0,118 \cdot 8 \cdot \frac{4700}{115^2} = 0,335.$$

3) Кабельних ліній КЛ1(1,5 км) та КЛ2 (0,8 км) 10 кВ:

$$x_{KL1*6} = x_{0KL1} \cdot l_{KL1} \cdot \frac{S_{\bar{6}}}{U_{\bar{6}}^2} = 0,075 \cdot 1,5 \cdot \frac{4700}{10,5^2} = 4,795;$$

$$r_{KL1*6} = r_{0KL1} \cdot l_{KL1} \cdot \frac{S_{\bar{6}}}{U_{\bar{6}}^2} = 0,125 \cdot 1,5 \cdot \frac{4700}{10,5^2} = 7,99.$$

$$x_{KL2*6} = x_{0KL2} \cdot l_{KL2} \cdot \frac{S_{\bar{6}}}{U_{\bar{6}}^2} = 0,095 \cdot 0,8 \cdot \frac{4700}{10,5^2} = 3,239;$$

$$r_{KL2*6} = r_{0KL2} \cdot l_{KL2} \cdot \frac{S_{\bar{6}}}{U_{\bar{6}}^2} = 0,868 \cdot 0,8 \cdot \frac{4700}{10,5^2} = 29,602.$$

4) Для триобмоткових трансформаторів їх відносно-номінальні опори з'єднані трикутником, а заміщуються з'єднанням зіркою:

$$u_{KB} = \frac{1}{2} \cdot (u_{K.BC} + u_{K.BH} - u_{K.CH}) = \frac{1}{2} \cdot (10,5 + 17,5 - 6,5) = 10,75\%;$$

$$u_{KH} = \frac{1}{2} \cdot (u_{K.BH} + u_{K.CH} - u_{K.BC}) = \frac{1}{2} \cdot (17,5 + 6,5 - 10,5) = 6,75\%;$$

$$u_{KC} = \frac{1}{2} \cdot (u_{K.CH} + u_{K.BC} - u_{K.BH}) = \frac{1}{2} \cdot (10,5 + 6,5 - 17,5) = -0,25\%;$$

$$r_{BT*6} = r_{CT*6} = r_{YT*6} = \frac{\Delta P_{\kappa} S_{\delta}}{S_{T.ном}^2} = \frac{130 \cdot 4700 \cdot 10^3}{25000^2} = 0,977;$$

$$x_{BT*6} = \frac{u_{KB}}{100} \cdot \frac{S_{\delta}}{S_{T.ном}} = \frac{10,75}{100} \cdot \frac{4700 \cdot 10^3}{25000} = 20,21;$$

$$x_{HT*6} = \frac{u_{KH}}{100} \cdot \frac{S_{\delta}}{S_{T.ном}} = \frac{6,75}{100} \cdot \frac{4700 \cdot 10^3}{25000} = 12,69.$$

$$x_{CT*6} = \frac{u_{KC}}{100} \cdot \frac{S_{\delta}}{S_{T.ном}} = \frac{-0,25}{100} \cdot \frac{4700 \cdot 10^3}{25000} = -0,47.$$

Схема заміщення з розрахунковими параметрами у ВН представлена на рисунку 3.2:

