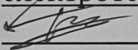
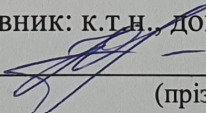
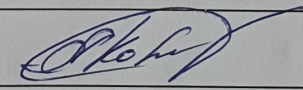


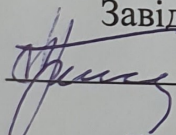
Вінницький національний технічний університет
Факультет електроенергетики та електромеханіки
Кафедра електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного
менеджменту

БАКАЛАВРСЬКА ДИПЛОМНА РОБОТА НА ТЕМУ:
РОЗРОБКА СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ТОВАРИСТВА З
ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ «БАРЛІНЕК ІНВЕСТ»,
МІСТО ВІННИЦЯ

Виконав: студент 4 курсу, гр. Е-206 з/в
спеціальності 141 – «Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка».
 Гвядзовський П. Ю.
(прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., доц. каф. ЕСЕЕМ
 Шул'є Ю. А.
(прізвище та ініціали)
« » 2024 р.

Рецензент 
ст. викл. каф. ЕЕМСК Коваль А.М.
(прізвище та ініціали)
« 17 » 06 2024 р.

Допущено до захисту
Завідувач кафедри ЕСЕЕМ
 д.т.н., проф. Бурбело М.Й.
(прізвище та ініціали)
« 17 » 06 2024 р.

ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет електроенергетики та електромеханіки

Кафедра електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного менеджменту

Рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

Галузь знань – 14 Електрична інженерія

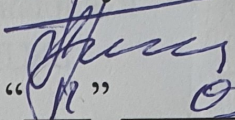
Освітній ступінь – бакалавр

Спеціальність 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Освітньо-професійна програма - Електроенергетика та електротехніка

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ЕСЕМ

 проф. М. Й. Бурбело
“11” 03 2024 року

З А В Д А Н Н Я
БАКАЛАВРСЬКУ ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ
Гвяздовському Павлу Юрійовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: РОЗРОБКА СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ТОВАРИСТВА З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ «БАРЛІНЕК ІНВЕСТ», МІСТО ВІННИЦЯ

Керівник роботи Шулє Юлія Андріївна к.т.н., доцент каф. ЕСЕМ
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по ВНТУ від «11» 03 2024 року, №80.

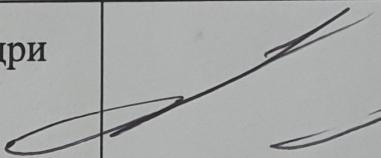
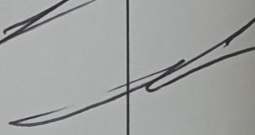
2. Термін подання студентом роботи «11» 06 2024 року.

3. Вихідні дані до роботи: генплан підприємства; план одного із цехів з технологічними плануваннями, відомості про особливості технологічних процесів, відомості про електричні навантаження підприємства та цеху; відомості про джерела живлення та перспективу розвитку підприємства (Додаток А).

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ. Загальні відомості про підприємство. Аналіз системи електропостачання підприємства. Науково-дослідна частина. Охорона праці. Висновки. Список використаних джерел. Додатки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових кресл
План підприємства із силовими розподільчими та живильними мер
Однолінійна схема електропостачання підприємства. План електропост
цеху. Розрахунково-монтажна таблиця електропостачання цеху. Н
дослідна робота.

6. Консультанти розділів роботи

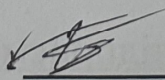
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завда прий
Охорона праці та	Кобилянський О.В., зав. кафедри БЖДПБ, д.п.н., професор		

7. Дата видачі завдання «11» 03 2024 року.

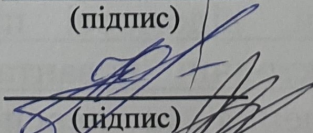
КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання		П
		початок	закінчення	
1	Аналіз системи електропостачання підприємства	15.03	30.03	Вик
2	Дослідження з актуальної для підприємства тематики	5.04	20.04	Вик
3	Охорона праці	25.04	10.05	Вик
4	Графічна частина	15.05	30.05	Вик

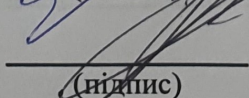
Студент


(підпис)

Керівник роботи


(підпис)

Нормоконтроль


(підпис)

Гвяздовський П. Ю.

(прізвище та ініціали)

Шулле Ю.А.

(прізвище та ініціали)

Войтюк Ю. П.

