

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ім. ПОТЕБНИ Ю.М.

Електричної інженерії та кіберфізичних систем

(повна назва кафедри)

Кваліфікаційна робота

перший (бакалаврський) рівень

(рівень вищої освіти)

на тему Технічне переоснащення трансформаторної підстанції напругою 150 кВ

Виконав: студент 3 курсу, групи 6.1410-с

спеціальності 141 Електроенергетика,

електротехніка та електромеханіка

(код і назва спеціальності)

спеціалізації

(код і назва спеціалізації)

освітньої програми Електроенергетика,

електротехніка та електромеханіка

(назва освітньої програми)

Кіляров К.А.

(ініціали та прізвище)

Керівник к.т.н., доц. Друбецька Т.І.

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Рецензент Артемчук В.В.

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Запоріжжя

2023

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерний навчально-науковий інститут ім. Потебні Ю.М. _____
Кафедра електричної інженерії та кіберфізичних систем _____
Рівень _____ вищої освіти _____ перший
(бакалаврський) рівень _____
Спеціальність 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
(код та назва)
Спеціалізація _____
(код та назва)
Освітня програма Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри
д.т.н., доц. В.Л. Коваленко
« 20 » 06 2023 року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ

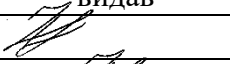
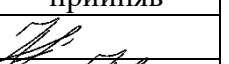


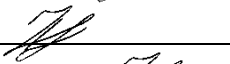
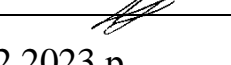

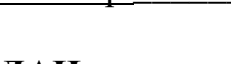

Кілярову Кирилу Андрійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

- 1 Тема роботи Технічне переоснащення трансформаторної підстанції напругою 150 кВ
керівник роботи Друбецька Тетяна Ігорівна, к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
- затверджені наказом ЗНУ від « 29 » грудня 2022 року № 1893 - с
- 2 Строк подання студентом роботи 16 червня 2023 р.
- 3 Вихідні дані до роботи: схема зовнішнього електропостачання трансформаторної підстанції, структурна схема трансформаторної підстанції, потужності к.з. на вводах підстанції
- 4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1) розподільчі пристрої трансформаторних підстанцій на основі сучасних технологій 2) розрахунок трансформаторної підстанції 150 кВ 3) власні потреби підстанцій, 4) охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях при монтажі акумуляторної батареї, 5) економічні розрахунки при заміні акумуляторної батареї
- 5 Перелік графічного матеріалу 1) Комплектування сучасних підстанцій 2) Комплектний розподільний пристрій з елегазовою ізоляцією 3) Комірка PASS

4) Розрахункова схема підстанції 5) Схема заміщення 6) Свинцево-кислотний акумулятор типу LS.


6 Консультанти розділів роботи


Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Розділ 1	Друбецька Т.І. к.т.н. доцент		
Розділ 2	Друбецька Т.І. к.т.н. доцент		
Розділ 3	Друбецька Т.І. к.т.н. доцент		
Розділ 4	Друбецька Т.І. к.т.н. доцент		
Розділ 5	Друбецька Т.І. к.т.н. доцент		

7 Дата видачі завдання 01.02.2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Розподільчі пристрої трансформаторних підстанцій на основі сучасних технологій	01.03.2023	
2	Розрахунок трансформаторної підстанції 150 кВ	01.04.2023	
3	Власні потреби підстанцій	30.05.2023	
4	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях при монтажі акумуляторної батареї	03.06.2023	
5	Економічні розрахунки при заміні акумуляторної батареї	10.06.2023	

Студент  (підпис) К.А. Кіляров (ініціали та прізвище)

Керівник роботи  (підпис) Т.І. Друбецька (ініціали та прізвище)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер  (підпис) С.В. Башлій (ініціали та прізвище)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка містить 83 сторінки, 15 рисунків, 14 таблиць, 15 джерел.

У даній роботі розглянуто питання технічного переоснащення трансформаторної підстанції напругою 150 кВ.

В основній частині роботи проводиться розрахунок струмів короткого замикання та максимальних робочих струмів на всіх приєднаннях. На основі проведених розрахунків проводиться вибір обладнання.

Особлива увага приділена акумуляторній батареї. Розглянуті особливості різних видів акумуляторних батарей та обґрунтований вибір її сучасної моделі.

Представлений розділ охорони праці.

В економічній частині проекту представлені економічні розрахунки при заміні акумуляторної батареї.

ТРАНСФОРМАТОРНА ПІДСТАНЦІЯ, НАПРУГА, СТРУМ
КОРОТКОГО ЗАМИКАННЯ, МАКСИМАЛЬНИЙ РОБОЧИЙ СТРУМ,
СУЧАСНЕ ОБЛАДНАННЯ, АКАМУЛЯТОРНА БАТАРЕЯ.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1 РОЗПОДІЛЬЧІ ПРИСТРОЇ ТРАНСФОРМАТОРНИХ ПІДСТАНЦІЙ НА ОСНОВІ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ	7
2 РОЗРАХУНОК ТРАНСФОРМАТОРНОЇ ПІДСТАНЦІЇ 150 кВ.....	21
2.1 Розрахунок навантажень та вибір основного устаткування.....	22
2.2 Розрахунок струмів короткого замикання у максимальному режимі	24
2.3 Розрахунок максимальних робочих струмів приєднань	33
2.4 Вибір струмоведучих частин	35
2.5 Вибір обладнання понад 1000 В.....	39
3 ВЛАСНІ ПОТРЕБИ ПІДСТАНЦІЙ.....	45
3.1 Трансформатори власних потреб (ТВП).....	47
3.2 Акумуляторна батарея.....	48
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ ПРИ МОНТАЖІ АКМУЛЯТОРНОЇ БАТАРЕЇ.....	58
5 ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ ПРИ ЗАМІНІ АКМУЛЯТОРНОЇ БАТАРЕЇ.....	69
ВИСНОВОК.....	74
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	75
ДОДАТОК А.....	77

ВСТУП

Більша частина підстанцій України була побудована ще у 80-тих, 90-тих роках минулого сторіччя і фізично та морально застаріла. Зокрема 60% обладнання електричних підстанцій вже відпрацювало свій технічний ресурс. Протягом останніх років знос обладнання підстанцій знаходиться на критичному рівні. Відсоток відмов технічних засобів через старіння досягає 35 - 45% від загальної кількості.

Один з напрямів удосконалення господарства електропостачання – електричні підстанції нового покоління.

За останні десятиліття промисловістю освоєно випуск високонадійного сучасного електротехнічного обладнання (виробництва Siemens, ABB та ін.), яке практично не вимагає обслуговування (догляду) протягом усього терміну служби.

Метою кваліфікаційної роботи є застосування сучасних розподільчих пристроїв власних потреб при модернізації та будівництві трансформаторних підстанцій. Нижче приведений розрахунок транзитної підстанції, в якій застосовано нове обладнання, в тому числі і розподільчі пристрої власних потреб.

1 РОЗПОДІЛЬЧІ ПРИБРОЇ ТРАНСФОРМАТОРНИХ ПІДСТАНЦІЙ НА ОСНОВІ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Більша частина підстанцій України була побудована ще у 80-тих, 90-тих роках минулого сторіччя і фізично та морально застаріла. Зокрема 60% обладнання електричних підстанцій вже відпрацювало свій технічний ресурс. Протягом останніх років знос обладнання підстанцій знаходиться на критичному рівні. Відсоток відмов технічних засобів через старіння досягає 35 - 45% від загальної кількості.

Один з напрямів удосконалення господарства електропостачання – електричні підстанції нового покоління [1].

За останні десятиліття промисловістю освоєно випуск високонадійного сучасного електротехнічного обладнання (виробництва Siemens, АВВ та ін.) [2], яке практично не вимагає обслуговування (догляду) протягом усього терміну служби. Однак, застосування таких електроапаратів призводить не тільки до збільшення надійності РП підстанцій, а й до значного зростання їх вартості.

Існуючі на даний момент технології припускали наступний цикл спорудження підстанцій: відвід території під відкриту та закриту частини підстанції, будівництво капітальної будівлі закритої частини підстанції з прокладкою всіх необхідних комунікацій для теплопостачання та водопостачання, а також водовідводу, поставку з різних країн електрообладнання для відкритої та закритої частини, монтаж електрообладнання на об'єкті, наладку та приймально-здавальні випробування, здачу об'єкта в експлуатацію.

Така технологія мала наступні недоліки [3]:

1. Складний технологічний процес взаємодії підприємств-виробників.
2. Значні площі, що займало електрообладнання.

3. Великі строки вводу в експлуатацію (від 8 місяців до року).

4. Низька експлуатаційна надійність.

5. Великі капітальні та експлуатаційні витрати.

На сьогоднішній день в будівництві підстанцій застосовується комплектно-блочна технологія, яка дозволяє в значній степені подолати існуючі проблеми. Сутність такої технології закладається в тому, що на одному підприємстві здійснюється дослідження та конструювання, проектування, виробництво, монтаж, наладка, сервісне та гарантійне обслуговування. В основу комплектно-блочної технології покладена концепція створення не обслуговуваної підстанції без постійного експлуатаційного персоналу, яка базується на наступних принципах:

- використання при спорудженні нових і реконструкції діючих підстанцій високонадійного обладнання, що не потребує постійної присутності чергового персоналу та технічне обслуговування якого мінімальне;
- застосування засобів автоматизації та функціональної діагностики всього обладнання підстанції, що дозволяє перейти від обслуговування «по регламенту» до обслуговування «за потребою» (за фактичним станом).

При будівництві підстанції необхідно забезпечити:

- значне підвищення техніко-експлуатаційних, енергетичних та економічних показників роботи підстанції;
- мінімізацію затрат на спорудження (реконструкцію) будівлі підстанції;
- врахування реальних рівнів завантаження ділянок залізниці;
- забезпечення вимог екологічності та електромагнітної сумісності;
- електробезпека.

Результатом реалізації такого підходу являється не просто розробка нового комплексу обладнання для підстанції, але і впровадження нових технологій електрифікації та реконструкції, що охоплюють всі етапи:

- автоматизоване проектування системи електропостачання для конкретної ділянки;
- виготовлення та наладка обладнання в умовах сучасного виробництва, монтаж на місці експлуатації та мінімізація технічного обслуговування при експлуатації.

Для реалізації перерахованих цілей необхідно вирішити наступні основні технічні задачі:

1. Впровадження обладнання, що не потребує постійної присутності чергового персоналу та дає можливість зосередити обслуговування кваліфікованим персоналом, оперативне управління в центрах (залізничних вузлах та великих населених пунктах) з розвинутою інфраструктурою.
2. Спрощення схем головних електричних з'єднань підстанції, що визначають кількість обладнання, режим його роботи та основні енергетичні показники.
3. Визначення переліку основних силових компонентів та їх конструктивного виконання, що дозволить знизити витрати, забезпечити високі гарантійні строки та мінімізувати або виключити технічне обслуговування.
4. Розробка схем вторинних кіл на основі мікропроцесорних фідерних терміналів, що виконують всі функції на даному приєднанні, включаючи діагностику стану силового обладнання та самодіагностику.
5. Організація високонадійної системи управління підстанцією, що забезпечує роботу без постійного чергового персоналу, доступність та достовірність інформації про технічний стан обладнання.
6. Визначення оптимальної технології проведення всіх робіт при умові забезпечення безперебійного електропостачання.

Вирішення поставлених вище задач дозволить:

- знизити втрати електроенергії в системі електропостачання та підвищити енергетичні показники системи;
- скоротити витрати на технічне обслуговування за рахунок оптимізації трудових, енергетичних та матеріальних ресурсів;
- підвищити надійність функціонування всього обладнання і безпеку персоналу.

Світовий досвід показує, що складовими реалізації малолюдної технології являються:

1. Впровадження систем електропостачання, що забезпечує мінімальну кількість опорних підстанцій з прив'язкою їх до об'єктів інших служб або великих населених пунктів. На лінії повинні залишитись максимально спрощені електроустановки, що не потребують технічного обслуговування.
2. Використання високонадійного електрообладнання, що не потребує планово-попереджувального ремонту протягом встановленого строку служби або постійної присутності чергового персоналу.
3. Максимальна автоматизація процедур обслуговування, яка досягається шляхом створення автоматизованих систем управління технологічними процесами.
4. Високоєфективна інфраструктура експлуатації та технічного обслуговування підстанцій.

Сьогодні, завдяки росту надійності окремих компонентів електрообладнання та появі сучасних матеріалів, це стає можливим практично.

Застосування повторюваних уніфікованих рішень для будівництва окремих підсистем підстанцій стало можливим в результаті мінімізації габаритів, стандартизації окремих складових.

Раніше підстанції споруджувалися на основі використання обладнання, досить різноманітного за ступеню функціональної завершеності, а також за своїми конструктивними, технологічними, експлуатаційними та

іншими параметрами. Це створювало багато проблем при проектуванні та комплектуванні підстанцій, при стикуванні різнорідного обладнання на місці експлуатації, при технічному обслуговуванні, ремонті та модернізації та слугувало непрямою причиною травматизму.

Кардинальне рішення цих проблем може бути досягнуто тільки на основі створення комплекту укрупнених функціональних блоків повної заводської готовності (рис. 1.1), що дозволить шляхом агрегування відповідних різновидів блоків реалізувати всі необхідні типи підстанцій і в той же час врахувати особливості конкретних умов в кожному окремому випадку.



Рисунок 1.1 – Комплектування сучасних підстанцій

В основі вимог до таких блоків повинна бути безпека їх обслуговування.

Комплект функціональних блоків для модернізації та реконструкції підстанцій повинен, крім того, відповідати наступним вимогам:

- функціональні блоки повинні поставлятися на монтажну площадку підстанції в повністю змонтованому вигляді, агрегування повинно

зводиться до монтажу зовнішніх ошиновок, елементи яких також повинні поставлятися в готовому вигляді;

- функціональні блоки можуть встановлюватися як в окремих контейнерах, так і в капітальних або швидко споруджуваних будівлях.

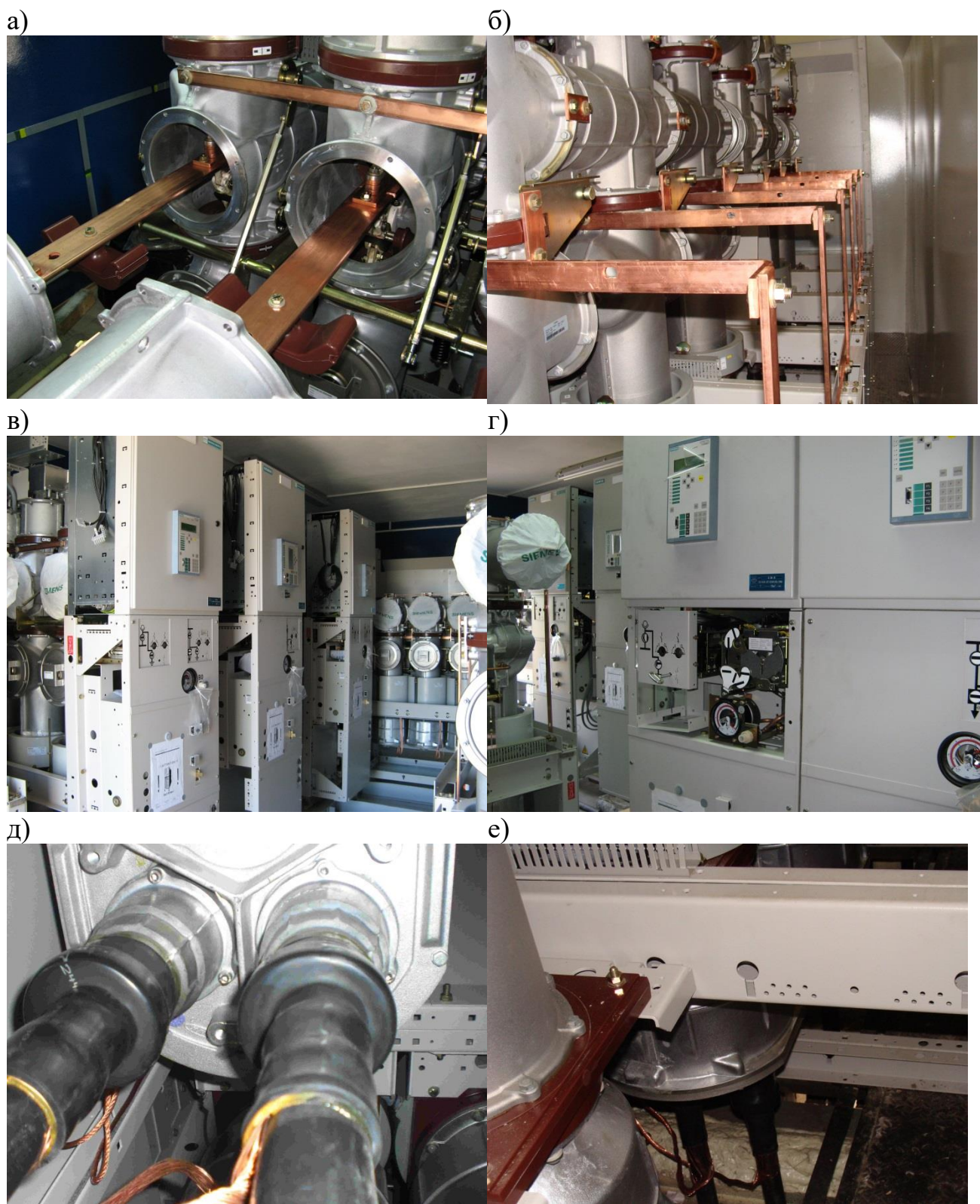
Сьогодні все частіше використовують комплектні розподільні пристрої з елегазовою ізоляцією (КРПЕ).

