

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

(повне найменування вищого навчального закладу)

Навчально-науковий інститут інформаційних технологій та робототехніки

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра автоматики, електроніки та телекомунікацій

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи

бакалавр

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему: Реконструкція електромереж АТ "ПОЛТАВАОБЛЕНЕРГО"

для приєднання електроустановок житлового комплексу

Виконав: студент 4 курсу, групи 401-МЕ
спеціальності 141 «Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка»

(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)

Єндяров І.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник: Єрмілова Н.В.

(прізвище та ініціали)

Рецензент: Лактіонов О.І.

(прізвище та ініціали)

2023 рік

РЕФЕРАТ
кваліфікаційної роботи "Реконструкція електромереж
АТ «ПОЛТАВАОБЛЕНЕРГО» для приєднання електроустановок
житлового комплексу "

Робота містить 60 сторінок, 8 ілюстрацій, 4 таблиць, 26 використаних джерел.

Ключові слова : трансформаторна підстанція, житловий комплекс, кабель, перенапруга, заземлення.

Об'єктом розроблення кваліфікаційної роботи є приєднання електроустановок житлового комплексу в с. Гожули, Полтавського району, Полтавської області.

Метою даного проекту є реконструкція мереж 10 кВ АТ «ПОЛТАВАОБЛЕНЕРГО» щоб після приєднання проєктованого об'єкту не перевищувати нормативні втрати напруги 8% у нормальному режимі роботи електричної мережі.

Згідно технічних умов (ТУ) в проєкті передбачається будівництво ПЛ-10кВ та КВ-10кВ для підключення проєктованої комплексної трансформаторної підстанції (КТП), щоб розвантажити село Гожули та підключити житловий комплекс.

Робота має практичну міцність і її результат після більш детальної доробки буде використаний на підприємстві.

ABSTRACT

qualification work "Reconstruction of electrical networks JSC "POLTAVAOBLENERGO" for connection of electrical installations of the residential complex "

The work contains 60 pages, 8 illustrations, 4 tables, 26 used sources.

Keywords: transformer substation, residential complex, cable, overvoltage, grounding.

The object of the development of the qualification work is the connection of electrical installations of a residential complex in the village of Gozhuly, Poltava district, Poltava region.

The purpose of this project is the reconstruction of 10 kV networks JSC "POLTAVAOBLENERGO" so that after connecting the designed object, the normative voltage loss of 8% in the normal mode of operation of the electric network does not exceed.

According to the technical conditions (TU), the project envisages construction PL-10kV and KV-10kV to connect the designed complex transformer substation (KTP) to relieve the village of Gozhuli and connect the residential complex.

The work has practical strength and its result will be used at the enterprise after more detailed finishing.

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»
Інститут Навчально-науковий інститут інформаційних технологій та
робототехніки

Кафедра Автоматики, електроніки та телекомунікацій

Ступінь вищої освіти Бакалавр

Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри автоматичної,
електроніки та телекомунікацій

О.В. Шефер

«01» квітня 2023 р.

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРУ СТУДЕНТУ

Єндярову Іллі Олексійовичу

1. Тема роботи «Реконструкція електромереж АТ «ПОЛТАВАОБЛЕНЕРГО»
для приєднання електроустановок житлового комплексу»

керівник роботи: Єрмілова Наталя Василівна, к.т.н., доцент.

Затверджена наказом вищого навчального закладу від від 20.03.2023 року
№ 236-фа .

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 14.06.2023 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи): Підстава для проектування: технічні
умови. Вид будівництва: будівництво електромереж. Джерело
електропостачання: ПС 35/10кВ «Гожули». Напруга в точці приєднання –
0,38кВ. Потужність силового трансформатора визначити проектом з
урахуванням проектованого навантаження.

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

1) Опис стану електромереж житлового комплексу та постановка задач на
проектування;

2) Розроблення проекту ЛЕП-10кВ на проміжку від існуючої опори
№83 ПЛ-10кВ "Гожули" від ПС 35/10кВ "Гожули";

3) Розроблення проекту кабельної вставки 10кВ від проектованої опори №2
ПЛ-10кВ з роз'єднувачем ПЛ-10кВ "Гожули" від ПС 35/10кВ "Гожули";

4) Розроблення трансформаторної підстанції ТП-10/0,4кВ;

5) Забезпечення проектованої КТП-10/0,4кВ пристроєм охоронної
сигналізації.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових плакатів):

- 1) План проєктованих зовнішніх мереж 0,4-10кВ;
- 2) Зовнішній вигляд проєктованої комплектної трансформаторної підстанції;
- 3) Схема електричних з'єднань ТП-10/0,4кВ;
- 4) Розрахункова та поопорна схема ПЛ-10кВ с. Гожули;
- 5) Схема підключення пристрою охоронної сигналізації;
- 6) Схема електричних з'єднань КТП-10/0,4кВ.

6. Дата видачі завдання: 01.04.2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор. №	Назва етапів кваліфікаційної роботи бакалавра	Термін виконання етапів роботи			Примітка (плакати)
1	Опис стану електромереж житлового комплексу та постановка задач на проєктування	26.04.23	I	20%	Пл. 1
2	Розроблення проєкту ЛЕП-10кВ на проміжку від існуючої опори №83 ПЛ-10кВ "Гожули" від ПС 35/10кВ "Гожули"	10.05.23		40%	Пл. 2
3	Розроблення проєкту кабельної вставки 10кВ від проєктованої опори №2 ПЛ-10кВ з роз'єднувачем ПЛ-10кВ "Гожули" від ПС 35/10кВ "Гожули"	24.05.23	II	60%	Пл. 4
4	Розроблення трансформаторної підстанції ТП-10/0,4кВ	31.05.23		70%	Пл. 5
4	Забезпечення проєктованої КТП-10/0,4кВ пристроєм охоронної сигналізації	07.06.23		80 %	Пл. 6
5	Оформлення кваліфікаційної роботи бакалавра	14.06.23	III	100%	

Студент _____ Єндяров І.О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____ Єрмілова Н.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

ВСТУП	8
1 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	9
1.1 Характеристика об'єкту проектування.....	9
1.2 Дані інженерних вишукувань.	10
1.3 Черговість проектування, будівництва та пускові комплекси.....	10
1.4 Техніко-економічні показники проекту.	11
2 РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА.....	13
2.1 Електротехнічні рішення.	13
2.2 Захист від перенапруги.	18
3 РОЗРАХУНОК ТРАНСФОРМАТОРНОЇ ПІДСТАНЦІ.....	20
3.1 Вибір силового трансформатору.....	20
3.2 Технічний облік електричної енергії.....	21
3.3 Вибір ОПН-10кВ.....	21
3.4 Вибір ОПН 0,4кВ.....	23
3.5 Вибір охоронної сигналізації.....	23
3.6 Безпечне живлення електроустановок 0.38кВ.....	24
3.7 Перевірочні електричні розрахунки.....	24
3.8 Перевірочний розрахунок завантаження трансформатору.....	24
3.9 Розрахунок проєктованих шин 10кВ.....	25
3.10 Розрахунок ошиновки 0.4кВ силового трансформатору.....	26
3.11 Перевірочний розрахунок кабелю КВ-10кВ.....	27
3.12 Перевірочний розрахунок проводу ПЛ-10кВ.....	28

3.13	Розрахунок втрат напруги КВ-10кВ та ПЛ-10кВ.....	29
3.14	Перевірочний розрахунок автоматичних вимикачів, що передбачаються для встановлення у ВОП-0,38кВ.....	30
3.15	Розрахунок автоматичного вимикача на лінії.....	31
3.16	Вибір високовольтних запобіжників в РУ-10кВ для захисту силового трансформатора проектованої КТП-63/10/0.4У1.....	31
3.17	Вибір захисних комутаційних пристроїв в РУ-0.4кВ запроектованої ТП-10/0.4 У1.....	32
3.18	Перевірка на відповідність технічних характеристик трансформаторів струму та іншого обладнання.....	33
4	ЗАЗЕМЛЕННЯ. ОХОРОНА ПРАЦІ І ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ.....	35
4.1	Захист від перенапруги, заземлення.....	35
4.2	Відомості про інженерний захист територій.....	42
4.3	Заходи з охорони праці і техніки безпеки. Протипожежні заходи.	43
4.4	Генеральний план.....	44
4.5	Фізико-географічна та кліматична характеристика району реконструкції.....	45
4.6	Оцінка впливу на навколишнє середовище (ОВНС).....	45
	ВИСНОВКИ.....	47
	ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА.....	48
	ДОДАТКИ	50

ВСТУП

На сьогоднішній день стратегічною метою АТ «ПОЛТАВАОБЛЕНЕРГО» є розвиток електричних мереж за допомогою нових технологій, забезпечення енергетичної та економічної ефективності, а також екологічної прийнятності. Технічне переозброєння і реконструкція електромереж дозволить збільшити потужності компанії і забезпечить надійне, безпечне і якісне постачання електричної енергії підприємствам і населенню м. Полтава та області.

В даній кваліфікаційній роботі бакалавра представлено реальний робочий проект: "Реконструкція електромереж АТ «ПОЛТАВАОБЛЕНЕРГО» для приєднання електроустановок житлового комплексу в с. Гожули, Полтавського району, Полтавської області", який виконано згідно із вимогами технічних умов на проектування (далі - ТУ) виданих АТ "ПОЛТАВАОБЛЕНЕРГО".

Величина розрахункового (прогнозованого) навантаження приєднаної потужності відповідно до ТУ для об'єкту Замовника становить 50 кВт (0,38кВ) по III категорії надійності електропостачання.

Джерело електропостачання: ПС 35/10кВ "Гожули".

Точка забезпечення потужності: РУ-10кВ ПС 35/10кВ "Гожули". Напряга в точці приєднання: 0,38кВ. Точка приєднання: на відхідних клемах ввідного комутаційного апарату з апаратами захисту ввідного пристрою об'єкта Замовника, встановленого оператором системи розподілу (далі - ОСР).

Прогнозовані межі балансової належності та експлуатаційної відповідальності встановлюються в точці приєднання електроустановки.

Технічні рішення, які прийняті в проекті, що розробляється, повинні відповідати вимогам екологічних, санітарно-гігієнічних, протипожежних та інших діючих норм і правил, і забезпечити безпечну для життя і здоров'я людей експлуатацію об'єкта при дотриманні заходів, передбачених проектом.

1. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

1.1 Характеристика об'єкту проектування

Відповідно до вимог ТУ для приєднання електроустановок об'єкту в с. Гожули, Полтавського району Полтавської області даним робочим проектом передбачається:

1. Будівництво ЛЕП-10кВ на проміжку від існуючої опори №83 ПЛ-10кВ "Гожули" від ПС 35/10кВ "Гожули" до проектової опори №21, №20, №19, №18, №17, №16, №15, №14, №13, №12, №11, №10, №11, №10, №9, №8, №7, №6, №5, №4, №3, №2 ПЛ-10кВ (L ~ 1100м), проектована КВ-10кВ (L ~ 270м) до опори №1 та до проектової ТП-10/0,4 (L ~ 25м).

Трасу прокладання ЛЕП-10кВ узгоджено з усіма зацікавленими організаціями, землевласниками (землекористувачами);

2. Будівництво кабельної вставки 10кВ від проектової опори №2 ПЛ-10кВ з роз'єднувачем ПЛ-10кВ "Гожули" від ПС 35/10кВ "Гожули" до проектової опори №1 від ПЛ-10кВ "Гожули" від ПС 35/10кВ "Гожули" (L ~ 270м).

Трасу прокладання КВ-10кВ узгоджено з усіма зацікавленими організаціями, землевласниками (землекористувачами);

3. На проектованій опорі №2 та №1 відгалуження від ПЛ-10кВ "Гожули" від ПС 35/10кВ "Гожули" встановлення кабельної муфти.

4. Будівництво проектової ТП-10/0,4кВ відповідно пункту ТУ. Потужність силового трансформатора визначено проектом з урахуванням проектованого навантаження. Комплектацію обладнання визначено з урахуванням вимог наказу №332 від 23.09.2015р. Місце розташування ТП-10/0,4кВ узгоджено з усіма зацікавленими організаціями, землевласниками (землекористувачами) та ділянкою районних електромереж ПОФ АТ"ПОЛТАВАОБЛЕНЕРГО";

5. Будівництво проектової ПЛІ-0,38кВ від РУ-0,4кВ проектової КТП-10/0,4кВ до проектової опори до межі земельної ділянки Замовника згідно ТУ розроблено в проекті ТОМ-2 ЛЕП-0,38кВ. Марку проводу, переріз

та спосіб прокладання лінії визначено проектом.

Трасу прокладання ПЛІ-0,38кВ узгоджено з усіма зацікавленими організаціями, землевласниками (землекористувачами) та ділянкою районних електромереж ПОФ АТ "ПОЛТАВАОБЛЕНЕРГО";

6. Розробка графічного матеріалу з конфігурацією, розмірами та відомістю відведення земельних ділянок, які відводяться в короткострокове (тимчасове) та довгострокове (постійне) користування згідно ТУ;

7. Встановлення ВОП-0,38кВ об'єкту з комутаційним апаратом та апаратами захисту згідно ТУ розроблено в проекті ТОМ-2 ЛЕП-0,38кВ. Місце встановлення, комплектацію та технічні параметри визначено проектом;

8. Монтаж відгалуження самоутримним ізольованим проводом на напругу до 1кВ від опори ПЛІ-0,38кВ до ВОП-0,38кВ розроблено в проекті ТОМ-2 ЛЕП-0,38кВ. Марку проводу, переріз та спосіб прокладання визначено даним проектом;

9. Виконати розрахунок на відповідність технічних характеристик трансформаторів струму та іншого обладнання в ком. №2 РУ-10кВ "Гожули" ПС 35/10кВ "Гожули" згідно ТУ;

10. Виконати розрахунок на відповідність технічних характеристик пристроїв та уставок релейного захисту в ком. №2 РУ-10кВ "Гожули" ПС 35/10кВ "Гожули" згідно ТУ.

1.2 Дані інженерних вишукувань

Інженерні вишукування - наявні, уточнені при обстеженні об'єкта реконструкції.

1.3 Черговість проектування, будівництва та пускові комплекси

Відповідно до технічних умов стандартного приєднання реконструкція електричних мереж АТ "ПОЛТАВАОБЛЕНЕРГО" виконується в одну чергу

без розподілення на пускові комплекси.

1.4 Техніко-економічні показники проекту

Об'єкт: "Реконструкція електромереж АТ"ПОЛТАВАОБЛЕНЕРГО" для приєднання електроустановок житлового комплексу в с. Гожули, Полтавського району, Полтавської області".

Вид будівництва: реконструкція.

Загальна потужність об'єкта: 50кВт по III категорії надійності електропостачання.

Кількість робочих місць (у т.ч. новостворених): об'єкт проектування відноситься до лінійного об'єкту інженерно-транспортної інфраструктури, на якому відсутні постійні робочі місця, нові робочі місця також не створюються.

Загальна кількість працюючих (осіб): обслуговування об'єкту в процесі його технічної експлуатації не передбачається.

Витрати на охорону навколишнього природного середовища, відновлювальні та компенсаційні заходи (тис.грн.): технологічний процес реконструкції та експлуатації запроектованого об'єкту є безвідхідним і не супроводжується шкідливими викидами в навколишнє природне середовище (як повітряне, так і водне), а рівень шуму і вібрації, які можуть створюватися проектованим обладнанням, не перевищують допустимих величин. У зв'язку з цим витрати на охорону навколишнього середовища, відновлювальні та компенсаційні заходи даним проектом не передбачались.

