

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ  
ІНСТИТУТ ЕНЕРГЕТИКИ, АВТОМАТИКИ І ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри

Інженерії енергосистем

(назва кафедри)

К.Т.Н., доц. \_\_\_\_\_ Євген АНТИПОВ

(підпис)

„\_\_\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2026 р.

**БАКАЛАВРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

на тему: **«Предпроектні рішення тимчасового електропостачання багатofункціонального комплексу»**

Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Освітньо-професійна програма «Інжиніринг електроенергетичних систем з відновлюваними джерелами»

02.03 – КР. 2606 "С" 2025.10.30 008 ПЗ

Гарант освітньої програми

К.Т.Н., доцент

(науковий ступінь та вчене звання)

\_\_\_\_\_  
(Підпис)

Світлана МАКАРЕВИЧ

(ПБ)

Керівник бакалаврської  
кваліфікаційної роботи

К.Т.Н., доцент

(науковий ступінь та вчене звання)

\_\_\_\_\_  
(Підпис)

Світлана МАКАРЕВИЧ

(ПБ)

Виконав

\_\_\_\_\_  
(Підпис)

Владислав САМЕЛЮК

(ПБ студента)

КИЇВ – 2026

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ  
ННІ ЕНЕРГЕТИКИ, АВТОМАТИКИ І ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

**Завідувач кафедри**

Інженерії енергосистем

(назва кафедри)

К.Т.Н., доц. \_\_\_\_\_ Євген АНТИПОВ  
(підпис)

„\_\_\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2025 р.

**ЗАВДАННЯ**

на виконання бакалаврської кваліфікаційної роботи студенту  
Самелюку Владиславу Анатолійовичу

Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Освітньо-професійна програма «Інжиніринг електроенергетичних систем з відновлюваними джерелами»

Тема бакалаврської кваліфікаційної роботи: «Предпроектні рішення тимчасового електропостачання багатофункціонального комплексу»

затверджена наказом ректора НУБіП України від "30" 10. 2025 р. № 2606 "С"

Термін подання завершеного проекту на кафедру "29" травня 2026 р.

Вихідні дані до бакалаврської кваліфікаційної роботи: ТУ на приєднання до електричних мереж; топографічні матеріали з нанесеними інженерними комунікаціями; технічне завдання; дані розрахунку електричних навантажень; чинні нормативні документи

Перелік питань, які потрібно вирішити: Аналіз вихідних даних та ТУ. Розрахунок електричних навантажень . Вибір потужності та типу тимчасової трансформаторної підстанції (КТПГС). Вибір марок та перерізів кабельних ліній напругою 10 кВ та 0,4 кВ. Проектні рішення з комутаційного захисту та вибір розподільчих щитів (ВРП, ГРЩ). Організація комерційного обліку електричної енергії відповідно до чинних вимог. Розрахунок заземлення та розробка заходів з електробезпеки для умов будівельного майданчика.

Перелік графічних документів: презентація виконана в Microsoft PowerPoint

Дата видачі завдання: 30 жовтня 2025 р.

Керівник бакалаврської кваліфікаційної роботи

\_\_\_\_\_ К.Т.Н., доцент \_\_\_\_\_  
(науковий ступінь та вчене звання)

Завдання прийняв до виконання

\_\_\_\_\_ (Підпис)  
\_\_\_\_\_ (підпис )

Світлана МАКАРЕВИЧ  
(ПІБ)

Владислав САМЕЛЮК  
(прізвище та ініціали студента)

## РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна бакалаврська робота на тему: «Предпроектні рішення тимчасового електропостачання багатофункціонального комплексу» має таку структуру: титульний аркуш; завдання на виконання роботи; реферат; перелік умовних позначень; зміст; вступ; основну частину (4 розділи); висновок; список використаних джерел; додатки.

Повний обсяг роботи становить 73 сторінки. У роботі використано розрахункові таблиці та графічні матеріали (схеми й плани). Список використаних джерел містить 25 найменувань.

Об'єктом дослідження є система тимчасового електропостачання будівельних механізмів багатофункціонального комплексу.

Предметом дослідження є технічні, розрахункові та організаційні рішення для побудови тимчасової схеми електропостачання будівельного майданчика, розрахунок електричних навантажень, вибір трансформаторного обладнання, кабельних ліній та захисних засобів безпеки.

**У першому розділі** проведено аналіз об'єкта будівництва, проаналізовано вихідні дані та обґрунтовано вибір предпроектних рішень. Визначено вимоги до надійності електропостачання (III категорія для основних будмеханізмів) згідно з діючими ДБН та технічними умовами.

**У другому розділі** виконано детальний розрахунок електричних навантажень будівельного майданчика (із сумарною розрахунковою потужністю 380 кВт). Здійснено вибір комплектної трансформаторної підстанції міського типу КТПГС-10/0,4 кВ транзитного типу з масляним трансформатором потужністю 630 кВА та проведено перевірку його коефіцієнта завантаження (74,5%).

**У третьому розділі** розроблено технічні рішення щодо живлення КТПГС через врізку в існуючі кабельні лінії 10 кВ, а також розраховано параметри трьох ліній 0,4 кВ марки АВВГз-1-4х240 для живлення розподільчих щитів будівельних механізмів (ЩС-1, ЩС-2, ЩС-3). Організовано систему комерційного обліку

електроенергії із застосуванням багатотарифного лічильника GAMA 300 та GPRS-терміналу для інтеграції в АСКОЕ.

**У четвертому розділі** виконано інженерний розрахунок заземлюючого пристрою КТПГС-10/0,4 кВ, обґрунтовано заходи захисту від ураження електричним струмом (система заземлення TN-C-S) та визначено вимоги з безпеки праці на будівельному майданчику.

## ABSTRACT

The Bachelor's Thesis entitled "Pre-design Decisions on Temporary Power Supply for a Multifunctional Complex" is structured as follows: title page; assignment sheet; abstract; list of abbreviations and symbols; table of contents; introduction; main body (4 chapters); conclusion; references; and appendices.

The total length of the thesis is 73 pages. The work includes calculation tables and graphical materials (diagrams and plans). The list of references comprises 25 entries.

The object of the study is the temporary power supply system for the construction machinery of a multifunctional complex.

The subject of the study includes technical, design, and organizational decisions for establishing a temporary power supply scheme for a construction site, calculating electrical loads, and selecting transformer equipment, cable lines, and protective safety devices.

In the first chapter, an analysis of the construction object was conducted, initial data were evaluated, and the choice of pre-design decisions was justified. Reliability requirements for the power supply were determined (Category III for the main construction machinery) in accordance with current State Building Codes (DBN) and technical specifications.

In the second chapter, a detailed calculation of the construction site's electrical loads was performed (with a total calculated active power of 380 kW). A package transformer substation of urban type KTPGS-10/0.4 kV (transit type) with a 630 kVA oil-immersed transformer was selected, and its load factor was verified (74.5%).

In the third chapter, technical decisions were developed for powering the KTPGS through a tap-in into the existing 10 kV cable lines. Furthermore, the parameters of three 0.4 kV lines of the AVVGz-1-4x240 type were calculated to power the distribution boards of the construction machinery (ShS-1, ShS-2, ShS-3). A commercial electricity metering system was organized using a GAMA 300 multi-tariff meter and a GPRS terminal for integration into the AMR (Automated Meter Reading) system.

In the fourth chapter, an engineering calculation of the grounding device for the KTPGS-10/0.4 kV was carried out. Measures for protection against electric shock were justified (TN-C-S grounding system), and occupational safety requirements for the construction site were defined.

## ЗМІСТ

|                                                                                                   |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....                                                                    | 10 |
| ВСТУП.....                                                                                        | 11 |
| РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ПРЕДПРОЄКТНИХ РІШЕНЬ .....                                      | 13 |
| 1.1. Характеристика об'єкта та вихідні дані для проектування .....                                | 13 |
| 1.2. Аналіз електричних навантажень і категорії надійності електропостачання .....                | 15 |
| 1.3. Вибір джерела живлення та принципової схеми електропостачання .                              | 16 |
| Висновок до розділу 1.....                                                                        | 19 |
| РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНОК І ПРОЄКТУВАННЯ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ .....                               | 21 |
| 2.1. Розрахунок електричних навантажень та вибір трансформаторної підстанції.....                 | 21 |
| 2.2. Розрахунок і вибір кабельних ліній 10 кВ та 0,4 кВ.....                                      | 27 |
| 2.3. Розробка схеми електропостачання, вибір обладнання та організація обліку електроенергії..... | 32 |
| Висновок до розділу 2.....                                                                        | 35 |
| РОЗДІЛ 3. ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ ТИМЧАСОВОГО ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ .....                         | 37 |
| 3.1. Організація тимчасового електропостачання будівельного майданчика .....                      | 37 |
| 3.2. Вимоги до монтажу та експлуатації тимчасових електромереж .....                              | 39 |
| 3.3. Організація технічного обслуговування і демонтажу тимчасових мереж .....                     | 42 |

|           |      |                |        |      |                                                                                                     |  |  |  |            |      |         |    |  |
|-----------|------|----------------|--------|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|------------|------|---------|----|--|
|           |      |                |        |      | 02.03 – КР. 2606 "С" 2025.10.30 012 ПЗ                                                              |  |  |  |            |      |         |    |  |
|           |      |                |        |      |                                                                                                     |  |  |  |            |      |         |    |  |
| Змн.      | Арк. | № докум.       | Підпис | Дата |                                                                                                     |  |  |  |            |      |         |    |  |
| Розроб.   |      | Самелюк В.А.   |        |      | ТЕМА<br>Предпроектні рішення<br>тимчасового електропостачання<br>багатофункціонального<br>комплексу |  |  |  | Літ.       | Арк. | Акрушів |    |  |
| Перевір.  |      | Макаревич С.С. |        |      |                                                                                                     |  |  |  |            |      | 8       | 73 |  |
|           |      |                |        |      |                                                                                                     |  |  |  | IEC-220016 |      |         |    |  |
| Н. Контр. |      | Петренко А.В.  |        |      |                                                                                                     |  |  |  |            |      |         |    |  |
| Затверд.  |      | Антипов Є.О.   |        |      |                                                                                                     |  |  |  |            |      |         |    |  |

|                                                                                            |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Висновок до розділу 3.....                                                                 | 45 |
| РОЗДІЛ 4. ЗАХИСТ, ЗАЗЕМЛЕННЯ ТА ЕЛЕКТРОБЕЗПЕКА СИСТЕМИ.....                                | 48 |
| 4.1. Захист електроустановок тимчасового електропостачання .....                           | 48 |
| 4.2. Розрахунок та проєктування системи заземлення.....                                    | 50 |
| 4.3. Заходи електробезпеки та охорони праці під час експлуатації<br>електроустановок ..... | 59 |
| Висновок до розділу 4.....                                                                 | 62 |
| ВИСНОВКИ.....                                                                              | 64 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....                                                           | 66 |
| ДОДАТКИ.....                                                                               | 68 |

|      |      |          |        |      |                                        |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | 02.03 – КР. 2606 "С" 2025.10.30 008 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                        | 9    |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                        |      |

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

ЩС – щит силовий;

ПС – підстанція;

РП – розподільчий пункт;

КТПГС – комплектна трансформаторна підстанція міського типу;

АВР – автоматичне введення резерву;

ТМ – трансформатор масляний;

АСКОЕ – автоматизована система комерційного обліку електроенергії;

РУ – Розподільний пристрій;

ОСР – Оператор систем розподілу;

ТУ – Технічні умови;

КСО – Камера збірна одностороннього обслуговування;

АСКОЕ – автоматизованої системи комерційного обліку електроенергії;

ЛУЗОД – Локальне устаткування збору і обробки даних;

ЩО – Щит одностороннього обслуговування;

ПЗВ – пристрої захисного відключення;

БМ – будівельні механізми;

|      |      |          |        |      |                                        |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | 02.03 – КР. 2606 "С" 2025.10.30 008 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                        | 10   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                        |      |

## ВСТУП

Актуальність теми: Будівництво сучасних багатофункціональних комплексів у великих містах потребує використання потужних будівельних механізмів. Забезпечення безперебійного, надійного та безпечного тимчасового електропостачання на майданчику є критично важливою умовою для дотримання термінів та технології будівництва. Формування технічно обґрунтованих передпроектних рішень дозволяє правильно оцінити необхідні потужності, оптимізувати схеми розподілу енергії та уникнути аварійних ситуацій через перевантаження мереж. Додатковими чинниками актуальності є необхідність інтеграції сучасних цифрових систем комерційного обліку електричної енергії та впровадження жорстких заходів електробезпеки у складних умовах будівельного виробництва згідно з чинними нормами (ПУЕ, ДБН).

Мета кваліфікаційної роботи: розробка технічно обґрунтованих передпроектних рішень системи тимчасового електропостачання будівельних механізмів багатофункціонального комплексу, що забезпечить надійне та безпечне живлення споживачів протягом усього періоду будівельно-монтажних робіт.

Завдання роботи:

- 1) Виконати аналіз вихідних даних, технічних умов та сформуванати загальну характеристику об'єкта проектування.
- 2) Провести детальний розрахунок тимчасових електричних навантажень будівельного майданчика та обґрунтувати вибір раціональної потужності й типу силового трансформатора.
- 3) Розробити схему зовнішнього електропостачання та вибрати траси прокладання кабельних ліній напругою 10 кВ та 0,4 кВ.
- 4) Здійснити вибір основного електротехнічного обладнання тимчасової підстанції та розподільчих щитів будівельних механізмів.
- 5) Запроектувати систему комерційного обліку електроенергії з можливістю інтеграції в автоматизовані системи зчитування даних.

|      |      |          |        |      |                                        |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | 02.03 – КР. 2606 "С" 2025.10.30 008 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                        | 11   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                        |      |

б) Розрахувати заземлюючий пристрій та розробити комплекс заходів з електробезпеки й захисту обладнання на будівельному майданчику.

Об'єкт дослідження: система тимчасового електропостачання будівельних механізмів багатофункціонального комплексу, що споруджується

Предмет дослідження: предпроектні технічні та організаційні рішення з вибору схем живлення, розрахунку електричних навантажень, вибору електрообладнання (КТПГС, розподільчих щитів, кабельних ліній), організації обліку та забезпечення електробезпеки під час будівництва.

Практичне значення отриманих результатів: Розроблені предпроектні рішення безпосередньо використані для формування робочої документації тимчасового електропостачання об'єкта будівництва. Запропоновані схеми із впровадженням однострансформаторної КТПГС-10/0,4 кВ потужністю 630 кВА, використанням кабелів марки АВВГз-1-4х240 та системи дистанційного зчитування даних забезпечують збалансоване використання енергоресурсів, точність комерційних розрахунків та високий рівень безпеки праці будівельників відповідно до вимог ПУЕ-2016 та ДБН В.2.5-23-2010.

|      |      |          |        |      |                                        |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | 02.03 – КР. 2606 "С" 2025.10.30 008 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                        | 12   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                        |      |

# РОЗДІЛ 1

## АНАЛІЗ ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ПРЕДПРОЄКТНИХ РІШЕНЬ

### 1.1. Характеристика об'єкта та вихідні дані для проектування

Об'єктом дослідження у даній роботі є система тимчасового електропостачання будівельних механізмів багатофункціонального комплексу. Об'єкт розташований у Голосіївському районі м. Києва. Проєкт електропостачання виконується на період виконання будівельно-монтажних робіт і передбачає забезпечення надійного та безпечного електропостачання будівельного майданчика відповідно до чинних нормативних вимог [2, 11, 14, 19].

#### Загальні параметри системи електропостачання:

Згідно з вихідними даними, джерелом електропостачання є існуючі електричні мережі напругою 10 кВ, що живляться від ПС «Олімпійська» 110/10 кВ[4]. Підключення об'єкта здійснюється від розподільчого пункту РП-148 та трансформаторної підстанції ТП-8406 [2, 8].

Відповідно до технічних умов на приєднання [2,3], для електропостачання будівельних механізмів передбачено встановлення комплектної трансформаторної підстанції типу КТПГС-10/0,4 кВ з одним силовим трансформатором потужністю 630 кВА. Номінальна напруга мережі первинної сторони становить 10 кВ, вторинної – 0,22/0,38 кВ, що відповідає стандартній схемі живлення споживачів будівельного майданчика [8, 17].

До складу електроприймачів входять технологічне та допоміжне обладнання будівельного майданчика [19, 22], зокрема: освітлення будівельного майданчика; компресорні установки; вузол приготування бетону; зварювальне обладнання; бетононасоси; установки підігріву бетону; тимчасові побутові приміщення.

Найбільшу частку електроспоживання становлять установки підігріву бетону та технологічне обладнання, що обумовлює значне реактивне навантаження та необхідність врахування коефіцієнта потужності при розрахунках [16].

|      |      |          |        |      |                                        |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | 02.03 – КР. 2606 "С" 2025.10.30 008 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                        | 13   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                        |      |

Електропостачання КТПГС передбачено виконати кабельними лініями напругою 10 кВ, прокладеними в ґрунті. Для цього застосовуються кабелі типу АПвЭгаПу перерізом 120 мм<sup>2</sup>, які відповідають умовам прокладки та допустимим струмовим навантаженням[8, 14]. Довжина кабельних ліній становить від 30 до 260 м залежно від ділянки

Розподіл електроенергії на стороні 0,4 кВ здійснюється через розподільчі щити будівельних механізмів (ЩС-1, ЩС-2, ЩС-3), які підключаються кабелями типу АВВГз перерізом 4×240 мм<sup>2</sup> [6, 14]. Такий вибір кабелів забезпечує допустимі втрати напруги та необхідну пропускну здатність мережі [23].

Розрахункова повна потужність навантаження становить 469,69 кВА, що при номінальній потужності трансформатора 630 кВА забезпечує коефіцієнт завантаження на рівні 0,74 . Це значення знаходиться в допустимих межах та відповідає рекомендаціям щодо економічної експлуатації силових трансформаторів [16, 24].

Облік електричної енергії організовано відповідно до вимог ПУЕ та ДБН із встановленням трифазного електронного лічильника трансформаторного включення типу GAMA 300 з можливістю підключення до автоматизованої системи комерційного обліку електроенергії (АСКОЕ) [1, 3 14]. Це забезпечує контроль споживання електроенергії та передачу даних оператору системи розподілу [1, 2].

До основних вихідних даних для проєктування належать [10, 12]:

- технічні умови на приєднання до електричних мереж[2];
- топографічні матеріали з нанесеними інженерними комунікаціями;
- технічне завдання;
- результати розрахунку електричних навантажень [16, 24] ;
- чинні нормативні документи [7, 11, 14]

При розробці предпроектних рішень враховано вимоги щодо: надійності електропостачання[2, 14]; якості електричної енергії [15, 18]; електробезпеки [5, 7]; економічної доцільності прийнятих рішень [20].

|      |      |          |        |      |                                        |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | 02.03 – КР. 2606 "С" 2025.10.30 008 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                        | 14   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                        |      |

Таким чином, прийнята схема тимчасового електропостачання забезпечує необхідний рівень електропостачання будівельного майданчика, відповідає вимогам нормативних документів [8, 11] та дозволяє ефективно експлуатувати електроустановки на період будівництва з подальшим демонтажем тимчасових мереж після завершення робіт [22, 25].

## 1.2. Аналіз електричних навантажень і категорії надійності електропостачання

Аналіз електричних навантажень є необхідним етапом передпроектних рішень, оскільки дозволяє визначити сумарну потужність електроспоживачів, обґрунтувати вибір джерела живлення та основного електрообладнання системи електропостачання [16, 19, 24].

Відповідно до вихідних даних проєкту, на будівельному майданчику багатофункціонального комплексу передбачено використання різноманітних електроприймачів, до яких належать: установки для підігріву бетону, компресори, бетононасоси, зварювальні апарати, вузол приготування бетону, освітлення, побутові приміщення та інші допоміжні споживачі [22, 25]. Характерною особливістю цих електроприймачів є їх змінний режим роботи та нерівномірність навантаження в часі [21].

Сумарна встановлена потужність електроприймачів будівельного майданчика становить 380 кВт, що відповідає розрахунковій потужності з урахуванням коефіцієнтів попиту та одночасності [16, 24]. Коефіцієнт потужності системи становить 0,88, що є типовим для електроустановок із значною часткою індуктивного навантаження, такого як електродвигуни будівельних механізмів [18, 22].

Для більш детального аналізу навантаження електроприймачі розподілені між трьома розподільчими щитами (ЩС-1, ЩС-2, ЩС-3) [6]. Зокрема, до ЩС-1 відносяться переважно установки підігріву бетону та побутові споживачі, до ЩС-

|      |      |          |        |      |                                        |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | 02.03 – КР. 2606 "С" 2025.10.30 008 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                        | 15   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                        |      |

2 — механізми з періодичним режимом роботи, а до ЩС-3 — технологічне обладнання та освітлення[22]. Такий розподіл дозволяє оптимізувати навантаження та підвищити надійність електропостачання[24, 25].