(прізвище та ініціали)

Вінницький національний технічний університет
Факультет електроенергетики та електромеханіки
Кафедра електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного
менеджменту

БАКАЛАВРСЬКА ДИПЛОМНА РОБОТА НА ТЕМУ:
РОЗРОБКА СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ТОВАРИСТВА З
ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ «БАРЛІНЕК ІНВЕСТ»,
МІСТО ВІННИЦЯ

Виконав: студент 4 курсу, гр. Е-206 з/в
спеціальності 141 – «Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка».
Гвиздовський П. Ю.
(прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., доц. каф. ЕСЕЕМ
Шулє Ю. А.
(прізвище та ініціали)
« » _____ 2024 р.

Рецензент _____

(прізвище та ініціали)

« _____ » _____ 2024 р.

Допущено до захисту
Завідувач кафедри ЕСЕМ
д.т.н., проф. Бурбело М.Й.
(прізвище та ініціали)

« » 2024 р.

Вінниця ВНТУ – 2024 року

ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет електроенергетики та електромеханіки

Кафедра електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного менеджменту

Рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

Галузь знань – 14 Електрична інженерія

Освітній ступінь – бакалавр

Спеціальність 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Освітньо-професійна програма - Електроенергетика та електротехніка

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ЕСЕМ

проф. М. Й. Бурбело

“ ____ ” _____ 2024 року

З А В Д А Н Н Я

БАКАЛАВРСЬКУ ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Гвяздовському Павлу Юрійовичу

(*прізвище, ім'я, по батькові*)

1. Тема роботи: РОЗРОБКА СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ТОВАРИСТВА З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ «БАРЛІНЕК ІНВЕСТ», МІСТО ВІННИЦЯ

Керівник роботи Шулліс Юлія Андріївна к.т.н., доцент каф. ЕСЕМ

(*прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання*)

затверджені наказом по ВНТУ від «11» __03__ 2024 року, №80.

2. Термін подання студентом роботи «11» __06__ 2024 року.

3. Вихідні дані до роботи: генплан підприємства; план одного із цехів з технологічними плануваннями, відомості про особливості технологічних процесів, відомості про електричні навантаження підприємства та цеху; відомості про джерела живлення та перспективу розвитку підприємства (Додаток А).

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ. Загальні відомості про підприємство. Аналіз системи електропостачання підприємства. Науково-дослідна частина. Охорона праці. Висновки. Список використаних джерел. Додатки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов’язкових креслень):
План підприємства із силовими розподільчими та живильними мережами.
Однолінійна схема електропостачання підприємства. План електропостачання
цеху. Розрахунково-монтажна таблиця електропостачання цеху. Науково-
дослідна робота.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Кобилянський О.В., зав. кафедри БЖДПБ, д.п.н., професор		

7. Дата видачі завдання «11» 03 2024 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання		Примітка
		початок	закінчення	
1	Аналіз системи електропостачання підприємства			
2	Дослідження з актуальної для підприємства тематики			
3	Охорона праці			
4	Графічна частина			

Студент

(підпис)

Гвяздовський П. Ю.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Шулє Ю.А.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Войтюк Ю. П.

(прізвище та ініціали)

УДК 621.311

АНОТАЦІЯ

Гвяздовський Павло Юрійович. Розробка системи електропостачання товариства з обмеженою відповідальністю «Барлінек Інвест», місто Вінниця. Бакалаврська дипломна робота. Спеціальність 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка. Кафедра ЕСЕЕМ. Вінниця: ВНТУ, ФЕЕЕМ, 2024. 79 с.

В бакалаврській дипломній роботі розглянуто питання щодо розробки системи електропостачання товариства з обмеженою відповідальністю «Барлінек-Інвест», місто Вінниця. В роботі розглянуті питання по розрахунку електропостачання підприємства в цілому та одного з його цехів, вибір кількості і потужності трансформаторних підстанцій.

В науково-дослідній частині роботи розглянуто доцільність встановлення сонячної електростанції із накопичувачем для того, щоб зменшити витрати коштів ТОВ «Барлінек Інвест» на електроенергію, що споживається столярним цехом. Даний захід дозволить розвантажити електричну мережу та матиме доцільний економічний ефект в роботі ТОВ «Барлінек Інвест».

Розглянуто питання охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

Ключові слова: електропостачання, електрична мережа, енегрозбереження, енергоефективність.

