

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(освітній ступінь (освітньо-кваліфікаційний рівень))

на тему: **Підвищення пропускної здатності ПС-110/10 кВ "Галицька"**

Виконав(ла): студент(ка) VI курсу, групи ЕЕМ-61
спеціальності 141

Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
(шифр і назва спеціальності)

_____ Купчик В.О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник _____ Мовчан Л.Т.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль _____ Мовчан Л.Т.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри _____ Тарасенко М. Г.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії
(повна назва факультету)

Кафедра Електричної інженерії
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Тарасенко М. Г.
(підпис) (прізвище та ініціали)

«__» _____ 2022 р.

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня _____ магістр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
(шифр і назва спеціальності)

студенту Купчику Владиславу Олексійовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Підвищення пропускної здатності ПС-110/10 кВ "Галицька"

Керівник роботи Мовчан Леонід Тимофійович, к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «09» листопада 2022 року № 4/7-883

2. Термін подання студентом завершеної роботи 10 грудня 2022 року

3. Вихідні дані до роботи головна електрична схема ПС

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Аналітичний розділ

2. Розрахунково-дослідницький розділ

3. Проектно-конструкторський розділ

4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

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

1. Установа трансформатора Т-3. Фрагмент плану 1л. ф – А1

2. Установа трансформатора Т-3. Розріз 1л. ф – А1

3. Установа обмежувачів ОПН 1л. ф – А1

4. Установа заземлювача 1л. ф – А1

5. 1л. ф – А1

6. 1л. ф – А1

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Гурик О. Я. к.т.н., доцент		
	Клепчик В.М., старший викладач		
Нормоконтроль	Мовчан Л.Т. к.т.н., доцент		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ		
2	Аналітичний розділ		
3	Розрахунково-дослідницький розділ		
4	Проектно-конструкторський розділ		
5	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях		
6	Висновки		
7	Оформлення пояснювальної записки		
8	Оформлення графічної частини		

Студент _____
(підпис)

Купчик В.О.
_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____
(підпис)

Мовчан Л.Т.
_____ (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Купчик В.О. Підвищення пропускної здатності ПС-110/10 кВ "Галицька". 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка. ТНТУ імені Івана Пулюя. ФПТ. Кафедра ЕІ, група ЕЕМ-61. – Тернопіль.: ТНТУ, 2022.

Стор. – 72; рис. – 37; табл. – 29; креслень - 15; джерел - 15; додатків - 2.

Запропоновано для встановлення двообмотковий трьохфазний силовий трансформатор Т-3 типу ТРДН-40000/110 У1. Запропоновано для встановлення обмежувачі перенапруги нелінійні на виводах 110 кВ PEXL ІМ Q108 -УН145, 10 кВ MWK 12 та в нейтралі силового трансформатора Т-3 PEXL ІМ R072. Також запропоновано замінити розрядники на обмежувачі перенапруги нелінійні на виводах 10 кВ та в нейтралі силових трансформаторів Т-1 та Т-2. Запропоновано для встановлення заземлювача 110 кВ типу ЗОН-110М-І УХЛ-1 з ручним приводом в нейтралі силового трансформатора Т-3. Запропоновано для встановлення КТПН 160/10/0,23 кВ – шафи з трансформатором власних потреб ТВП-3 напругою 10/0,23 кВ, потужністю 160 кВА з приєднанням його до ошиновки 10 кВ силового трансформатора Т-3. Запропоновано для встановлення дугогасильні реактори ДГК ASRC2.OP (ДГК-5 та ДГК-6) на секціях 5С-10 та 6С-10 напругою 10 кВ. Запропоновано спорудження ввідної комірки 110 кВ приєднання трансформатора Т-3. Запропоновано спорудження комірки секційної перемички 2 та 3 секції шин 110 кВ. Запропоновано спорудження лінійної комірки 110 кВ приєднання ПЛ-110 кВ Тернопіль. Запропоновано для установки колонковий елегазового вимикача типу GL 312 F1/4031P/VR. Запропоновано установку триполосного роз'єднувача РПД-К-1к(1n)(2)-110/1000 У1. Запропоновано установку вимірювальних трансформаторів струму типу ІМВ 123. Запропоновано установку вимірювальних трансформаторів напруги типу EMF 123.

Ключові слова: трансформаторна підстанція, силовий трансформатор, обмежувач перенапруг, заземлювач.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1. АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ.....	9
1.1 Загальна характеристика і класифікація трансформаторних підстанцій.....	9
1.2 Будівництво трансформаторних підстанцій.....	12
1.2.1 Етапи будівництва трансформаторних підстанцій.....	12
1.2.2 Планування трансформаторної підстанції.....	14
1.2.3 Вибір місця для майбутнього будівництва.....	14
1.2.4 Отримання офіційних дозволів.....	14
1.2.5 Основні будівельні роботи.....	15
1.2.6 Встановлення трансформатора та електромонтажні роботи..	16
1.2.7 Експлуатація та технічне обслуговування трансформаторних підстанцій.....	16
1.2.8 Модернізація трансформаторних підстанцій.....	17
1.3 Генеральний план трансформаторної підстанції 110/10 кВ “Галицька”.....	18
1.4 Головна електрична схема трансформаторної підстанції 110/10 кВ “Галицька”.....	20
1.5 Постановка задач.....	22
2. РОЗРАХУНКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ.....	23
2.1 Установка трансформатора Т-3. Фрагмент плану.....	23
2.2 Установка трансформатора Т-3. Розріз.....	26
2.3 Установка трьох обмежувачів перенапруг нелінійних PEXL IM Q108 -УН145 (Т-1). Фрагмент плану, розріз.....	26
2.4 Установка трьох обмежувачів перенапруг нелінійних PEXL IM Q108 -УН145 (Т-2). Фрагмент плану, розріз.....	27
2.5 Установка трьох обмежувачів перенапруг нелінійних PEXL IM	

Q108 -УН145.....	28
2.6 Устанoвка тpьox шинних oпop OНШ-20-10 УХЛ-1 на тpьox OПН MWK 12.....	29
2.7 Устанoвка заземлювача ЗОН-110М-I УХЛ-1 та oбмежувача перенапpуг PEXL IM R072 (Т-3).....	31
2.8 Устанoвка тpьox oпopних iзоляторiв 20 кВ OНШ-20-10 УХЛ1.....	33
2.9 Устанoвка oбмежувача перенапpуг PEXL IM R072 (Т-1, Т-2).....	34
2.10 Устанoвка КТПН 160/10/0,4 кВ.....	35
2.11. Гiрлянда iзоляторiв 10xПC 70 Е натяжна oднoланцюгова для oднoгo пpовoду AC-240/32.....	36
2.12 Розмiщення металевих кабельних лoткiв в тpансформаторнiй ямi (Т-3).....	37
2.13 Устанoвка ДГК ASRC2.OP. Фpагмент плaну, розрiз.....	37
2.14. Устанoвка ДГК ASRC2.OP. Розрiзи.....	39
2.15 Устанoвка тpьox кабельних муфт POLT-12E/1X0-L16 та тpьox oпopних iзоляторiв OНШ-20-10 УХЛ1.....	39
2.16. Устанoвка ящика PЗТ.....	41
2.17 Виснoвки до роздiлу.....	43
3. ПPOEКТНО-КОНСТPУКТОPCЬКИЙ РОЗДIЛ	44
3.1 Плaн пiдстанцiї.....	44
3.2 Секцiйна кoмiрка мiж тpансформаторами Т-1 та Т-3. Плaн, розрiз, пoяснююча cхема.....	44
3.3 Ввiдна кoмiрка тpансформатора Т-3. Плaн, розрiз, пoяснююча cхема.....	45
3.4 Кoмiрка III СШ 110 кВ. Плaн, розрiз, пoяснююча cхема.....	46
3.5 Устанoвка елегазового вимикача GL 312 F1/4031P/VR.....	47
3.6 Устанoвка тpипoлюсного роз'єднувача PПД-К-1к(1n)(2)-110/1000 У1.....	49
3.7 Устанoвка тpьox тpансформаторiв cтpуму IMB 123.....	51

3.8	Установка трьох трансформаторів напруги ЕМФ 123.....	53
3.9	Установка трьох шинних опор ШО-110.11-1 УХЛ1.....	55
3.10	Установка шинної опори ШО-110.11-1 УХЛ1.....	57
3.11	Установка ящиків ЯОВ і ЯПВ.....	58
3.12	Гірлянда ізоляторів 9хПС 70 Е натяжна одноланцюгова для одного проводу АС-240/32.....	60
3.13	Гірлянда ізоляторів 9хПС 70 Е підтримуююча одноланцюгова для одного проводу АС-240/32.....	61
3.14	Контакт перехідний КП-1.....	62
3.15	Висновки до розділу.....	63
4.	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ....	64
4.1	Заходи щодо забезпечення безпеки процесів та виробів.....	64
4.2	Характеристика виробничих приміщень, розрахунки або обґрунтування категорій вибухопожежної небезпеки, класів ПБЕ.....	66
4.3	Токсикологічна, пожежовибухонебезпечна характеристика матеріалів, продуктів, напівфабрикатів, відходів виробництва, контроль вимог безпеки.....	67
4.3.1	Виділення шкідливих речовин з вихлопних газів автомобілів.....	67
4.3.2	Захист персоналу від дії хімічних факторів.....	68
	ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	69
	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	71
	ДОДАТКИ.....	1
	Додаток А.....	2
	Додаток Б.....	22

ВСТУП

Актуальність теми. Модернізація існуючих електричних підстанцій та розподільчих систем високої чи середньої напруги у найширшому сенсі передбачає впровадження інноваційних технологій, інструментів та методів передачі та перетворення електричної енергії. В Україні та республіках пострадянського простору ще з 1990-х гостро стоїть питання модернізації, проте досі кардинально не вирішене через недостатнє фінансування або небажання витратити кошти енергетичними підприємствами. Застосовувані технології передачі та перетворення електроенергії значно еволюціонували за останні 30 років, і зараз електричні підстанції та лінії електропередач вимагають принципово нового підходу до проектування, монтажу, обслуговування та експлуатації. Компанії сьогодні знаходяться у пошуку більш прийнятних технологічних та методологічних рішень для модернізації фізично та морально застарілих електричних систем. Правильно проведена модернізація енергетичної системи підвищує надійність та продовжує термін експлуатації обладнання як мінімум на 20-25 років.

Тому, задача підвищення пропускної здатності ПС-110/10 кВ "Галицька" є актуальною.

Мета і завдання роботи Метою кваліфікаційної роботи є підвищення пропускної здатності ПС-110/10 кВ "Галицька".

Завдання:

- Запропонувати для встановлення двообмотковий трьохфазний силовий трансформатор Т-3;
- Запропонувати для встановлення обмежувачі перенапруги нелінійні на виводах 110 кВ, 10 кВ та в нейтралі силового трансформатора; а також заміну розрядників на обмежувачі перенапруги нелінійні на виводах 10 кВ та в нейтралі силових трансформаторів Т-1 та Т-2
- Запропонувати для встановлення заземлювач 110 кВ в нейтралі силового трансформатора Т-3.

- Запропонувати для встановлення КТПН з трансформатором власних потреб ТВП-3 з приєднанням його до ошиновки 10 кВ силового трансформатора Т-3.

- Запропонувати для встановлення дугогасильні реактори на секціях 5С-10 та 6С-10 напругою 10 кВ.

- Запропонувати спорудження ввідної комірки 110 кВ приєднання трансформатора Т-3, комірки секційної перемички 2 та 3 секції шин 110 кВ, лінійної комірки 110 кВ приєднання ПЛ-110 кВ Тернопіль.

- Запропонувати для установки колонковий елегазовий вимикач, триполосний роз'єднувач, вимірювальні трансформатори струму та напруги.

Об'єкт дослідження – процеси розподілення електричної енергії

Предмет дослідження – забезпечення надійності розподілення електричної енергії в високовольтних колах.

Наукова новизна. Отримало подальший розвиток питання забезпечення надійності розподілення електричної енергії завдяки технічному переоснащенню ланок 110/10 кВ.

Практичне значення. Технічне переоснащення ПС 110/10 кВ “Галицька” дозволить забезпечити баланс перетоків потужності в аварійних режимах роботи при надзвичайному стані.

Апробація результатів. Результати досліджень Купчика Владислава Олексійовича за темою кваліфікаційної роботи «Підвищення пропускну здатності ПС-110/10 кВ "Галицька"» були представлені на XI Міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів “Актуальні задачі сучасних технологій” (7-8 грудня 2022 року), м. Тернопіль, Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя.

Структура роботи. Робота складається з вступу, 4 розділів, загальних висновків, переліку посилань (15 найменувань).

Загальний обсяг текстової частини - 72 сторінок, 29 таблиці, 37 рисунків.

1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Загальна характеристика і класифікація трансформаторних підстанцій

Класифікувати електричні підстанції можна за наступними ознаками [2]:

- по кількості трансформаторів;
- по напрузі мережі ВН;
- по конструктивному виконанню (закриті, відкриті, комплектні, блочно-модульні) [5];
- по підпорядкуванню і ролі підстанції (районні, системні і споживчі);
- в залежності від розташування в мережі високої напруги (вузлові, прохідні, відгалужувальні, тупікові).

На підстанції встановлюються зазвичай два трансформатори [15]. Однотрансформаторні підстанції можуть споруджуватися для споживачів третьої категорії або як перша черга двохтрансформаторної підстанції. [2]

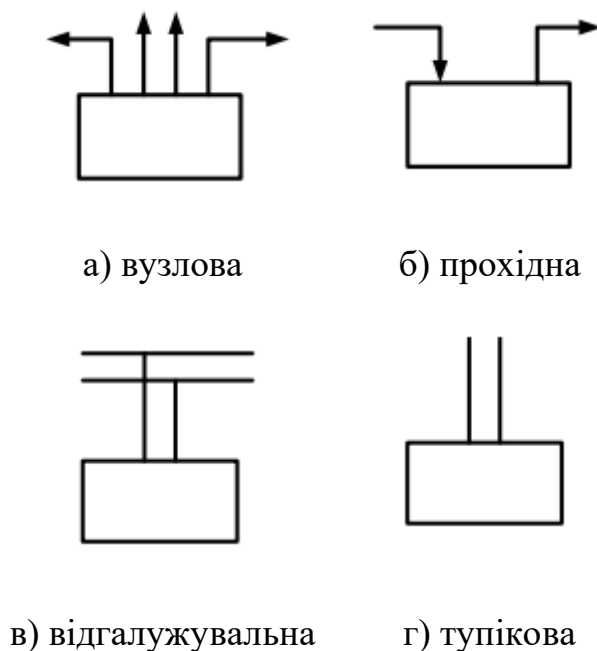


Рисунок 1.1 – Типи підстанцій в залежності від положення в енергосистемі

Фактори, які впливають на вибір структурної схеми [2]:

1. Значення та роль підстанції для енергетичної системи.

Схема підстанції визначає її роль. ПС можуть призначатися для електроживлення окремих промислових підприємств або цілого району, для зв'язку частин енергетичної системи чи різних енергетичних систем.

2. Положення ПС у енергетичній системі, напруги та схеми мереж.

Шини ВН електричних станцій та ПС можуть бути вузловими точками енергетичної системи. В такому випадку крізь шини відбувається перетік потужності (транзит) із одної частини енергосистеми до іншої. При виборі схем таких електричних установок у першу чергу враховується потрібність збереження перетоку потужності (транзиту). ПС можуть бути тупиковими, прохідними, відгалужувальними; схеми таких ПС будуть різними навіть при одному та такому ж числі силових трансформаторів однакової потужності.

3. Категорії споживачів по ступені надійності постачання.

Всі споживачі поділяються на III категорії [1, 3, 4, 14] з точки зору надійності електропостачання.

4. Перспектива розширення і проміжні етапи розвитку електростанцій (підстанцій) і мереж.

На рисунку 1.2 показано типові структурні схеми ПС: а) схема з двохобмотковими силовими трансформаторами; б) схема із силовими трансформаторами з розщепленими обмотками; в) схема із регулювальними трансформаторами та автотрансформаторами; г) схема із регулювальними трансформаторами, реакторами та автотрансформаторами; д) схема із чотирма розподільчими пристроями та автотрансформаторами.

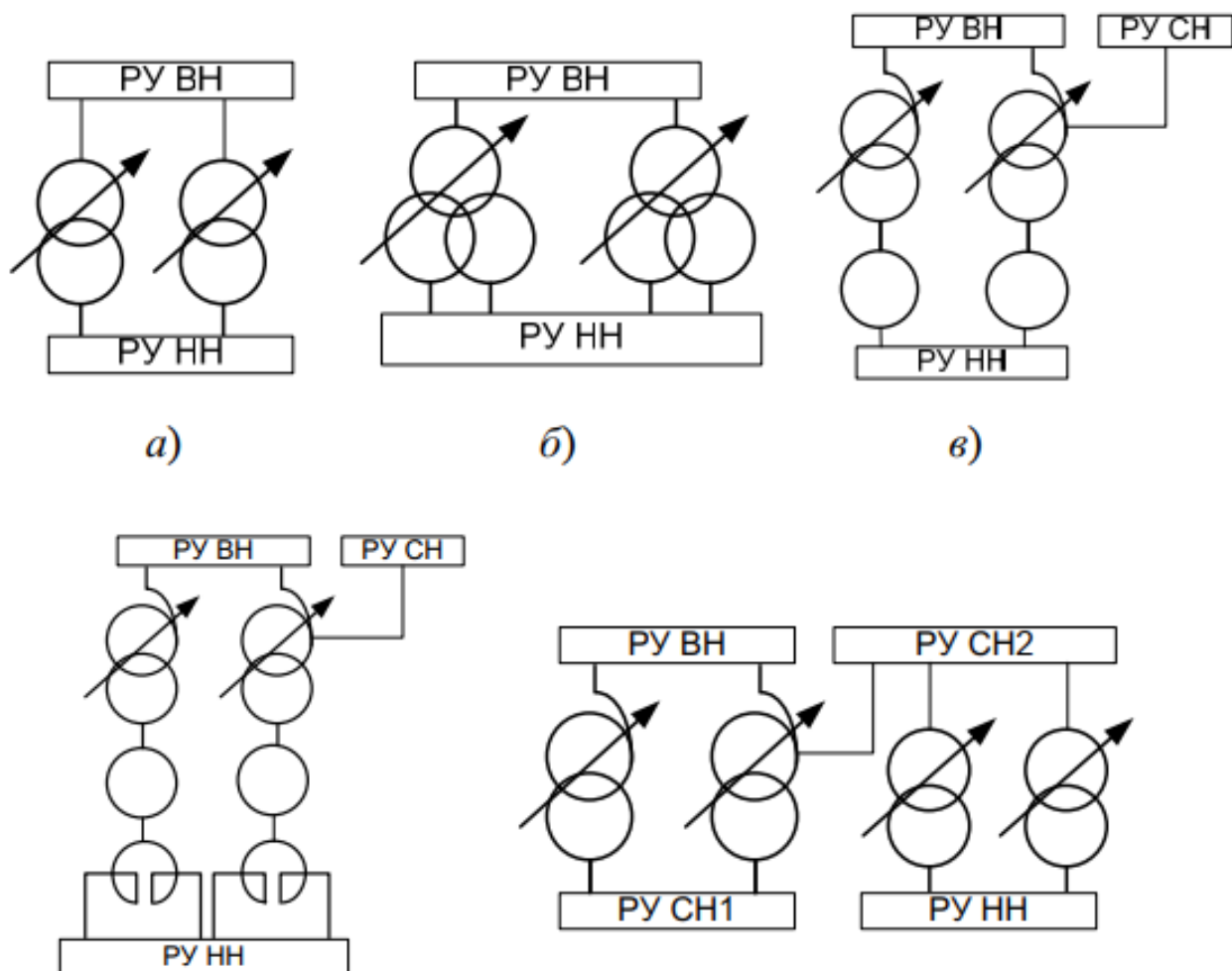


Рисунок 1.2 – Типові структурні схеми підстанцій:

- а) схема з двохобмотковими силовими трансформаторами;
- б) схема із силовими трансформаторами з розщепленими обмотками;
- в) схема із регульовальними трансформаторами та автотрансформаторами;
- г) схема із регульовальними трансформаторами, реакторами та автотрансформаторами;
- д) схема із чотирма розподільчими пристроями та автотрансформаторами.

1.2 Будівництво трансформаторних підстанцій

Як правило, електрика використовується далеко від місця генерації.

Тому електрична енергія, що виробляється вітряними турбінами або сонячними електростанціями, повинна надходити до національної мережі для її транспортування та розподілу.

Будівництво трансформаторних підстанцій може бути занадто складним для непрофесіоналів.

Кожен елемент цих об'єктів виконує певну функцію та проектується відповідно до суворих інженерних вимог.

На особливу увагу заслуговує будівництво повітряних ліній електропередачі, що забезпечують транспортування електроенергії до трансформаторних підстанцій та кінцевих споживачів.

1.2.1 Етапи будівництва трансформаторних підстанцій

Сучасні підстанції складаються з комплексу електрообладнання, включаючи трансформатори, складні пристрої контролю та захисту.

В даний час доступні конструктивні рішення з різними конфігураціями обладнання, а використання комплектних трансформаторних підстанцій (КТП) стає все більш поширеним.

Після закінчення проектування починається цивільне будівництво та, залежно від вимог, будуються дороги.

Потім зводяться всі фундаменти та споруди для контролю та моніторингу. Нарешті, встановлюється трансформатор та підключається електрообладнання.

Будівельно-монтажні роботи завершуються проведенням випробувань обладнання та прийманням з наступним підключенням трансформаторних підстанцій до національної електромережі.

Зразковий перелік робіт з будівництва трансформаторних підстанцій:

- демонтаж існуючого обладнання (за потреби);

- будівництво внутрішніх приміщень відповідного типу;
- постачання та монтаж силових, контрольних та комунікаційних кабелів;
- електромонтажні роботи: встановлення трансформаторів, розподільчих пристроїв, обладнання низької/середньої напруги та конденсаторного обладнання, монтаж щитів управління та живлення.
- контрольні випробування нововстановленого обладнання;
- проектування та програмування системи SCADA;
- монтаж заземлювального обладнання;
- монтаж кліматичного обладнання;
- монтаж освітлювальної системи;
- монтаж та налаштування охоронної системи;
- випробування та введення підстанції в експлуатацію.

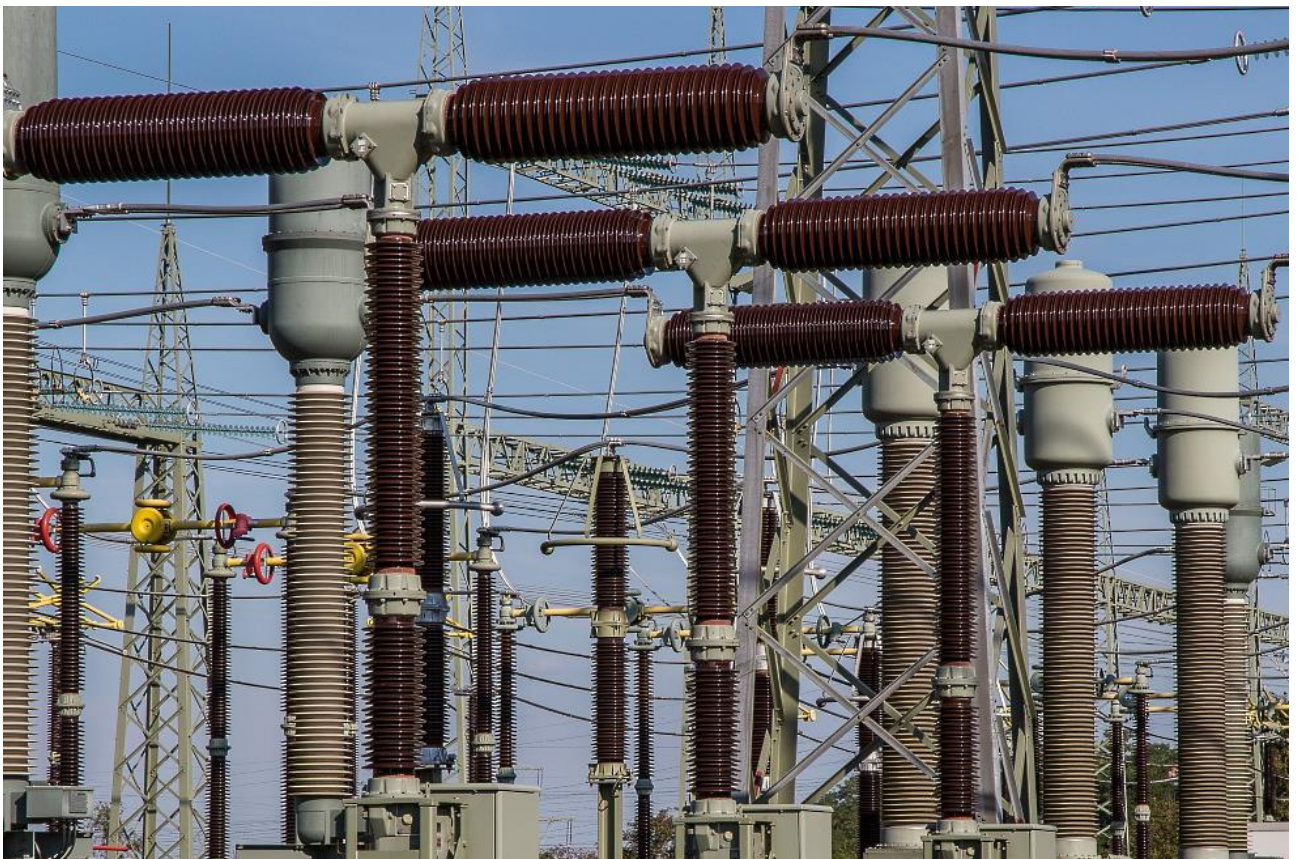


Рисунок 1.3

1.2.2 Планування трансформаторної підстанції

Перший крок – це ретельний аналіз потреб замовника. Інженери допомагають формулювати вимоги до підстанції та виконують техніко-економічне обґрунтування.

Проектуються розподільні та трансформаторні підстанції у суворій відповідності до вимог замовника. Використовуються новітні європейські технології та інженерні рішення, щоб забезпечувати надійність та безпеку, енергоефективність та тривалий термін експлуатації об'єктів.

1.2.3 Вибір місця для майбутнього будівництва

Будівництво трансформаторної підстанції потребує значної площі.

Велика відстань між елементами електроустаткування необхідна для надійної ізоляції струмопровідних частин та забезпечення безпечної роботи.

Очевидно, що нові підстанції мають бути побудовані на маршруті запланованої повітряної лінії електропередачі. При виборі ділянки фахівці знаходять найбільш підходящі майданчики, де немає суттєвих природних та антропогенних перешкод. З міркувань безпеки виключаються заболочені ділянки.

Будівельний майданчик має бути максимально віддалений від житлової зони, щоб відповідати вимогам захисту довкілля та здоров'я людей. Також приділяється велика увага транспортній інфраструктурі для підвезення обладнання та матеріалів.

1.2.4 Отримання офіційних дозволів

Будівництво нових трансформаторних підстанцій затверджується відповідальним органом, що ліцензує, відповідно до чинних місцевих норм.

Крім професійного звіту про безпеку об'єкта, влада зазвичай вимагає подавати докладні проекти та інші документи, які стосуються дотримання будівельних норм.



Рисунок 1.4

1.2.5 Основні будівельні роботи

Будівництво трансформаторної підстанції зазвичай займає 2-3 місяці, залежно від складності проекту.

Протягом періоду будівництва завданням є забезпечити безперебійну роботу та уникнути простоїв. Інженери компаній гарантують повну відповідність будівництва вимогам бізнесу та дотримання стандартів якості.

Оскільки роботи припускають зведення паливних фундаментів, будівельний шум на майданчику є неминучим. Однак більша частина монтажних робіт виконується кранами на висоті кількох метрів, тому намагаються звести до мінімуму незручності для сусідів.

1.2.6 Встановлення трансформатора та електромонтажні роботи

Трансформатор – серце проекту. Вибір, доставка, перевірка та встановлення трансформаторів потребує великих знань та практичного досвіду.

Компанії відповідають за проектування, закупівлю, виготовлення та встановлення всього необхідного електрообладнання. Фахівці компаній швидко та якісно встановлюють трансформатори, сполучні елементи, пристрої захисту та управління, допоміжне електрообладнання.

Компанії проводять всі передбачені випробування та вводять об'єкт в експлуатацію. Передові технічні рішення гарантують безперебійне постачання споживачів із можливістю розширення трансформаторних підстанцій для підключення нових підприємств.

1.2.7 Експлуатація та технічне обслуговування трансформаторних підстанцій

Після завершення будівництва підприємства завжди готові відповісти на питання, пов'язані з обслуговуванням, ремонтом, модернізацією чи розширенням підстанції.

Готова трансформаторна підстанція зазвичай вимагає обслуговуючого персоналу. Управління сучасними об'єктами здійснюється на відстані з використанням комп'ютеризованих систем.

Після завершення будівництва співробітники приїжджають на підстанції лише для перевірок, а також для обслуговування чи ремонтних робіт. Цей підхід заощаджує компанії значні кошти протягом тривалого періоду експлуатації.

Компанії готові запропонувати найсучасніші технології для бізнесу, щоб забезпечити максимальну ефективність та надійність роботи на довгі роки.