Розрахункові струми в мережі 0,4 кВ досягають 657,4 А, що враховується при виборі трансформатора та комутаційної апаратури [23, 24]. При цьому характер навантаження є змішаним, що потребує врахування показників якості енергії згідно з вимогами [15, 17].

Згідно з нормативними документами, зокрема ДБН В.2.5-23:2010[11] та ПУЕ[14], електроприймачі будівельних майданчиків переважно відносяться до III категорії надійності [22, 25]. Для цієї категорії допускається перерва в електропостачанні на час, необхідний для відновлення живлення (до 24 годин), за умови дотримання правил безпечної експлуатації [2, 5].

Віднесення споживачів до III категорії обґрунтовується тим, що короткочасне відключення електроенергії не викликає критичних наслідків чи небезпеки для життя людей [14, 22]. Це дозволяє застосувати економічно доцільну однотрансформаторну схему без додаткових резервних джерел живлення [8].

Отже, проведений аналіз показує, що система повинна забезпечувати передачу потужності до 380 кВт [16]. Вибір категорійності та схеми живлення відповідає вимогам чинних стандартів [11, 14] і забезпечує баланс між надійністю та витратами на реалізацію об'єкта [24, 25].

### **1.3. Вибір джерела живлення та принципової схеми електропостачання**

Вибір джерела живлення та принципової схеми електропостачання є одним із ключових етапів формування передпроектних рішень для забезпечення надійної та безперебійної роботи будівельних механізмів на період зведення багатофункціонального комплексу [12, 22].

#### **Характеристика джерела живлення та точок підключення**

|      |      |          |        |      |                                        |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | 02.03 – КР. 2606 "С" 2025.10.30 008 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                        | 16   |

Згідно з вихідними даними проєкту, джерелом живлення об'єкта є існуюча трансформаторна підстанція ПС «Олімпійська» (напруга 110/10кВ), яка забезпечує електропостачання на напрузі 10 кВ [4]. Підключення об'єкта передбачається до існуючої кабельної лінії 10 кВ, що проходить поблизу меж забудови, що дозволяє мінімізувати витрати на будівництво нових джерел живлення та забезпечити достатній рівень потужності для потреб будівельного майданчика та використати існуючий резерв потужності міської мережі без необхідності будівництва нових розподільчих пунктів (РП) [2, 8, 18].

З урахуванням того, що електроприймачі будівельних механізмів відповідно до класифікації ПУЕ [14] та ДБН В.2.5-23:2010 [11] відносяться до споживачів III категорії надійності електропостачання. Це означає, що перерва в електропостачанні, викликана аварією або необхідністю ремонту, допускається на термін до 24 годин і допускається їх живлення від одного незалежного джерела без пристроїв автоматичного введення резерву (АВР), що суттєво знижує кошторисну вартість електричної частини та спрощує структуру системи електропостачання [14, 19].

Для електропостачання будівельного майданчика у проєкті прийнято встановлення комплектної трансформаторної підстанції міського типу КТПГС-10/0,4 кВ прохідного типу з одним силовим трансформатором потужністю 630 кВА (типу ТМ-630/10/0,4) [8, 22]. Вибір силового трансформатора потужністю 630 кВА базується на розрахунку завантаженості трансформатора [16, 24]: Розрахункове навантаження на шинах 0,4 кВ КТП-10/0,4 кВ (проект) становить  $P_p=380,0$  кВт. Повна потужність трансформатора 630 кВА  $S_p=469,67$  кВА. Коефіцієнт завантаження трансформатора в КТПГС-10/0,4 кВ (проект) при цьому складає:

$$K_z = \frac{S_p}{S_{nom}} = \frac{469,67}{630} 100\% \approx 74,5\% \quad (1.1)$$

Такий показник завантаження (74,5%) є оптимальним для нормального режиму роботи, оскільки мінімізує втрати в сталі та міді трансформатора, а також залишає необхідний експлуатаційний запас для підключення додаткових допоміжних споживачів у пікові періоди будівництва [21, 24].

|      |      |          |        |      |                                        |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | 02.03 – КР. 2606 "С" 2025.10.30 008 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                        | 17   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                        |      |

Однотрансформаторна схема є оптимальною для тимчасового електропостачання, оскільки поєднує достатню надійність із економічною доцільністю [22, 25].

### **Конструктивні рішення та схема розподілу**

Живлення КТПГС-10/0,4 кВ передбачається двома кабельними вводами 10 кВ від існуючої мережі з використанням врізок в існуючу кабельну лінію [2, 8]. Така схема дозволяє забезпечити гнучкість підключення та враховує необхідність винесення існуючих електромереж із зони забудови. Кабельні лінії виконуються прокладанням у землі, що відповідає вимогам надійності та безпеки [6, 14].

На стороні низької напруги (0,4 кВ) від КТПГС передбачено живлення розподільчих щитів будівельних механізмів (ЩС-1, ЩС-2, ЩС-3) за допомогою кабельних ліній відповідного перерізу [10, 11]. Така структура забезпечує раціональний розподіл навантаження між групами споживачів, зручність експлуатації та можливість локалізації аварійних режимів [5, 25].

Принципова схема електропостачання об'єкта має радіальну структуру: від джерела живлення через кабельні лінії 10 кВ електроенергія подається до комплектної трансформаторної підстанції, де здійснюється пониження напруги до 0,4 кВ, після чого розподіляється до споживачів через розподільчі щити [22, 23].

Така радіальна схема є найбільш доцільною для тимчасових електроустановок, оскільки вона проста в реалізації, гарантує максимальну селективність захисту: пошкодження на одній ділянці (наприклад, замикання в кабелі до зварювального апарату) локалізується відповідним автоматичним вимикачем у ЩС-3, не впливаючи на роботу інших критичних споживачів, забезпечує достатню надійність та дозволяє швидко виконати монтаж і демонтаж після завершення будівництва [22, 25].

Отже, обрана система електропостачання з живленням від існуючої мережі 10 кВ, застосуванням однотрансформаторної КТПГС-10/0,4 кВ та радіальною схемою розподілу електроенергії повністю відповідає вимогам нормативних документів [11, 14], забезпечує необхідну потужність та є економічно

|      |      |          |        |      |                                        |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | 02.03 – КР. 2606 "С" 2025.10.30 008 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                        | 18   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                        |      |

обґрунтованою для умов тимчасового електропостачання будівельного майданчика.

## Висновок до розділу 1

У першому розділі бакалаврської роботи виконано аналіз вихідних даних та обґрунтовано основні передпроектні рішення системи тимчасового електропостачання будівельного майданчика багатофункціонального комплексу. Проведений аналіз показав, що існуюча мережа 10 кВ від ПС «Олімпійська» забезпечує необхідний резерв потужності та дозволяє реалізувати надійне електропостачання об'єкта відповідно до вимог чинних нормативних документів.

Визначено склад та характер електричних навантажень будівельних механізмів, виконано оцінку їх режимів роботи та встановлено, що розрахункова потужність навантаження становить 380 кВт при повній потужності 469,69 кВА. Аналіз структури навантаження підтвердив необхідність врахування реактивної складової та показників якості електроенергії відповідно до вимог ДСТУ EN 50160:2023, а також рекомендацій щодо розрахунку систем електропостачання.

На основі аналізу категорії надійності електропостачання встановлено, що електроприймачі будівельного майданчика належать переважно до III категорії, що дозволяє застосувати економічно доцільну однострансформаторну схему живлення без резервного джерела електроенергії. Вибір комплектної трансформаторної підстанції КТПГС-10/0,4 кВ з трансформатором потужністю 630 кВА забезпечує допустимий коефіцієнт завантаження та необхідний запас потужності для роботи будівельних механізмів.

В даному розділі обґрунтовано застосування радіальної схеми електропостачання з використанням кабельних ліній 10 кВ та 0,4 кВ, що відповідає вимогам ПУЕ та ДБН щодо надійності, селективності захисту, безпечної експлуатації та економічної ефективності електричних мереж. Прийняті технічні рішення забезпечують можливість стабільного електропостачання будівельного

|      |      |          |        |      |                                        |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | 02.03 – КР. 2606 "С" 2025.10.30 008 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                        | 19   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                        |      |

майданчика, зручність монтажу та подальшого демонтажу тимчасових мереж після завершення будівництва.

Отже, результати проведеного аналізу та прийняті предпроектні рішення створюють необхідну основу для подальшого виконання розрахунків системи електропостачання, вибору електрообладнання, кабельних ліній і засобів релейного захисту у наступних розділах бакалаврської роботи.

|      |      |          |        |      |                                        |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | 02.03 – КР. 2606 "С" 2025.10.30 008 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                        | 20   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                        |      |

## РОЗДІЛ 2

### РОЗРАХУНОК І ПРОЄКТУВАННЯ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

#### 2.1. Розрахунок електричних навантажень та вибір трансформаторної підстанції

Для забезпечення електропостачання будівельних механізмів багатофункціонального комплексу передбачено влаштування тимчасової системи електропостачання на період виконання будівельно-монтажних робіт. Основою для розроблення технічних рішень є технічні умови оператора системи розподілу, топографічні матеріали [2].

Передбачено встановлення комплектної трансформаторної підстанції будівельного майданчика КТПГС-10/0,4 кВ із силовим трансформатором типу ТМ потужністю 630 кВА. Живлення підстанції виконується від мережі 10 кВ за допомогою кабельних ліній, прокладених у землі [8, 14].

Під час проєктування системи електропостачання одним із найважливіших етапів є визначення розрахункових електричних навантажень. Саме результати розрахунку навантаження є основою для вибору потужності трансформатора, перерізу кабельних ліній, комутаційної апаратури та засобів захисту [16].

До основних електроприймачів будівельного майданчика належать: установки підігріву бетону; компресорні установки; вузол приготування бетону; бетононасоси; зварювальні апарати; пальобійна машина; освітлення будівельного майданчика; побутові приміщення; системи тимчасового електрообігріву [22, 25].

Всі електроприймачі належать до III категорії надійності електропостачання [11, 14].

Розрахунок електричних навантажень виконано методом коефіцієнтів попиту [11]. Для кожного електроприймача визначено встановлену потужність, коефіцієнт попиту, коефіцієнт потужності та розрахункову активну, реактивну і повну потужності [16].

|      |      |          |        |      |                                        |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | 02.03 – КР. 2606 "С" 2025.10.30 008 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                        | 21   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                        |      |

Основними споживачами електроенергії на будівельному майданчику є системи підігріву бетону, вузол приготування бетону, компресорні установки та пальнобійна машина [22]. Значна частина обладнання має електродвигуни, тому в системі присутня реактивна складова навантаження [24].

Згідно з проектом встановлена потужність електроприймачів становить 380 кВт. Розрахунок навантаження по об'єкту наведено в таблиці 2.1

Таблиця 2.1

**Розрахунок навантаження по об'єкту – на КТПГС – 10/0,4 кВ (проект)**

| №    | Найменування              | $P_{\text{вст}}$<br>кВт | N<br>шт | $K_{\text{п}}$ | $\cos\varphi$ | $\text{tg}\varphi$ | $P_{\text{розр.}}$<br>кВт | $Q_{\text{розр.}}$<br>кВАр | $S_{\text{розр.}}$<br>кВА | $I_{\text{розр.}}$<br>А |
|------|---------------------------|-------------------------|---------|----------------|---------------|--------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|-------------------------|
| ЩС-1 |                           |                         |         |                |               |                    |                           |                            |                           |                         |
| 1    | Підігрів бетону           | 150                     | 1,0     | 0,8            | 0,75          | 0,88               | 120                       | 105,6                      | 160                       |                         |
| 2    | Битовки<br>буд..маданчика | 12,5                    | 1,0     | 0,8            | 0,85          | 0,62               | 10                        | 6,20                       | 11,76                     |                         |
| 3    | Обігрів шафи              | 0,1                     | 1,0     | 1,0            | 1,0           | 0,0                | 0,1                       | 0,0                        | 0,1                       |                         |
|      | Всього по ЩС-1            |                         |         |                | 0,87          | 0,86               | 130                       | 111,8                      | 171,86                    | 221,17                  |
| ЩС-2 |                           |                         |         |                |               |                    |                           |                            |                           |                         |
| 1    | Пальнобійна<br>машина     | 100                     | 1,0     | 0,4            | 0,75          | 0,88               | 40                        | 35,2                       | 53,33                     |                         |
| 2    | Підігрів бетону           | 57,5                    | 1,0     | 0,6            | 1,0           | 0,0                | 34,5                      | 0,0                        | 34,5                      |                         |
| 3    | Компресори                | 18,5                    | 5,0     | 0,6            | 0,8           | 0,4                | 55,5                      | 23,87                      | 69,38                     |                         |
| 4    | Обігрів шафи              | 0,1                     | 1,0     | 1,0            | 1,0           | 0,0                | 0,1                       | 0,0                        | 0,1                       |                         |
|      | Всього по ЩС-2            |                         |         |                | 0,89          | 0,45               | 130                       | 59,07                      | 157,2                     | 222,82                  |
| ЩС-3 |                           |                         |         |                |               |                    |                           |                            |                           |                         |
| 1    | Освітлення                | 17,8                    | 1,0     | 0,9            | 0,92          | 0,43               | 16,02                     | 6,89                       | 17,41                     |                         |
| 2    | Бетононасоси              | 21                      | 3,0     | 0,7            | 0,85          | 0,62               | 44,02                     | 27,29                      | 51,78                     |                         |
| 3    | Зварювальні<br>апарати    | 5,0                     | 5,0     | 0,4            | 0,8           | 0,4                | 10                        | 4,0                        | 12,5                      |                         |

|      |      |          |        |      |                                        |  |  |  |  |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------------|--|--|--|--|------|
|      |      |          |        |      | 02.03 – КР. 2606 "С" 2025.10.30 008 ПЗ |  |  |  |  | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                        |  |  |  |  | 22   |

|   |                                 |     |     |     |      |      |     |        |        |        |
|---|---------------------------------|-----|-----|-----|------|------|-----|--------|--------|--------|
| 4 | Вузол<br>приготування<br>бетону | 100 | 1,0 | 0,5 | 0,85 | 0,62 | 50  | 31     | 58,82  |        |
| 5 | Обігрів шафи                    | 0,1 | 1,0 | 1,0 | 1,0  | 0,0  | 0,1 | 0,0    | 0,1    |        |
|   | Всього по ЩС-3                  | 0,1 | 1,0 | 1,0 | 0,88 | 0,58 | 120 | 69,18  | 140,62 | 206,55 |
|   | Всього:                         |     |     |     | 0,88 | 0,63 | 380 | 240,04 | 469,69 | 657,4  |

Для ЩС-1:

Підігрів бетону:

$$1) P_{\text{розр.1}} = P_{\text{вст.}} * N * K_{\text{п}} = 150 * 1 * 0,8 = 120 \text{ кВт}$$

$$2) Q_{\text{розр1}} = \text{tg}\varphi * P_{\text{розр.}} = 0,88 * 120 = 105,6 \text{ кВАр}$$

$$3) S_{\text{розр1}} = \frac{P_{\text{розр.}}}{\cos\varphi} = \frac{120}{0,75} = 160 \text{ кВА}$$

Битовки буд.майданчика:

$$1) P_{\text{розр.2}} = P_{\text{вст.}} * N * K_{\text{п}} = 12,5 * 1 * 0,8 = 10 \text{ кВт}$$

$$2) Q_{\text{розр2}} = \text{tg}\varphi * P_{\text{розр.}} = 0,62 * 10 = 6,2 \text{ кВАр}$$

$$3) S_{\text{розр2}} = \frac{P_{\text{розр.}}}{\cos\varphi} = \frac{10}{0,85} = 11,76 \text{ кВА}$$

Обігрів шафи:

$$1) P_{\text{розр3}} = P_{\text{вст.}} * N * K_{\text{п}} = 0,1 * 1 * 1 = 0,1 \text{ кВт}$$

$$2) Q_{\text{розр3}} = \text{tg}\varphi * P_{\text{розр.}} = 0 * 0,1 = 0 \text{ кВАр}$$

$$3) S_{\text{розр3}} = \frac{P_{\text{розр.}}}{\cos\varphi} = \frac{0,1}{1,0} = 0,1 \text{ кВА}$$

Всього на ЩС-1:

$$1) \cos\varphi = \frac{\cos\varphi1 + \cos\varphi2 + \cos\varphi3}{3} = \frac{0,75 + 0,85 + 1,0}{3} = 0,87$$

$$2) \text{tg}\varphi = \frac{Q_{\text{розр}}}{P_{\text{розр}}} = \frac{111,8}{130} = 0,86$$

$$3) P_{\text{розр.}} = P_{\text{розр.1}} + P_{\text{розр2.}} + P_{\text{розр.3}} = 120 + 10 + 0,1 = 130,1 \approx 130 \text{ кВт}$$

$$4) Q_{\text{розр.}} = Q_{\text{розр.1}} + Q_{\text{розр2.}} + Q_{\text{розр.3}} = 105,6 + 6,2 + 0 = 111,8 \text{ кВАр}$$

|      |      |          |        |      |                                        |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | 02.03 – КР. 2606 "С" 2025.10.30 008 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                        | 23   |

$$5) S_{\text{розр.}} = S_{\text{розр.1}} + S_{\text{розр.2.}} + S_{\text{розр.3}} = 160 + 11,76 + 0,1 = 171,86 \text{ кВА}$$

$$6) I_{\text{розр}} = \frac{P_{\text{розр}} \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot \cos \varphi} = \frac{130 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,87} = 228,17 \text{ А}$$

Для ЩС-2:

Пальобійна машина:

$$1) P_{\text{розр.1}} = P_{\text{вст.}} \cdot N \cdot K_{\Pi} = 100 \cdot 1 \cdot 0,4 = 40 \text{ кВт}$$

$$2) Q_{\text{розр1}} = \tan \varphi \cdot P_{\text{розр.}} = 0,88 \cdot 40 = 35,20 \text{ кВАр}$$

$$3) S_{\text{розр1}} = \frac{P_{\text{розр.}}}{\cos \varphi} = \frac{40}{0,75} = 53,33 \text{ кВА}$$

Підігрів бетону:

$$1) P_{\text{розр.2}} = P_{\text{вст.}} \cdot N \cdot K_{\Pi} = 57,5 \cdot 1 \cdot 0,6 = 34,5 \text{ кВт}$$

$$2) Q_{\text{розр2}} = \tan \varphi \cdot P_{\text{розр.}} = 0 \cdot 34,5 = 0 \text{ кВАр}$$

$$3) S_{\text{розр2}} = \frac{P_{\text{розр.}}}{\cos \varphi} = \frac{34,5}{1,0} = 34,5 \text{ кВА}$$

Компресори:

$$1) P_{\text{розр3}} = P_{\text{вст.}} \cdot N \cdot K_{\Pi} = 18,5 \cdot 5 \cdot 0,6 = 55,5 \text{ кВт}$$

$$2) Q_{\text{розр3}} = \tan \varphi \cdot P_{\text{розр.}} = 0,4 \cdot 55,5 = 23,87 \text{ кВАр}$$

$$3) S_{\text{розр3}} = \frac{P_{\text{розр.}}}{\cos \varphi} = \frac{55,5}{0,8} = 69,38 \text{ кВА}$$

Обігрів шафи:

$$1) P_{\text{розр4}} = P_{\text{вст.}} \cdot N \cdot K_{\Pi} = 0,1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,1 \text{ кВт}$$

$$2) Q_{\text{розр4}} = \tan \varphi \cdot P_{\text{розр.}} = 0 \cdot 0,1 = 0 \text{ кВАр}$$

$$3) S_{\text{розр4}} = \frac{P_{\text{розр.}}}{\cos \varphi} = \frac{0,1}{1,0} = 0,1 \text{ кВА}$$

Всього на ЩС-2:

$$1) \cos \varphi = \frac{\cos \varphi 1 + \cos \varphi 2 + \cos \varphi 3 + \cos \varphi 4}{4} = \frac{0,75 + 1,0 + 0,8 + 1,0}{4} = 0,89$$

$$2) \tan \varphi = \frac{Q_{\text{розр}}}{P_{\text{розр}}} = \frac{59,07}{130} = 0,45$$

$$3) P_{\text{розр.}} = P_{\text{розр.1}} + P_{\text{розр.2.}} + P_{\text{розр.3}} + P_{\text{розр.4}} = 40 + 34,5 + 55,5 + 0,1 = 130,1 \approx 130 \text{ кВт}$$

$$4) Q_{\text{розр.}} = Q_{\text{розр.1}} + Q_{\text{розр.2.}} + Q_{\text{розр.3}} + Q_{\text{розр.4}} = 35,2 + 0 + 23,8 + 0 = 59,07 \text{ кВАр}$$

|      |      |          |        |      |                                        |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | 02.03 – КР. 2606 "С" 2025.10.30 008 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                        | 24   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                        |      |

$$5) S_{\text{розр.}} = S_{\text{розр.1}} + S_{\text{розр.2}} + S_{\text{розр.3}} + S_{\text{розр.4}} = 53,33 + 34,5 + 69,38 + 0,1 = 157,21 \text{ кВА}$$

$$6) I_{\text{розр}} = \frac{P_{\text{розр.}} * 1000}{\sqrt{3} * 380 * \cos \varphi} = \frac{130 * 1000}{\sqrt{3} * 380 * 0,89} = 222,82 \text{ А}$$