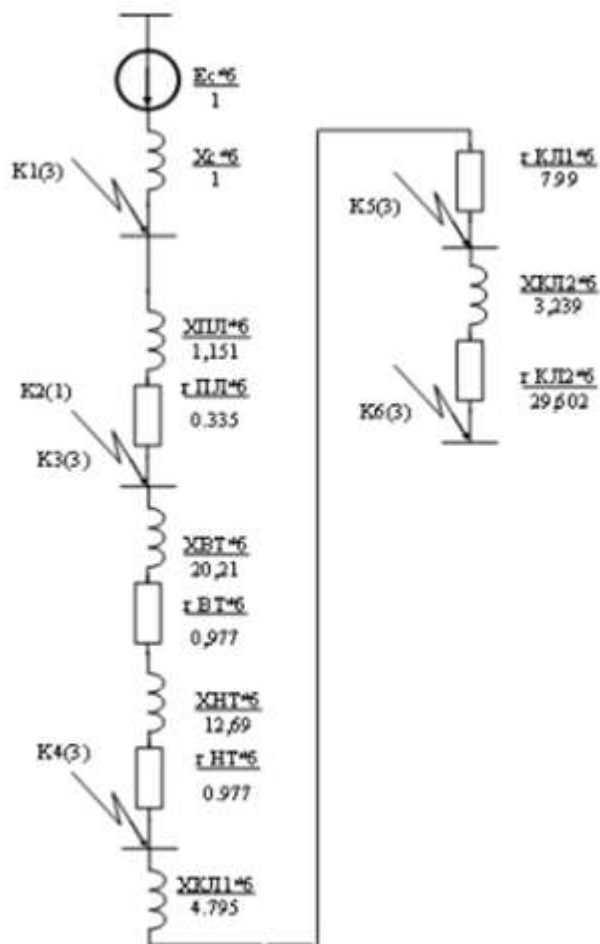


Рисунок 3.2. Схема заміщення.

3.3. Розрахунок трифазного короткого замикання

Розрахунки струмів КЗ виконуються для перевірки вибраних параметрів електрообладнання, а також для перевірки уставок релейного захисту та автоматики. Основна мета розрахунку полягає у визначенні періодичної складової струму КЗ для найбільш важкого режиму роботи мережі. Врахування аперіодичної складової проводиться наближено, виходячи з припущення, що вона має максимальне значення в розглянутій фазі. За допомогою розрахунків струмів КЗ визначають: - ударний струм КЗ для перевірки електричних ізоляторів та апаратів на динамічну стійкість; - найбільше діюче значення повного струму КЗ для перевірки електричних апаратів на стійкість; - усталений струм КЗ для перевірки термічної стійкості електричних апаратів, шин, прохідних ізоляторів та кабелів; - діюче значення повного струму КЗ для різноманітних моментів для виборувимикачів високої напруги та настройки

релейного захисту; - потужність короткого замикання для перевірки вимикачів за максимально допустимою потужністю відключення. Для знаходження діючого значення трифазного струму КЗ спочатку виконаємо еквівалентування схеми заміщення. Для трифазного КЗ в точці К6: - знайдемо еквівалентний опір схеми заміщення:

$$X_{\Sigma K6*6} = X_{c*6} + X_{ПЛ*6} + X_{BT*6} + X_{HT*6} + X_{KL1*6} + X_{KL2*6} = \\ = 1 + 1,151 + 20,21 + 12,69 + 4,795 + 12,149 = 43,085;$$

$$r_{\Sigma K6*6} = r_{c*6} + r_{ПЛ*6} + r_{BT*6} + r_{HT*6} + r_{KL1*6} + r_{KL2*6} = \\ = 0 + 0,335 + 2 \cdot 0,977 + 7,99 + 29,602 = 39,881;$$

побудуємо еквівалентну схему заміщення для точки К6. Схема представлена на рисунку 3.3.

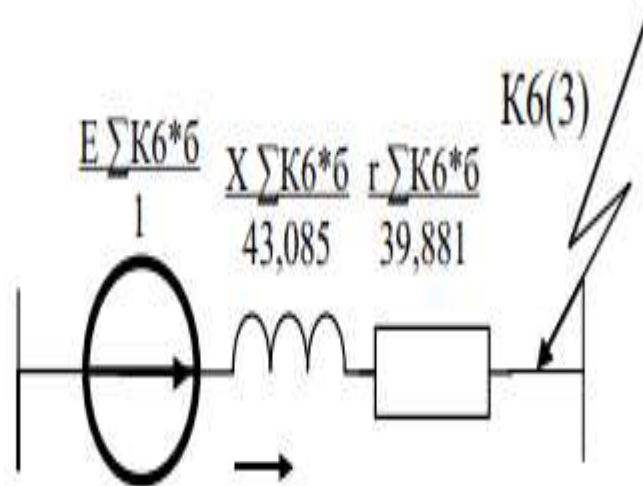


Рисунок 3.3. – Еквівалентна схема заміщення для точки К6 Аналогічно розраховуємо значення еквівалентних опорів для інших точок. Результати розрахунку зводимо в таблицю 3.2. При розрахунку ударного струму КЗ на

выводах автономних джерел, а також синхронних і асинхронних електродвигунів допускається вважати, що: - ударний струм настає через 0,01 с після початку КЗ;

- амплітуда періодичної складової струму КЗ в момент часу $t = 0,01$ с дорівнює амплітуді цієї складової в початковий момент КЗ.