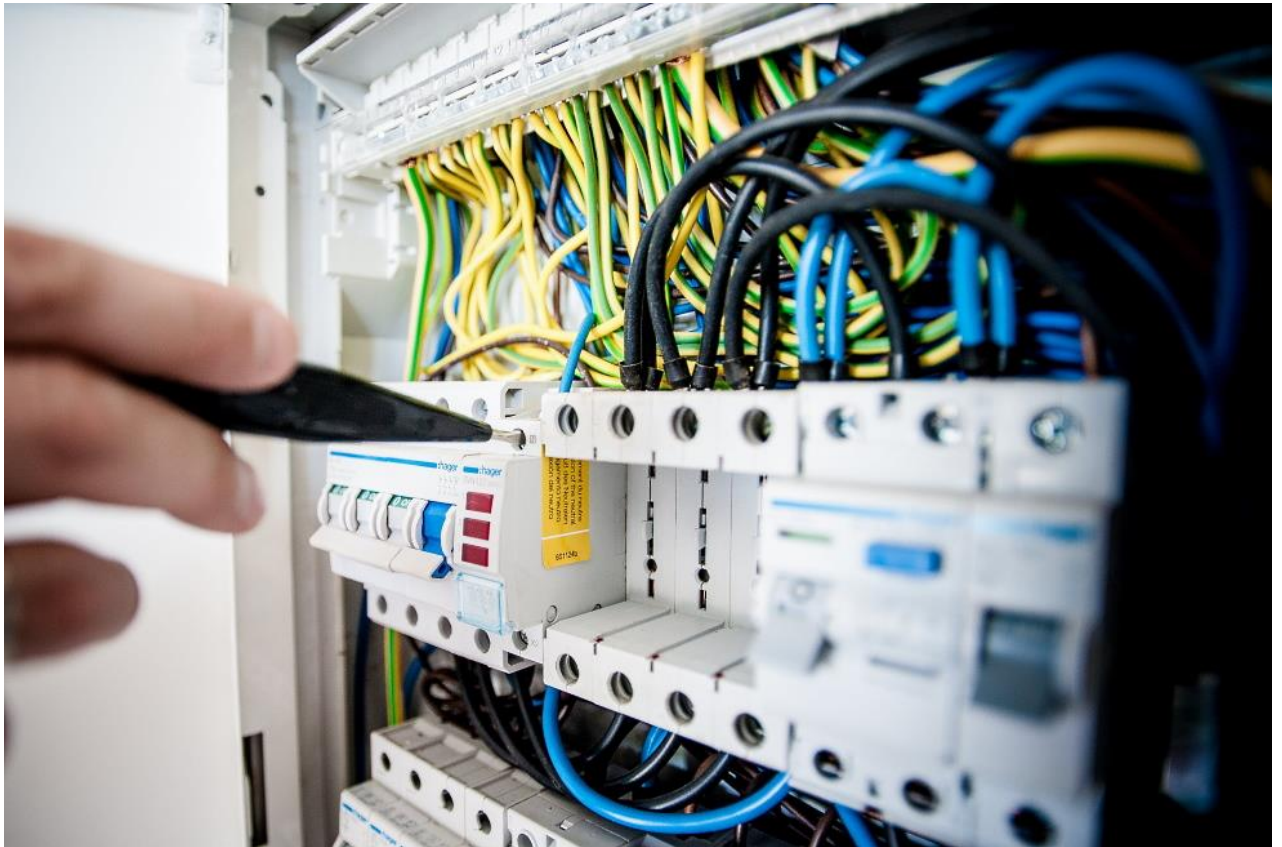


Рисунок 1.5

1.2.8 Модернізація трансформаторних підстанцій

Рано чи пізно кожна підстанція має бути переобладнана чи модернізована.

Причини модернізації трансформаторних підстанцій часто пов'язані з віковим зносом, іноді з посиленням правових норм або зростаючим попитом на електроенергію.

У низці ситуацій переобладнання старої підстанції може бути набагато складнішим завданням, ніж будівництво нового об'єкта. Доцільність кожного проекту має оцінюватись індивідуально з урахуванням численних факторів.

Загалом трансформаторна підстанція повинна залишатися в мережі якомога довше. Це означає, що модернізацію іноді доводиться проводити «під напругою», що потребує підвищеної обережності, досвіду та компетентності.

Замовники часто вимагають об'єднати старі та нові технології моніторингу та управління. Інженери компаній можуть запропонувати найефективніші технічні рішення для інтеграції.

Замовнику не потрібно шукати кількох підрядників для виконання окремих робіт із модернізації трансформаторної підстанції. Компанії завжди готові надати консультацію та прийняти оптимальне рішення у стислий термін.

Щоб спланувати процес модернізації трансформаторної підстанції та визначити вартість робіт, необхідно проаналізувати недоліки існуючого обладнання. Фахівці можуть виїхати на об'єкт у будь-який час, щоб провести інспектування та скласти попередній кошторис.

1.3 Генеральний план трансформаторної підстанції 110/10 кВ “Галицька”

На рис. 1.6 показано генеральний план трансформаторної підстанції 110/10 кВ “Галицька”.

В табл. 1.1 наведено експлікацію будівель і споруд.

Таблиця 1.1 - Експлікація будівель і споруд

Номер на плані	Найменування	Поверховість	Площа забудови м ²
1	ВРУ 110 кВ		3588,5
2	Фундаменти під трансформатори		97/87,4
3	ЗРУ 10 кВ	1	294,5
4	ЗПК, суміщений зі ЗРУ 10 кВ	2	214,3
5	ЗПК	1	133,5
6	Навчальний полігон		879,3
7	Фундаменти під ДГК		57,2
8	Маслозбірник		15,0/67,3



Рисунок 1.6 - Генеральний план трансформаторної підстанції
110/10 кВ “Галицька”.

Площа підстанції в межах огорожі - 0,7011 га.

Площа забудови – 5434 м².

В табл. 1.2 наведено умовні позначення.

Таблиця 1.2 - Умовні позначення

Найменування	Позначення	
	проектуючі	існуючі
Огорожа зовнішня		
Огорожа внутрішня		
Укоси спланованої поверхні		
Бурові свердловини		
Кабельні лотки		
Фундаменти під обладнання		
Силові підземні кабелі		
Глухе перехрещення колії перекочування трансформаторів		
Громозводи		
Мережі маслопроводу		
Анкерно-кутові опори ПЛ		
Споруди, що демонтуються		
Водопровід		
Шумозахисна стінка		
Пішохідна доріжка		
Автодороги		
Автодороги		

1.4 Головна електрична схема трансформаторної підстанції 110/10 кВ “Галицька”

На рис. 1.7 показано головна електрична схема ТП 110/10 кВ “Галицька”.

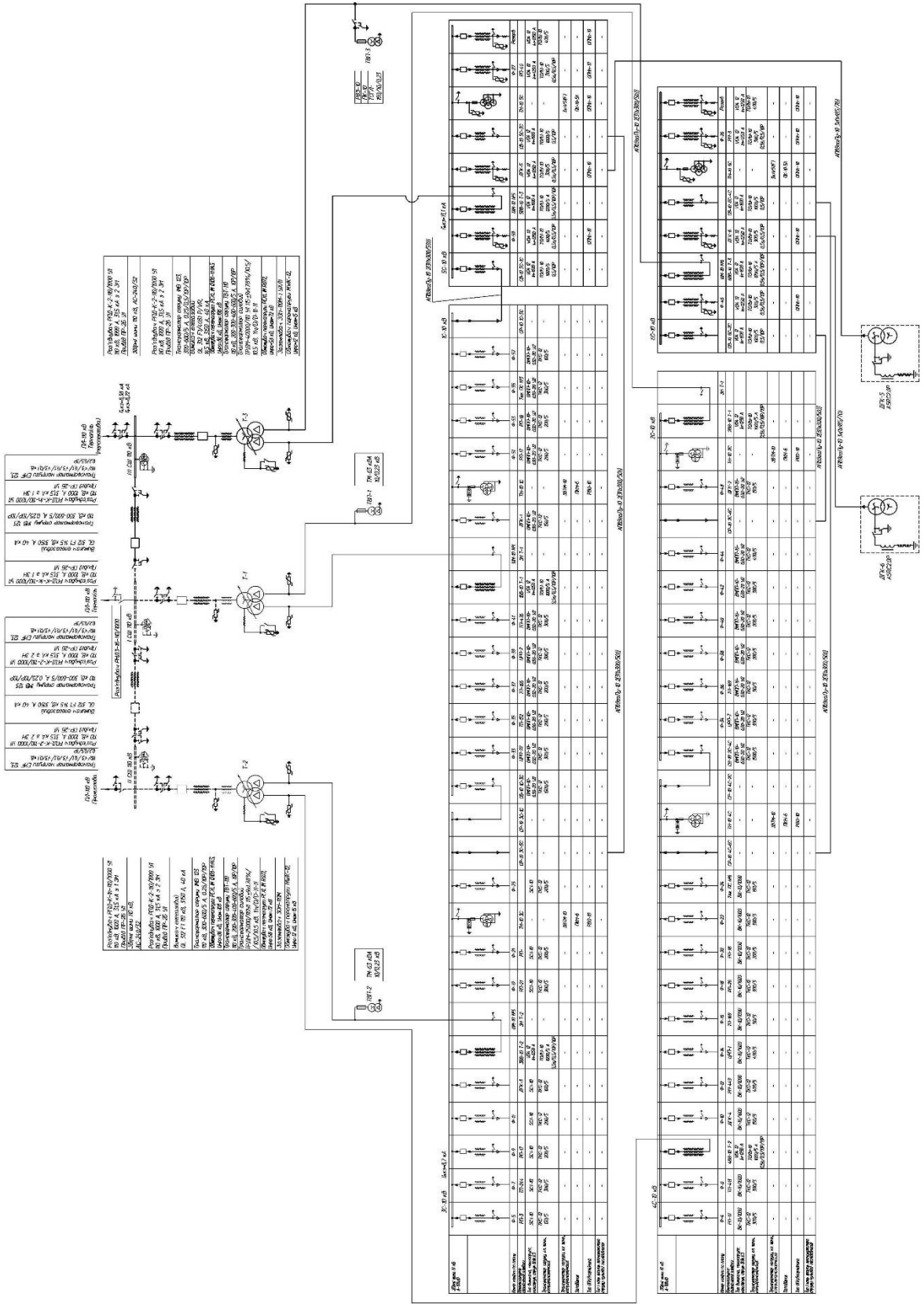


Рисунок 1.7 - Головна електрична схема трансформаторної підстанції 10/10 кВ "Галицька"

1.5 Постановка задач

1 Запропонувати для встановлення двообмотковий трьохфазний силовий трансформатор Т-3;

2 Запропонувати для встановлення обмежувачі перенапруги нелінійні на виводах 110 кВ, 10 кВ та в нейтралі силового трансформатора; а також заміну розрядників на обмежувачі перенапруги нелінійні на виводах 10 кВ та в нейтралі силових трансформаторів Т-1 та Т-2

3 Запропонувати для встановлення заземлювач 110 кВ в нейтралі силового трансформатора Т-3.

4 Запропонувати для встановлення КТПН з трансформатором власних потреб ТВП-3 з приєднанням його до ошиновки 10 кВ силового трансформатора Т-3.

5 Запропонувати для встановлення дугогасильні реактори на секціях 5С-10 та 6С-10 напругою 10 кВ.

6 Запропонувати спорудження ввідної комірки 110 кВ приєднання трансформатора Т-3, комірки секційної перемички 2 та 3 секції шин 110 кВ, лінійної комірки 110 кВ приєднання ПЛ-110 кВ Тернопіль.

7 Запропонувати для установки колонковий елегазовий вимикач, триполюсний роз'єднувач, вимірювальні трансформатори струму та напруги.

2 РОЗРАХУНКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ

В обсяг даного комплексу входить встановлення трансформатора Т-3 типу ТРДН-40000/110, 3-фазний 2-обмотковий виробник ZTR, ДГК ASRC2.0P фірми EGE spol. s r.o., Чехія, заземлювача нейтралі ЗОН-110М-1 УХЛ1 фірми ВАТ Енергомаш, нелінійних обмежувачів перенапруг типу PEXL ІМ Q108-УН145, PEXL ІМ R072 та MWK-12 фірми АВВ, опорних ізоляторів типу ОНШ-20-10 УХЛ1 фірми ВАТ Енергомаш, КТПН 160/10/0,4 фірми Укрелектроапарат.

Також для установки трансформатора Т-3 запроектовано монтаж зв'язків 110 кВ проводом АС-240/32, монтаж зв'язків 10 кВ проводом АС-240/32 (два проводи в фазі) та нейтралі трансформатора проводом АС-240/32. Для установки ДГК ASRC2.0P запроектовано монтаж зв'язків 10 кВ проводом АС-185/29 та нейтралі ДГК проводом АС-185/29.

Все нове обладнання встановлюється на залізобетонних опорах.

Блискавкозахист трансформаторів здійснюється окремо встановленими блискавковідводами та блискавковідводами встановленими на порталах.

Все обладнання, що запроектоване необхідно приєднати до заземлюючого пристрою підстанції.

2.1 Установка трансформатора Т-3. Фрагмент плану

Методика вибору силових трансформаторів наступна [6]:

Приведені втрати:

$$\Delta P_{sh.tr} = \Delta P_{sh.xx} + K_{zav}^2 \cdot \Delta P_{sh.kz},$$

де $\Delta P_{sh.xx} = \Delta P_{xx} + K_{zav.vtr} \cdot \Delta Q_{xx}$ - втрати ХХ (приведені);

$\Delta P_{sh.kz} = \Delta P_{kz} + K_{zav.vtr} \cdot \Delta Q_{kz}$ - втрати КЗ (приведені);

ΔP_{xx} - втрати ХХ;

ΔP_{kz} - втрати КЗ;

$K_{zav.vtr}$ - коефіцієнт зміни втрат

$$K_{zav.vtr} = 0,02 \text{ кВт} / \text{кВАр};$$

K_{zav} - коефіцієнт завантаження;

$$\Delta Q_{xx} = S_{nom} \cdot \frac{I_{xx}}{100} - \text{реактивна потужність ХХ};$$

$$\Delta Q_{kz} = S_{nom} \cdot \frac{U_{kz}}{100} - \text{реактивна потужність КЗ};$$

I_{xx} - струм ХХ;

U_{kz} - напруга КЗ.

Приведені втрати в 2 трансформаторах – $2 \times \Delta P_{shtr}$.

Час включення трансформатора протягом року:

$$t_{вкл} = 365 \cdot 24 = 8760 \text{ год}.$$

Втрати електричної енергії протягом року:

$$\Delta E = \Delta P'_{1,2} \cdot t_{вкл}.$$

Вартість одного кВт/год електричної енергії:

$$c = 4,98 \text{ грн}.$$

Вартість втрат електричної енергії протягом року:

$$C_e = \Delta E \cdot c.$$

Капітальні затрати для двох варіантів:

$$K_1 = 2 \cdot C_{\text{транс}}.$$

$C_{\text{транс}}$ – ціна трансформатора.

Річні експлуатаційні затрати:

$$C_a = \phi \cdot K,$$

де ϕ - коефіцієнт амортизаційних відрахувань, $\phi = 0,1$.

Сумарні річні затрати:

$$C = C_e + C_a,$$

Термін окупності:

$$T_{ок} = \frac{K_2 - K_1}{C_1 - C_2}$$

Економічна ефективність:

$$E = C_1 - C_2$$

На рисунку 2.1 показано фрагмент плану установки трансформатора Т-3.

Даний рисунок знаходиться в Додатку А.

В таблиці 2.1 наведено відповідну специфікацію.

Таблиця 2.1 – Специфікація

Марка, поз.	Найменування	К-ть	Маса од., кг
1	Трансформатор силовий ТРДН-40000/110 (Т-3)	к-т 1	
2	Нелінійний обмежувач перенапруг 110 кВ PEXL IM Q108-УН145	шт. 3	
3	Нелінійний обмежувач перенапруг нейтралі 110 кВ PEXL IM R072	шт. 1	
4	Нелінійний обмежувач перенапруг 10 кВ MWK-12	шт. 6	
5	Заземлювач ЗОН-110М-1 УХЛ1	шт. 1	
6	Опорний ізолятор 20 кВ 0НШ-20-10 УХЛ1	шт. 9	
7	Затискач апаратний А2А-240Г-7-1	шт. 22	0,36
8	Затискач апаратний А4А-240Г-1	шт. 6	0,4
9	Затискач відгалужуючий 0А-240-2	шт. 12	0,65
10	Затискач відгалужуючий 0А-240-1	шт. 12	0,435
11	Провід сталевалюмінієвий АС-2А0/32	м. 375	0,921
12	Інвентарна площадка	-	
13	Гірлянда ізолятора 10хПС 70 Е натяжна одноланцюгова для одного проводу АС-240/32	шт. 6	
14	Розпірка дистанційна глуха Р-2-120	шт. 30	
15	КТПН 160/10/0,4 кВ	шт. 1	
16	Ящик РЗТ	шт. 1	

1. Установка трансформатора розроблена на основі креслення фірми ZTR.
2. Трансформатор встановлюється на фундаменті без ухилу. Відвід газів з баку в сторону газового реле забезпечується конструкцією газовідвідного трубопроводу.

5. Довжини спусків уточнюються по місцю і приймаються довгими від відстані між точкою з'єднання проводів і затискачем апарату на 6-8%.

4. Габарит від виводів ошиновки нейтралі до виступаючих частин трансформатора повинен бути не менше 600 мм.

5. Опори, колії, трансформаторна яма, інвентарна площадка показані умовно.

Загальна вага трансформатора - 65 т.

Вага оливи - 15 т.

2.2 Установка трансформатора Т-3. Розріз.

На рисунку 2.2 показано розріз установки трансформатора Т-3.

Даний рисунок знаходиться в Додатку А.

2.3 Установка трьох обмежувачів перенапруг нелінійних PEXL IM Q108 -УН145 (Т-1). Фрагмент плану, розріз.

На рисунку 2.3 показано установку трьох обмежувачів перенапруг нелінійних PEXL IM Q108 -УН145 (Т-1). Фрагмент плану, розріз.

Даний рисунок знаходиться в Додатку А.

В таблиці 2.2 подано відповідну специфікацію

Таблиця 2.2 – Специфікація

Марка, поз.	Найменування	К- ть	Маса од., кг
1	Нелінійний обмежувач перенапруг 110кВ PEXL IM Q108-УН145	шт. 3	
2	Затискач апаратний А4А-2А0Г-1	шт. 3	0,4
3	Затискач відгалужуючий Р0А-2А0-1	шт. 3	0,435
4	Провід сталевалюмінієвий АС-2А0/32	м. 15	0,921

2.4 Установка трьох обмежувачів перенапруг нелінійних PEXL IM Q108 -УН145 (Т-2). Фрагмент плану, розріз.

На рисунку 2.4 показано установку трьох обмежувачів перенапруг нелінійних PEXL IM Q108 -УН145 (Т-2). Фрагмент плану, розріз.

Даний рисунок знаходиться в Додатку А.

В таблиці 2.3 наведено відповідну специфікацію.

Таблиця 2.3 – Специфікація

Марка, поз.	Найменування	К- ть	Маса од., кг
1	Нелінійний обмежувач перенапруг 110кВ PEXL IM Q108-УН145	шт. 3	
2	Затискач апаратний А4А-2А0Г-1	шт. 3	0,4
3	Затискач відгалужуючий Р0А-2А0-1	шт. 3	0,435
4	Провід сталевалюмінієвий АС-2А0/32	м. 15	0,921

2.5 Установка трьох обмежувачів перенапруг нелінійних PEXL IM Q108 -УН145

На рисунку 2.5 показано установку трьох обмежувачів перенапруг нелінійних PEXL IM Q108 -УН145.

Даний рисунок знаходиться в Додатку А.

В таблиці 2.4 наведено відповідну специфікацію.

Таблиця 2.4 – Специфікація

Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Маса од.кг.
1		Нелінійний обмежувач перенапруг PEXQ IM 0108-УН145	к-т3	34
2		Ізолююча підставка типу 1HSA430 000-Н	шт.9	
3		Лічильник числа спрацювань EXCOUNT-C комплектно із аксесуарами для кріплення	шт.3	1,8
4		Смуга заземлення 40x4 мм	м18	1,26
5		Провід мідний гнучкий багатожильний ВВГнг 1x70 мм ²	м6	
6		Наконечник кабельний 2112L	шт.6	
7	ГОСТ 7798-70*, ГОСТ 11371-78*, ГОСТ 5915-70*	Болт М12x40 з гайкою та двома шайбами	к-т21	0,07
8	ТУ 14-4-1231-83	Дюбель-цвях ДГ 4,5x40	шт.12	0,005
9		Термоусаджувальна трубка MDT-A 38/12 L=1000 мм	шт.3	
10		Хомут з поліаміду, L=1000 мм	шт.15	

1. Установка ОПН розроблена згідно інформації фірми АВВ.
2. Смугу заземлення (поз. 4) кріплять до опори дюбелями (поз. 8) за допомогою будівельно-монтажного пістолета, до металоконструкції кріплять за допомогою болта (поз. 7).
3. Вивід заземлення ОПН з'єднується з смугою заземлення (поз. 4) проводом (поз. 5) з наконечником (поз. 6).
Провід (поз. 5) попередньо проводиться крізь корпус лічильника числа спрацювань (поз. 3).
4. Смуга заземлення на стику 'земля-повітря' прокладається в термоусаджувальних трубках (поз. 9) довжиною 0,6 м.

2.6 Установка трьох шинних опор ОНШ-20-10 УХЛ-1 на трьох ОПН MWK 12

На рисунку 2.6 показано установку трьох шинних опор ОНШ-20-10 УХЛ-1 на трьох ОПН MWK 12

Даний рисунок знаходиться в Додатку А.

В таблиці 2.5 подана відповідна специфікація.

Таблиця 2.5 – Специфікація

Поз.	Позначення	Найменування	Кіл		Маса од.кг
			Т-3	Т-1, Т-2	
1		Нелінійний обмежувач перенапруг ММК 12 к-т	3	3	2,1
2		Ізолююча підставка типу 1HSA430 000-H шт.	3	3	
3		Лічильник числа спрацювань EXCOUNT-C комплектно із аксесуарами для кріплення шт.	3	3	
4		Опорний ізолятор 20 кВ 0НШ-20-10 УХЛ1 шт	3	—	4,6
5		Смуга заземлення 40x4 мм м	7	—	1,26
6		Провід мідний гнучкий багатодротяний ВВГнг 1x70 мм ² м	15	15	
7		Наконечник кабельний 2112L шт.	6	6	
8	ГОСТ 7798-70*, ГОСТ 11371-78* ГОСТ 5915-70*	Болт М12x40 з гайкою та двома шайбами к-т	23	9	0,07
9	ТУ 14-4-1231-83	Дюбель-цвях ДГ 4,5x40 шт.	9	-	0,005
10		Термоусаджувальна трубка МОТ-А 38/12 L=1000 мм шт.	1	-	
11		Наконечник кабельний 2F12 шт.	6	-	0.036
12		Провід мідний багатодротяний ПВ- 3 1x25 мм з ПВХ ізоляцією м	2	-	
13		Хомут з поліаміду, L=1000 мм шт.	30	30	
14		Скоба 1 (шина алюмінієва АД 31, 60x12 мм), L=30 мм шт.	6	-	
15		Контакт перехідний КП 1 (шина алюмінієва АД-31, 120x10 мм), L=255 мм шт.	3	3	
16		Затискач відгалужуючий P0A-240-1 шт.	-	3	0,67
17		Затискач апаратний А2А-240Г-1 шт.	-	3	0,36

1. Установка обмежувача перенапруг розроблена згідно інформації фірми АВВ, опорного ізолятора - згідно інформації фірми ВАТ Енергомаш.
2. Смугу заземлення (поз. 5) кріпити до опори дюбелями (поз. 9) за допомогою будівельно-монтажного пістолета, до металоконструкції кріпити за допомогою болта (поз. 8).
3. Вивід заземлення ОПН з'єднати з смугою заземлення (поз. 5) проводом (поз. 6) з наконечником (поз. 7), провід (поз. 6) попередньо провести крізь корпус лічильника числа спрацювань (поз. 5).
4. Смугу заземлення на стику 'земля-повітря' прокласти в термоусаджувальній трубці (поз. 10) довжиною 0,6 м.
5. Заземлення опорного ізолятора (поз. 4) виконати за допомогою проводу (поз. 12), наконечників (поз. 11) та болтів (поз. 8).
6. Установка дійсна для трансформатора Т-3. Для Т-1, Т-2 ізолятори та опора - існуючі.

2.7 Установка заземлювача ЗОН-110М-І УХЛ-1 та обмежувача перенапруг РЕХЛ ІМ R072 (Т-3)

На рисунку 2.7 показано установку заземлювача ЗОН-110М-І УХЛ-1 та обмежувача перенапруг РЕХЛ ІМ R072 (Т-3).

Даний рисунок знаходиться в Додатку А.

В таблиці 2.6 подана відповідна специфікація.

Таблиця 2.6 – Специфікація

Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Маса од.кг
1		Заземлювач ЗОН- 110М-1 УХЛ1 к-т	1	110
2		Обмежувач перенапруг РЕХЛ ІМ R072 комплектно з ізолюючими підставками фаз	1	24
3		Ізолююча підставка типу 1НСА430 000-Н шт.	3	
4		Лічильник числа спрацювань ЕХСOUNT-С комплектно із аксесуарами для кріплення шт.	1	
5	ГОСТ 103-76	Смуга заземлення 40х4 мм м	6	1,26
6		Провід мідний багатодротяний ПВ-3 1х25 мм з ПВХ ізоляцією м	2	
7		Наконечник кабельний 2F12 шт	4	
8		Провід мідний гнучкий багатожильний ВВГнг 1х70 мм ² м	5	
9		Наконечник кабельний 2112L шт.	2	
10	ГОСТ 7798-70*, ГОСТ 11371-78* ГОСТ 5915-70*	Болт М10х40 з гайкою та двома шайбами	к-т	4
11	ГОСТ 7798-70*, ГОСТ 11371-78* ГОСТ 5915-70*	Болт М12х40 з гайкою та двома шайбами	к-т	11
12	ГОСТ 7798-70*, ГОСТ 11371-78* ГОСТ 5915-70*	Болт М18х40 з гайкою та двома шайбами	к-т	4
13		Термоусаджувальна трубка МДТ-А 38/12 L=1000 мм шт.	1	
14	ТУ14-4-1231-83	Дюбель-цвях ДГ 4,5х40 шт.	3	
15		Хомут з поліаміду, L=1000 мм шт.	10	

1. Установка розроблена згідно інформації фірми АВВ.

2. Смугу заземлення (поз. 5) кріплять до опори дюбелями (поз. 14) за допомогою будівельно-монтажного пістолета, до металоконструкції кріплять за допомогою болта (поз. 11).

Заземлення заземлювача (поз. 1), приводу та обмежувача перенапруг (поз. 2) до смуги заземлення виконують за допомогою проводу (поз. 6), наконечників (поз. 7) та болтів (поз. 11).

3. Вивід заземлення ОПН з'єднують з смугою заземлення проводом (поз. 8) з наконечником (поз. 9), провід (поз. 8) попередньо проводять крізь корпус лічильника числа спрацювань (поз. 4)

4. Смугу заземлення на стику 'земля-повітря' прокладають в термоусаджувальній трубці (поз. 15) довжиною 0,6 м.

2.8 Установка трьох опорних ізоляторів 20 кВ ОНШ-20-10 УХЛ1

На рисунку 2.8 показано установку трьох опорних ізоляторів 20 кВ ОНШ-20-10 УХЛ1.

Даний рисунок знаходиться в Додатку А.

В таблиці 2.7 подана відповідна специфікація.

Таблиця 2.7 – Специфікація.

Поз.	Позначення	Найменування	Кіл	Маса од.кг
1		Опорний ізолятор 20 кВ ОНШ-20-10 УХЛ1 шт	3	4,6
2		Смуга заземлення 40x4 мм м	7	1,26
3	ГОСТ 7798-70*, ГОСТ 11371-78* ГОСТ 5915-70*	Болт М12x40 з гайкою та двома шайбами к-т	19	0,07
4		Термоусаджувальна трубка МДТ-А 38/12 L=1000 мм шт	1	
5		Наконечник кабельний 2F12 шт.	6	0,036
6		Провід мідний багатодротяний ПВ-3 1x25 мм з ПВХ ізоляцією м	3	
7	ТУ 14-4-1231-83	Дюбель-цвях ДГ 4,5x40 шт.	4	0,005
8		Скоба 1 (шина алюмінієва АД 31, 60x12 мм), L=130 мм шт	6	

1. Установка розроблена згідно інформації фірми ВАТ 'Енергомаш'.
2. Смугу заземлення (поз. 2) кріплять до опори дюбелями (поз. 4) за допомогою будівельно-монтажного пістолета, до металоконструкції кріплять за допомогою болта (поз. 3).
3. Смугу заземлення на стику 'земля-повітря' прокладають в термоусаджувальній трубці (поз. 4) довжиною 0,6 м.
4. Заземлення опорного ізолятора (поз. 1) виконують за допомогою проводу (поз. 6), наконечників (поз. 5) та болтів (поз. 3).

2.9 Установка обмежувача перенапруг PEXL IM R072 (Т-1, Т-2)

На рисунку 2.9 показано установку обмежувача перенапруг PEXL IM R072 (Т-1, Т-2).

Даний рисунок знаходиться в Додатку А.

В таблиці 2.8 подано відповідну специфікацію.