Для ЩС-3:

Освітлення:

$$1) P_{\text{розр.1}} = P_{\text{вст.}} * N * K_{\Pi} = 17,8 * 1 * 0,9 = 16,02 \text{ кВт}$$

$$2) Q_{\text{розр.1}} = tg \varphi * P_{\text{розр.}} = 0,43 * 16,02 = 6,899 \text{ кВАр}$$

$$3) S_{\text{розр.1}} = \frac{P_{\text{розр.}}}{\cos \varphi} = \frac{16,02}{0,92} = 17,41 \text{ кВА}$$

Бетононасоси:

$$1) P_{\text{розр.2}} = P_{\text{вст.}} * N * K_{\Pi} = 21 * 3 * 0,7 = 44,02 \text{ кВт}$$

$$2) Q_{\text{розр.2}} = tg \varphi * P_{\text{розр.}} = 0,62 * 44,02 = 27,29 \text{ кВАр}$$

$$3) S_{\text{розр.2}} = \frac{P_{\text{розр.}}}{\cos \varphi} = \frac{44,02}{0,85} = 51,78 \text{ кВА}$$

Зварювальні апарати:

$$1) P_{\text{розр.3}} = P_{\text{вст.}} * N * K_{\Pi} = 5 * 5 * 0,4 = 10 \text{ кВт}$$

$$2) Q_{\text{розр.3}} = tg \varphi * P_{\text{розр.}} = 0,4 * 10 = 4,0 \text{ кВАр}$$

$$3) S_{\text{розр.3}} = \frac{P_{\text{розр.}}}{\cos \varphi} = \frac{10}{0,8} = 12,5 \text{ кВА}$$

Вузол приготування бетону:

$$1) P_{\text{розр.4}} = P_{\text{вст.}} * N * K_{\Pi} = 100 * 1 * 0,5 = 50 \text{ кВт}$$

$$2) Q_{\text{розр.4}} = tg \varphi * P_{\text{розр.}} = 0,62 * 50 = 31 \text{ кВАр}$$

$$3) S_{\text{розр.4}} = \frac{P_{\text{розр.}}}{\cos \varphi} = \frac{50}{0,85} = 58,82 \text{ кВА}$$

Обігрів шафи:

$$1) P_{\text{розр.5}} = P_{\text{вст.}} * N * K_{\Pi} = 0,1 * 1 * 1 = 0,1 \text{ кВт}$$

$$2) Q_{\text{розр.5}} = tg \varphi * P_{\text{розр.}} = 0 * 0,1 = 0 \text{ кВАр}$$

$$3) S_{\text{розр.5}} = \frac{P_{\text{розр.}}}{\cos \varphi} = \frac{0,1}{1,0} = 0,1 \text{ кВА}$$

Всього на ЩС-3:

|      |      |          |        |      |                                        |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | 02.03 – КР. 2606 "С" 2025.10.30 008 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                        | 25   |

$$1) \cos\varphi = \frac{\cos\varphi_1 + \cos\varphi_2 + \cos\varphi_3 + \cos\varphi_4 + \cos\varphi_5}{5} = \frac{0,92 + 0,85 + 0,8 + 0,85 + 1}{5} = 0,88$$

$$2) \operatorname{tg}\varphi = \frac{Q_{\text{розр}}}{P_{\text{розр}}} = \frac{69,18}{120} = 0,58$$

$$3) P_{\text{розр.}} = P_{\text{розр.1}} + P_{\text{розр.2}} + P_{\text{розр.3}} + P_{\text{розр.4}} + P_{\text{розр.5}} = 16,02 + 44,02 + 10 + 50 + 0,1 = 120 \text{ кВт}$$

$$4) Q_{\text{розр.}} = Q_{\text{розр.1}} + Q_{\text{розр.2}} + Q_{\text{розр.3}} + Q_{\text{розр.4}} + Q_{\text{розр.5}} = 6,89 + 27,29 + 4,0 + 31 + 0 = 69,18 \text{ кВар}$$

$$5) S_{\text{розр.}} = S_{\text{розр.1}} + S_{\text{розр.2}} + S_{\text{розр.3}} + S_{\text{розр.4}} + S_{\text{розр.5}} = 17,41 + 51,78 + 12,5 + 58,82 + 0,1 = 140,62 \text{ кВА}$$

$$6) I_{\text{розр}} = \frac{P_{\text{розр}} \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot \cos\varphi} = \frac{120 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,88} = 206,55 \text{ А}$$

За результатами сумарного розрахунку навантажень для всього будівельного майданчика отримано:

- активна потужність — 380 кВт;
- реактивна потужність — 240 кВар;
- повна потужність — 469,7 кВА;
- розрахунковий струм — 657,4 А;
- коефіцієнт потужності — 0,88.

Для визначення необхідної потужності силового трансформатора було виконано перевірку завантаження трансформаторної підстанції [4 ,24]. У проєкті прийнято комплектну трансформаторну підстанцію КТПГС-10/0,4 кВ із трансформатором ТМ-630/10/0,4 кВ потужністю 630 кВА.

Коефіцієнт завантаження трансформатора визначається співвідношенням розрахункової повної потужності навантаження до номінальної потужності трансформатора [16, 20]:

$$K_{\text{з. тр}} = \frac{S_p}{S_{\text{ном}}} \cdot 100\% = \frac{469.67}{630} \cdot 100\% = 74.5\% \quad (2.1)$$

Отримане значення коефіцієнта завантаження становить 74,5 %, що відповідає допустимому режиму роботи трансформатора та забезпечує необхідний

|      |      |          |        |      |                                        |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | 02.03 – КР. 2606 "С" 2025.10.30 008 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                        | 26   |

резерв потужності для можливого короткочасного збільшення навантаження під час виконання будівельних робіт [4].

Вибір трансформатора типу ТМ-630/10/0,4 кВ є технічно та економічно обґрунтованим, оскільки: забезпечується надійне живлення всіх електроприймачів будівельного майданчика; трансформатор працює без перевантаження; передбачений резерв потужності; забезпечуються допустимі втрати напруги; забезпечується можливість підключення додаткового тимчасового обладнання [20, 24].

Для живлення розподільчих щитів ЩС-1, ЩС-2 та ЩС-3 передбачено прокладання трьох кабельних ліній 0,4 кВ марки АВВГз 4×240 [14]. Кабельні лінії прокладаються від РУ-0,4 кВ КТПГС до відповідних щитів будівельних механізмів [22].

Живлення КТПГС-10/0,4 кВ виконується кабельними лініями 10 кВ марки АПвЭгаПу-20-3(1×120/35), які прокладаються в землі від існуючої мережі 10 кВ [8]. Загальна схема електропостачання передбачає можливість тимчасового підключення будівельного майданчика із подальшим демонтажем обладнання після завершення будівництва [25].

Для забезпечення комерційного обліку електричної енергії у КТПГС встановлюється трифазний багатотарифний лічильник типу GAMA 300 із трансформаторами струму 800/5 А та можливістю дистанційного зчитування даних через систему АСКОЕ [1, 3].

Отже, виконані розрахунки підтверджують правильність вибору схеми тимчасового електропостачання, потужності трансформаторної підстанції та основного електротехнічного обладнання. Запропоновані технічні рішення забезпечують надійну та безпечну роботу електроустановок будівельного майданчика протягом усього періоду будівництва [14, 22].

## 2.2. Розрахунок і вибір кабельних ліній 10 кВ та 0,4 кВ

|      |      |          |        |      |                                        |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | 02.03 – КР. 2606 "С" 2025.10.30 008 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                        | 27   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                        |      |

Розрахунок і вибір кабельних ліній виконано відповідно до вимог ПУЕ[14], ДБН В.2.5-23:2010 [11] та чинних нормативних документів з урахуванням: розрахункових електричних навантажень; категорії надійності електропостачання; допустимих струмових навантажень; втрат напруги; умов прокладання кабельних трас; термічної стійкості кабелів при коротких замиканнях; механічної міцності та умов експлуатації на будівельному майданчику [23].

Електроприймачі будівельного майданчика належать до III категорії надійності електропостачання [11]. Загальна розрахункова потужність споживачів становить 380 кВт, повна потужність – 469,69 кВА, а розрахунковий струм на стороні 0,4 кВ – 657,4 А.

Для живлення будівельних механізмів передбачено встановлення одностансформаторної КТПГС-10/0,4 кВ із силовим трансформатором типу ТМ-630/10/0,4. Коефіцієнт завантаження трансформатора становить близько 74,5 %, що відповідає допустимому режиму роботи та забезпечує необхідний резерв потужності [4].

### **Розрахунок та вибір кабельних ліній 10 кВ**

Живлення проєктованої КТПГС-10/0,4 кВ здійснюється двома кабельними лініями 10 кВ від існуючої мережі РП-148 – ТП-8406. Кабельні лінії прокладаються в землі згідно з технічними умовами оператора системи розподілу [2].

Проєктом передбачено такі ділянки кабельних ліній 10 кВ:

- від РП-148 до муфти М7 – 225 м;
- від муфти М7 до КТПГС – 32 м;
- від ТП-8406 до муфти М4 – 263 м;
- від муфти М4 до муфти М2 – 85 м;
- від муфти М2 до КТПГС – 31 м.

Для всіх ділянок прийнято кабель марки АПвЭгаПу-20-3(1х120(г)/35). Вибір марки кабелю обумовлений необхідністю забезпечення надійного електропостачання будівельного майданчика в умовах міської забудови та складних умов прокладання [18]. Даний кабель має ізоляцію із зшитого

|      |      |          |        |      |                                        |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | 02.03 – КР. 2606 "С" 2025.10.30 008 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                        | 28   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                        |      |

поліетилену, алюмінієву жилу та підвищену механічну міцність, що забезпечує його стійкість до зовнішніх впливів і довговічність під час експлуатації [8].

Вибір перерізу кабелю 120 мм<sup>2</sup> виконано на основі тривалого допустимого струму та умов економічної доцільності [14, 24]. Оскільки кабельна лінія живить трансформатор потужністю 630 кВА, розрахунковий струм на стороні 10 кВ визначається за формулою [23]:

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} * U} = \frac{630}{\sqrt{3} * 10} = 36 \text{ А} \quad (2.2)$$

Розрахунковий струм становить приблизно 36 А, що значно менше допустимого тривалого струму для кабелю перерізом 120 мм<sup>2</sup> [14]. Отже, обраний кабель забезпечує необхідну пропускну здатність та має достатній запас по нагріванню.

Крім того, вибраний переріз відповідає вимогам термічної стійкості при коротких замиканнях та забезпечує допустимі втрати напруги [14, 26]. Враховуючи відносно невелику довжину ліній, втрати напруги в мережі 10 кВ не перевищують нормативних значень [15].

Прокладання кабельних ліній 10 кВ передбачено в траншеях із дотриманням нормативних відстаней до інших інженерних мереж [14]. У місцях перетину з дорогами та комунікаціями кабелі прокладаються в захисних поліетиленових трубах. Для забезпечення безпечної експлуатації передбачено сигнальну стрічку та механічний захист кабелів [5]. План прокладання кабелів 10кВ в траншеї наведено на рис. 2.1

|      |      |          |        |      |                                        |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | 02.03 – КР. 2606 "С" 2025.10.30 008 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                        | 29   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                        |      |

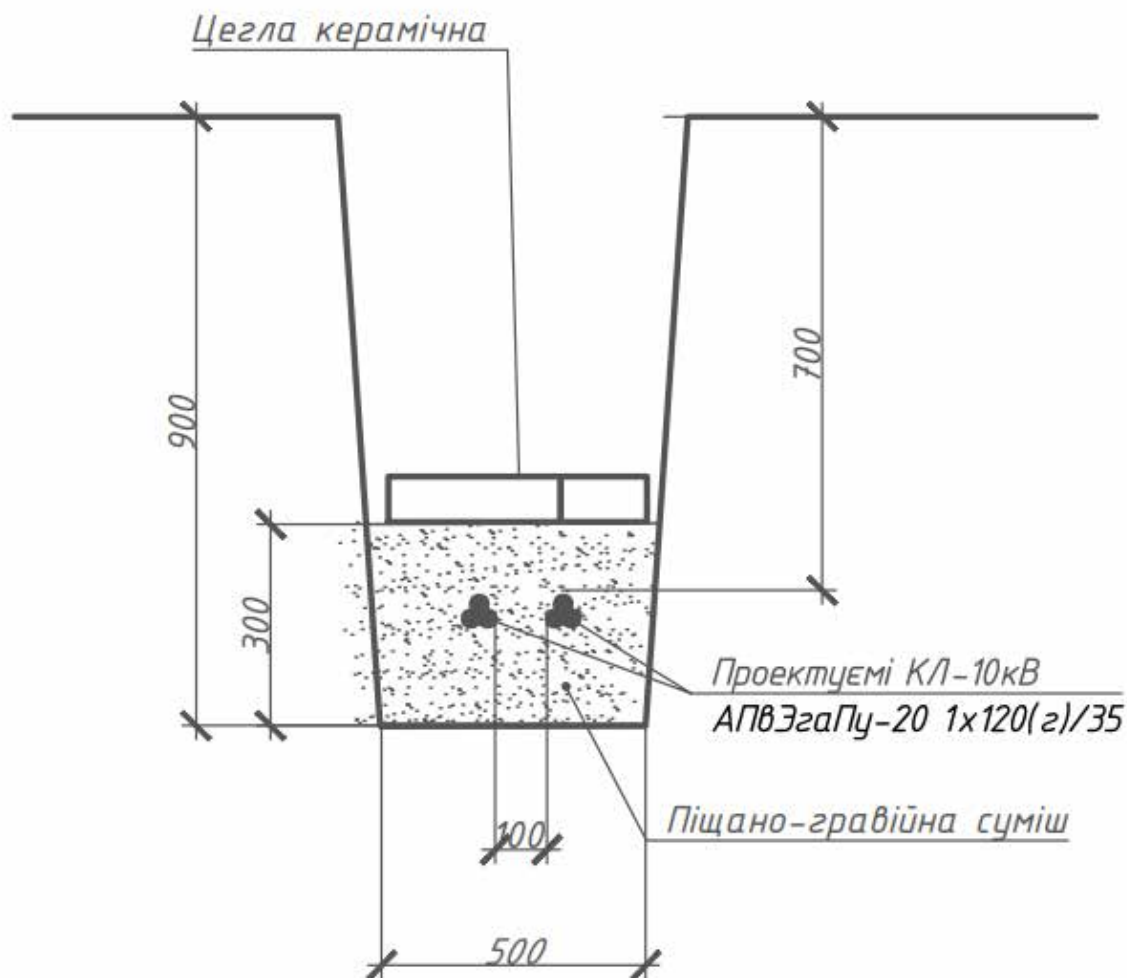


Рис. 2.1 План прокладки кабельної лінії 10кВ

### Розрахунок та вибір кабельних ліній 0,4 кВ

Від РУ-0,4 кВ проєктованої КТПГС здійснюється живлення трьох розподільчих щитів будівельних механізмів: ЩС-1, ЩС-2 та ЩС-3. Для цього передбачено прокладання трьох окремих кабельних ліній 0,4 кВ [22].

Для живлення щитів використано кабелі марки АВВГз-1-4х240. Довжини кабельних ліній становлять:

- до ЩС-1 – 10 м;
- до ЩС-2 – 8 м;
- до ЩС-3 – 7 м.

|      |      |          |        |      |                                        |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | 02.03 – КР. 2606 "С" 2025.10.30 008 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                        | 30   |

Розрахункові струми навантаження щитів складають: ЩС-1 – 228,17 А; ЩС-2 – 222,82 А; ЩС-3 – 206,55 А.

Вибір перерізу кабелю 4х240 мм<sup>2</sup> виконано за допустимим струмовим навантаженням, механічною міцністю та умовами нагрівання [14]. Кабель АВВГз має алюмінієві жили та полівінілхлоридну ізоляцію, що дозволяє використовувати його для стаціонарного прокладання у мережах до 1 кВ.

Розрахунок струму навантаження для трифазної мережі виконується за залежністю [19]:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3}U \cdot \cos\varphi} \quad (2.3)$$

де:

- Р – розрахункова потужність;
- U – лінійна напруга мережі;
- cosφ – коефіцієнт потужності.

Допустимий тривалий струм для кабелю АВВГз 4х240 мм<sup>2</sup> перевищує розрахункові значення струму навантаження, тому кабель працюватиме без перевищення допустимих температур нагрівання [14].

Оскільки довжини кабельних ліній 0,4 кВ є незначними, втрати напруги в лініях мінімальні та не перевищують допустимого значення 5 % відповідно до вимог нормативних документів [11, 15]. Це забезпечує стабільну роботу електрообладнання будівельного майданчика та нормальні умови пуску електродвигунів [22].

Кабельні лінії 0,4 кВ прокладаються відкрито по конструкціях КТПГС та в захисних трубах у місцях проходів через будівельні конструкції [10]. Для додаткового механічного захисту передбачено прокладання кабелів у трубах ПВД діаметром 110 мм [22].

Вибір апаратів захисту кабельних ліній виконано відповідно до розрахункових струмів навантаження [14]. На вводах та відхідних лініях застосовано рубильники із запобіжниками та автоматичні вимикачі необхідного

|      |      |          |        |      |                                        |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | 02.03 – КР. 2606 "С" 2025.10.30 008 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                        | 31   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                        |      |

номіналу. Для захисту від перевантажень та коротких замикань використано плавкі вставки номіналом 400 А [6].

Виконані розрахунки підтверджують правильність вибору кабельних ліній 10 кВ та 0,4 кВ для системи тимчасового електропостачання багатофункціонального комплексу. Обрані кабелі забезпечують необхідну пропускну здатність, допустимі втрати напруги, надійність роботи та відповідність вимогам чинних нормативних документів [11, 14].

### **2.3. Розробка схеми електропостачання, вибір обладнання та організація обліку електроенергії**

Для забезпечення електропостачання будівельних механізмів багатофункціонального комплексу у кваліфікаційній роботі розроблено тимчасову систему електропостачання на період виконання будівельно-монтажних робіт. Проектні рішення прийняті відповідно до технічних умов оператора системи розподілу [2], вимог ПУЕ [14], ДБН В.2.5-23:2010 [11] та інших нормативних документів. Основою для прийнятих рішень є проект електропостачання будівельних механізмів із застосуванням комплектної трансформаторної підстанції КТПГС-10/0,4 кВ[25].

Система тимчасового електропостачання призначена для живлення будівельних механізмів, установок підігріву бетону, компресорного обладнання, освітлення будівельного майданчика, бетононасосів, пальобійної машини, зварювальних апаратів та тимчасових побутових приміщень [22]. Загальна розрахункова потужність електроприймачів становить 380 кВт при коефіцієнті потужності  $\cos\varphi = 0,88$ . Повна розрахункова потужність складає 469,69 кВА, а розрахунковий струм навантаження — 657,4 А.

За ступенем надійності електропостачання електроприймачі будівельного майданчика віднесені до III категорії [11]. Джерелом живлення є підстанція 10 кВ «Олімпійська». Для електропостачання об'єкта прийнято рішення про

|      |      |          |        |      |                                        |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | 02.03 – КР. 2606 "С" 2025.10.30 008 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                        | 32   |

встановлення однострансформаторної комплектної трансформаторної підстанції КТПГС-10/0,4 кВ транзитного типу з силовим трансформатором ТМ-630/10/0,4 кВ потужністю 630 кВА. Схема з'єднання обмоток трансформатора прийнята  $\Delta/Yn-1$  [21].

Електропостачання КТПГС-10/0,4 кВ передбачено двома кабельними лініями 10 кВ, які виконані кабелем марки АПвЭгаПу-20-3(1×120/35) [8]. Кабельні лінії прокладаються в землі та підключаються до існуючої мережі 10 кВ шляхом врізки у кабельну лінію «РП148–8406» №2. Загальна довжина ділянок кабельних ліній становить понад 600 м.