Таблиця 3.2 – Зведені значення еквівалентного опору для всіх точок КЗ

Точка КЗ	$r_{\Sigma i*6}$	$x_{\Sigma i*6}$	$z_{\Sigma i*6}$
К1	0	1	1
К3	0,335	2,151	2,177455
К4	2,289	35,051	35,12623
К5	10,279	39,846	41,15302
К6	39,881	43,085	58,71491

Проводимо розрахунок для найбільш віддаленої точки К6. Періодична складова струму КЗ приймається незатухаючою з врахування віддаленості точок КЗ. Тому її можна визначити, як:

$$I''_{K6} = I_{п.0К6} = \frac{E''_{\Sigma K6*6}}{\sqrt{r_{\Sigma K6*6}^2 + x_{\Sigma K6*6}^2}} \cdot \frac{S_{\bar{6}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\bar{6}}} =$$

$$= \frac{1}{\sqrt{39,881^2 + 43,085^2}} \cdot \frac{4700}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 4,401 \text{ кА},$$

де $E''_{\Sigma K6*6}$, $U_{\bar{6}}$ – діючі значення відповідно початкового надперехідного струму для моменту часу t та усталеного струму трифазного КЗ, кА; $S_{\bar{6}}$ – базисний струм на j -й ступені напруги:

$$I_{\delta} = \frac{S_{\delta}}{\sqrt{3} \cdot U_{\delta}}$$

Визначаємо сталу затухання аперіодичної складової для системи:

$$T_{aK6} = \frac{x_{\Sigma K6\delta}}{\omega \cdot r_{\Sigma K6\delta}} = \frac{43,085}{2\pi \cdot 50 \cdot 39,881} = 0,003c,$$

де $\omega = 2\pi \cdot f$ - кутова частота.

Визначаємо ударний коефіцієнт, враховуючи значення сталої часу затухання аперіодичної складової та час наступання ударного струму:

$$\kappa_{yK6} = 1 + e^{-\frac{t}{T_{aK6}}} = 1 + e^{-\frac{0,01}{0,003}} = 1,035,$$

Враховуючи значення над перехідного струму та ударного коефіцієнту, знаходимо ударне значення струму та максимальне діюче значення повного струму:

$$i_{yK6} = \sqrt{2} \cdot \kappa_{yK6} \cdot I_{п.0K6} = \sqrt{2} \cdot 1,035 \cdot 4,401 = 6,442kA;$$

$$I_{DK6} = I_{п.0K6} \cdot \sqrt{1 + 2 \cdot (\kappa_{yK6} - 1)^2} = 4,401 \cdot \sqrt{1 + 2 \cdot (1,035 - 1)^2} = 4,406kA.$$

де i_{yK6} - ударне значення струму; I_{DK6} - найбільше діюче значення повного струму. Розраховуємо значення теплового імпульсу, де враховуємо повний час проходження КЗ.

$$B_{K.K6} = I_{п.0K6}^2 \cdot (t_{відкл} + T_{aK6}) = 4,401^2 \cdot (0,15 + 0,003) = 2,963kA^2 \cdot c,$$

Де

$$t_{\text{відкл}} = t_z + t_{\text{вимик}}$$

- час початку КЗ до його відключення, с, з врахуванням часу спрацювання захисту та повного часу вимикання вимикача з приводом, с. Аналогічним чином проводимо розрахунок для інших точок КЗ, розрахунки зводимо до таблиці 3.2

3.4. Розрахунок однофазного короткого замикання

Розрахунок однофазного КЗ необхідний для дослідження проблем надійності релейного захисту і автоматики, а також для вибору розрядників та окремої апаратури. Для розрахунку однофазного КЗ необхідно розрахувати схеми заміщення для прямої, зворотної і нульової послідовності. Відповідно у схемах заміщення вказується тільки ЕРС прямої послідовності джерел живлення і симетричні складові напруги в місці КЗ. Схема заміщення зворотної послідовності складається з тих же елементів, що і схема заміщення прямої послідовності (рисунок 3.4).