Дані про ефективність капітальних вкладень: капітальні вкладення передбачаються в зв'язку з необхідністю реконструкції лінійних об'єктів інженерно-транспортної інфраструктури для передачі електроенергії. Фінансування передбачається за рахунок коштів Замовника, що виконує реконструкцію лінійних об'єктів інженерно-транспортної інфраструктури для передачі електроенергії оператора системи розподілу на території своєї

земельної ділянки. Техніко-економічне обґрунтування (ТЕО) та техніко-економічний розрахунок (ТЕР) не передбачались та не виконувались.

Інші додаткові техніко-економічні показники та якісні характеристики, визначені в проекті, представлені в табл. 1.1:

Таблиця 1.1 – Техніко-економічні показники

№	Назва показників	Один. вимір.	Кіл-сть
1	Монтаж ТП-10/0,4кВ з трансформатором типу ТМГ (S = 63кВА)	шт/ компл	1
2	Монтаж роз'єднувача (оп. №2 ПЛ-10кВ "Гожули")	шт/ компл	1
3	Монтаж кабельної муфти (оп. №2 та оп. №1 ПЛ-10кВ "Гожули")	шт/ компл	2
4	Монтаж КВ-10кВ (від проект. оп. №2 ПЛ-10кВ "Гожули" до проект. оп. №1)	км	0,270
5	Монтаж ПЛ-10кВ (від існ. оп. №83 ПЛ-10кВ "Гожули" до проект. до РУ-10кВ проектованої ТП-10/0,4кВ)	км	1,100
6	Кількість проєктованих опор ЛЕП-10кВ	шт	25
7	Монтаж заземлення опор ЛЕП-10кВ	шт	21
8	Монтаж заземлюючого пристрою для ТП-10/0,4кВ	шт	1

2 РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

2.1 Електротехнічні рішення

Підключення житлового комплексу в с. Гожули, передбачено шляхом монтажу ТП-10/0,4кВ, монтажу ЛЕП-10кВ від існуючої опори №83 ПЛ-10кВ "Гожули" до РУ-10кВ проектованої ТП-10/0,4кВ та ПЛІ-0,38кВ від РУ-0,4кВ проектованої ТП до проектованого ВОП-0,38кВ.

2.1.1 Будівництво кабельної лінії 10кВ

Даним проектом, що представлений в бакалаврській роботі, передбачено будівництво кабельної вставки 10кВ кабелем марки АСБл поперечним перерізом 3х70мм² (А - з алюмінієвими струмопровідними жилами з паперовою просоченою ізоляцією, С - в свинцевій оболонці, Б - броньований сталевими стрічками, л - лавсанові стрічки, 10 - з номінальною напругою 10кВ) на проміжку від проектованої опори №2 ПЛ-10кВ ф. "Гожули" ПС 35/10кВ "Гожули" до проектованої опори №1 ПЛ-10кВ ф. "Гожули" ПС 35/10кВ "Гожули".

Основною сферою застосування для кабелю АСБл-10 є електропостачання великих споживачів, електричних машин великої потужності, підприємств, обладнання чи селищ. За рахунок наявності антикорозійного шару в його конструкції найбільш доцільним є укладання траншею. Кабель марки АСБл великого перерізу використовується для електропостачання трансформаторних підстанцій, районних підстанцій, КТП.

Прокладання проектованого кабеля виконувати з дотриманням вимог ПУЕ та інших чинних нормативних документів і так, щоб він не перешкоджав монтажу і демонтажу обладнання, розміщеного в шафі проектованої КТП.

Загальна довжина силового кабелю КВ-10кВ в зведеній специфікації прийнята з урахуванням запасу 4% від монтажної довжини згідно чинних нормативних документів. Запас довжини прийнято по наступним параметрам:

Запас довжини 2% для забезпечення прокладання кабелю в траншеях «змійкою» для забезпечення температурних деформацій та можливих зсувів ґрунту (п. 2.3.16 ПУЕ);

Запас довжини 2%, який враховує будівельні відходи при прокладанні лінії, що виникають з обрізів кабелю для встановлення муфт, залишків при вводі до розподільного пристрою і т.д.

Даним робочим проектом додатково передбачається запас кабелю, який враховує зміни розташування кабелю по висоті вздовж траси відповідно до СОУ-Н МЕВ 40.1-37471933-49:2011.

Виконаємо розрахунок запасу кабелю по висоті: ΣL_{vi} ,

де L_{vi} - відстань на яку кабель вертикально піднімається або спускається на i -ій ділянці.

Підставимо дані у формулу: $\Sigma L_{vi} = 1\text{м} + 1\text{м} = 2\text{м}$

Проектований кабель передбачено прокласти в траншеї на глибині 1000мм від спланованої відмітки землі на "подушку" з піску товщиною 100мм та засипати шаром піску товщиною 100мм та вийнятим, під час риття, ґрунтом, до верху траншеї. Габарити кабельних траншей та обсяги земляних робіт прийняті відповідно до типових рішень проекту А5-92 "Прокладка кабелей напругою до 35 кВ в траншеях". Проектом передбачено риття траншей з прямовисними стінками (на глибину до 1500мм).

Для можливості дотримання норм ПУЕ, при прокладанні кабелю в місцях з підвищеним навантаженням, проектувана кабельна вставка 10кВ прокладається в поліетиленовій трубі виробництва Копос (або аналог).

Відповідно до п. 2.3.128 ПУЕ внутрішній діаметр труби по відношенню до зовнішнього діаметра кабелю D повинен мати розмір, не менший ніж $1,5D$ у разі прокладання одного кабелю: D кабелю АСБл 3×70-10 складає 42мм. До встановлення обираємо поліетиленову двостінну трубу виробництва Королфлекс зовнішнім діаметром 110мм (KF09110) (внутрішній діаметр 94мм), що задовольняє умові.

Порожнини у відрізках труб і отворах та прорізи мають бути ущільненими легкопробивним негорючим матеріалом відповідно до ДБН В.1.1-7:2016 "Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги".

Порожнини у відрізках труб і отворах та прорізи мають бути ущільненими легкопробивним негорючим матеріалом відповідно до ДБН В.1.1-7:2016 "Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги".
Проектом передбачено виконати ущільнення проєктованих труб джутовими плетеними шнурами, змащеними водонепроникною глиною відповідно до п. 2.3.72 ПУЕ: Кінці блоків і труб мають бути міцно ущільненими водонепроникним матеріалом на глибину не меншу ніж 0,3м. На одне ущільнення передбачено: водонепроникна глина - 0,0018м³, джутовий плетений шнур Ø 6мм - 3,4м. Сумарна кількість використаних матеріалів для ущільнення наведена у специфікації.

Радіус повороту кабеля не повинен бути менше нормованого (не менше 15d). Згідно даних ПАТ "Завод "Південькабель" мінімальний радіус повороту проєктованого кабелю АСБл 3×70-10 становить 720мм.

По всій довжині проєктованої кабельної вставки 10кВ по осі прокладання кабелю на відстані 250мм від верху кабеля передбачається прокладання сигнальної стрічки "Обережно кабель" (згідно п. 2.3.59 ПУЕ).

На трасі КВ, прокладеної в незабудованій місцевості, треба встановлювати розпізнавальні знаки, зокрема в місцях повороту траси, у місцях розташування з'єднувальних муфт, з обох боків перетину з дорогами і підземними спорудами, біля уводів у будівлі та через кожні 100м на прямих ділянках траси (згідно п. 2.3.24 ПУЕ). Даним проєктом передбачаємо встановлення сигнальних кабельних стовпчиків в місцях повороту траси КВ-10кВ та переходу під дорогою (див. Додаток А)

У разі прокладання КВ у зоні насаджень відстань від кабелю до стовбурів дерев має бути не меншою ніж 1.5м. В разі погодження з організацією, у віданні якої перебувають зелені насадження дозволено зменшувати нормативну відстань за умови прокладання кабелю в трубах методом

підкопування чи горизонтального буріння (п. 2.3.62 ПУЕ). Місце закладання труб уточнити при монтажі.

При завершенні земляних робіт необхідно відновити порушений благоустрій та забезпечити виконання заходів, передбачених вимогами природоохоронного законодавства.

2.1.2 Будівництво повітряної лінії 10кВ

Даним проектом, що представлений в бакалаврській роботі, передбачено будівництво ЛЕП-10кВ проводом марки ЗАС-50/8,0 (алюмінієвий дріт (А), стальне осердя (С), переріз дроту та осердя відповідно 50/8,0) на проміжку від існуючої опори №83 ПЛ-10кВ "Гожули" від ПС-110/10кВ "Гожули" до проектованої опори №21, №20, №19, №18, №17, №16, №15, №14, №13, №12, №11, №10, №11, №10, №9, №8, №7, №6, №5, №4, №3, №2 ПЛ-10кВ (L ~ 1100м), проектована КВ-10кВ (L ~ 270м) до опори №1 та до проектованої ТП-10/0,4 (L ~ 10м). Провід обрано згідно розрахунку - "Перевірочні електричні розрахунки" даного Тому робочого проекту). Загальна довжина проводу ПЛ-10кВ в зведеній специфікації прийнята з урахуванням 4,5% від монтажної довжини.

Даним робочим проектом передбачено виконати монтаж опор та обладнання на них. Проектовані опори №21, №19, №18 передбачено виконати на залізобетонному стояку типу КП10(2хСВ105-5) згідно креслень проекту повторного застосування (див. Додаток А). Проектовані опори №20, №17, №16, №15, №14, №13, №12, №11, №10, №9, №8, №7, №6, №5, №4, №3 передбачено виконати на залізобетонному стояку типу П10(1хСВ105-5) згідно креслень проекту повторного застосування (див. Додаток А).

Проектована опора №2, передбачено виконати на залізобетонному стояку типу К10(2хСВ105-5) згідно креслень проекту повторного застосування (див. Додаток А). На даній опорі до встановлення передбачений роз'єднувач типу РЛНДз-10/400 У1 з приводом ПРЗ-10У1 та кабельна муфта для можливості виконання повітряно-кабельного переходу. Монтаж

роз'єднувача на опорі необхідно виконати згідно креслень проекту повторного застосування (див. Додаток А).

Проектована опора №1 передбачено виконати на залізобетонному стояку типу К10(1хСВ105-5) згідно креслень проекту повторного застосування (див. Додаток А). На даній опорі до встановлення передбачена кабельна муфта для можливості виконання повітряно-кабельного переходу. Монтаж кабельної муфти для можливості виконання повітряно-кабельного переходу на опорі необхідно виконати згідно креслень проекту повторного застосування (див. Додаток А).

Заглиблення проектованої опори №21, №19, №18, №2 передбачено виконати згідно креслення проекту повторного застосування (див. Додаток А) - заглиблення ЗГ2×2,5НГ-1. Заглиблення проектованої опори №20, №17, №16, №15, №14, №13, №12, №11, №10, №9, №8, №7, №6, №5, №4, №3, №1 передбачено виконати згідно креслення проекту повторного застосування (див. Додаток А)- заглиблення ЗГ1×2,5НГ-1. Засипку пазухи котловану передбачено виконати вийнятим під час буріння місцевим нерослинним ґрунтом без будівельного сміття та каміння з пошаровим ущільненням тромбуванням. За рахунок ґрунту, що залишиться після засипки пазухи котловану, проектом передбачено улаштувати комель проектованих опор ПЛ-10кВ "Гожули".

Даним робочим проектом перетини ПЛ-10кВ з інженерними спорудами та комунікаціями не передбачаються.

Після виконання будівельно-монтажних робіт зі спорудження проектованої ПЛ-10кВ необхідно виконати заходи, що передбачені вимогами природоохоронного законодавства згідно п. 2.5.24 ПУЕ.

2.2 Захист від перенапруги

Даним проектом передбачено виконати монтаж заземлювального пристрою (далі - ЗП) для проєктованих опор, а також ЗП для захисту проєктованих опор ЛЕП-10кВ "Гожули".

Даним робочим проектом передбачено виконати монтаж ЗП для захисту від перенапруги проєктованих опор №21, №20, №19, №18, №17, №16, №15, №14, №13, №12, №11, №10, №11, №10, №9, №8, №7, №6, №5, №4, №3, №1, що передбачено виконувати 2-ма електродами, виготовленими із круглої сталі діаметром 16мм. З'єднання виконати кругом Ø10мм (горизонтальний заземлювач) методом електрозварки, Довжина шва повинна бути не менш ніж шість діаметрів, в кожній точці з'єднання. Схему проєктованого заземлювального пристрою - (див. Додаток А).

Для захисту опори №2 з роз'єднувачем проектом передбачено ЗП, що передбачено виконувати 2-ма електродами, виготовленими із круглої сталі діаметром 16мм. З'єднання виконати кругом Ø10мм (горизонтальний заземлювач) методом електрозварки, Довжина шва повинна бути не менш ніж шість діаметрів, в кожній точці з'єднання. Схему проєктованого заземлювального пристрою для опор - (див. Додаток А).

2.2.1 Вибір роз'єднувача

Роз'єднувачі застосовуються для створення видимого розриву електричного кола з метою забезпечення безпечного обслуговування електротехнічного обладнання при проведенні ремонту або профілактики високовольтних, до 10кВ, електричних мереж, забезпечуючи безпечне зняття напруги попередньо знеструмлених ланцюгів споживачів.

Даним проектом передбачено встановлення роз'єднувача типу РЛНДз-10/400У1 з приводом ПРЗ на проєктованій опорі №2 ПЛ-10кВ "Гожули" від ПС 35/10кВ "Гожули". Встановлення передбачено виконати згідно креслення проекту повторного застосування "Улаштування кабельного відгалуження з встановленням роз'єднувача на кінцевій опорі (див. Додаток А).

2.2.2 Вибір кабельних муфт

Кабельні муфти кінцеві призначені для окінцювання кабелів з паперовою просоченою, пластмасовою і гумовою ізоляцією на напругу від 1 кВ до 42 кВ.

З'єднання проектованої КВ-10кВ з проектованої ПЛ-10кВ "Гожули" передбачено виконати за допомогою кінцевої кабельної муфти зовнішнього встановлення. Проектом обрано муфту типу GUST-12/25-50/450-L12 виробництва Rauchem Tусо Electronics (кінцева муфта зовнішнього встановлення з паперовою ізоляцією та болтовими наконечниками у комплекті).

Місце встановлення кінцевої кабельної муфти - опора №2 та №1 ПЛ-10кВ "Гожули" від ПС 35/10кВ "Гожули" згідно проекту повторного застосування (див. Додаток А).

Технологія встановлення проектованої муфти повинна відповідати вказівкам підприємства-виробника та вимогам ПУЕ, а приєднання до розподільчого пристрою повинно бути виконано із забезпеченням надійного електричного контакту.

3 РОЗРАХУНОК ТРАНСФОРМАТОРНОЇ ПІДСТАНЦІЇ

Згідно вимог ТУ даним робочим проектом передбачається встановлення ТП-10/0.4кВ.

Згідно робочого проекту передбачаємо встановлення підстанції типу КТП-63/10/0,4 У1 з силовим трансформатором потужністю 63кВА - комплектну трансформаторну підстанцію прохідного типу, зовнішнього встановлення з повітряним вводом та повітряним НН виводом.

КТП-63/10/0,4 У1 встановлюють на підготовлений фундамент, що складається з блоків ФБС (див. Додаток А). Схема встановлення і заземлення проектованої КТП-63/10/0,4 У1 наведені на (див. Додаток А). Відведення землі під проектовану КТП-63/10/0,4 У1, виконано згідно нормативного документу ДБН 2.5-16-99 "Визначення розмірів земельних ділянок для об'єктів електричних мереж", виключно на землях комунальної власності (згідно даних Публічної кадастрової карти України станом на 12.11.2022р.) (див. Додаток А).