На стороні 10 кВ у КТПГС передбачено встановлення камер КСО-394 з вимикачами навантаження типу ВНА-10/630 та високовольтними запобіжниками ПКТ-80А. Така схема дозволяє забезпечити необхідний рівень захисту трансформатора від струмів короткого замикання та перевантажень [14]. Для комутації та секціонування мережі застосовано три вимикачі навантаження, що забезпечують можливість оперативного відключення окремих ділянок мережі [21].

Розподіл електроенергії на стороні 0,4 кВ виконується через розподільчий пристрій РУ-0,4 кВ КТПГС [17]. Для живлення споживачів будівельного майданчика передбачено три окремі щити будівельних механізмів: ЩС-1, ЩС-2 та ЩС-3 [23]. Живлення щитів здійснюється кабельними лініями марки АВВГз 4×240 [14]. Кабелі прокладаються від РУ-0,4 кВ КТПГС до відповідних розподільчих щитів.

Щит ЩС-1 призначений для живлення систем підігріву бетону, побутових приміщень та допоміжного обладнання [25]. Розрахункова потужність навантаження щита становить 130 кВт, а розрахунковий струм — 228,17 А. Для захисту відхідних ліній застосовані плавкі запобіжники та автоматичні вимикачі [14]. Також у щиті передбачено встановлення диференційних автоматичних вимикачів для захисту персоналу від ураження електричним струмом [7].

|      |      |          |        |      |                                        |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | 02.03 – КР. 2606 "С" 2025.10.30 008 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                        | 33   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                        |      |

Щит ЩС-2 забезпечує живлення пальобійної машини, компресорного обладнання та установок підігріву бетону[22]. Розрахункова потужність цього щита становить 130 кВт, а струм навантаження — 222,82 А. У схемі щита передбачені рубильники, плавкі запобіжники, автоматичні вимикачі та пристрої диференційного захисту[6, 7].

Щит ЩС-3 використовується для живлення вузла приготування бетону, бетононасосів, освітлення та зварювального обладнання[25]. Розрахункова потужність навантаження становить 120 кВт при струмі 206,55 А. Для підключення зварювальних апаратів та освітлювальних мереж передбачено окремі групові автоматичні вимикачі [6, 14].

Вибір перерізів кабельних ліній виконано за умовами допустимого тривалого струму, механічної міцності та допустимих втрат напруги[14, 17]. Для мережі 0,4 кВ прийнято кабель марки АВВГз 4×240, який забезпечує передачу необхідної потужності з допустимим нагрівом жил та необхідним запасом пропускної здатності. Для мережі 10 кВ застосовано кабель АПвЭгаПу-20-3(1×120/35), який відповідає вимогам щодо надійності роботи в міських умовах та має підвищену механічну міцність[8].

Комутаційне обладнання низької напруги вибиралося відповідно до розрахункових струмів навантаження та умов селективності захисту. На вводі РУ-0,4 кВ встановлено роз'єднувач РЕ19-43 на струм 1600 А та плавкі запобіжники NT-4. Для відхідних ліній застосовано рубильники із запобіжниками РПС-4 та плавкі вставки номіналом 400 А[6].

Організація комерційного обліку електроенергії виконана відповідно до вимог глави 1.5 ПУЕ та ДБН В.2.5-23:2010[11]. Комерційний облік передбачено у ввідній комірці РУ-0,4 кВ КТПГС-10/0,4 кВ на межі балансової належності між оператором системи розподілу та споживачем[1].

Для обліку електричної енергії прийнято трифазний багатотарифний електронний лічильник типу GAMA 300 G3B.147.240.F47.B2.P4.C311.A3.L1 трансформаторного включення з номінальними параметрами 230/400 В, 5(10) А та

|      |      |          |        |      |                                        |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | 02.03 – КР. 2606 "С" 2025.10.30 008 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                        | 34   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                        |      |

класом точності 1,0[3]. Лічильник працює спільно з трансформаторами струму ТШ-0,66 з коефіцієнтом трансформації 800/5 та класом точності 0,5s.

Перевірка відповідності трансформаторів струму та лічильника показала, що навантаження вторинних кіл знаходиться в допустимих межах, а струм у вторинному колі перевищує мінімально допустимі значення для забезпечення нормативної точності вимірювання[24].

Для автоматизованого збору та передачі даних передбачено впровадження системи АСКОЕ[1]. Передача інформації здійснюється за допомогою GSM/GPRS-модему MLC 5.10 та каналу зв'язку RS-485. Лічильник підтримує інтеграцію до систем дистанційного збору даних оператора системи розподілу[3]. Передбачено встановлення локального устаткування збору та обробки даних (ЛУЗОД), а також можливість дистанційного зняття показників електроспоживання.

Для забезпечення захисту від несанкціонованого доступу всі кола обліку, трансформатори струму, випробувальні колодки та шафа ЛУЗОД підлягають опломбуванню[1, 3]. Шафа обліку має спеціальне виконання з окремими відсіками для комутаційної апаратури та приладів обліку.

Отже, розроблена схема тимчасового електропостачання забезпечує надійне та безпечне електроживлення будівельного майданчика багатофункціонального комплексу. Прийняті технічні рішення дозволяють забезпечити необхідний рівень електробезпеки, надійності електропостачання, ефективний розподіл навантаження та сучасний комерційний облік електричної енергії із можливістю дистанційного контролю параметрів електроспоживання [11, 14, 22].

## Висновок до розділу 2

У другому розділі було виконано повний комплекс розрахунків та розроблено технічні рішення для забезпечення надійного тимчасового електропостачання будівельного майданчика багатофункціонального комплексу.

|      |      |          |        |      |                                        |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | 02.03 – КР. 2606 "С" 2025.10.30 008 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                        | 35   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                        |      |

На основі проведеної роботи визначено сумарні електричні навантаження об'єкта методом коефіцієнтів попиту відповідно до вимог ДБН В.2.5-23:2010. Встановлена потужність електроприймачів становить 380 кВт, а повна розрахункова потужність — 469,69 кВА. Обґрунтовано встановлення комплектної трансформаторної підстанції КТПГС-10/0,4 кВ із силовим трансформатором типу ТМ-630/10/0,4 кВ. Розрахунковий коефіцієнт завантаження трансформатора становить 74,5%, що згідно з нормами проектування підстанцій (ГКД 341.004.001-94) забезпечує оптимальний режим роботи та необхідний резерв потужності. Виконано вибір кабельних ліній: для мережі 10 кВ обрано кабель марки АПвЭгаПу-20-3(1×120/35), який відповідає вимогам ПУЕ щодо термічної стійкості та тривалих допустимих струмів. Для мережі 0,4 кВ прийнято кабелі марки АВВГз 4×240, що забезпечують живлення розподільчих щитів ЩС-1, ЩС-2 та ЩС-3. Вибір перерізів підтверджено розрахунками на допустимий нагрів та втрати напруги, що не перевищують нормативні 5%. Спроековано систему розподілу з використанням камер КСО-394, вимикачів навантаження ВНА-10/630 та автоматичних вимикачів, що забезпечує селективність та надійність захисту згідно з НПАОП 40.1-1.32-01. Організовано комерційний облік із використанням багатотарифного лічильника ГАМА 300 та системи АСКОЕ, що повністю відповідає вимогам Кодексу комерційного обліку електричної енергії.

Запропоновані технічні рішення відповідають чинним нормативним документам України, зокрема ПУЕ:2017, ДБН В.2.5-23:2010 та Кодексу систем розподілу, що гарантує безпечну та ефективну експлуатацію електроустановок протягом усього періоду будівництва.

|      |      |          |        |      |                                        |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | 02.03 – КР. 2606 "С" 2025.10.30 008 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                        | 36   |

РОЗДІЛ 3  
ЕКСПЛУАТАЦІЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ ТИМЧАСОВОГО  
ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

**3.1. Організація тимчасового електропостачання будівельного майданчика**

Безперебійна робота будівельного майданчика під час спорудження багатофункціонального комплексу безпосередньо залежить від раціонального проектування тимчасової схеми енергозабезпечення. Головним завданням цього етапу є не лише покриття поточних пікових навантажень від технологічного обладнання (бетононасоси, пальовий технічний, зварювальні пости), а й дотримання жорстких вимог електробезпеки в мінливих умовах будівництва [22, 25]. Реалізація проектних рішень виконується суворо в межах погоджених технічних умов, вимог ПУЕ та галузевих стандартів охорони праці [2, 14].

**Етапність розгортання та розміщення силового обладнання**

Монтаж елементів системи енергопостачання інтегрується в загальний будівельний генплан і виконується у чіткій послідовності:

1. Встановлення джерела живлення: На підготовленій та захищеній від підтоплення зоні монтується одностансформаторна підстанція транзитного типу КТПГС-10/0,4 кВ (трансформатор ТМ-630/10/0,4 кВ). Локація підстанції обирається поблизу центру навантажень майданчика [16, 24].
2. Прокладання кабельних ліній 10 кВ: Підключення КТПГС до підстанції «Олімпійська» (через врізку в кабельну лінію «РП148–8406» №2) здійснюється двома кабельними лініями АПвЭгаПу-20-3(1×120/35) [4, 8].
3. Прокладання кабельних ліній 0,4 кВ: Від розподільчого пристрою РУ-0,4 кВ комутуються радіальні лінії кабелем АВВГз 4×240 до трьох ключових локальних пунктів розподілу: ЩС-1, ЩС-2 та ЩС-3 [14, 25].

Функціональне зонування та трасування мереж

|      |      |          |        |      |                                        |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | 02.03 – КР. 2606 "С" 2025.10.30 008 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                        | 37   |

Для оптимізації передачі енергії (загальна розрахункова потужність — 380 кВт, повна — 469,69 кВА, струм — 657,4 А при  $\cos\varphi = 0,88$ ) будівельний майданчик розбивається на три організаційні зони, кожна з яких живиться від окремого щита зі ступенем захисту не менше IP54 [6, 21]:

- Щит ЩС-1 (130 кВт / 228,17 А): Забезпечує енергією побутове містечко, допоміжні служби та блоки прогріву бетону в зимовий період [25].
- Щит ЩС-2 (130 кВт / 222,82 А): Організовує живлення важкої інженерної техніки (пальобійної машини, компресорів), що характеризується важкими пусковими режимами [22].
- Щит ЩС-3 (120 кВт / 206,55 А): Концентрує енергопостачання навколо бетонозмішувального вузла, бетононасосів, освітлювальних веж та постів ручного зварювання [25].

Прокладання кабелів АВВГз 4×240 виконується переважно відкритим способом у поліетиленових захисних трубах. У місцях перетину технологічних проїздів для вантажної техніки та зон переміщення гусеничних кранів передбачається додатковий механічний захист кабелів за допомогою сталевих футлярів або залізобетонних лотків [14, 24].

### **Організація експлуатації, обліку та диспетчеризації**

Управління та нагляд за станом тимчасових мереж покладається на призначену енергетичну службу генпідрядника. Надійна робота високовольтної частини (10 кВ) гарантується камерами КСО-394 з вимикачами ВНА-10/630 та запобіжниками ПКТ-80А, а низьковольтної — ввідним роз'єднувачем РЕ19-43 (1600 А) та плавкими вставками NT-4 і РПС-4 на 400 А [6, 14].

Для запобігання комерційним втратам та несанкціонованому доступу вся вимірювальна група й шафи ЛУЗОД розміщуються в окремому захищеному відсіку КТПГС та підлягають обов'язковому опломбуванню [1, 3].

### **Комплекс заходів з електробезпеки та демонтажу**

Специфіка будівельного майданчика (робота на відкритому повітрі, висока вологість, наявність металоконструкцій) вимагає суворого дотримання правил

|      |      |          |        |      |                                        |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | 02.03 – КР. 2606 "С" 2025.10.30 008 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                        | 38   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                        |      |

безпеки: усі щити (ЩС-1, ЩС-2, ЩС-3) та корпус КТПГС підключаються до індивідуальних або загального контуру захисного заземлення згідно з ДБН В.2.5-27:2006 [7]; для захисту персоналу від витоків струму та дотику до струмопровідних частин у лініях живлення ручного інструменту, зварювальних апаратів та побутових модулів в обов'язковому порядку встановлюються диференційні автоматичні вимикачі та ПЗВ [5, 11]; обслуговування мережі дозволяється лише кваліфікованому персоналу з групою допуску не нижче III–IV [5].

Оскільки система є тимчасовою, після введення багатофункціонального комплексу в експлуатацію за постійною схемою, всі елементи (КТПГС, кабелі 10/0,4 кВ, тимчасові розподільчі пункти) демонтуються. Проектом передбачено відновлення міської кабельної лінії «РП148–8406» №2 до її первинного стану та здачу ділянки органам нагляду [12, 18].

### 3.2. Вимоги до монтажу та експлуатації тимчасових електромереж

Монтаж та експлуатація тимчасових електромереж будівельного майданчика багатофункціонального комплексу повинні виконуватись відповідно до вимог ПУЕ, ДБН В.2.5-23:2010, НПАОП 40.1-1.01-97 та інших чинних нормативних документів [5, 11, 14]. Тимчасова система електропостачання призначена для забезпечення безпечної та надійної роботи будівельних механізмів, освітлення, технологічного обладнання та побутових споживачів на період виконання будівельно-монтажних робіт [22, 25].

Згідно з прийнятими проектними рішеннями, електропостачання будівельного майданчика здійснюється від мережі 10 кВ ПС «Олімпійська» через комплектну трансформаторну підстанцію КТПГС-10/0,4 кВ з трансформатором ТМ-630/10/0,4 потужністю 630 кВА [4, 16]. Розподіл електроенергії на стороні 0,4 кВ виконується через щити будівельних механізмів ЩС-1, ЩС-2 та ЩС-3 із застосуванням кабельних ліній марки АВВГз 4×240 мм<sup>2</sup> [22, 25].

|      |      |          |        |      |                                        |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | 02.03 – КР. 2606 "С" 2025.10.30 008 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                        | 39   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                        |      |

Перед початком монтажних робіт повинні бути виконані організаційно-технічні заходи: погодження трас прокладання кабельних ліній, перевірка наявності існуючих підземних інженерних комунікацій, виконання розмітки трас та підготовка місць встановлення електрообладнання [10, 12]. Монтаж тимчасових мереж допускається виконувати лише спеціалізованими організаціями або електротехнічним персоналом, який має відповідну групу з електробезпеки [5].

Прокладання кабельних ліній 10 кВ та 0,4 кВ необхідно виконувати відповідно до вимог ПУЕ та СОУ-Н ЕЕ 20.179:2008 [8, 14]. Кабельні лінії, що прокладаються у ґрунті, повинні розміщуватись на глибині не менше 0,7 м від поверхні землі з улаштуванням піщаної подушки та захисного шару [14, 22]. У місцях перетину з автомобільними дорогами, тимчасовими проїздами та іншими інженерними мережами кабелі необхідно прокладати у захисних трубах або футлярах [8, 22]. Для кабельних ліній 10 кВ проектом передбачено використання кабелів типу АПвЭгаПу-20-3(1×120/35), що забезпечують необхідну механічну міцність та допустимі струмові навантаження [8].

Під час монтажу тимчасової КТПГС-10/0,4 кВ необхідно забезпечити виконання вимог щодо пожежної безпеки, вентиляції та можливості безпечного доступу обслуговуючого персоналу [4, 5]. Підстанція повинна встановлюватися на підготовленому фундаменті з дотриманням нормативних відстаней до будівель, тимчасових споруд та транспортних шляхів [4]. Корпус КТПГС, металеві оболонки кабелів, щити та інше електрообладнання повинні бути приєднані до заземлювального пристрою [7, 14].

Захисне заземлення виконується відповідно до вимог ПУЕ та ДБН В.2.5-27:2006. Опір заземлювального пристрою повинен відповідати нормативним значенням для електроустановок напругою до 1 кВ та понад 1 кВ [7]. Для забезпечення електробезпеки передбачається застосування системи TN-S із розділенням PEN-провідника на PE та N-провідники у РУ-0,4 кВ КТПГС [11, 14]. Усі металеві неструмовідні частини електрообладнання повинні бути надійно заземлені [7].

|      |      |          |        |      |                                        |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | 02.03 – КР. 2606 "С" 2025.10.30 008 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                        | 40   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                        |      |

Монтаж щитів будівельних механізмів необхідно виконувати у місцях, захищених від атмосферних опадів, механічних пошкоджень та несанкціонованого доступу [6, 25]. Щити повинні мати ступінь захисту не нижче IP44, а для зовнішнього встановлення — IP54[6]. На вводах та відхідних лініях необхідно встановлювати комутаційні апарати та запобіжники, підібрані за умовами струмового навантаження та селективності захисту [14]. Проєктом передбачено застосування рубильників із запобіжниками та автоматичних вимикачів номіналом до 400 А [25].

Особливу увагу під час експлуатації тимчасових електромереж необхідно приділяти технічному стану кабельних ліній та електрообладнання [22]. Повинні регулярно проводитися:

- візуальний огляд стану кабелів та електрообладнання;
- перевірка контактних з'єднань;
- контроль навантаження трансформатора [17];
- вимірювання опору ізоляції [5];
- перевірка стану заземлення [7];
- перевірка роботи апаратів захисту та комутації [14].

Експлуатація мережі допускається лише за умови справності засобів захисту, наявності попереджувальних написів та плакатів безпеки [5]. Усі роботи в діючих електроустановках повинні виконуватись відповідно до вимог НПАОП 40.1-1.01-97 із застосуванням засобів індивідуального захисту [5].

Для організації комерційного обліку електроенергії у КТПГС-10/0,4 кВ встановлюється електронний багатотарифний лічильник типу GAMA 300 з можливістю підключення до системи АСКОЕ [1, 3]. Монтаж лічильника та трансформаторів струму повинен забезпечувати можливість опломбування та виключати несанкціонований доступ до кіл обліку [1].

У процесі експлуатації необхідно контролювати рівень завантаження трансформатора. Відповідно до виконаних розрахунків коефіцієнт завантаження трансформатора становить 74,5 %, що відповідає допустимому режиму роботи та

|      |      |          |        |      |                                        |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | 02.03 – КР. 2606 "С" 2025.10.30 008 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                        | 41   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                        |      |

забезпечує резерв потужності для можливого підключення додаткових електроприймачів [16, 19].

Після завершення будівельних робіт тимчасові електромережі, КТПГС та кабельні лінії підлягають демонтажу [22]. Демонтаж необхідно виконувати у зворотній послідовності до монтажу з обов'язковим відключенням напруги, перевіркою її відсутності та оформленням відповідних нарядів-допусків [5]. Після демонтажу повинно бути виконане відновлення території та існуючих електричних мереж відповідно до технічних умов оператора системи розподілу [2, 12].

### **3.3. Організація технічного обслуговування і демонтажу тимчасових мереж**

Експлуатація системи тимчасового електропостачання будівельного майданчика багатофункціонального комплексу повинна здійснюватися відповідно до вимог ПУЕ, НПАОП 40.1-1.01-97, ДБН В.2.5-23:2010 та інших чинних нормативних документів [5, 11, 14]. Основною метою технічного обслуговування тимчасових електромереж є забезпечення безперебійної, безпечної та надійної роботи електроустановок протягом усього періоду виконання будівельно-монтажних робіт [22].

Відповідно до прийнятих у проєкті технічних рішень, електропостачання будівельного майданчика здійснюється від комплектної трансформаторної підстанції КТПГС-10/0,4 кВ з трансформатором ТМ-630/10/0,4 кВ, яка живиться від існуючої мережі 10 кВ ПС «Олімпійська» через кабельні лінії АПвЭгаПу-20-3(1×120/35) та забезпечує живлення розподільчих щитів ЩС-1, ЩС-2 і ЩС-3 кабельними лініями АВВГз 4×240 мм<sup>2</sup> [4, 8, 25].

Організація технічного обслуговування передбачає проведення планових оглядів, профілактичних перевірок та оперативного контролю стану електрообладнання [22, 23]. Відповідальність за експлуатацію тимчасових електромереж покладається на електротехнічний персонал, який має відповідну

|      |      |          |        |      |                                        |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | 02.03 – КР. 2606 "С" 2025.10.30 008 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                        | 42   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                        |      |

групу з електробезпеки та допуск до роботи в електроустановках напругою до і понад 1000 В [5].

До основних заходів технічного обслуговування тимчасових мереж належать: періодичний огляд комплектної трансформаторної підстанції КТПГС-10/0,4 кВ; контроль стану силового трансформатора, комутаційної апаратури та запобіжників [14]; перевірка стану кабельних ліній 10 кВ та 0,4 кВ [8]; контроль контактних з'єднань у розподільчих щитах; перевірка справності заземлюючого пристрою [7]; контроль роботи засобів комерційного обліку електроенергії та АСКОЕ[1]; перевірка селективності спрацювання захисту [17]; контроль ізоляції кабельних ліній та електрообладнання [5]; очищення обладнання від пилу, вологи та будівельного сміття.