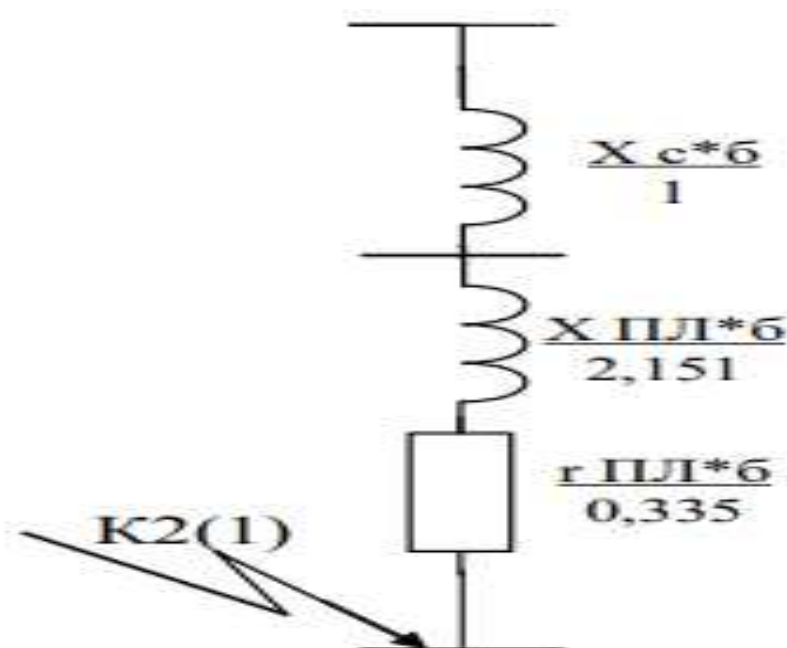


Рисунок 3.4. – Схема заміщення прямої та зворотної послідовності Враховуючи те, що схема з'єднання обмоток трансформатора зірка на стороні ВН, трикутник на стороні СН та НН, необхідно розрахувати струм нульової послідовності в обмотках трансформаторі. Знаходимо результуючі опори прямої та зворотної послідовності відповідно, в.о.

$$x_{рез1*б} = x_{рез2*б} = x_{c*б} + x_{ПЛ*б} = 1 + 1,151 = 2,151;$$

$$r_{рез1*б} = r_{рез2*б} = r_{c*б} + r_{ПЛ*б} = 0 + 0,335 = 0,335.$$

Розраховуємо активний та індуктивний опори ПЛ нульової послідовності, во.

$$r_{ПЛ.0*б} = n \cdot r_{ПЛ*б} = 3,5 \cdot 0,335 = 1,172;$$

$$x_{ПЛ.0*б} = n \cdot x_{ПЛ*б} = 3,5 \cdot 1,151 = 4,028,$$

де $n = 3,5$, відповідно до [18]. Знаходимо реактивний опір нульової послідовності системи

$$I_{кз}^{(1)} = m \cdot I_{КА1};$$

$$m = 3;$$

$$I_{КА1} = \frac{E_c}{\sqrt{3} \cdot x_{рез}^{(1)}} = \frac{E_c}{\sqrt{3} \cdot (x_{C1} + x_{C2} + x_{C0})};$$

$$x_{c0*б} = \frac{m \cdot E_c}{\sqrt{3} \cdot I_{кз}^{(1)}} \cdot \frac{S_{б}}{U_{б}^2} - (x_{C1} + x_{C2});$$

$$x_{c0*б} = \frac{3 \cdot 115}{\sqrt{3} \cdot 19} \cdot \frac{4700}{115^2} - (1 + 1) = 1,726;$$

Схема заміщення нульової послідовності представлена на рисунку 3.5..