Проектована КТП-63/10/0,4 У1 прийнята на основі креслень, що надані постачальником ТОВ "Завод Схід-Електро". Зовнішній вигляд КТП-63/10/0,4 У1 надається в додатках даного робочого проекту (див. Додаток А).

Повний перелік обладнання, необхідного для виробництва КТП-63/10/0,4 У1, надається в опитувальному листі (див. Додаток А).

3.1 Вибір силового трансформатору

Проектований силовий трансформатор обрано типу ТМГ "Екодизайн" виробництва ТОВ "Укрелектроапарат" (або аналог) згідно Постанови Кабінету Міністрів України №152 від 27.02.2019р. Даний тип трансформатору виготовляється в герметичному виконанні, у гофрованих баках з повним заповненням маслом, без маслорозширювача та без повітряної або газової "подушки". Контакт масла з навколишнім середовищем повністю виключений. Це значно покращує умови роботи масла, запобігає його зволоженню та окисненню. Трансформаторне масло не

змінює своїх властивостей протягом всього терміну служби трансформаторів, тому проводити відбір проби масла і його заміну не буде потрібно.

Герметичні трансформатори ТМГ, навіть після тривалого зберігання, практично не вимагають витрат на передпускові роботи і при правильній експлуатації не потребують профілактичних ремонтів і ревізій протягом всього терміну експлуатації.

Опитувальний лист на силовий трансформатор - (див. Додаток А).

3.2 Технічний облік електричної енергії

Для обліку електричної енергії проектом передбачено встановлення трифазних електронних лічильників активної та реактивної енергії, які пройшли повірку та відповідають ЗУ "Про метрологію та метрологічну діяльність":

- для мережі 0.4кВ - лічильники типу NIK2303 ARP3T1800.MC.11, I = 5(120)А, які встановлюються на всіх відходящих лініях, із можливістю передачі даних обліку PLC.

3.3 Вибір ОПН-10кВ

Обмежувачі перенапруг призначені для захисту електрообладнання розподільних мереж змінного струму 50Гц від грозових перенапруг.

Згідно вимог глави 2.3 ПУЕ в місцях переходу ПЛ у КВ (опора №2 та №1 ПЛ-10кВ "Гожули" від ПС 35/10кВ "Гожули") необхідно передбачити встановлення ОПН-10кВ.

Вибір ОПН проводимо згідно з нормативним документом "Обмежувачі перенапруг нелінійні напругою 6-35кВ. Настанова щодо вибору та застосування у розподільчих установках" та "Інструкція із застосування, монтажу та експлуатації засобів захисту від перенапруг в електроустановках напругою 6-750кВ".

В мережі 10кВ, що розглядається, однофазне замикання на землю не обмежене в часі, отже найбільша робоча напруга ОПН повинна становити

$U_{нрo} \geq U_{нрm}$ ($U_{нрm} = 12\text{кВ}$ для класу напруги 10 кВ і номінальній напрузі електричної мережі 11 кВ).

Рекомендовані значення $U_{нрo}$ при однофазних замиканнях на землю через дугу лежать в межах 11,5 - 13,0 кВ.

Для захисту обладнання від грозових і комутаційних перенапруг номінальний розрядний струм I_n вибираємо рівним 10кА.

Режим перенапруги при однофазному дуговому замиканні на землю є найбільш небезпечним для роботи ОПН, таким чином він є визначальним при виборі питомої енергоємності ОПН.

Рекомендовані значення питомої енергоємності та струму пропускної здатності для ОПН 10кВ складають: $W/\text{пит}$ - не менше ніж 2,1 кДж/кВ; $I/2000 = 401\text{-}600\text{А}$. Залишкова напруга на ОПН від комутаційних перенапруг повинна знаходитись в межах 28,2 - 33,0кВ. Залишкова напруга на ОПН від грозових перенапруг не повинна бути більшою 45 кВ.

Вибираємо ОПН типу ОПНп-10/12.0/10/550 У1 з характеристиками:

- клас напруги 10кВ;
- найбільша робоча напруга $U_{нрo} = 12,0\text{кВ}$;
- номінальний розрядний струм $I_n = 10\text{кА}$;
- питома енергоємність не менше $W/\text{пит} = 3,24\text{кДж/кВ}$;
- залишкова напруга при комутаційному імпульсі з током $I_{норм.к} = 500\text{А}$ становить $U_{зал.к} = 29,8\text{кВ}$;
- залишкова напруга при грозовому імпульсі 8/20мкс з амплітудою 5кА $U_{зал.г} = 35,5\text{кВ}$;
- пропускна здатність $I/2000 = 550\text{А}$

Встановлення ОПН на опорі №2 та №1 ПЛ-10кВ планується виконати згідно креслення проекту повторного застосування (див. Додаток А).

Кількість проєктованих ОПН наведена у специфікації.

Після реконструкції об'єкту потрібно виконати приймально-здавальні випробування.

3.4 Вибір ОПН 0,4кВ

ОПН на стороні НН в РУ-0.4кВ проектованої ТП встановлюються згідно п. 4.2.173 та п. 4.2.186 чинної редакції ПУЕ.

На стороні НН в проектованій ТП застосовані обмежувачі перенапруг типу ОПНп-0,38/0,4/300/0,45 УХЛ2 виробництва ТОВ "Промсервіс" (або аналог).

Після реконструкції об'єкту потрібно виконати приймально-здавальні випробування.

3.5 Вибір охоронної сигналізації

Згідно вимог Наказу №332 від 23.09.2015р., для захисту проектованого обладнання від крадіжок, в РУ-0.4кВ проектованої КТП-63/10/0.4У1 встановлюється система охоронної сигналізації типу "Orion NOVA S" (або аналогічна).

"Orion NOVA S" призначений для приймання повідомлень від охоронних пристроїв або інших приймально-контрольних пристроїв, перетворення сигналів, видачі оповіщень для безпосереднього сприйняття людиною.

Обрана система охоронної сигналізації живиться від мережі змінного струму 220В з частотою 50 ± 1 Гц. Для управління системою "Orion NOVA S" та індикації його стану використовуємо пристрій керування типу "K-LED4" (або аналогічний).

До "Orion NOVA S" підключаються датчики руху DSC LC-100 PI, датчики відкриття дверей СОМК1-8 та світлозвуковий пристрій "Гном 1".

Приєднання охоронних приладів повинно виконуватись згідно схеми підключення, що наведена в паспорті на прилад. Для безперебійної роботи та дотримання меж робочих температур, проектоване обладнання необхідно розміщувати в кліматичній шафі.

Двері шаф РУ-0,4кВ, РУ-10кВ та камери силового трансформатора КТП-63/10/0,4 У1 повинні бути обладнані петлями для запираючих пристроїв (навісних замків).

3.6 Безпечне живлення електроустановок 0.38кВ

Вибір перших комутаційних апаратів (дооблікових автоматичних вимикачів), передбачених для встановлення у ВОП-0,38кВ

Для безпечного живлення електроустановок об'єктів у проєктованих ВОП-0,38кВ передбачається встановлення дооблікових автоматичних вимикачів.

По струмовому навантаженню, користуючись каталогом електротехнічної продукції CNC попередньо обираємо дооблікові автоматичні вимикачі типу УСВ6Н-63 - модульні автоматичні вимикачі, призначені для захисту низьковольтних електричних ланцюгів від перевантажень та струмів КЗ, а також для оперативного включення та відключення електричних ланцюгів змінного струму частотою 50-60Гц та напругою 230-400В.

3.7 Перевірочні електричні розрахунки

Відповідно до вимог чинних нормативних документів на дату створення проєкту всі основні електротехнічні рішення щодо параметрів проєктованого обладнання, марки та перерізів проєктованих проводів (кабелів) необхідно приймати на підставі виконаних перевірочних розрахунків.

3.8 Перевірочний розрахунок завантаження трансформатору

Сумарна прогнозована потужність об'єктів згідно виданих, оплачених та нереалізованих ТУ від проєктованого джерела живлення (проєктована КТП-63/10/0,4 У1) складає 50 кВт, в тому числі:

Виходячи з розрахунків програмного комплексу САПР-0.4-10кВ (див. табл. "Результати електричного розрахунку САПР", бачимо що, завантаження силового трансформатору проєктованої КТП-63/10/0.4У1 з трансформатором типу ТМГ "Екодизайн" 10/0,4кВ потужністю 63кВА, який передбачається проєктом для електропостачання житлових будівель, складає 62кВА.

Завантаження силового трансформатору ($S = 63\text{кВА}$) в нормальному режимі розраховується за формулою:

$$K_{зав} = S_{зав} / S_{тр}$$

Підставляємо дані у формулу:

$$K_{зав} = 62/63 = 0,984 \approx 98,4\%$$

Отже, з урахуванням запроектованого навантаження силовий трансформатор завантажений на 98,4% (у нормальному режимі).

Висновок: 39,6% < 100%, а отже силовий трансформатор типу ТМГ-63/10/0,4кВ "Екодизайн" може бути використаний для підключення електроустановок житлового комплексу в с. Гожули, Полтавського району Полтавської області.

Опитувальний лист на проєктований силовий трансформатор - (див. Додаток А).

Захист обмотки НН силового трансформатора від перенавантаження та струмів к.з виконується за допомогою автоматичних вимикачів в РУ-0.4кВ, у відповідності до робочих креслень даного робочого проєкту.

3.9 Розрахунок проєктованих шин 10кВ

Розрахунковий максимальний струм становить:

$$I_{розр} = S_{тр} / \sqrt{3} \times U_{н}$$

Підставляємо дані у формулу:

$$I_{розр} = 63 / \sqrt{3} \times 10.5 = 3,46\text{А}$$

Розрахунковий струм з урахуванням перевантажувальної здатності силових трансформаторів розраховуємо по формулі:

$$I_{р.п} = I_{мах} \times K_{пер}$$

де, $K_{пер}$ - коефіцієнт перевантажувальної здатності силового трансформатора в аварійному режимі.

Підставляючи дані у формулу, отримуємо:

$$I_{р.п} = 3,46 \times 1.1 = 3,81\text{А}$$

По стороні ВН-10кВ обираємо алюмінієві шини прямокутного перерізу типу АД13Т розміром 20×3. Допустимий тривалий струм даної шини згідно табл 1.3.46 ПУЕ становить 65А.

Оскільки проєктовані шини планується розташувати в КТП, де розрахункова температура середовища може досягати $+35^{\circ}\text{C}$, то використаємо коригувальний коефіцієнт $k = 0,88$, що наведено в табл. 1.3.49 ПУЕ.

Оскільки проєктовані шини прямокутного перерізу планується розташувати плазом, то допустимий струм має бути зменшений на 8% для шин із шириною смуг понад 60мм (згідно із п. 1.3.37 ПУЕ).

Виконаємо розрахунок:

$$65 \times 0,88 - (5\%) = 54,34\text{A}$$

Висновок: нерівність $I_{ш} \geq I_{р.п}$ виконується ($65 > 54,34$), а отже ошиновка типу АД13Т перерізом 20×3 задовольняє умові вибору та може бути використана в проєктованій ТП по стороні ВН.

3.10 Розрахунок ошиновки 0.4кВ силового трансформатора

Розрахунковий максимальний струм силового трансформатора становить:

$$I_{розр} = S_{тр} / \sqrt{3} \times U_{н}$$

Підставляємо дані у формулу:

$$I_{розр} = 63 / \sqrt{3} \times 0,4 = 90,94\text{A}$$

Розрахунковий струм з урахуванням перевантажувальної здатності силових трансформаторів розраховуємо по формулі:

$$I_{р.п} = I_{мах} \times K_{пер}$$

де, $K_{пер}$ - коефіцієнт перевантажувальної здатності силового трансформатора в аварійному режимі.

Підставляючи дані у формулу, отримаємо:

$$I_{р.п} = 90,94 \times 1,1 = 100,03\text{A}$$

По стороні НН-0,4кВ обираємо алюмінієві шини прямокутного перерізу типу АД13Т розміром 40×3 . Допустимий тривалий струм даної шини згідно табл 1.3.46 ПУЕ становить 125А.

Оскільки проєктовані шини планується розташувати в КТП, де розрахункова температура середовища може досягати $+35^{\circ}\text{C}$, то для

розрахунку допустимого струму для даної шини використаємо коригувальний коефіцієнт $k = 0,88$, що наведено в табл. 1.3.49 ПУЕ.

Оскільки проєктовані шини прямокутного перерізу планується розташувати плазом, то допустимий струм має бути зменшений на 5% для шин із шириною смуг до 60мм (згідно із п. 1.3.37 ПУЕ).

Виконаємо розрахунок:

$$540 \times 0,88 - (5\%) = 451,44\text{А}$$

Висновок: нерівність $I_{ш} \geq I_{р.п}$ виконується ($451,44\text{А} > 100,034\text{А}$), а отже ошиновка типу АД13Т перерізом 40×5 задовольняє умові вибору та може бути використана в проєктованій ТП.

3.11 Перевірочний розрахунок кабелю КВ-10кВ

Відповідно до вимог нормативної документації даним проєктом виконані перевіірочні електричні розрахунки параметрів обраного даним робочим проєктом кабелю КВ-10кВ:

За умовами допустимого нагріву у нормальному режимі роботи електричної мережі:

Вихідні дані: кабель марки АСБл-10 поперечним перерізом $3 \times 70\text{мм}^2$, що передбачений даним проєктом, який прокладається від проєктованої опори №2 ПЛ-10кВ ф. "Гожули" ПС 35/10кВ "Гожули" до проєктованої опори №1 ПЛ-10кВ ф. "Гожули" ПС 35/10кВ "Гожули".

Загальна довжина кабельної лінії 10кВ становить 270м згідно нормативних документів та запасу для змін розташування кабелю по висоті).

Проєктом передбачено, що дана кабельна вставка буде жити одну підстанцію ТП-10/0.4У1 з трансформатором потужністю 63 кВА, що передбачена даним проєктом.

Відповідно до даних, що надані заводом-виробником ПАТ "Завод "Південькабель" допустимий тривалий струм для кабелю марки АСБл $3 \times 70-10$ становить 162А при прокладанні у ґрунті.