Особливу увагу необхідно приділяти контролю навантаження трансформатора [23]. Згідно з виконаними розрахунками, коефіцієнт завантаження трансформатора ТМ-630 становить близько 74,5 %, що відповідає допустимому режиму експлуатації та забезпечує резерв потужності для роботи будівельних механізмів [16]. Перевищення допустимих навантажень може призвести до перегріву обмоток трансформатора, погіршення ізоляції та аварійного відключення електроустановки [22].

Технічне обслуговування кабельних ліній повинно включати контроль стану трас прокладання, перевірку відсутності механічних пошкоджень, просідання ґрунту та порушення герметичності кабельних муфт [8, 22]. У місцях перетину з транспортними шляхами та зонами роботи будівельної техніки необхідно регулярно перевіряти стан захисних труб та сигнальних елементів [14].

Під час експлуатації тимчасових мереж необхідно забезпечити дотримання вимог електробезпеки[5]. Усі металеві неструмовідні частини електрообладнання повинні бути приєднані до системи захисного заземлення [7]. Періодично виконується вимірювання опору заземлюючого пристрою та перевірка цілісності заземлюючих провідників [7, 14]. Також здійснюється перевірка роботи апаратів захисного відключення та автоматичних вимикачів [11].

|      |      |          |        |      |                                        |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | 02.03 – КР. 2606 "С" 2025.10.30 008 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                        | 43   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                        |      |

Для забезпечення пожежної безпеки забороняється перевантаження мереж, використання несправного електрообладнання та тимчасових з'єднань, не передбачених проектом [5, 14]. У приміщеннях КТПГС та розподільчих щитів необхідно передбачити наявність первинних засобів пожежогасіння та попереджувальних знаків безпеки [5].

Після завершення будівельно-монтажних робіт тимчасова схема електропостачання підлягає демонтажу [25]. Демонтаж тимчасових електромереж виконується у послідовності, що забезпечує безпечне відключення електроустановок та виключає можливість подачі напруги на демонтовані елементи [5].

Перед початком демонтажу необхідно: оформити наряд-допуск на виконання робіт; виконати повне відключення КТПГС від мережі 10 кВ; перевірити відсутність напруги; встановити переносні заземлення; огородити небезпечні зони виконання робіт [5].

Демонтаж тимчасових мереж здійснюється у такій послідовності:

1. Відключення навантаження та демонтаж розподільчих щитів ЩС-1, ЩС-2, ЩС-3.
2. Демонтаж кабельних ліній 0,4 кВ.
3. Відключення та демонтаж обладнання КТПГС-10/0,4 кВ.
4. Демонтаж кабельних ліній 10 кВ та кабельних муфт.
5. Відновлення існуючої схеми мережі 10 кВ відповідно до технічних умов оператора системи розподілу [2].
6. Демонтаж заземлюючого пристрою та тимчасових металоконструкцій [7].
7. Відновлення благоустрою території та засипання кабельних траншей [12].

Відповідно до проекту, після завершення будівництва передбачається демонтаж тимчасової КТПГС-10/0,4 кВ, тимчасових кабельних ліній 10 кВ і 0,4 кВ та відновлення кабельної лінії «РП148–8406» №2.

Усі роботи з демонтажу повинні виконуватись спеціалізованою організацією з дотриманням вимог охорони праці та правил безпечної експлуатації

|      |      |          |        |      |                                        |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | 02.03 – КР. 2606 "С" 2025.10.30 008 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                        | 44   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                        |      |

електроустановок [5]. Після завершення демонтажу складаються акти виконаних робіт та проводиться перевірка стану відновлених електричних мереж [2].

Таким чином, організація технічного обслуговування та демонтажу тимчасових електромереж забезпечує надійну та безпечну експлуатацію системи електропостачання будівельного майданчика, мінімізує ризик аварійних ситуацій та гарантує дотримання вимог нормативних документів протягом усього періоду будівництва [22, 25].

### Висновок до розділу 3

У результаті виконання розділу було розглянуто питання організації, монтажу, експлуатації, технічного обслуговування та демонтажу системи тимчасового електропостачання будівельного майданчика багатофункціонального комплексу. На основі вимог чинних нормативних документів, зокрема ПУЕ:2017, ДБН В.2.5-23:2010, ДБН В.2.5-27:2006, НПАОП 40.1-1.01-97, Кодексу систем розподілу та Кодексу комерційного обліку електричної енергії, було обґрунтовано технічні рішення, які забезпечують надійне, безпечне та ефективне електропостачання будівельного майданчика протягом усього періоду виконання будівельно-монтажних робіт.

У розділі встановлено, що джерелом живлення тимчасової системи електропостачання є підстанція 110/10 кВ «Олімпійська», від якої через комплектну трансформаторну підстанцію КТПГС-10/0,4 кВ здійснюється живлення будівельних механізмів, технологічного обладнання, систем освітлення та побутових споживачів. Виконані розрахунки підтвердили правильність вибору силового трансформатора ТМ-630/10/0,4 кВ потужністю 630 кВА, оскільки коефіцієнт його завантаження становить близько 74,5 %, що відповідає допустимим експлуатаційним режимам та забезпечує резерв потужності для можливого підключення додаткових електроприймачів.

|      |      |          |        |      |                                        |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | 02.03 – КР. 2606 "С" 2025.10.30 008 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                        | 45   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                        |      |

У процесі розроблення схеми тимчасового електропостачання було прийнято рішення щодо застосування кабельних ліній 10 кВ марки АПвЭгаПу-20-3(1×120/35) та кабельних ліній 0,4 кВ марки АВВГз 4×240 мм<sup>2</sup>, що забезпечують необхідну пропускну здатність, механічну міцність та надійність роботи в умовах будівельного майданчика. Розподіл навантаження між щитами ЩС-1, ЩС-2 та ЩС-3 дозволив забезпечити рівномірне навантаження електромережі та підвищити експлуатаційну надійність системи.

Особливу увагу в розділі приділено питанням електробезпеки та захисту електроустановок. Передбачено застосування системи захисного заземлення TN-S, пристроїв захисного вимкнення, автоматичних вимикачів та диференційного захисту. Реалізація зазначених заходів дозволяє знизити ризик ураження електричним струмом, виникнення коротких замикань та аварійних ситуацій під час експлуатації тимчасових електромереж. Також враховано вимоги пожежної безпеки, безпечного розміщення електрообладнання та захисту кабельних ліній від механічних пошкоджень.

У розділі доведено доцільність впровадження сучасної системи комерційного обліку електричної енергії із застосуванням багатотарифного лічильника GAMA 300 та системи АСКОЕ. Це забезпечує можливість дистанційного контролю електроспоживання, оперативного моніторингу навантажень та підвищення ефективності експлуатації тимчасової системи електропостачання.

Розглянуті вимоги до монтажу та технічного обслуговування електромереж підтвердили необхідність регулярного контролю стану кабельних ліній, перевірки ізоляції, контактних з'єднань, заземлюючих пристроїв та роботи апаратів захисту. Організація технічного обслуговування дозволяє підтримувати надійність роботи системи, попереджувати аварійні режими та забезпечувати безпечні умови праці для персоналу будівельного майданчика.

Також у розділі визначено порядок демонтажу тимчасових електромереж після завершення будівництва. Передбачено безпечне відключення електроустановок, демонтаж КТПГС, кабельних ліній та розподільчих щитів із

|      |      |          |        |      |                                        |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | 02.03 – КР. 2606 "С" 2025.10.30 008 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                        | 46   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                        |      |

подальшим відновленням існуючої схеми мережі 10 кВ та благоустрою території .  
 Це забезпечує мінімальний вплив тимчасової схеми електропостачання на існуючу  
 електричну інфраструктуру міста та відповідає вимогам оператора системи  
 розподілу.

Отже, розроблені у розділі технічні рішення забезпечують ефективну  
 організацію тимчасового електропостачання будівельного майданчика  
 багатофункціонального комплексу, відповідають вимогам чинних нормативних  
 документів та створюють необхідні умови для надійного, безпечного й  
 безперервного виконання будівельно-монтажних робіт.

|      |      |          |        |      |                                        |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | 02.03 – КР. 2606 "С" 2025.10.30 008 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                        | 47   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                        |      |

## РОЗДІЛ 4

### ЗАХИСТ, ЗАЗЕМЛЕННЯ ТА ЕЛЕКТРОБЕЗПЕКА СИСТЕМИ

#### 4.1. Захист електроустановок тимчасового електропостачання

Система тимчасового електропостачання будівельних механізмів багатофункціонального комплексу повинна забезпечувати безпечну та надійну роботу електроустановок упродовж усього періоду будівництва. Особливістю тимчасових мереж є підвищений ризик ураження електричним струмом через експлуатацію обладнання у відкритих умовах, вплив атмосферних факторів, можливість механічного пошкодження кабельних ліній та часті зміни конфігурації електромережі [22, 25]. Тому під час проектування передбачено комплекс технічних заходів захисту відповідно до вимог ПУЕ, ДБН В.2.5-27:2006 та НПАОП 40.1-1.01-97 [5, 7, 14].

Згідно з проектом, електропостачання будівельного майданчика здійснюється від тимчасової комплектної трансформаторної підстанції КТПГС-10/0,4 кВ з трансформатором типу ТМ-630/10/0,4 потужністю 630 кВА та схемою з'єднання обмоток  $\Delta/Yn-1$ . Для живлення розподільчих щитів будівельних механізмів передбачено три кабельні лінії 0,4 кВ марки АВВГз 4×240 мм<sup>2</sup>.

Основним видом захисту електроустановок є захист від струмів короткого замикання та перевантаження. Для цього у схемі КТПГС застосовано високовольтні запобіжники ПКТ-80А на стороні 10 кВ, а на стороні 0,4 кВ — запобіжники типу NT та рубильники з плавкими вставками. Вибір комутаційної апаратури виконано з урахуванням розрахункових струмів та умов селективності, що забезпечує відключення лише пошкодженої ділянки мережі без знеструмлення всього будівельного майданчика [16, 24].

Для захисту людей від ураження електричним струмом у розподільчих щитах ЩС-1, ЩС-2 та ЩС-3 передбачено застосування диференційних автоматичних вимикачів із струмом спрацювання 30 мА [7]. Такі пристрої забезпечують швидке

|      |      |          |        |      |                                        |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | 02.03 – КР. 2606 "С" 2025.10.30 008 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                        | 48   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                        |      |

відключення живлення при виникненні струмів витоку на корпус електрообладнання або при дотику людини до струмовідних частин. Використання ПЗВ є особливо важливим у тимчасових мережах будівельних майданчиків, де обладнання працює в умовах підвищеної вологості та забруднення [5, 22].

Розподільчі щити будівельних механізмів прийняті у виконанні IP54, що забезпечує захист електрообладнання від проникнення пилу та бризок води [6]. Встановлення щитів передбачено на металевих підставках із підведенням кабелів у захисних ПВД трубах, що знижує ризик механічного пошкодження кабельних ліній та підвищує експлуатаційну надійність системи.

Для забезпечення безпечної експлуатації передбачено розділення мережі на окремі секції відповідно до навантаження будівельних механізмів [25]. Навантаження рівномірно розподілене між трьома щитами ЩС-1, ЩС-2 та ЩС-3, що дозволяє зменшити перевантаження окремих ліній та забезпечити стабільний режим роботи електромережі. Загальна розрахункова потужність системи становить 380 кВт, а повна потужність — 469,7 кВА при коефіцієнті потужності  $\cos\varphi = 0,88$ .

Коефіцієнт завантаження трансформатора визначається за формулою:

$$K_{з.тр} = \frac{S_p}{S_{тр}} \cdot 100\% \quad (4.1)$$

де:

- $S_p$  — розрахункова повна потужність навантаження;
- $S_{тр}$  — номінальна потужність трансформатора.

Для даного проекту:

$$K_{з.тр} = \frac{469.67}{630} \cdot 100\% = 74.5\%$$

Отримане значення відповідає допустимим режимам роботи силового трансформатора та підтверджує правильність його вибору [4].

Важливим заходом захисту є організація системи комерційного обліку електроенергії. У КТПГС передбачено встановлення трифазного електронного лічильника GAMA 300 із трансформаторами струму 800/5 А та можливістю

|      |      |          |        |      |                                        |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | 02.03 – КР. 2606 "С" 2025.10.30 008 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                        | 49   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                        |      |

дистанційного зчитування даних через GSM/GPRS зв'язок [1]. Усі кола обліку, трансформатори струму та шафи ЛУЗОД підлягають пломбуванню, що унеможливило несанкціоноване втручання у систему електропостачання [3].

Кабельні лінії 10 кВ та 0,4 кВ прокладаються в землі та в захисних трубах, що забезпечує їх механічний захист і знижує ймовірність аварійних пошкоджень під час виконання будівельно-монтажних робіт [8, 22]. Відповідно до вимог ПУЕ та СОУ-Н ЕЕ 20.179:2008 [8, 14], траси кабельних ліній повинні бути позначені попереджувальними знаками та захищені від можливого пошкодження будівельною технікою.

Таким чином, у проекті тимчасового електропостачання реалізовано комплексний захист електроустановок, що включає захист від коротких замикань, перевантажень, струмів витоку, механічних пошкоджень та несанкціонованого доступу. Передбачені технічні рішення відповідають чинним нормативним вимогам та забезпечують безпечну і надійну експлуатацію системи електропостачання будівельного майданчика [5, 14].

#### 4.2. Розрахунок та проєктування системи заземлення

Система заземлення тимчасового електропостачання будівельного майданчика багатофункціонального комплексу проєктується відповідно до вимог ПУЕ:2017, ДБН В.2.5-27:2006 та НПАОП 40.1-1.01-97 [5, 7, 14]. Основною метою улаштування заземлення є забезпечення електробезпеки персоналу, захист електрообладнання від перенапруг, а також створення умов для надійної роботи системи електропостачання під час експлуатації будівельних механізмів [16].

Відповідно до проєкту, електропостачання будівельного майданчика здійснюється від тимчасової комплектної трансформаторної підстанції КТПГС-10/0,4 кВ з трансформатором типу ТМ-630/10/0,4 кВ потужністю 630 кВА зі схемою з'єднання обмоток  $\Delta/Y_n-1$  [7, 10].

|      |      |          |        |      |                                        |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | 02.03 – КР. 2606 "С" 2025.10.30 008 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                        | 50   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                        |      |

Зовнішній контур заземлення проектуємої КТПГС-10/0,4 кВ виконаний глибинними вертикальними електродами, який складається із сталєних стержнів довжиною по 1,5 м, і з'єднаних латунними муфтами, також до контуру заземлення приєднуються шафи ЩС<sub>буд.мех.</sub>

Заземлюючий пристрій повинен відповідати вимогам ПУЕ (2,0 Ом) [14]. У випадку невиконання даної умови ( $R_z = 2 \text{ Ом}$ ) додати вертикальні електроди.

Під час монтажу контуру заземлення всі з'єднання виконуються зварюванням [14].

Для захисту від ураження електричним струмом всі металеві неструмопровідні частини обладнання, які можуть опинитись під напругою внаслідок ушкодження ізоляції, підлягають заземленню шляхом з'єднання з глухозаземленою нейтраллю електроустановки [7].

- Заземлюючі провідники, які використовуюються для приєднання обладнання чи конструкцій до заземлювача, необхідно прокладати на глибині не менше 0,3 м;
- Для штучних заземлювачів необхідно використовувати сталь;
- Штучні заземлювачі не повинні мати фарбування;
- З'єднання заземлюючих провідників між собою повинні забезпечувати надійний контакт і повинні бути виконані за допомогою зварювання, за виключенням місць приєднання заземлюючих провідників до корпусу електроустановки;
- Приєднання заземлюючих провідників до обладнання, яке підлягає заземленню, повинно бути виконане за допомогою зварювання чи болтового з'єднання. Приєднання повинно бути доступним для огляду.
- Для болтового з'єднання повинні бути передбачені міри проти послаблення та корозії контактного з'єднання;
- Корпуса електроустановок повинні приєднуватись до магістрального заземлювача тільки паралельно;

|      |      |          |        |      |                                        |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | 02.03 – КР. 2606 "С" 2025.10.30 008 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                        | 51   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                        |      |

- Біля місць вводу заземлюючих провідників в будівлю повинні бути передбачені розпізнавальні знаки [14];

Для забезпечення безпечної експлуатації підстанції передбачається влаштування зовнішнього контуру заземлення, до якого приєднуються: корпус трансформатора; металеві конструкції КТПГС; шафи ЩС-1, ЩС-2 та ЩС-3; оболонки кабельних ліній; нульова шина РЕ; блискавкозахисні елементи [9]; металеві неструмовідні частини обладнання.

Для тимчасових електроустановок будівельного майданчика приймається система заземлення типу TN-S, у якій робочий нульовий провідник N та захисний провідник РЕ розділені по всій довжині мережі [7]. Таке рішення відповідає вимогам ПУЕ та забезпечує підвищений рівень електробезпеки в умовах підвищеної вологості та механічних навантажень на будівельному майданчику [22]. Вихідні та розрахункові дані заземлюючого пристрою наведені в таблиці 4.1 та 4.2

Таблиця 4.1

#### Розрахунок заземлюючого пристрою

| Поз.         | Найменування                                            | Один. виміру | Значення |
|--------------|---------------------------------------------------------|--------------|----------|
| Вихідні дані |                                                         |              |          |
| $R_n$        | Нормований опір розтікання струму заземлюючого пристрою | Ом.          | 2,0      |
| $L_v$        | Довжина вертикального заземлювача                       | м.           | 18,0     |
| $D$          | Зовнішній діаметр вертикального заземлювача             | мм.          | 20,0     |
|              | Кількість вертикальних заземлювачів                     | шт.          | 4,0      |
| $H$          | Глибина верхнього шару ґрунта                           | м.           | 3,0      |

Продовження таблиці 4.1

|                |                                                                   |      |      |
|----------------|-------------------------------------------------------------------|------|------|
| $b$            | Ширина горизонтального заземлювача (полоси)                       | мм.  | 40,0 |
| $\rho_1$       | Питомий опір верхнього шару ґрунта                                | Ом*м | 100  |
| $\rho_2$       | Питомий опір нижнього шару ґрунта                                 | Ом*м | 60   |
| $K_1$          | Сезонний кліматичний коефіцієнт для вертикального заземлювача     |      | 1,70 |
| $K_2$          | Сезонний кліматичний коефіцієнт для горизонтального заземлювача   |      | 4,00 |
| $t_{\text{п}}$ | Глибина закладання від поверхні землі горизонтального заземлювача | м.   | 0,8  |
| $t$            | Заглиблення вертикального заземлювача                             | м.   | 18,2 |

Таблиця 4.2

**Розрахункові дані заземлюючого пристрою**

| Розрахункові дані                                                                                                         |                                                            |      |      |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|------|------|
| $\rho_{\text{екв}}$                                                                                                       | Питомий розрахунковий опір ґрунту                          | Ом*м | 63,1 |
| $R_0$                                                                                                                     | Опір одиничного вертикального заземлювача із круглої сталі | Ом   | 7,1  |
| $L_{\text{п}}$                                                                                                            | Довжина з'єднувальної полоси                               | м.   | 20,0 |
| $n_0$                                                                                                                     | Орієнтовна кількість вертикальних заземлювачів             | шт.  | 5,0  |
| Вибір коефіцієнтів використання $\eta_{\text{г}}$ , $\eta_{\text{в}}$ , по предв. кол-ті верт. заземл. $n_{\text{попер}}$ |                                                            |      |      |

|                   |                                                               |     |      |
|-------------------|---------------------------------------------------------------|-----|------|
| $\eta_{\Gamma}$   | Коефіцієнт використання для горизонтальних заземлювачів       |     | 0,51 |
| $\eta_{\text{в}}$ | Коефіцієнт використання для вертикальних заземлювачів         |     | 0,75 |
| $R_{\text{п}}$    | Опір горизонтального заземлювача                              |     | 12,7 |
| $R_{\text{з}}$    | Повний опір заземлювачів з урахуванням горизонт. заземлювачів | Ом. | 1,75 |
| $n'$              | Уточнена кількість вертикальних заземлювачів                  | шт. | 6,00 |

## Розрахункова частина

1) Еквівалентний питомий опір ґрунта,  $\rho_{\text{екв}}$ , Ом\*м:

$$\rho_{\text{екв}} = \frac{\rho_1 * \rho_2 * L_{\text{в}}}{\rho_1 * (L_{\text{в}} - H + t) + \rho_2 * (H - t)} \quad (4.2)$$