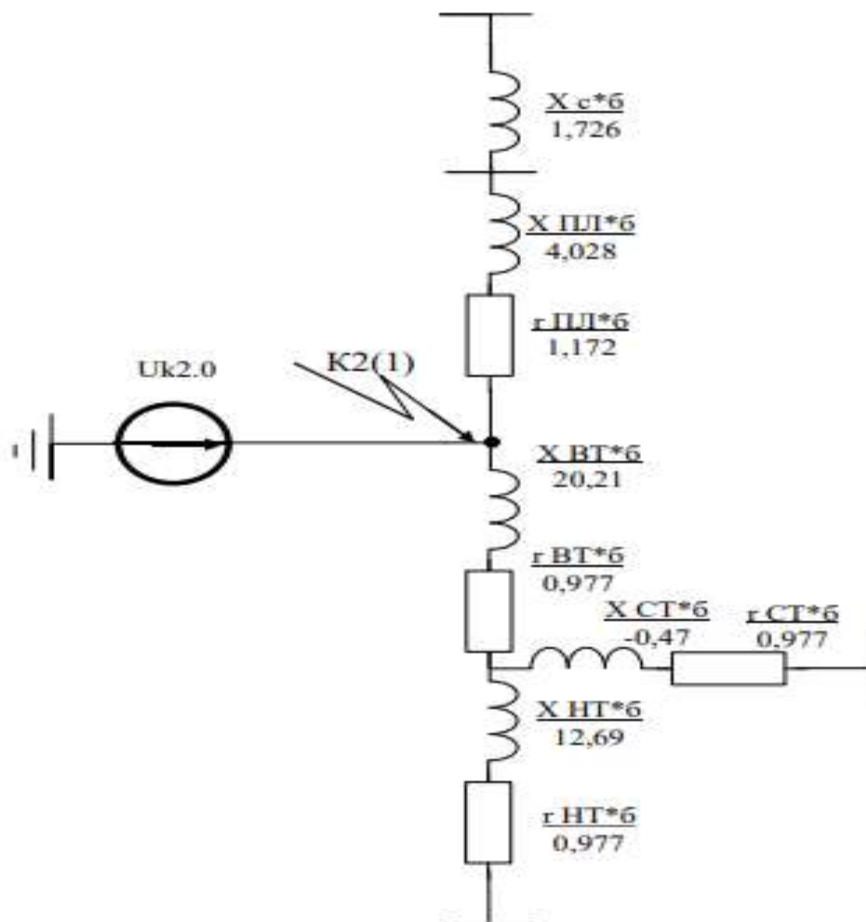


Рисунок 3.5. – Схема заміщення нульової послідовності Для визначення опору нульової послідовності необхідно еквівалентувати схему заміщення нульової послідовності до простого вигляду.

$$x_{рез01*б} = \frac{x_{CT*б} \cdot x_{HT*б}}{x_{CT*б} + x_{HT*б}} + x_{BT*б} = \frac{(-0,47) \cdot 12,69}{(-0,47) + 12,69} + 20,21 = 19,722;$$

$$r_{рез01*б} = \frac{r_{CT*б} \cdot r_{HT*б}}{r_{CT*б} + r_{HT*б}} + r_{BT*б} = \frac{0,977 \cdot 0,977}{0,977 + 0,977} + 0,977 = 1,465;$$

$$x_{рез0*б} = \frac{(x_{c*б} + x_{ЛЛ0*б}) \cdot x_{рез01*б}}{x_{c*б} + x_{ЛЛ0*б} + x_{рез01*б}} = \frac{(1,726 + 4,028) \cdot 19,722}{1,726 + 4,028 + 19,722} = 4,455;$$

$$r_{рез0*б} = \frac{(r_{c*б} + r_{ЛЛ0*б}) \cdot r_{рез01*б}}{r_{c*б} + r_{ЛЛ0*б} + r_{рез01*б}} = \frac{(0 + 1,172) \cdot 1,466}{0 + 1,172 + 1,466} = 0,652.$$

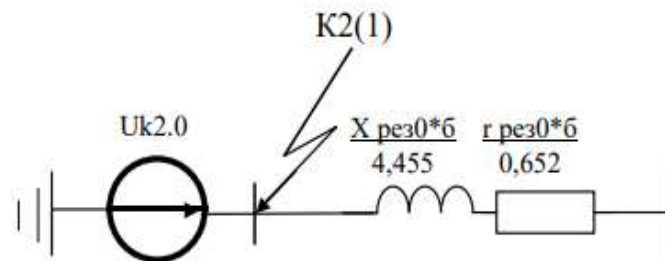


Рисунок 3.6. – Еквівалентна схема заміщення нульової послідовності
Розраховуємо повний результуючий опір однофазного КЗ, Ом

$$z_{\Sigma}^{(1)} = \sqrt{(x_{рез1*б} + x_{рез2*б} + x_{рез0*б})^2 + (r_{рез1*б} + r_{рез2*б} + r_{рез0*б})^2} \cdot \frac{U_{б}^2}{S_{б}} =$$

$$= \sqrt{(2,151 + 2,151 + 4,455)^2 + (0,335 + 0,335 + 0,652)^2} \cdot \frac{115^2}{4700} = 24,924$$