Таблиця 2.8 – Специфікація

Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Маса од.кг
1		Заземлювач ЗОН-110М-І УХЛІ к-т	—	—
2		Обмежувач перенапруг PEXL IM R072 комплектно з ізолюючими підставками фаз	1	24
3		Ізолююча підставка к-т	1	/
4		Лічильник числа спрацювань EXCOUNT-C комплектно із аксесуарами для кріплення шт.	1	
5	ГОСТ 7798-70*, ГОСТ 11371-78* ГОСТ 5915-70*	Болт М12х40 з гайкою та двома шайбами к-т	10	0,07
6		Затискач апаратний А4А-240Г-1 шт	2	0,4
7		Провід сталевалюмінієвий АС-240/32 м	1	0,921
8		Провід мідний гнучкий багатожильний ВВГнг 1х70 мм ² м	5	
9		Наконечник кабельний 2112EL шт	4	
10		Хомут з поліаміду, L=1000 мм шт	10	

1. Установа розроблена згідно інформації фірми АВВ.
2. Вивід заземлення ОПН з'єднують з смугою заземлення проводом (поз. 8) з наконечником (поз. 9), провід (поз. 8) попередньо проводять крізь корпус лічильника числа спрацювань (поз. 4)
3. Потовщеною лінією показано обладнання і ошиновка, які встановлюються, тонкою - існуюче.

2.10 Установа КТПН 160/10/0,4 кВ

На рисунку 2.10 показано установку КТПН 160/10/0,4 кВ.

Даний рисунок знаходиться в Додатку А.

В таблиці 2.9 показано відповідну специфікацію.

Таблиця 2.9 – Специфікація

Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Маса од., кг
1		КТПН 160/10/0,4 кВ шт	1	
2		Контакт перехідний КП 1 (шина алюмінієва АД-31, 120x10 мм), L=255 мм шт.	3	
3		Смуга заземлення 40x4 мм м	3	1,26
4	ВВГнг 4x185	Кабель силовий в ПВХ ізоляції, з мідними жилами, на напругу 0,66 кВ м		
5		Термоусаджувальна трубка МДТ-А 38/12 L=1000 мм шт.	1	
6	ТУ 14-4-1231-83	Дюбель-цвях ДГ 4,5x40 шт.	2	0,005

1. Смугу заземлення (поз. 3) кріплять до фундаменту дюбелями (поз. 6) за допомогою будівельно-монтажного пістолета та з'єднують з виводом заземлення на корпусі КТПН.

2. Смугу заземлення (поз. 3) на стику 'земля-повітря' прокладають в термоусаджувальній трубці (поз. 5) довжиною 0,6 м.

2.11. Гірлянда ізоляторів 10хПС 70 Е натяжна одноланцюгова для одного проводу АС-240/32

На рисунку 2.11 показано гірлянду ізоляторів 10хПС 70 Е натяжна одноланцюгова для одного проводу АС-240/32.

Даний рисунок знаходиться в Додатку А.

В таблиці 2.10 подано відповідну специфікацію.

Таблиця 2.10 – Специфікація

Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Маса од., кг	Примітка
/	ТУ 34-13-10874-87	Ізолятор ПС70 Е	шт.10	3,4	
2	ТУ 34-13-11129-89	Вузол кріплення гірлянди КГП-7-2Б	шт 1	1,12	Комплектується сергою СРС-7-16
3	ТУ 34-13-11309-88	Вушко дволапчате У2-12-16	шт 1	1,52	
4	ТУ 34-13-11124-88	Панка проміжна регульована ПРТ-12-1	шт 1	1,145	
5	ТУ 34-13-11429-89	Затискач натяжний пресований НАС-240-1	шт 1	2,18	
Маса гірлянди				кг	39,96

Креслення виконано згідно з каталогом [7] “Арматура і ізолятори для повітряних ліній електропередачі” 2008.

2.12 Розміщення металевих кабельних лотків в трансформаторній ямі (Т-3).

На рисунку 2.12 показано розміщення металевих кабельних лотків в трансформаторній ямі (Т-3).

Даний рисунок знаходиться в Додатку А.

В таблиці 2.11 подано відповідну специфікацію.

Таблиця 2.11 – Специфікація

Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Маса од., кг	Примітка
1		Поток неперфорований металевий 200x100, L=3000 мм	шт. 8	8,40	
2		Кришка лотка 200, L=3000 мм	шт. 8	4,46	

2.13 Установка ДГК ASRC2.0P. Фрагмент плану, розріз

На рисунку 2.13 показано установку ДГК ASRC2.0P. Фрагмент плану, розріз.

Даний рисунок знаходиться в Додатку А.

В таблиці 2.12 подано відповідну специфікацію.

Таблиця 2.12 – Специфікація

Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Маса од.,кг
1		Дугогасний заземлюючий реактор ASRC2.0P шт2	2	8500
2		Опорний ізолятор ОНШ-20-10 УХЛ1 шт6	6	4,6
3		Муфта кінцева однофазна зовнішньої установки з болтовим з'єднанням POLT-12E/1ХО-L16 шт.6	6	
4		Затискач апаратний А2А - 185Г-1 шт16	16	0,36
5		Провід сталюалюмінієвий АС-185/29 м22	22	0,728
6		Затискач кабельний SE 15-26 шт4	4	
7	ГОСТ 103-76*	Смуга заземлення 40x4 мм и	12	1,26
8		Дюбель-цвях ДГ 4,5x40 шт8	8	
9		Термоусаджувальна трубка МДТ-А 38/12 L=1000 мм шт.	4	—
10		Болт з гайкою і двома шайбами М12x40 т16	16	
11		Лоток неперфорований металевий 200x100, L=3000 мм шт.3	3	8,40
12		Кришка лотка 200, L=3000 мм шт.3	3	4,46

1. Установа ДГК 35 кВ розроблена на основі креслення комбінованої дугогасної катушки ASRC2.0P компанії 'EGE spol, s r. o.', Чехія.
2. ДГК 10 кВ встановлюється без катків на фундаменті без ухилу. Відвід газів з баку в сторону газового реле забезпечується конструкцією газовідвідного трубопроводу.
3. Габарит від виводів ошиновки нейтралі до виступаючих частин ДГК 10 кВ повинен бути не менше 200 мм.
4. Опори під обладнання показані умовно.
5. Заземлення опор та баку ДГК 10 кВ виконується за допомогою смуги (поз. 7) та болта (поз. 10) Смуга заземлення (поз. 7) до опори пристрілюється дюбелем (поз. 8).
6. Смуга заземлення (поз. 7) на межі 'земля-повітря' прокладається в термоусаджувальній трубці (поз. 9).

2.14. Установа ДГК ASRC2.0P. Розрізи.

На рисунку 2.14 показано установку ДГК ASRC2.0P. Розрізи.

Даний рисунок знаходиться в Додатку А.

2.15 Установа трьох кабельних муфт POLT-12E/1X0-L16 та трьох опорних ізоляторів ОНШ-20-10 УХЛ1

На рисунку 2.15 показано установку трьох кабельних муфт POLT-12E/1X0-L16 та трьох опорних ізоляторів ОНШ-20-10 УХЛ1.

Даний рисунок знаходиться в Додатку А.

В таблиці 2.13 показано відповідну специфікацію.

Таблиця 2.13 – Специфікація

Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Маса од., кг
1		Муфта кінцева однофазна зовнішньої установки з болтовим з'єднанням РОЛТ-12Е/1ХО-Л16 шт.	3	
2		Опорний ізолятор ОНШ-20-10 ЧХЛ1 шт.	3	4,6
3		Кабель силовий з ізоляцією із зшитого поліетилену АПвЄгаПу-10 3(1х185/70) м	—	
4		Смуга заземлення 40х4 мм	5	1,26
5		Термоусаджувальна трубка МДТ-А 38/12 L=1000 мм	1	
6		Термоусаджувальна трубка МДТ-А 180/60 L=1000 мм	1	
7		Труба двостінна гофрована ф160 мм м	5	
8		Затискач кабельний SE 36-52 шт.	3	
9		Затискач кабельний Triple 38-51 шт.	1	
10		Затискач кабельний SE 135-170 шт.	1	
11		Пробій базатодротяний з мідною жилою ПВ-3 1х25 мм ² м		2
12		Наконечник кабельний 2F12 шт.	6	
15		Дюбель-цвях ДГ 4,5х40 шт.	4	
14	ГОСТ 7798-70*, ГОСТ 5915-70* ГОСТ 11371-78*	Болт М12х40 з гайкою і двома шайбами	к-т	8
15	ГОСТ 7798-70*, ГОСТ 5915-70* ГОСТ 11371-78*	Болт М14х60 з гайкою і двома шайбами	к-т	12
16		Скоба 1 (шина алюмінієва АД 31, 60х12 мм), L=130 мм шт.	6	

1. Установка кабельної муфти розроблена згідно інформації фірми Raucher та установка опорного ізолятора розроблена згідно інформації фірми 'Електрофарфор'.

2. Смугу заземлення (поз. 4) кріплять до опори дюбелями (поз. 13) за допомогою будівельно-монтажного пістолета, до металоконструкції кріплять за допомогою болта (поз. 14)

3. Смугу заземлення на стику 'земля-повітря' прокладають б термоусаджувальних трубках (поз. 5) довжиною 0,6 м.

4. Опори під обладнання показані умовно.

2.16. Установка ящика РЗТ

На рисунку 2.16 показано установку ящика РЗТ.

Даний рисунок знаходиться в Додатку А.

В таблиці 2.14 подано відповідну специфікацію.

Таблиця 2.14 – Специфікація

Марка поз.	Позначання	Найменування	Кіл.	Вага од., кг
1		Ящик РЗ Т	1 шт.	
2	ГОСТ 105-76	Смуга заземлення 40x4мм,	2 м	1,26
3	арт. 35103	Лоток неперфорований, прямий, 200x100 L=3000 мм,	1 шт.	
4	арт. 35524	Кришка лотка неперфорованого, прямого, шир. 200 мм L=5000 мм,	1 шт.	
5	ГОСТ 7798-70* ГОСТ 5915-70* ГОСТ 11371-78*	Болт М12х30 з гайкою і двома шайбами	10 кг	0,072
6	ГОСТ 7798-70* ГОСТ 5915-70* ГОСТ 11371-78*	Болт М8х50 з гайкою і двома шайбами	6 кг	0,083
7		Термоусаджувальна трубка MDT-A 38/12 L=1000 мм,	1 шт.	
8		Провід багатодротяний з мідною жилою ПВ-3 1x25	2 м	
9		Дюбель-цвях ДГ 4,5x40	3 шт.	0,005
10		Труба двостінна гофрована гнучка	м	
11		Наконечник кабельний 2F12	4 шт.	

1. Установка ящика розроблена на підставі інформації компанії Z.U.P.Emiter Sp. J.

2. Смугу заземлення (поз. 2) до металоконструкції приєднати за допомогою болта (поз. 5) і пристрілити до фундаменту за допомогою дюбель-цвяха (поз. 9).

3. Заземлення лотків (поз. 3) та ящика поз. (1) виконати за допомогою проводу (поз. 8), болтів (поз. 5) і наконечників (поз.11).

4. Стійка показана умовно.

5. Смугу заземлення (поз. 2) на стику 'земля-повітря' прокласти в термоусаджувальній трубці (поз. 7) довжиною 0,6 м.

6. Кабелі при переході між залізобетонним лотком і лотком неперфорованим прокласти в гофрованій трубці (поз. 10), стійкій до ультрафіолетового випромінювання.

2.17 Висновки до розділу

1. Запропоновано для встановлення двообмотковий трьохфазний силовий трансформатор Т-3 типу ТРДН-40000/110 У1 напругою 115+9х1,78%/10,5/10,5 кВ, потужністю 40 МВА, схемою з'єднань $Y_n/D/D-11-11$.

2. Запропоновано для встановлення обмежувачі перенапруги нелінійні на виводах 110 кВ РЕХЛ ІМ Q108 -УН145, 10 кВ МВК 12 та в нейтралі силового трансформатора Т-3 РЕХЛ ІМ R072. Також запропоновано замінити розрядники на обмежувачі перенапруги нелінійні на виводах 10 кВ та в нейтралі силових трансформаторів Т-1 та Т-2

3. Запропоновано для встановлення заземлювача 110 кВ типу ЗОН-110М-І УХЛ-1 з ручним приводом в нейтралі силового трансформатора Т-3.

4. Запропоновано для встановлення КТПН 160/10/0,23 кВ – шафи з трансформатором власних потреб ТВП-3 напругою 10/0,23 кВ, потужністю 160 кВА з приєднанням його до ошиновки 10 кВ силового трансформатора Т-3. До складу шафи власних потреб ТВП-3 входить сухий трансформатор типу ТСГЛ-160/10/0,23, запобіжник типу ПК-10 та роз'єднувач типу РВЗ-10.

5. Запропоновано для встановлення дугогасильні реактори ДГК ASRC2.OP (ДГК-5 та ДГК-6) на секціях 5С-10 та 6С-10 напругою 10 кВ.

3 ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

На ПС 110/10 кВ 'Галицька' виконано реконструкцію ВРУ 110 кВ із встановленням ввідної комірки трансформатора Т-3, секційної комірки між трансформаторами Т-1 та Т-5, лінійної комірки ПЛ 110 кВ Тернопіль.

Реконструкція передбачає:

- установку елегазових вимикачів;
- триполюсних роз'єднувачів;
- трансформаторів струму і напруги;
- шинних опор;
- установку ящиків ЯОВ та ЯПВ;
- монтаж гнучких зв'язків 110 кВ проводом АС-240/32.

Заземлюючий пристрій, який виконується для новозмонтованого обладнання, приєднується до існуючого ЗП.

Блискавкозахист ВРУ 110 кВ здійснюється окремо встановленими блискавковідводами та блискавковідводами встановленими на порталах.

3.1 План підстанції

На рисунку 3.1 показано план підстанції.

Даний рисунок знаходиться в Додатку Б.

Потовщеною півнією показано обладнання та ошиновка, що встановлюється, тонкою - існуюче.

3.2 Секційна комірка між трансформаторами Т-1 та Т-3. План, розріз, пояснююча схема

На рисунку 3.2 показано секційну комірку між трансформаторами Т-1 та Т-3. План, розріз, пояснюючу схему.

Даний рисунок знаходиться в Додатку Б.

В таблиці 3.1 подано відповідну специфікацію.

Таблиця 3.1 – Специфікація

Поз.	Найменування	Кільк.	Маса од., кг
1	Вимикач елегазовий колонковий GL 312 F1	к-т 1	1177,8
2	Роз'єднувач триполюсний з одним к-том заземляючих ножів РПД-К-1к-110/1000 У1	к-т 1	1080
3	Роз'єднувач триполюсний з одним к-том заземляючих ножів РПД-К-Іп-110/1000 У1	к-т 1	1080
4	Трансформатор струму ІМВ 123	фаз 3	480
5	Опора шинна Ш0-110.11-1 УХЛ1 комплектно з шинотримачем для одного проводу АС-240/32	шт. 8	77.8
6	Провід сталевалюмінієвий АС-240/32	м 90	0,921
7	Затискач апаратний А4А-2А0Г-1	шт. 24	0,514
8	Затискач відгалужуючий Р0А-240-1	шт 3	0,65
9	Контактна пластина КП-1	шт 6	1,08

3.3 Ввідна комірка трансформатора Т-3. План, розріз, пояснююча схема

На рисунку 3.3 показано ввідну комірку трансформатора Т-3. План, розріз, пояснюючу схему.

Даний рисунок знаходиться в Додатку Б.

В таблиці 3.2 подано відповідну специфікацію.

Таблиця 3.2 – Специфікація

Поз.	Найменування	Кільк.	Маса од., кг
1	Вимикач елегазовий колонковий GL 312 F1	к-т 1	1177,8
2	Роз'єднувач триполюсний з двома к-тами заземляючих ножів РПД-К-2-110/1000 У1	к-т 1	1150
3	Трансформатор струму ІМВ 123	фаз 3	480
4	Опора шинна Ш0-110.11-1 УХЛ1 комплектно з шинотримачем для одного проводу АС-240/32	шт. 5	77.8
5	Гірлянда ізоляторів 9хПС 70 Е підтримуюча однола-нцюгова для одного проводу АС-240/32	шт 3	
6	Провід сталелегатурний АС-240/32	м 140	0,921
7	Затискач апаратний А4А-240Г-1	шт 18	0,514
8	Затискач відгалужуючий 0А-240-1	шт 6	0,6
9	Контактна пластина КП-1	шт 6	1,08

Шинний трансформатор напруги на розрізі умовно не показаний

3.4 Комірка III СШ 110 кВ. План, розріз, пояснююча схема

На рисунку 3.4 показано комірку III СШ 110 кВ. План, розріз, пояснююча схема

Даний рисунок знаходиться в Додатку Б.

В таблиці 3.3 подано відповідну специфікацію.

Таблиця 3.3 – Специфікація

Поз.	Найменування	Кільк.	Маса од., кг
1	Роз'єднувач триполюсний з двома к-тами заземляючих ножів РПД-К-2-110/1000 У1 к-т	1	1150
2	Трансформатор напруги ЕМФ 123 фаз	3	510
3	Гірлянда ізоляторів 9хПС 70 Е натяжна одноланцюгова для одного проводу АС-240/32 шт	6	
4	Провід сталелегюмінєвий АС-240/32 м	130	0,921
5	Затискач апаратний А4А-240Г-1 шт.	9	0,514

3.5 Установка елегазового вимикача GL 312 F1/4031P/VR

На рисунку 3.5 показано установку елегазового вимикача GL 312 F1/4031P/VR.

Даний рисунок знаходиться в Додатку Б.

В таблиці 3.4 подано відповідну специфікацію.

Таблиця 3.4 – Специфікація

Марка поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Вага од., кг
1		Вимикач елегазовий триполосний GL 312F1/4031P/VR, з пружинним приводом FK 3-1 та заводською стійкою к-т	1	1177,8
2		Опора	-	
3	арт. 35103	Лоток неперфорований, 200x100 L=3000 мм шт	1	
4	арт. 35524	Кришка лотка неперфорованого, шир. 200 мм L=3000 мм, шт.	1	
5		Болт М12х60 з гайкою та двома шайбами, шт.	2	0,083
6	ГОСТ 103-76	Смуга заземлення 40х4 мм м	4	1,26
7		Дюбель-цвях ДГ 4,5х40 шт.	8	0,005
8		Провід багатожильний з мідною жилою ПВ-3 1х25 м	4	
9		Наконечник кабельний 2F12L шт.	12	
10		Болт М12х30 з гайкою та двома шайбами. шт.	8	0,072
11		Термоусаджувальна трубка МДТ-А 38/12 L=1000 мм, шт.	3	
12		Болт М24х120 з гайкою і двома шайбами, шт.	8	0,734
13		Дюбель-гвинт ДВ 8х70, шт.	4	0,015
14		Профіль монтажний ВРD4104HDZ 400 мм, шт.	2	2,020
15		Профіль монтажний ВРМ4104 400 мм. шт.	2	1,010
16	СМ201002	Шпилька різьбова М10х2000, шт.	2	
17	СМ151000	Гайка М10 з пружиною, шт.	8	
18	СМ111000	Гайка М10, шт.	8	
19	СМ121000	Шайба М10, шт.	8	
20	СМ131000	Шайба граверна М10, шт.	8	
21	СМ150600	Гайка з пружиною М6, шт.	8	
22	СМ010610	Гвинт М6х10, шт.	8	

1. Установка розроблена згідно з документацією фірми Alstom.
2. Опорна стійка постачається в комплекті з вимикачем.
3. Заводську стійку кріплять до опорних конструкцій за допомогою болтів (поз. 12).
4. Лоток (поз. 4) кріплять до залізобетонної стійки дюбель-гвинтами (поз.13) за допомогою монтажного пістолета, до заводської металевої стійки - за допомогою поз.14-22.
5. Смугу заземлення (поз. 6) до металоконструкції кріплять болтом (поз. 5), до стійки пристрілюють дюбелями (поз. 7) за допомогою монтажного пістолета і приєднують до контуру заземлення ВРУ 110 кВ.
6. Заводську стійку (поз.2), привід вимикача, раму вимикача, лоток (поз. 3) заземлюють проводом (поз. 8), наконечником (поз.9) та болтом (поз.10), який попередньо приварюється до конструкції.
7. Смугу заземлення на межі 'земля-повітря' прокладають в термоусаджувальній трубці (поз.11) довжиною 0,6 м.
8. Кабелі при переході між залізобетонним лотком і лотком неперфорованим, між лотками та лотками і приводом прокладають в гофрованій трубці, яку фіксують відносно кабеля термоусаджувальною трубкою.

3.6 Установка триполюсного роз'єднувача РПД-К-1к(1n)(2)-110/1000

У1

На рисунку 3.6 показано установку триполюсного роз'єднувача РПД-К-1к(1n)(2)-110/1000 У1.

Даний рисунок знаходиться в Додатку Б.

В таблиці 3.5 подано відповідну специфікацію.

Таблиця 3.5 – Специфікація

Марка поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	Кіл.	Вага од, кг
			(1n,1k)	(2)	
1		Роз'єднувач триполюсний з одним (двома) к-тами заземлюючих ножів РПД-К-1к(2)-110/1000 У1,	к- т. 1	1	1080 (1150)
2		Ручний привід для керування головни- ми ножами,	к-т 1	1	25
3		Ручний привід для керування зазем- люючими ножами, к-т	1	2	25
4		Опорна стійка висотою 2500 мм,	шт. 1	1	—
5	арт. 35103	Лоток неперфорований металевий 200x100 мм, L=3000 мм, шт.	1	2	8,13
6	арт. 35524	Кришка лотка неперфорованого, шир. 200 мм L=3000 мм, шт.	1	2	3,33
7	арт. 121940AN	Гофрована труба двостінна d 40,	м -	-	-
8		Провід багатодротний з мідною жилою ПВ-3 1x25	м 3	4	-
9		Болт М20x100 з двома гайками і двома шайбами,	шт. 8	8	0,29
10	ГОСТ 103-76	Смуга заземлення 40x4мм,	м 4	4	1,26
11		Болт М12x60 з гайкою та двома шайбами,	шт. 8	10	0,135
12		Болт М12x30 з гайкою та двома шайбами,	шт. 14	18	0,072
13		Термоусаджувальна трубка МДТ-А 38/12 L=1000 мм,	шт. 2	2	
14		Кутник для кріплення 50x50x5 мм L=300мм,	шт. 3	3	
15		Наконечник кабельний 2Р12L,	шт. 10	14	

1. Установка розроблена на основі інформації на роз'єднувач РПД-К-1n(1к)(2)-110/1000 У1 ТОВ «Київський завод високовольтної апаратури».
2. Опорна стійка постачається в комплекті з роз'єднувачем.
3. Смугу заземлення (поз. 10) до опорної стійки (поз. 3) приєднується за допомогою болта (поз. 11), до заземлювального пристрою ВРУ 110 кВ - електрозварюванням (її шва 4 мм за ГОСТ 5264-80).
4. Опорну стійку кріплять до фундаменту за допомогою анкерних болтів (поз. 9).
5. Заземлення приводів та лотків виконується проводом (поз. 8), накопичувачами (поз. 15) та болтами (поз. 12).
6. Лотки неперфоровані металеві (поз.5) до приводу прикріплюють за допомогою кутника (поз.14) та болтів (поз.12).
Кутник до лотка прикріплюють за допомогою болтів (поз. 11).
7. Смугу заземлення (поз. 10) на межі 'земля-повітря' прокладають в термоусаджувальній трубці (поз. 13) довжиною 0,6 м.
8. Кабелі при переході між залізобетонним лотком і лотком неперфорованим та лотком неперфорованим і приводами захищають стійкою до ультрафіолету гофрованою двостінною трубою (поз. 7), яку кріплять до кабеля термоусаджувальною трубкою.

3.7 Установка трьох трансформаторів струму ІМВ 123

На рисунку 3.7 показано установку трьох трансформаторів струму ІМВ 123

Даний рисунок знаходиться в Додатку Б.

В таблиці 3.6 подано відповідну специфікацію.

Таблиця 3.6 – Специфікація

Марка поз.	Позначання	Найменування	Кіл.	Вага од., кг
1		Трансформатор струму 110 кВ ІМВ 123, шт.	3	480
2		Ящик затискачів трансформаторів струму ЯЗВ, шт.	1	
3		Болт М16х80 з гайкою і двома шайбами, шт.	12	0,2212
4		Болт М12х30 з гайкою, і двома шайбами, шт.	7	0,072
5	арт. 35103	Лоток неперфорований, 200х100 L=3000 мм, шт.	1	
6	арт. 35524	Кришка лотка неперфорованого, шир. 200 мм L=3000 мм, шт.	1	
7	ГОСТ 103-76	Смуга заземлення 40х4 мм м	10	1,26
8		Дюбель-цвях ДГ 4,5х40, шт.	10	0,005
9		Дюбель-гвинт ДВ 8х70, шт.	6	0,015
10		Кутник для кріплення 50х50х5 мм L=50мм, шт.	5	1,140
11		Термоусаджувальна трубка МДТ-А 38/12 L=1000 мм, шт.	2	
12		Провід багатожильний з мідною жилою ПВ-3 1х25, м	5	
13		Наконечник кабельний 2F12L, шт.	10	

1. Установа розроблена згідно з технічною інформацією фірми АВВ.
2. Будівельну частину опори показана умовно.
3. Лотки (поз.5) кріпляться до стійки дюбель-гвинтами (поз.8) за допомогою будівельно-монтажного пістолета.
4. Смугу заземлення (поз.6) до металоконструкції приварюють, до стійки пристрілюють дюбелями (поз.7) за допомогою будівельно-монтажного пістолета.
5. Лотки (поз.5) приєднують до смуги заземлення болтом (поз. 4), проводом (поз.12) та наконечником (поз.13). Заземлення корпусу трансформатора струму виконують проводом (поз.12), який з одного боку приєднується до виводу заземлення, а з іншого за допомогою наконечника (поз. 13) до болта (поз.4), який попередньо приварюється до металоконструкції.
6. Ящик кріпиться на стороні і стійці ближчій до кабельного лотка.
7. Смугу заземлення на стику 'земля-повітря' прокладають в термоусаджувальній трубці (поз.11) довжиною 0,6 м.
8. Кабелі при переході між залізобетонним лотком і лотком неперфораним, між лотками і трансформаторами струму прокладають в гофрованій трубці, яку фіксують відносно кабелю термоусаджувальною трубкою.

3.8 Установа трьох трансформаторів напруги EMF 123

На рисунку 3.8 показано установку трьох трансформаторів напруги EMF 123.

Даний рисунок знаходиться в Додатку Б.

В таблиці 3.7 подано відповідну специфікацію.

Таблиця 3.7 – Специфікація

Марка поз.	Позначання	Найменування	Кіл.	Вага од., кг
1		Трансформатор напруги 110 кВ EMF 123, шт.	3	510
2		Ящик затискачів трансформаторів напруги ЯЗН, шт.	2	
3		Болт М16х80 з гайкою і двома шайбами, шт.	12	0,2212
4		Болт М12х30 з гайкою, шт.	7	0,072
5	арт. 35103	Лоток неперфорований, прямий, 200х100 з=5000 мм, шт.	1	
6	арт. 35524	Кришка лотка неперфорованого, прямого, шир. 200 мм L =3000 мм, шт.	1	
7	ГОСТ 103-76	Смуга заземлення 40х4мм, м	12	1,26
8		Дюбель-цвях ДГ 4,5х40, шт.	2	0,005
9		Дюбель-гвинт ДВ 8х70, шт.	8	0,015
10		Кутник для кріплення 50х50х5 мм L=50мм, шт.	6	0,188
11		Термоусаджувальна трубка MDT-A 38/12 L=1000 мм, шт.	2	
12		Провід багатодротяний з мідною жилою ПВ-3 1х25 м	5	
13		Наконечник кабельний 2F12L, шт.	10	

1. Установка розроблена згідно з технічною інформацією фірми АВВ.
2. Будівельну частину опори показана умовно.
3. Лотки (поз.5) кріплять до стійки дюбель-гвинтами (поз.8) за допомогою будівельно-монтажного пістолета.
4. Смугу заземлення (поз.6) до металоконструкції приварюють, до стійки пристрілюють дюбелями (поз.7) за допомогою будівельно-монтажного пістолета.
5. Лотки (поз.5) приєднують до смуги заземлення болтом (поз.4), проводом (поз.12) та наконечником (поз.13). Заземлення корпусу трансформатора напруги виконують проводом (поз.12), який з одного боку приєднується до виводу заземлення, а з іншого за допомогою наконечника (поз.13) до болта (поз.4), який попередньо приварюється до металоконструкції.
6. Ящик кріплять на стороні і стійці ближчій до кабельного лотка.
7. Смугу заземлення на стику 'земля-повітря' прокладають в термоусаджувальній трубці (поз.11) довжиною 0,6 м.
8. Кабелі при переході між залізобетонним лотком і лотком неперфорованим, між лотками і трансформаторами напруги прокладають в гофрованій трубці, яку фіксують відносно кабелю термоусаджувальною трубкою.

3.9 Установка трьох шинних опор ШО-110.11-1 УХЛ1

На рисунку 3.9 показано установку трьох шинних опор ШО-110.11-1 УХЛ1

Даний рисунок знаходиться в Додатку Б.

В таблиці 3.8 подано відповідну специфікацію.

Таблиця 3.8 – Специфікація

Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Маса од., кг
1		Опора шинна Ш0-110.11-1 УХЛ1 комплектно з шинотримачем для одного проводу АС-240/32 шт	3	77,8
2		Термоусаджувальна трубка МДТ-А 38/12 шт.	2	
3	ГОСТ 103-76*	Смуга заземлення 40x4 мм м	10	1,26
4	ГОСТ 7798-70*, ГОСТ 5915-70*, ГОСТ 11371-78*	Болт М16x80 з гайкою і двома шайбами к-т	12	0,2212
5		Дюбель-цвях ДГ 4,5x40 шт	6	0,005
6	ГОСТ 7798-70*, ГОСТ 5915-70*, ГОСТ 11371-78*	Болт М12x30 з гайкою та двома шайбами к-т	6	0,072
7	ГОСТ 16442-80*	Провід багатодротяний з мідною жилою, ПВ-3 1x25 м	3	
8		Наконечник кабельний 2F12L шт	6	

1. Установку розроблено на підставі інформації ТОВ 'ВТК 'Енергомаш'.
2. Будівельну частину опори показано умовно.
3. Смугу заземлення (поз. 3) до металоконструкції приварюють, до стійки пристрілюють дюбелями (поз.5) за допомогою будівельно-монтажного пістолета.
4. Заземлення шинної опори виконують болтом (поз. 6), проводом (поз.7) з наконечниками (поз. 8).
5. Смугу заземлення на стику 'земля-повітря' прокладають в термоусаджувальній трубці (поз.2) довжиною 0,6 м.