де  $t$  – глибина закладання заземлювача,  $t = 0,8$  Ом; $H$  – товщина верхнього шару ґрунта,  $H = 3,0$  м; $L_{\text{в}}$  – довжина вертикального заземлювача,  $L_{\text{в}} = 18,0$  м $\rho_1$  – питомий опір верхнього шару ґрунта,  $\rho_1 = 100$  Ом\*м $\rho_2$  – питомий опір нижнього шару ґрунта,  $\rho_2 = 60$  Ом\*м

$$\rho_{\text{екв}} = \frac{100,0 * 60,0 * 18,0}{100,0 * (18,0 - 3 + 0,8) + 60,0 * (3,0 - 0,8)} = 63,1 \text{ Ом} * \text{м}$$

2) Опір одиничного вертикального електрода заземлення,  $R_0$ , Ом:

$$R_0 = \frac{K_1 * \rho_{\text{екв}}}{2 * \pi * L_{\text{в}}} * \left[ \ln \left( \frac{2 * L_{\text{в}}}{D} \right) + 0.5 \ln \left( \frac{4 * T + L_{\text{в}}}{4 * T - L_{\text{в}}} \right) \right] \quad (4.3)$$

де  $\rho_{\text{екв}}$  – еквівалентний питомий опір ґрунта,  $\rho_{\text{екв}} = 63,1 \text{ Ом} \cdot \text{м}$

$K_1$  – сезонний кліматичний коефіцієнт для вертикального заземлювача,

$$K_1 = 1,7;$$

$D$  – зовнішній діаметр вертикального заземлювача,  $D = 20 \text{ мм}$

$T$  – заглиблення електрода в землю (відстань до середини електрода),  $T = 18,2 \text{ м}$

$L_{\text{в}}$  – довжина вертикального заземлювача,  $L_{\text{в}} = 18,0 \text{ м}$

$$R_0 = \frac{1,7 * 63,1}{2 * 3,14 * 18} * \left[ \ln \left( \frac{2 * 18 * 1000}{20} \right) + 0,5 \ln \left( \frac{4 * 18,2 + 18}{4 * 18,2 - 18} \right) \right] = 7,4 \text{ Ом}$$

3) Орієнтовна кількість вертикальних електродів без урахування з'єднувальної шайби,  $n_0$ , шт:

$$n_0 = \frac{R_0}{R_{\text{н}}}; (4.4)$$

де  $R_0$  – опір одиничного вертикального електрода заземлення,  $R_0 = 8,09 \text{ Ом}$

$R_{\text{н}}$  – нормований опір розтікання струму заземлюючого пристрою,  $R_{\text{н}} = 2,0 \text{ Ом}$

$$n_0 = \frac{7,4}{2,0} = 3,7 \approx 4 \text{ шт.}$$

4) Довжину з'єднувальної полоси приймаємо  $L_{\text{н}} = 20,0 \text{ м}$

5) Опір розтікання струму з'єднувальної штаби, Ом:

$$R_{\text{н}} = 0,366 * \frac{\rho_{\text{екв}} * K_2}{L_{\text{н}} * \eta_{\text{г}}} * \log \left( \frac{2 * L_{\text{н}}^2}{b * t} \right); (4.5)$$

де  $\rho_{\text{екв}}$  – еквівалентний питомий опір ґрунта,  $\rho_{\text{екв}} = 63,1 \text{ Ом} \cdot \text{м}$

|      |      |          |        |      |                                        |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | 02.03 – КР. 2606 "С" 2025.10.30 008 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                        | 55   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                        |      |

$K_2$  – сезонний кліматичний коефіцієнт для горизонтального заземлювача,  $K_2 = 4,0$

$t$  – глибина закладання заземлювача,  $t = 0,8\text{м}$

$L_n$  – довжина горизонтального заземлювача,  $L_n = 20,0$

$\eta_{\Gamma}$  – коефіцієнт використання для горизонтальних заземлювачів,  $\eta_{\Gamma} = 0,51$

$b$  – ширина горизонтального заземлювача (полоси),  $b = 40\text{ мм}$ .

$$R_n = 0,366 * \frac{63,1 * 4,0}{20 * 0,51} * \log\left(\frac{2 * 20^2}{40 * 0,8}\right) = 12,7\text{ Ом}$$

6) Повний опір заземлювачів з урахуванням горизонтальних заземлювачів  $R_{\text{заг}}$ , Ом:

$$R_b = \frac{R_{\text{в}} * R_{\Gamma}}{(R_{\text{в}} * \eta_{\text{в}} * n) + (R_{\Gamma} * \eta_{\Gamma})}; (4.6)$$

де  $R_{\Gamma}$ - опір горизонтального заземлювача,  $R_{\Gamma} = 7,1\text{ Ом}$

$R_{\text{в}}$ - опір вертикального заземлювача,  $R_{\text{в}} = 12,7\text{ Ом}$

$\eta_{\Gamma}$  – коефіцієнт використання для горизонтальних заземлювачів,  $\eta_{\Gamma} = 0,51$

$\eta_{\text{в}}$  – коефіцієнт використання для вертикальних заземлювачів,  $\eta_{\text{в}} = 0,75$

$$R_{\text{заг}} = \frac{12,7 * 7,1}{(12,7 * 0,75 * 5) + (7,1 * 0,51)} = 1,75\text{ Ом}$$

План влаштування вертикального заземлювача та влаштування заземлення КТПГС-10/0,4кВ зображено на рис. 4.1 та рис. 4.2

|      |      |          |        |      |                                        |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | 02.03 – КР. 2606 "С" 2025.10.30 008 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                        | 56   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                        |      |

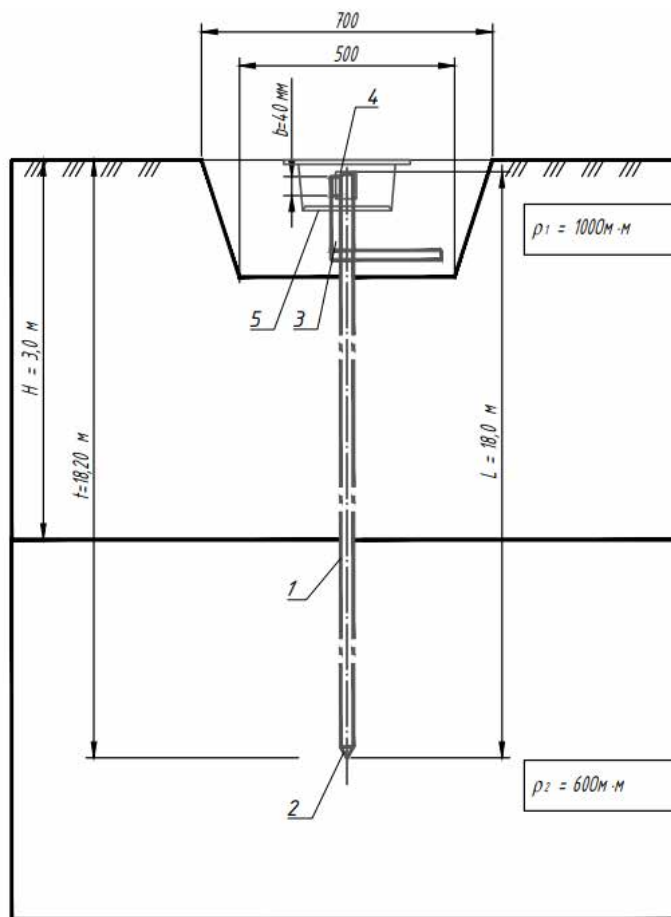


Рис. 4.1 План влаштування вертикального заземлювача

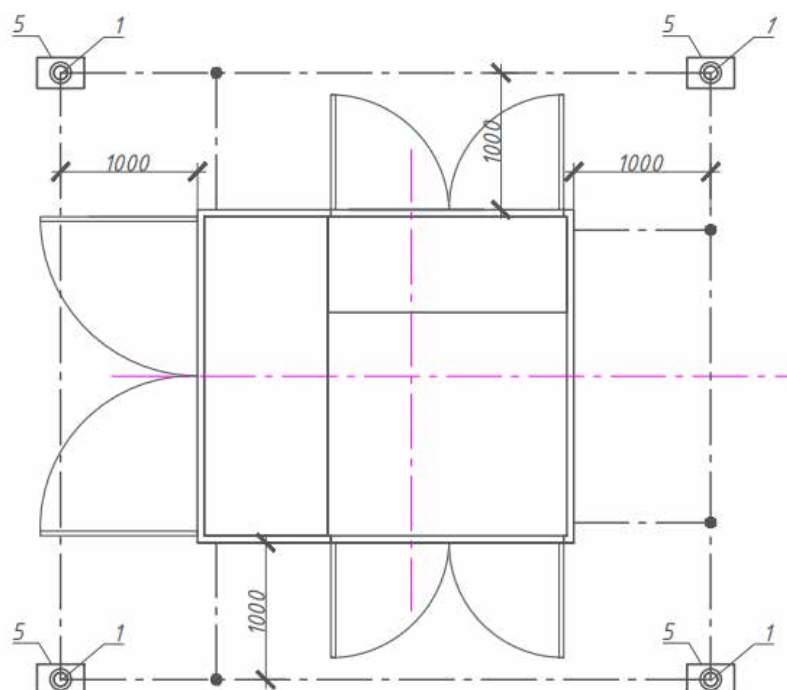


Рис.4.2 План влаштування заземлення КТПГС - 10/0,4кВ

|      |      |          |        |      |                                        |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | 02.03 – КР. 2606 "С" 2025.10.30 008 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                        | 57   |

Для забезпечення нормативного опору заземлювального пристрою приймається штучний контур заземлення у вигляді замкнутого горизонтального контуру зі сталевий смуги 40×4 мм та вертикальних електродів зі сталевий кутника 50×50×5 мм довжиною 3 м [14].

Отримане значення відповідає вимогам ПУЕ [14] для електроустановок напругою до 1 кВ, де опір заземлювального пристрою не повинен перевищувати 10 Ом для тимчасових електроустановок будівельних майданчиків.

Контур заземлення прокладається навколо КТПГС-10/0,4 кВ на глибині не менше 0,7 м [14]. Вертикальні електроди забиваються у ґрунт на відстані 2,5–3 м один від одного. З'єднання електродів між собою виконується зварюванням сталевий смугою 40×4 мм. Усі місця зварювання очищаються та покриваються антикорозійним захистом.

Проектом також передбачається повторне заземлення PEN-провідника та приєднання до системи заземлення металевих оболонок кабелів АВВГз-4×240, що прокладаються від КТПГС до щитів ЩС-1, ЩС-2 та ЩС-3[8].

Для додаткового захисту персоналу від ураження електричним струмом у щитах будівельних механізмів встановлюються диференційні автоматичні вимикачі з струмом спрацювання 30 мА [7]. Це забезпечує автоматичне відключення живлення при виникненні струмів витоку або пошкодженні ізоляції.

Опір перехідних контактів у місцях приєднання не повинен перевищувати нормативних значень, установлених ПУЕ [14].

Після завершення монтажу системи заземлення необхідно провести вимірювання опору заземлювального пристрою спеціалізованою електротехнічною лабораторією з оформленням відповідного протоколу випробувань [5]. Експлуатація тимчасовий системи електропостачання без перевірки параметрів заземлення не допускається.

Запроектована система заземлення забезпечує: надійний захист персоналу від ураження електричним струмом; безпечну роботу будівельних механізмів; нормовані умови роботи систем релейного захисту; зменшення ризику виникнення

|      |      |          |        |      |                                        |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | 02.03 – КР. 2606 "С" 2025.10.30 008 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                        | 58   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                        |      |

аварійних режимів; відповідність чинним нормативним вимогам України у сфері електробезпеки [5, 7, 14].

#### **4.3. Заходи електробезпеки та охорони праці під час експлуатації електроустановок**

Експлуатація тимчасової системи електропостачання будівельного майданчика багатофункціонального комплексу повинна здійснюватися відповідно до вимог ПУЕ, НПАОП 40.1-1.01-97, ДБН В.2.5-27:2006 та інших нормативних документів у сфері електробезпеки [5, 7, 14]. Основною метою організації заходів електробезпеки є забезпечення безпечних умов праці персоналу, запобігання ураженню електричним струмом, виникненню коротких замикань, пожеж та аварійних режимів під час експлуатації тимчасових електроустановок [22].

Особливістю тимчасових електроустановок будівельних майданчиків є підвищений ризик ураження електричним струмом через наявність відкритих струмопровідних частин, вологого середовища, металевих конструкцій, пересувних механізмів та можливого механічного пошкодження кабельних ліній [25]. У зв'язку з цим у проєкті передбачено комплекс організаційних та технічних заходів захисту.

До основних технічних заходів електробезпеки належать:

- застосування системи захисного заземлення всіх металевих неструмовідних частин електрообладнання [14];
- використання автоматичного відключення живлення при пошкодженні ізоляції [7];
- встановлення диференційних автоматичних вимикачів із струмом спрацювання 30 мА для захисту персоналу від ураження електричним струмом [7];
- виконання кабельних ліній у захисних трубах та кабельних конструкціях [8];

|      |      |          |        |      |                                        |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | 02.03 – КР. 2606 "С" 2025.10.30 008 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                        | 59   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                        |      |

- застосування обладнання у виконанні IP54 для роботи в умовах будівельного майданчика [6];
- встановлення попереджувальних написів, плакатів та знаків безпеки [5].

У щитах ЩС-1 та ЩС-2 проєктом передбачено встановлення диференційних автоматичних вимикачів із струмом витоку  $\Delta I = 0,03$  А, що забезпечують додатковий захист працівників під час експлуатації переносного електроінструменту та допоміжного обладнання [7]. У щиті ЩС-3 також застосовано диференційні автоматичні вимикачі для захисту освітлення, зварювальних апаратів та технологічного обладнання [6].

Для забезпечення безпечної експлуатації КТПГС-10/0,4 кВ усі відкриті провідні частини трансформаторної підстанції, металеві корпуси щитів, двері комірок РУ-10 кВ та РУ-0,4 кВ, оболонки кабелів і металеві конструкції приєднуються до контуру заземлення [10]. Заземлювальний пристрій виконується відповідно до вимог ПУЕ та ДБН В.2.5-27:2006 [7, 14]. Опір заземлення повинен забезпечувати надійне спрацювання захисної апаратури при виникненні аварійних режимів [16].

Експлуатація електроустановок повинна здійснюватися тільки електротехнічним персоналом, який має відповідну групу з електробезпеки та пройшов:

- вступний інструктаж;
- первинний інструктаж на робочому місці;
- перевірку знань правил безпечної експлуатації електроустановок;
- медичний огляд відповідно до вимог охорони праці.

Працівники, які виконують роботи в електроустановках напругою до та понад 1000 В, повинні користуватися засобами індивідуального захисту [5]: діелектричними рукавичками; діелектричним взуттям; ізолювальними штангами; покажчиками напруги; захисними касками; переносними заземленнями.

|      |      |          |        |      |                                        |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | 02.03 – КР. 2606 "С" 2025.10.30 008 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                        | 60   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                        |      |

Усі роботи в електроустановках повинні виконуватися за нарядом-допуском або розпорядженням відповідно до НПАОП 40.1-1.01-97[5]. Перед початком робіт необхідно[5]:

- зняти напругу;
- перевірити її відсутність;
- встановити переносні заземлення;
- вивісити заборонні плакати;
- огородити робочу зону.

Особливу увагу під час експлуатації тимчасового електропостачання необхідно приділяти стану кабельних ліній [21]. Кабелі, прокладені по території будівельного майданчика, повинні бути захищені від механічних пошкоджень транспортом та будівельною технікою. У місцях перетину проїздів кабелі прокладаються в захисних трубах [8].

Періодично повинні проводитися: вимірювання опору ізоляції кабельних ліній; перевірка цілісності заземлювального пристрою; контроль спрацювання захисної автоматики; огляд стану електрообладнання; перевірка наявності та справності засобів захисту.

З метою підвищення пожежної безпеки забороняється: перевантаження електричних мереж; використання несправних електроприймачів; експлуатація обладнання з пошкодженою ізоляцією; самовільне підключення додаткових навантажень.

Приміщення КТПГС та розподільчих щитів повинні бути забезпечені первинними засобами пожежогасіння — вуглекислотними та порошковими вогнегасниками [5]. Також необхідно забезпечити вільний доступ до комутаційної апаратури та аварійного відключення живлення.

Таким чином, реалізація комплексу технічних та організаційних заходів електробезпеки забезпечує надійну й безпечну експлуатацію тимчасової системи електропостачання будівельного майданчика, знижує ризик виникнення аварійних

|      |      |          |        |      |                                        |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | 02.03 – КР. 2606 "С" 2025.10.30 008 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                        | 61   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                        |      |

ситуацій та гарантує відповідність проєктних рішень вимогам чинних нормативних документів України[5, 22].

#### **Висновок до розділу 4**

У результаті виконання розділу, присвяченого захисту, заземленню та електробезпеці системи тимчасового електропостачання будівельного майданчика, було розроблено комплекс технічних і організаційних заходів, спрямованих на забезпечення надійної та безпечної роботи електроустановок у період будівництва. Усі проєктні рішення прийняті відповідно до вимог чинних нормативних документів України, зокрема ПУЕ:2017, ДБН, НПАОП та Кодексу систем розподілу.

У розділі проаналізовано особливості експлуатації тимчасових електричних мереж будівельного майданчика та обґрунтовано вибір системи захисту від коротких замикань, перевантажень і струмів витоку. Для цього передбачено застосування високовольтних запобіжників, апаратури захисту на стороні 0,4 кВ та диференційних автоматичних вимикачів із струмом спрацювання 30 мА, що забезпечують ефективний захист персоналу та підвищують надійність електропостачання.

Особливу увагу приділено проєктуванню системи заземлення типу TN-S. Виконано розрахунок параметрів заземлювального пристрою та підтверджено відповідність отриманого опору нормативним вимогам. Передбачене приєднання до контуру заземлення всіх металевих неструмовідних частин обладнання забезпечує захист персоналу від ураження електричним струмом і безпечну експлуатацію електроустановок.

Також у розділі розглянуто основні організаційні заходи електробезпеки та охорони праці, зокрема вимоги до кваліфікації персоналу, використання засобів індивідуального захисту, порядок виконання робіт за нарядом-допуском та проведення періодичних перевірок стану електрообладнання.

|      |      |          |        |      |                                        |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | 02.03 – КР. 2606 "С" 2025.10.30 008 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                        | 62   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                        |      |

Отже, виконані розрахунки та прийняті технічні рішення підтверджують, що запроєктована система тимчасового електропостачання відповідає вимогам надійності, електробезпеки та експлуатаційної ефективності, а також забезпечує безпечні умови роботи будівельного майданчика протягом усього періоду будівництва.

|      |      |          |        |      |                                        |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | 02.03 – КР. 2606 "С" 2025.10.30 008 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                        | 63   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                        |      |

## ВИСНОВКИ

У бакалаврській кваліфікаційній роботі розроблено та обґрунтовано передпроектні рішення системи тимчасового електропостачання багатофункціонального комплексу на період виконання будівельно-монтажних робіт.

Виконано аналіз об'єкта електропостачання та визначено основні вимоги до системи тимчасового електропостачання будівельного майданчика. Встановлено, що джерелом живлення об'єкта є існуючі електричні мережі 10 кВ від ПС «Олімпійська» 110/10 кВ, що мають достатній резерв потужності для забезпечення потреб будівництва. Проведений аналіз електричних навантажень показав, що найбільшу частку споживання електроенергії становлять установки підігріву бетону, компресорне обладнання, бетононасоси та вузол приготування бетону. Розрахункова активна потужність навантаження склала 380 кВт, а повна потужність — 469,69 кВА. Встановлено, що електроприймачі будівельного майданчика відносяться переважно до III категорії надійності електропостачання, що дозволило застосувати економічно доцільну однострансформаторну схему живлення без резервного джерела електроенергії.

Для забезпечення живлення будівельного майданчика прийнято комплектну трансформаторну підстанцію КТПГС-10/0,4 кВ із силовим трансформатором типу ТМ-630/10/0,4 кВ потужністю 630 кВА. Розрахунковий коефіцієнт завантаження трансформатора становить 74,5 %, що відповідає оптимальному режиму роботи трансформаторного обладнання згідно з вимог [4] та забезпечує необхідний резерв потужності для можливого збільшення навантаження у процесі будівництва.

У роботі виконано розрахунок і вибір кабельних ліній 10 кВ та 0,4 кВ. Для мережі 10 кВ прийнято кабелі марки АПвЭгаПу-20-3(1×120/35), які забезпечують необхідну пропускну здатність, термічну стійкість та надійність роботи в умовах міської забудови. Для живлення розподільчих щитів будівельних механізмів застосовано кабелі марки АВВГз 4×240, вибір яких підтверджено розрахунками на

|      |      |          |        |      |                                        |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | 02.03 – КР. 2606 "С" 2025.10.30 008 ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                        | 64   |

допустимий струм, нагрівання та втрати напруги. Розрахунки показали, що втрати напруги в мережах не перевищують допустимих значень, установлених нормативними документами [8, 14].