Комплектний розподільний пристрій типу КРПЕ внутрішньої установки (рис. 1.2) має низку переваг порівняно з традиційними розподільними пристроями з повітряною ізоляцією зовнішньої установки, а саме:

- компактність, невеликі габаритні розміри.
- кабельні підключення за допомогою кабельних адаптерів до осередків КРПЕ забезпечують плавний перехід від кабелю в РП і відсутність оголених струмоведучих частин в місцях високовольтних підключень.
- незалежність від зовнішнього середовища, відсутність технічного обслуговування і підвищена ступінь безпеки персоналу. Всі струмопровідні частини осередків КРПЕ захищені елегазовим середовищем, повністю виключена можливість торкнутися струмоведучих частин комірок, безпека робіт при комутаціях забезпечується вбудованими системами механічних і електромагнітних блокувань. Повна ізоляція струмоведучих шин в елегазовому середовищі і застосування спеціальних контактних шайб виключає необхідність в періодичних перевірках і протяганнях з'єднань.

Великий досвід експлуатації аналогічного обладнання по всьому світу в різних кліматичних зонах більш ніж 20 років показує високу надійність електропостачання, поліпшення умов і безпеки обслуговування, скорочення

обсягу робіт з технічного обслуговування, зниження експлуатаційних витрат на обслуговування і ремонт.



а, б – шини; в, г – модулі; д, е - кабельні підключення

Рисунок 1.2 – Комплексний розподільний пристрій з елегазовою ізоляцією

Термостатичні закриті контейнери (модулі) для установки електротехнічного обладнання відповідають сучасним тенденціям і дозволяють постачати обладнання на об'єкт в повній заводській готовності.

Модуль укомплектований пристроями для освітлення, підігріву та вентиляції, забезпечує необхідні умови для роботи встановленого пристрою.

Високовольтний пристрій розміщено з коридором обслуговування, в якому розміщуються рукоятки управління роз'єднувачами, шафи управління і захисту приєднань розподільного пристрою.

Модулі включають всі системи захисту, автоматики та управління.

У практиці проектування при розробці проектів нових та модернізації старих підстанцій застосовується тільки сучасне устаткування. На сьогодні існує різноманітний вибір обладнання розподільчих пристроїв підстанцій, які постачаються як заводами України, так і заводами іноземних фірм. Обладнання поставляється повністю укомплектованим, відрегульованим, випробуваним в заводських умовах і має максимальну готовність до монтажу. Коротко охарактеризуємо основних постачальників.

ВАТ Ровенського заводу високовольтної апаратури «РЗВА» - найбільше підприємство по виробництву високовольтної комутаційної апаратури від 6 до 110 кВ на Україні.

На основі сучасної технології з використанням комплектуючих виробів різних фірм ВАТ «РЗВА» виробляє високоякісні економічні в експлуатації апарати на напругу від 6 до 110 кВ.

Відкриті розподільчі пристрої (ВРП) 110, 35, кВ «РЗВА» виконане з уніфікованих для всієї мережі схем транспортабельних блоків заводського виготовлення, що складаються з металевих опорних конструкцій, на яких змонтовані сучасні апарати високої напруги, елементи ошикування, а також елементи допоміжних кіл. Металоконструкція блоків забезпечує зручність обслуговування апаратів і дозволяє виконувати транспортування блоків пакетами. Блоки КРП(Б)З встановлюються на залізобетонних лежнях або заглиблених фундаментах.

Для ВРП 110 або 35 кВ застосовується жорстка ошиновка труб алюмінієвого сплаву діаметром 60х3 або 80х3мм і гнучке ошинування із сталєалюмінієвого дроту марок АС-95/16, 120/19, 300/48 і т.д.

Конструкція вузлів кріплення жорстких шин забезпечує компенсацію температурних змін їх довжини, можливих неточностей в установці блоків, а також зсув блоків, що виникають унаслідок деформації ґрунту в процесі експлуатації.

Як комплектуюче обладнання застосовані:

- вимикачі елегазові ВГТ-110, ВБЗЕ-35;
- трансформатори струму ТОГ-110, ТФЗМ-35;
- трансформатори напруги НОГ-110, ЗНОМ-35;
- обмежувачі перенапруги та розрядники ОПН-110, РВС-110, ОПН/ТЕЛ-35; РВС-35;
- роз'єднувачі РДЗ-110, РДЗ-35;
- запобіжники ПКН001-35.

Окрім блочного КРП(Б)3-35 кВ передбачено також комплектний розподільний пристрій з висувними елементами для зовнішнього встановлення (КРПЗ 35), який представляє собою металеве приміщення з автоматичним включенням та відключенням обігріву, з набором сучасного електротехнічного обладнання, яке визначається функціональним призначенням КРПЗ. У якості високовольтного розподільного пристрою у КРПЗ 35 застосовуються шафи КРП серії КУ 35 з вакуумними вимикачами ВР35, трансформаторами струму ТЛК-35 та трансформаторами напруги ЗНОЛ-35. Розміщення шаф однорядне з одностороннім обслуговуванням. Вид основних шаф залежно від вбудовуваної апаратури. У якості понижуючих трансформаторів застосовуються сухі трифазні трансформатори з обмотками типу «Резиблок» з природним повітряним охолодженням, потужністю до 4000 кВА, на напругу 35 кВ виробництва «РЗВА». Як комплектуюче обладнання у шафах застосовуються:

- у комірках уводів, понижуючих трансформаторів, секційного вимикача висувний елемент включає в себе: силові вакуумні вимикачі, трансформатори струму;
- у комірках трансформатора напруги – трансформатори напруги с обмежувачами;
- у комірці секційного роз'єднувача – сполучна шинна перемичка.

Кожна підстанція містить РП-6(10) кВ для живлення районних споживачів і РУ-6 (10) кВ.

Для комплектації підстанцій пропонуються наступні варіанти КРП -6 (10) кВ для установлювання в будівлях - вітчизняні РП – серії КУ-10 з вакуумними силовими вимикачами і КУ-10Ц з вакуумними або елегазовими вимикачами розробки та виготовлення ВАТ Ровенського заводу високовольтної апаратури (РЗВА). Як комплектує обладнання у шафах застосовуються: вимикачі вакуумні ВР1, ВР2; трансформатори напруги ЗНОЛ-06, НОЛ-08, НАМИ; трансформатори струму ТЛК-10, ТВЛ; розрядники РВО; обмежувачі перенапруги ОПНС; трансформатори струму нульового захисту ТЗЛМ; запобіжники силові ПКНТ; запобіжники трансформаторів напруги ПКН.

Модулі виконують на основі сучасної силової бази та схемотехніки; вони включають всі системи захисту, автоматики, керування, діагностики.

Види основних модулів вибираються в залежності з умовним позначенням вбудованої апаратури та приєднань.

Для комплектування модулів РП-10 кВ та ВЛ СЦБ застосовуються комірки серії NXAIR.

Розподільний пристрій виробництва фірми SIEMENS. Комплектний розподільний пристрій (КРП) - це КРП двохстороннього обслуговування шириною 1200 (1500) мм, глибиною 1500 мм з вакуумними силовими вимикачами. КРП є набором окремих комірок з комутаційними апаратами і іншою високовольтною комплектуючою апаратурою, з приладами вимірювання, цифрового пристрою захисту і автоматики, блоками захисту і

автоматики та керування, а також апаратурою управління, сигналізації і іншими допоміжними пристроями. Комірки з'єднують між собою. Збірні шини виконуються круглого перетину. Запасна шина з лінійним та запасним роз'єднувачами установлюється окремо на відкритій частині підстанції. З'єднання шаф КРП з роз'єднувачами запасної шини здійснюється за допомогою кабелів з ізоляцією із зшитого поліетилену. Кількість кабелів від одного до трьох, у залежності від навантаження.

У комірках введення, запасного вимикача викатний елемент включає в себе: вакуумні силові вимикачі, трансформатори струму та обмежувачі. У комірках трансформатору напруги – трансформатори напруги з обмежувачами. У комірці секційного роз'єднувача – сполучна шинна перемичка.

У якості основної комплектуючої апаратури у шафах застосовуються:

- вимикачі вакуумні ЗАН47-27,5-25/1250У3;
- трансформатори напруги ТЈС727500V/100V, 75 VA кл.0,5 «АББ»;
- трансформатори струму 4МА76 100/5, 1000/5 0,5/10 р;
- обмежувачі перенапруги ОПН-П-27,5 кВ.

Фірма SIEMENS є одним з найбільших і сучасних концернів світу, що займає провідні позиції у області електротехніки і електроніки. Починаючи з 1997 г на українському ринку працює дочірнє підприємство «Сіменс Україна», українське підприємство з німецьким капіталом. Все електроустаткування, що поставляється, на класи напруги від 6 кВ до 750 кВ добре зарекомендовало себе в українських експлуатаційних умовах.

Комплектний розподільний пристрій (КРП) виготовлення фірми SIEMENS є газоізолюваною системою з вакуумним вимикачем, з робочою і запасною шиною, у яких є приєднання для власних потреб і для компенсації. Збірні шини мають подвійне подовжнє секціонування, яке дозволяє здійснювати електропостачання в аварійних режимах. У разі потреби можливо від однієї підстанції живити дві прилеглі ділянки.

У якості трансформаторів власних потреб на нових підстанціях використовуються більш надійні сухі трансформатори, встановлені в приміщеннях підстанцій. Власні потреби постійного струму одержують живлення від сучасних герметичних акумуляторних батарей, що не потребують обслуговування. Батареї експлуатуються при підтримці постійної напруги підзаряду з двома зарядно-підзарядними агрегатами і призначені для довгого періоду роботи. Вони можуть працювати в циклічному режимі, дозволяючи глибокий розряд.

Для обліку електроенергії (з лічильниками), застосована автоматизована система, що дозволяє оперативно і дистанційно контролювати завантаження підстанцій по окремих приєднаннях.

Створений компанією ABB T&D елегазовий комутаційний комплекс PASS MO – результат багаторічних досліджень і розробок, результат багаторічного досвіду виробництва і експлуатації високовольтних підстанцій фахівцями компанії. Конструкція комірок дозволяє реалізувати всі можливі схеми розподільчих пристроїв.

Модуль PASS дозволяє виконати будь-яку компоновку підстанції найефективніше використовуючи займану площу. Компактність підстанції гарантована багатим досвідом у області досліджень і розробок, виробництва і експлуатації розподільчих пристроїв.

Основні характеристики PASS, це його компактність і модульна конструкція, яка дозволяє увімкнути декілька функцій у одному модулі:

- введення, під'єднувані до одній або двох збірних шин;
- силовий вимикач;
- один або декілька комбінованих роз'єднувачів/заземлювачів;
- трансформатор струму.

PASS MO відповідає комплектної високовольтної комірки.

В PASS MO (рис. 1.3) всі частини, що знаходяться під напругою, за винятком збірних шин, укладені в заземлений алюмінієвий корпус, заповнений стислим елегазом. Кожен полюс знаходиться в окремому

корпусі. Таким чином досягається максимальна готовність і безпека. Кожен корпус виконаний з відлитих або сварних алюмінієвих конструкцій. Компактна конструкція PASS MO забезпечується завдяки відмінній якості ізоляції елегазу.



Рисунок 1.3 – Зовнішній вигляд комірки PASS MO

Застосування сучасних мікропроцесорних пристроїв захисту, автоматики, контролю та управління приєднань 6-35 кВ МРЗС-05 розроблених ВО «Київприлад» дозволяє реалізувати необхідний ПУЕ набір захисту приєднань, визначати залишковий ресурс комутаційних апаратів, знати не тільки інформацію про стан об'єкту, але і зберігати детальну інформацію про процеси, що відбуваються в аварійній ситуації з записом дискретних сигналів під час аварії. Така інформація забезпечує можливість аналізу процесів, розширює можливості прогнозу, дозволяє обслуговування пристроїв по результатам діагностики.

Зростання надійності устаткування, скорочення часу на його обслуговування, збільшення періоду між черговими профілактичними роботами, застосування сучасної електронної апаратури дає широкі

можливості для розширення функцій управління устаткування, завдяки ширшій інформації про стан устаткування електропостачання і забезпечує можливість спрощення схемних рішень побудови підстанцій.

2 РОЗРАХУНОК ТРАНСФОРМАТОРНОЇ ПІДСТАНЦІЇ 150 кВ

ТП є транзитною 150/10 кВ.

До складу підстанції входять:

ВРП 150 кВ, що має:

- два вводи 150кВ (одна лінія М, друга лінія Н);
- два понижувальних трансформатори типу ТДТН-40000/150 У1.

ЗРП 10 кВ має дві секції шин:

І секція – Понижуючий трансформатор 1, Фідера 1, 2, Трансформатор власних потреб 1, Трансформатори напруги 1, 2;

ІІ секція – Понижуючий трансформатор 2, Фідера 3, 5, Трансформатор власних потреб 2, Трансформатори напруги 3, 4.

Схема живлення підстанції представлена на рисунку 2.1.

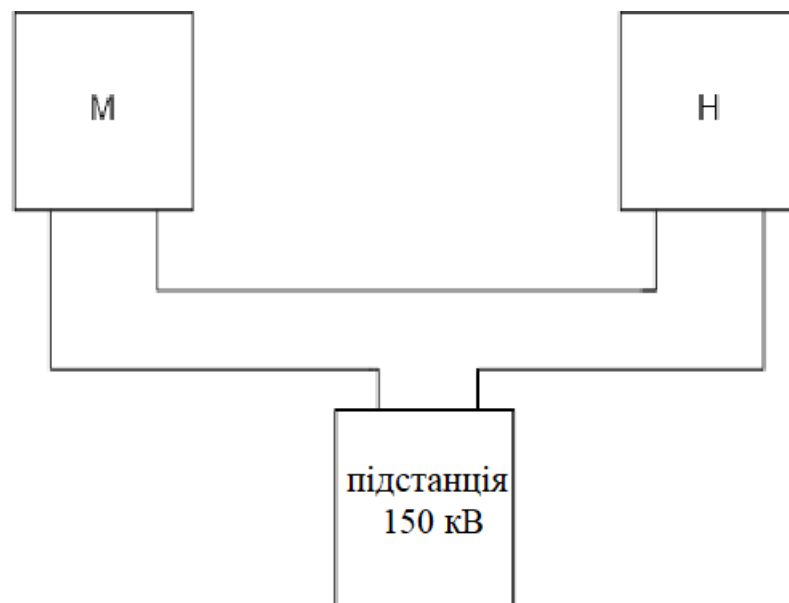


Рисунок 2.1 – Схема живлення підстанції

Параметри розрахунку підстанції наведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 - Параметри розрахункової підстанції

Рід струму	змінний
Потужність КЗ:	
Sk1	1580
Sk2	1640
Довжина ПЛ, км :	
L1	125
L2	60
L3	65

2.1 Розрахунок навантажень та вибір основного устаткування

$$S_{\text{розрах.мах}} = S_{\text{мах.ш150кВ}} \cdot k_p, \quad (2.1)$$

де $S_{\text{мах.ш150кВ}}$ – розрахункова максимальна потужність на шинах 150 кВ, кВА;

k_p – коефіцієнт різночасності максимуму навантажень; $k_p = 0,95-0,98$.

$$S_{\text{мах.ш10кВ}} = S'_{\text{ш10}} \cdot k_{\text{нр}} + S_{\text{ТСН}}, \quad (2.2)$$

де $S'_{\text{ш10}}$ – розрахункова потужність навантаження 10 кВ,

$S_{\text{ТСН}}$ – розрахункова потужність навантаження трансформатора власних потреб, кВА ,

$S_{\text{ТСН}} = 400$ кВА;

$$S'_{\text{ш10}} = \left(1 + \frac{P_{\text{пер}} + P_{\text{пост}}}{100} \right) \cdot \frac{P'_{10}}{\cos \varphi} \cdot k_{\text{рм}}, \quad (2.3)$$

де $P_{\text{пер}}$ – втрати в мережах і трансформаторах, залежні від потужності

і навантажень, $P_{\text{пер}} = 8 \%$;

$P_{\text{пост}}$ – втрати в сталі і трансформаторах, не залежні від потужності

і навантажень, $P_{\text{пост}} = 2 \%$;

P'_{10} – потужність фідерів 10 кВ, $P'_{10} = 2800$ кВт

$k_{\text{рм}}$ – коефіцієнт потужності, $k_{\text{рм}} = 0,95$.

$$S'_{\text{ш10}} = \left(1 + \frac{8 + 2}{100}\right) \cdot \frac{2800}{0,95} \cdot 0,95 = 3080 \text{ кВА.}$$

$$S_{\text{тах.ш.10кВ}} = 3080 \cdot 0,9 + 400 = 3172 \text{ кВА.}$$

$$S_{\text{розрах.ш.150кВ}} = (25000 + 3172) \cdot 0,95 = 26763 \text{ кВА.}$$

Вибираємо трансформатор типу ТДТН – 40000 кВА

Головних знижувальних трансформаторів вибираємо два, оскільки це споживач 1 категорії.