3.10 Установка шинної опори ШО-110.11-1 УХЛ1

На рисунку 3.10 показано установку шинної опори ШО-110.11-1 УХЛ1

Даний рисунок знаходиться в Додатку Б.

В таблиці 3.9 подано відповідну специфікацію.

Таблиця 3.9 - Специфікація

Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Маса од., кг
1		Опора шинна ШО-110.11-1 УХЛ1 комплектно з шинотримачем для одного проводу АС-240/32 шт	1	77,8
2		Термоусаджувальна трубка МДТ-А 38/12 шт.	1	
3	ГОСТ 103-76*	Смуга заземлення 40x4 мм, м	5	1,26
4	ГОСТ 7798-70* ГОСТ 5915-70* ГОСТ 11371-78*	Болт М16x80 з гайкою і двома шайбами, к-т	4	0,2212
5		Дюбель-цвях ДГ4,5x40 шт	3	0,005
6	ГОСТ 7798-70* ГОСТ 5915-70* ГОСТ 11371-78*	Болт М12x30 з гайкою та двома шайбами к-т	2	0,072
7	ГОСТ 16442-80*	Провід багатодротяний з мідною жилою. ПВ-3 1x25 м	1	
8		Наконечник кабельний 2F12L шт	2	

1. Установку розроблено на підставі інформації ТОВ 'ВТК 'Енерго-маш'.
2. Будівельну частину опори показано умовно
3. Смугу заземлення (поз. 3) до металоконструкції приварюють, до стійки пристрілюють дюбелями (поз. 5) за допомогою будівельно-монтажного пістолета.
4. Заземлення шинної опори виконують болтом (поз. 6), проводом (поз. 7) з наконечниками (поз. 8).
5. Смугу заземлення на стику 'земля-повітря' прокладається в термоусаджувальній трубці (поз. 2) довжиною 0,6 м.

3.11 Установка ящиків ЯОВ і ЯПВ

На рисунку 3.11 показано установку ящиків ЯОВ і ЯПВ

Даний рисунок знаходиться в Додатку Б.

В таблиці 3.10 подано відповідну специфікацію.

Таблиця 3.10 – Специфікація

Поз.	Позначення	Назва	К-ть	Маса од.,кг
1		Ящик протиконденсатного обігріву ЯОВ, шт	1	
2		Ящик живлення пружинних приводів вимикачів ЯПВ шт	1	
3	ГОСТ 103-76*	Смуга заземлення 40x4 мм, м	3	1,26
4	арт. 35114	Лоток неперфорований металевий 300x100 мм L_=2000мм	1	7,42
5	арт. 35515	Кришка до лотка 300 L=2000мм шт	1	4,4
6	ГОСТ 7798-70* ГОСТ 5915-70* ГОСТ 11371-78*	Болт М12х30 з гайкою і двома шайбами к-т	10	0,072
7	ГОСТ 7798-70* ГОСТ 5915-70* ГОСТ 11371-78*	Болт М8х50 з гайкою і двома шайбами к-т	8	0,0852
8		Термоосаджувальна трубка МДТ-А 38/12 L=1 м, шт.	1	0,053
9		Провід багатожильний з мідною жилою, ПВ-3 1х25 м	2	
10		Дюбель-цвях ДГ 4,5х40	3	0,005
11		Труба двостінна гофрована гнучка, м	-	
12		Наконечник кабельний 2F12L, шт.	4	

1. Установка, ящиків розроблена на підставі інформації компанії Z.U.P.Etiter Sp.J.
2. Смугу заземлення (поз. 5) до металоконструкції приєднують за допомогою болта (поз. 6) і пристрілюють до фундаменту за допомогою дюбель-цвяха (поз. 10).
3. Заземлення лотків (поз. 4) виконують за допомогою проводу (поз. 9), болтів (поз. 6) і наконечників (поз. 12).
4. Стійка показана умовно.
5. Смугу заземлення (поз. 5) на стику 'земля-повітря' прокладається в термоусаджувальній трубці (поз. 8) довжиною 0,6 м.
6. Кабелі при переході між залізобетонним лотком і лотком неперфорованим прокладаються в гофрованій трубці (поз.11), стійкій до ультрафіолетового випромінювання.

3.12 Гірлянда ізоляторів 9хПС 70 Е натяжна одноланцюгова для одного проводу АС-240/32

На рисунку 3.12 показано гірлянду ізоляторів 9хПС 70 Е натяжна одноланцюгова для одного проводу АС-240/32.

Даний рисунок знаходиться в Додатку Б.

В таблиці 3.11 подано відповідну специфікацію.

Таблиця 3.11 – Специфікація

Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Маса од., кг	Примітка
1	ТУ 34-13-10874-87	Ізолятор ПС70 Е	шт.9	3,4	
2	ТУ 34-13-11129-89	Вузол кріплення гірлянди КГП-7-2Б	шт.1	1,12	Комплектується сергою СРС-7-16
3	ТУ 34-13-11309-88	Вушко дволапчате У2-12-16	шт.1	1,52	
4	ТУ 34-13-11124-88	Ланка проміжна регульована ПРТ-12-1	шт.1	1,145	
5	ТУ 34-13-11429-89	Затискач натяжний пресований НАС-240-1	шт.1	2,18	
Маса гірлянди				кг	36,57

Креслення виконано згідно з каталогом [7] «Арматура і ізолятори для повітряних ліній електропередачі» 2008 р.

3.13 Гірлянда ізоляторів 9хПС 70 Е підтримуюча одноланцюгова для одного проводу АС-240/32

На рисунку 3.13 показано гірлянду ізоляторів 9хПС 70 Е підтримуюча одноланцюгова для одного проводу АС-240/32.

Даний рисунок знаходиться в Додатку Б.

В таблиці 3.12 подано відповідну специфікацію.

Таблиця 3.12 – Специфікація.

Поз.	Позначення	Найменування	Кількість	Маса, од. кг
1	ТУ 34-13-10874-87	Ізолятор ПС70-Е.	9	3,4
2	ТУ 34-13-11129-89	Вузол кріплення гірлянди КГП-7-3	1	0,44
3	ТУ 34-13-11420-89	Скоба СК-7-1А	1	0,38
4	ТУ 34-13-11420-89	Скоба трилапчата СКТ-7-1	1	0,46
5	ТУ 34-13-10272-88	Серга СРС-7-16	1	0,26
6	ТУ 34-13-11309-88	Вушко однолапчате вкорочене У1К-7-16	1	0,67
7	ТУ 34-13-4262-84	Затискач підтримуючий глухий ПГН-5-3 з прокладкою К	1	5,5
		Маса гірлянди кг		38,31

Креслення виконано згідно з каталогом [7] «Арматура і ізолятори для повітряних ліній електропередачі» 2008 р.

3.14 Контакт перехідний КП-1

На рисунку 3.14 показано контакт перехідний КП-1

Даний рисунок знаходиться в Додатку Б.

В таблиці 3.13 подано відповідну специфікацію.

Таблиця 3.13 – Специфікація

Поз.	Позначення	Назва	К-ть	маса од.(кг)
1	ГОСТ 15176-89	Пластина алюмінієва 200x100x20 мм	шт 1	1,08

3.15 Висновки до розділу

1. Запропоновано спорудження ввідної комірки 110 кВ приєднання трансформатора Т-3 в складі вимикача, трансформаторів струму та роз'єднувача.

2. Запропоновано спорудження комірки секційної перемички 1 та 3 секції шин 110 кВ в складі вимикача, трансформаторів струму, трансформаторів напруги та роз'єднувачів (секційна комірка між трансформаторами Т-1 та Т-3).

3. Запропоновано спорудження лінійної комірки 110 кВ приєднання ПЛ-110 кВ Тернопіль в складі роз'єднувача (комірка III СШ 110 кВ).

4. Запропоновано для установки колонковий елегазового вимикача типу GL 312 F1/4031P/VR номінальною напругою 110 кВ, номінальним струмом 3150 А, номінальним струмом вимкнення 40 кА з пружинно-моторним приводом.

5. Запропоновано установку триполюсного роз'єднувача РПД-К-1к(1n)(2)-110/1000 У1. Запропоновані роз'єднувачі 110 кВ типу РПД-К-2-110/1000 У1/ПРН/2ПРН з 2 комплектами заземляючих ножів та РПД-К-1n-110/1000 У1/ПРН/1ПРН з 1 комплектом заземляючих ножів, з ручними приводами робочих і заземляючих ножів.

6. Запропоновано установку вимірювальних трансформаторів струму типу ІМВ 123, номінальною напругою 110 кВ, коефіцієнт трансформації 300-600/5А, з вторинними обмотками класу точності 0,2S/10P/10P (в комірці секційної перемички) та 0,2S/0,5/10P/10P (в ввідній комірці трансформатора), з паперово-оливною ізоляцією, заповнені кварцовим піском.

7. Запропоновано установку вимірювальних трансформаторів напруги типу ЕМВ 123 номінальною напругою 110 кВ з коефіцієнтом трансформації 110:√3/0,1:√3/0,1:√3/0,1 кВ, клас точності 0,2/0,5/3P, з паперово-оливною ізоляцією, заповнені кварцовим піском.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Заходи щодо забезпечення безпеки процесів та виробів

Технічні рішення відповідають вимогам екологічних, санітарно-гігієнічних, протипожежних та інших норм, чинних на території України та забезпечують безпечну для життя і здоров'я людей експлуатацію об'єктів будівництва.

Улаштування, експлуатація і ремонт устаткування, будівель і споруд енергооб'єктів повинні відповідати вимогам нормативних актів з охорони праці. Засоби захисту, пристосування і інструмент, що застосовуються при обслуговуванні устаткування, будівель і споруд енергооб'єктів, підлягають огляду і випробуванням відповідно до чинних нормативних актів з охорони праці.

Кожен працівник оперативно-виїзної бригади повинен знати і суворо виконувати вимоги безпеки праці, при обслуговуванні устаткування і організації праці на робочому місці, прописаних в інструкціях з виконання конкретних видів робіт. Організація роботи з охорони праці на енергопідприємствах повинна відповідати галузевому положенню про систему управління охороною праці.

При роботі на енергооб'єкті персонал оперативно-виїзної бригади може зазнати впливу шкідливих виробничих факторів. Джерела потенційної небезпеки для здоров'я людей є наступні фактори:

- а) електромагнітне та електричне поле;
- б) хімічні речовини;
- в) параметри мікроклімату;
- г) виробничий шум.

Окрема група факторів, що впливає на здоров'я персоналу є:

важкість праці (навантаження на опорно-рушійні органи і функціональні системи організму);

напруженість праці (навантаження на центральну нервову систему, органи чуття, емоційну сферу – інтелектуальне, емоційне навантаження, ступінь монотонності навантаження).

Дотримання відповідності норм небезпечних і шкідливих виробничих факторів виду роботи, що виконується забезпечується нормуванням вказаних факторів.

Для забезпечення охорони праці передбачено:

- розміщення обладнання із забезпеченням нормованих віддалей між струмопровідними частинами різних фаз, а також між струмопровідними і заземленими частинами обладнання;

- розташування обладнання на нормованій ПУЕ [8] висоті від землі з можливістю вільного його обслуговування і під'їзду транспортних засобів;

- застосування електромагнітного і механічного блокування і релейного захисту елементів мережі;

- обладнання надійного заземлення з нормованою величиною опору заземлювального пристрою;

- наявність зовнішнього освітлення відкритої розподільчої установки ВРУ 110 кВ;

- захист ВРУ 110 кВ від прямих ударів блискавки.

При монтажі проводів під діючою ошиновкою, що знаходиться під напругою, необхідно виконати заходи, що попереджають нахлестування проводів.

При реконструкції підстанції, з метою забезпечення охорони праці і техніки безпеки, передбачено:

- використання при виконанні будівельно-монтажних робіт новітніх типів машин, механізмів і приладів;

– виконання всіх робіт при будівництві згідно з типовими технологічними картами.

4.2 Характеристика виробничих приміщень, розрахунки або обґрунтування категорій вибухопожежної небезпеки, класів ПБЕ

Характеристика пожежо- та вибухонебезпеки різна для окремих ділянок відкритої ВРУ 110 кВ (надвірних установок і ділянок території підстанції та приміщень). Приміщення, або їх окремі зони, поділяються на пожежонебезпечні та вибухонебезпечні. Залежно від класу зони здійснюється вибір виконання електроустановок таким чином, щоб під час їх експлуатації виключити можливість виникнення вибуху або пожежі від теплового прояву електроструму.

Пожежонебезпечна зона - це простір у приміщенні або за його межами, у якому постійно чи періодично знаходяться (зберігаються, використовуються або виділяються під час технологічного процесу) горючі речовини, як при нормальному технологічному процесі, так і у разі його порушення, в такій кількості, яка вимагає спеціальних заходів у конструкції електрообладнання під час його монтажу та експлуатації. Ці зони в разі використання у них електроустаткування поділяються на чотири класи.

Залежно від класу зони, згідно з вимогами ПУЕ [8] і ДНАОП 0.00 - 1.32 – 01 [9], здійснюється вибір виконання електроустаткування, що є одним із головних напрямків у запобіганні пожежам від теплового прояву електричного струму. Правильний вибір типу виконання електрообладнання забезпечує виключення можливості виникнення пожежі чи вибуху за умови дотримання допустимих режимів його експлуатації.

Усі електричні машини, апарати і прилади, розподільні пристрої, трансформаторні і перетворювальні підстанції, елементи електропроводки, струмопроводи, світильники тощо повинні використовуватися у виконанні, яке б відповідало класу зони з пожежовибухонебезпеки, тобто мати відповідний

рівень і вид вибухозахисту або ступінь захисту оболонок згідно ДСТУ 14254 [10], ПУЕ [8] і ДНАОП 0.00-1.32-01 [9].

Електроустаткування, що використовується, повинно мати чітке маркування щодо його вибухозахисних властивостей і ступеня захисту оболонки згідно з чинними нормативами. При нечіткому маркуванні або його відсутності, експлуатація вищезгаданого обладнання забороняється.

4.3 Токсикологічна, пожежовибухонебезпечна характеристика матеріалів, продуктів, напівфабрикатів, відходів виробництва, контроль вимог безпеки

4.3.1 Виділення шкідливих речовин з вихлопних газів автомобілів

Виділення шкідливих речовин з вихлопних газів автомобілів на території ВРУ 110 кВ буде періодичним, тільки під час технічного огляду або ремонту устаткування підстанції.

До шкідливих речовин відносяться:

- сірчана кислота, клас небезпеки - 2;
- сірка гексофторид;
- азоту діоксид, клас небезпеки - 3;
- сірка діоксид, клас небезпеки - 3;
- азоту оксид, клас небезпеки - 3;
- вуглець оксид, клас небезпеки - 4;
- бензин, клас небезпеки - 4.

Для зменшення викидів відпрацьованих газів необхідно зменшувати до мінімуму, а практично, до нуля роботу двигунів автомобілів, автовішок і т. п. на холостому ході, а також підтримувати належний технічний стан двигунів цієї автотехніки (викиди відпрацьованих газів повинні відповідати нормі).

4.3.2 Захист персоналу від дії хімічних факторів

Рішення по організації роботи у зоні запилення приймаються у межах гранично допустимих концентрацій. Обробка поверхонь робочих зон має бути гладкою, передбачає легку очистку від пилу та газоподібних речовин. Видалення пилу проводиться вологим прибиранням.

Передбачається максимальне усунення робітників від контакту з вихідними матеріалами, продуктами та відходами виробництва, що мають шкідливу дію.

Необхідне застосування засобів індивідуального захисту для захисту органів дихання, зору, шкіри.

Для захисту працюючих від впливу шкідливих хімічних речовин ВРУ 110 кВ передбачається своєчасне усунення причин забруднення повітря (недостатня герметичність обладнання та комунікацій).

Необхідно пам'ятати, що деякі умови виробничого середовища (наприклад, висока температура, висока вологість, запиленість) можуть підвищувати дію отрутних властивостей хімічних речовин.

Персонал, що здійснює оперативне, технічне і ремонтне обслуговування підстанції, має бути забезпечений спеціальним одягом, спеціальним взуттям і іншими засобами індивідуального захисту відповідно до ГКД 34.10.601-96 «Засоби захисту під час експлуатації енергоустановок. Норми річної потреби» [11], а також СОУ-Н МПЕ 40.1.10.602:2005 [12].

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Запропоновано для встановлення двообмотковий трьохфазний силовий трансформатор Т-3 типу ТРДН-40000/110 У1 напругою 115+9х1,78%/10,5/10,5 кВ, потужністю 40 МВА, схемою з'єднань $Y_n/D/D-11-11$.
2. Запропоновано для встановлення обмежувачі перенапруги нелінійні на виводах 110 кВ PEXL IM Q108 -YN145, 10 кВ MWK 12 та в нейтралі силового трансформатора Т-3 PEXL IM R072. Також запропоновано замінити розрядники на обмежувачі перенапруги нелінійні на виводах 10 кВ та в нейтралі силових трансформаторів Т-1 та Т-2
3. Запропоновано для встановлення заземлювача 110 кВ типу ЗОН-110М-І УХЛ-1 з ручним приводом в нейтралі силового трансформатора Т-3.
4. Запропоновано для встановлення КТПН 160/10/0,23 кВ – шафи з трансформатором власних потреб ТВП-3 напругою 10/0,23 кВ, потужністю 160 кВА з приєднанням його до ошиновки 10 кВ силового трансформатора Т-3. До складу шафи власних потреб ТВП-3 входить сухий трансформатор типу ТСГЛ-160/10/0,23, запобіжник типу ПК-10 та роз'єднувач типу РВЗ-10.
5. Запропоновано для встановлення дугогасильні реактори ДГК ASRC2.OP (ДГК-5 та ДГК-6) на секціях 5С-10 та 6С-10 напругою 10 кВ.
6. Запропоновано спорудження ввідної комірки 110 кВ приєднання трансформатора Т-3 в складі вимикача, трансформаторів струму та роз'єднувача.
7. Запропоновано спорудження комірки секційної перемички 1 та 3 секції шин 110 кВ в складі вимикача, трансформаторів струму, трансформаторів напруги та роз'єднувачів (секційна комірка між трансформаторами Т-1 та Т-3).
8. Запропоновано спорудження лінійної комірки 110 кВ приєднання ПЛ-110 кВ Тернопіль в складі роз'єднувача (комірка III СШ 110 кВ).
9. Запропоновано для установки колонковий елегазового вимикача типу GL 312 F1/4031P/VR номінальною напругою 110 кВ, номінальним струмом 3150 А, номінальним струмом вимкнення 40 кА з пружинно-моторним приводом.

10. Запропоновано установку триполюсного роз'єднувача РПД-К-1к(1n)(2)-110/1000 У1. Запропоновані роз'єднувачі 110 кВ типу РПД-К-2-110/1000 У1/ПРН/2ПРН з 2 комплектами заземляючих ножів та РПД-К-1n-110/1000 У1/ПРН/1ПРН з 1 комплектом заземляючих ножів, з ручними приводами робочих і заземляючих ножів.

11. Запропоновано установку вимірювальних трансформаторів струму типу ІМВ 123, номінальною напругою 110 кВ, коефіцієнт трансформації 300-600/5А, з вторинними обмотками класу точності 0,2S/10P/10P (в комірці секційної перемички) та 0,2S/0,5/10P/10P (в ввідній комірці трансформатора), з паперово-оливною ізоляцією, заповнені кварцовим піском.

12. Запропоновано установку вимірювальних трансформаторів напруги типу ЕМФ 123 номінальною напругою 110 кВ з коефіцієнтом трансформації 110: $\sqrt{3}/0,1$: $\sqrt{3}/0,1$: $\sqrt{3}/0,1$ кВ, клас точності 0,2/0,5/3P, з паперово-оливною ізоляцією, заповнені кварцовим піском.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. В.Я. Решетник, І.М. Сисак. Конспект лекцій з дисципліни “Електричні системи та мережі” спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». Тернопіль: ТНТУ. - 2016.- 152 с.
2. Бохан А. Н. Проектирование подстанций систем электроснабжения : учеб. пособие / А. Н. Бохан ; М-во образования Респ. Беларусь ; Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого. – Гомель: ГГТУ им. П. О. Сухого, 2017. – 311 с.
3. Сисак І.М. Електричні системи та мережі [електронний ресурс]: //Інституційний репозитарій Atutor (код дисципліни ID 1747): офіційний сайт Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя – Тернопіль, 2011. – Режим доступу: <https://dl.tntu.edu.ua/index.php>.
4. Маліновський А.А., Хохулін Б.К. Основи електроенергетики та електропостачання: Підручник. 2-ге вид., перероб. і доп. – Львів: Видавництво Національного університету “Львівська політехніка”, 2009. – 436 с.
5. Козлов В. Д. Електрична частина станцій та підстанцій аеропортів: підручник / В. Д. Козлов, В. П. Захарченко, О. М. Тачиніна; за заг. ред. В. Д. Козлова.– К. : НАУ, 2018. – 312 с.
6. Сисак І.М. Електропостачання промислових і муніципальних об'єктів [електронний ресурс]: //Інституційний репозитарій Atutor (код дисципліни ID 1748): офіційний сайт Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя – Тернопіль, 2011. – Режим доступу: <https://dl.tntu.edu.ua/index.php>.
7. Каталог “Арматура і ізолятори для повітряних ліній електропередачі”, 2008 рік.
8. Правила улаштування електроустановок. / Міненерго вугілля України,. - К., 2017.

9. ДНАОП 0.00 - 1.32 – 01. Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок.
10. ДСТУ 14254. ІЕС 60529. Ступінь захисту ІР від пилу, вологи.
11. ГКД 34.10.601-96 «Засоби захисту під час експлуатації енергоустановок. Норми річної потреби».
12. СОУ-Н МПЕ 40.1.10.602:2005. Норми безоплатної видачі перехідного спецодягу, спецвзуття та інших засобів індивідуального захисту для працівників підприємств, що належать до сфери управління.
13. В.О. Купчик. Підвищення надійності та пропускної здатності трансформаторних підстанцій. /В.О. Купчик, Т.Т. Сердюк, Г.І. Головачук, Р.Б. Волосинецький, Л.Т. Мовчан, І.М. Сисак.// Матеріали XI міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів. Актуальні задачі сучасних технологій – Тернопіль 7-8 грудня 2022. — Т : ТНТУ, 2022.
14. Буняк О. А.; Курочкін, Д. О. Забезпечення системи гарантованого електропостачання підприємства. Збірник тез доповідей VI Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій», 2017, 3: 93-93.
15. Н.В. Бабанін. Вибір трансформаторів підстанцій за навантажувальною здатністю. / Н.В. Бабанін, А.В. Гапонюк, О.М. Максимчук, І.М. Сисак// Актуальні задачі сучасних технологій : зб. тез доповідей міжнар. наук.-техн. конф. Молодих учених та студентів, (Тернопіль, 16–17 листоп. 2017.) / М-во освіти і науки України, Терн. націон. техн. ун-т ім. І. Пулюя [та ін]. – Тернопіль : ТНТУ, 2017. – С.89.

ДОДАТКИ

Додаток А

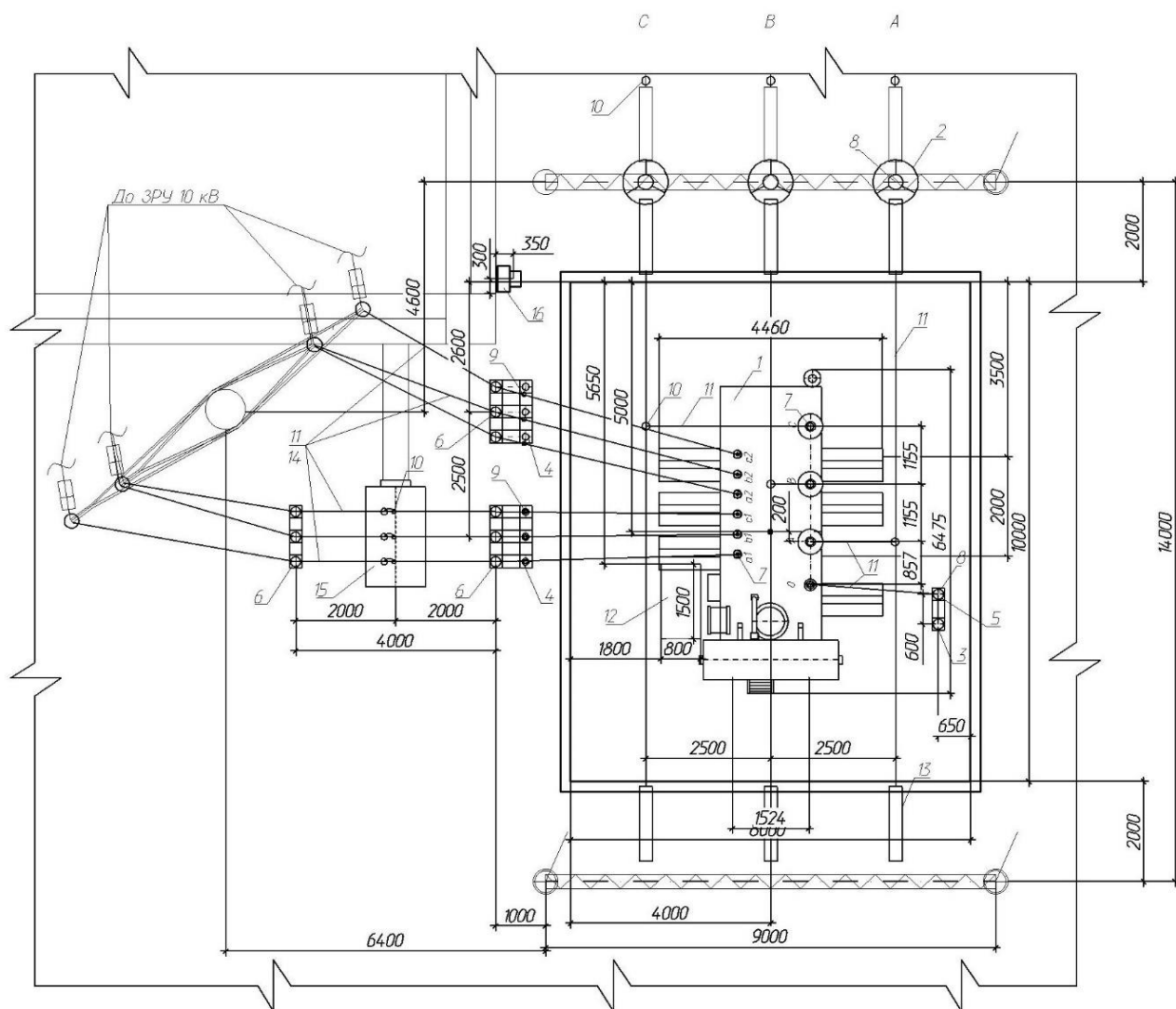


Рисунок 2.1 - Установка трансформатора Т-3. Фрагмент плану

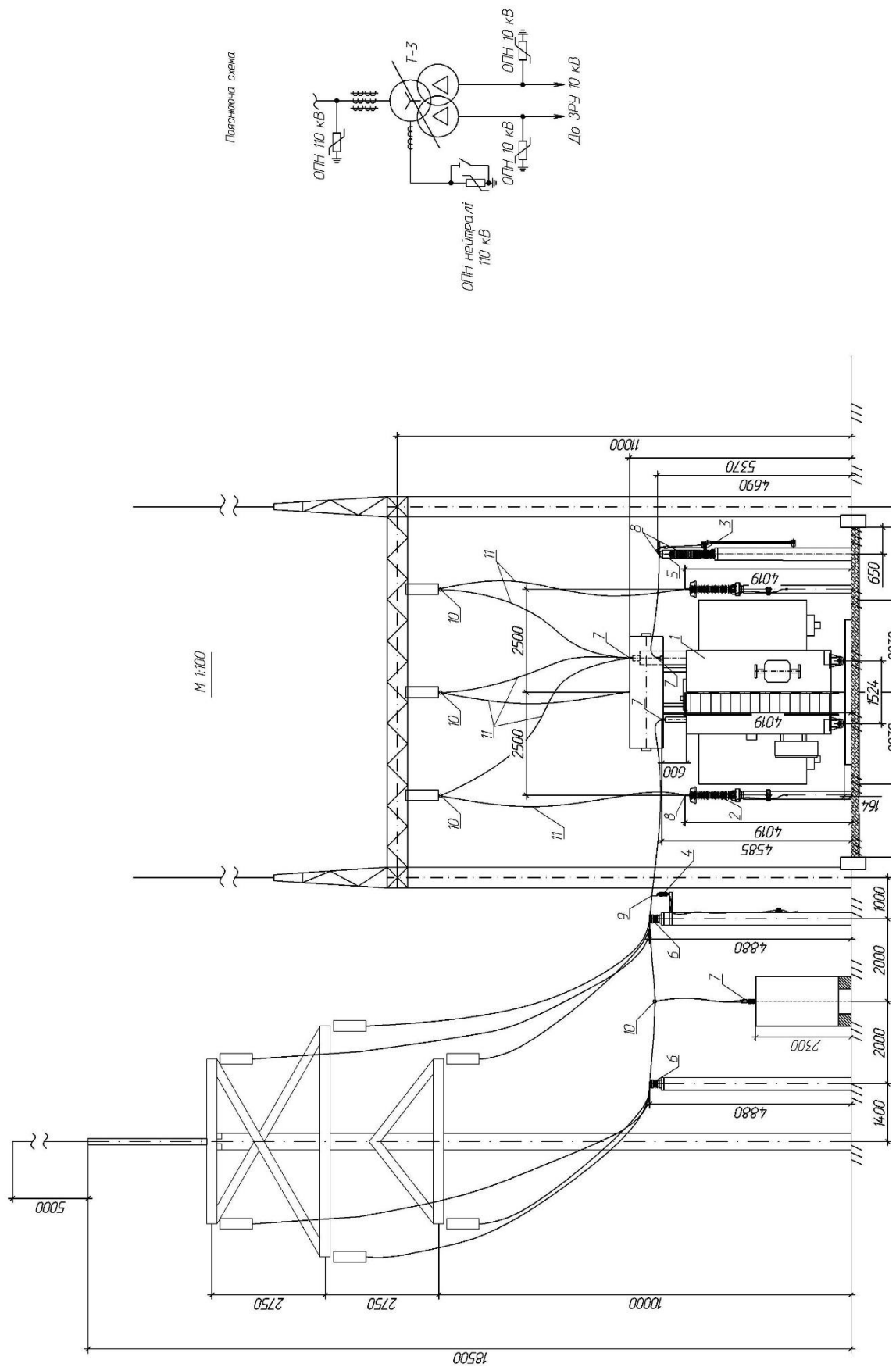


Рисунок 2.2 - Установка трансформатора Т-3. Розріз.