Рисунків – 17

Таблиць – 24

Бібліографій – 25

ABSTRACT

Gvyazdovskyi Pavlo Yuriyovych. Development of the power supply system of the limited liability company "Barlinek Invest", the city of Vinnytsia. Bachelor thesis. Specialty 141 – Power engineering, electrical engineering and electromechanics. ESEEM Department. Vinnytsia: VNTU, FEEEM, 2024. 79 p.

In the bachelor's thesis, the issue of the development of the power supply system of the limited liability company "Barlinek-Invest", the city of Vinnytsia, was considered. The work deals with the calculation of the electricity supply of the enterprise as a whole and one of its shops, the choice of the number and capacity of transformer substations.

In the research part of the work, the expediency of installing a solar power plant with storage in order to reduce the expenses of "Barlinek Invest" LLC for the electricity consumed by the carpentry workshop is considered. This measure will allow to relieve the load on the electric network and will have an appropriate economic effect on the work of Barlinek Invest LLC.

The issue of labor protection and safety in emergency situations was considered.

Key words: power supply, electric network, energy saving, energy efficiency.

Figures – 17

Tables - 24

Bibliographies – 25

ЗМІСТ

ВСТУП	5
1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ПІДПРИЄМСТВО	7
1.1 Короткий опис технологічного процесу	8
1.2 Відомості про електричні навантаження підприємства	11
2 РОЗРАХУНОК ЕЛЕКТРИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ	13
2.1 Розрахунок навантажень цехової мережі	13
2.2 Розрахунок навантажень підприємства	17
3 ВИБІР ТА РОЗМІЩЕННЯ ПІДСТАНЦІЙ	20
3.1 Вибір оптимальної напруги живлення	20
3.2 Техніко-економічне порівняння класів напруги живлення	21
3.3 Вибір трансформаторів ГПП	24
3.4 Вибір цехових ТП та їх розміщення	25
4 РОЗРАХУНОК ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПІДПРИЄМСТВА	30
4.1 Розрахунок зовнішнього електропостачання	30
4.2 Розрахунок струмів КЗ та перевірка вибраних вимикачів	33
5 РОЗРАХУНОК ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ЦЕХУ	37
5.1 Вибір схеми цехової мережі	37
5.2 Вибір комутаційно-захисної апаратури і провідників цехової мережі	37
5.3 Розрахунок і перевірка струмів КЗ у мережах напругою 1000В	41
6 ВПРОВАДЖЕННЯ ВДЕ ТА СИСТЕМ НАКОПИЧЕННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ НА ТОВ «БАРЛІНЕК ІНВЕСТ»	46
6.1 Засоби акумулювання та збереження енергії	46
6.2 Використанні літій-іонних батарей для накопичення енергії	48
6.3 Основні напрямки розвитку СЕЗБ	50
6.4 Модель вартості відокремлених СЕЗБ	52
6.5 Встановлення СЕС з накопичувачем на ТОВ «Барлінек Інвест»	55
7 ОХОРОНА ПРАЦІ	57
7.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації обладнання	57
7.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії	62
7.3 Пожежна безпека	64
ВИСНОВКИ	68
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	70
ДОДАТКИ	72
Додаток А – Вихідні дані	73
Додаток Б – Протокол перевірки навчальної(кваліфікаційної) роботи	74
Додаток В – Генеральний план підприємства	75
Додаток Г – Однолінійна схема електропостачання підприємства	76
Додаток Д – Схема електропостачання цеху	77
Додаток Е – Розрахунково-монтажна таблиця електропостачання цеху	78
Додаток Ж – Встановлення СЕС з накопичувачем на ТОВ «Барлінек Інвест»	79

ВСТУП

Актуальність роботи зумовлена необхідністю створення сучасної та надійної системи електропостачання ТОВ «Барлінек Інвест», що забезпечить безперебійне електропостачання технологічного процесу із обробки деревини та виготовлення паркетної дошки. Актуальним питанням є вибір раціональних схем живлення підприємства, сучасного електрообладнання, надійної провідниково-кабельної продукції. В бакалаврській роботі запропоновано та наведено сучасні методи розрахунку, які дозволять обрати оптимальний варіант системи електропостачання.

Мета роботи: розробити сучасну та надійну систему електропостачання ТОВ «Барлінек Інвест» на основі діючих методик розрахунку. Для цього необхідно здійснити розрахунки зовнішньої і внутрішньої електричної мережі, електричних навантажень, виконати вибір електрообладнання й розрахувати місце розташування трансформаторних підстанцій, розрахувати компенсацію реактивної потужності і вибрати відповідні компенсуючі пристрої. Всі перелічені питання повинні відповідати оптимальним рівням надійності, якості електроенергії, зручності в експлуатації та економічності.