Трансформатор власних потреб вибираємо ТСЗ – 400/10.

$$S_{\text{max.ш150кВ}} = (2 \cdot 40000 + 2 \cdot 40000) \cdot 0,6 = 96000 \text{ кВА.}$$

Електричні характеристики обраних трансформаторів наведені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 -- Електричні характеристики трансформаторів

№ п/п	Тип трансформатора	К-сть	U_1 кВ	U_2 кВ	U_3 кВ	$u_{\text{квс}}$ %	$u_{\text{квн}}$ %	$u_{\text{кcn}}$ %	$\Delta P_{\text{кз}}$ кВт
1	ТДТН – 40000/150 У1	2	150	11	6.6	10,5	18	6,8	-
2	ТСЗ – 400/10	2	10	-	0,4	-	6,0	-	5,0

2.2 Розрахунок струмів короткого замикання у максимальному режимі

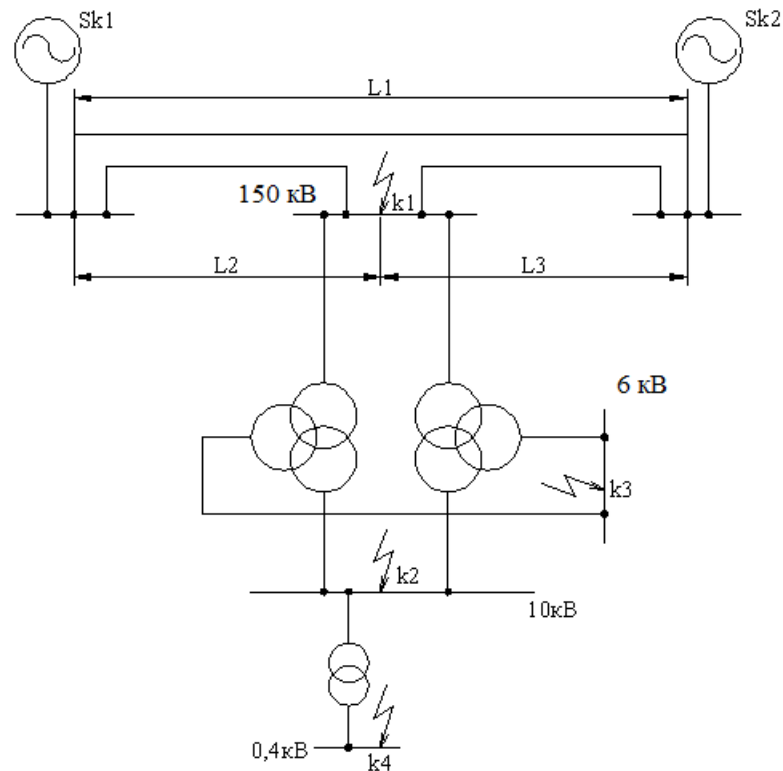


Рисунок 2.2 – Розрахункова схема

Розрахункова схема наведена на рисунку 2.2.

Приймаємо базисну потужність $S_0 = 100 \text{ МВА}$.

Базисною напругою приймаємо середню лінійну напругу того ступеня, де проводиться розрахунок струму КЗ.

$$U_{\text{ср.ш150}} = 157 \text{ кВ}, \quad U_{\text{ср.ш10}} = 10,5 \text{ кВ}, \quad U_{\text{ср.ш25}} = 9,3 \text{ кВ}, \quad U_{\text{ср.ш0,23}} = 0,23 \text{ кВ}.$$

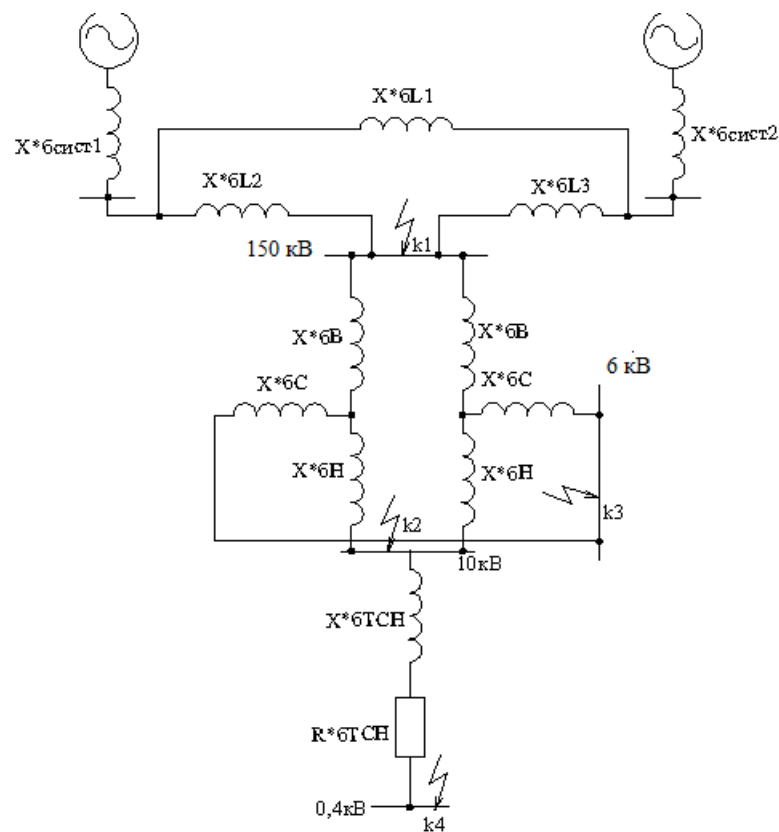


Рисунок 2.3 – Схема заміщення

Базисний струм знаходимо по формулі :

$$I_6 = \frac{S_6}{\sqrt{3} \cdot U_{cp}}, \quad (2.4)$$

Струм короткого замикання визначимо по формулі:

$$I_k = \frac{I_{6к}}{x_{*6}}, \quad (2.5)$$

Базисний опір системи має таку формулу:

$$x_{*6сист.} = \frac{S_6}{S_k}, \quad (2.6)$$

По схемам заміщення рисунка 2.3 знаходимо базисний опір системи:

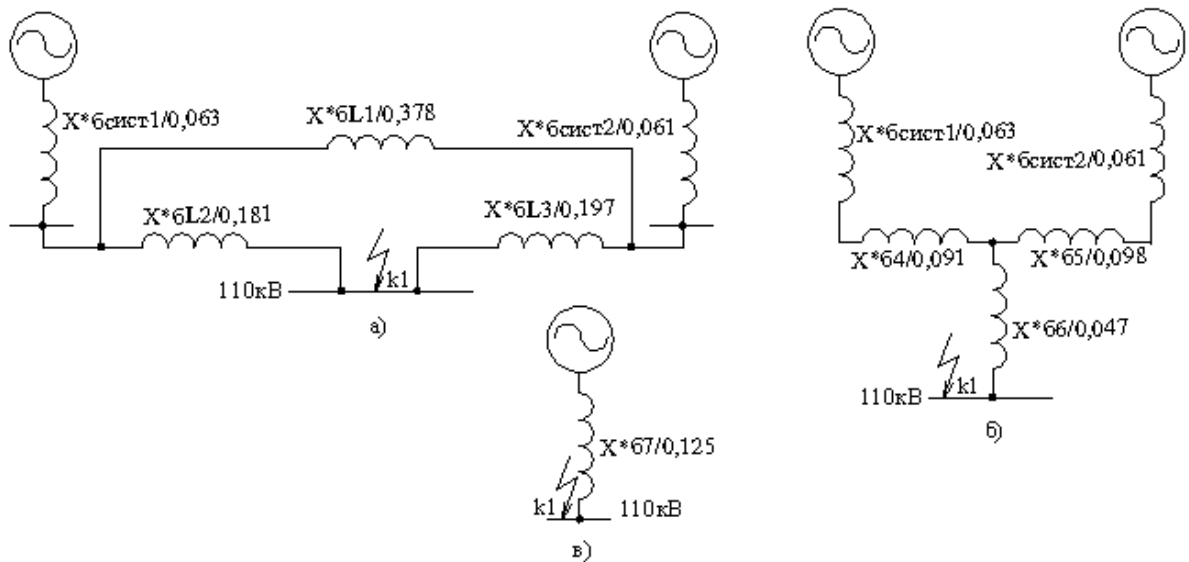


Рисунок 2.4 – Схема заміщення до точки k1

$$x_{*бсист.1} = \frac{S_{\delta}}{S_{k1}} = \frac{100}{1580} = 0,063.$$

$$x_{*бсист.2} = \frac{S_{\delta}}{S_{k2}} = \frac{100}{1640} = 0,061.$$

Базисний струм для розрахункової напруги 150 кВ:

$$I_{\delta k1} = \frac{S_{\delta}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ср.ш.110}}} = \frac{100}{\sqrt{3} \cdot 157} = 0,502 \text{ кА.}$$

Базисний опір системи:

$$x_{*6L1} = x_0 \cdot L_1 \cdot \frac{S_{\delta}}{U_{\text{ср}}^2} = 0,4 \cdot 125 \cdot \frac{100}{157^2} = 0,378.$$

$$x_{*6L2} = x_0 \cdot L_2 \cdot \frac{S_{\delta}}{U_{\text{ср}}^2} = 0,4 \cdot 60 \cdot \frac{100}{157^2} = 0,181.$$

$$x_{*6L3} = x_0 \cdot L_3 \cdot \frac{S_6}{U_{cp}^2} = 0,4 \cdot 65 \cdot \frac{100}{157^2} = 0,197.$$

$$x_{*64} = \frac{x_{*6L1} \cdot x_{*6L2}}{x_{*6L1} + x_{*6L2} + x_{*6L3}} = \frac{0,378 \cdot 0,181}{0,378 + 0,181 + 0,197} = 0,091.$$

$$x_{*65} = \frac{x_{*6L1} \cdot x_{*6L3}}{x_{*6L1} + x_{*6L2} + x_{*6L3}} = \frac{0,378 \cdot 0,197}{0,378 + 0,181 + 0,197} = 0,098.$$

$$x_{*66} = \frac{x_{*6L2} \cdot x_{*6L3}}{x_{*6L1} + x_{*6L2} + x_{*6L3}} = \frac{0,181 \cdot 0,197}{0,378 + 0,181 + 0,197} = 0,047.$$

При одержанні еквівалентного опорів x_{*64} , x_{*65} , x_{*66} була використана формула для перетворення з'єднання типу «трикутник» у з'єднання типу «зірка».

$$\begin{aligned} x_{*67} &= x_{*66} + \frac{(x_{*бсист.1} + x_{*64}) \cdot (x_{*бсист.2} + x_{*65})}{x_{*бсист.1} + x_{*64} + x_{*бсист.2} + x_{*65}} = \\ &= 0,047 + \frac{(0,063 + 0,091) \cdot (0,061 + 0,098)}{0,063 + 0,091 + 0,061 + 0,098} = 0,125. \end{aligned}$$

Струм короткого замикання в точці k1

$$I_{k1} = \frac{I_{6k1}}{x_{*67}} = \frac{0,502}{0,125} = 4,016 \text{ кА.}$$

Встановлений струм короткого замикання буде мати значення:

$$I_{уст1} = 1,52 \cdot I_{к1} = 1,52 \cdot 4,016 = 6,08 \text{ кА.}$$

Ударний струм у точці к1

$$i_{y1} = 2,55 \cdot I_{к1} = 2,55 \cdot 4,016 = 10,2 \text{ кА.}$$

Розрахунок струмів КЗ до точки к2

$$S_{номтр} = 40 \text{ МВА,} \quad u_{кBC} = 10,5\% , \quad u_{кBH} = 18\% ,$$

$$u_{кCH} = 6,8\% .$$

Знайдемо напруги обмоток трансформатора

$$u_{кВ} = \frac{1}{2} \cdot (u_{кBC} + u_{кBH} - u_{кCH}) = \frac{1}{2} \cdot (18 + 10,5 - 6,8) = 10,85\% ,$$

$$u_{кС} = \frac{1}{2} \cdot (u_{кBC} + u_{кCH} - u_{кBH}) = \frac{1}{2} \cdot (10,5 + 6,8 - 18) = -0,35\% ,$$

$$u_{кH} = \frac{1}{2} \cdot (u_{кBH} + u_{кCH} - u_{кBC}) = \frac{1}{2} \cdot (18 + 6,8 - 10,5) = 7,15\% .$$

Визначимо опір обмоток трансформатора:

$$x_{*6B} = \frac{U_{кВ}}{100} \cdot \frac{S_{\delta}}{S_{ном}} = \frac{10,85}{100} \cdot \frac{100}{40} = 0,271 .$$

$$x_{*6H} = \frac{U_{кH}}{100} \cdot \frac{S_{\delta}}{S_{ном}} = \frac{7,15}{100} \cdot \frac{100}{40} = 0,179 .$$

$$x_{*6C} = \frac{U_{кC}}{100} \cdot \frac{S_6}{S_{ном}} = \frac{0,35}{100} \cdot \frac{100}{40} = 0,014.$$

Визначимо базисний струм для розрахункової напруги 10,5 кВ:

$$I_{*6к2} = \frac{S_6}{\sqrt{3} \cdot U_{cp}} = \frac{100}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 5,499 \text{кА}.$$

По схемам заміщення рисунка 2.5 знайдемо сумарний опір до точки к2:

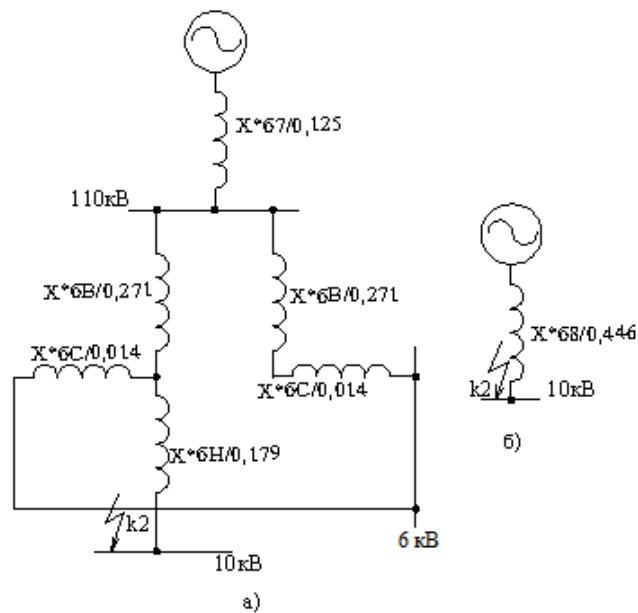


Рисунок 2.5 – Схема заміщення до точки к2

$$\begin{aligned} x_{*68} &= x_{*67} + \frac{(x_{*6B} + x_{*6C} + x_{*6C}) \cdot x_{*6B}}{x_{*6B} + x_{*6C} + x_{*6C} + x_{*6B}} + x_{*6H} = \\ &= 0,125 + \frac{(0,271 + 0,014 + 0,014) \cdot 0,271}{0,271 + 0,014 + 0,014 + 0,271} + 0,179 = 0,446. \end{aligned}$$

Знайдемо струм короткого замикання в точці к2:

$$I_{к2} = \frac{I_{6к2}}{x_{*68}} = \frac{5,499}{0,446} = 12,33 \text{кА}.$$

Знайдемо ударний струм в точці к2 :

$$i_{y2} = 2,55 \cdot I_{к2} = 2,55 \cdot 12,33 = 31,441 \text{кА.}$$

$$I_{уст2} = 1,52 \cdot I_{к2} = 1,52 \cdot 12,33 = 18,742 \text{кА.}$$

Розрахунок струмів КЗ до точки к3

Визначимо базисний струм для розрахункової напруги 6 кВ:

$$I_{*6к3} = \frac{S_6}{\sqrt{3} \cdot U_{cp}} = \frac{100}{\sqrt{3} \cdot 6} = 2,204 \text{кА.}$$

Знайдемо сумарний опір до точки к3:

$$x_{*69} = x_{*67} + \frac{x_{*6B} + x_{*6C}}{2} = 0,125 + \frac{0,271 + 0,014}{2} = 0,268.$$

Знайдемо струм короткого замикання в точці к3:

$$I_{к3} = \frac{I_{6к3}}{x_{*69}} = \frac{2,204}{0,268} = 8,224 \text{кА.}$$

Знайдемо ударний струм в точці к3 :

$$i_{y3} = 2,55 \cdot I_{к3} = 2,55 \cdot 8,224 = 20,56 \text{кА.}$$

$$I_{уст3} = 1,52 \cdot I_{к3} = 1,52 \cdot 8,224 = 12,5 \text{кА.}$$

Розрахунок струмів КЗ до точки к4

Трансформатор власних потреб ТС3 – 400/10 У1 має такі параметри:

$$u_k = 6,0\% , \quad \Delta P_k = 5,0 \text{ кВт} , \quad S_{\text{ТСН}} = 400 \text{ кВА} , \quad U_{\text{сп}} = 0,4 \text{ кВ}.$$

У ТСН активна і індуктивна складова опору співрозмірні.

$$Z_{*6\text{ТСН}} = \frac{U_k}{100} \cdot \frac{S_6}{S_{\text{ТСН}}} = \frac{6,0}{100} \cdot \frac{100}{0,4} = 15,$$

$$R_{*6\text{ТСН}} = \frac{\Delta P_k}{S_{\text{ТСН}}} \cdot \frac{S_6}{S_{\text{ТСН}}} = \frac{5,0}{400} \cdot \frac{100}{0,4} = 3,125,$$