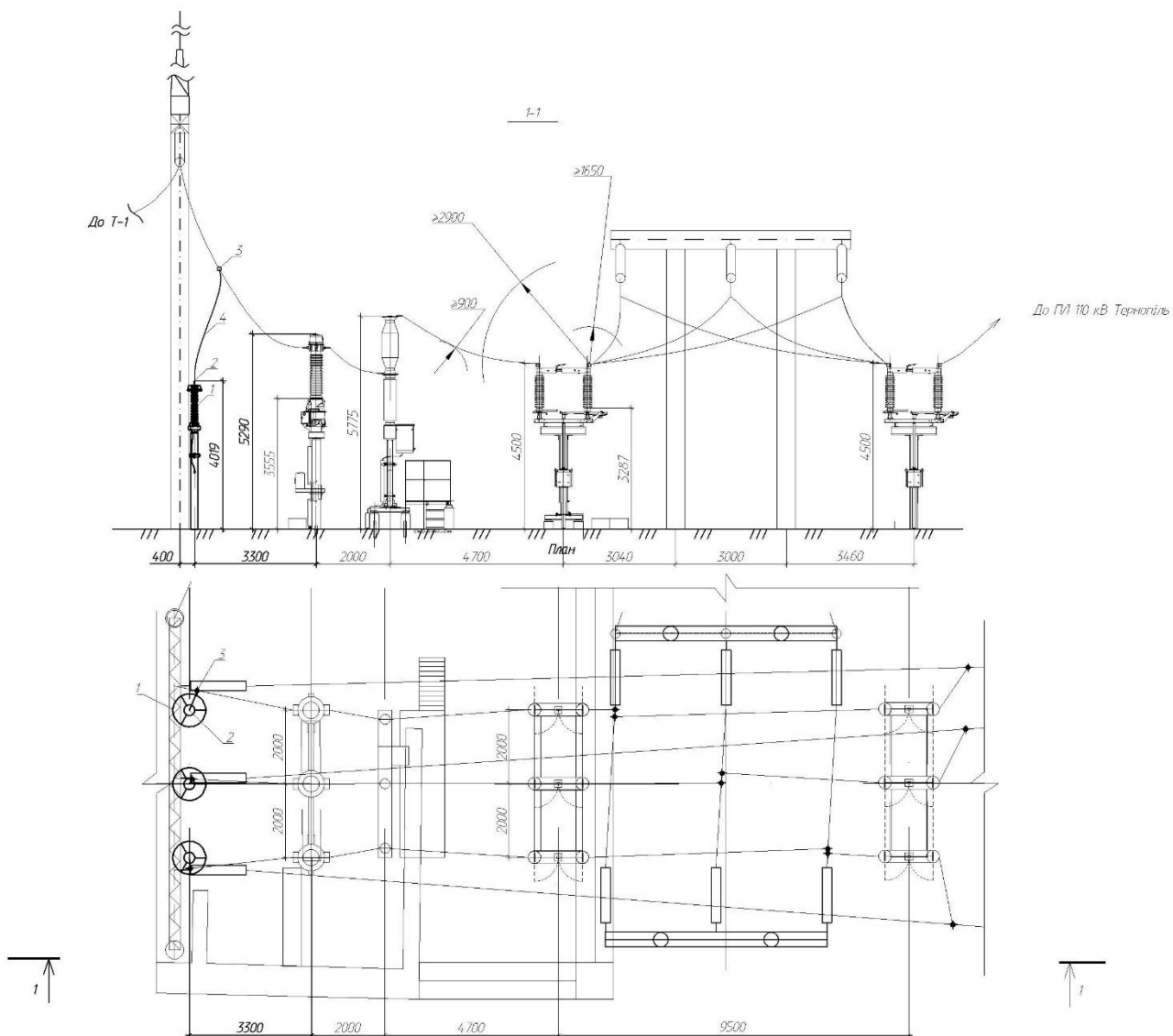


Рисунок 2.3 - Установка трьох обмежувачів перенапруг нелінійних PEXL IM Q108 -УН145 (Т-1). Фрагмент плану, розріз.

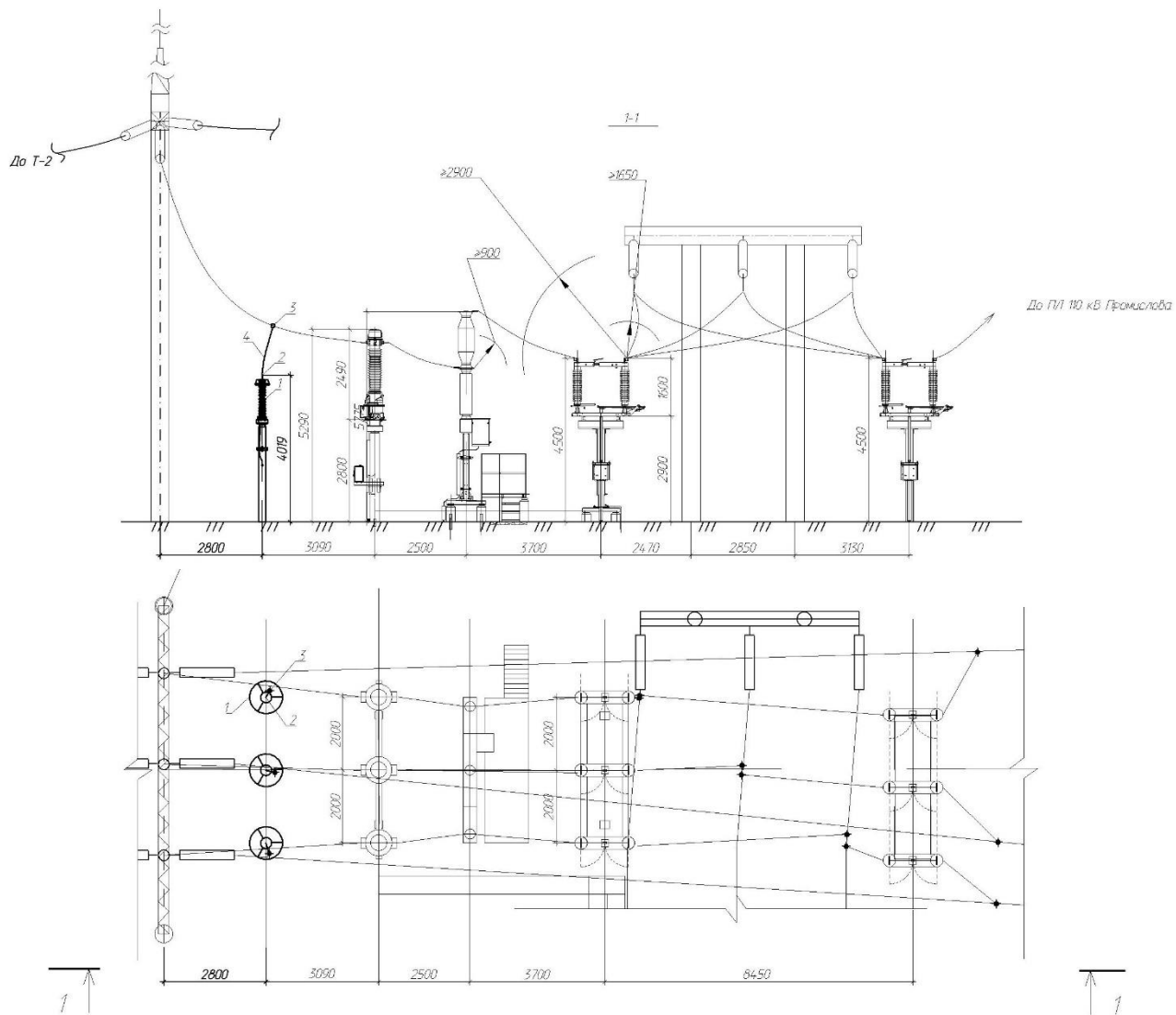
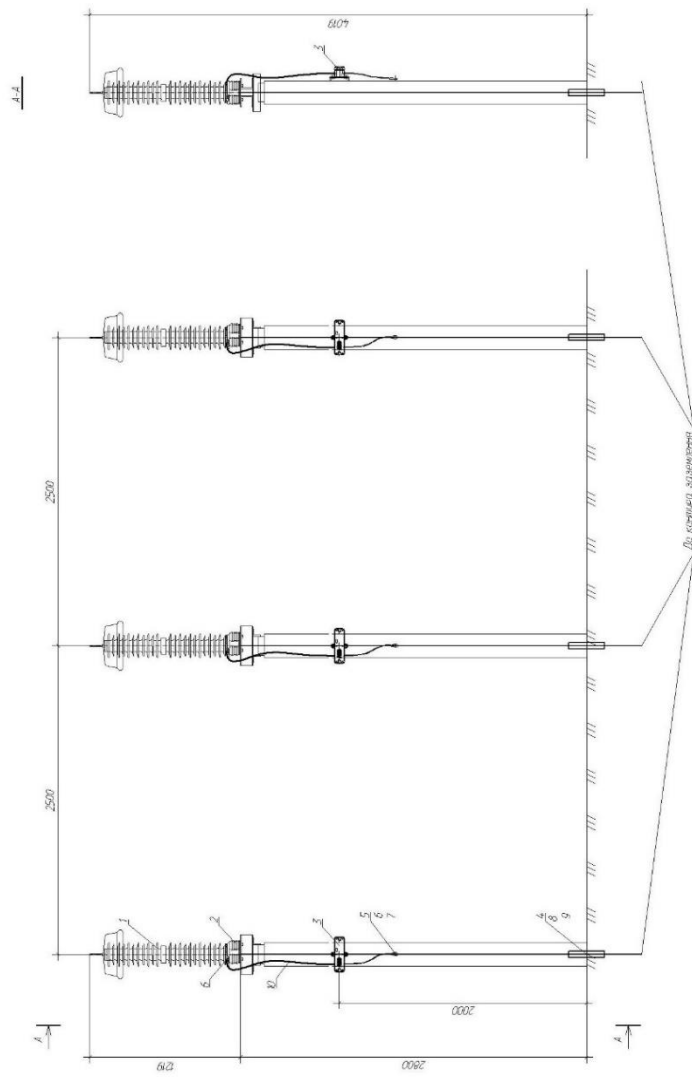
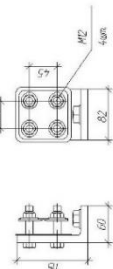


Рисунок 2.4 - Установка трех обмежувачів перенапруг нелінійних PEXL IM Q108 -УН145 (Т-2). Фрагмент плану, розріз.

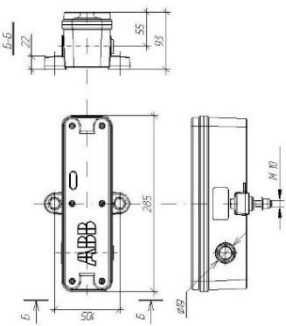
М 1:5



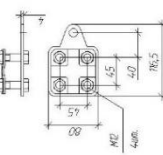
Клемми I-MMR
М 1:5



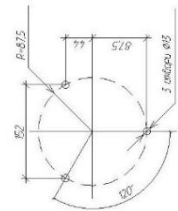
Лицьова частина стрижкабель ЕКОММТ-С
М 1:5



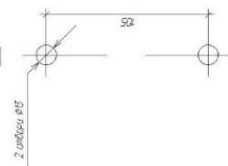
З'єднувальний вузол
М 1:5



Розміри деталей для заміни
ОПР РЕХЛ М Q108-УН145
М 1:5



Розміри деталей для заміни
лицьовки МСВ стрижкабель ЕКОММТ-С
М 1:5



Роз'ємник для монтажу
кабелів М 1:5

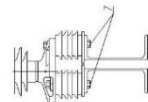


Рисунок 2.5 - Установка трёх ограничителей РЕХЛ IM Q108 - УН145

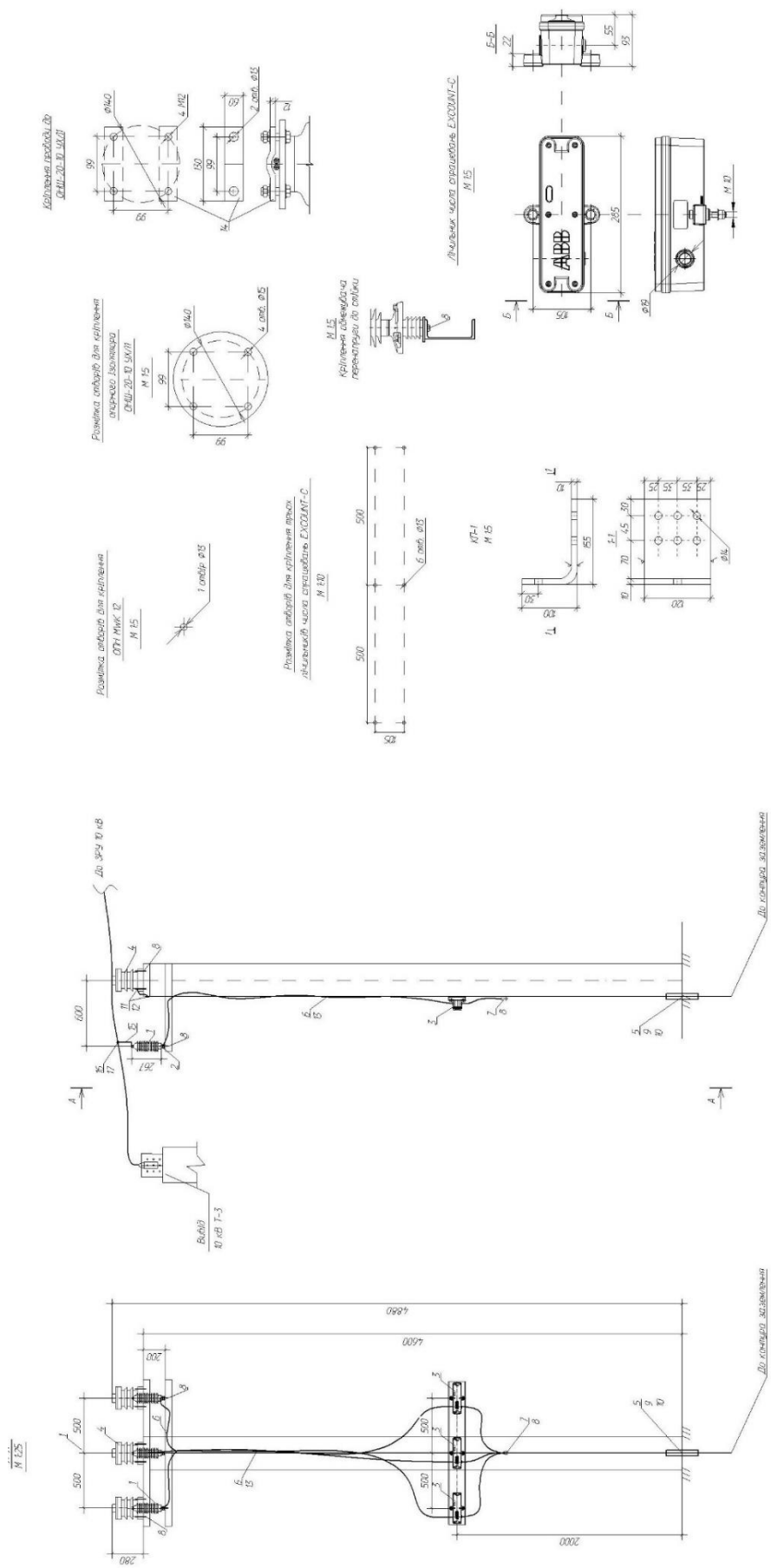
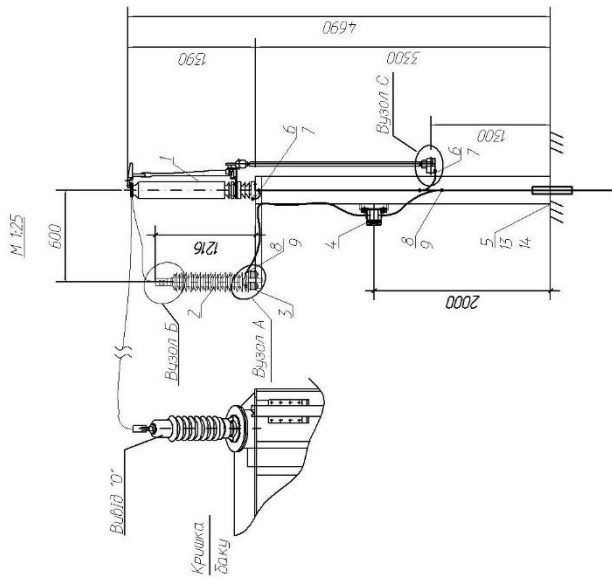
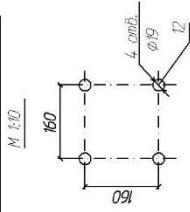


Рисунок 2.6 - Установка трьох шинних опор ОНШ-20-10 УХЛ-1 на трьох ОПН MWK 12

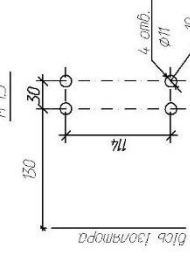


М 1:25
Вызов С
Размітка отворів для кріплення
привода ЗОН-110М-І УХЛІ

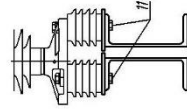
М 1:10
Размітка отворів для
кріплення ЗОН-110М-І УХЛІ



М 1:5
Размітка отворів для кріплення
привода ЗОН-110М-І УХЛІ



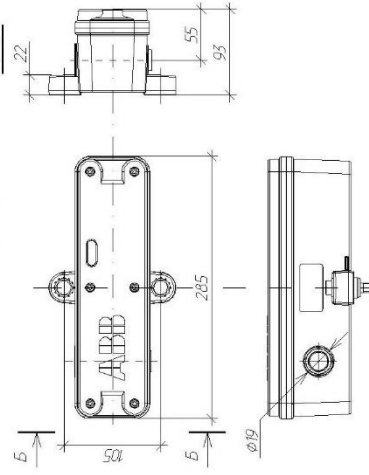
Вызов А
М 1:5
Кріплення обмежувача перенапруги до стійки



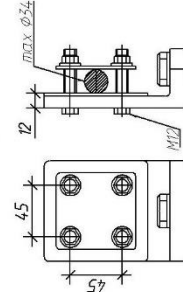
Болт М10x45

Комплектовий вивід ЗОН-110М-І УХЛІ

М 1:5
Личильник числа спрацювань EXCOUNT-C



М 1:2
Вызов Б. Лінійний вивід П544410.000-L



М 1:5
Размітка отворів для
кріплення ОПН до стійки

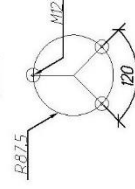
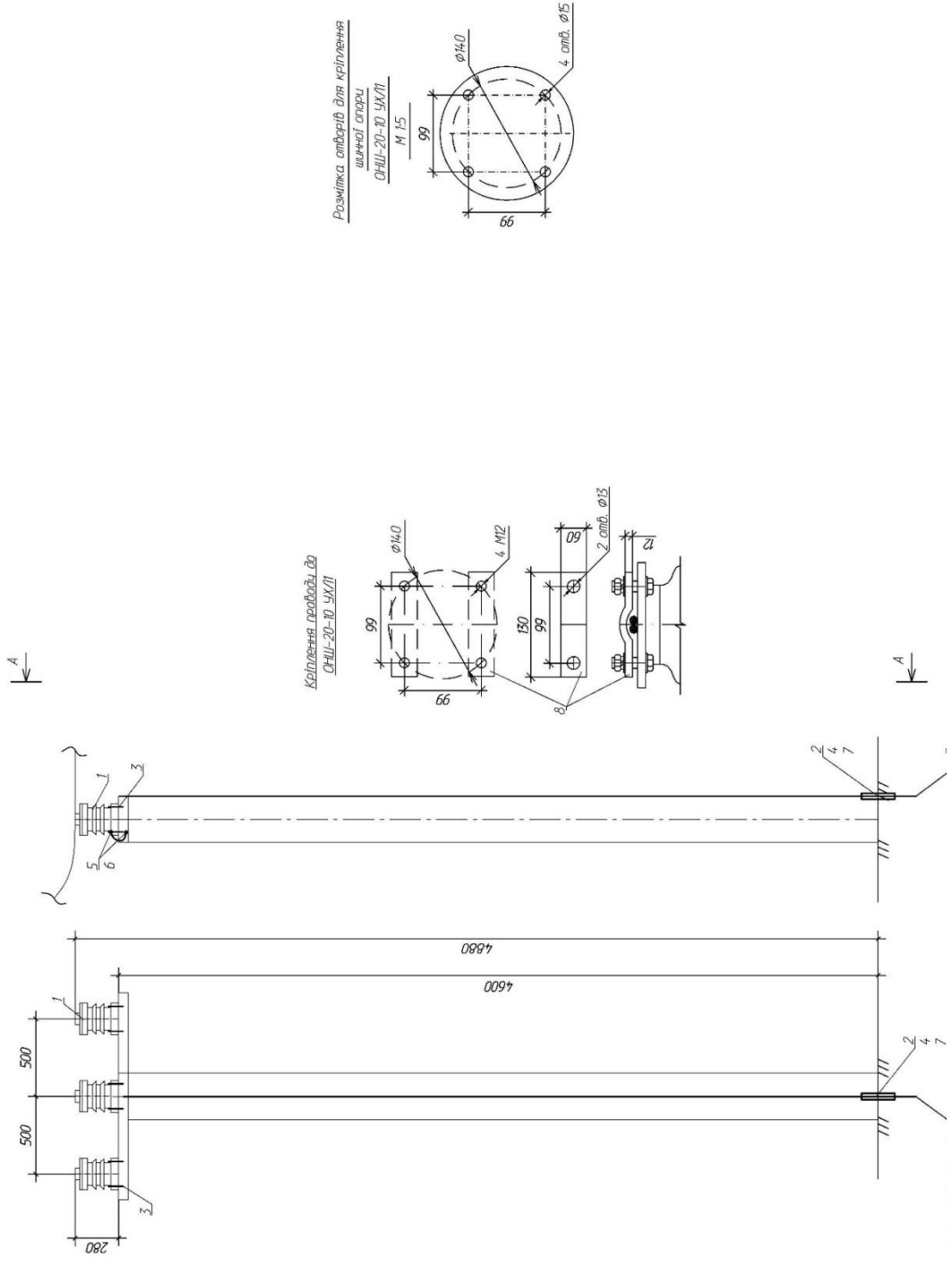
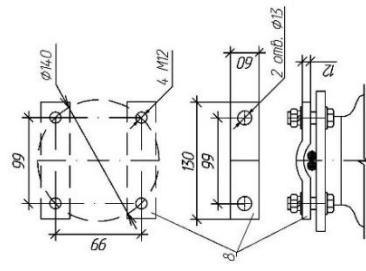


Рисунок 2.7 - Установка заземлювача ЗОН-110М-І УХЛІ-1 та обмежувача перенапруг PEXL IM R072 (Т-3)

A-A
M 1:25



Кріплення предбач. до
ОНП-20-10 УХЛП



Розмітка отворів для кріплення
шпильної опори
ОНП-20-10 УХЛП
M 1:5

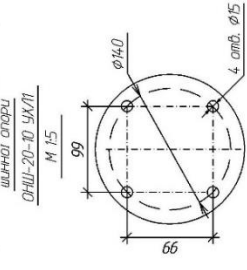


Рисунок 2.8 - Установка трех опорных изоляторов 20 кВ ОНП-20-10 УХЛП

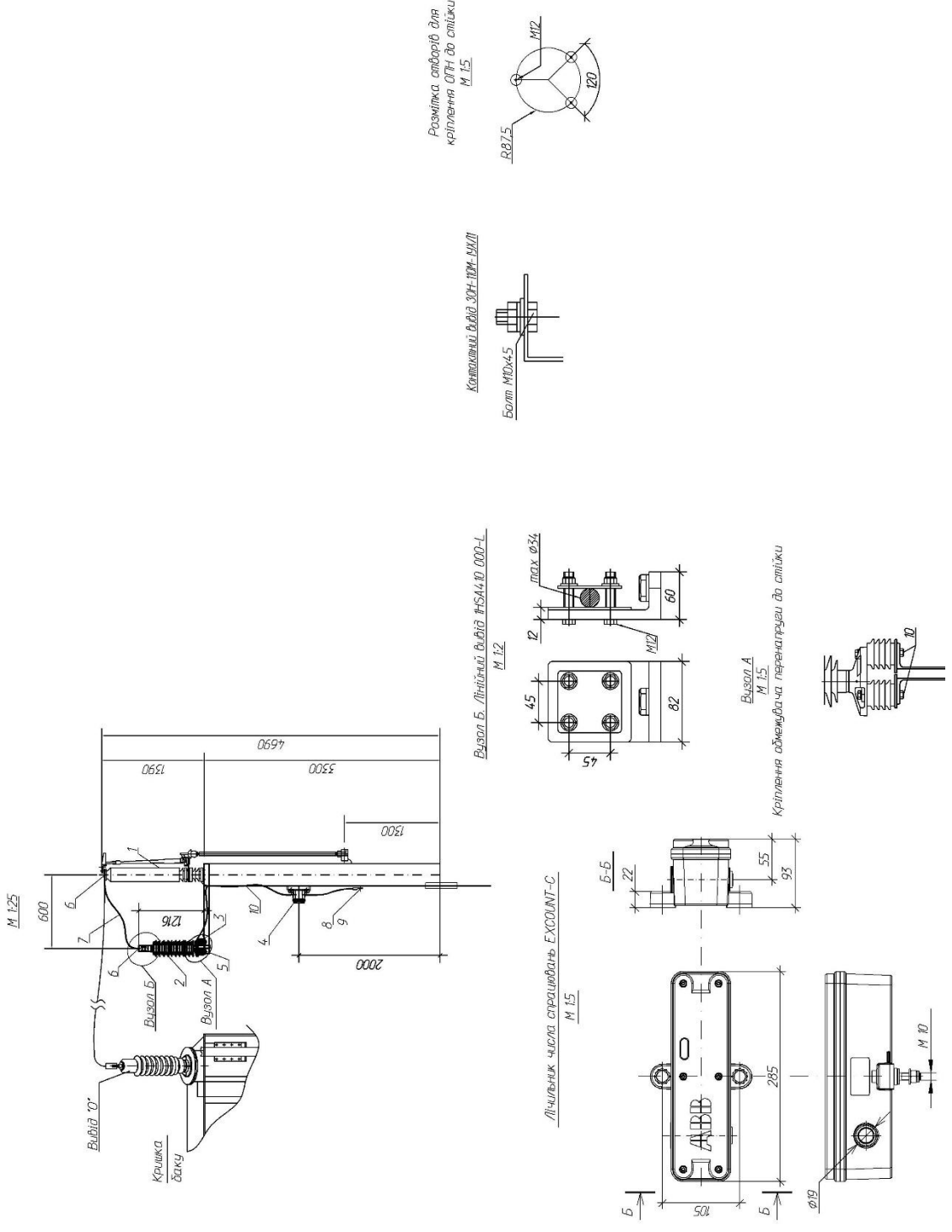
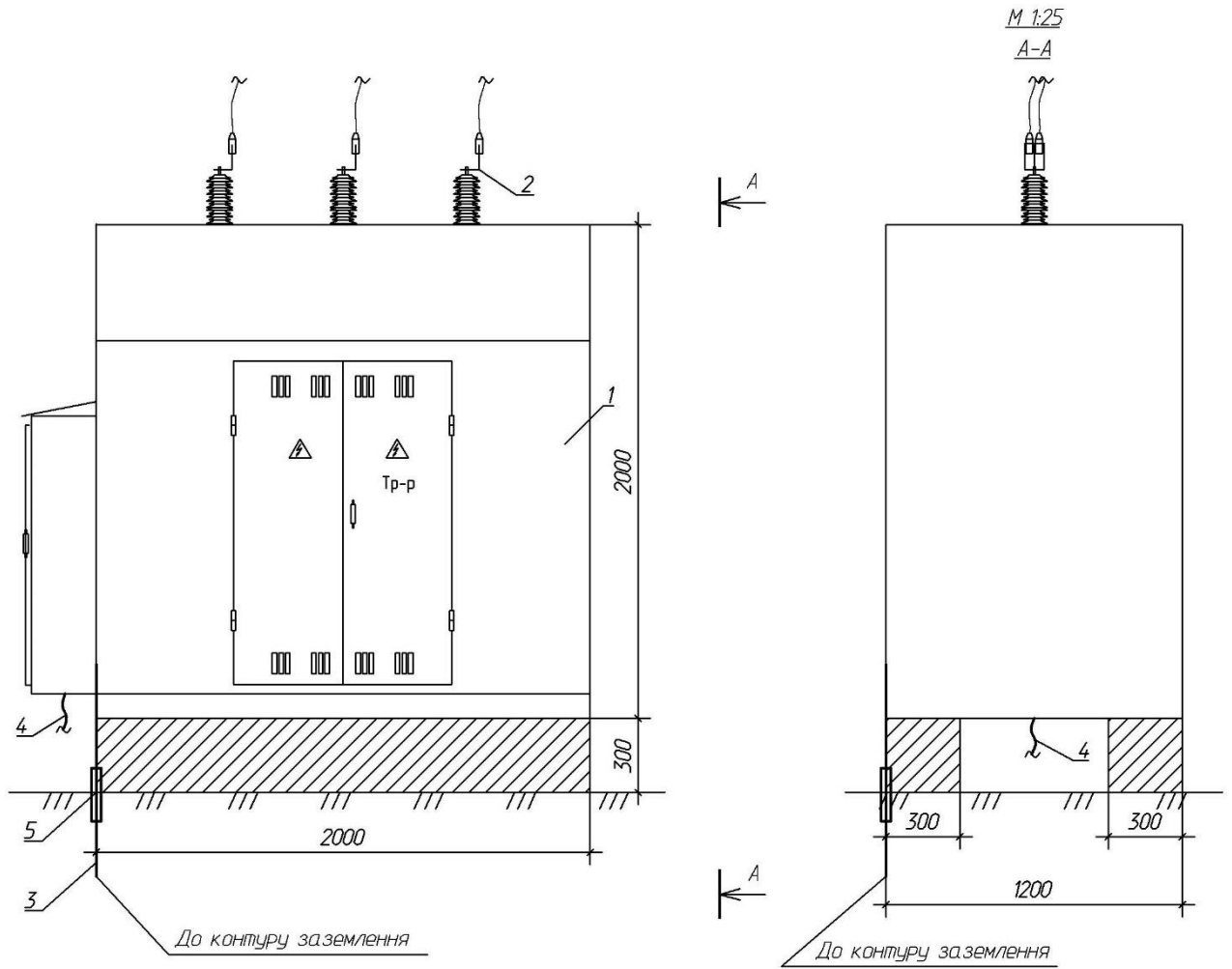