У процесі розроблення схеми електропостачання обґрунтовано застосування радіальної структури розподілу електроенергії, яка забезпечує простоту реалізації, селективність захисту та зручність експлуатації тимчасових мереж [16, 22].

З метою організації комерційного обліку електроенергії передбачено встановлення багатотарифного електронного лічильника типу GAMA 300 із трансформаторами струму та можливістю інтеграції до системи АСКОЕ.

Встановлено основні вимоги до монтажу, технічного обслуговування та демонтажу тимчасових електромереж. Запропоновані рішення забезпечують зручність експлуатації електроустановок, можливість швидкого підключення та демонтажу обладнання після завершення будівництва, а також відповідність вимогам електробезпеки та пожежної безпеки.

Виконано аналіз заходів електробезпеки, заземлення та захисту електроустановок. Передбачено систему захисного заземлення всіх металевих корпусів електрообладнання, застосування пристроїв захисного вимкнення та диференційних автоматичних вимикачів. Також у роботі враховано вимоги до блискавкозахисту та захисту кабельних ліній від механічних пошкоджень.

|      |      |          |        |      |                                        |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | 02.03 – КР. 2606 "С" 2025.10.30 008 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                        | 65   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                        |      |

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Кодекс комерційного обліку електричної енергії : затв. постановою НКРЕКП № 311 від 14.03.2018 р. Київ, 2018.
2. Кодекс систем розподілу : затв. постановою НКРЕКП № 310 від 14.03.2018 р. Київ, 2018.
3. Правила роздрібного ринку електричної енергії : затв. постановою НКРЕКП № 312 від 14.03.2018 р. Київ, 2018.
4. ГКД 341.004.001-94. Норми технологічного проектування підстанцій змінного струму з вищою напругою 6–750 кВ. Київ, 1994.
5. НПАОП 40.1-1.01-97. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів. Київ : Держпраці України.
6. НПАОП 40.1-1.32-01. Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок. Київ : Держнаглядохоронпраці України, 2001.
7. ДБН В.2.5-27:2006. Інженерне обладнання будинків і споруд. Захисні заходи електробезпеки в електроустановках будинків і споруд. Київ : Мінбуд України, 2006.
8. СОУ-Н ЕЕ 20.179:2008. Проектування електричних мереж напругою 0,4–35 кВ. Київ : Мінпаливенерго України, 2008.
9. ДСТУ Б В.2.5-38:2008. Інженерне обладнання будинків і споруд. Улаштування блискавкозахисту будівель і споруд. Київ : Мінрегіонбуд України, 2008.
10. ДСТУ Б А.2.4-21:2008. Система проектної документації для будівництва. Силове електрообладнання. Робочі креслення. Київ : Мінрегіонбуд України, 2009.
11. ДБН В.2.5-23:2010. Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення. Київ : Мінрегіонбуд України, 2010.

|      |      |          |        |      |                                        |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | 02.03 – КР. 2606 "С" 2025.10.30 008 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                        | 66   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                        |      |

- 12.ДБН А.2.2-3:2014. Склад та зміст проектної документації на будівництво.  
Київ : Мінрегіон України, 2014.
- 13.ДСТУ 8302:2015. Інформація та документація. Бібліографічне посилання.  
Загальні положення та правила складання. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2016.
- 14.ПУЕ:2017. Правила улаштування електроустановок. 4-те вид. Харків : Форт,  
2017. 712 с.
- 15.ДСТУ EN 50160:2023. Характеристики напруги електропостачання в  
електричних мережах загальної призначеності. Київ : УкрНДНЦ, 2023.
- 16.Бурбело М. Й. Розрахунок та проектування систем електропостачання : навч.  
посіб. Вінниця : ВНТУ, 2010. 204 с.
- 17.Жежеленко І. В. Показники якості електроенергії. Маріуполь : ПДТУ, 2009.  
168 с.
- 18.Праховник А. В., Іншеков Е. М. Мала енергетика та розподілена генерація :  
навч. посіб. Київ : НТУУ «КПІ», 2011. 242 с.
- 19.Козирський В. В., Волошин С. М. Основи електропостачання : підручник.  
Київ : Видавничий центр НУБіП України, 2013. 401 с.
- 20.Ткаченко Й. С. Електропостачання промислових підприємств : підручник.  
Київ : Вища школа, 2007. 383 с.
- 21.Кирик В. В. Електричні системи та мережі : підручник. Київ : КІТ, 2015. 400  
с.
- 22.Малярєнко В. А. Електропостачання : навч. посіб. Харків : ХНУМГ ім. О. М.  
Бекетова, 2014. 312 с.
- 23.Сегеда М. С. Електричні мережі та системи : підручник. Львів : Видавництво  
Львівської політехніки, 2012. 540 с.
- 24.Денисюк С. П., Попов В. А. Проектування систем електропостачання : навч.  
посіб. Київ : НТУУ «КПІ», 2012. 316 с.
25. Федоров О. В. Електропостачання промислових підприємств та цивільних  
споруд : навч. посіб. Дніпро : НТУ «Дніпровська політехніка» (НГУ), 2018.  
286 с.

|      |      |          |        |      |                                        |      |
|------|------|----------|--------|------|----------------------------------------|------|
|      |      |          |        |      | 02.03 – КР. 2606 "С" 2025.10.30 008 ПЗ | Арк. |
|      |      |          |        |      |                                        | 67   |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                                        |      |

ДОДАТКИ

Додаток А

Схема електричних з'єднань КТПГС-10/0,4кВ

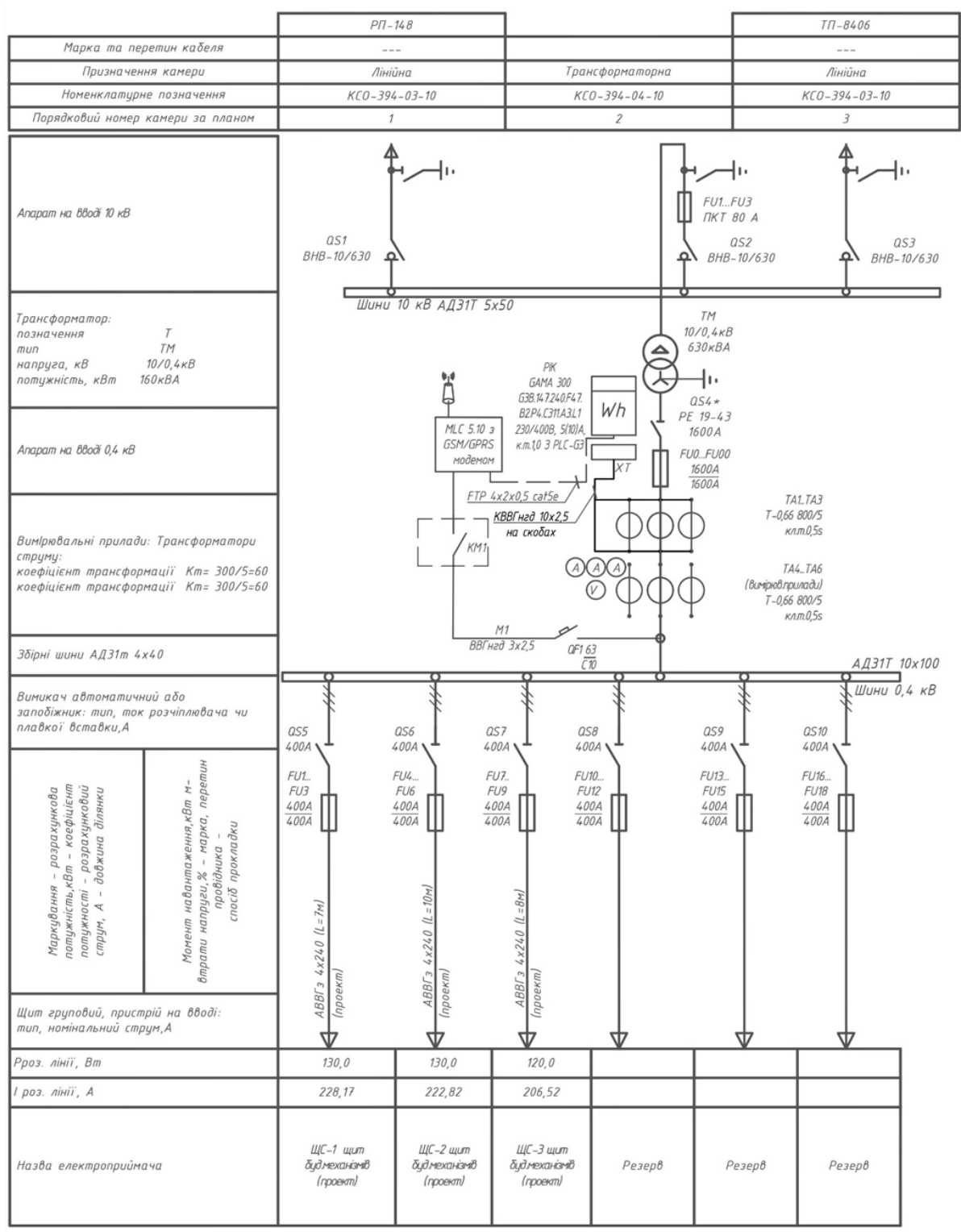
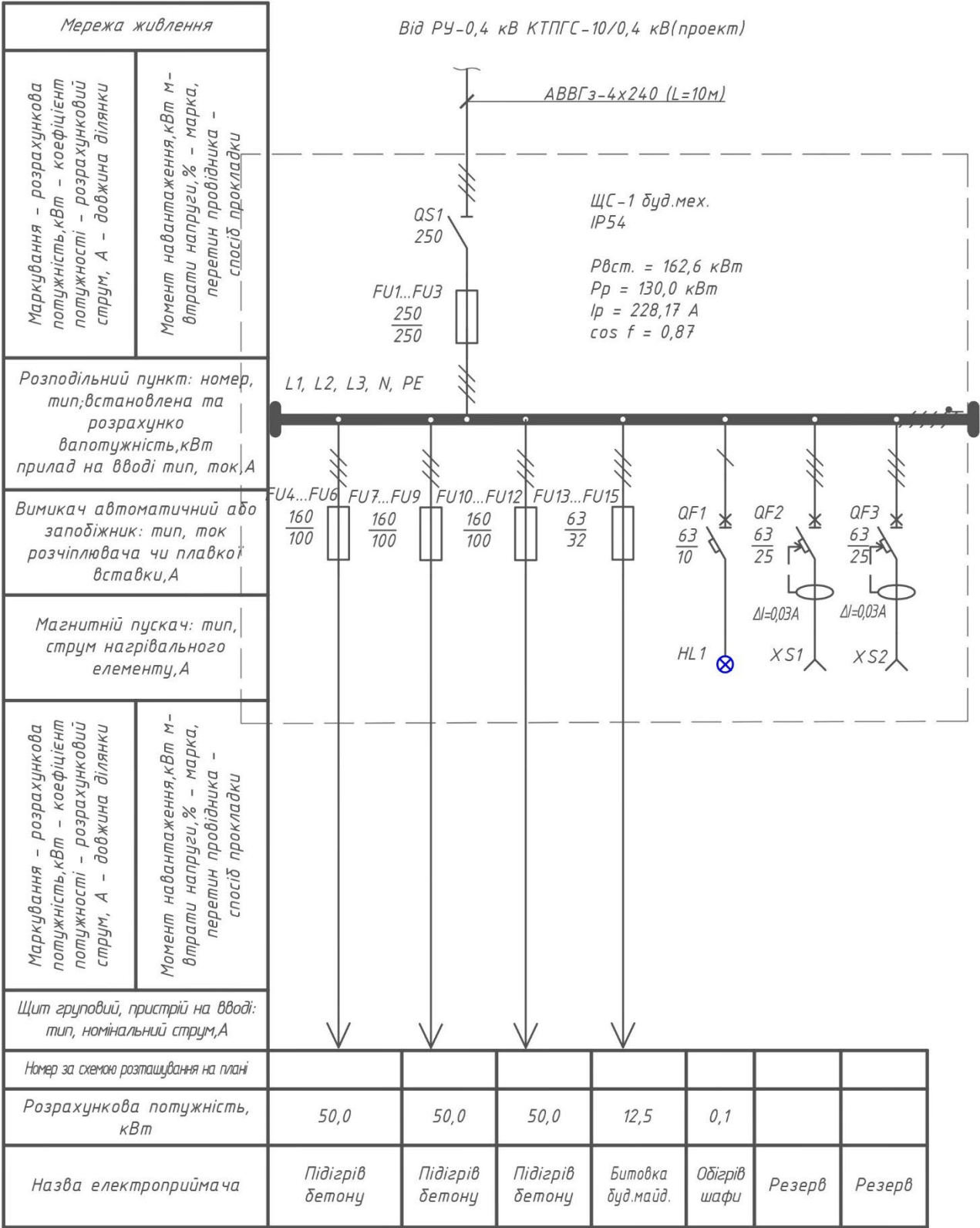


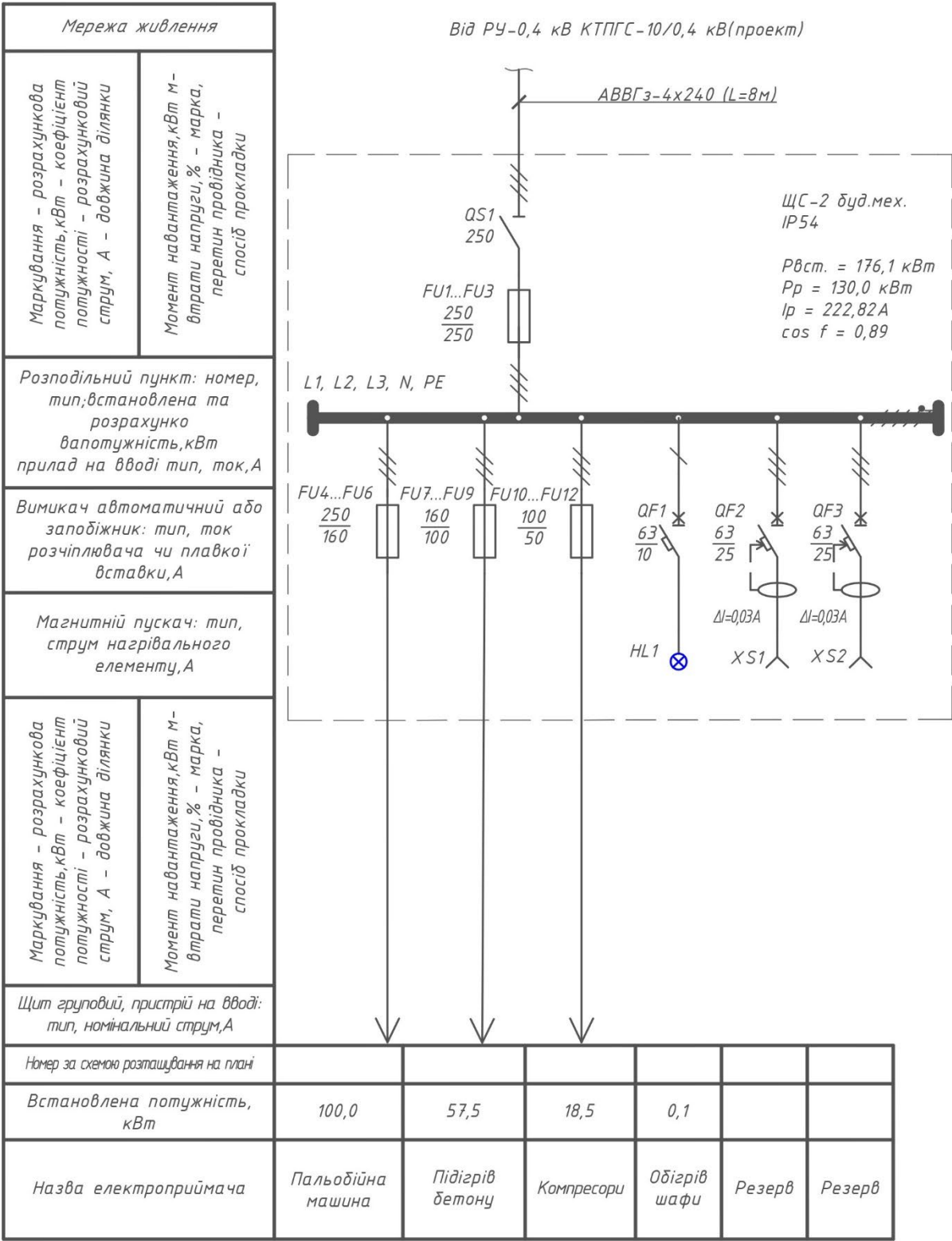
Схема електрична принципова щита ЩС-1 буд.мех.



| Перелік елементів щита ЩС-1 буд.мех. |                                                                           |      |          |
|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|------|----------|
| Поз.                                 | Найменування                                                              | Кіл. | Примітки |
| QS1                                  | Вимикач-роз'єднувач, 3р, Ін=250А, шт.                                     | 1    | на вводі |
| FU1...FU3                            | Запобіжник з плавкою вставкою Іном=250А, Іпл.вст.=250А, шт.               | 3    | на вводі |
| FU4...FU12                           | Запобіжник з плавкою вставкою Іном=160А, Іпл.вст.=100А, шт.               | 9    |          |
| FU13...FU15                          | Запобіжник з плавкою вставкою Іном=63А, Іпл.вст.=32А, шт.                 | 3    |          |
| QF1                                  | Автоматичний вимикач 1Р, Іном=63А, Івідс.=10А, шт.                        | 1    |          |
| HL1                                  | Лампа розжарювання, 100Вт, шт.                                            | 1    |          |
| QF2...QF3                            | Диференційний автоматичний вимикач, 2р, Ін=63А, Івідс.=25А, ΔI=0,03А, шт. | 2    |          |
| XS1                                  | Штепсельний роз'єм 380В, 32А, шт                                          | 1    |          |
| XS2                                  | Штепсельний роз'єм 220В, 16А, шт                                          | 1    |          |

| Розрахунок навантаження |                        |           |          |       |      |      |           |             |            |         |
|-------------------------|------------------------|-----------|----------|-------|------|------|-----------|-------------|------------|---------|
| п.п.                    | Найменування           | Рвст. кВт | Кіл. шт. | Кноп. | cosφ | tgφ  | Рроз. кВт | Qроз., кВАр | Сроз р.кВА | Іроз. А |
| 1                       | 2                      | 3         | 4        | 5     | 6    | 7    | 8         | 9           | 10         | 11      |
| 1                       | Підігрів бетону        | 150,00    | 1,00     | 0,80  | 0,75 | 0,88 | 120,00    | 105,60      | 160,00     |         |
| 2                       | Битовки буд.майданчика | 12,50     | 1,00     | 0,80  | 0,85 | 0,62 | 10,00     | 6,20        | 11,76      |         |
| 3                       | Обігрів шафи           | 0,10      | 1,00     | 1,00  | 1,00 | 0,00 | 0,10      | 0,00        | 0,10       |         |
|                         | Всього по ЩС-1:        |           |          |       | 0,87 | 0,86 | 130,00    | 111,80      | 171,86     | 228,17  |

Схема електрична принципова щита ЩС-2 буд.мех.