По схемам заміщення рисунка 2.6 знаходимо:

$$x_{*6\text{ТСН}} = \sqrt{Z_{*6\text{ТСН}}^2 - R_{*6\text{ТСН}}^2} = \sqrt{15^2 - 3,125^2} = 14,671,$$

$$Z_{*6\Sigma} = \sqrt{(x_{*6\text{ТСН}} - x_{*68})^2 + R_{*6\text{ТСН}}^2} = \sqrt{(14,671 - 0,446)^2 + 3,125^2} = 14,564.$$

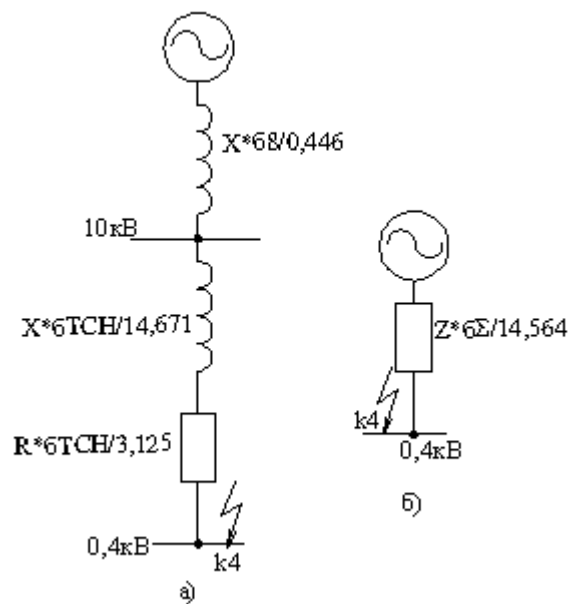


Рисунок 2.6 – Схема заміщення до точки k4

Визначимо базисний струм для розрахункової напруги 0,4 кВ:

$$I_{*бк4} = \frac{S_{\bar{6}}}{\sqrt{3} \cdot U_{cp}} = \frac{100}{\sqrt{3} \cdot 0,4} = 144,338 \text{кА.}$$

Знайдемо струм короткого замикання в точці к4:

$$I_{к4} = \frac{I_{бк4}}{Z_{*б\Sigma}} = \frac{144,338}{14,564} = 9,91 \text{кА.}$$

Знайдемо ударний струм в точці к4 :

$$i_{y4} = 1,84 \cdot I_{к4} = 1,84 \cdot 9,911 = 18,236 \text{кА,}$$

$$I_{уст4} = 1,52 \cdot I_{к4} = 1,52 \cdot 9,911 = 15,065 \text{кА.}$$

Розраховані значення струмів короткого замикання в точках к1, к2, к3, к4 заносимо до таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Результати розрахунку струмів короткого замикання

Точки короткого замикання	Струми короткого замикання при $S_{\bar{6}}=100$ МВА			
	$I_{\bar{6}} = \frac{S_{\bar{6}}}{\sqrt{3} \cdot U_{cp}}$ кА	$I_{к} = \frac{I_{\bar{6}}}{x_{*б}}$ кА	$i_y = 2,55 \cdot I_{к}$ кА	$B_{к} = I_{к}^2 (t_{откл} + T_a)$ $T_a = 0,05$ с
к1	0,502	4,016	10,2	42,42
к2	5,499	12,33	31,441	171,79
к3	2,204	8,224	20,56	76,43
к4	144,338	9,911	18,236	61,88

2.3 Розрахунок максимальних робочих струмів приєднань

Розрахунок проводимо за такими формулами:

для вводів і приєднань:

$$I_{\text{роб.мах}} = \frac{S_{\text{ном}} \cdot \kappa_{\text{пер}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}}}, \quad (2.7)$$

для збірних шин:

$$I_{\text{роб.мах}} = \frac{S_{\text{ном}} \cdot \kappa_{\text{пер}} \cdot \kappa_{\text{нр}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}}}, \quad (2.8)$$

для фідерів:

$$I_{\text{роб.мах}} = \frac{P_{\text{мах}} \cdot \kappa_{\text{пер}} \cdot \kappa_{\text{перс}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}} \cdot n}, \quad (2.9)$$

де $S_{\text{ном}}$ – номінальна потужність, що проходить по струмопровідних частинах;

$\kappa_{\text{перс}}$ – коефіцієнт перспективи;

$\kappa_{\text{нр}}$ – коефіцієнт нерівномірності;

$U_{\text{ном}}$ – номінальна напруга струмопровідних частин;

n – кількість фідерів .

Розрахунки та їх результати наведені у таблиці 2.4

Таблиця 2.4 – Розрахунок максимальних робочих струмів приєднань

№ п/п	Найменування приєднання або шин	Розрахункова формула і цифрова підстановка	Результати $I_{роб.мах}$, А
1	2	3	4
1	Вводи в РП – 150 кВ	$I_{рмах} = \frac{S_{махш100}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном}} = \frac{96000}{\sqrt{3} \cdot 150}$	504
2	ГПТ сторона високого напруги 150 кВ	$I_{рмах} = \frac{S_{ном.тр}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном}} = \frac{40000}{\sqrt{3} \cdot 150}$	209,95
3	ГПТ сторона середньої напруги 10 кВ	$I_{рмах} = \frac{S_{ном} \cdot k_{нр}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном}} = \frac{40000 \cdot 0,2}{\sqrt{3} \cdot 10}$	461,88
4	ГПТ сторона низької напруги 6 кВ	$I_{рмах} = \frac{S_{ном} \cdot k_{нр}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном}} = \frac{40000 \cdot 0,2}{\sqrt{3} \cdot 6}$	839,78
5	Збірні шини 10 кВ і секційний вимикач	$I_{рмах} = \frac{S_{ном.тр} \cdot k_{нр}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном}} =$ $= \frac{40000 \cdot 0,2}{\sqrt{3} \cdot 10}$	461,88
6	Районні споживачі 10 кВ одного фідера	$I_{рмах} = \frac{P_{мах} \cdot \kappa_{пер} \cdot \kappa_{перс}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot n} =$ $= \frac{2800 \cdot 1,4 \cdot 1,3}{\sqrt{3} \cdot 10 \cdot 6}$	49,04
7	Сторона 10 кВ ТСН	$I_{рмах} = \frac{S_{номТСН} \cdot \kappa_{пер}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном}} =$ $= \frac{400 \cdot 1,4}{\sqrt{3} \cdot 10}$	32,33
8	Сторона 0,4 кВ ТСН	$I_{рмах} = \frac{S_{номТСН}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном}} =$ $= \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 0,4}$	577,35

2.4 Вибір струмоведучих частин

Результати вибору занесемо до таблиці 2.5

Таблиця 2.5 – Вибір струмоведучих частин

№ п/п	Найменування приєднань	$U_{ном}$, кВ	$I_{р max}$, А	Тип струмопровідних частин	$I_{дон}$, А	Тип ізолятора
1	Вводи в РП-150 кВ	150	504	АС-185/24	520	ПС-70Е
2	ГПТ сторона високої напруги 150 кВ	150	209,95	АС -150/19	450	ПС-70Е
3	ГПТ сторона середньої напруги 10 кВ	10	461,88	2ААБЛГ-3х240	2х270 (540)	ОНШ-10-6
4	ГПТ сторона низької напруги 6 кВ	6	839,79	2АПвПг-1х185	2х490 (980)	ПС-70Е
5	Районні споживачі 10 кВ одного фідера	10	49,04	АВВГ-3х16	60	ОНШ-10-6
6	Сторона 10 кВ ТСН	10	32,33	ААБЛГ-3х120	185	ОНШ-10-6
7	Сторона 0,4 кВ ТСН	0,4	577,35	2АСГГ-3х120+1х50	700	

Перевірка струмопровідних частин на термічну стійкість

Всі струмопровідні частини перевіряють на термічну стійкість.

Умова вибору:

$$q_{\text{вибр.}} \geq q_{\text{min}}, \quad (2.10)$$

де $q_{\text{вибр.}}$ – перетин дроту, вибраний по ПУЕ,

q_{\min} – мінімальний перетин дроту при нагріванні його до максимальної температури.

$$q_{\min} = \frac{\sqrt{B_{\kappa}}}{C}, \quad (2.11)$$

де B_{κ} – тепловий імпульс струму короткого замикання, $\kappa A^2 \cdot c$,

C – постійний коефіцієнт, $C_{ал} = 90$,

$$B_{\kappa} = I_{\kappa}^2 \cdot (t_{откл} + T_a), \quad (2.12)$$

де T_a – аперіодична складова струму КЗ, $T_a = 0,05$ с,

$$t_{откл} = t_y + t_{ср.р}, \quad (2.13)$$

де t_y – час уставки (0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5);

$t_{ср.р}$ – час спрацьовування реле, $t_{ср.р} = 0,08$ с.

Приклад перевірки для введення в ВРП-110 кВ:

$$I_{\kappa} = 4,016 \text{ кА} \quad T_a = 0,05 \text{ с} \quad t_y = 2,5 \text{ с},$$

$$t_{откл} = 2,5 + 0,08 = 2,58 \text{ с},$$

$$B_{\kappa} = 4,016^2 \cdot (2,58 + 0,05) = 42,42 \text{ кА}^2 \cdot \text{с},$$

$$q_{\min} = \frac{\sqrt{42,42}}{90} \cdot 10^3 = 72,37 \leq q_{\text{вибр}} = 185 \text{ – умова виконується.}$$

У разі невиконання умови вибирається дріт більшого перетину і робиться перерахунок. Результати розрахунків зводимо в таблицю 2.6.

Таблиця 2.6 – Перевірка струмопровідних частин на термічну стійкість

№ п/п	Найменування приєднань	$U_{ном}$, кВ	Тип струмопровідних частин	$t_{откл}$, с	B_k , $кА^2 \cdot с$	q_{min} , $мм^2$
1	Вводи в РП-150 кВ	150	АС-185/24	2,58	42,42	72,37
2	ГПТ сторона високої напруги 150 кВ	150	АС -150/19	2,58	42,42	72,37
3	ГПТ сторона середньої напруги 10 кВ	10	2ААБЛГ-3х240	1,08	171,79	145,63
4	ГПТ сторона низької напруги 6 кВ	6	2АПвПг-1х185	1,08	76,43	97,14
5	Районні споживачі 10кВ одного фідера	10	АВВГ-3х16	0,58	95,78	108,74
6	Сторона 10 кВ ТСН	10	ААБЛГ-3х120	0,58	95,78	108,74
7	Сторона 0,4 кВ ТСН	0,4	2АСГТ-3х120+1х50	0,58	61,88	87,41

Перевірка на корону гнучких провідників 150 кВ

Умова перевірки на корону гнучких провідників:

$$U_{кор} \geq U_{ном}, \quad (2.14)$$

де $U_{ном}$ – номінальна напруга провідників, кВ;

$$U_{кор} = 84,6 \cdot m_o \cdot m_n \cdot \delta \cdot r_{пр} \cdot l_g \left(\frac{D_{ср}}{r_{пр}} \right), \quad (2.15)$$

де $U_{кор}$ – напруга, при якій виникає корона, кВ;

m_o – коефіцієнт однопроволочності, $m_o = 0,85$

m_n – коефіцієнт погодних умов, $m_n = 0,85$

δ – коефіцієнт атмосферного тиску, $\delta = 1$

$r_{\text{пр}}$ – радіус дроту, м,

$$r_{\text{пр}} = \sqrt{\frac{S}{\pi}}, \quad (2.16)$$

$D_{\text{ср}}$ – середня відстань між дротами в трифазній системі,

$$D_{\text{ср}} = 1,26 \cdot D$$

для 150 кВ $D = 2,5$ м

Приклад перевірки на корону для введів в РП – 150 кВ, АС – 185.

$$r_{\text{пр}} = \sqrt{\frac{S}{\pi}} = \sqrt{\frac{185}{3,14}} = 7,68 \text{ см} = 0,77 \text{ м}$$

$$D_{\text{ср}} = 1,26 \cdot D = 1,26 \cdot 2,5 = 3,15 \text{ м}$$

$$U_{\text{кор}} = 84,6 \cdot 0,85 \cdot 0,85 \cdot 1 \cdot 0,77 \cdot \lg\left(\frac{3,15}{0,0077}\right) = 122,93 \text{ кВ}$$

Занесемо результати до таблиці 2.7.

Таблиця 2.7 – Перевірка на корону

№ п/п	Найменування приєднань	$U_{\text{ном}}$, кВ	Тип струмопровідних частин	$r_{\text{пр}}$, м	$D_{\text{расч}}$, м	$U_{\text{кор}}$, кВ
1	Вводи в ВРП-150 кВ	150	АС-185/24	0,0077	3,15	122,93
2	ГПТ сторона високої напруги 150 кВ	150	АС -150/19	0,0069	3,15	110,15

2.5 Вибір обладнання понад 1000 В

Вибір вимикачів

Умови вибору вимикачів:

$$1. \quad U_{ном} \geq U_{роб}, \quad (2.17)$$

де $U_{ном}$ – номінальна напруга вимикача, В;

$U_{роб}$ – робоча напруга приєднання, В.

$$2. \quad I_{ном} \geq I_{робмах}, \quad (2.18)$$

де $I_{ном}$ – номінальний струм вимикача, кА;

$I_{робмах}$ – робочий струм приєднання, кА.

$$3. \quad I_{номоткл} \geq I_{к}, \quad (2.19)$$

де $I_{номоткл}$ – номінальний струм відключення вимикача, кА;

$I_{к}$ – струм короткого замикання, А.

$$4. \quad i_{дин} \geq i_{уд}, \quad (2.20)$$

де $i_{дин}$ – струм динамічної стійкості, кА;

$i_{уд}$ – найбільше значення повної амплітуди струму КЗ, яке вимикач витримує без пошкодження, кА.

$$5. \quad I_T^2 \cdot t_T \geq B_k, \quad (2.21)$$

де I_T – струм, при протіканні якого протягом часу t , температура струмопровідних частин не перевищує допустимої для короткочасного режиму,

B_k – тепловий імпульс, с.

Результати вибору вимикачів представимо у таблиці 3.8.

Таблиця 2.8 – Вибір вимикачів

№ п/п	Найменування приєднань	$\frac{U_p}{U_n}$ кВ	$\frac{I_p}{I_n}$, А	$\frac{I_k}{I_{откл}}$ кА	$\frac{i_{уд}}{i_{дин}}$, кА	$\frac{t_{откл}}{t_T}$ с	$\frac{B_{красч}}{B_{кдоп}}$	Тип вимикача
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	ГПТ сторона високої напруги 150 кВ	150	210	4,016	10,2	2,58	42,42	ВГТ-110П-25/1250У1
		150	1250	25	102	3	1875	
2	ГПТ сторона середньої напруги 10 кВ	10	461,9	12,33	31,44	1,08	171,79	ВР1-10-20/630
		10	630	20	52	3	1200	
3	ГПТ сторона Низької напруги 6 кВ	6	839,8	8,224	20,56	1,08	76,43	3АН4 785-6
		6	1250	20	40	3	1200	
4	Збірні шини 10 кВ	10	461,9	12,33	31,44	1,08	171,79	ВР1-10-20/630
		10	630	20	52	3	1200	
5	Районні споживачі 10 кВ одного фідера	10	49,04	15,7	40,06	0,58	95,78	ВР1-10-20/630
		10	630	20	52	3	1200	
		27,5	1250	20	40	3	1200	
6	Сторона 10 кВ ТСН	10	35,33	15,7	40,06	0,58	95,78	ВР1-10-20/630
		10	630	20	52	3	1200	
		27,5	1250	20	40	3	1200	

Вибір роз'єднувачів

Результати вибору роз'єднувачів представимо у таблиці 2.9.

Таблиця 2.9 – Вибір роз'єднувачів

№ п/п	Найменування приєднань	$\frac{U_p}{U_n}$	$\frac{I_p}{I_n}$	$\frac{i_{уд}}{i_{дин}}$	$\frac{t_{откл}}{t_T}$	$\frac{B_{красч}}{B_{кдоп}}$	Тип роз'єднувача
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Вводи в РУ – 150 кВ	150	504	10,2	2,58	42,42	РДЗ.2-110Б/1000 УХЛ1
		150	1000	80	3	2977	
2	ГПТ сторона високої напруги 150кВ	150	209,95	10,2	2,58	42,42	РДЗ.1-110Б/1000 УХЛ1
		150	1000	80	3	2977	
3	ГПТ сторона середньої напруги 10 кВ	10	461,88	31,44	1,08	171,8	РДЗ.2-35/2000 УХЛ1
		10	2000	80	3	2977	
4	ГПТ сторона низької напруги 6 кВ	6	839,78	20,56	1,08	76,43	РДЗ.2-35/1000 УХЛ1
		6	1000	63	3	1875	

Вибір трансформаторів струму

Умови вибору трансформаторів струму:

$$1. \quad U_{ном} \geq U_{раб}, \quad (2.22)$$

$$2. \quad I_{ном} \geq I_{раб}, \quad (2.23)$$

$$3. \quad S_{2ном} \geq S_{2расч}, \quad (2.24)$$

де $S_{2ном}$ – номінальна потужність вторинної обмотки вибраного трансформатора струму в даному класі точності, ВА, $S_{2ном} = 10$ ВА кл.0,5; $S_{2ном} = 15$ ВА кл. р.