Об'єктом роботи є система електропостачання ТОВ «Барлінек Інвест».

Предметом роботи є інженерні методи та засоби, які використовуються для створення оптимальної системи електропостачання ТОВ «Барлінек Інвест» із врахуванням діючих норм та правил.

Методи дослідження. Під час виконання бакалаврської роботи використовувались сучасні технології, прийняті в проектній практиці, методи розрахунку електричних навантажень, вибору провідників і кабелів, вибору електрообладнання, загальні закони електротехніки, а також загально прийняті закони математичної алгебри.

Наукова новизна та практична цінність роботи. Застосування сучасних проектних методів та засобів дозволить значно покращити і отримати

оптимальні інженерні рішення, скоротити час на проектні роботи, обрати обладнання, що буде працювати в оптимальному режимі, яке забезпечить надійну і безвідмовну роботу системи електропостачання ТОВ «Барлінек Інвест».

1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ПІДПРИЄМСТВО

Група Барлінек (далі Барлінек) – провідний світовий виробник багатошарових дерев'яних підлог із річною виробничою потужністю більше 12 млн кв м.

Найважливішою продукцією Барлінек є паркетна дошка – багатошарова підлога, що виготовлена з найкращих видів деревини європейських і екзотичних порід. Окрім паркетної дошки Барлінек виготовляє сертифіковані підлоги для об'єктів спортивного призначення, а також плінтуси для підлоги й біопаливо: пелети та брикети для камінів.

Продукція Барлінек продається до 75 країн на 6 континентах світу. Завдяки постійній модернізації виробництва та інвестиціям в сучасні технології підприємства Барлінек є одними із найчистіших виробництв своєї галузі в Польщі та Європі. Барлінек є ініціатором великої кількості програм, що пов'язані із охороною природного середовища та екологічною освітою. За кожен придбаний пачку паркетної дошки Барлінек фінансується висадження одного дерева, за рахунок чого було посаджено понад 17 мільйонів дерев.

У місті Барлінек ще у XIX сторіччя була поширена обробка деревини. До кінця Другої Світової Війни у місті було лісопильне виробництво, що поєднувалось із виготовленням столярних виробів й меблів. У місті було декілька інших лісопильних виробництв і після закінчення війни всі вони об'єднались в єдине підприємство – Деревообробний Завод Державних Лісів у Барлінку. Приблизно 100 кубометрів деревини складав щоденний об'єм виробництва. Тим часом, на столярному виробництві виготовляли меблі для учбових закладів та школи, елементи огорожі й циркулі для землемірів.

Починаючи з 1947 р. було збільшено обсяги виробництва та суттєво розширено асортимент продукції (почали виготовляти стільці, столярні та меблеві вироби).

До 1950 р. переважна більшість продукції Барлінек виготовлялась для потреб будівництва. Також налагодили виробництво стільців, м'яких і дитячих

меблів, а також шезлонгів, прищепок для білизни.

З 1 січня 1959 р. фірма стала називатись «Барлінецький Завод Обробки Деревини у м. Барлінек» і була підпорядкованою Об'єднанню Лісопильних Виробництв та Дерев'яних Виробів у Варшаві. Пізніше фірма увійшла до складу Окружного Підприємства Обробки Деревини у Щечині. У 1975 р. виробництво перейменували у «Барлінецьке Підприємство Переробки Деревини».

1 червня 1999 р. керівництво Західно-поморського воєводства приватизувало державне підприємство «Барлінецьке Підприємство Переробки Деревини».

Завдяки послідовній політиці модернізації й збільшенню виробничої потужності із одночасним поширенням асортименту виробів, протягом кількох років Акціонерне товариство «Барлінек» стало лідером виробництва дерев'яних підлог не тільки в Польщі, але й в інших країнах світу.

Український підрозділ польської компанії ТОВ «Барлінек-Україна» 25 жовтня 2007 р. відкрив у Вінниці завод із виробництва паркетної дошки. Виробнича потужність підприємства дозволяє виготовляти понад 2 млн.кв.м на рік тришарової паркетної дошки із натурального дерева. Інвестиції у будівництво заводу склали 50 млн.євро. Створення виробництва саме у Вінницькому регіоні пояснюється наявністю потужної сировинної бази та високою концентрацією кваліфікованої робочої сили.

У березні 2007 р. ТОВ «Барлінек-Україна» почало виробничу діяльність. Почалось все із введення в експлуатацію лісопилки для листяних порід дерев потужністю 45 тис.куб.м у рік. Виготовлені заготовки для паркетної дошки експортувалися для завершення обробки у Польщу.