Таблиця 1.2 – Розрахунок ЛЕП-10кВ "Гожули" ПС 35/10кВ "Гожули" з урахуванням проектного навантаження"

Розрахунок ЛЕП-10кВ "Гожули" ПС 35/10кВ "Гожули" без урахування проектного навантаження													
Номер ділянки	Довжина ділянки, км	Кіл-ть ТП	Устан. потужн. тр-рів	Коеф. одночас. н.	Коеф. завантаж. ТП	Розрах. потуж. (кВА)	Розрах. струм (А)	Марка проводу (кабелю)	Допуст. струм, Ідоп.	Литом. ΔU, табл.зн.	Втрата напруги ΔU%		
											На 1 км	На ділянці	Від пункту спож.
0-1	7,02	20	3026	0,71	0,222000	476,96	27,57	АС-35	175	1,08	0,474	3,3268	3,3268
1-2	0,33	19	2776	0,715	0,222000	440,63	25,47	АС-50	210	1,08	0,438	0,144	3,471
2-3	1,44	18	2676	0,72	0,222000	427,73	24,72	А-70	265	1,08	0,425	0,612	4,083
3-4	0,61	17	2576	0,725	0,222000	414,61	23,966	А-50	210	1,08	0,412	0,251	4,335
4-5	1,18	16	2476	0,73	0,222000	401,26	23,194	АС-35	175	1,08	0,399	0,4705	4,8050
5-6	0,2	15	2376	0,735	0,222000	387,69	22,410	АСБЛ 3х95	192	0,7	0,250	0,0499	4,855
6-7	0,303	14	2276	0,74	0,222000	373,90	21,61	ААШВ 3х70	162	0,4964	0,171	0,0517	4,907
Всього	11,08												
Розрахунок ЛЕП-10кВ "Гожули" ПС 35/10кВ "Гожули" з урахуванням проектного навантаження													
Номер ділянки	Довжина ділянки, км	Кіл-ть ТП	Устан. потужн. тр-рів	Коеф. одночас. н.	Коеф. завантаж. ТП	Розрах. потуж. (кВА)	Розрах. струм (А)	Марка проводу (кабелю)	Допуст. струм, Ідоп.	Литом. ΔU, табл.зн.	Втрата напруги ΔU%		
											На 1 км	На ділянці	Від пункту
0-1	7,02	21	3089	0,7	0,222000	480,03	27,75	АС-35	175	1,08	0,477	3,3482	3,3482
1-2	0,33	20	2839	0,71	0,222000	447,48	25,87	АС-50	210	1,08	0,445	0,147	3,495
2-3	1,44	19	2739	0,72	0,222000	437,80	25,31	А-70	265	1,08	0,435	0,626	4,121
3-4	0,61	18	2639	0,725	0,222000	424,75	24,552	А-50	210	1,08	0,422	0,257	4,379
4-5	1,18	17	2539	0,73	0,222000	411,47	23,784	АС-35	175	1,08	0,409	0,4824	4,8612
5-6	0,2	16	2439	0,74	0,222000	400,68	23,161	АСБЛ 3х95	192	0,7	0,258	0,0516	4,913
6-7	0,303	15	2339	0,745	0,222000	386,85	22,36	ААШВ 3х70	162	0,4964	0,177	0,0535	4,966
7-8	1,1	1	63	1	0,222000	13,99	0,81	АС-50	210	0,798	0,010	0,0113	4,978
8-9	0,27	1	63	1	0,222000	13,99	0,81	АСБЛ 3х70	162	0,7	0,009	0,0024	4,980
Всього	12,45												

Порівняємо найбільший розрахунковий струм (I_p) (див. табл. 1.2 "Розрахунок ЛЕП-10кВ "Гожули" ПС 35/10кВ "Гожули" з урахуванням проектного навантаження", що наведена нижче), який становить 27,78А і допустимий струм (I_{доп}) для проводу вищезазначеної марки та перерізу, умова: I_{доп} ≥ I_p виконується: 162А > 27,78А.

Виходячи з вищевикладеного, бачимо що, обраний кабель марки АСБЛ 3×70-10 задовольняє першій умові.

3.12 Перевірочний розрахунок проводу ПЛ-10кВ

Відповідно до вимог нормативної документації даним проектом виконані перевіірочні розрахунки параметрів обраного даним робочим проектом проводу ПЛ-10кВ:

- За умовами допустимого нагріву у нормальному режимі роботи електричної мережі:

Вихідні дані: провід марки ЗАС-50/8,0, що передбачений даним проектом, який прокладається від існуючої опори №83 ПЛ-10кВ ф. "Гожули" ПС 35/10кВ "Гожули" до проекрованої КТП-63/10/0,4У1. Загальна довжина проекрованої лінії 10кВ складає 1100м.

Проектом передбачено, що дана повітряна лінія буде живити одну підстанцію ТП-10/0.4У1 з трансформатором потужністю 63 кВА, що передбачена даним проектом.

Відповідно до табл. 1.3.4.2 ПУЕ допустимий тривалий струм для неізолюваних проводів, прокладених зовні приміщень, марки ЗАС-50/8,0 становить 210А.

Порівняємо найбільший струм (I_{\max}) (що складається з обраного струму по замірам режимного дня, струму з урахуванням перевлаштування існуючих мереж та струму згідно виданих, нереалізованих), який становить 27,75А і допустимий струм ($I_{\text{доп}}$) для проводу вищезазначеної марки та перерізу, умова $I_{\text{доп}} \geq I_{\max}$ виконується $210\text{А} > 19,56\text{А}$.

Виходячи з вищевикладеного, провід марки ЗАС-50/8,0 задовольняє першій умові

3.13 Розрахунок втрат напруги КВ-10кВ та ПЛ-10кВ

Використовуючи вихідні дані для проектування, що додаються, а саме, розрахункову схему та струмові навантаження, отримані в режимний день зимового максимуму, отримаємо:

- максимальні втрати напруги з урахуванням коефіцієнта завантаження ТП ($k=1$) становлять 4,980% (див. ділянку №8-9 у табл. "Розрахунок ЛЕП-10кВ ф. "Гожули" від ПС 35/10кВ "Гожули" з урахуванням проектового навантаження", що наведена вище), що не перевищує нормативні втрати напруги 8% у нормальному режимі роботи електричної мережі (відповідно до ГІД 34.20.178:2005 Проектування електричних мереж напругою 0,4-110кВ);

- втрати напруги на проектованій ділянці ЛЕП-10кВ складають 4,980% (див. ділянку №8-9 у табл. "Розрахунок ЛЕП-10кВ ф. "Гожули" від ПС 35/10кВ "Гожули" з урахуванням проектованого навантаження", що наведена вище), що не перевищує нормативні втрати напруги 8% у нормальному режимі роботи електричної мережі (відповідно до ГІД 34.20.178:2005 Проектування електричних мереж напругою 0,4-110кВ).

Висновок: згідно з результатами проведених розрахунків параметри запроєктованого кабелю марки АСБл 3×70-10 та провід марки ЗАС-50/8,0 відповідають розрахунковим значенням, а отже, можуть бути використані під час реконструкцій проекрованої КВ-10кВ та ПЛ-10кВ.

3.14 Перевірочний розрахунок автоматичних вимикачів, що передбачаються для встановлення у ВОП-0,38кВ

Виконаємо розрахунок струму для електроустановок житлового комплексу за формулою:

$$I_p = P / (\sqrt{3} \times U_{н.л.} \times \cos \varphi)$$

$$\text{Підставимо дані у формулу: } I_p = 50 / (\sqrt{3} \times 0,38 \times 0,92) = 82,57 \text{ А}$$

$$\text{Умова } I_{доп} \geq I_p \text{ виконується: } 100 \text{ А} > 82,57 \text{ А.}$$

Отже, до встановлення у проектованому ВОП-0.38кВ обираємо автоматичний вимикач типу УСВ6Н-63 з номінальним струмом 100А.

3.15 Розрахунок автоматичного вимикача на лінії

Для захисту проекрованої лінії ПЛІ-0.38кВ від коротких замикань (далі - КЗ) та перевантажень в розподільчому щиті 0.38кВ проекрованої КТП-63/10/0.4У1 встановлюються автоматичні вимикачі. Умовою вибору автоматичних вимикачів є нерівності: $I_{н.авт} \geq I_{н.лін}$; $I_{н.авт} \leq I_{к.з.мін} / 3$,

де, $I_{н.авт}$ - номінальний струм автоматичного вимикача;

$I_{н.лін}$ - номінальний струм лінії 0.38кВ;

$I_{к.з.мін}$ - мінімальний струм однофазного к.з. в кінці лінії.

Максимальний струм складає 102А. Враховуючи отримані дані обираємо автоматичні вимикачі згідно першої умови:

$I_{н.авт} \geq I$:

Нерівність становить: $125 > 102$.

Отже: для захисту проектованої лінії з каталогу електротехнічної продукції CNC обираємо автоматичний вимикач типу CNC ВА-72 125А 3Р 380В 35кА 3-5In. Обраний автоматичний вимикач повністю задовольняє наведеним вище умовам вибору.

3.16 Вибір високовольтних запобіжників в РУ-10кВ для захисту силового трансформатора проектованої КТП-63/10/0.4У1

Визначимо номінальний струм високовольтних запобіжників (плавких вставок) на стороні високої напруги (ВН).

Номінальний струм високовольтних запобіжників (плавких вставок) на стороні ВН визначаємо за умовою, наведеною в посібнику М.А. Шабад "Защита трансформаторов 10кВ":

$$I_{н.пл.вст.10кВ} \approx 2 \cdot I_{ном.тр.10кВ} \quad (3.1),$$

де $I_{ном.тр.10кВ}$ - номінальний струм обмоток ВН силового трансформатора. Знаходимо його за формулою наведеною в посібнику М.А.Шабад "Защита трансформаторов 10кВ" с.7:

$$I_{ном.тр.10кВ} = S_{ном} / (\sqrt{3} \cdot U_{ном.10кВ}) \quad (3.2),$$

де, $S_{ном}$ - потужність силового трансформатора, кВА;

$U_{ном.10кВ}$ - номінальна напруга, кВ.

Отже, підставляючи дані у формулу отримуємо:

$$I_{ном.тр.10кВ} = 63 / (\sqrt{3} \cdot 10.5) = 3,46 \text{ А}$$

Підставимо отримане значення в умову (3.1) і отримаємо $I_{н.пл.вст.10кВ} = 2 \cdot 3,46 = 6,92 \text{ А}$

По отриманому значенню $I_{н.пл.вст.10кВ}$ обираємо високовольтний запобіжник (плавку вставку) з каталогу продукції ТОВ "Кварц".

Порівняємо номінальний струм високовольтного запобіжника типу ПКТ-011-10-10-31,5-У3 та отримане значення: $10 \text{ А} > 6,92 \text{ А}$

Високовольтний запобіжник типу ПКТ-011-10-10-31,5-У3 задовольняє умові.

Отже, до встановлення обираємо високовольтний запобіжник (плавку вставку) типу ПКТ-011-10-10-31,5-У3 в комплекті із патронами, ізоляторами та контактами, виробництва ТОВ "Кварц" або аналогічні з Інпл.вст.10кВ = 10А

3.17 Вибір захисних комутаційних пристроїв в РУ-0.4кВ запроектованої ТП-10/0.4 У1

Вихідні дані: відповідно до виданих ТУ від проектного джерела живлення навантаження складає 50кВт. Розрахунковий струм за формулою:

$I_p = P_{ту} / (\sqrt{3} \cdot U_{н.л.} \cdot \cos\phi)$ складає 31,37А

Виходячи з цього, бачимо що, в РУ-0.4кВ необхідно змонтувати рубильники з номінальним струмом 100А ($I_n = 100А$). Обираємо до встановлення рубильник типу РЕ-19-31.

Роз'єднувачі РЕ19 призначені для включення, пропускання і відключення змінного струму номінальною напругою до 1000 В номінальної частоти 50 і 60 Гц і постійного струму номінальною напругою до 440В в пристроях розподілу електричної енергії, а також змінного струму напругою 1140 В частоти 50 і 60 Гц без навантаження.

3.18 Перевірка на відповідність технічних характеристик трансформаторів струму та іншого обладнання в ком. №2 РУ-10кВ ф. "Гожули" ПС 35/10кВ "Гожули"

Для розрахунків обираємо значення струму, отримане в режимний день зимового максимуму -

$$I_{\max} = 24,69 \text{ А.}$$

Визначимо сумарне навантаження без урахування проектного навантаження для комірки №2 РУ-10кВ ф. "Гожули" ПС 35/10кВ "Гожули".

Знайдемо розрахунковий струм для вищезазначеної комірки без врахування проектного навантаження за формулою: $I_p = I_{\max} + \Sigma I_{\text{ТУ}}$

де, I_{\max} - максимальне сумарне значення струму, отримане в режимний день зимового максимуму на ПС 35/10кВ "Гожули"

$\Sigma I_{\text{ТУ}}$ - сумарне значення струму, визначене з урахуванням виданих, нереалізованих ТУ, визначається

за формулою: $\Sigma I_{\text{ТУ}} = P_{\text{ТУ}} / \sqrt{3} \times U_{\text{н.л.}} \times \cos\phi$,

де, $P_{\text{ТУ}}$ - номінальна потужність електроустановки, згідно ТУ, кВт;

$U_{\text{н.л.}}$ - номінальна напруга на лінії;

$\cos\phi$ - розрахунковий коефіцієнт потужності електроустановок, який приймається по

ДБН В.2.5-23:2010 Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення.

Для зменшення обсягу текстової частини результату обчислення та визначення $\Sigma I_{\text{ТУ}}$ зведемо в Таблицю "Розрахунок згідно всіх виданих, нереалізованих ТУ ком. №2 "Гожули".

Використовуючи інформацію, що наведена в таблиці та підставляючи у формулу отримаємо максимальне значення струму без врахування проектного навантаження:

$$I_p = 24,69 + 12,33 = 37,02 \text{ А}$$

Розрахунок згідно всіх виданих, нереалізованих ТУ ком. №2 "Гожули"

Таблиця 1.3 - "Розрахунок згідно всіх виданих ТУ ком. №2 "Гожули".

ф.Гожули ПС 35/10кВ "Гожули"										
№	Назва об'єкта відповідно до ТУ	Договірна потужність на об'єкт (відповідно до ТУ), кВт	Коеф. одночасності для складання ел. навант. (РУМ:1981, табл. 4.8.) /Коеф.участі у макс.навант.	Розрахункова потужність, Рр, кВт (в т.ч. Розрахункова потужність, Рр, (визначено відповідно п.3.6 ДБН В.2.5-23:2010 табл. 3.1), кВт	Розрахунковий коефіцієнт потужності електроустановок споживача, cosφ (ДБН В.2.5.-23:2010)	Номинальна лінійна напруга на СШ ПС, (кВ)	Номинальний розрахунковий струм (А)	Максимальне значення струму в режимний день	Максимальне значення струму з урахуванням існуючого та проект. навантаження	Джерело живлення
								I _{max} (А)	I _{розр.} (А)	
		Ргу1...Ргуn	K1...Ka	Ррозр.= Ргу*Кодн.	cosφ	Um.l.	Iгу	24,69	37,81	ф.Гожули ПС 35/10кВ "Гожули"
1	Житлові будинки	108	0,38	41,0	0,92	10,5	2,45			
2	Зовнішнє освітлення	2	0,63	1,3	1	10,5	0,07			
3	ДОБРОБУТ-ІНВЕСТ	200	0,75	150,0	0,85	10,5	9,70			
4	Полтавагазвидобування	155	0,7	108,5	0,85	10,5	7,02	Замер +видані перереалізовані	36,92	
		465		192,3			12,23			
№	Назва проектаного об'єкта відповідно до ТУ	Проектована потужність об'єкту, відповідно до ТУ, кВт	Коеф.участі у макс.навант.	Розрахункова потужність, Рр, (згідно ТУ), кВт	Розрахунковий коефіцієнт потужності електроустановок споживача, cosφ (ДБН В.2.5.-23:2010)	Номинальна лінійна напруга на СШ ПС, (кВ)	Номинальний розрахунковий струм, Iпр (А)			
1	Житловий будинок Глушко О.С.	15	1	15,0	0,92	10,5	0,90			

4. ЗАЗЕМЛЕННЯ.

ОХОРОНА ПРАЦІ І ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ

4.1 Захист від перенапруги, заземлення

4.1.1 Описання заземлення

Небезпечні струмовідні частини електроустановки не мають бути доступними для випадкового дотику, а доступні для дотику відкриті і сторонні провідні частини не мають бути небезпечними як за нормальних умов (експлуатація електроустановки за призначенням і без пошкодження), так і за умови одиничного пошкодження (п. 1.7.54, ПУЕ:2017).

Для запобігання ураженню електричним струмом у нормальному режимі слід застосовувати такі засоби захисту: основна ізоляція струмовідних частин, огорожі та оболонки, бар'єри, розміщення поза зоною досяжності (п. 1.7.55, ПУЕ:2017).