$S_{2расч}$ – споживана приладами потужність від вторинної обмотки трансформатора струму, яка визначається формулою:

$$S_{\text{приб}} = S_{\text{ка}} + S_{\text{рк}} + S_{\text{ра}}, \quad (2.25)$$

де $S_{\text{приб}}$ – потужність, споживана приладами, підключеними до вторинної обмотки.

$$S_{\text{приб}} = 0,5 + 0,0015 + 0,0015 = 0,53 \text{ ВА},$$

У обмотці кл.0,5 приведені наступні прилади:

- амперметри Е-378 $S_{2\text{НОМ}}=0,5 \text{ ВА}$
- лічильники євроальфа активної і реактивної потужності $S_{2\text{НОМ}}=0,015 \text{ ВА}$ на фазу.

$$S_{\text{приб}} = S_{\text{ка}} + S_{\text{рк}} + S_{\text{ра}} = 0,5 + 0,015 + 0,015 = 0,53 \text{ ВА};$$

$S_{\text{конт}}$ – потужність, що втрачається в контактах ланцюга приладів, підключених до трансформатора струму; ВА.

$$S_{\text{конт}} = I_{2\text{НОМ}}^2 \cdot \rho_{\text{конт}}, \quad (2.26)$$

$$S_{\text{дід}} = 5^2 \cdot 0,1 = 2,5 \text{ ВА},$$

$I_{2\text{НОМ}}^2$ - номінальний вторинний струм, $I_{2\text{НОМ}}=5 \text{ А}$;

$\rho_{\text{конт}}$ - опір контактів, $\rho_{\text{конт}}=0,1 \text{ Ом}$;

$S_{\text{пров}}$ - потужність, що втрачається в з'єднанні дротів між трансформатором струму і приладами;

$$S_{\text{пров}} = I_{2\text{ном}}^2 \cdot \rho \cdot \frac{\sqrt{3} \cdot l}{q}, \quad (2.27)$$

$$S_{\text{пров}} = 5^2 \cdot 0,028 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{\sqrt{3} \cdot 4}{4 \cdot 10^{-6}} = 1,21 \text{ ВА};$$

ρ - опір алюмінієвого кабелю типа АКВВТ - 4х4, $\rho = 0,028 \cdot 10^{-6}$

q – перетин цього кабелю, м,

l – довжина цього кабелю, $l = 4$ м,

$$S_{2\text{расч}} = 0,53 + 2,5 + 1,21 = 4,24 \leq 10 - S_{2\text{ном}}.$$

Отже, трансформатор проходить по класу 0,5.

Результати вибору заносимо до таблиці 2.10.

Таблиця 2.10 – Вибір трансформаторів струму

№ п/п	Найменування приєднань	$\frac{U_p}{U_n}$, кВ	$\frac{I_p}{I_n}$, А	$\frac{i_{y0}}{i_{дин}}$, кА	$\frac{t_{откл}}{t_T}$, с	$\frac{B_{крозрах}}{B_{кдоп}}$	Тип трансформатора струму
1	2	3	4	5	6	7	8
1	ГПТ сторона високої напруги 110 кВ	110	209,9	10,2	2,58	42,42	ТФЗМ-150Б-IV 0,5/10р/10р/10р -600/5У1
		110	600	84	3	2028	
2	ГПТ сторона середньої напруги 10 кВ	10	461,9	31,4	1,08	171,79	ТЛК-10-5- 0,5/10р 600/5
		10	600	81	3	2977	
3	ГПТ сторона низької напруги 6 кВ	6	839,8	20,6	1,08	76,43	ТФЗМ-6А-У1 0,5/10р-1000/5
		6	1000	134	3	4107	
4	Збірні шини 10 кВ	10	461,9	31,4	1,08	171,79	ТЛК-10-5- 0,5/10р 600/5
		10	600	81	3	2977	
5	Районні споживачі 10 кВ одного фідера	10	49,04	31,4	0,58	95,78	ТЛК-10-5- 0,5/10р 100/5
		10	100	52	3	300	

Вибір трансформаторів напруги

Умови вибору трансформаторів напруги:

$$1. U_{2\text{ном}} \geq U_{\text{роб}}, \quad (2.28)$$

$$2. S_{2\text{ном}} \geq S_{\text{роб}}. \quad (2.29)$$

Результати розрахунків представлені в таблиці 2.11.

Таблиця 2.11 – Вибір трансформаторів напруги

Найменування приєднань	Тип трансформатора	U _{ііі} обмоток, В			Номінальна потужність у класі			Кількість ТН
		Первинна	Вторинна		0,5	1,0	3,0	
			осн.	доп.				
ВРУ-150 кВ	НКФ-110-83У1	$\frac{110000}{\sqrt{3}}$	$\frac{110}{\sqrt{3}}$	100	400	600	1200	2
ЗРУ-10 кВ	НАМИ-10У2	10000	100	$\frac{100}{3}$	150		150	4
	НОЛ.08-10УХЛЗ	10000	100 (110)		75	150	300	4
ЗРУ-6 кВ	ТЈС7	27500	100		75			4

3 ВЛАСНІ ПОТРЕБИ ПІДСТАНЦІЙ

Під власними потребами розуміють всі допоміжні пристрої, необхідні для експлуатації їхніх основних агрегатів у нормальних і аварійних режимах.

Допоміжні пристрої власних потреб залежно від їхньої відповідальності для роботи електроустановки підрозділяють на відповідальні й невідповідальні. Відповідальними пристроями власних потреб являються такі, припинення роботи яких навіть на незначний час приводить до зниження потужності або зупинці основних агрегатів. Невідповідальними пристроями власних потреб являються такі, перерва роботи яких на якийсь час не викликає ні зупинки, ні зниження потужності електроустановки.

До схем живлення установок власних потреб, як і до будь-якої схеми, висувають наступні вимоги: забезпечення досить високої надійності живлення споживачів власних потреб; простота виконання й невелика вартість; простота експлуатації й малі експлуатаційні витрати; безпека обслуговування. Надійна робота електроустановок багато в чому залежить від правильного виконання схеми електричних з'єднань власних потреб.

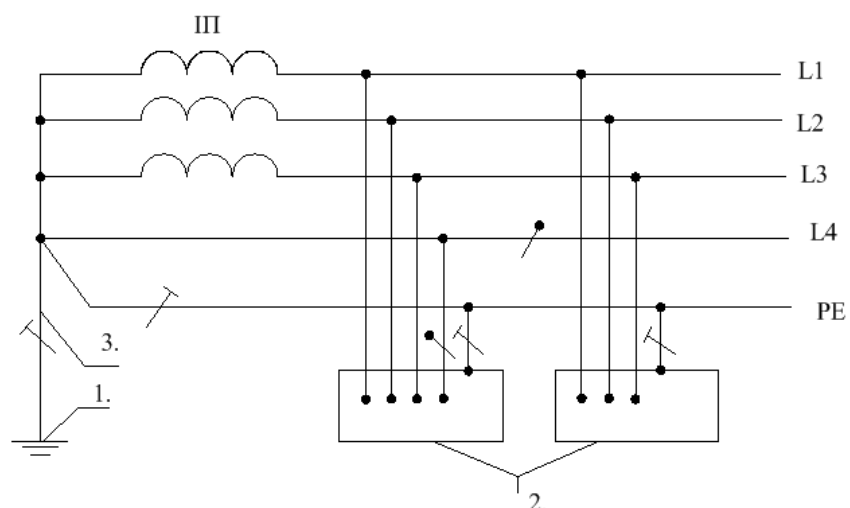
Живлення споживачів власних потреб електроустановок може бути індивідуальне, групове й змішане. При індивідуальному живленні кожний споживач приєднують за допомогою кабелю безпосередньо до шин власних потреб відповідної напруги. При груповому живленні групу споживачів живлять від групових розподільних пристроїв - збірок, а останні приєднують індивідуальними кабелями до шин власних потреб. Споживачів приєднують до групових складань порівняно короткими провідниками невеликого перерізу. Порівнюючи індивідуальний і груповий способи приєднання, неважко побачити, що при першому способі потрібен більша витрата кабелів, але проте забезпечується більша надійність живлення споживачів, чим при другому способі. У той же час другий спосіб вимагає додаткових витрат на

виготовлення групових щитків і установку додаткового захисту по ступеням живлення. У цей час широко застосовують змішане живлення, коли найбільш відповідальних споживачів підключають безпосередньо до шин власних потреб, а інших – до групових щитків.

Для живлення сукупності допоміжних пристроїв і електричної частини підстанцій, що відноситься до них і лінійних пристроїв електропостачання на кожній підстанції передбачається мережа власних потреб змінного струму до 1000 А.

Під допоміжними пристроями й електричною частиною підстанцій, що відноситься до них розуміються пристрої підігріву приводів комутаційних апаратів, електроопалення, вентиляція й освітлення будинків (також і мобільних), зовнішнє освітлення відкритих розподільних пристроїв і території, устаткування призначене для виконання технічного обслуговування й ремонту підстанції, а також система оперативного струму.

Для живлення власних потреб знов споруджуваних й реконструйованих підстанцій передбачається трифазна мережа змінного струму із системою струмоведучих провідників і заземлення TN-S по ГОСТР50571.2 номінальною напругою 0,4 кВ рис. 3.1.



ІСТ - джерело живлення L1, L2, L3 - лінійні (фазні) провідники; 1 - заземлювач джерела живлення; 2 - відкриті провідні частини; 3 - захисний незаземлюючий провідник

Рисунок 3.1 – Трифазна мережа змінного струму із системою струмоведучих провідників і заземлення TN-S

Для живлення власних потреб раніше споруджених підстанцій збережена трифазна мережа змінного струму іншої номінальної напруги з іншою системою струмоведучих провідників і заземлення. ТВП підстанцій застосовуються трифазні зі схемою з'єднання обмоток низької напруги «зірка». Виводи нейтралей обмоток низької напруги баки масляних і кожухи сухих трансформаторів власних потреб заземлюються на один і той же заземлюючий пристрій.

3.1 Трансформатори власних потреб (ТВП)

Обмотки вищої напруги ТВП підключаються через вимикачі до різних секцій збірних шин трифазних розподільних пристроїв 6, 10 або 35 кВ. При наявності на одній і тій же підстанції декількох розподільних пристроїв зазначених класів напруг перевага повинна віддаватися розподільним пристроям напругою до 10 кВ включно.

Вимикачі обладнані автоматичним включенням резерву (АВР). Як джерело живлення для мережі власних потреб на підстанціях із двома понижувальними трансформаторами (двома випрямними агрегатами) встановлюють не менше двох ТВП. При відключенні будь-якого ТВП потужність тих, що залишилися в роботі повинна забезпечити, з урахуванням навантажувальної здатності трансформаторів, живлення всіх споживачів ВП. Рекомендують передбачати резервування шини ВП по лінії повздовжнього електропостачання або ДПР від сусідньої підстанції, а також від місцевих мереж електропостачання.

На підстанціях слабо завантажених ліній допускається встановлювати один трансформатор ВП з резервуванням оперативної напруги 380/220 В по ПЛ повздовжнього електропостачання від сусідньої підстанції, або від іншого незалежного джерела. При цьому потужність джерела резервного

живлення повинна забезпечувати роботу кіл керування, захисту та апаратури телемеханіки та зв'язку. Потужність ТВП визначається за навантаженням на п'ятий рік експлуатації і, як правило, становить не більше:

- на підстанціях з вищою напругою до 35 кВ включно:

1) для основних ТВП - 250 кВА;

2) для резервних ТВП - 160 кВА;

- на підстанціях з вищою напругою 110 кВ або 220 кВ:

1) для основних ТВП - 400 кВА;

2) для резервних ТВП - 250 кВА.

При виборі потужності основних трансформаторів власних потреб урахується можливість підключення до мережі ВП пересувних електроустановок, призначених для обробки масла, зварювальних робіт і випробувань устаткування.

Живлення споживачів від шин ВП 380/220 В не допускається.

3.2 Акумуляторна батарея

На підстанціях передбачається установка тільки свинцево-кислотних акумуляторів. Свинцево-кислотний одиничний акумуляторний елемент складається з наступних основних частин: позитивні й негативні пластини, прокладки - сепаратори що ізолюють, посудина й електроліт. Активними речовинами, що беруть участь в електролітичних реакціях, є перекис свинцю PbO_2 на позитивних пластинах, губчатий свинець Pb на негативних пластинах і розчин сірчаної кислоти у воді (рис. 3.2).

Перекис свинцю й губчатий свинець мають кристалічну будова й не міцні, вони втримуються на основі у вигляді пластини або каркаса зі свинцю або сплаву свинцю із сурмою. Пластини кожної полярності спаюються сполучними смугами у дві ізольовані групи.

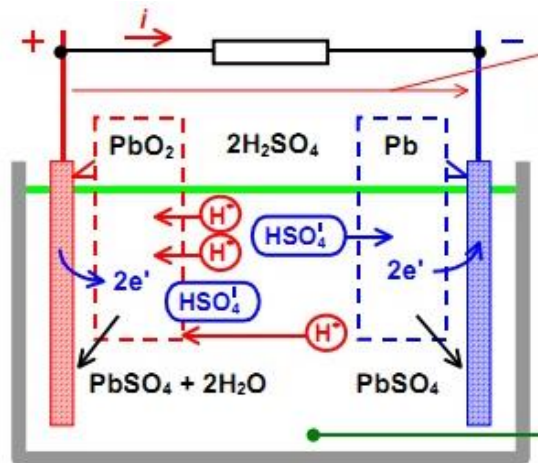


Рисунок 3.2 – Принцип роботи акумуляторної батареї

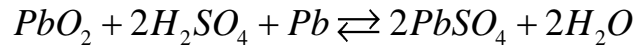
Для не виникнення к. з. між позитивними й негативними пластинами поміщають ізолюючі прокладки – сепаратори. Пластини поміщають у посудині так, щоб вони не торкалися його дна, тому що в протилежному випадку при випаданні активної маси на дно посудини між ними також відбудеться к. з.

Ємність акумулятора визначається кількістю електрики $Q_{\text{разр}}$ (А·год) яке можна одержати від зарядженого акумулятора при повному його розряді за час $t_{\text{разр}}$ (год) при струмі $I_{\text{разр}}$ (А):

$$Q_{\text{разр}} = I_{\text{разр}} \cdot t_{\text{разр}}$$

Номінальна ємність акумуляторного елемента – ємність при 10 годинному розряді. Тобто ємність елемента – величина змінна, залежна від розрядного струму. Зі збільшенням розрядного струму ємність зменшується й навпаки. Ємність акумуляторних батарей, зібраних з одиничних елементів, визначається сумарною ємністю всіх позитивних пластин у банку. Число послідовно з'єднаних банок - елементів у батареї визначається напругою одного елемента й напругою, що необхідна для акумуляторної батареї. З'єднані паралельно - послідовно елементи акумуляторної батареї заливають електролітом і піддають електрохімічній

обробці, у результаті чого в заряджених позитивних пластин утвориться перекис свинцю PbO_2 , а в негативних – губчатий свинець Pb . Процес заряду й розряду акумуляторної батареї представляє зворотну реакцію:



При розряді на обох пластинах утворюється сірчаноокисле з'єднання свинцю $PbSO_4$ і виділяється вільна вода, що знижує концентрацію електроліту. Реакція заряду відбувається при проходженні струму через акумуляторну батарею від стороннього джерела постійного струму, підключеного до затискачів батареї однойменної полярності. Заряд вважається закінченим, якщо при не відключеному заряджаючому джерелі живлення напруга на елементі встановилась рівною зарядній напрузі для даного типу акумуляторів. Розряд акумуляторної батареї допускається до напруги на елементі для даного типу акумуляторів (таблиця 3.1).

Таблиця 3.1 – Технічні данні акумуляторних батарей типу OPzS

Тип АБ	Значення струму і ємності при режимах розряду до припустимої кінцевої напруги 1,87 В									
	10-ти год.		5-ти год.		3-х год.		1-год.		0,5-год.	
	Струм А	Ємність А·год	Струм А	Ємність А·год	Струм А	Ємність А·год	Струм А	Ємність А·год	Струм А	Ємність А·год
2 OPzS100	10,0	100	16,6	83	23,5	70,5	52,0	52,0	70,0	35,0
3 OPzS150	15,0	150	25,8	129	36,9	110,7	70,2	70,2	96,0	48,0
4 OPzS200	20,0	200	34,4	172	49,2	147,6	93,6	93,6	128,0	64,0
5 OPzS250	25,0	250	43,0	215	61,5	184,5	117,0	117,0	160,0	80,0
6 OPzS300	30,0	300	51,6	258	73,8	221,4	140,4	140,4	192,0	96,0
5 OPzS350	35,0	350	63,0	31	88,0	264,0	166,5	166,5	217,0	108,5
6 OPzS420	42,0	420	75,6	378	105,6	316,8	199,8	199,8	260,4	130,2
5 OPzS500	49,0	490	88,2	441	123,2	369,6	233,1	233,1	303,8	151,9
6 OPzS600	60,0	600	103,0	515	144,6	433,8	260,4	260,4	331,2	165,6
8 OPzS800	80,0	800	137,6	688	192,8	578,4	347,2	437,2	441,6	220,8
10OPzS1000	100,0	1000	172,0	860	241,0	723,0	434,0	434,0	552,0	261,0
12OPzS1200	120,0	1200	206,4	1032	289,2	867,6	520,8	520,8	664,4	331,2



Рисунок 3.3 – Загальний вигляд акумуляторної батареї

Батарея заряджена, але є також споживачем енергії. Через неї проходить невеликий підзарядний струм, що компенсує саморозряд. Час від часу при спрацьовуванні приводів вимикачів на тривалий струм накладаються короткочасні струми, на які перетворювач не розрахований. Ці короткочасні струми приймає на себе батарея, на короткий час вона переходить у режим розряду.