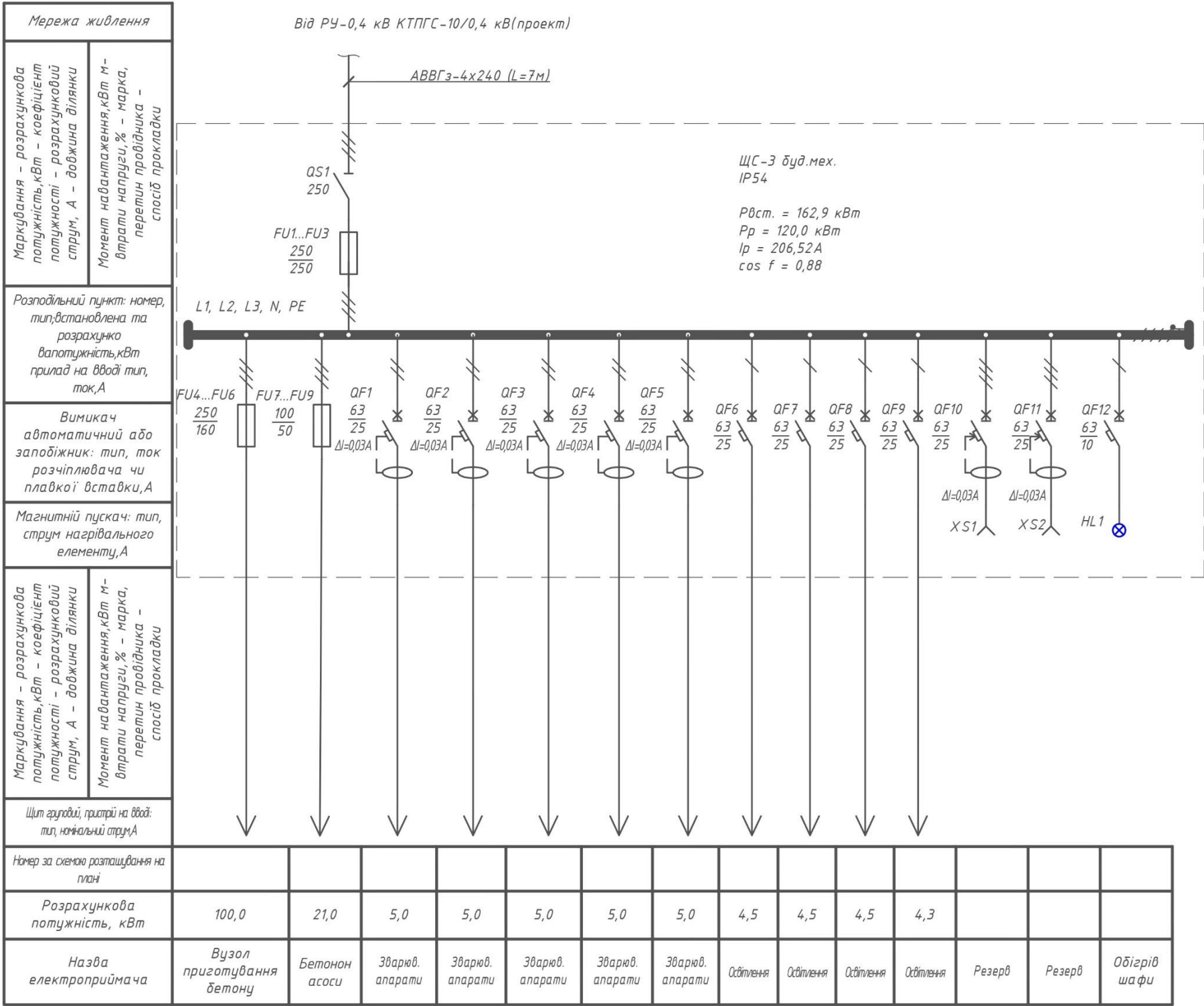
Перелік елементів щита ЩС-2 буд.мех.

| Поз.        | Найменування                                                                                  | Кіл. | Примітки |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|------|----------|
| QS1         | Вимикач-роз'єднувач, Зр, Ін=250 А, шт.                                                        | 1    | на вводі |
| FU1...FU3   | Запопобіжник з плавкою вставкою Іном=250 А, Іпл.вст.=250 А, шт.                               | 3    | на вводі |
| FU4...FU6   | Запопобіжник з плавкою вставкою Іном=250 А, Іпл.вст.=160 А, шт.                               | 3    |          |
| FU7...FU9   | Запопобіжник з плавкою вставкою Іном=160 А, Іпл.вст.=100 А, шт.                               | 3    |          |
| FU10...FU12 | Запопобіжник з плавкою вставкою Іном=100 А, Іпл.вст.=50 А, шт.                                | 3    |          |
| QF2...QF3   | Диференційний автоматичний вимикач, 2р, Ін=63 А, Івідс.=25 А, $\Delta I=0,03 \text{ А}$ , шт. | 2    |          |
| QF1         | Автоматичний вимикач 1Р, Іном=63 А, Івідс.=10 А, шт.                                          | 1    |          |
| HL1         | Лампа розжарювання, 100Вт, шт.                                                                | 1    |          |
| XS1         | Штепсельний роз'єм 380В, 32 А, шт                                                             | 1    |          |
| XS2         | Штепсельний роз'єм 220В, 16 А, шт                                                             | 1    |          |

Розрахунок навантаження

| п.п. | Найменування      | $P_{вст.}$<br>кВт | Кіл.,<br>шт. | Кноп. | $\cos \varphi$ | $\tan \varphi$ | $P_{роз.}$<br>кВт | $Q_{роз.}$<br>кВАр | $S_{роз.}$<br>р.кВА | $I_{роз.}$<br>А |
|------|-------------------|-------------------|--------------|-------|----------------|----------------|-------------------|--------------------|---------------------|-----------------|
| 1    | 2                 | 3                 | 4            | 5     | 6              | 7              | 8                 | 9                  | 10                  | 11              |
| 1    | Пальобійна машина | 100,00            | 1,00         | 0,40  | 0,75           | 0,88           | 40,00             | 35,20              | 53,33               |                 |
| 2    | Підігрів бетону   | 57,50             | 1,00         | 0,60  | 1,00           | 0,00           | 34,50             | 0,00               | 34,50               |                 |
| 3    | Компресори        | 18,5              | 5,0          | 0,6   | 0,8            | 0,4            | 55,50             | 23,87              | 69,38               |                 |
| 4    | Обігрів шафи      | 0,1               | 1,0          | 1,0   | 1,0            | 0,0            | 0,10              | 0,00               | 0,10                |                 |
|      | Всього по ЩС-2:   |                   |              |       | 0,89           | 0,45           | 130,00            | 59,07              | 157,21              | 222,82          |

Схема електрична принципова щита ЩС-3 буд.мех.



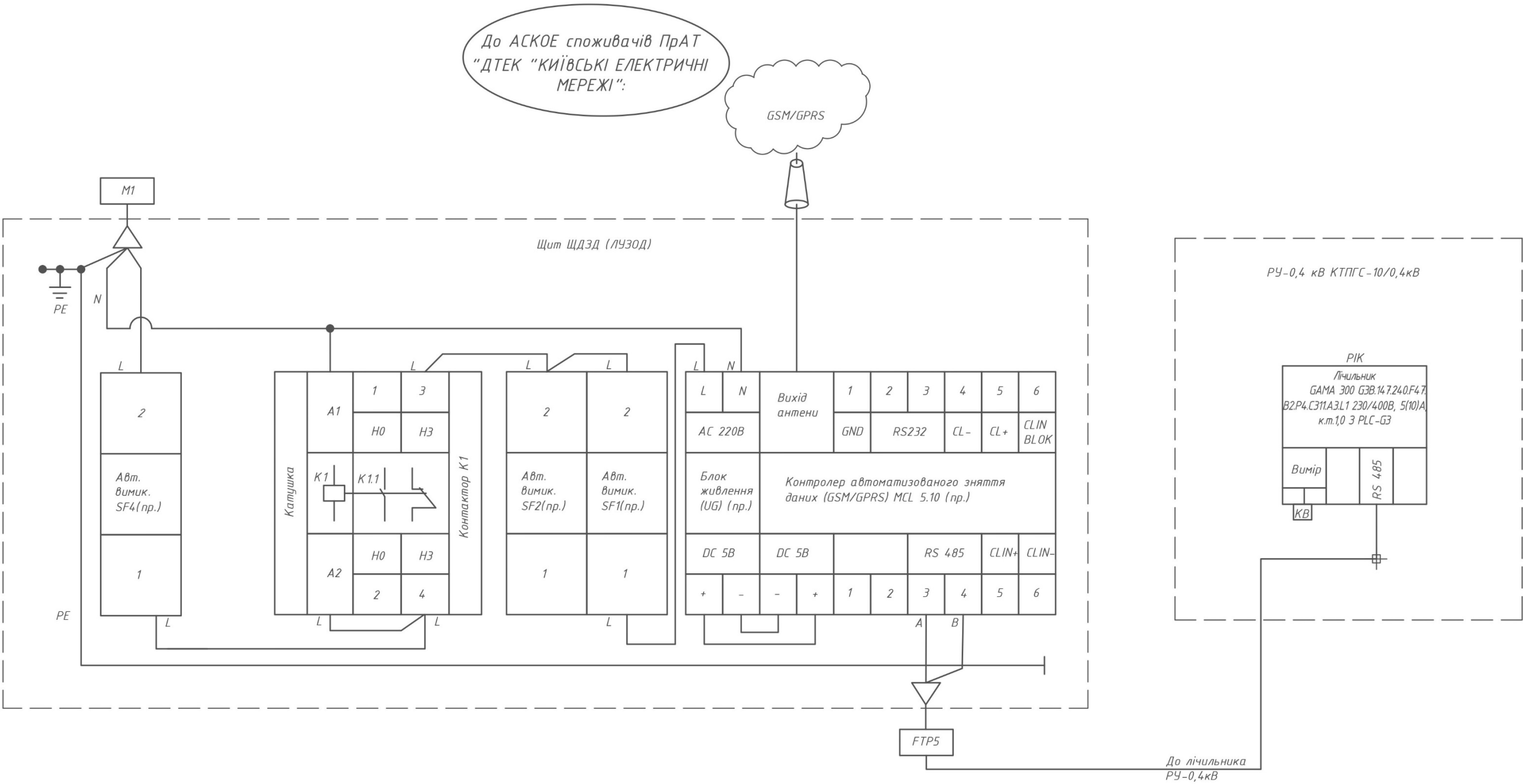
Перелік елементів щита ЩС-3буд.мех.

| Поз.                  | Найменування                                                                                                          | Кіл. | Примітки |
|-----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|----------|
| QS1                   | Вимикач-роз'єднувач, 3р, І <sub>н</sub> =250А, шт.                                                                    | 1    | на вводі |
| FU1...FU3             | Запопобіжник з плавкою вставкою І <sub>ном</sub> =250А, І <sub>пл.вст.</sub> =250А, шт.                               | 3    | на вводі |
| FU4...FU6             | Запопобіжник з плавкою вставкою І <sub>ном</sub> =250А, І <sub>пл.вст.</sub> =160А, шт.                               | 3    |          |
| FU7...FU9             | Запопобіжник з плавкою вставкою І <sub>ном</sub> =100А, І <sub>пл.вст.</sub> =50А, шт.                                | 3    |          |
| QF1,QF5,<br>QF10,QF11 | Диференційний автоматичний вимикач, 2р, І <sub>н</sub> =63А, І <sub>відс.</sub> =25А, $\Delta I=0,03 \text{ А}$ , шт. | 2    |          |
| QF6...QF9             | Автоматичний вимикач 1Р, І <sub>ном</sub> =63А, І <sub>відс.</sub> =25А, шт.                                          | 4    |          |
| QF12                  | Автоматичний вимикач 1Р, І <sub>ном</sub> =63А, І <sub>відс.</sub> =10А, шт.                                          | 1    |          |
| HL1                   | Лампа розжарювання, 100Вт, шт.                                                                                        | 1    |          |
| XS1                   | Штепсельний роз'єм 380В, 32А, шт                                                                                      | 1    |          |
| XS2                   | Штепсельний роз'єм 220В, 16А, шт                                                                                      | 1    |          |

Розрахунок навантаження

| п.п. | Найменування              | Р <sub>вст.</sub><br>кВт | Кіл.,<br>шт. | К <sub>ноп.</sub> | cosφ | tgφ  | Р <sub>роз.</sub><br>кВт | Q <sub>роз.</sub><br>кВАр | S <sub>роз.</sub><br>р.кВА | I <sub>роз.</sub><br>А |
|------|---------------------------|--------------------------|--------------|-------------------|------|------|--------------------------|---------------------------|----------------------------|------------------------|
| 1    | 2                         | 3                        | 4            | 5                 | 6    | 7    | 8                        | 9                         | 10                         | 11                     |
| 1    | Освітлення                | 17,80                    | 1,00         | 0,90              | 0,92 | 0,43 | 16,02                    | 6,89                      | 17,41                      |                        |
| 2    | Бетононасоси              | 21                       | 3,00         | 0,70              | 0,85 | 0,62 | 44,02                    | 27,29                     | 51,78                      |                        |
| 3    | Зварювальні апарати       | 5,00                     | 5,00         | 0,40              | 0,80 | 0,40 | 10,00                    | 4,00                      | 12,50                      |                        |
| 4    | Вузол приготування бетону | 100,00                   | 1,00         | 0,50              | 0,85 | 0,62 | 50,00                    | 31,00                     | 58,82                      |                        |
| 5    | Обігрів шафи              | 0,10                     | 1,00         | 1,00              | 1,00 | 0,00 | 0,10                     | 0,00                      | 0,10                       |                        |
|      | Всього по ЩС-3:           | 0,10                     | 1,00         | 1,00              | 0,88 | 0,58 | 120,0                    | 69,18                     | 140,62                     | 206,55                 |

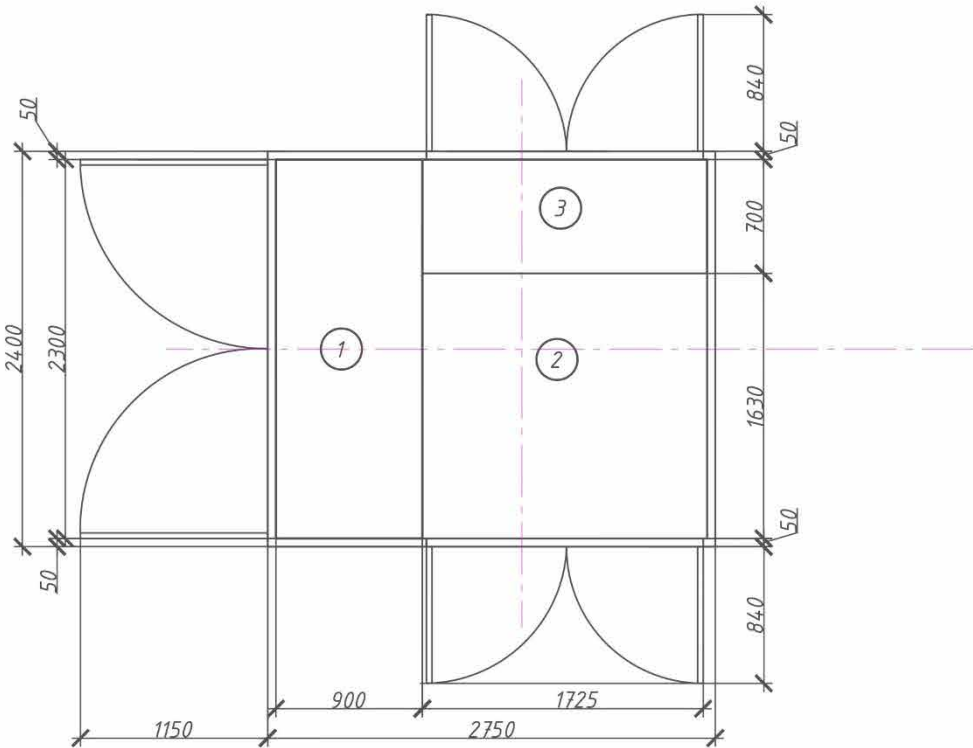
Структурна схема системи дистанційного зчитування даних



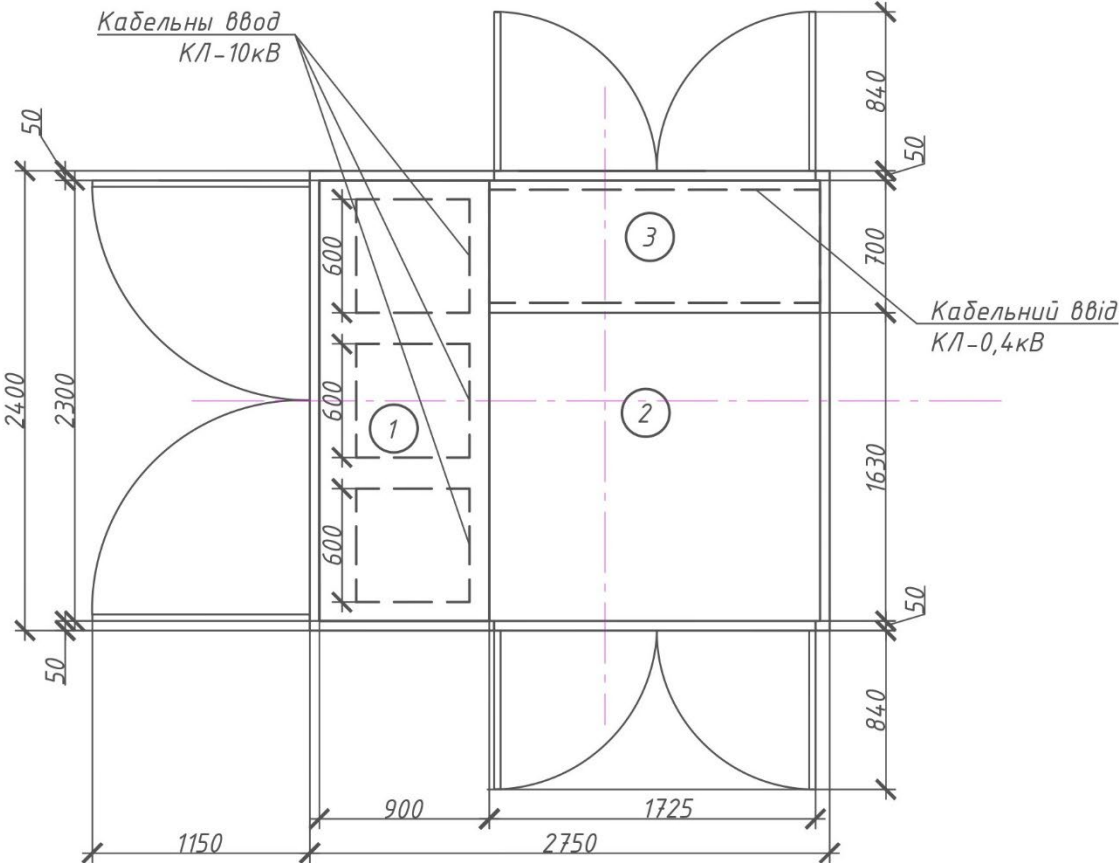
|      |      |          |        |      |
|------|------|----------|--------|------|
|      |      |          |        |      |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |

План розташування електрообладнання КТПГС-10/0,4кВ

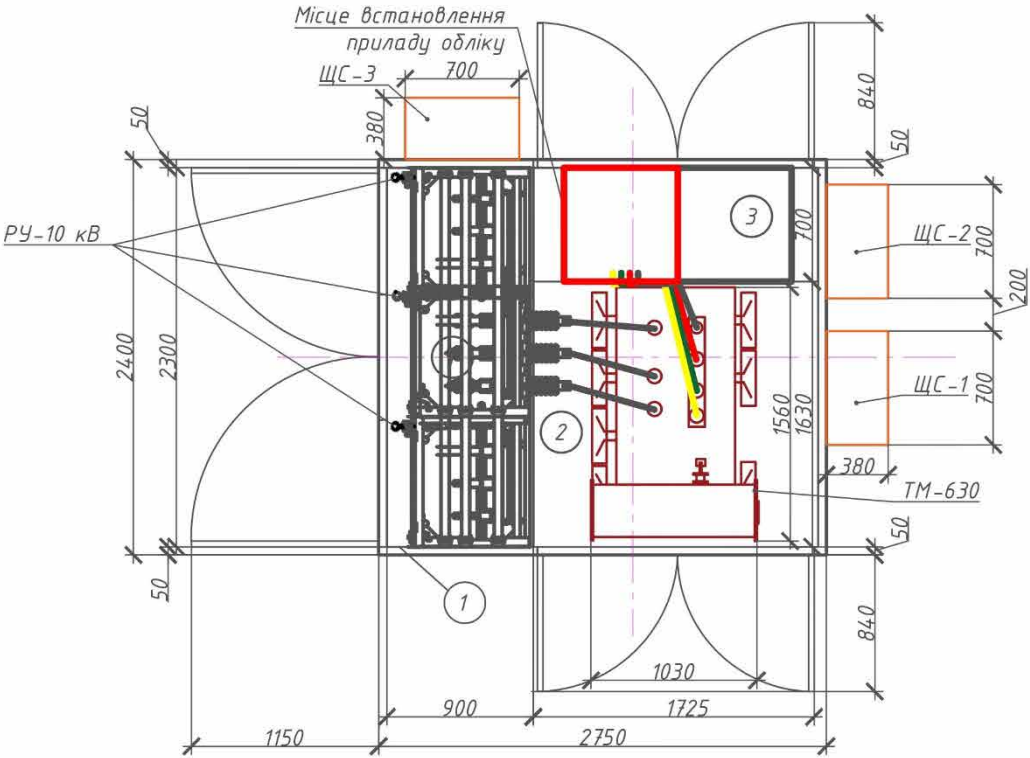
План КТПГС-10/0,4 кВ (М1:40)



План кабельних ввідів в КТПГС-10/0,4 кВ (М1:40).



План розташування електрообладнання КТПГС-10/0,4 кВ (М1:40)



Експлікація приміщень

| Номер за планом | Найменування                        |
|-----------------|-------------------------------------|
| 1               | Відсік розподільчої установки 10кВ  |
| 2               | Камера трансформатора               |
| 3               | Відсік розподільчої установки 0,4кВ |