Для запобігання ураженню електричним струмом у разі пошкодження ізоляції, слід виконувати окремо або в поєднанні такі заходи захисту, як захисне заземлення, автоматичне вимкнення живлення, зрівнювання потенціалів і т.д. Заходи захисту в разі непрямого дотику слід виконувати в усіх випадках, якщо номінальна напруга перевищує 50 В змінного струму і 120 В постійного струму (п. 1.7.56, ПУЕ:2017).

Засоби захисту від ураження електричним струмом повинні бути достатніми і реалізованими під час виготовлення електрообладнання або в процесі монтажу електроустановки чи в обох випадках. Два чи більше заходів захисту в електроустановці не повинні призводити до зниження ефективності кожного із них (п. 1.7.57, ПУЕ:2017).

Допустимі значення напруги на заземлювальному пристрої (опору заземлювального пристрою) треба забезпечувати за найнесприятливіших умов у будь-яку пору року. Заземлювальні пристрої мають бути механічно міцними та динамічно стійкими до струмів замикання на землю і термічно не пошкоджуватись під час протікання зазначених струмів. Матеріал і переріз

заземлювачів мають забезпечувати їх стійкість до корозії на весь термін експлуатації (п. 1.7.60, ПУЕ:2017).

Вимоги захисту в разі непрямого дотику поширюються на: корпуси трансформаторів, апаратів, приводів електричних апаратів, вторинні обмотки трансформаторів струму та напруги, каркаси розподільних щитів та знімних частин або частин які відкриваються, металеві і з/б конструкції розподільних установок, шинопроводів, металеві кабельні з'єднувальні муфти, металеві оболонки і броню контрольних і силових кабелів і т. д. (п. 1.7.77, ПУЕ:2017).

У приміщеннях і відкритих установках, де застосовується автоматичне вимикання живлення або захисне заземлення, необхідно виконувати захисне зрівнювання потенціалів. З цією метою всі сторонні провідні частини (будівельні конструкції і т.д.) необхідно приєднувати до захисного заземлення в електроустановках напругою понад 1 кВ і до захисного РЕ-провідника в електроустановках напругою до 1 кВ (п. 1.7.78, ПУЕ:2017).

В електроустановках з глухозаземленою нейтраллю, нейтральну або середню точку чи один з виводів джерела живлення необхідно надійно приєднувати до заземлювача за допомогою заземлювального провідника. Вивід PEN- або N-провідника від нейтралі джерела живлення на розподільний пристрій слід здійснювати: у разі виводу фаз шинами - шиною на ізоляторах; у разі виводу фаз кабелем (проводом) - жилою кабелю (проводу) (п. 1.7.91, ПУЕ:2017).

Опір заземлювального пристрою, до якого приєднано нейтраль джерела живлення або виводи джерела однофазного струму, у будь-яку пору року не повинен перевищувати 4 Ом для лінійної напруги 380В. Цей опір необхідно забезпечувати з урахуванням використання всіх заземлювачів, приєднаних до PEN-провідника, якщо кількість відхідних ліній не менша двох. Опір заземлювача, до якого безпосередньо приєднують нейтраль джерела трифазного струму або виводи джерела однофазного струму, має бути не більшим за 30 Ом відповідно для лінійної напруги 380В (п. 1.7.92, ПУЕ:2017).

У разі повітряно-кабельного з'єднання місце з'єднання заземлювального провідника конструкції (опори) і її заземлювача має знаходитися з протилежного боку конструкції по відношенню до місця підведення кабелів. Гілки заземлювача необхідно спрямовувати в напрямках під кутом, не меншим 90° від напрямку підведення кабелів.

Для КТП-63/10/0.4 У1 рекомендовано влаштовувати один спільний заземлювальний пристрій, до якого слід приєднувати:

- нейтралі обмоток трансформатора зі сторони напруги до 1 кВ;
- корпус трансформатора;
- металеві оболонки і броню кабелів напругою до та понад 1 кВ;
- відкриті провідні частини обладнання напругою до і понад 1 кВ;
- сторонні провідні частини (п. 1.7.100, ПУЕ:2017).

В електроустановках напругою понад 1 кВ кабелі з металевими оболонками або бронею, а також металеві кабельні конструкції, по яких прокладають кабелі, мають бути заземленими, а в електроустановках до 1 кВ - з'єднаними з захисним РЕ-провідником (п. 2.3.139, ПУЕ:2017).

Величини опору перехідних з'єднань під час приймання в експлуатацію не повинні перевищувати 0.05 Ом, а під час експлуатації 0.1 Ом.

Проектом передбачено заземлення КТП-63/10/0.4У1 шляхом встановлення заземлюючого пристрою (ЗП). Виконання проектного ЗП – (див. Додаток А)

У зовнішніх електроустановках напругою понад 1 кВ довкола площі, зайнятої електрообладнанням, на глибині не меншій ніж 0.5м слід прокласти замкнутий горизонтальний заземлювач, до якого приєднують відкриті провідні частини, що заземлюються (1.7.101, ПУЕ:2017).

Для заземлення проектової ТП-10/0,4кВ проектом передбачено риття котлованів (8шт) розміром $800 \times 800 \times 600$ мм в місці заглиблення вертикальних заземлювачів та їх приєднання за допомогою зварки до горизонтального заземлювача.

Для захисту обмоток силових трансформаторів від імпульсних перенапруг, що приходять з ліній, на лініях 10кВ встановлюються обмежувачі перенапруг типу ОПНп-10/12.0/10/550 УХЛ2 або аналогічні. На вводах 0.4кВ проектом передбачені обмежувачі перенапруг типу ОПНп-0,38/0,4/5/1/IV/УХЛ2 або аналогічні.

Проектом передбачено заземлення проєктованих опор ПЛ-10кВ;

Опори, для яких передбачено заземлення – (див. Додаток А).

Після завершення реконструкції об'єкту потрібно виконати приймально-здавальні випробування.

4.1.2 Розрахунок контура заземлення проєктованої опори ПЛ-10кВ

Вихідні дані:

1.1 Питомий еквівалентний опір ґрунту,

$$\rho = 90 \text{ Ом}\cdot\text{м};$$

1.2 Довжина стрижня,

$$L1 = 5\text{м};$$

1.3 Довжина горизонтального заземлювача (круг),

$$L2 = 16\text{м};$$

1.4 Сезонний кліматичний коефіцієнт (вертикальний заземлювач)

$$k_v = 1,3;$$

1.5 Сезонний кліматичний коефіцієнт (горизонтальний заземлювач),

$$k_\Gamma = 3,0;$$

1.6 Зовнішній діаметр вертикального заземлювача,

$$d = 0,016\text{м};$$

1.7 Відстань від поверхні землі до середини горизонтального заземлювача,

$$t = 0,7\text{м};$$

1.8 Відстань від поверхні землі до середини вертикального стрижня,

$$t' = 3,2\text{м};$$

1.9 Діаметр з'єднувального круга, $d/\Gamma = 0,01\text{м};$

d/γ = Кількість вертикальних заземлювачів. $n = 2$ шт.

4.1.3 Розрахунок контура заземлення проекрованої КТП-63/10/0.4У1

Вихідні дані:

1.1 Питомий еквівалентний опір ґрунту,

$\rho = 90 \text{ Ом}\cdot\text{м};$

1.2 Довжина стрижня,

$L1 = 5\text{м};$

1.3 Довжина горизонтального заземлювача (круг),

$L2 = 19\text{м};$

1.4 Сезонний кліматичний коефіцієнт (вертикальний заземлювач),

$k_v = 1,5;$

1.5 Сезонний кліматичний коефіцієнт (горизонтальний заземлювач),

$k_\gamma = 3,5;$

1.6 Зовнішній діаметр вертикального заземлювача,

$d = 0,016\text{м};$

1.7 Відстань від поверхні землі до середини горизонтального заземлювача,

$t = 0,605\text{м};$

1.8 Відстань від поверхні землі до середини вертикального стрижня,

$t' = 3,1\text{м};$

1.9 Діаметр з'єднувального круга,

$b = 0,01\text{м};$

1.10 Кількість вертикальних заземлювачів.

$n = 8$ шт.

4.1.4 Розрахунок опору заземлювача із круглої сталі діаметром 16мм, довжиною 5м, який забивається із котлована глибиною 0,6 м

Для вертикально заглибленого стрижня, у якого верхній кінець знаходиться на глибині 0,6м значення опору знаходимо за формулою:

$$R_v = (0,366 \cdot \rho_p / L_v) \cdot (\log(2 \cdot L_v / d_v) + 0,5 \cdot \log((4 \cdot t_v + L_v) / (4 \cdot t_v - L_v))) \quad (4.1),$$

де L_v - довжина вертикально заглибленого стрижня, м;

d_v - діаметр вертикально заглибленого стрижня, м;

t_v - відстань від поверхні землі до середини вертикально заглибленого стрижня, м;

ρ_p - розрахунковий питомий опір для вертикальних заземлювачів, Ом·м, знаходимо за формулою:

$$\rho_p = k_v \cdot \rho \quad \text{- номер формули по номеру розділу} \quad (4.2),$$

де k_v - коефіцієнт сезонності, який залежить від кліматичної зони і виду заземлювача. Для вертикальних стрижнів I II кліматичної зони становить 1,5;

ρ - питомий еквівалентний опір ґрунту.

$$\rho_p = 1,5 \cdot 90 = 135 \text{ Ом} \cdot \text{м};$$

Отже, підставляючи дані у формулу (1), отримаємо:

$$R_v = (0,366 \cdot 135 / 5) \cdot (\log(2 \cdot 5 / 0,016) + 0,5 \cdot \log((4 \cdot 3,1 + 5) / (4 \cdot 3,1 - 5))) = 29,46 \text{ Ом}$$

Розрахунок сумарного опору вертикальних заземлювачів

Сумарний опір визначимо за формулою: $\Sigma_v = R_v / n$,

де R_v - опір вертикального заземлювача, n -кількість вертикальних заземлювачів.

Отже, сумарний опір вертикальних заземлювачів становитиме:

$$\Sigma_v = 29,46 / 8 = 3,68 \text{ Ом}$$

4.1.5 Визначення опору горизонтального заземлювача

Опір заземлення горизонтального заземлювача, довжиною 19м і діаметром 0,01м, який розміщений на глибині 0,6м від поверхні землі, заземлювачі розташовані прямокутником знаходимо за формулою:

$$R_{\Gamma} = (0,366 \cdot \rho_{\Gamma} / L_{\Gamma}) \cdot \log(2 \cdot L_{\Gamma}^2 / t_{\Gamma} \cdot d_{\Gamma}) \quad (4.3)$$

де L_{Γ} - довжина горизонтального заземлювача, м;

d_{Γ} - діаметр горизонтального заземлювача, м;

t_{Γ} - відстань від поверхні землі до середини горизонтального заземлювача, м;

ρ_{Γ} - розрахунковий питомий опір для горизонтальних заземлювачів, Ом·м, знаходимо за формулою:

$$\rho / \rho = k / \Gamma \cdot \rho \quad (4.4)$$

де k / Γ - коефіцієнт сезонності, який залежить від кліматичної зони і виду заземлювача. Для горизонтальних стрижнів і II кліматичної зони становить 3,5;

ρ - питомий опір ґрунта.

$$\rho_{\Gamma} = 3,5 \cdot 90 = 315 \text{ Ом} \cdot \text{м};$$

Отже, підставляючи дані у формулу (4.3), отримаємо:

$$R_{\Gamma} = 0,366 \cdot 315 / 19 \cdot \log(2 \cdot 19^2 / 0,01 \cdot 0,605) = 28.157 \text{ Ом}$$

Загальний опір проектованого заземлюючого пристрою визначається за формулою:

$$R_{\text{заг}} = R_{\Gamma} \cdot \Sigma_{\text{В}} / (R_{\Gamma} + \Sigma_{\text{В}})$$

$$\begin{aligned} \text{Підставимо дані у формулу: } R_{\text{заг}} &= 28.157 \cdot 3,68 / (28.157 + 3,68) = \\ &= 3.255 \text{ Ом} < 4 \text{ Ом}. \end{aligned}$$

Висновок: Опір заземлюючого пристрою в будь-яку пору року має бути не більшим 4 Ом. Загальний опір проектованого заземлюючого пристрою відповідно до проведених розрахунків становить 3.255 Ом, а отже відповідає нормам.

Заземлюючий пристрій передбачено виконати з восьми вертикальних електродів, розташованих в прямокутник, виготовлених з круглої сталі $\emptyset 16$ мм, довжина електрода 5м, з'єднаних між собою круглою сталлю (горизонтальний заземлювач) $\emptyset 10$ мм на глибині не менше 0.6м.

Всі з'єднання контуру між собою виконуються зварюванням. Траншея засипається ґрунтом, без будівельного сміття та каміння. Враховуючи

можливість зміни опору ґрунту, при контрольному лабораторному вимірі, при опорі більше 4 Ом, необхідно збільшити кількість електродів (уточнити в процесі монтажу).

4.2 Відомості про інженерний захист територій

Проектовані мережі 0,38кВ і 10кВ відносяться до лінійного об'єкту інженерно-транспортної інфраструктури, які розміщуються на території забудови в с. Гожули, Полтавського району, Полтавської області. Ця територія розміщена поза зоною небезпечних ґрунтів: ґрунтів із наявністю зсувних процесів, просадних ґрунтів, напівзакріплених і незакріплених ґрунтів.

У зв'язку з вищевикладеним, додатковий інженерний захист території, на якій розміщується проєктований об'єкт інженерно-транспортної інфраструктури, даним робочим проєктом не передбачається.

Перед початком реконструкції будівельний майданчик обладнується відповідно до чинних нормативних документів та норм.

З метою зменшення впливу на атмосферне повітря, при будівництві, потрібно зводити до мінімуму:

- роботу автотранспорту з несправними двигунами;
- простою транспорту при завантажувальних та розвантажувальних роботах з ввімкненими двигунами ;
- неорганізовані джерела викидів (в місцях зберігання сипучих будівельних матеріалів).

Під час реконструкції, на території будівельного майданчика та поблизу нього не допускається злив відпрацьованих машинних масел та інших шкідливих речовин. На час реконструкції на будівельній площадці відводиться зона санітарно-технічного обслуговування.

Всі будівельно-монтажні роботи виконувати з мінімальним збитком для навколишнього середовища: не забруднювати територію будівельним сміттям, металобрухтом; лакофарбові матеріали зберігати в герметичній тарі, не допускаючи їхнього попадання в ґрунт.

Відходи проводів після монтажу мають утилізуватися в установленому порядку.

Залишки ґрунту і будівельне сміття після засипання траншей і котлованів мають бути вивезені на найближче сміттєзвалище с. Макухівка Полтавського району Полтавської області (на відстань 5.5 км від місця реконструкції).

4.3 Заходи з охорони праці і техніки безпеки. Протипожежні заходи

Охорона праці і техніка безпеки при будівництві та експлуатації запроєктованого об'єкту забезпечується відповідністю всіх прийнятих проектних рішень вимогам чинних нормативних документів, які враховують умови безпеки праці, попередження виробничого травматизму, професійних захворювань, пожеж і вибухів та захист людей від ураження електричним струмом.

Для забезпечення охорони праці та техніки безпеки проектом передбачено:

- використання технічно досконалого устаткування;
- розташування устаткування, що забезпечує його вільне обслуговування;
- використання при будівництві машин і механізмів, в конструкції яких закладені принципи охорони праці;
- високий рівень механізації будівельно-монтажних робіт;
- застосування типових конструкцій опор лінії електропередачі;
- виконання будівельно-монтажних робіт згідно з типовими технологічними картами.