Під режимом роботи акумуляторної батареї розуміють метод її заряду й метод розряду. Тобто застосовують метод «постійного підзаряду». Сутність його полягає в тім, що спочатку акумуляторну батарею заряджають від двох зарядно-підзарядних пристроїв (ЗПП) до відповідної величини ємності й стійкої напруги на один елемент для даного типу акумуляторів. Після цього акумуляторна батарея й один ЗПП працюють паралельно на навантаження підключених споживачів.

Робота акумуляторної батареї по режиму постійного підзаряду забезпечує надійність живлення оперативних кіл, тому що батарея перебуває завжди в зарядженому стані.

На існуючих підстанціях застосовують відкриті акумулятори типу СК рисунок 3.4 (З - стаціонарні, ДО - для коротких розрядів).

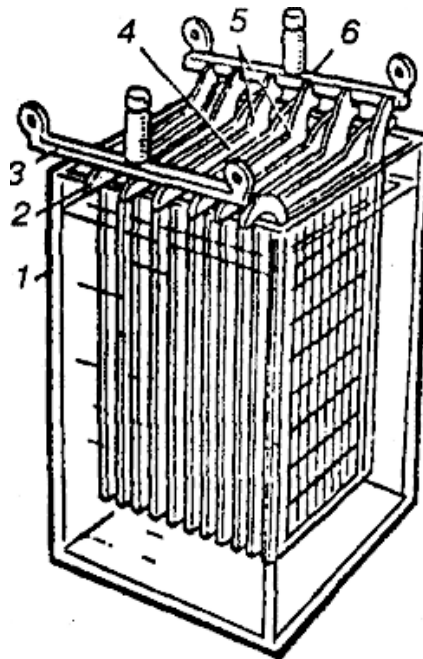


Рисунок 3.4 – Свинцево-кислотний акумулятор типу СК

Свинцево-кислотний акумулятор типу СК складається з позитивних 4 і негативних 5 пластин, поміщених у посудину 1 з електролітом. Кожна позитивна пластина 4 поміщена між двома негативними 5. Середні позитивні й негативні пластини мають по дві активні сторони, а крайні негативні – тільки одну активну сторону. Це роблять із метою створення однакових умов роботи позитивних пластин.

Таким чином, число негативних пластин завжди на одну більше позитивних. Пластини кожної полярності об'єднують сполучними смугами 3 і 6 у дві ізольовані групи й виступами 2 вільно обпираються на краї посудин.

На знов споруджуваних й реконструйованих підстанціях як джерело постійного оперативного струму передбачають закриті акумуляторні батареї.

«Енерго» АТ - один з найбільших виробників свинцево-кислотних акумуляторів у Європі.

Класичні свинцево-кислотні акумулятори серії OPzS відносяться до класу свинцево-кислотних батарей з рідким електролітом, виготовляють як у вигляді моноблоків, так і окремих елементів, представлених на рисунку 3.5.

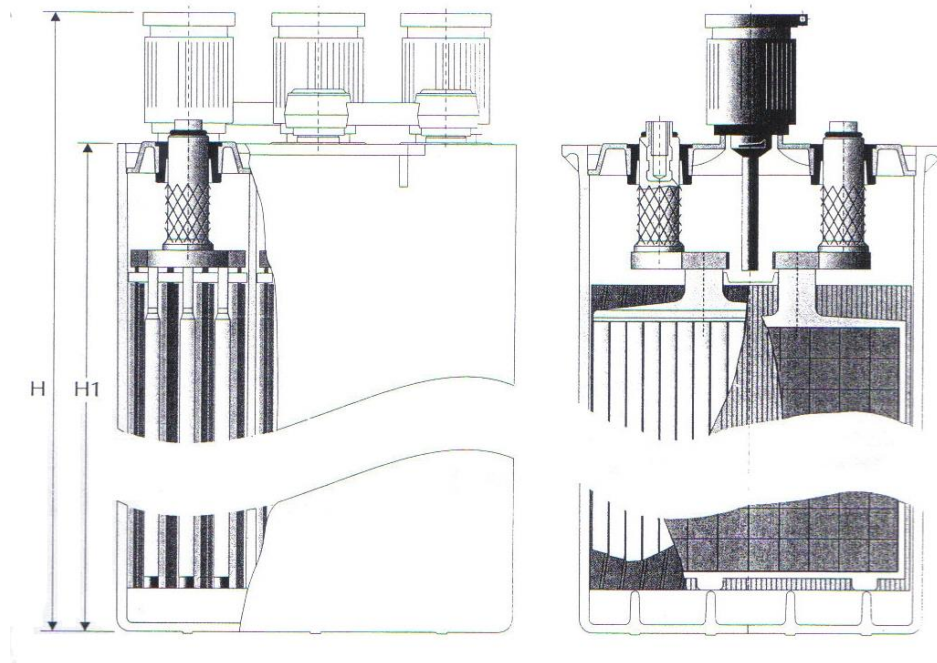


Рисунок 3.5 – Свинцево-кислотний акумулятор OPzS

Позитивний електрод батареї типу *OPzS* – трубчаста пластина. Ґрати відливаються машинами для лиття під тиском зі спеціального свинцевого сплаву. Після насадження пакетів труб із пластмаси. Свинець у формі порошку завантажується вібраторами в простір між траверсами ґрат і стінкою труби. Цей свинцевий порошок перетворюється в ході електрохімічного процесу, так званого формування, в окис свинцю й утворює, таким чином, активну масу.

Негативний електрод – пастирована ґратчаста пластина. Ґрати, відлиті зі свинцевого сплаву і являється носієм маси, а також електричним провідником, покривається активною масою у вигляді пасти, зробленої з порошку окису свинцю. У процесі формування паста перетворюється в чистий свинець, що відрізняється пористою структурою з великою поверхнею і який міцно з'єднується із ґратами.

Сепаратор з мікропористого матеріалу й гофрований, перфорований аркуш із пластмаси відокремлюють обидва електроди один від одного, забезпечують певну відстань між ними й запобігають короткому замиканню. Більша пористість сепаратора, однак, забезпечує гарний потік іонів в електроліті від одного електрода до іншого.

Разом із сепаратором комплект позитивних і негативних пластин відповідної полярності приварюються до полюсних містків і з'єднуються паралельно.

Баки для електролітів складаються із прозорих, стійких до ударів і кислот пластмаси або ебоніту. Вони щільно закриваються кришкою з того ж матеріалу. Отвори в кришці оснащені пористими керамічними пробками, що очищають газ від крапель електроліту, що може виходити в ході заряду.

Батарея типу OPzS вимагає вкрай незначного техобслуговування, Воно обмежується оптичною оцінкою пакетів пластин через прозорий бак, періодичним виміром напруги на елементах і щільності кислоти, а також доливкою чистої води, коли досягнута низька оцінка рівня електроліту.

Доливка чистої води необхідна через кожні 1-3 роки.

У режимі безперервної роботи батареї типу OPzS постійно заряджаються напругою від 2,23 до 2,25 В. Цієї напруги досить, щоб повністю зарядити батарею після розряду. Керамічні пробки на отворах для заливання мають подвійну функцію: вони очищають газ, що утвориться, і захищають елемент від зворотного запалювання. У випадку запалювання вихідної займистої газової суміші, що складається з водню й кисню, полум'я не може проникнути в елементи через пористу керамічну пробку.

Позначення акумуляторної батареї $108 \times 4OPzS200$

108 – число стаціонарних елементів;

4 – число позитивних пластин;

z – тип акумулятора із трубчастим позитивним електродом;

200 – номінальна ємність 200 Ач у режимі 10 годинного розряду.

Деякі конструктивні й технічні дані наведені в таблицях 1.1, 1.2.

Для комплектації батарей джерел постійного струму на електричних станціях і підстанціях широко використовуються стаціонарні свинцево-кислотні герметичні акумуляторні батареї, що не обслуговуються, типу LS Харківського акумуляторного заводу «Владар», представлених на рисунку 3.6.

Таблиця 3.2 – Конструктивні данні акумуляторних батарей типу OPzS

Тип АБ	Ємність, А·год	Габаритні розміри, мм			Маса без електроліту, кг	Об'єм (маса) електроліту, кг
		Довжина	Ширина	Висота		
2 OPzS100	100	103	206	420	8,15	4,9
3 OPzS150	150	104	206	420	10,5	4,3
4 OPzS200	200	103	206	420	12,4	4,9
5 OPzS250	250	124	206	420	15,4	6,0
6 OPzS300	300	145	206	420	17,1	7,2
5 OPzS350	350	124	206	520	18,4	7,9
6 OPzS420	420	145	206	520	22,1	9,4
5 OPzS500	500	145	206	698	25,2	10,9
6 OPzS600	600	145	206	698	31,9	12,9
8 OPzS800	800	210	191	698	44,4	16,9
10 OPzS1000	1000	210	233	698	53,5	21,1
12 OPzS1200	1200	210	275	698	62,8	25,2

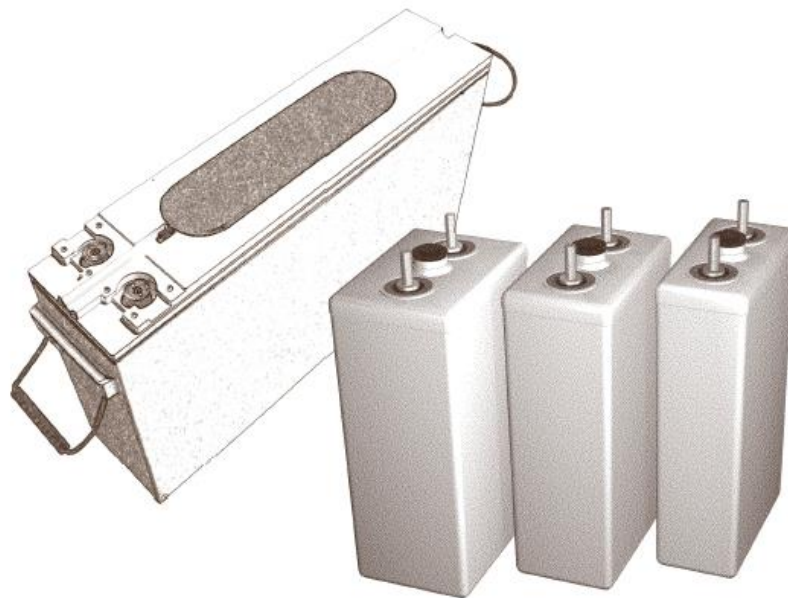


Рисунок 3.6 – Свинцево-кислотний акумулятор типу LS

У герметичних не обслуговуваних на протязі всього терміну служби акумуляторах типу LS використовується електроліт, іммобілізований у вигляді гелю.

Електроди представляють із себе пастировані ґратчасті пластини складної променевої геометрії зі свинцево-кальцієво-оловянистого сплаву. Мікропористий сепаратор DARK-5000 виробництва фірми DRAMI (Німеччина) зі стекломатом, має вкрай низький електричний опір, запобігає опливанню активної маси.

Корпус і кришка виготовляються з ударного міцного морозистого ABS- пластику. Спеціальна пробка з регулювальним клапаном забезпечує підтримку надлишкового тиску усередині батареї й рекомбінацію кисню, що виділяється в процесі роботи, і, як наслідок, втрат води. Це приводить до повної відсутності викидів пар кислоти в навколишнє середовище при роботі батареї.

Сірчаноокислотний електроліт іммобілізований у вигляді гелю, що сприяє відсутності його витоку навіть при ушкодженні корпусу.

Батарея не вимагає доливки води й перевірки рівня електроліту, що дає можливість безпечної експлуатації батарей в одному приміщенні із іншим устаткуванням і персоналом.

При паралельному резервному режимі джерело постійного струму й батарея підключені завжди паралельно.

При цьому зарядна напруга є одночасно й напругою експлуатації батареї, і напругою споживачого встаткування. У паралельному резервному режимі джерело постійного струму завжди в стані забезпечити максимальний струм споживача й заряд батареї. Батарея розряджається тільки тоді, коли не працює джерело постійного струму. Варто виставити зарядну напругу 2,25 В кількість 2- вольтових елементів у батареї.

У буферному режимі експлуатації джерело постійного струму не завжди може забезпечити максимальний струм споживача. Струм споживання часом може перевищувати номінальний струм споживання

джерела постійного струму, тоді батарея забезпечує дане перевищення.
Технічні дані батареї наведені в таблиці 3.3:

Таблиця 3.3 – Технічні данні акумуляторних батарей типу LS

Тип	Режим розряду											
	Кінцева напруга (Us) 1,80 В						Кінцева напруга (Us) 1,75 В					
	10-год.		5- год.		3- год.		1- год.		0,5-год.		0,25- год.	
	Струм, А	Єм-сть, Агод	Струм, А	Єм-сть, Агод	Струм, А	Єм-сть, Агод	Струм, А	Єм-сть, Агод	Струм, А	Єм-сть, Агод	Струм, А	Єм-сть, Агод
LS02240G	24	240	69,6	198	60	180	120	120	168	84	212	53
LS02300G	30	300	49,5	247,5	75	225	150	150	210	105	264	66
LS02360G	36	360	59,4	297	90	270	180	180	252	126	335	83,7
LS02560G	56	560	92,4	465	140	420	280	280	392	196	492,8	132,2
LS02600G	60	600	108	640	150	450	300	300	420	204	528	122
LS02640G	64	640	105	528	160	480	320	320	448	224	563,2	142
LS02900G	90	900	162	810	225	675	450	450	630	306	792	198

Позначення акумуляторної батареї

LS 02 200 G1

L – свинцево-кислотна батарея;

S – стаціонарна;

02 – номінальна напруга, В;

200 – номінальна ємність в Ач у режимі 10 годинного розряду;

G – електроліт іммобілізований у вигляді гелю.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ ПРИ МОНТАЖІ АКАМУЛЯТОРНОЇ БАТАРЕЇ

На підстанціях для живлення таких споживачів власних потреб, як зовнішнє та внутрішнє освітлення, нагрівальні пристрої високовольтних вимикачів і їхніх приводів, ланцюгів обдуву трансформаторів і ін. використовуються джерела електричної енергії змінного струму, а для живлення ланцюгів керування, сигналізації, захисту, аварійного освітлення - джерела електричної енергії постійного струму.

Джерелом оперативного постійного струму служить акумуляторна батарея, що забезпечує більшу надійність живлення пристроїв, тому що завжди готова до дії незалежно від стану основних агрегатів електроустановки.

На підстанціях передбачається установка тільки свинцево-кислотних акумуляторів. Свинцево-кислотний електричний акумулятор являє собою електрохімічний апарат (накопичувач енергії), у який спочатку електрична енергія накопичується в певний запас хімічної енергії, а потім запасена хімічна енергія перетворюється в електричну.

Одиничний акумуляторний елемент складається з наступних основних частин: позитивної й негативної пластин, поміщених у посудину, ізолюючих прокладок, електроліту. Активними речовинами, що беруть участь в електрохімічних реакціях є перекис свинцю PbO_2 на позитивних пластинах, губчатий свинець Pb на негативних пластинах і розчин сірчаної кислоти у воді.

Перекис свинцю та губчатий свинець мають кристалічну будову й не міцні. Вони втримуються на основі у вигляді пластини або каркаса зі свинцю або сплаву свинцю із сурмою. Пластини кожної полярності сполучаються сполучними смугами у дві ізольовані групи. Для запобігання КЗ між

позитивними й негативними пластинами поміщають ізолюючі прокладки - сепаратори. Пластини поміщають у посудині так, щоб вони не торкалися його дна, тому що в протилежному випадку при випаданні активної маси на дно посудини між ними також відбудеться КЗ.

Акумуляторну батарею характеризують наступні параметри: ємність, е.р.с. і напруга на затисках, зарядний і розрядний струм, внутрішній опір й к.к.д.

На існуючих підстанціях застосовують відкриті акумулятори типу СК (С - стаціонарні, К - для коротких розрядів). Свинцево-кислотний акумулятор типу СК складається з позитивних і негативних пластин, поміщених у посудину з електролітом. Кожна позитивна пластина поміщена між двома негативними. Число негативних пластин завжди на одну більше числа позитивних.

На підстанціях, що споруджуються, застосовують закриті акумуляторні батареї. Також широко використовуються стаціонарні свинцево-кислотні герметичні акумуляторні батареї, що не обслуговуються, типу LS (електроліт у вигляді гелю). Батарея не вимагає доливної води й перевірки рівня електроліту, що дає можливість безпечної експлуатації батареї в одному приміщенні із іншим устаткуванням і персоналом.

Перед тим як ввести в дію нову акумуляторну батарею необхідно демонтувати стару акумуляторну батарею та провести демонтаж стелажів. Введенню в експлуатацію нової акумуляторної батареї передують такі операції:

- приготування електроліту;
- заповнення елементів приготуванням електролітом;
- підключення до струмовипрямляча;
- початковий заряд батареї.

Електроустановки постійного струму з акумуляторами, що встановлюються на підстанціях, призначені для живлення мереж управління, автоматики і сигналізації, а також освітлення підстанції і електропостачання

деяких особливо відповідальних приєднань при порушенні нормальної роботи станції.