Рисунок 2.9 - Установка обмежувача перенапруж PEXL IM R072 (Т-1, Т-2)



КТП-1
М 1:5

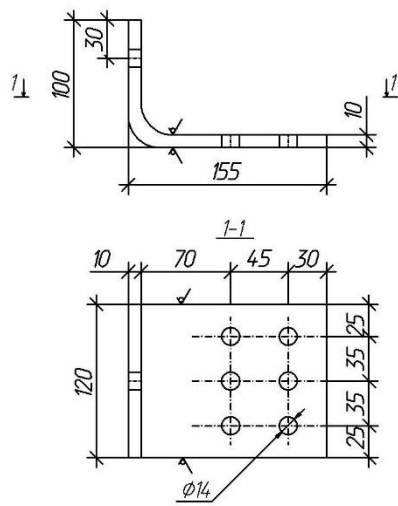


Рисунок 2.10 - Установка КТПН 160/10/0,4 кВ

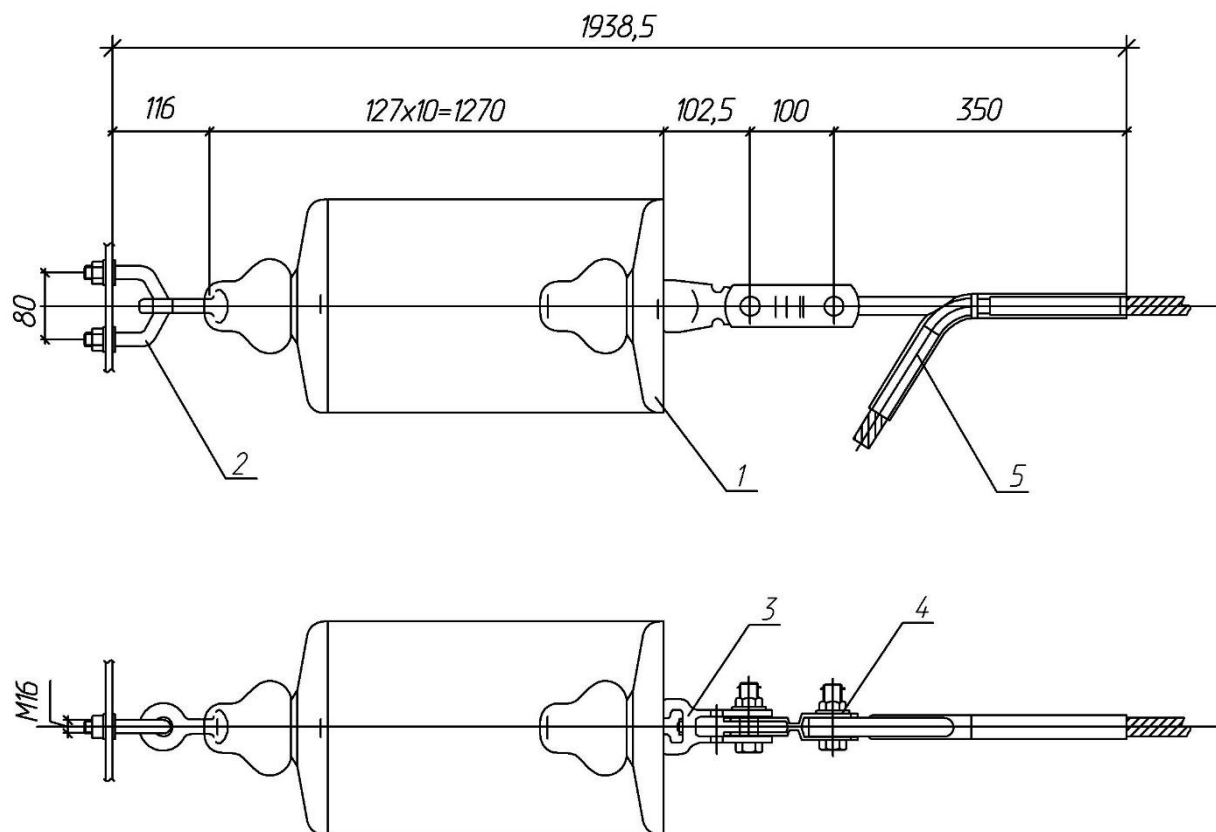


Рисунок 2.11 - Гірлянда ізоляторів 10хПС 70 Е натяжна одноланцюгова
для одного проводу АС-240/32

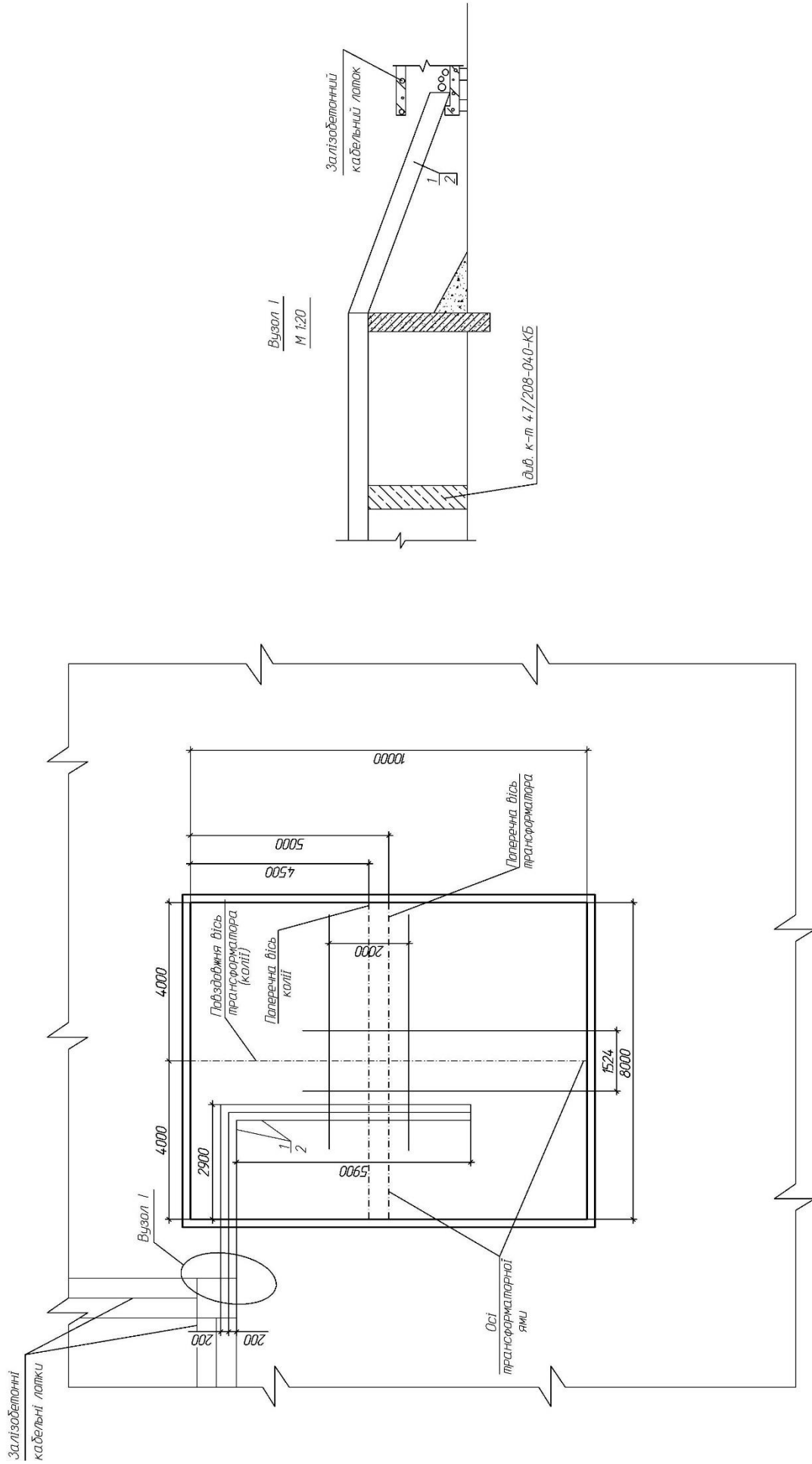


Рисунок 2.12 - Розміщення металевих кабельних лотків в трансформаторній ямі (Т-3)

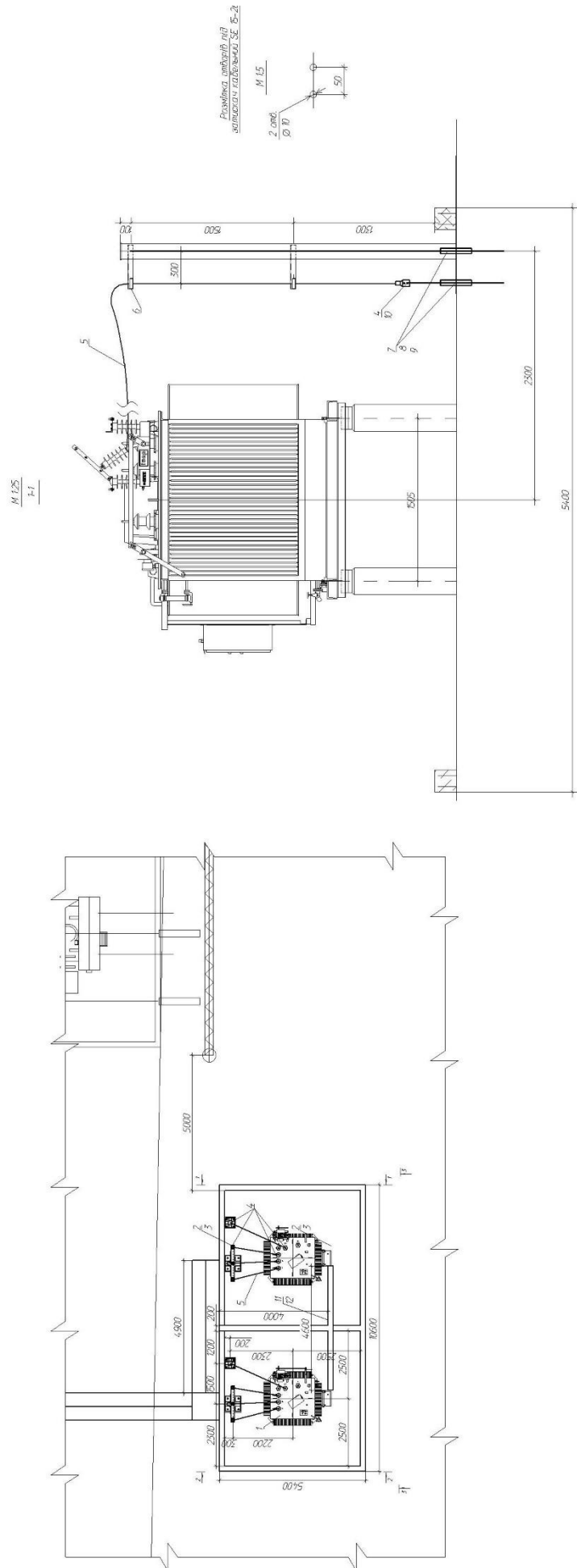


Рисунок 2.13 - Установка ДГК ASRC2.OP. Фрагмент плану, розріз

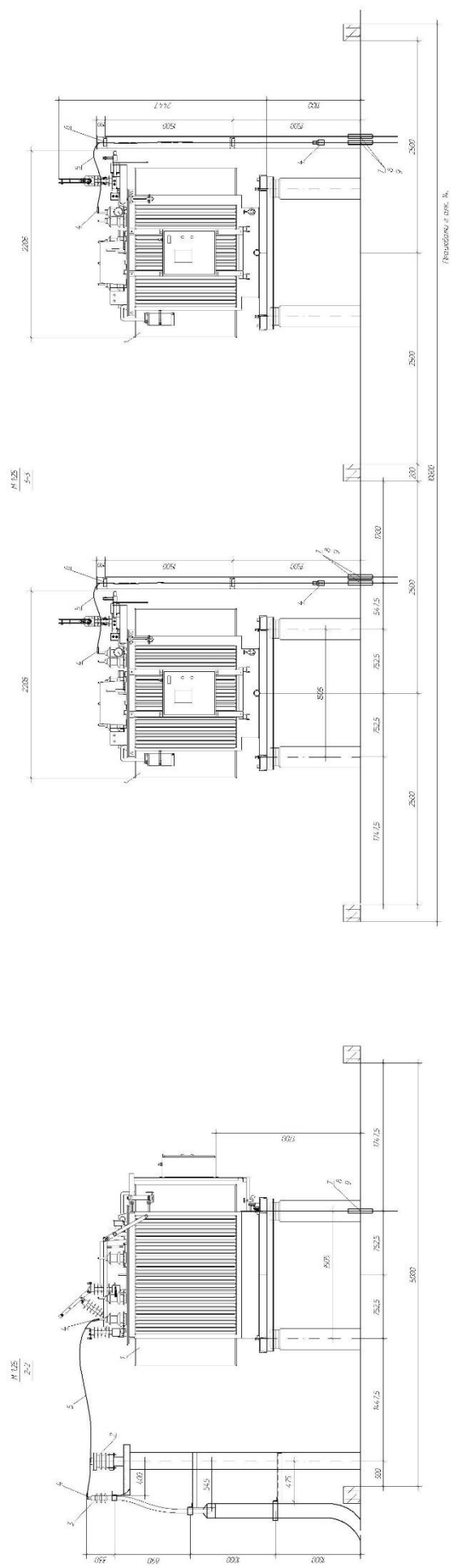
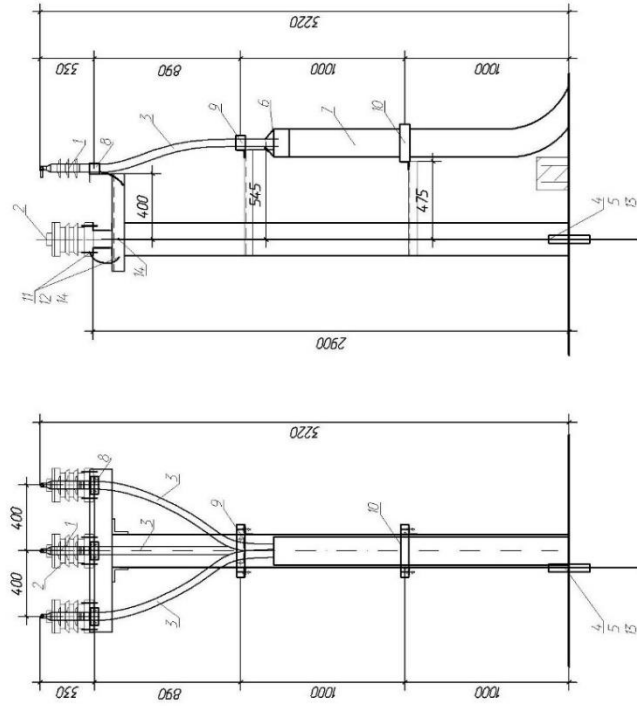
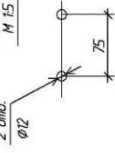


Рисунок 2.14 - Установка ДГК ASRC2.OP. Разрізи.

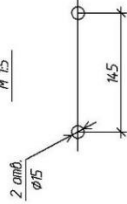
М:2,5



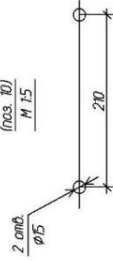
Розмітка отворів під
затискач кабельний SE 36-52
(поз. 8)
М 15
2 отв.
Ø12



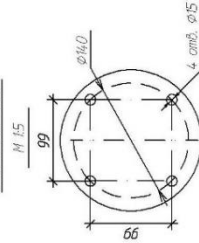
Розмітка отворів під
затискач кабельний Tiptite 36-51
(поз. 9)
М 15
2 отв.
Ø15



Розмітка отворів під
затискач кабельний SE 155-170
(поз. 10)
М 15
2 отв.
Ø15



Розмітка отворів для кріплення
опорного ізолятора
ОНІ-20-10 УХЛ1



Кріплення гребеня до
ОНІ-20-10 УХЛ1

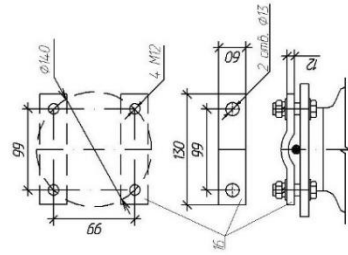
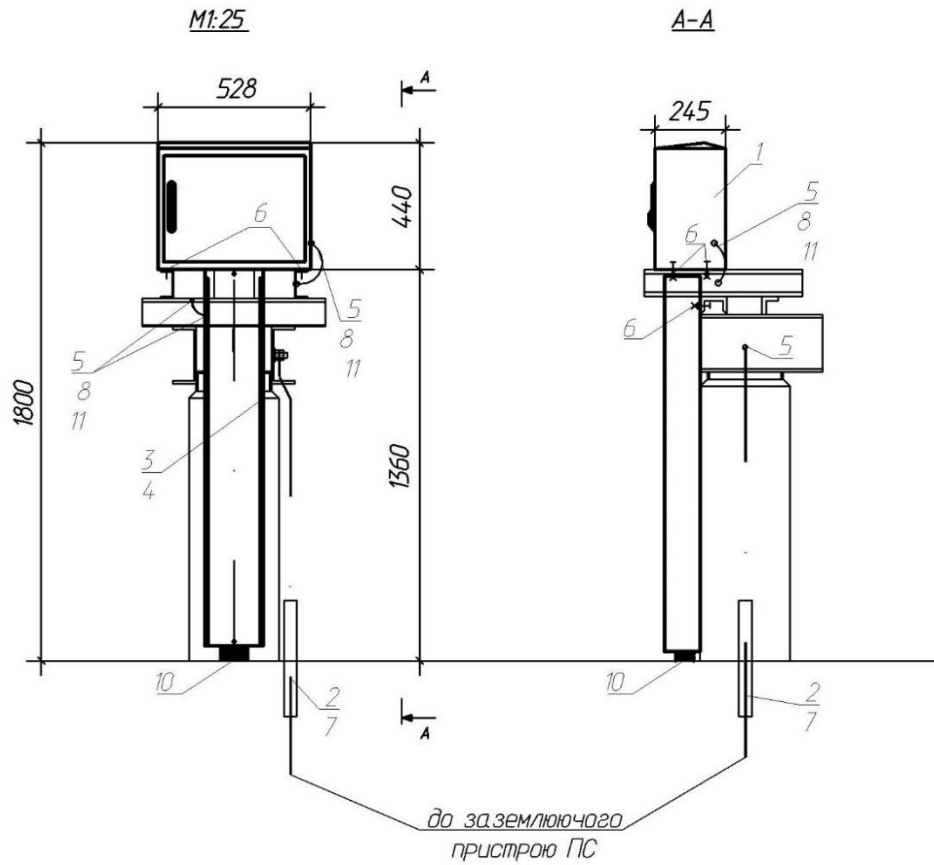
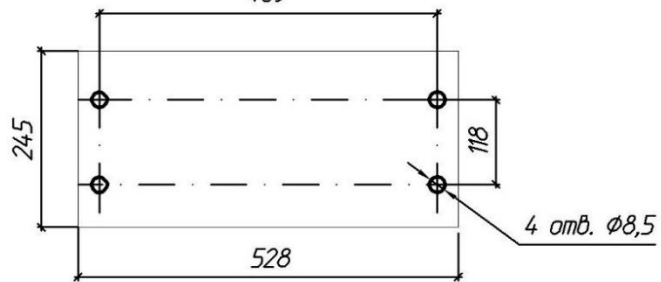


Рисунок 2.15 - Установка трьох кабельних муфт РОЛТ-12Е/1Х0-Л16 та трьох опорних ізоляторів

Лист 00 10 00 11



*Разметка отверстий для крепления
ящика РЗТ
M1:10
469*



Разметка отверстий для крепления кабельных коробов

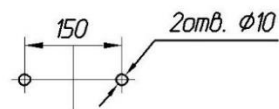


Рисунок 2.16 - Установка ящика РЗТ

Специфікація обладнання

В таблиці 2.15 подано специфікацію обладнання

Таблиця 2.15 – Специфікація обладнання

	Назва та технічна характеристика	Тип, марка, позначення документа	Завод-виготовлювач	Одиниця вимірювання	Кількість	Маса одиниці, кг	Примітка
	Високовольтне обладнання						
1	Трансформатор силовий, трифазний, двообмотковий, ТРДН-40000/110-У1, 40 МВА, 115 9х1.78%/10.5/10.5 кВ, Ун/D/D-11-11 з вбудованими трансформаторами струму. ВН: 200-300-400-600/5 А, 10Р/10Р - 1 шт.	ТРДН-40000/110-У1	ZTR	К-т	1		
2*	Обмежувач перенапруг нелінійний на номінальну напругу 108 кВ, найбільшу довготривалу допустиму робочу напругу 86 кВ, номінальний струм 10 кА, комплектно 3:	PEXL-IM Q108-УН 145	ABB	фаз	10	34	
	лічильником числа спрацювань;	EXCOUNT-C	ABB	шт	10		
	ізолюючою підставкою	1HSA430 000-Н	ABB	шт	30		
3*	Нелінійний обмежувач перенапруг нейтралі на номінальну напругу 72 кВ, найбільшу довготривалу допустиму робочу напругу 58 кВ, номінальний струм 10 кА, комплектно 3:	PEXL IM R072	ABB	фаз	4	24	
	лічильником числа спрацювань;	EXCOUNT-C	ABB	шт	4		
	ізолюючою підставкою	1HSA430 000-Н	ABB	шт	12		
4	Нелінійний обмежувач перенапруг на номінальну напругу 10 кВ, найбільшу довготривалу допустиму робочу напругу 12 кВ, номінальний струм 10 кА, комплектно 3:	MWK-12	ABB	фаз	19	2,1	
	лічильником числа спрацювань;	EXCOUNT-C	ABB	шт	19		
	ізолюючою підставкою	1HSA430 000-Н	ABB	шт	19		

Продовження таблиці 2.15

5	Заземлювач однополюсний, номінальна напруга 110 кВ, найбільша робоча напруга 126 кВ, номінальний струм 400 А, частота 50 Гц, струм термічної стійкості 6,3 кА, струм електродинамічної стійкості 15,75 кА, з ручним приводом	ЗОН-110М-УХЛ1	ТОВ ВТК Енергомаш	К-т	1		
6	Комплектна трансформаторна підстанція зовнішнього встановлення на напругу 10/0,4 кВ, вивід 10 кВ зверху, вивід 0,4 кВ знизу, в складі:	КТПН 160/10/0,4 У1	Укрелектро-апарат	К-т	1		
	- трансформатор силовий сухий з литою ізоляцією 10/0,4 кВ потужністю 160 кВА;	ТСГЛ-160/10/0,4					
	роз'єднувач триполюсний із одним заземлюючим ножем на напругу 10 кВ	РВ3-10					
	запобіжник на напругу 10 кВ, номінальний струм плавкої вставки 20 А	ПК-10					
7	Дугогасний реактор 10 кВ ASRC2.0P, 1800 кВА, Uном = 10 кВ, Iном = 312 А, діапазон плавного регулювання струму компенсації 31-312 А, з вбудованим вимірювальним трансформатором струму: 350/5 А, 1FS5, 15 ВА - 2 шт.	ASRC2.0P/1800/10	'EGE spol, s r.o.', Чехія	К-т	2	8500	
8	Опорний ізолятор	ОНШ-20-10 УХЛ1	ТОВ ВТК Енергомаш	шт	15	4,6	
	Провід неізольований						
9	Провід неізольований сталевалюмінієвий	АС-240/32		м/кг	407/375	0,921	
10	Провід неізольований сталевалюмінієвий	АС-185/29		м/кг	22/16	0,728	
	Низьковольтні комплектні пристрої						
11	Затискач апаратний	A2A-185Г-1	ТОВ ВТК Енергомаш	шт	16	0,3	
12	Затискач апаратний	A2A-240Г-1	ТОВ ВТК Енергомаш	шт	34	0,36	
13	Затискач апаратний	A4A-240Г-1	ТОВ ВТК Енергомаш	шт	16	0,4	
14	Затискач відгалужуючий	ОА-240-1	ТОВ ВТК Енергомаш	шт	12	0,435	
15	Затискач відгалужуючий	ОА-240-2	ТОВ ВТК Енергомаш	шт	12	0,65	

Продовження таблиці 2.15

16	Затискач відгалужуючий	РОА-240-1	ТОВ ВТК Енергомаш	шт	18	0,67	
17	Розпірка дистанційна глуха	P-2-120		шт	30	0,5	
18*	Гірлянда ізоляторів натяжна однотранцюгова для одного проводу АС-240/32	10хПС 70 Е		К-т	6	39,96	
	Арматура згідно з номенклатурою						
19	Ізолятор скляний, будівельна висота 127 мм	ПС 70 Е	Львівський ізоляторний завод	шт	63	3,4	5% запас
		ТУ 34-13- 10874-87					
20	Вузол кріплення гірлянди	КГП-7-2Б	ТОВ ВТК Енергомаш	шт	6	0,7	Комплекту ється сервою СРС-7-16
		ТУ 34-13- 11129-89					
21	Вушко дволапчате	У2-12-16	ТОВ ВТК Енергомаш	шт	6	1,52	
		ТУ 34-13- 11309-88					
22	Ланка проміжна регульована	ПРТ-12-1	ТОВ ВТК Енергомаш	шт	6	1,145	
		ТУ 34-13- 11124-88					
23	Затискач натяжний пресований	НАС-240-1	ТОВ ВТК Енергомаш	шт	6	2,18	
24	Лоток неперфорований 200х100, L=3000 мм	Артикул 35103	ЗАТ «ДКС» м. Київ, Україна	шт	12	8,40	
25	Кришка лотка 200, L=3000 мм	Артикул 35524	ЗАТ «ДКС» м. Київ, Україна	шт	12	4,46	
26	Провід багатодротяний з мідною жилою, з ПВХ ізоляцією	ПВ-3 1х25	ЗАТ завод «Южкабель»	М	16		
27	Провід багатодротяний з мідною жилою, з ПВХ ізоляцією	ВВГнг 1х70	ЗАТ завод «Южкабель»	М	123		
28	Наконечник кабельний	2F12	ЗАТ «ДКС» м. Київ, Україна	шт	38		
29	Наконечник кабельний	2H2L	ЗАТ «ДКС» м. Київ, Україна	шт	64		
30	Шина алюмінієва 120х10 мм	АД-31		М	6		
31	Шина алюмінієва 60х12 мм	АД-31		М	5		
32	Термоусаджувальна трубка 38/12 мм, L=1000 мм	MDT-A		шт	21		