Визначаємо струм однофазного КЗ у точці К2:

$$I_{\kappa}^{(1)} = m^{(1)} \cdot \frac{E_{рез}}{z_{\Sigma}^{(1)}} = 3 \cdot \frac{66,395}{24,924} = 7,992 \text{ кА},$$

де $E_{рез}$ - результуюча ЕРС, кВ: $E_{рез} = \frac{U_{cp1}}{\sqrt{3}} = \frac{115}{\sqrt{3}} = 66,395 \text{ кВ}$; $m^{(1)} = 3$;

Аналогічним як для трифазного КЗ з пункту 2.7.1.2 розраховуємо складові струму КЗ.

$$T_{aK2} = \frac{x_{\Sigma K2^*b}}{\omega \cdot r_{\Sigma K2^*b}} = \frac{8,758}{2\pi \cdot 50 \cdot 1,323} = 0,021 \text{ с};$$

$$\kappa_{yK2} = 1 + e^{-\frac{t}{T_{aK2}}} = 1 + e^{-\frac{0,01}{0,021}} = 1,622;$$

$$i_{yK2} = \sqrt{2} \cdot \kappa_{yK2} \cdot I_{П.0K2} = \sqrt{2} \cdot 1,622 \cdot 7,992 = 18,333 \text{ кА};$$

$$I_{DK2} = I_{П.0K2} \cdot \sqrt{1 + 2 \cdot (\kappa_{yK2} - 1)^2} = 7,992 \cdot \sqrt{1 + 2 \cdot (1,622 - 1)^2} = 10,644 \text{ кА};$$

$$B_{K.K2} = I_{П.0K2}^2 \cdot (t_{відкл} + T_{aK2}) = 7,992^2 \cdot (0,15 + 0,021) = 10,926 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}.$$

Зведемо розрахункові дані до таблиці 3.3.

Таблиця 3.3. – Струми короткого замикання та значення теплового імпульсу напругою вище 1 кВ

Розрахункова точка КЗ	$E_{\Sigma i^*b}''$	$r_{\Sigma i^*b}$	$x_{\Sigma i^*b}$	I_i''	i_{yi}	B_{Ki}
К1	1	0	1,000	23,596	34,811	85,289
К3	1	0,335	2,151	10,837	24,714	20,013
К4	1	2,291	35,051	7,357	18,878	10,757
К5	1	10,284	39,847	6,280	12,828	6,402
К6	1	39,886	43,087	4,401	6,564	2,973
К2(1)	1	1,323	8,758	7,992	18,333	10,926

Використовуючи значення струмів КЗ можемо виконати перевірку провідників та комутаційної апаратури на термічну та електродинамічну стійкість.

3.5. Перевірка вибраних комутаційних апаратів і провідників

Перевірка обраних комутаційних апаратів Виконаємо перевірку обрати комутаційних апаратів та зведемо дані до таблиці 3.4. Таблиця 3.4. – Зведені параметри фактичних та розрахункових значень

Напруга, кВ	Апаратура	Параметри з каталогу			Розрахункові параметри		
		$I_{\text{ВИМИК}},$ кА	$I_{\text{МАХ}},$ кА	$I_{\text{Т.С.}}^2 \cdot t_{\text{Т.С.}},$ $\text{кА}^2 \cdot \text{с}$	$I_i''',$ кА	$i_{yi},$ кА	$B_{\text{К.і.}},$ $\text{кА}^2 \cdot \text{с}$
110	РНД32-110	-	80	31,5·3	23,596	34,811	85,289
	ВЭКТ-110	40	102	40·3	10,837	24,714	20,013
10	ВР1 – 10	20	52	20·3	7,357	18,878	10,757
	ВР1 – 10	20	52	20·3	6,280	12,828	6,402
	РЛНД3-10	20	25	10·3	4,401	6,564	2,973
	ВНВР – 10	20	51	20·1	4,401	6,564	2,973