Акумуляторна батарея повинна встановлюватися в спеціально призначених приміщеннях. Вони не повинні мати двері або які-небудь отвори з сусідніми залами. У приміщенні природне освітлення: для вікон застосовується матове або покрите білою фарбою скло. Вхід здійснюється через тамбур. Двері тамбура відкриваються назовні і забезпечені замками, що самозакриваються. Поряд з акумуляторним приміщенням влаштована комора, де зберігається кислота, дистилююча вода, запасні частини і приладдя. Акумуляторне приміщення обладнане стаціонарною припливно-втяжною вентиляцією. Стіни і стелажі в акумуляторному приміщенні забарвлені кислотостійкою фарбою. Підлога викладена кислотостійкою плиткою, укладеною на рідкому склі. Проходи між стелажимами, для зручності обслуговуючого персоналу, не менше 1м. Температура приміщення підтримується 12 - 25°.

Ошиновка виконана мідними шинами, які прокладаються на ізоляторах. Саме приміщення повинне бути сухе і світле. Все в акумуляторному приміщенні виконано так, щоб максимально забезпечити обслуговуючий персонал від дії на його організм шкідливих і небезпечних чинників.

Шкідливий виробничий фактор - це виробничий чинник дія, якого в певних умовах може привести до захворювання і негативного впливу на здоров'я потомства. При роботі в акумуляторному приміщенні обслуговуючий персонал піддається дії таких шкідливих чинників:

- забруднення повітря робочого приміщення. Повітряне середовище, в якому живе і працює людина, є природною багатогазовою сумішшю, з якої складається атмосфера. Працездатність людини і його самопочуття залежать від складу повітря. Проводячи роботи по монтажу і капітальному ремонту стаціонарних акумуляторних батарей, той робочий, що акумулює піддається шкідливій дії свинцевого пилу, пари свинцю, пари сірчаної кислоти і їдкого

лугу. Фізіологічна дія пари і газів на організм людини залежить від їх токсичності (отруйності) і концентрації в повітрі виробничих приміщень, а також від тривалості перебування в цих приміщеннях робочих. Одночасно із забрудненим повітрям в організм людини поступає велика кількість шкідливих речовин, частина яких не віддається з повітрям, що видихається. Це, перш за все, відноситься до аерозолів, які осідають в альвеолярних каналах легенів. Гази і пари, вдихувані з повітрям, розчиняються в легеневій рідині. Поступово відбувається накопичення цих небезпечних речовин і зростає їх несприятливий вплив на організм людини. Тому шкідливі речовини, що володіють здатністю накопичуватися в організмі, при постійній їх дії на організм викликають хронічне отруєння. Накопичення шкідливих речовин відбувається в життєво важливих органах людини (печінці, селезінці, кістках і м'язах), унаслідок чого спостерігаються їх органічні зміни;

- недолік освітлення природним світлом. Людське око сприймає променисту енергію в межах довжин хвиль від 380 до 770 нм. Цю ділянку спектру називають видимою. Світловий потік поглинається сітківкою ока, де відбувається первинна трансформація променистої енергії в зорово-нервовий процес. У клітках сітківки під дією світла виникають фотохімічні реакції, які обумовлюють виникнення в зоровому нерві імпульсних струмів дії, що повідомляють залежно від своєї частоти ту або іншу інформацію корі головного мозку. Частота струмів дії залежить від освітленості сітківки ока, освітленість - від яскравості даного предмету. Через зір людина отримує близько 80% інформації. Джерела світла бувають: природні і штучні. Природне світло сприятливіше впливає на очі, оскільки не має пульсації світлового потоку, у відмінності від штучного освітлення. А чим менше пульсації, тим людина менше втомлюється. При визначенні вимог, що пред'являються до освітлення, виходять з основних властивостей зору, що припускає створення умов, що виключають стомлення зору і виникнення причин виробничого травматизму, сприяючих підвищенню продуктивності

праці;

- шум створюваний вентиляційною установкою. Шум - це суміш звуків, що шкідливо діють на організм людини. Розрізняють п'ять ступенів дії шуму на людину залежно від рівня звукового тиску. Якщо рівень звукового тиску нижче порогу чутності, то людина відчуває психологічний дискомфорт. При збільшенні рівня звукового тиску до 40-70 дБ настає психологічна область дії шуму. Цей шум викликає дратівливу дію. Він може понизити продуктивність розумової праці, погіршити самопочуття. Рівні звукового тиску 75-120 дБ проводять несприятливу фізіологічну дію. В цьому випадку страждає центральна нервова система і серцево-судинна система. Працівники, що піддаються дії такого шуму, часто скаржаться на дратівливість, головні болі, зниження уваги і пам'яті, сонливість, підвищену стомлюваність, порушення сну. Вони частіше хворіють на гіпертонію, виразкову хворобу, неврози. Постійний шум з рівнями звукового тиску більше 120 дБ може привести до акустичної травми у вигляді значного пониження слуху. При постійному шумі з рівнями 170 дБ і вище може наступити контузія, і навіть смерть.

Вимоги безпеки при роботі з обладнанням

- акумуляторна батарея повинна встановлюватися в спеціально призначених приміщеннях. Вони повинні бути: розташовані якомога ближче до зарядних пристроїв і розподільного щита постійного струму, ізольовані від попадання в нього пилу випаровувань і газу, легко доступно для обслуговуючого персоналу. Вони не повинні відокремлюватися дверима або яким-небудь отвором з сусідніми залами. Вхід здійснюється через тамбур. Двері тамбура відкриваються назовні і забезпечені замками, що самозакриваються. На дверях акумуляторного приміщення повинні бути написи: «Акумуляторна», «Вогнебезпечно», «З вогнем не входити», «Куріння забороняється». Поряд з акумуляторним приміщенням повинна бути влаштована комора, де зберігається кислота, дистильована вода, запасні частини і приладдя. У приміщенні природне освітлення: для вікон

застосовується матове або покрите білою фарбою скло.

- електрична частина акумуляторної установки повинна бути такою, щоб були забезпечені нормальні умови для роботи, а також безпека праці обслуговуючого персоналу. Стіни і стелажі в акумуляторному приміщенні забарвлені кислототривкою фарбою. Пол викладений кислотостійкою плиткою, укладеною на рідкому склі. Акумулятори повинні бути ізольовані від стелажів, а стелажі від землі за допомогою ізолюючих прокладок. Проходи між стелажимами, для зручності обслуговуючого персоналу, не менше 1 м. Відстань від акумуляторів до опалювальних приладів не менше 750 мм. Відстань між струмопровідними - не менше 0,8 м. Ошиновка повинна бути виконана мідними шинами, які прокладаються на ізоляторах. З'єднання винні виконуються зваркою. У ланцюзі акумуляторної батареї, як правило, повинен встановлюватися автоматичний вимикач, селективний захисним апаратам мережі. У приміщенні акумуляторної батареї один світильник повинен бути приєднаний до мережі аварійного освітлення. Для акумуляторної батареї передбачається блокування, що не допускає проведення заряду батареї при відключеній вентиляції. Акумуляторне приміщення повинне бути обладнане стаціонарною примусовою припливно-витяжною вентиляцією.

Необхідний об'єм повітря:

$$V = 0.07 \cdot I_{\text{зар}} \cdot n, \quad (4.1)$$

де $I_{\text{зар}}$ - найбільший зарядний струм

n - кількість елементів акумуляторної батареї

$$V = 0,07 \cdot 36 \cdot 120 = 302,4 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}.$$

Викид газів винен проводитися через шахту, що підноситься над дахом будівлі не менше 1,5 м. Відсмоктування газів винне проводитися як з

верхньої, так і з нижньої частини приміщення. Температура приміщення підтримується. Опалювання здійснюється за допомогою калорифера, розташованого зовні приміщення і що подає повітря через вентиляційний канал. Поблизу приміщення акумуляторної батареї повинні бути встановлені водопровідний кран і раковина. Над раковиною напис: «Кислоту і електроліт не зливати». Саме приміщення повинне бути сухе і світле. Все в акумуляторному приміщенні повинно бути виконано так, щоб забезпечити нормальні умови праці, а також забезпечити обслуговуючий персонал від дії на його організм шкідливих і небезпечних чинників.

Організаційними заходами, що забезпечують безпеку праці, є:

- оформлення роботи нарядом, розпорядженням або затвердженням переліку робіт, що виконуються в порядку поточної експлуатації;
- допуск до роботи;
- підготовка робочого місця;
- переклад на інше робоче місце;
- оформлення перерв в роботі і її закінчення.

Технічними заходами, що забезпечують безпеку праці, є:

- твір необхідних відключень і вживання заходів, що перешкоджають помилковому або мимовільному включенню комутаційної апаратури;
- вивішування заборонних плакатів на приводах ручного і на ключах дистанційного керування комутаційною апаратурою;
- перевірка відсутності напруги на струмопровідних частинах, які повинні бути заземлені для захисту людей від поразки електричним струмом;
- встановлення заземлення;
- огорожа, при необхідності, робочого місця або що залишилися під напругою струмопровідних частин і вивішування на огорожах плакатів безпеки.

Розглянемо ці заходи на прикладі погрупової заміни свинцево-

кислотної акумуляторної батареї. Ця робота проводиться по наряду. Наряд - написане на спеціальному бланку розпорядження на безпечне проведення робіт, яке визначає зміст роботи, місце, початок і закінчення, необхідні заходи безпеки, склад бригади і осіб відповідальних за безпечне виконання роботи.

Наряд видається на термін не більше 15 календарних днів з дня початку роботи і може бути продовжений один раз на термін не більше 15-ти календарних днів з дня продовження. Наряд виписується на керівника робіт з однією бригадою

Роботи по демонтажу і монтажу акумуляторної батареї виконуються бригадою чисельністю не меншого 2 чоловік. Робочі, ведучі монтаж акумуляторної батареї, повинні мати кваліфікацію не нижче 3 групи.

Перед відправленням бригади тих, що акумулюють на об'єкт, при ознайомленні з технічною документацією майстер акумуляторної ділянки проводить також інструктаж бригади по техніці безпеки.

Враховуючи одноманітність робіт, а також високу кваліфікацію робочих, інструктаж по техніці безпеки на робочому місці не проводиться. Працівниками, відповідальними за безпеку робіт, що виконуються при демонтажі і монтажі акумуляторної батареї, є:

- працівник, що видає наряд;
- працівник, що дає дозвіл на підготовку робочого місця;
- працівник, що готує робоче місце;
- працівник, що допускає до роботи;
- керівник робіт;
- працівник, що спостерігає за безпечним виконанням робіт;
- члени бригади

Детально технологія заміни акумуляторної батареї описана вище. Деякі заходи безпеки, які необхідно виконувати щоб уникнути отримання виробничих травм, а також псування майна:

- кислоту належить зберігати в скляних бутлях з пробками,

забезпечених бирками з її назвою. Бутлі слід розміщувати на підлозі в корзинах або дерев'яних обрешетуваннях;

- при транспортуванні скляні бутлі з кислотами і лугами повинні переносити двох працівників;
- при приготуванні електроліту кислоту слід поволі вливати тонким струменем з кухля в термостійку судину з дистиллюючою водою;
- перед початком роботи підлога акумуляторного приміщення, для оберігання його від шкідливої дії пролитої кислоти або електроліту, необхідно посипати деревною тирсою;
- всі роботи по монтажу і демонтажу свинцевий-кислотних батарей потрібно проводити в захисному одязі: грубошерстяному костюмі, береті, гумових чоботях, гумовому фартусі, захисних окулярах і гумових рукавичках.
- розпаковування і рихтування акумуляторних пластин необхідно проводити при включеній припливно-витяжній вентиляції в респіраторі;
- при роботі з скляними судинами і завантаженні пластин слід обов'язково надягати рукавиці з тканини;
- до початку робіт по зварці, акумуляторне приміщення повинне бути ретельно провентильоване протягом двох годин. Під час зварки припливно-витяжна вентиляція повинна працювати безперервно;
- перш ніж покинути акумуляторне приміщення, слід упевнитися, що вентилі кисневого і газового балонів щільно закриті;
- покидаючи акумуляторне приміщення треба обов'язково замикати двері на замок.

Таким чином, дотримуючи все вище перераховані проектні, організаційні і технічні заходи, можна забезпечити обслуговуючий персонал від дії на його організм шкідливих і небезпечних чинників або понизити їх вплив до мінімуму.

Аварійні ситуації:

- небезпека електричної травми. При експлуатації і ремонті електричного устаткування людина може опинитися в безпосередньому зіткненні з провідниками електричного струму, що знаходяться під напругою. В результаті проходження струму через людину може відбутися порушення його життєдіяльних функцій. Небезпека поразки електричним струмом посилюється тим, що, по-перше, струм не має зовнішніх ознак; по-друге, дія струму на людину в більшості випадків приводить до серйозних порушень найбільш важливих життєдіяльних систем, таких як центральна нервова, серцево-судинна і дихальна ; по-третє, дія струму викликає у людини різку реакцію відсмикування, а у ряді випадків і непритомніє. Електричний струм, проходячи через тіло людини, може надавати біологічну, теплову, механічну і хімічну дії. Біологічна дія полягає в здатності електричного струму дратувати і порушувати живі тканини організму, теплова - в здатності викликати опіки тіла, механічна – приводить до розриву тканин, а хімічна - до електролізу крові. Оцінювати небезпеку дії електричного струму на людину можна по відповідних реакціях організму. Це, перш за все відчуття, далі судорожне скорочення м'язів (больовий ефект) і, нарешті, фібриляція серця;

- вибухонебезпека. Проводячи роботи по монтажу і капітальному ремонту стаціонарних акумуляторних батарей, той, що робочий акумулятор для зварки використовує вибухонебезпечні гази (пропан-бутан, кисень). Джерелом небезпеки травм при вибухах є осколки, частини, деталі зруйнованої установки, ударна хвиля (хвиля тиску). Високотемпературне середовище служить причиною теплових опіків, а хімічно активне або агресивне середовище - хімічних опіків і отруєнь;

- небезпека рідкого електроліту. При роботах по монтажу і капітальному ремонту стаціонарних акумуляторних батарей, той робочий, що акумулятор, готує електроліт, змішуючи воду і кислоту, і заливає його в акумулятори. Кислоти і луги при попаданні на шкіру вражають її, викликаючи опіки. Пари кислоти і електроліту вражають слизисті оболонки

рота, очей і дихальних шляхів. Якщо на тіло або око потрапляє сірчана кислота, або електроліт, слід негайно промити уражене місце рясним струменем води, а потім 5% розчином соди.

5 ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ ПРИ ЗАМІНІ АКУМУЛЯТОРНОЇ БАТАРЕЇ

У кваліфікаційній роботі пропонується заміна старої акумуляторної батареї СК-12, що вичерпала свій ресурс на сучасну акумуляторну батарею типу 6OPzS420.

Для проведення заміни акумуляторної батареї недостатньо рішення тільки технічних питань. Необхідно також знати розмір трудових, матеріальних і грошових витрат на придбання і монтаж устаткування, придбання інструменту, інвентарю і так далі. Це завдання вирішується шляхом розробки кошторису на монтаж.

Кошторисна документація є невід'ємною складовою частиною проекту, яка є сукупністю розрахунків, в результаті яких визначається розмір витрат, необхідних для реалізації проекту.

Сума коштів, визначувана кошторисною документацією, називається кошторисною вартістю будівництва і монтажу. Вона визначає розмір необхідних засобів на монтаж, включаючи плановий прибуток будівельних і монтажних організацій.

Виходячи із затвердженого на стадії проектування кошторису здійснюється планування капітальних вкладень, фінансування будівництва, формування договірних цін на будівельну продукцію, визначається планова собівартість будівельно-монтажних робіт, ведуться розрахунки між підрядчиком і замовником за виконані роботи. На основі затвердженої кошторисної вартості будівництва визначається ліміт фінансування, тобто сума, у межах якої банк може фінансувати це будівництво. Кошторисні розрахунки також грають велику роль у виборі найбільш економічних варіантів проектних рішень.

У кваліфікаційній роботі визначається базисна кошторисна вартість будівельно-монтажних робіт на об'єкті, який підлягає проектуванню.

При проектуванні розробляється відомість ресурсів, локальний кошторис і виконується розрахунок базисної кошторисної вартості, яка належить до діяльності підрядчика.

Основою для складання кошторисів служать:

- параметри запроектованого об'єкту;
- перелік і об'єм будівельно-монтажних робіт;
- кошторисні норми і одиничні розцінки на відповідні види будівельно-монтажних робіт.

У складі локального кошторису окремі види будівельних робіт групуються в розділи по конструктивних елементах споруди, видах робіт і пристроїв. Порядок розміщення робіт в кошторисах і їх групування в розділи відповідають технологічній послідовності роботи.

У локальних кошторисах визначається кошторисна вартість будівельно-монтажних робіт, яка містить в собі прямі витрати, накладні витрати і планові накопичення [13].

За основу для складання локальних кошторисів беруться кошторисні норми і одиничні розцінки.

Одиничні розцінки призначені для визначення прямих витрат на виконання окремих видів робіт. У них враховуються:

- основна заробітна плата робочих;
- вартість експлуатації механізмів, витрати на матеріали, що привезли, деталі і конструкції.

У накладних витратах визначається нормативна трудомісткість, кошторисна заробітна плата.

Нормативна трудомісткість у складі накладних витрат приймається у розмірі 20 % від сумарної трудомісткості працівників-будівельників і машиністів в прямих витратах.

Кошторисна заробітна плата в накладних витратах визначається у розмірі 20 % від суми заробітної плати в прямих витратах.