Продовження таблиці 2.15

33	Термоусаджувальна трубка 180/60 мм, L=1000 мм	MDT-A		шт	2		
34	Хомут з поліаміду L=1000 мм, (упаковка 100 шт)		ЗАТ «ДКС» м. Київ, Україна	шт	2		
35	Труда двостінна гофрована, ф160 мм	RI6		м	4		
36	Затискач кабельний	SE 15-26	Dutchclamp Німеччина	шт	4		
37	Затискач кабельний	SE 36-52	Dutchclamp Німеччина	шт	6		
38	Затискач кабельний	SE 135-170	Dutchclamp Німеччина	шт	2		
39	Затискач кабельний	Triple 38-51	Dutchclamp Німеччина	шт	2		
40	Смуга сталевіа 40х4 мм	ГОСТ 103- 76*		м/кг	105/133	1,26	
41	Метизи			кг	20		
1	Розрядник 110 кВ	PBC-110		фаз	6		
2	Розрядник нейтралі			фаз	2		
3	Розрядник 10 кВ			фаз	12		
4	Провід неізолюваний сталеалюмінієвий	AC-240/32		м/кг	18/17		
5	Спуски, петлі, перемички			шт	20		

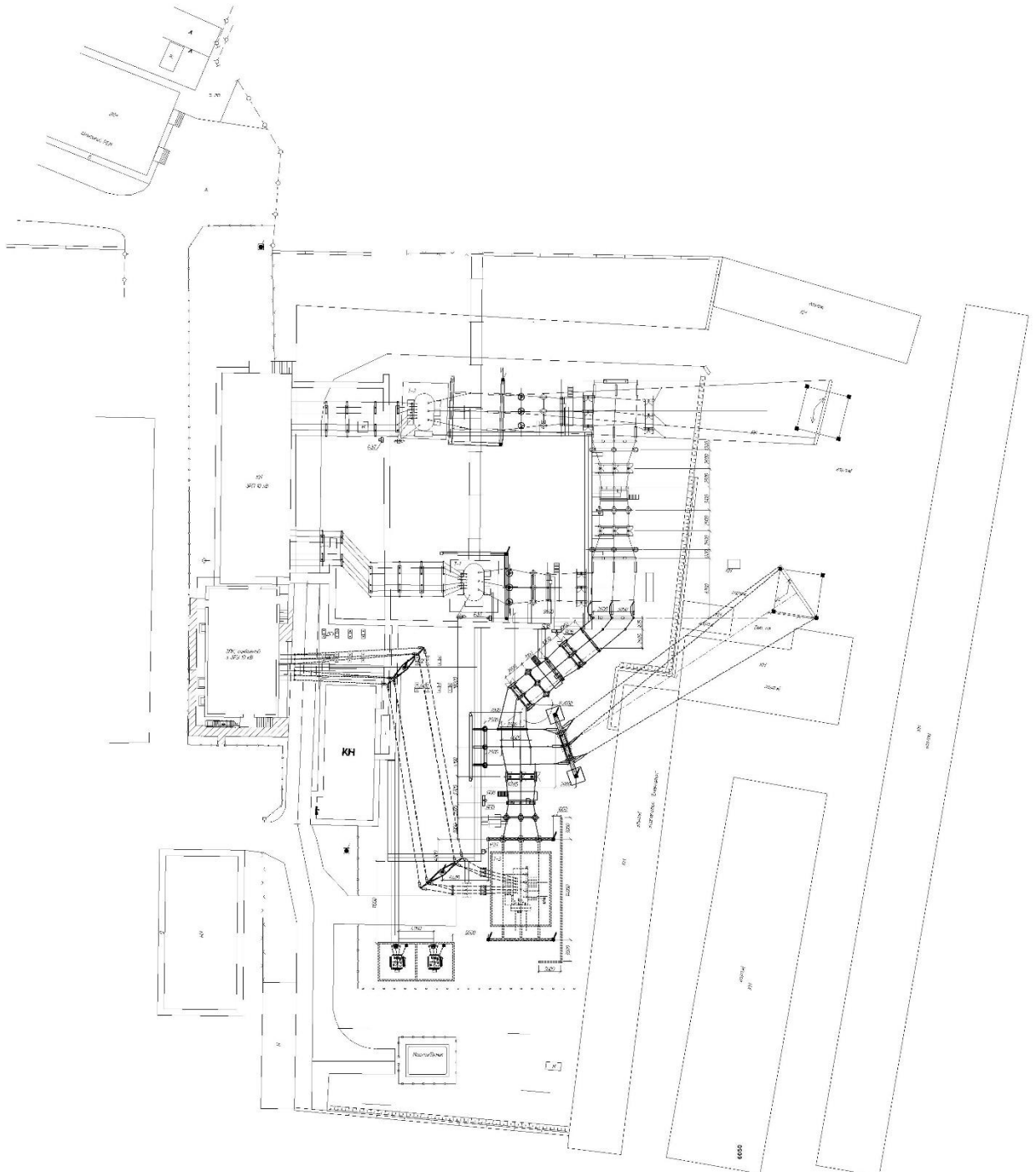


Рисунок 3.1 - План підстанції

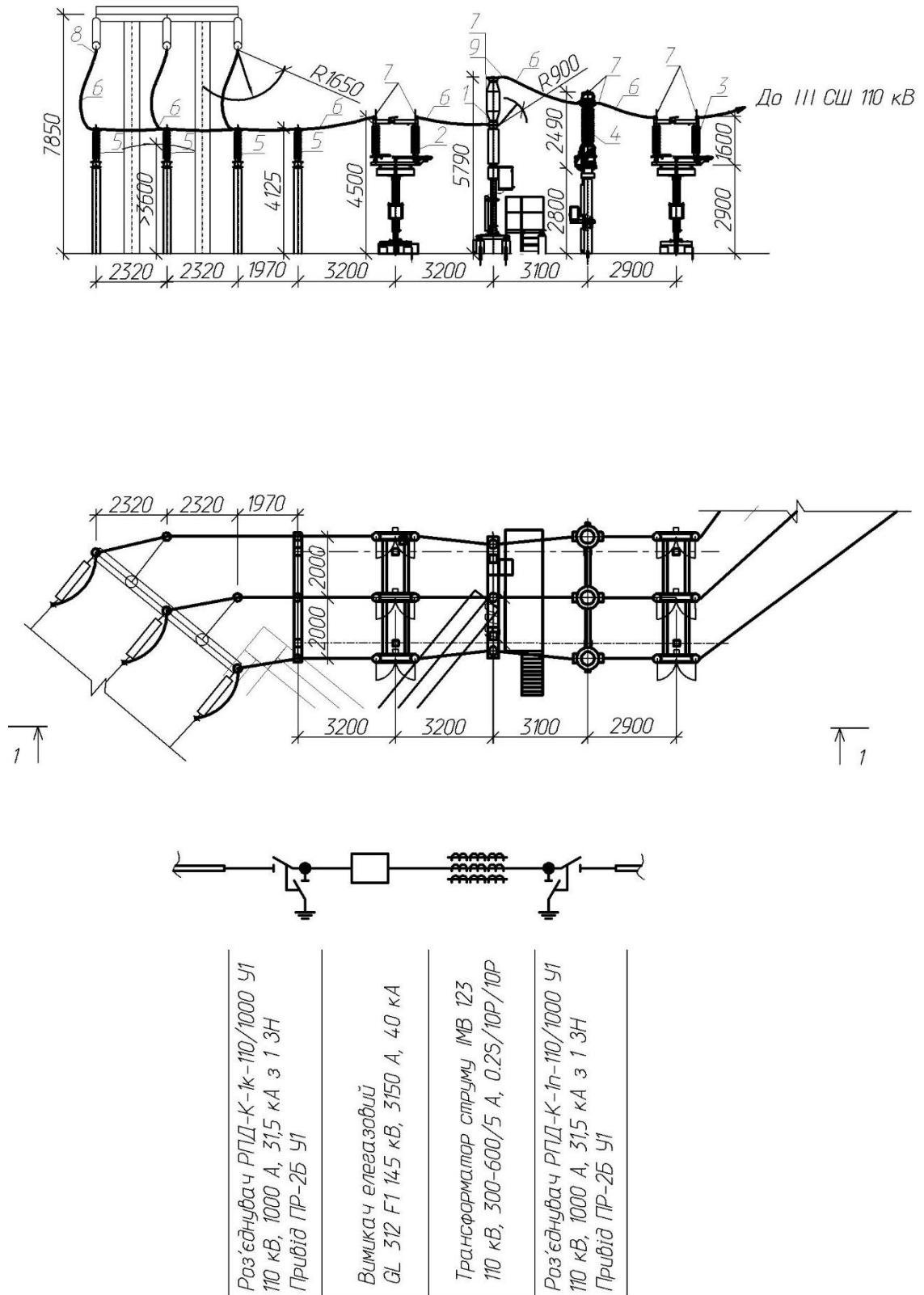
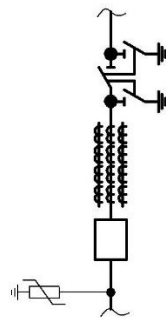
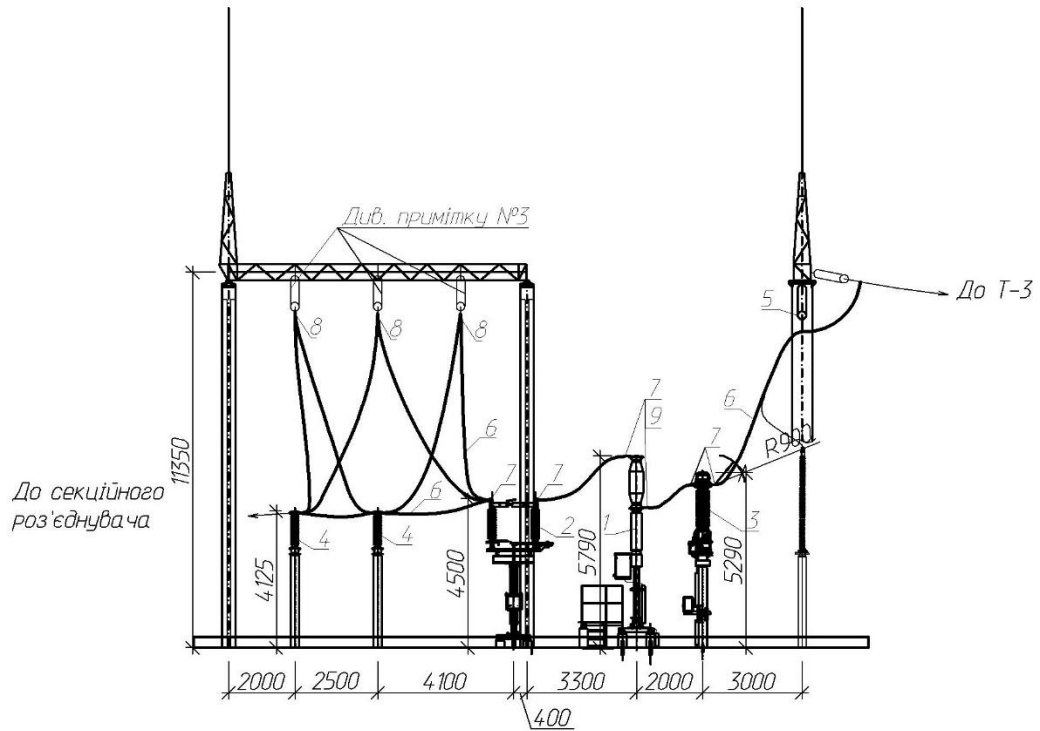


Рисунок 3.2 - Секційна комірка між трансформаторами Т-1 та Т-3. План, розріз, пояснююча схема



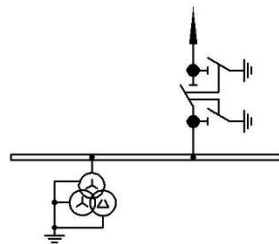
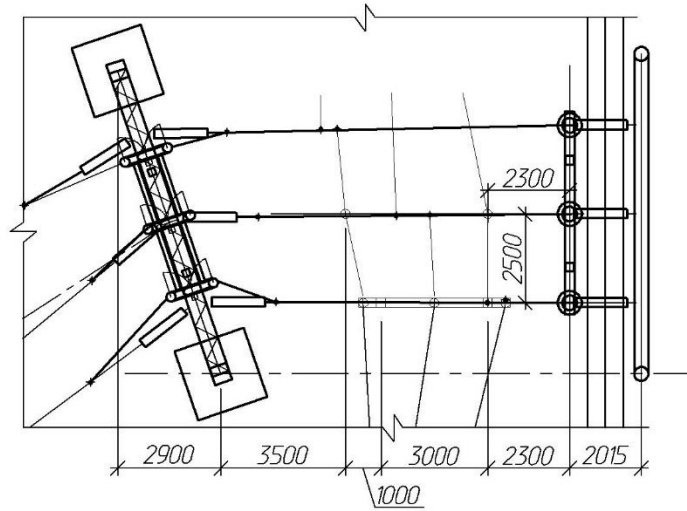
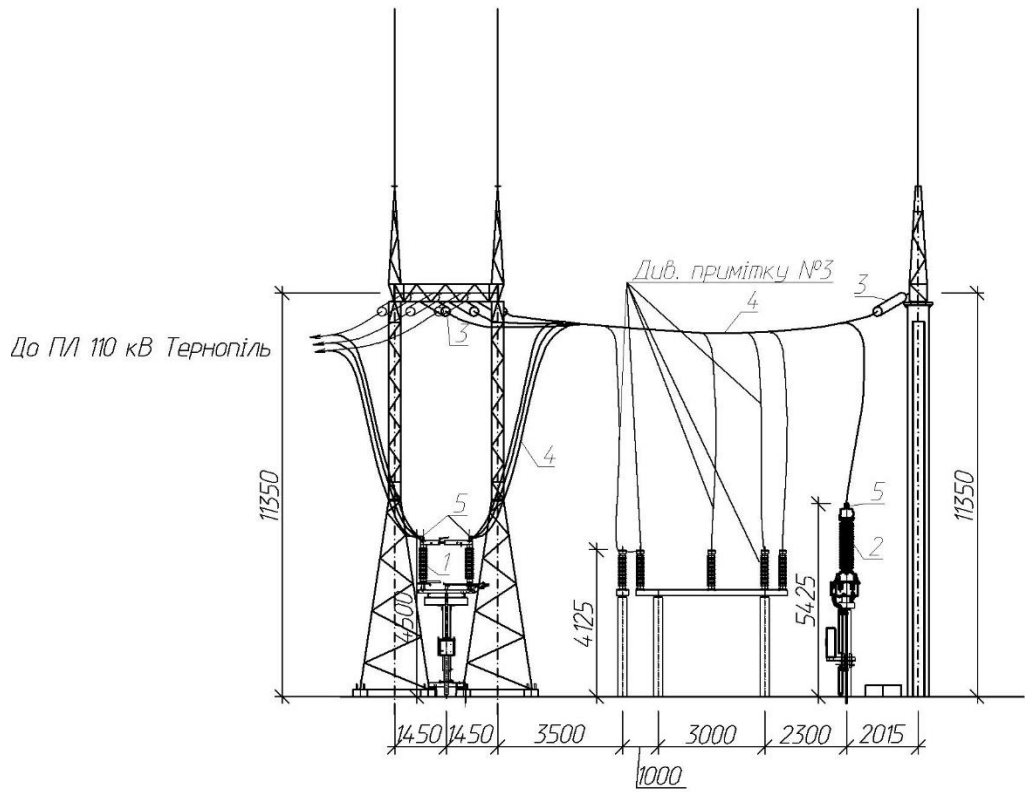
Роз'єднувач РГД-К-2-110/1000 У1
110 кВ, 1000 А, 31,5 кА з 2 ЗН
Привід ПР-2Б У1

Трансформатор струму ІМВ 123,
300-600/5 А, 0,2S/0,5/10P/10P

Вимикач елегазовий
GL 312 F1/4031 P/VR,
14,5 кВ, 3150 А, 40 кА

Обмежувач перенапруги РЕХЛ ІМ Q108-УН145
Uнро=86 кВ, Uном=108 кВ

Рисунок 3.3 -Ввідна комірка трансформатора Т-3. План, розріз, пояснююча схема



Роз'єднувач РПД-К-2-110/1000 У1
 110 кВ, 1000 А, 31,5 кА з 2 ЗН
 Привід ПР-2Б У1

Збірні шини 110 кВ, АС-240/32

Трансформатор напруги ЕМФ 123,
 110/√3/0,1/√3/0,1/√3/0,1 кВ, 0,2/0,5/3Р

Рисунок 3.4 – Комірка III СШ 110 кВ. План, розріз, пояснююча схема

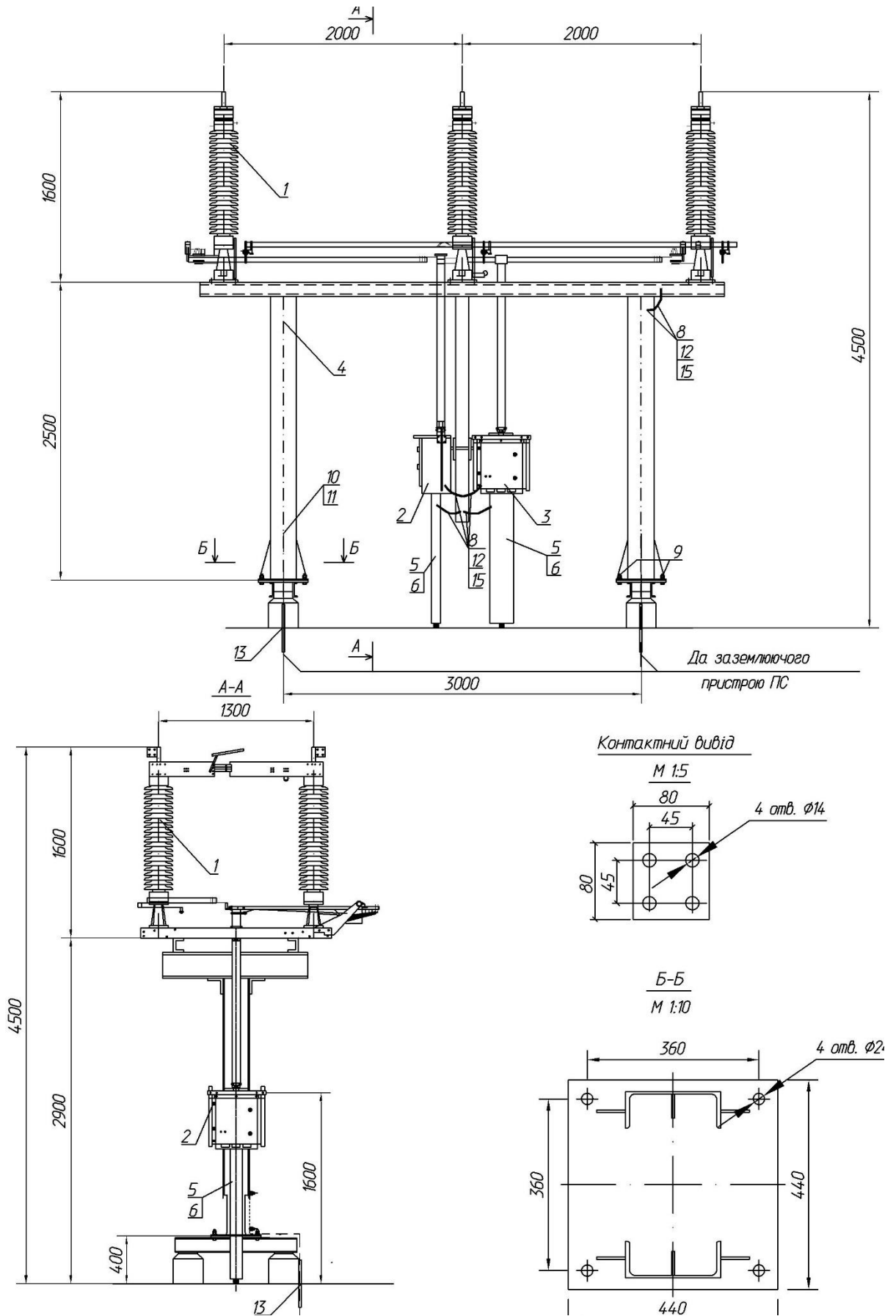


Рисунок 3.6 – Установка триполюсного роз'єднувача РПД-К-1к(1n)(2)-110/1000 У1

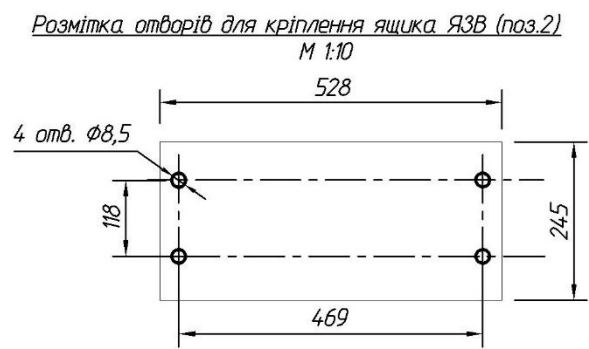
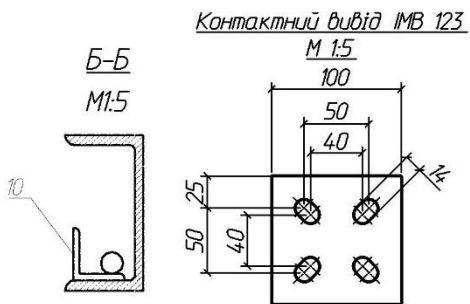
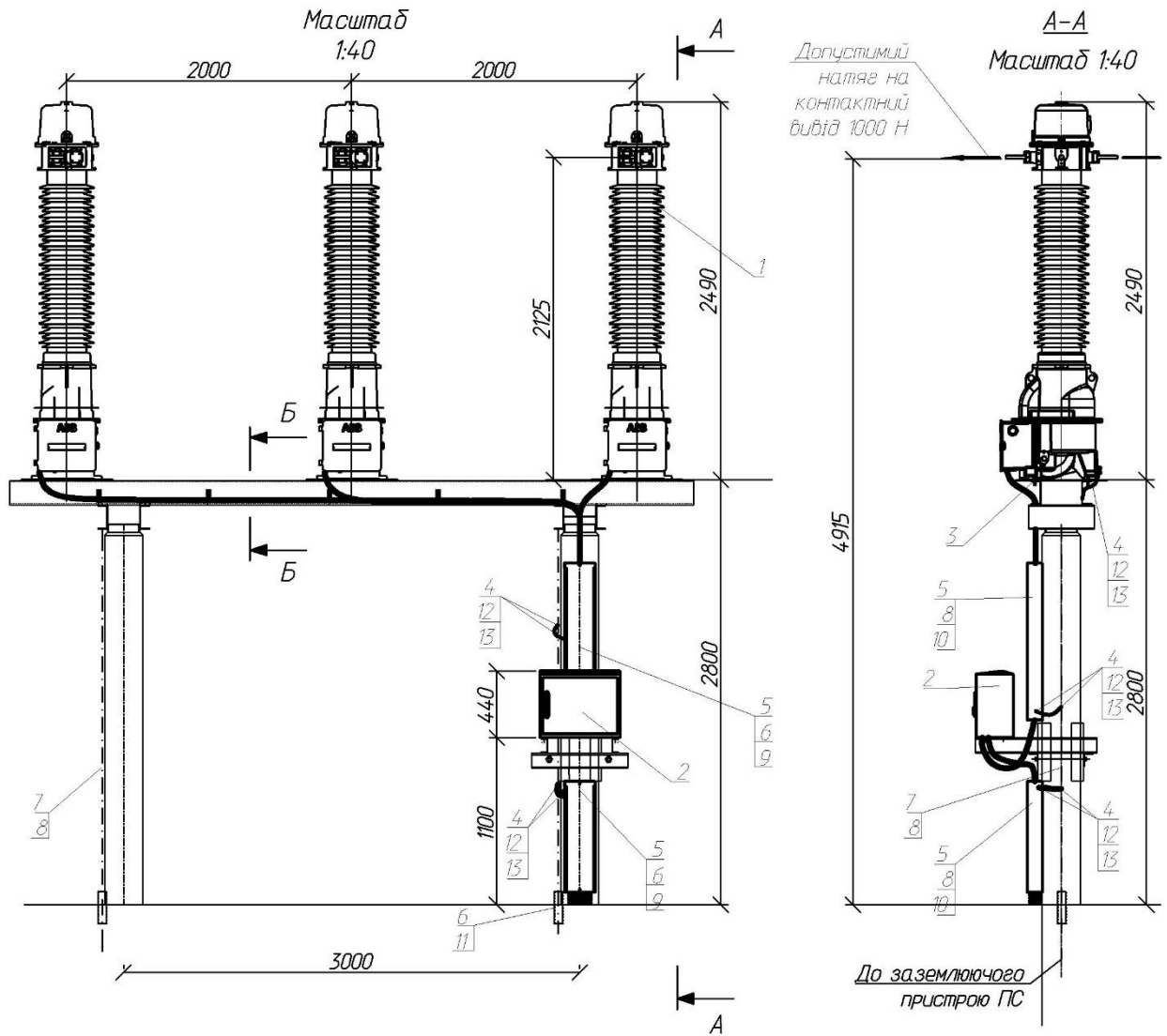