Необхідно виконати перевірку комутаційної апаратури з використанням раніше розрахованих параметрів КЗ та теплового імпульсу таблиця 3.3. Для прикладу виконаємо перевірку для роз'єднувача РЛНД3 – 10 на рівні напруги 10 кВ. Роз'єднувач розташований в місці точки К6, тому використаємо розрахункові дані саме для цієї точки. Для перевірки комутаційних апаратів повинні виконуватися такі умови: - за струмом електродинамічної стійкості:

$$i_{yi} \leq i_{\text{макс}};$$

$$6,564 \leq 25 \text{кА};$$

$$I_i^* \leq I_{\text{вимик}};$$

$$4,401 \leq 20 \text{кА}.$$

- за тепловим імпульсом:

$$B_{\text{к.л}} \leq I_{\text{т.с}}^2 \cdot t_{\text{т.с}};$$

$$2,973 \leq 10 \cdot 3;$$

$$2,973 \leq 30.$$

Після перевірки роз'єднувача РЛНДЗ – 10 на електродинамічну та термічну стійкість, зміна параметрів відсутня. Для інших апаратів проведено аналогічну перевірку, що зазначена в таблиці 2.20. Всі апарати повністю підходять для встановлення в нашу систему. Перевірка обраних провідників Для ПЛ та КЛ необхідно перевірити вимоги для забезпечення механічної стійкості:

$$F_i \geq F_i^{\text{min}}.$$

Для КЛ обраний переріз не може бути меншим мінімально допустимого за умовами термічної стійкості:

$$F_i^{\min} = \frac{\sqrt{B_{K.I}}}{C_T},$$

де B_K – значення теплового імпульсу, де враховано повний час проходження КЗ, $kA^2 \cdot c$. C_T – термічний коефіцієнт, що обирається в залежності від сплаву жил кабелю та їх ізоляції [19]. Розрахунки для перерізів ПЛ та КЛ відповідно до формул зведемо до таблиці 3.5.

Таблиця 3.5. – Розрахункові перерізи живильних мереж

Ділянка	$F_i, \text{мм}^2$	$C_T, \frac{A \cdot c^{\frac{1}{2}}}{\text{мм}^2}$	$B_{K.I}, kA^2 \cdot c$	$F_i^{\min}, \text{мм}^2$
ПЛ	240	90	85,289	102,613
КЛ1	240	75	10,757	43,73
КЛ2	35	75	6,402	33,736

В результаті виконання підрозділу було виконано перевірку фактичних перерізів живильних ліній за умови термічної стійкості з їх мінімально допустимими розрахунковими значеннями, в результаті перевірки виявлено, що всі провідники відповідають вимогам. Отже, установка даних ПЛ та КЛ є доцільною та відповідає всім вимогам.