Під час реконструкції, на території будівельного майданчика та поблизу нього не допускається злив відпрацьованих машинних масел та інших шкідливих речовин. На час реконструкції на будівельній площадці відводиться зона санітарно-технічного обслуговування.

Всі будівельно-монтажні роботи виконувати з мінімальним збитком для навколишнього середовища: не забруднювати територію будівельним

сміттям, металобрухтом; лакофарбові матеріали зберігати в герметичній тарі, не допускаючи їхнього попадання в ґрунт.

Відходи проводів після монтажу мають утилізуватися в установленому порядку.

Залишки ґрунту і будівельне сміття після засипання траншей і котлованів мають бути вивезені на найближче сміттєзвалище с. Макухівка Полтавського району Полтавської області.

4.4 Генеральний план

Мережі 0,38-10кВ, які передбачаються даним проектом, розташовані в с. Гожули, Полтавського району, Полтавської області.

"План прокладання ЛЕП-10/0,38кВ (М 1:500)", який входить до розділу "Електротехнічні рішення", є одночасно генеральним планом.

Лінії електропередачі є лінійними спорудами і окремого будівельного майданчика не потребують.

Даним робочим проектом передбачається відведення земельної ділянки у постійне (довгострокове) користування для встановлення КТП-63/10/0.4У1 та у тимчасове (короткострокове) користування на час прокладання КВ-10кВ згідно ДБН 2.5-16-99 "Визначення розмірів земельних ділянок для об'єктів електричних мереж".

4.5 Фізико-географічна та кліматична характеристика району реконструкції

В географічному відношенні майданчик для встановлення трансформаторної підстанції КТП-63/10/0.4У1 розташований на території майбутньої забудови в с. Гожули, Полтавського району, Полтавської області. Основні кліматичні характеристики наведені згідно Розділу 2 ПУЕ (чинна редакція):

За характеристичним навантаженням дії вітру на проводи та троси діаметром 10мм, вкриті ожеледдю: 3 район - 8 Н/м (ПУЕ п. 2.5.62 рис 2.5.5);

За середньорічною температурою повітря: 3 район - 8°C (ПУЕ п. 2.5.62 рис. 2.5.6);

За мінімальною температурою повітря: 8 район - -38°C (ПУЕ п. 2.5.62 рис. 2.5.7);

За максимальною температурою повітря: 2 район - +38°C (ПУЕ п. 2.5.62 рис. 2.5.8).

4.6 Оцінка впливів на навколишнє середовище (ОВНС)

Технологічний процес реконструкції та експлуатації запроєктованого об'єкту є безвідходним і не супроводжується шкідливими викидами в навколишнє природне середовище (як повітряне, так і водне). Виходячи з цього, проведення повітряно-, ґрунто- та водоохоронних заходів проектом не передбачається. Рівень шуму і вібрації, які можуть створюватися обладнанням, носять тимчасовий характер та не перевищують допустимих величин.

Геологічне середовище. Впливу об'єкта проектування на геологічне середовище в процесі експлуатації запроєктованого об'єкту не буде.

Повітряне середовище. Впливу об'єкта проектування на повітряне середовище запроєктованого об'єкту не буде. Викиди в повітря від зварювальних робіт носять тимчасовий епізодичний характер на час проведення будвельно-монтажних робіт.

Клімат і мікроклімат. Впливу об'єкта проектування на клімат і мікроклімат в процесі експлуатації не буде.

Водне середовище. Впливу об'єкта проектування на водне середовище в процесі експлуатації не буде.

Ґрунт. Джерела забруднення ґрунту на об'єкті проектування відсутні.

Рослинний і тваринний світ, заповідні об'єкти. Експлуатація об'єкта проектування не буде вносити негативного впливу на ландшафт території, розвиток флори і фауни природно-заповідного фонду.

На навколишнє соціальне середовище. Негативних впливів на стан соціальних умов, на пам'ятки архітектури та історії в зв'язку з експлуатацією об'єкта проектування не передбачається.

Експлуатація даного об'єкта не призведе до погіршення умов життєдіяльності місцевого населення.

Навколишнє техногенне середовище. На промислові, сільськогосподарські та житлово-цивільні об'єкти, наземні і підземні споруди, соціальну організацію території, пам'ятники архітектури, історії культури та інші елементи техногенного середовища проектний об'єкт не впливає.

ВИСНОВКИ

В розробленому мною проекті, що представлений в бакалаврській роботі, «Реконструкція електромереж АТ "ПОЛТАВАОБЛЕНЕРГО"» для приєднання електроустановок житлового комплексу згідно технічних умов передбачено встановлення трансформаторної підстанції ТП-10/0.4кВ. Відповідно до вимог чинних нормативних документів всі основні електротехнічні рішення щодо параметрів проектованого обладнання, марки та перерізів проєктованих проводів були прийняті на підставі виконаних перевірочних розрахунків. В кваліфікаційній роботі проведений розрахунок захисту від перенапруги, заземлення, визначені заходи з охорони праці та протипожежні заходи.

Прийняті проєктні рішення можуть вважатися оптимальними з екологічних позицій. Даний об'єкт проєктування визначено як екологічно допустимий для облаштування та подальшої експлуатації. Виходячи з наведеного вище, можна зробити висновок, що в кваліфікаційній роботі передбачено виконання всіх вимог щодо захисту навколишнього середовища.

ВИКОРИСТАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Правила улаштування електроустановок (ПУЕ) 2017 рік (чинна редакція)
2. Методические указания по расчёту электрических нагрузок в сетях 0.38-110кВ сельскохозяйственного назначения. РУМ, ноябрь, 1981, Сельэнергопроект
3. ДБН 2.5-16-99 "Інженерне обладнання споруд зовнішніх мереж. Визначення розмірів земельних ділянок для об'єктів електричних мереж";
4. ДБН В2.5-23:2010 "Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення";
5. ГІД 34.20.178:2005 "Проектування електричних мереж напругою 0.4-110кВ";
6. Шабад М.А. Защита трансформаторов 10кВ. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 144 с.
7. "Обмежувачі перенапруг нелінійні напругою 6-35кВ. Настанова щодо вибору та застосування у розподільчих установках";
8. "Інструкція із застосування, монтажу та експлуатації засобів захисту від перенапруг в електроустановках напругою 6-750кВ";
9. ДСТУ Б В.2.5-82:2016. "Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом";
10. ДБН А.3.2-2-2009. "Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення" (НПАОП 45.2-7.02-12);
11. НПАОП 40.1-1.21-98. (ДНАОП 0.00-1.21-98). "Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів";
12. НПАОП 40.1-1.01-97. "Правила безпечної експлуатації електроустановок" (ДНАОП 1.1.10-1.01-97);
13. "Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів" (ПБЕЕС);

14. ГКД 34.03.806-2002. "Інструкція з охорони праці для працівників, які виконують ремонтно-експлуатаційні роботи на обладнанні, що знаходиться під дією наведеної напруги";

15. ДБН А.2.2-1-2003 "Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд. Основні положення проектування"

16. Закон України "Про охорону навколишнього природного середовища";

17. ДБН А.3.1-5: 2016 "Організація будівельного виробництва" ;

18. СОУ-Н МЕВ 42.2-37471933-45:2011 Термін проектування та будівництва підстанцій напругою від 6кВ до 150кВ та ліній електропередавання напругою від 0,38кВ до 150кВ. Норми;

19. ДБН А.3.2-2-2009. Охорона праці і промислова безпека в будівництві;

20. СНиП 3.05.06-85 Электротехнические устройства;

21. ДСТУ 8855:2019 Будівлі та споруди. Визначення класу наслідків (відповідальності);

22. ДБН Д.1.1-3-99. Указания по применению ресурсных элементных сметных норм на строительные работы;

23. ДБН А.2.2-3-2014 зі Зміною №1 від 01.06.2018р. Склад та зміст проектної документації на будівництво;

24. ДБН В.1.2-14:2018. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд;

25. ДБН Д.1.1-2-99. Вказівки по застосуванню ресурсних елементних кошторисних норм на будівельні роботи;

26. ДБН Д.1.1-6-2000. Вказівки щодо застосування ресурсних елементних кошторисних норм на пусконаладжувальні роботи.

ДОДАТКИ

1. TECHNOLOGICAL PART

1.1 Characteristics of the design object

In accordance with the requirements of TU for the connection of electrical installations to the object in the village. Gozhuly, Poltava District, Poltava Region, this working project provides:

1. Construction of 10kV transmission line on the span from the existing reliance №83 PL-10kV "Gozhuli" from PS 35/10kV "Gozhuli" to the designed reliance №21, №20, №19, №18, №17, №16, №15, №14, №13, №12, №11, №10, №11, №10, №9, №8, №7, №6, №5, №4, №3, №2, PL-10kV (L ~ 1100m), designed KV-10kV (L ~ 270m) to reliance №1 and to designed TP-10/0.4 (L ~ 25m).

The route of laying the 10kV transmission line has been agreed with all interested organizations, landowners (land users);

2. Construction of a 10kV cable insert from the designed reliance №2 PL-10kV with the splitter PL-10kV "Gozhuli" from the PS 35/10kV "Gozhuli" to the designed reliance №1 from the PL-10kV "Gozhuli" from the PS 35/10kV "Gozhuli" (L ~ 270m).

The 10 kV KV-10 kV laying route has been agreed with all interested organizations, landowners (land users);

3. Installation of a cable coupling on the designed reliance No. 2 and No. 1 of the branch from PL-10kV "Gozhula" from PS 35/10kV "Gozhula".

4. Construction of the designed TP-10/0.4kV in accordance with clause 6.3 of the Technical Regulations. The power of the power transformer is determined by the project taking into account the designed load. The completeness of the equipment is determined taking into account the requirements of order No. 332 dated September 23, 2015. The location of TP-10/0.4kV has been agreed with all interested organizations, landowners (land users) and the regional power network division of JSC "POLTAVAOBLENERGO";

5. Construction of the designed PLI-0.38kV from the RU-0.4kV of the designed KTP-10/0.4kV to the designed reliance to the boundary of the Customer's land plot in accordance with clause TU developed in the TOM-2 LEP-0.38kV project. The brand of the wire, the cross-section and the method of laying the line are determined by the project.

The PLI-0.38kV laying route has been agreed with all interested organizations, landowners (land users) and the regional power network division of POF JSC "POLTAVAOBLENERGO";

6. Development of graphic material with the configuration, dimensions and designation of land plots, which are allocated for short-term (temporary) and long-term (permanent) use in accordance with clause TU;

7. Installation of the 0.38kV VOP-0.38kV facility with switchgear and protection devices according to clause TU developed in the project TOM-2 LEP-0.38kV. The installation location, equipment and technical parameters are determined by the project;

8. The installation of a branch with a self-relianceing insulated wire at a voltage of up to 1 kV from the PLI-0.38 kV reliance to the VOP-0.38 kV was developed in the TOM-2 LEP-0.38 kV project. The wire brand, cross-section and laying method are determined by this project;

9. Perform a calculation on the compliance of the technical characteristics of current transformers and other equipment in the com. No. 2 RU-10kV "Gozhuli" PS 35/10kV "Gozhuli" according to clause 6.8.1 of the Technical Regulations;

10. Perform a calculation on the compliance of the technical characteristics of the devices and relay protection settings in the com. No. 2 RU-10kV "Gozhuli" Substation 35/10kV "Gozhuli" according to clause 6.8.2 of the Technical Regulations.

1.2 Data of engineering investigations

Engineering searches - available, specified during the inspection of the reconstruction object.

1.3 Sequence of design, construction and launch complexes

According to the technical conditions of the standard connection, the reconstruction of electrical networks of JSC "POLTAVAOBLENERGO" is performed in one turn without distribution to start-up complexes.

1.4 Technical and economic indicators of the project

Object: "Reconstruction of electrical networks of JSC "POLTAVAOBLENERGO" for connection of electrical installations of a residential complex in the village of Gozhuly, Poltava district, Poltava region."

Type of construction: reconstruction.

The total capacity of the object: 50 kW according to the III category of power supply reliability.

The number of jobs (including newly created ones): the design object refers to a linear object of engineering and transport infrastructure, on which there are no permanent jobs, new jobs are also not created.

Total number of employees (persons): maintenance of the object during its technical operation is not expected.

Costs for environmental protection, restorative and compensatory measures (thousand hryvnias): the technological process of reconstruction and operation of the designed object is waste-free and is not accompanied by harmful emissions into the surrounding natural environment (both air and water), and the noise level and vibrations that can be created by the designed equipment do not exceed permissible values. In this regard, the costs of environmental protection, restorative and compensatory measures were not foreseen by this project.

Data on the effectiveness of capital investments: capital investments are expected in connection with the need to reconstruct linear objects of the engineering and transport infrastructure for the transmission of electricity.

Financing is provided at the expense of the Customer, which performs the reconstruction of linear objects of the engineering and transport infrastructure for the transmission of electricity to the operator of the distribution system.

on the territory of his land plot. Feasibility study (FEA) and technical and economic calculation (FEA) were not provided for and were not carried out.

Other additional technical and economic indicators and quality characteristics defined in the project are presented in the table. 1.1:

Table 1.1 - Technical and economic indicators

№	Name of indicators	One. measur.	Quantity
1	Installation of TP-10/0.4kV with a transformer TMG type (S = 63 kVA)	pcs/complete	1
2	Installation of the disconnector (reliance №2 PL-10kV "Gozhuli")	pcs/complete	1
3	Installation of cable coupling (reliance №2 and reliance №1 PL-10kV "Gozhuli")	pcs/complete	2
4	Installation of KV-10kV (from design. reliance №2 PL-10kV "Gozhuly" to design. reliance №1)	km	0,270
5	Installation of PL-10kV (from existing reliance №83 PL-10kV "Gozhuly" to the design. to RU-10kV of the designed TP-10/0.4kV)	km	1,100
6	The number of designed reliance of the 10kV transmission line	km	25
7	Installation of grounding of LEP-10kV reliance	km	21
8	Installation of the grounding device for TP-10/0.4kV	km	1