Рисунок 3.7 – Установка трьох трансформаторів струму ІМВ 123

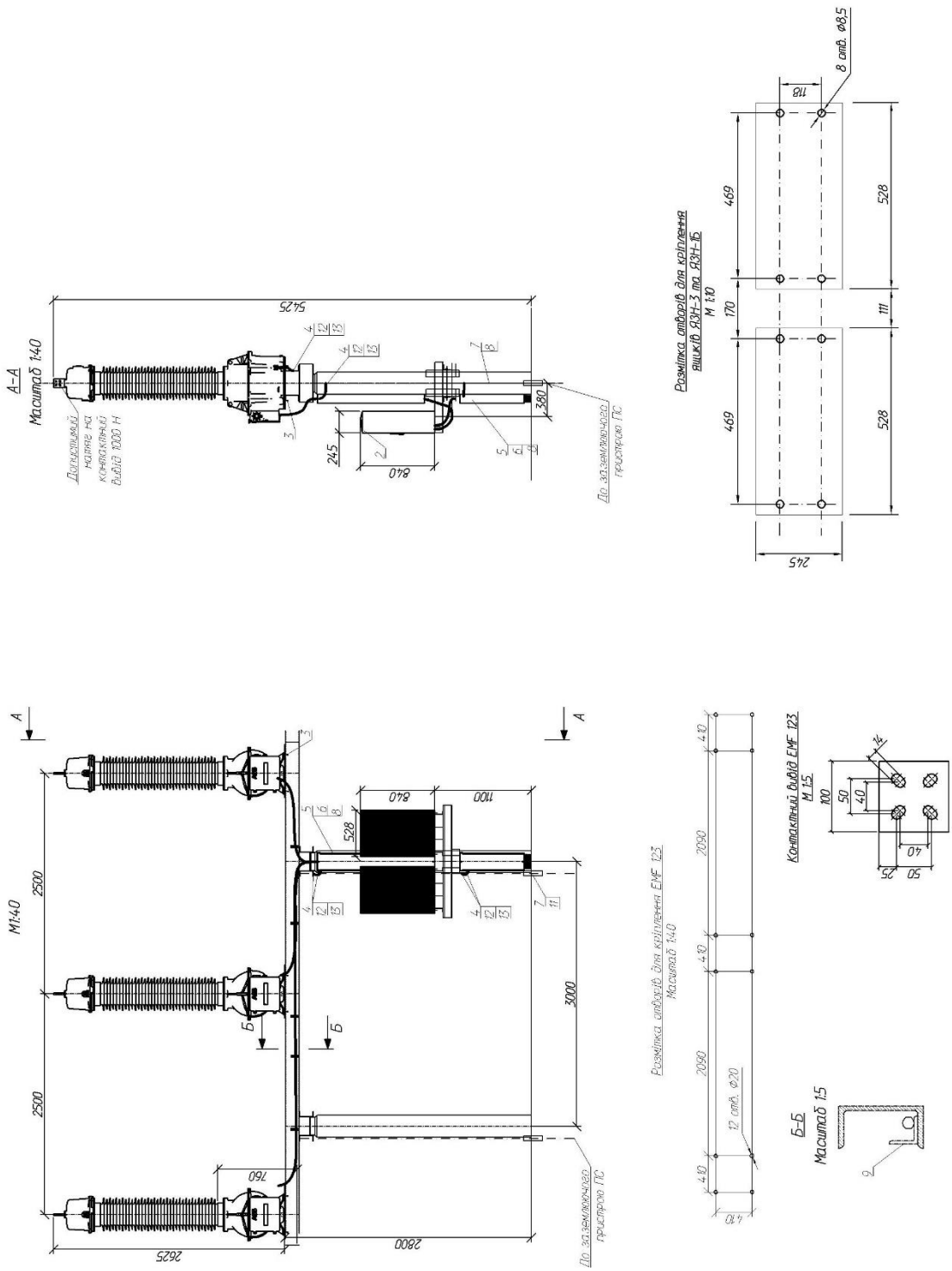


Рисунок 3.8 – Установка трех трансформаторов напруги EMF 123

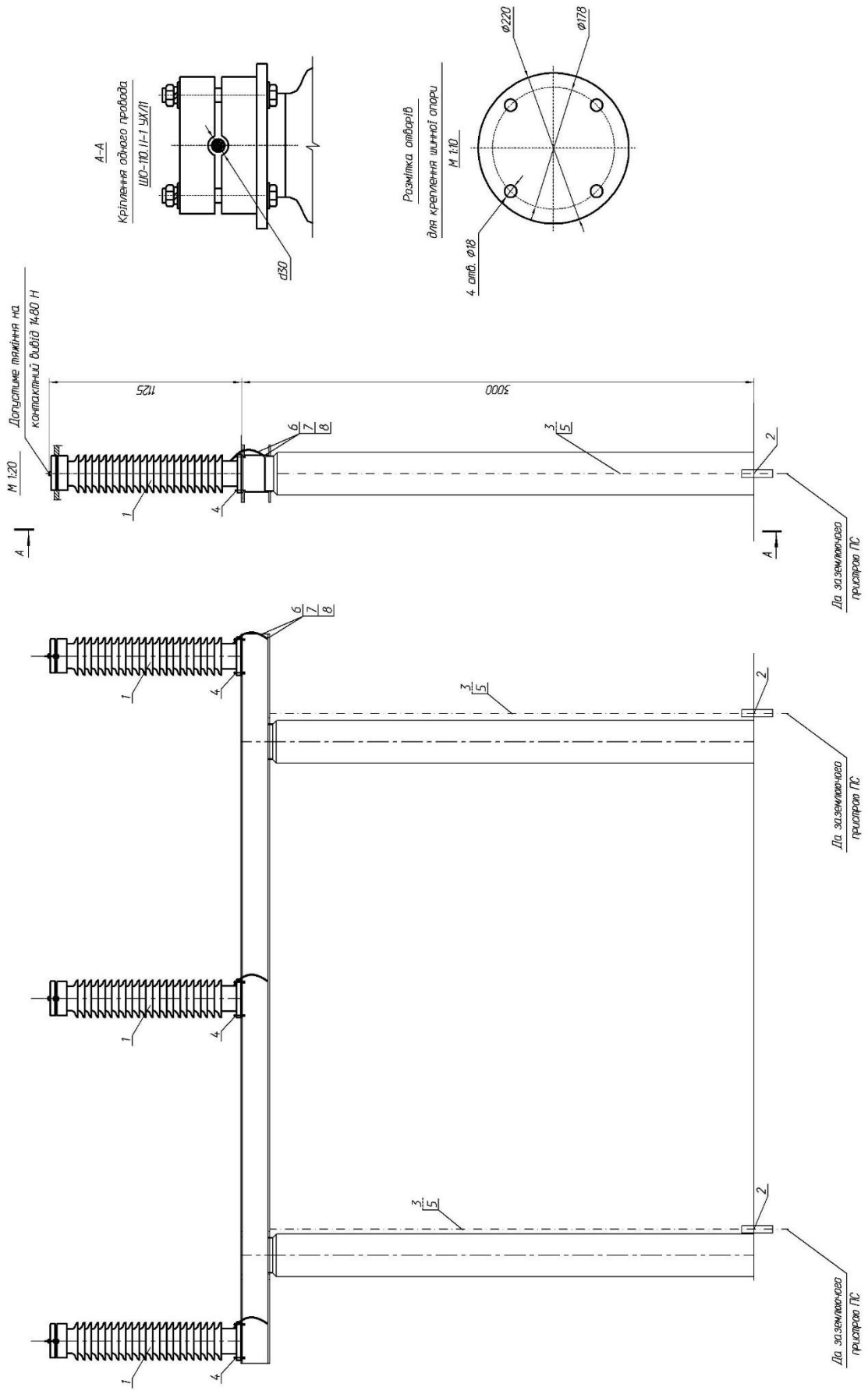


Рисунок 3.9 – Установка трьох шинних опор ШО-110.11-1 УХЛ1

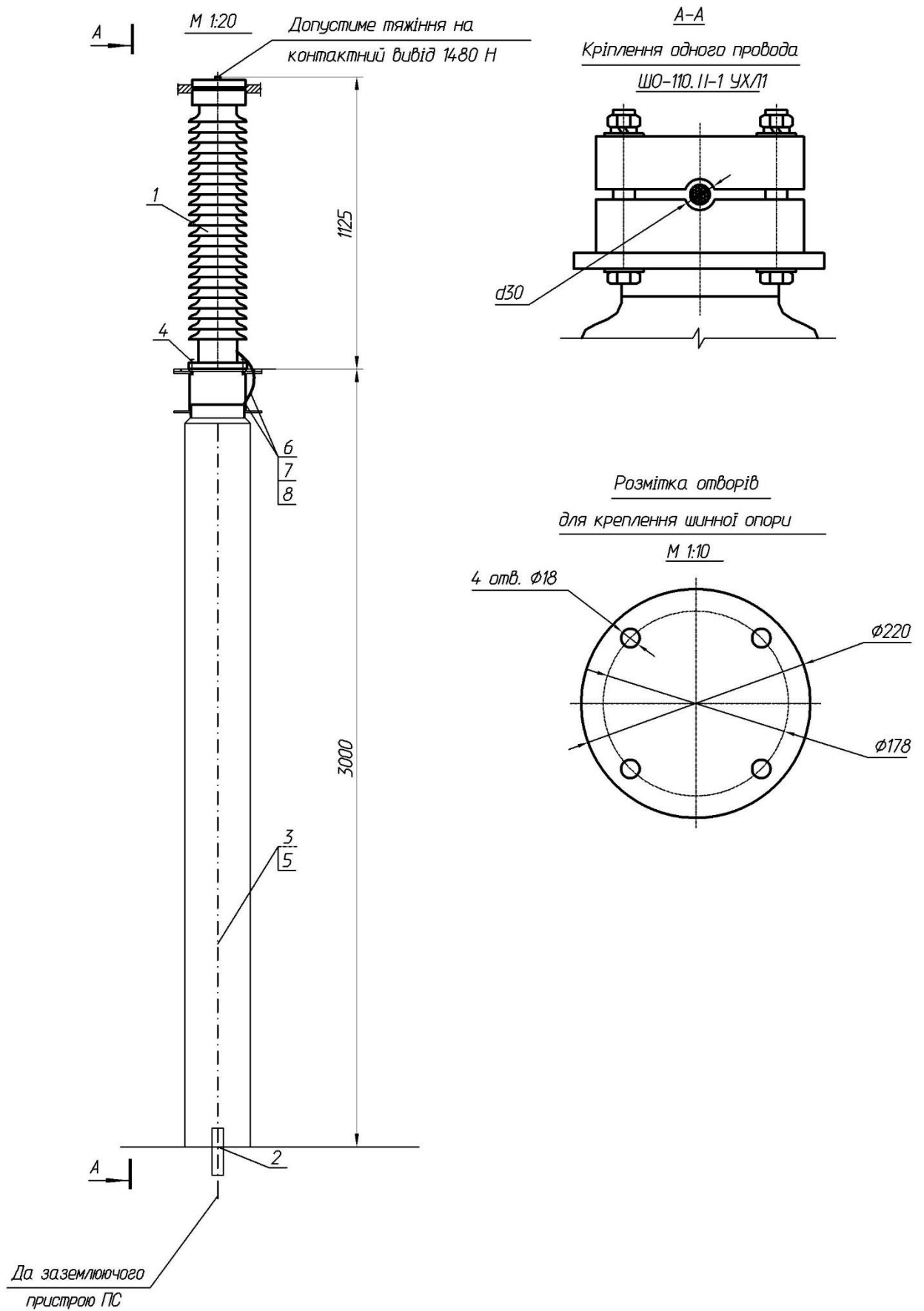
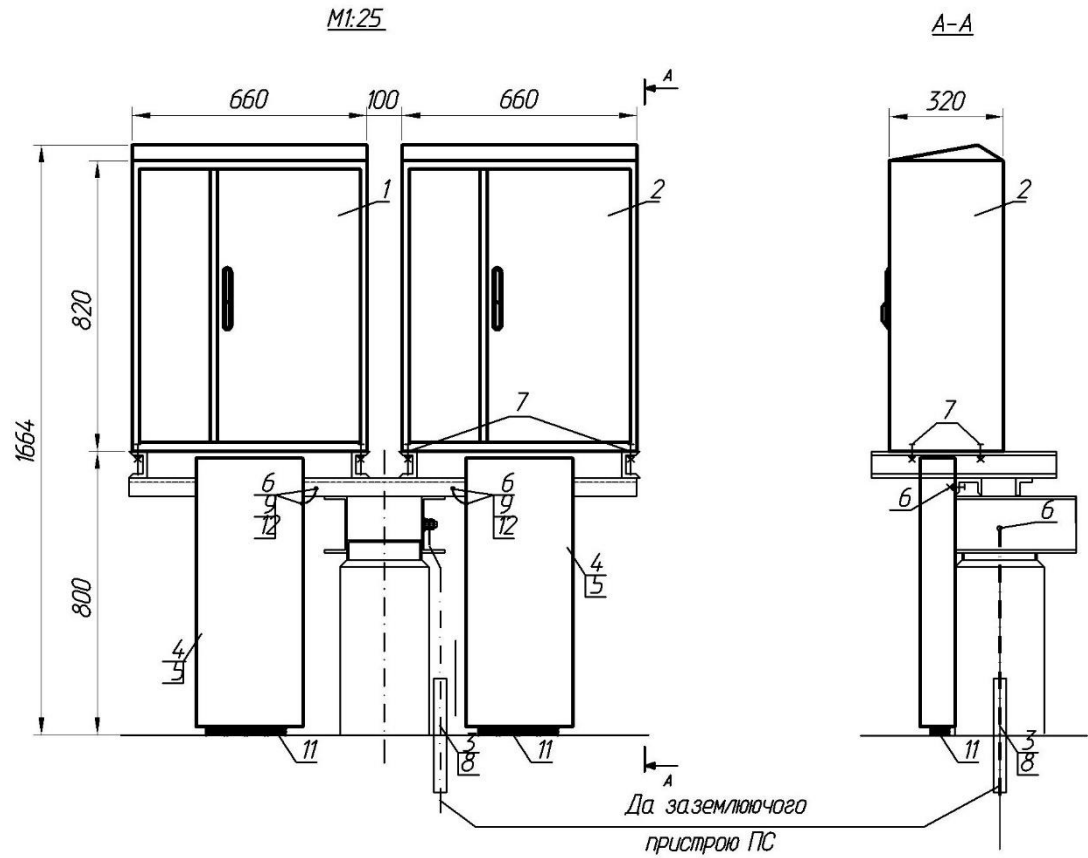
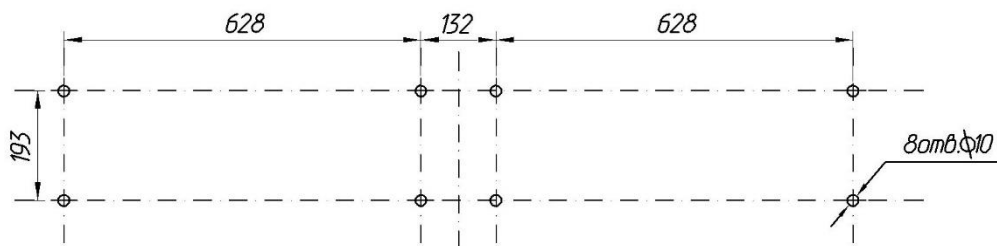


Рисунок 3.10 – Установка шинної опори ШО-110.11-1 УХЛ1



Размітка отворів для кріплення ящиків до стійки



Размітка отворів для кріплення кабельних коробів

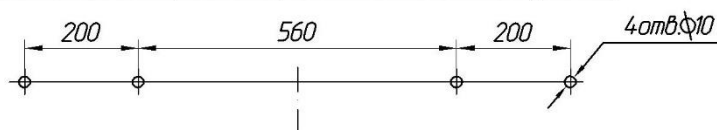


Рисунок 3.11 – Установка ящиків ЯОВ і ЯПВ

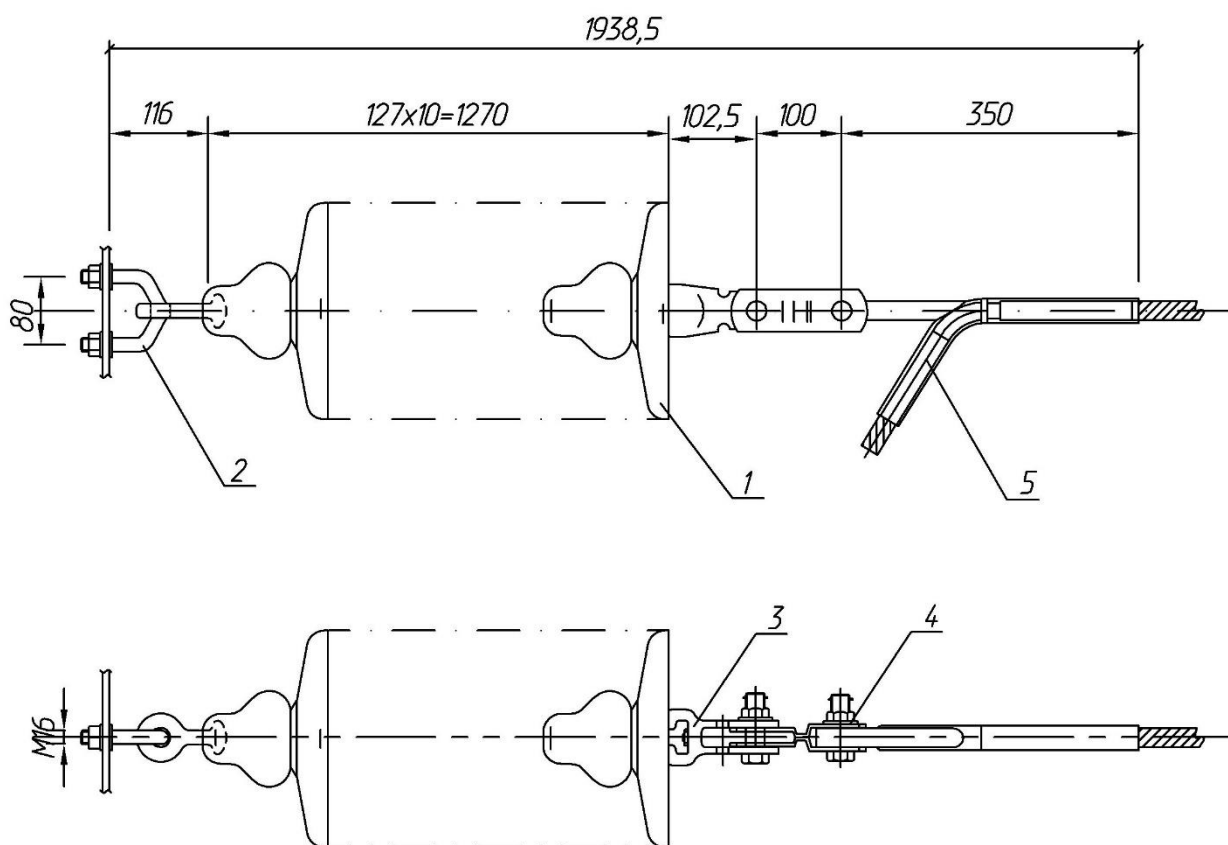


Рисунок 3.12 – Гірлянда ізоляторів 9xПС 70 Е натяжна одноланцюгова для одного проводу АС-240/32

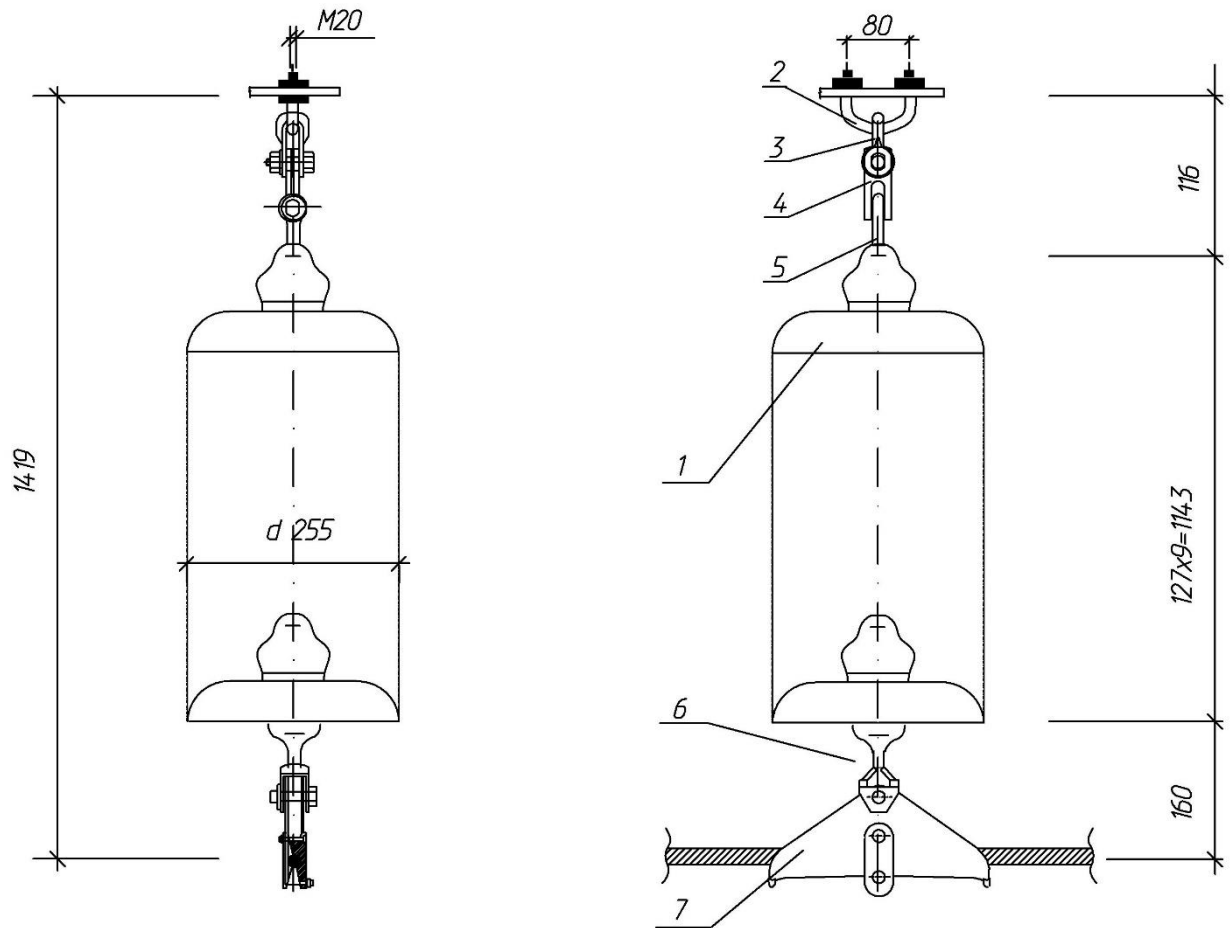


Рисунок 3.13 – Гірлянда ізоляторів 9хПС 70 Е підтримуюча одноланцюгова для одного проводу АС-240/32

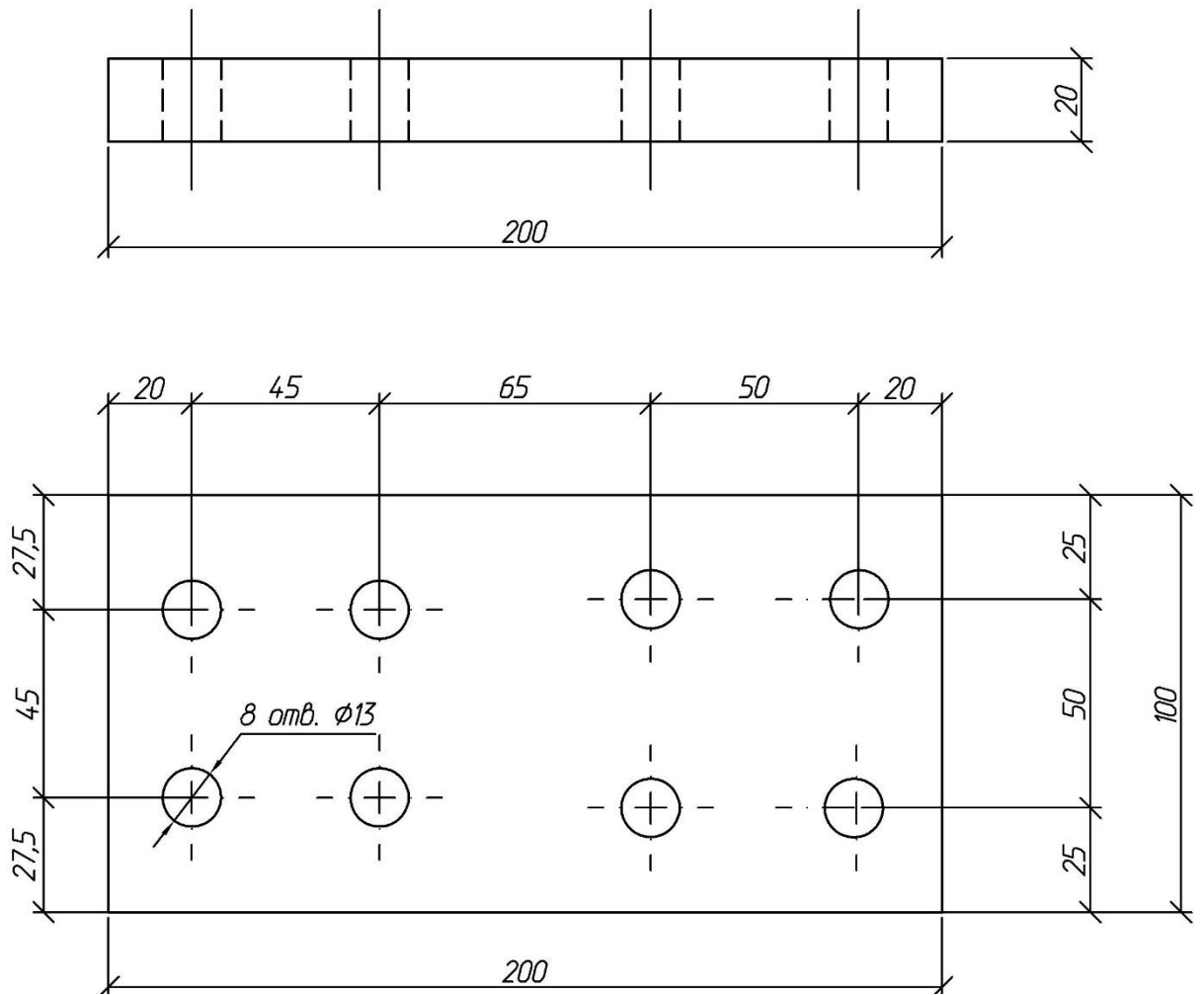


Рисунок 3.14 – Контакт переходний КП-1

Специфікація обладнання

В таблиці 3.14 подана специфікація обладнання

Таблиця 3.14 – Специфікація обладнання

Позиція	Найменування і технічна характеристика	Тип, марка, позначення документа	Завод виготовлювач	Од. вим	Кількість	Маса одиниці, кг
	Високовольтне обладнання					
1	<p>Вимикач елегазовий триполюсний: частота 50 Гц, номінальна напруга 145 кВ, номінальний робочий струм 3150 А, номінальний струм відключення 40 кА, комплектно з пружинним приводом FK 3-1 та стійками. Висота стійок 1850 мм. Напруга електромагнітів управління приводу постійного струму: =220 В Напруга двигуна заводу пружин постійного струму: =220 В Напруга обігрівачів змінного струму: - 220 В</p>	<p>GL 312 F1/4031P/VR</p>	<p>AREVA Energietechnik GmbH (Німеччина)</p>	К-т	2	1177,8

Продовження таблиці 3.14

2	Трансформатор струму 110 кВ, номінальний первинний струм 300- 600 А, номінальний вторинний струм 5 А, клас точності 0,2S/10P/10P	ІМВ 123	АВВ Україна	фаз	3	480
3	Трансформатор струму 110 кВ, номінальний первинний струм 300- 600 А, номінальний вторинний струм 5 А, клас точності 0,2S/0,5/10P/10P	ІМВ 123	АВВ Україна	фаз	3	480
4	Трансформатор напруги 110 кВ, 110/√3 / 0,1/√3 / 0,1/√3 / 0,1 кВ клас точності 0,2/0,5/3P	ЕМФ 123	АВВ Україна	фаз	3	510
5	Роз'єднувач триполюсний 110 кВ 1000 А з двома комплектами заземлюючих ножів комплектно з опорою і ручними приводами	РПД-К-2- 110/1000 У1	ТОВ Київський завод високовольтної апаратури	К-т	2	1150
6	Роз'єднувач триполюсний 110 кВ 1000 А з одним комплектом заземлюючих ножів комплектно з опорою і ручними приводами	РПД-К-1п- 110/1000 У1	ТОВ Київський завод високовольтної апаратури	К-т	1	1080
7	Роз'єднувач триполюсний 110 кВ 1000 А з одним комплектом заземлюючих ножів комплектно з опорою і ручними приводами	РПД-К-1к- 110/1000 У1	ТОВ Київський завод високовольтної апаратури	К-т	1	1080
8	Опора шинна 110 кВ з шинотримачем для одного проводу АС-240/32	ШО-110.П- 1 УХЛ1	ТОВ ВТК Енергомаш	Шт	13	77,8
	Низьковольтні комплектні пристрої					
9	Ящик живлення обігріву приводів вимикачів та ящиків зовнішньої установки	ЯОВ	Z.U.P. Emitec Sp.J	Шт	1	
10	Ящик живлення приводів вимикачів	ЯПВ	Z.U.P. Emitec Sp.J	Шт	1	
11	Провід неізолюваний сталеалюмінієвий	АС 240/32 ГОСТ 839- 80 Е		М	360	0,921

Продовження таблиці 3.14

12	Затискач апаратний	A4A- 240Г-1		Шт	51	0,514
13	Затискач відгалужувальний	ОА- 240-1		Шт	6	0,6
14	Затискач відгалужуючий	РОА- 240-1		Шт	3	0,65
15*	Гірлянда ізоляторів підтримуюча одноланцюгова для одного провoda АС- 240/32	9хПС 70 Е		К-т	3	38,31
16*	Гірлянда ізоляторів натяжна одноланцюгова для одного провoda АС- 240/32	9хПС 70 Е		К-т	6	36,57
	Арматура згідно з номенклатурою 'Електромережаізоляція'					
17	Ізолятор скляний, будівельна висота 127 мм	ПС 70 Е	Львівський ізоляторний завод	шт.	85	3,4
18	Вузол кріплення гірлянди	КГП-7- 2Б	ТзОВ Енергомаш	шт.	6	1,12
19	Вузол кріплення гірлянди	КГП-7- 3	ТзОВ Енергомаш	шт.	3	0,44
20	Скоба	СК-7- 1А	ТзОВ Енергомаш	шт.	3	0,38
21	Вушко однолапчатє вкорочене	У1К-7- 16	ТзОВ Енергомаш	шт.	3	0,67
22	Скоба трилапчата СКТ-7-1	СКТ-7- 1	ТзОВ Енергомаш	шт.	3	0,46
23	Затискач підтримуючий глухий з прокладкою К	ПГН-5- 3	ТзОВ Енергомаш	шт.	3	5,5
24	Серга	СРС-7- 16	ТзОВ Енергомаш	шт.	3	0,26
25	Вушко дболапчатє	У2-12- 16	ТзОВ Енергомаш	шт.	6	1,52
26	Ланка проміжна регульована	ПРТ- 12-1	ТзОВ Енергомаш	шт.	6	1,145

Продовження таблиці 3.14

27	Затискач натяжний пресований	НАС-240-1	ТзОВ Енергомаш	шт.	6	2,18
28	Лоток неперфорований, 200x100 L=3000 мм,	арт.35103	ПрАТ ДКС- Україна	шт.	17	8,13
29	Кришка лотка неперфорованого, шир. 200 мм L=3000 мм,	арт.35524	ПрАТ ДКС- Україна	шт.	17	3,33
30	Лоток неперфорований, 300x100 L=3000 мм.	Арт.35103	ПрАТ ДКС- Україна	шт.	11	8,13
31	Кришка лотка неперфорованого, шир. 300 мм L=3000 мм,	Арт.35524	ПрАТ ДКС- Україна	шт.	11	3,33
32	Лоток неперфорований, 300x100 L=2000 мм.	Арт.35114	ПрАТ ДКС- Україна	шт.	1	7,46
33	Кришка лотка неперфорованого, шир. 300 мм L=2000 мм,	Арт.35515	ПрАТ ДКС- Україна	шт.	1	4,4
34	Кутник для кріплення	50x50x5 мм L=50 мм		шт.	16	1,14
35	Кутник для кріплення	50x50x5 мм L=300 мм		шт.	12	3,77
36	Провід багатожильний з мідною жилою	ПВ-3 1x25		м	52	
37	Наконечник кабельний	2F12L	ПрАТ ДКС- Україна	шт.	132	
38	Термоусаджувальна трубка L=1000 мм,	МДТ-А 38/12		шт.	32	
39	Смуга сталева	40x4 мм		м/кг	114/144	1,26
40	Шина алюмінієва	АДО 20x100 ГОСТ 15176-89		м/кг	3/16,2	5,399
41	Профіль монтажний L=400 мм	ВРD4104HDZ	ПрАТ ДКС- Україна	шт.	4	2,02
42	Профіль монтажний L=400 мм	ВРM4104	ПрАТ ДКС- Україна	шт.	4	1,01

Продовження таблиці 3.14

43	Шпилька різьбова М10х2000	СМ201002	ПрАТ ДКС- Україна	шт.	4	
44	Гайка М10 з пружиною	СМ151000	ПрАТ ДКС- Україна	шт.	16	
45	Гайка М10	СМ111000	ПрАТ ДКС- Україна	шт.	16	
46	Шайба М10	СМ121000	ПрАТ ДКС- Україна	шт.	16	
47	Шайба граверна М10	СМ131000	ПрАТ ДКС- Україна	шт.	16	
48	Гайка М6 з пружиною	СМ150600	ПрАТ ДКС- Україна	шт.	16	
49	Гвинт М6х10	СМ100610	ПрАТ ДКС- Україна	шт.	16	
50	Метизи			кг	60	