ВИСНОВОК

В даному дипломному проєкті було спроектовано систему електропостачання відділення аптеки, були визначені розрахункові навантаження електроприймачів, обрано кабельні лінії. Виконано розрахунок струмів короткого замикання, для перевірки елементів на вразливість та електродинамічну стійкість. Розраховано систему релейного захисту. У спеціальній частині проєкту було досліджено питання впровадження системи гарантованого живлення. Запропоновано можливі варіанти забезпечення резервного живлення для окремих електроприймачів відділення аптеки. Проаналізувавши існуючу систему електропостачання відділення аптеки та основні характеристики споживачів, що потребують резервування, запропоновано встановлення дизельної електростанції. Розраховано необхідну потужність ДЕС та сформовано необхідну комплектацію з урахуванням умов проєктування. Також, було сформовано вимоги щодо умов праці з урахуванням небезпечних і шкідливих чинників під час монтажу дизельної електростанції.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Ермилов А.А. Электроснабжение промышленных предприятий / Ермилов А.А., Соколов Б.А.. – М: Энергоатомиздат, 1986. – 144 с.
2. Показники надійності. Моделі розподілу відмов [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.tsatu.edu.ua/tstt/wp-content/uploads/sites/6/lekciya-6-rokaznyku-nadijnosti-modeli-rozpodilu-vidmov.pdf>
3. Правила улаштування електроустановок (ПУЕ-2018). Вид. офіц. Харків: Форт, 2018. 458 с.
4. Конюхова Е.А., Киреева Э.А. Надежность электроснабжения промышленных предприятий [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу:https://www.studmed.ru/konyuhova-ea-kireeva-ea-nadezhnostelektrosnabzheniya-promyshlennyh-predpriyatij_0bd40ae1e6e.html
5. ДБН В.2.5-23:2010. Інженерне обладнання будинків і споруд. Київ: Державне підприємство «Мінрегіонбуд України», 2010. 165 с.
6. ISO 62305-2:2010. Protection against lightning — Part 2: Risk management. Москва: Стандартиформ, 2011. 71 с.
7. ДСТУ-Н Б В.2.5-80:2015 Настанова з проектування систем електропостачання промислових підприємств
8. НАПБ Б.03.002-2007 Норми визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою.
9. ГОСТ 14254-2015 Степени защиты, обеспечиваемые оболочками
10. ДСТУ EN 50160:2014. Характеристики напруги електропостачання в електричних мережах загальної призначеності. Київ: Мінекономрозвитку України, 2014. 27 с.
11. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення.
12. Довідкова книга зі світлотехніки. Айзенберг Ю.Б. (Ред.) 1983 3-е изд. Перераб. И доп. М.: Знак. – 972 стр.: ил. ISBN 5-87789-051-4
13. Каталог засобів компенсації реактивної потужності [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://shop.voltenergo.com.ua/kondensatornaya-ustanovka>
14. Укрелектроапарат [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://www.uea.com.ua/>.

15. Каталог [Електронний ресурс] : [Засоби комутаційної апаратури – 0,4 кВ]. – Івано-Франківськ. – Режим доступу: <https://www.avtomats.com.ua/>
16. ООО «Электро Комплект-Сервис». Каталог [Електронний ресурс] : Режим доступу до ресурсу: <https://e-.ru/cena/provod-apv->.
17. УкрЕлектро. Каталог [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://ukrelektro.com.ua/>.
18. В.Н. Винославский. Переходные процессы в системах электроснабжения. Учебник / В.Н. Винославский, Г.Г. Пивняк, Л.И. Несен. – К.: Вища школа, 1989.
19. Р.О. Буйний. Розрахунок струмів короткого замикання та вибір електрообладнання на електричних станціях та підстанціях. Методичні вказівки / Р.О. Буйний, В.М. Ананьєв, В.В. Тесленко., 2004. 37 с.
20. Каталог приладів обліку [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://add-energy.com/products/avtomatizaciya-obliku-elektroenergii/lichilniki-3-faznitransformatornogo-vkljuchennya/>
21. Постанова НКРЕКП від 28.12.2018 № 2069 «Про затвердження ставок плати за нестандартне приєднання потужності та ставок плати за лінійну частину приєднання на 2019 рік»
22. ДСТУ Б А.2.4-10:2009 Правила виконання специфікації обладнання, виробів і матеріалів.
23. Каталог дизельних генераторів [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://generator.ua/vse-generatory/3220-generator-rost-power-rp-r175.html>
24. Про затвердження Порядку проведення огляду, випробування та експертного обстеження (технічного діагностування) машин, механізмів, устаткування підвищеної небезпеки: Постанова №687 від 26 травня 2004 р./ Кабінет Міністрів України.
25. ГКД 34.20.661-2003. Правила технічного обслуговування та ремонту обладнання, будівель і споруд електростанцій та мереж: Наказ №228 від 14.05.2003 р./Міністерство палива та енергетики України.
26. Про затвердження Правил безпечної експлуатації електроустановок: Наказ Державного комітету України по нагляду за охороною праці №257 від 06.10.97/.

27. НПАОП 0.00-1.15-07. Правила охорони праці під час виконання робіт на висоті. [Електронний ресурс] : Наказ Державного комітету з промислової безпеки, охорони праці та гірничого нагляду №62 від 27.03.2007 – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0573-07#Text>

28. ГН 3.3.5-8-6.6.1-2014 Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу.

29. Про затвердження Правил пожежної безпеки в компаніях, на підприємствах та в організаціях енергетичної галузі України: Наказ №491 від 26.09.2018/Міністерство палива та енергетики України.