Одностоякova проміжна опора ПЛ-10кВ

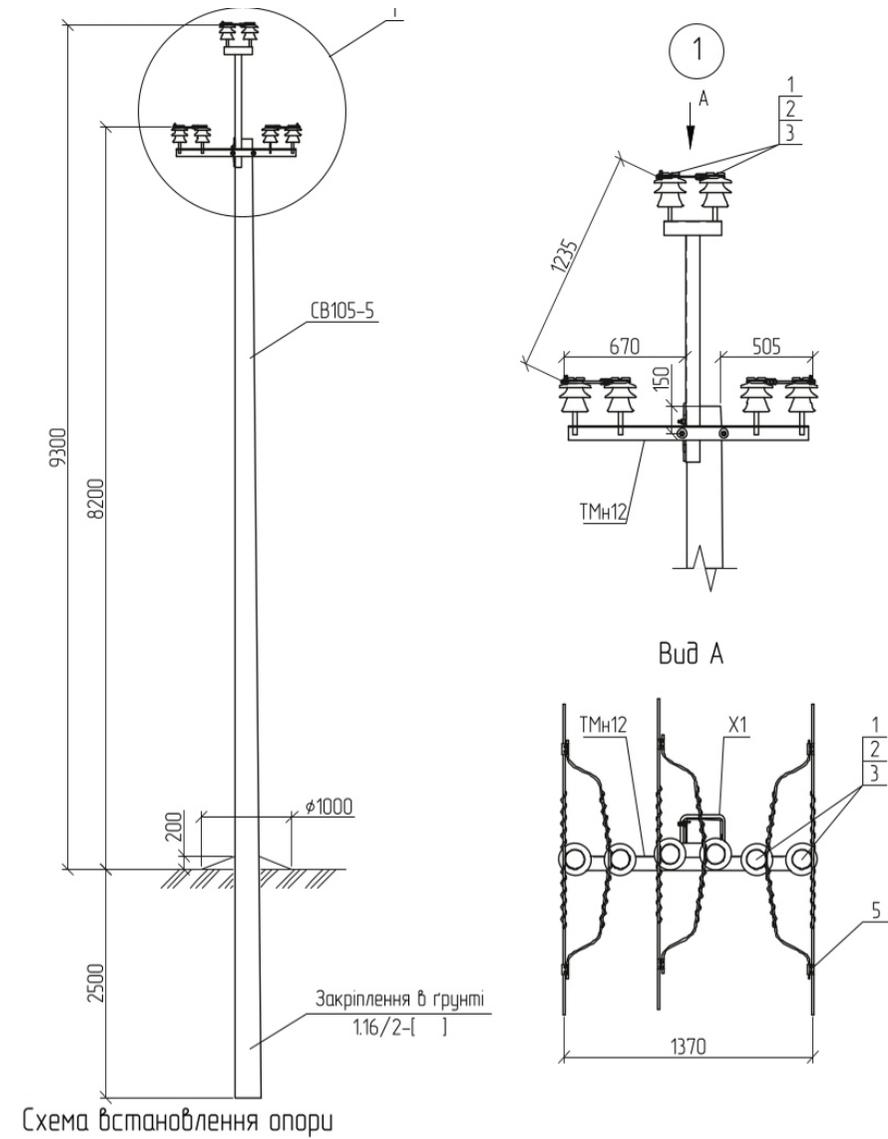
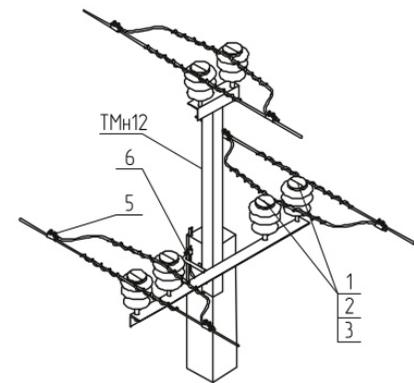


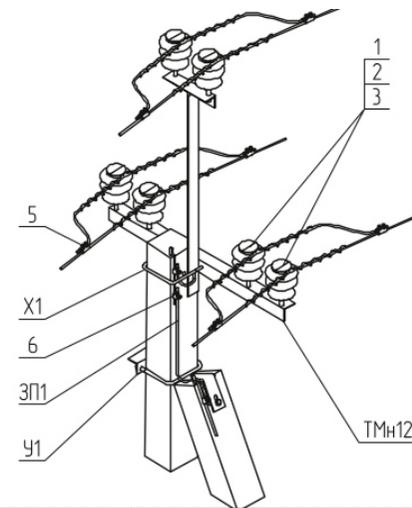
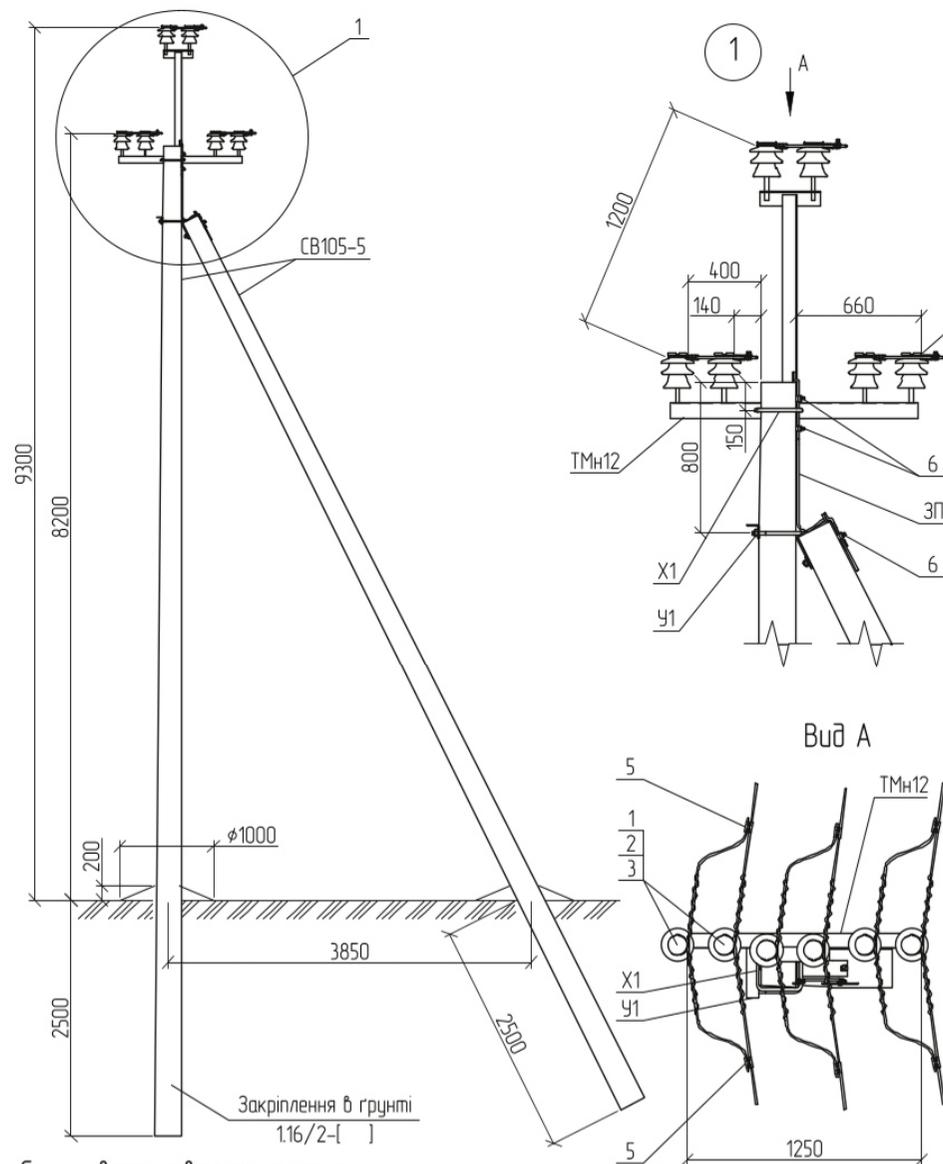
Схема встановлення опори

Магістраль
ПЛ

1. Допускається відхилення магістралі ПЛ на кут до 5°.
2. Опора використовується в умовах населеної місцевості типу II та III.

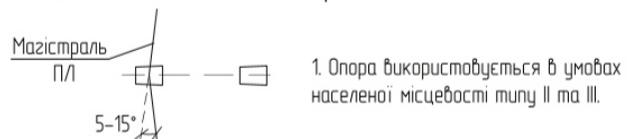


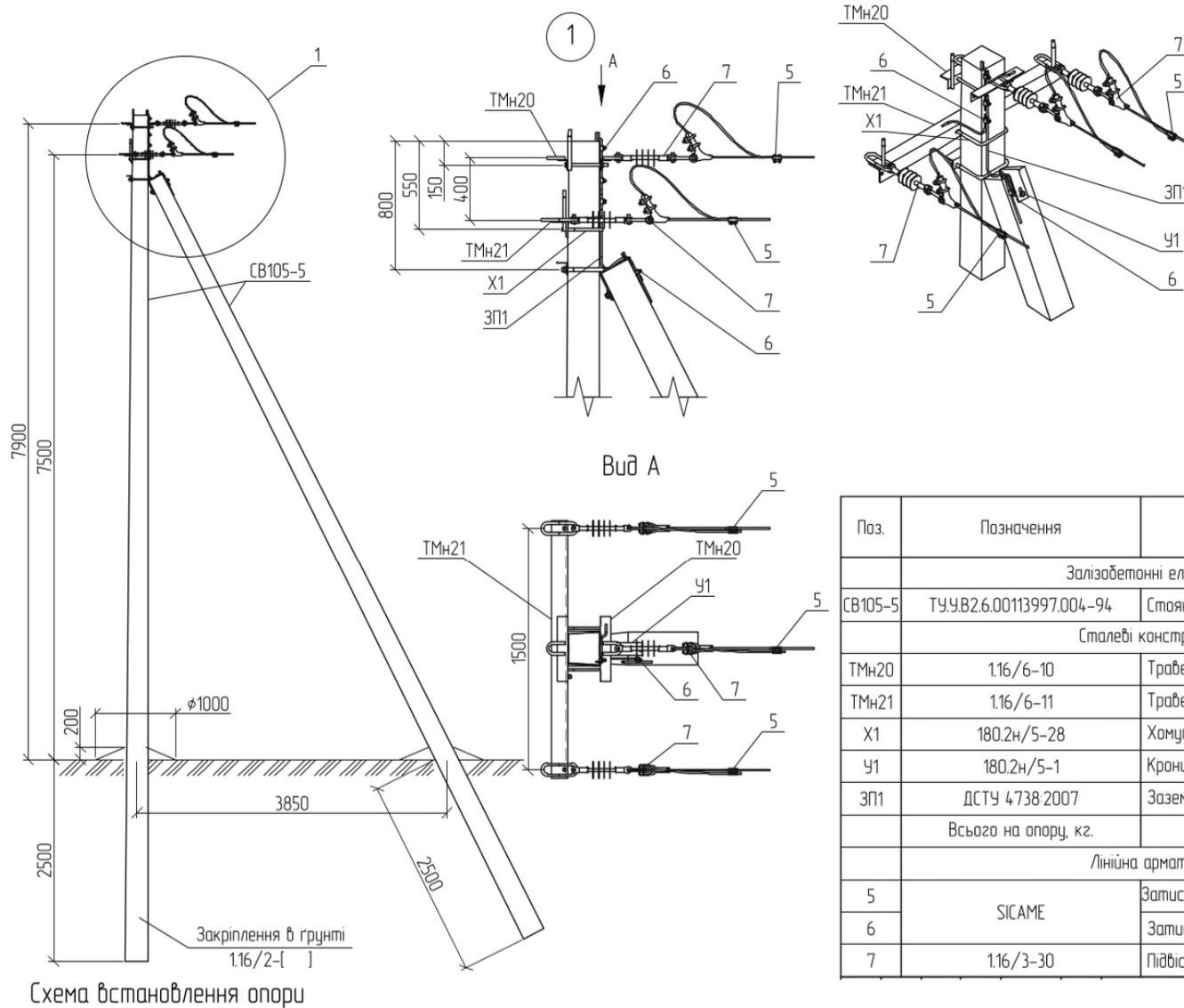
Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Маса од., кг.
Залізобетонні елементи:				
СВ105-5	ТУ.У.В.2.6.00113997.004-94	Стойка СВ105-5	1	1180
Сталеві конструкції:				
ТМн12	1.16/6-02	Траверса гарячеоцинкована ТМн12	1	26,55
Х1	180.2н/5-28	Хомут Х1	1	1,30
Всього на опору, кг.				27,85
Лінійна арматура:				
1	ТУ У 26.2-00214652-003:2012	Ізолятор ШФ-20Г	6	3,50
2	ТУ 35-2036-90	Ковпачок К6	6	0,03
3	SICAME	В'язка спіральна АСТ 35	6	0,12
		В'язка спіральна АСТ 70	6	0,17
		В'язка спіральна АСТ 120	6	0,25
5		Затискач відгалужувальний PGA402	6	0,14
6		Затискач плашковий PGA101	1	0,06



Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Маса од., кг.
Залізобетонні елементи:				
СВ105-5	ТУ У 82.6.00113997.004-94	Стояк СВ105-5	2	1180
Сталеві конструкції:				
ТМн12	1.16/6-02	Траверса гарчеоцинкована ТМн12	1	26,55
X1	180.2н/5-28	Хомут X1	1	1,30
У1	180.2н/5-1	Кронштейн У1	1	6,9
ЗП1	ДСТУ 4738:2007	Заземлювальний дріт $\phi 10$, L=2 п.м.	1	1,24
Всього на опорі, кг.				35,99
Лінійна арматура:				
1	ТУ У 26.2-00214652-003:2012	Ізолятор ШФ-20Г	6	3,50
2	ТУ 35-2036-90	Ковпачок К6	6	0,03
3	SICAME	В'язка спіральна AST 35		0,12
		В'язка спіральна AST 70	6	0,17
		В'язка спіральна AST 120		0,25
5		Затискач відгалужувальний PGA402	6	0,14
6		Затискач плашковий PGA101	3	0,06

Схема встановлення опори





1. Опора використовується в умовах населеної місцевості типу II та III.