На суму прямих витрат накладних витрат нараховуються планові накопичення.

Сума прямих витрат, накладних витрат і планових накопичень складає кошторисну вартість будівельно-монтажних робіт і записується в рядку «Всього».

Технічний огляд акумуляторної батареї типу СК-12, ємністю 388 А·год з 64 елементів, встановленій на п/ст А показав: акумуляторна батарея за станом пластин знаходиться в незадовільному стані, необхідна повна заміна акумуляторної батареї на нову батарею типу 6OPzS420.

Технологія ремонту:

- 1) Розбирання акумуляторів типа СК-12 -120 шт.
- 2) Демонтаж стелажів
- 3) Установка стелажів
- 4) Збірка акумуляторів типа 6OPzS420 -120 шт.
- 5) Формування
- 6) Зрівняльний заряд -2 шт.
- 7) Тренувальний цикл -2 шт.

За наслідками проведеного технічного огляду складаємо кошторис на монтажні роботи.

Таблиця 5.1 – Кошторис на монтажні роботи

Найменування робіт	Од.вимір.	К-сть	Ціна за од., грн	Осн. зарплата за од., грн	Сума осн. затрат	Сума осн. зарплати	Затрати праці робочих, люд*год	
							8	9
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Демонтаж АБ типу СК –12	шт	64	5,25	4,85	336	310	5,2	332
Демонтаж стелажів	пм	20	9,5	2,748	190	54,96	2,4	48
Установка стелажів	пм	8,5	16,62	4,95	141,3	42,27	5,2	44,2

Монтаж АБ типу 6OPzS420	шт	64	7,5	6,95	480	444	12	768
Формування та контрольний «заряд-розряд»	форм	2	257,7	256,7	515	513,4	290	580
Тренувальний «заряд-розряд»	цикл	2	38,7	38,3	77,4	76,6	39	78
Всього					1740	1442		1851
Робота в діючому цеху					528	2793		
Накладні витрати					1234	160		204,8
Всього					1762	2953		
Планові нарахунки					1016			
Всього					2778			
Вирівнюючий заряд	шт.	2	110		220			
Технічний огляд	шт	1	100		100			
Всього					320			
Робота в діючому цеху 8 %					42			
Всього					362			
Договірна ціна								
Галузевий індекс вартості	K=1,098				379			
Всього: частина1 + частина2					5200			
СМР					5200			
Непередбачені витрати 1,5 %		78			5278			
Збільшення накладних	K=0,1925				990			

витрат								
Збільшення планових на рахунків	K=0,1424				732			
Всього					7000			
Витрати на відрядження (1851+240,88)18/8					4706			
Всього					1170 6			
НДС (%)		20			2341			
Всього					1404 7			

Отже, монтажні роботи по установці нової акумуляторної батареї типу 6OPzS420 будуть коштувати чотирнадцять тисяч сорок сім гривень.

Вартість самої акумуляторної батареї типу 6OPzS420 складає п'ятдесят дві тисячі вісімсот сорок п'ять гривень.

Таким чином, на заміну акумуляторної батареї типу 6OPzS-420 нам необхідно шістдесят шість тисяч вісімсот дев'яносто дві гривні.

Дана акумуляторна батарея володіє рядом переваг:

- проста в експлуатації;
- оскільки батарея закритого типу, то надає менше шкідливої дії на обслуговуючий персонал;
- батарея йде в корпусі з прозорого ударного полімеру SAN, в комплекті з рекомбінованими пробками Aqua Gen-5a. Завдяки яким, водень перетворюється на воду на 95 % від маси. Тому вентиляція необхідна тільки витяжна;
- проста в збірці.

ВИСНОВОК

Підвищення надійності систем електропостачання дозволяє застосування сучасного низьковольтного (до 1000 В) обладнання та нових схем живлення власних потреб. Власні потреби постійного струму отримують живлення від сучасних необслуговуючих герметичних акумуляторних батарей з двома зарядно-підзарядними пристроями. Застосування сучасних акумуляторних батарей дозволило встановлювати їх всередині приміщення разом з іншим обладнанням, самі акумулятори займають значно менше простору і не потребують особливого догляду. В якості трансформаторів власних потреб на нових підстанціях встановлюються нові, більш надійні сухі трансформатори. Вони встановлюються в приміщенні підстанції.

В кваліфікаційній роботі був проведений розрахунок транзитної підстанції. Проведена заміна морально та фізично зношеного обладнання на нове, більш вигідне як з економічної, так і з електротехнічної точки зору. Були замінені відкриті акумулятори типу СК на стаціонарні свинцево-кислотні герметичні акумуляторні батареї, що не обслуговуються, типу LS.

Також кваліфікаційна робота містить розділ охорони праці та економічну частину. Виконано економічні розрахунки заміни акумуляторної батареї.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Друбєцька, Т.І. Сучасні тенденції в проектуванні електричних підстанцій / Друбєцька Т.І., Більцан К.М. // Енергетика: економіка, технології, екологія : науковий журнал. – 2023. – № 1. – С. 46-53
2. Тягові підстанції електрифікованих залізниць: навч. посіб. / Т.І. Друбєцька, А.М. Бойко. Київ: видавець ФОП Піча Ю.В. 2022. – 338 с.
3. Рішення АББ для розподільчих мереж. Каталог. АББ. Видання-2012. - 108 с
4. Реконструкція підстанцій. Світові тенденції., Ю.М. Бондаренко, В.М. Гомонай: [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://cigre.org.ua/wp-content/uploads/2021/02/Реконструкція-підстанцій.-Світові-тенденції.pdf>
5. Тягові та трансформаторні підстанції : методичні рекомендації до курсового проекту / уклад.: Т. І. Друбєцька, А. М. Бойко. Дніпро : Укр. держ. ун-т науки і технологій, 2023. 44 с.
6. Бойко А. М. Електричні станції і підстанції : Метод. вказівки до вико-нання курс. проект. Для студ. 1У курсу денної та заоч. форм навч. Ч. 1. Технічні дані силового обладнання / А.М. Бойко . - Д. : Вид-во Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна, 2007. – 38 с.
7. Електрична частина станцій і підстанцій. Навч. посібник/ Є.І.Бардик, М.П.Лукаш- К. НГТУ «КП».- 2011.- 220
8. Електрична частина станцій та підстанцій. Підручник/ В. Д. Козлов, В. П. Захарченко, О. М. Тачиніна ; за заг. ред. В. Д. Козлова.– К. : НАУ, 2018. – 312 с.
9. Правила улаштування електроустановок. – Київ. Міненерговугілля України, 2017. – 617 с.
10. John D. McDonald. Electric Power Substations Engineering. – Third Edition. – CRC Press, 2012. – 536p

11. Марквардт К.Г. Электроснабжение электрифицированных железных дорог. М.: Транспорт, 1982.
12. Прохорский А.А. Тяговые и трансформаторные подстанции. М: Транспорт, 1983-496 с
13. Бей Ю.М. и др. Тяговые подстанции. Учебник для вузов. М: Транспорт, 1986
14. Лаврус В.С. Источники энергии. Серия “Информационное издание”. Выпуск 3. Москва, 2004.
15. О.Чекстер. И.Джонсон. Свинцово-кислотные аккумуляторы для стационарного оборудования. Технология и средства связи № 2, 2004.

ДОДАТОК А

Демонстраційні матеріали до захисту дипломної роботи



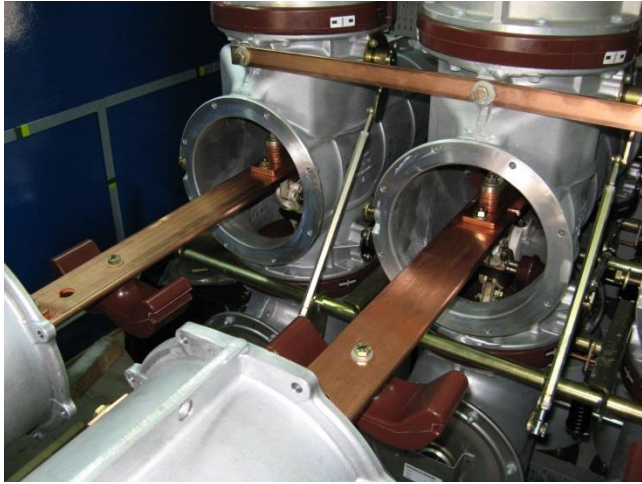
Комплектування сучасних підстанцій

В основу комплектно-блочної технології покладена концепція створення не обслуговуваної підстанції без постійного експлуатаційного персоналу, яка базується на наступних принципах:

- використання при спорудженні нових і реконструкції діючих підстанцій високонадійного обладнання, що не потребує постійної присутності чергового персоналу та технічне обслуговування якого мінімальне;
- застосування засобів автоматизації та функціональної діагностики всього обладнання підстанції, що дозволяє перейти від обслуговування «по регламенту» до обслуговування «за потребою» (за фактичним станом).

Комплектний розподільний пристрій з елегазовою ізоляцією
а, б – шини; в, г – модулі; д, е - кабельні підключення

а)



б)



в)



г)



д)



е)





Зовнішній вигляд комірки PASS

Модуль PASS дозволяє виконати будь-яку компоновку підстанції найефективніше використовуючи займану площу. Компактність підстанції гарантована багатим досвідом у області досліджень і розробок, виробництва і експлуатації розподільчих пристроїв.

Основні характеристики PASS, це його компактність і модульна конструкція, яка дозволяє увімкнути декілька функцій у одному модулі:

- введення, під'єднувані до одній або двох збірних шин;
- силовий вимикач;
- один або декілька комбінованих роз'єднувачів/заземлювачів;
- трансформатор струму

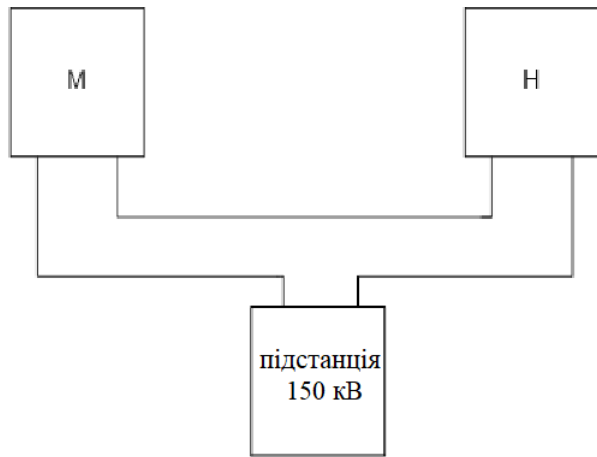
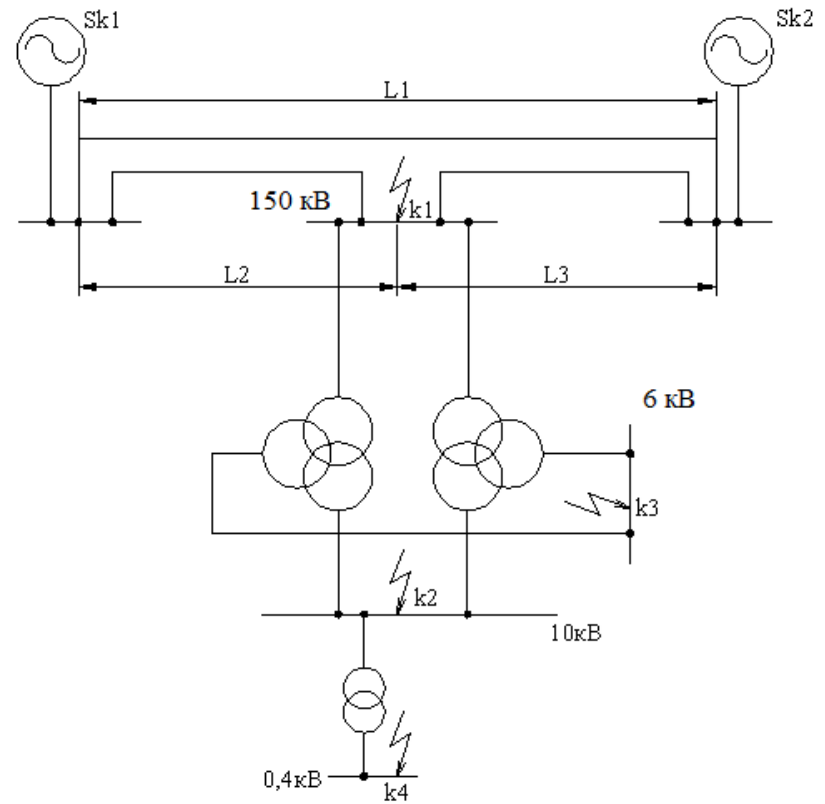
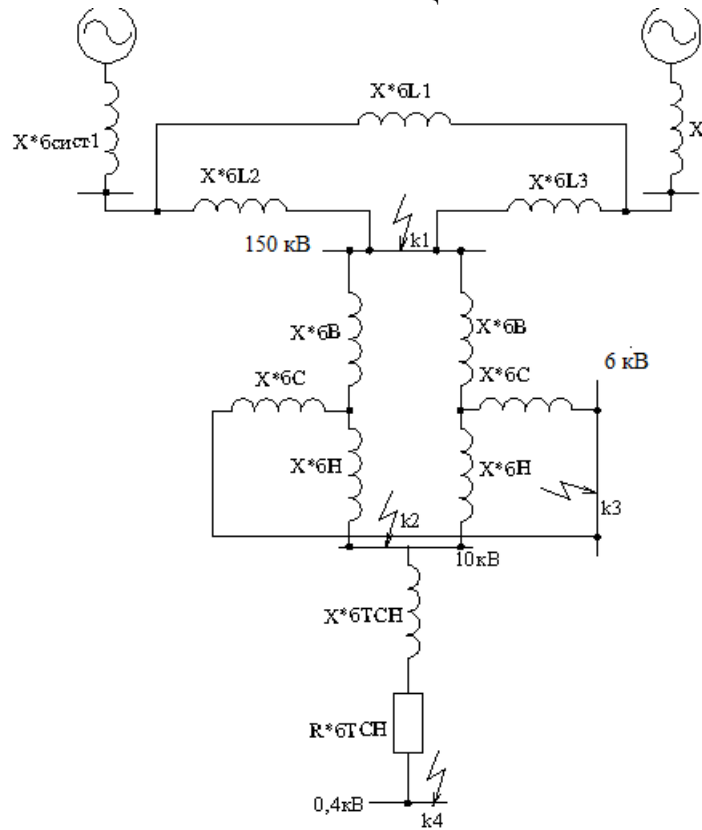


Схема живлення підстанції від системи зовнішнього електропостачання



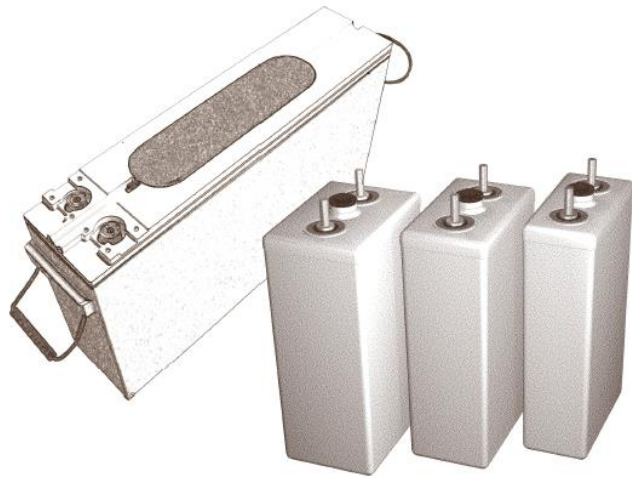
Розрахункова схема підстанції

Схема заміщення



Результати розрахунку струмів короткого замикання

Точки короткого замикання	Струми короткого замикання при \$S_{\delta}=100 \text{ МВА}\$			
	$I_{\delta} = \frac{S_{\delta}}{\sqrt{3} \cdot U_{cp}} \text{ кА}$	$I_K = \frac{I_{\delta}}{x^*_{\delta}} \text{ кА}$	$i_y = 2,55 \cdot I_K \text{ кА}$	$B_k = I_K^2 (t_{откл} + T_a)$ $T_a = 0,05 \text{ с}$
k1	0,502	4,016	10,2	42,42
k2	5,499	12,33	31,441	171,79
k3	2,204	8,224	20,56	76,43
k4	144,338	9,911	18,236	61,88



Свинцево-кислотний акумулятор типу
LS

Технічні данні акумуляторних батарей типу LS

Тип	Режим розряду											
	Кінцева напруга (Us) 1,80 В						Кінцева напруга (Us) 1,75 В					
	10-год.		5- год.		3- год.		1- год.		0,5-год.		0,25- год.	
	Струм, А	Єм-сть, Агод	Струм, А	Єм-сть, Агод	Струм, А	Єм-сть, Агод	Струм, А	Єм-сть, Агод	Струм, А	Єм-сть, Агод	Струм, А	Єм-сть, Агод
LS02240G	24	240	69,6	198	60	180	120	120	168	84	212	53
LS02300G	30	300	49,5	247,5	75	225	150	150	210	105	264	66
LS02360G	36	360	59,4	297	90	270	180	180	252	126	335	83,7
LS02560G	56	560	92,4	465	140	420	280	280	392	196	492,8	132,2
LS02600G	60	600	108	640	150	450	300	300	420	204	528	122
LS02640G	64	640	105	528	160	480	320	320	448	224	563,2	142
LS02900G	90	900	162	810	225	675	450	450	630	306	792	198