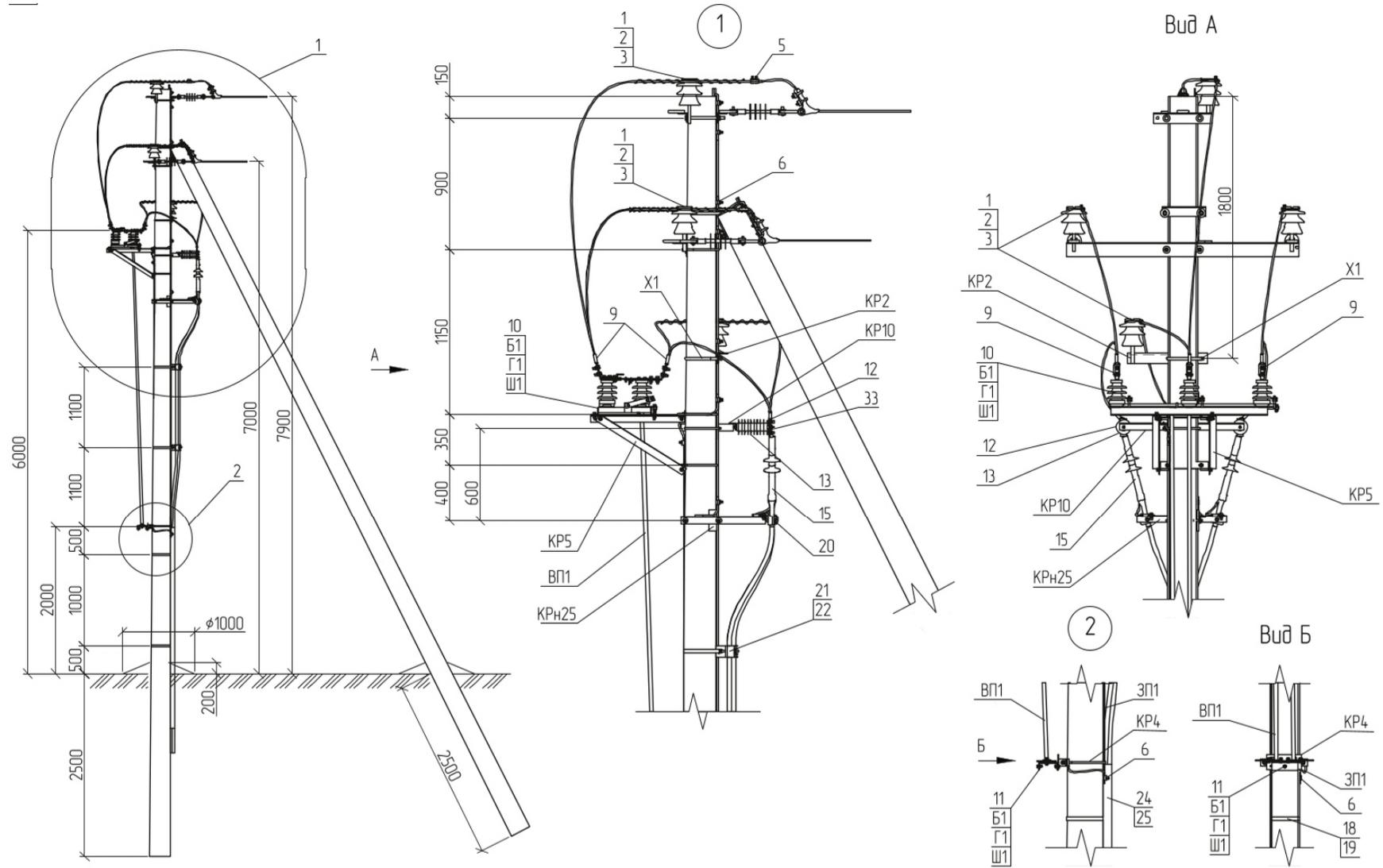
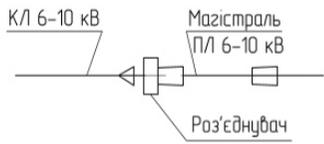
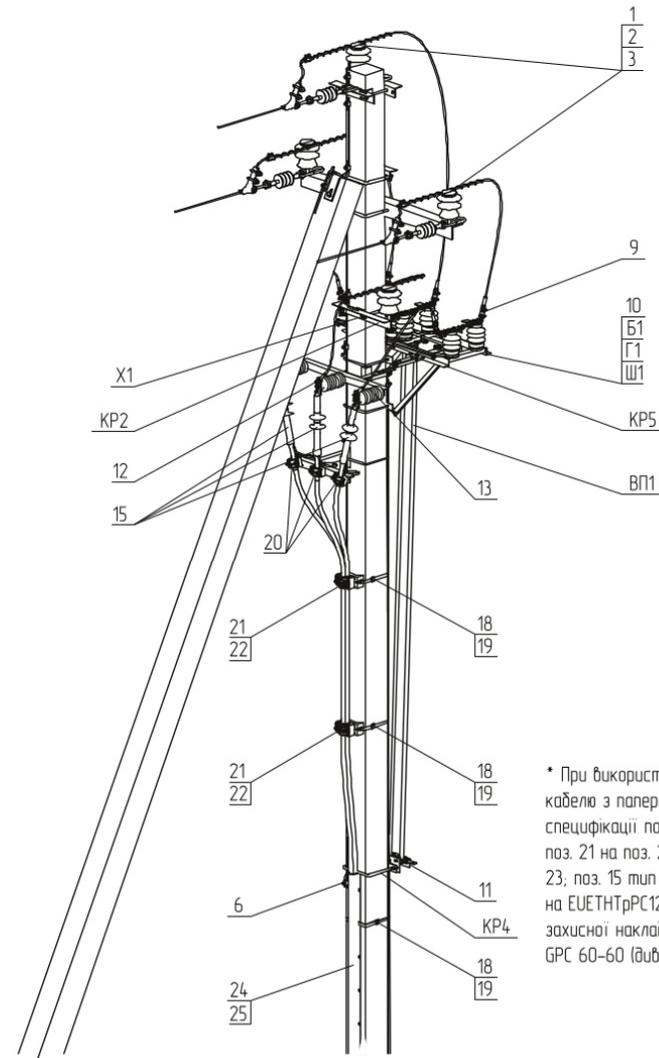


Схема встановлення опори

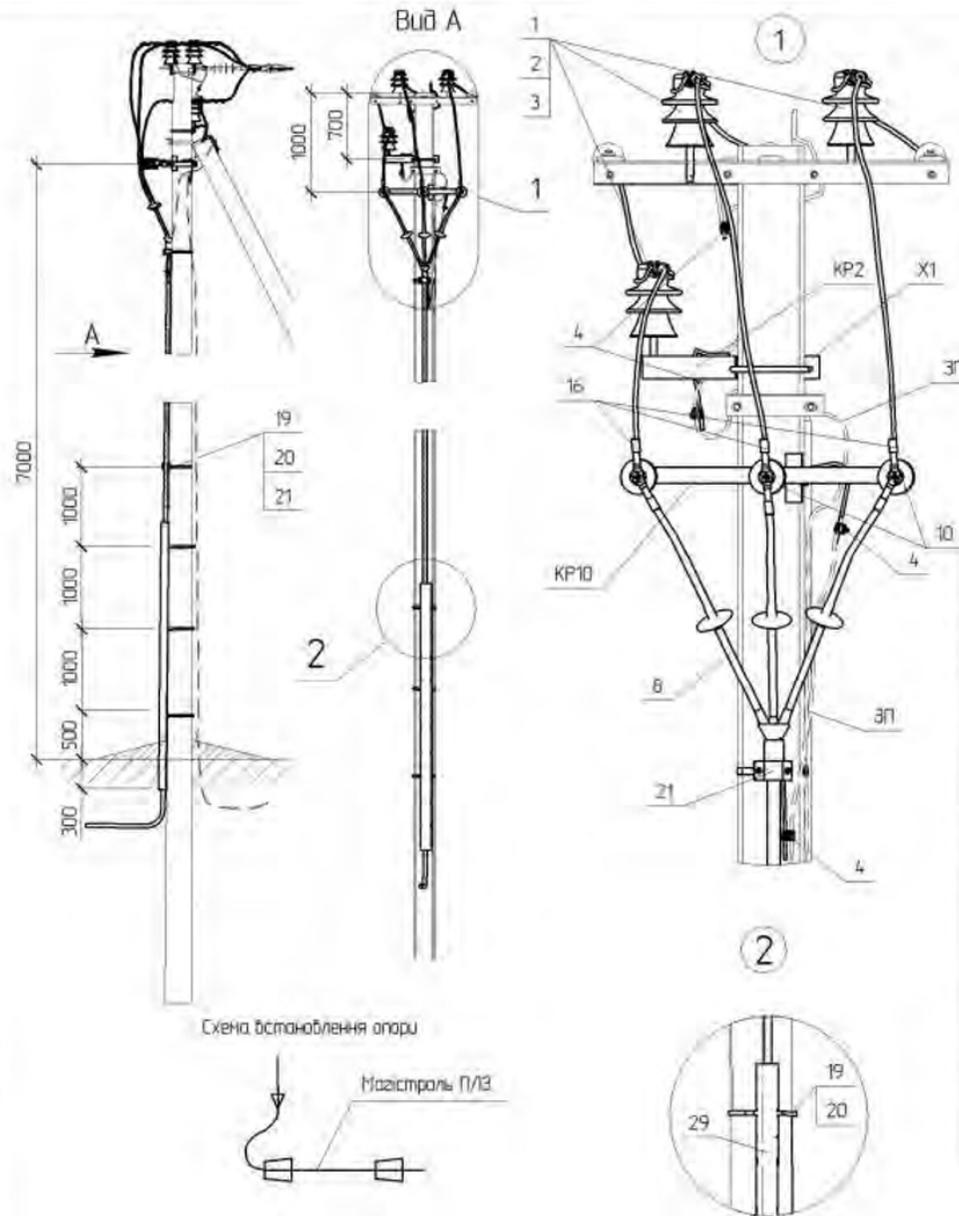


1. Креслення читати разом з арк. 1.16/3-16.

Поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Маса од., кг.	Примітка
Сталеві конструкції, лінійна арматура:					
КР2	180.2н/5-2	Кронштейн КР2	1	4,14	
КР4	180.2н/5-5	Кронштейн КР4	1	3,62	
КР5	180.2н/5-7	Кронштейн КР5	1	21,71	
КР10	180.2н/5-11	Кронштейн КР10	1	9,11	
КРН25	1.16/5-15	Кронштейн КРН25	1	8,83	
Х1	180.2н/5-28	Хомут Х1	1	1,30	
ВП1	180.2н/5-31	Вал приводу ВП1	2	14,3	
ЗП1	ДСТУ 4738:2007	Заземлювальний дрот $\phi 10$, L=15 м.м.	1	9,3	
18	SICAME	Бандажна стрічка ІF 207, L=1 м.л.	4	0,12	
19		Скрипа CF20	4	0,01	
33		Шина алюмінієва 40x5 з отворами	3	0,65	
Б1		ГОСТ 7798-70	Болт 12x40	15	0,05
Г1	ГОСТ 5915-70	Гайка М12	15	0,02	
Ш1	ГОСТ 11371-78	Шайба 12	21	0,01	
1	ТУ У 26.2-00214.652-003.2012	Ізолятор ШФ-20Г	4	3,50	
2	ТУ 35-2036-90	Ковпачок К6	4	0,03	
3	SICAME	В'язка спіральна АСТ 35	4	0,12	35 мм²
		В'язка спіральна АСТ 70	4	0,17	50-70 мм ²
		В'язка спіральна АСТ 120	4	0,25	95-120 мм²
5	SICAME	Затискач відгалужувальний РGA402	3	0,14	35-120 мм ²
6		Затискач плашковий РGA101	6	0,06	
9		Затискач апаратний А2А []	6	0,23	
10	ТУ У 3.4.9-05758084-024-96	Роз'єднувач Р/ІНДз-10/400У1	1	4,2	
11	ТУ У 3.4.9-05758084-024-96	Привід ПРЗ-10У1	1	12	
12	SICAME	Затискач апаратний А1А []	3	0,19	
13		ОПН з індикатором пробою АЗВВ 091	3	1,5	6 кВ
		ОПН з індикатором пробою АЗВВ 151	3	1,8	10 кВ
15*	SICAME	Кінцева муфта	1	2,2	
20		Утримувач кабельний BS 35-50	3	0,50	
21*		Утримувач кабельний КР 29-41	2	1,40	
22*		Основа кабельного утримувача MB2	2	0,65	
24*		Захисна накладка GPC-P 120	1	3,2	
25		Стяжка ССЕ 550-12,7 L=550 мм.	3	0,05	



* При використанні трижильного кабелю з паперовою ізоляцією в специфікації потрібно замінити: поз. 21 на поз. 20; поз. 22 на поз. 23; поз. 15 тип муфти ЕЗУЕТН24 на ЕУЕТНТРС12; поз. 24 тип захисної накладки GPC-P 120 на GPC 60-60 (дивись розділ 1.16/В0)

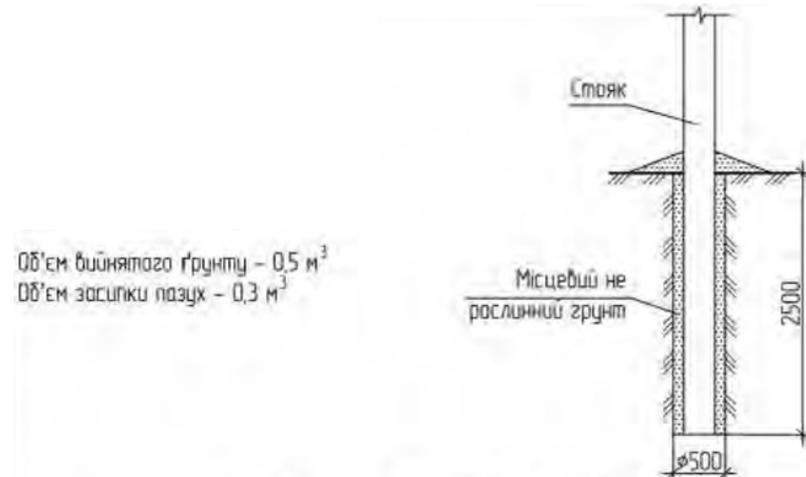


Поз	Позначення	Назвучення	Кільк	Маса од кз
Сталева конструкція				
19	IF 207	Бандажна стрічка, L=8 м.	1	0,96
20	CF 20	Скрипа	8	0,01
KP2	180.2н/5-2	Кранштейн KP2	1	4,14
KP10	180.2н/5-11	Кранштейн KP10	1	9,11
X1	180.2н/5-28	Хамут X1	1	1,3
ЗП	ДСТУ 4738:2007 ISO 14612:2009	Ст. круг #10 В2 з цинковим покриттям, L=11 м.	1	6,82
Всього на опорі кз				39,9
Лінійна арматура				
1	ШФ20-Г1	Ізолятор	3	3,8
2	ТУ 35-2036-90	Каблчак К-6	3	0,03
3 *1	PLDT2 R	В'язка спіральна віелектрична	3	0,18
	PLDT3 R			0,185
4	РГА 101	Затискач лашковий	5	0,055
8 *1	ЕУЕТНГРС 12 70-240 1200 СМ	Кінцева муфта для прид. кабелів з парою газу	1	2,2
10	AZC 890	Обмежувач перенапруг	3	1,5
	AZC 150			1,8
16 *1	CN2AA G28	Затискач апаратний	3	0,15
21	BS 35-50 MB	Утримувач для кабелю	4	0,15
29	GPC 60	Захисна накладка для кабелю	1	2,3

Креслення читати разом з кресленням 180.2н/3-10.
Обмежувачі ОПН приєднуються до заземлювача окремим ЗП

*1 Тип арматури залежить від перерізу провідника магістралі, див 180.2н/6
*2 Тип кабельної муфти залежить від типу та перерізу кабелю

Загиблення одностоякової опори ПЛ-10кВ



Несуча здатність, М, закріплення одностоякової опори
в свердлованому котловані глибиною 2,5 м, т-м

Найменування ґрунтів	Види ґрунтів	Коефіцієнт пористості ґрунту "e"						
		0,45	0,55	0,65	0,75	0,85	0,95	1,05
Піски	Гравіюватий і крупний	10,7	8,5	7,9	-	-	-	-
	Середньої крупності	7,9	7,2	5,7	-	-	-	-
	Мілкий	7,9	6,4	4,7	-	-	-	-
	Пилуватий	7,2	6,1	4,4	2,4	-	-	-
Супіски	0<I<0,25	9,3	7,9	7,0	5,6	-	-	-
	0,25<I<0,75	6,8	6,6	4,5	3,9	3,1	-	-
Суглинки	0<I<0,25	12,2	9,8	8,3	6,7	6,0	5,0	-
	0,25<I<0,50	9,5	8,1	6,8	5,8	4,6	3,8	-
	0,50<I<0,75	-	-	4,8	4,1	3,1	3,0	2,7
Глини	0<I<0,25	-	-	12,2	9,8	8,4	6,7	5,8
	0,25<I<0,50	-	-	9,7	8,3	6,9	5,7	4,4
	0,50<I<0,75	-	-	5,8	5,0	4,2	3,6	2,8

Загиблення анкерної опори ПЛ-10кВ



Несуча здатність, ґрунтів основ опор анкерно-кутового типу без плит на
стискання N, кН при заглибленні в ґрунті на 2,5 м.

Найменування ґрунтів	Види ґрунтів	Коефіцієнт пористості ґрунту "e"						
		0,45	0,55	0,65	0,75	0,85	0,95	1,05
Піски	Гравіюватий і крупний	74	57	48	-	-	-	-
	Середньої крупності	61	51	39	-	-	-	-
	Мілкий	49	40	28	21	-	-	-
	Пилуватий	41	34	23	17	-	-	-
Супіски	0<I<0,25	43	37	32	25	-	-	-
	0,25<I<0,75	37	30	25	20	16	-	-
Суглинки	0<I<0,25	59	49	42	35	31	26	-
	0,25<I<0,50	49	43	36	31	25	20	-
	0,50<I<0,75	-	-	30	25	20	17	15
Глини	0<I<0,25	-	78	66	53	46	38	32
	0,25<I<0,50	-	-	50	43	37	31	25
	0,50<I<0,75	-	-	35	32	27	23	19