1.1 Короткий опис технологічного процесу

Кінцевим продуктом виробництва ТОВ «Барлінек Інвест» є фриз

(мокрі), призначені для подальшої переробки на дощечки для підлоги.

До технологічного процесу входять:

- виготовлення деревини листяних порід дерев на не обрізній та обрізній дошки;
- виготовлення рейок;
- отримання фризів із рейок.

ТОВ «Барлінек Інвест» працює у дві зміни тривалістю вісім годин протягом 11 місяців на рік. Один місяць іде на планові ремонти та відпустки працівників. Річний час роботи у дві зміни складає 3760 годин.

Кругляк до виробничого цеху доставляється автокаром, що має передній підйомний пристрій, і укладається на опорі із каскадним пристроєм. Після другого етапу механізації ця опора використовується у випадку аварійної подачі кругляка. До блокових пилок кругляк доставляється системою поздовжніх транспортерів й поперечних із довозючими пристроями. Розпилювання кругляка відбувається на стрічкових блокових пилках.

Відходи із пилок доставляються системою транспортерів. Дощки, що відходять з роздільної пилки транспортерами, подаються на вузол обробки, що складається із поперечної пилки й поздовжньої. З транспортерів дошки забирають робітники, що працюють на поперечній пилці. Згодом дошки на багатополотневій пилці розрізають на рейки. Працівники на цій пилці відкладають рейки на піддон, а відрізки скидають до місця висипання. За кожною роздільною пилкою встановлено зворотну систему для обаполів, що вимагають подальшої обробки на поперечних пилках.

Необрізні дошки від стрічкових блокових пилок направляються до дискової поперечної пилки й далі до дискової поздовжньої пилки, а необрізні дошки із блокової пилки – системою транспортерів до поперечної пилки, а далі до дискової поздовжньої пилки. Рейки на цих пилках укладаються на палетах, а зрізи викидаються до місця висипання.

Переробка рейок на фризид виконується на оптималізаторах. Вирізані фризид на поперечних пилках й оптималізаторах доставляються стрічковими транспортерами на сортуючий транспортер. Із сортуючого транспортера робітники беруть фризид та сортують їх у залежності від розміру й якості та укладають їх на палетах. Фризид на палетах закріплюються стрічкою РЕТ для виносу.

Відходи із різних місць, де вони виникають, доставляються системою стрічкових транспортерів на один загальний стрічковий транспортер. Потім на вібраційному транспортері проходить відділення тирси, що пневматичною системою доставляється до збірника біля котельні. Після подріблення на барабанній дробарці згрібаючий транспортер висипає відходи в контейнери або на самоскидні приліпи. Відходи, що з'явилися в місці виготовлення фризів, транспортерами доправляють на причепи (без дроблення).

Підлога з паркетної дошки Барлінек укладається на будь-який сухий, міцний та рівний основі. Якщо нерівності основи більші ніж 2 мм на 1 погонний метр, то основу потрібно вирівняти. Необхідно перевірити вологість основи, що повинна дорівнювати: для ангидритної не більше 0,5%, для бетонної не більше 2%, для дерев'яної не більше 8%. Куплену паркетну дошку потрібно покласти до приміщення, у якому буде вкладатися підлога, мінімум за 48 годин до укладання, не розпаковуючи її. Перед тим, як приступити до монтажу, необхідно розпакувати дошку та підібрати дошку по рисунку та кольору. Перед монтажем потрібно продумати напрямок укладання дошок, в залежності від форми приміщення, а також від умов його освітлення. Паркетну дошку не можна вклати у неопалюваних приміщеннях та на відкритому повітрі. Найбільшим ворогом дерев'яних підлог є вода та пісок.

Паркетна дошка ТОВ «Барлінек Інвест» - це підлога найвищого класу, що виготовлена із деревини, що не піддана процесам модифікації. Вона забезпечує високу термічну й акустичну ізоляцію, має велику стійкість до деформацій й механічних пошкоджень. Завдяки своїй гігроскопійності дошка Барлінек має

властивість природного регулювання мікроклімату у приміщенні, в якому вона укладена. Усі компоненти, які використовуються для виробництва паркетної дошки відповідають найсуворішим екологічним вимогам та нормам. Підлогу можна без обмежень класти у спальнях, дитячих кімнатах та дитячих установах.

Паркетна дошка ТОВ «Барлінек Інвест» – це три шари натуральної деревини й сім захисних шарів лаку: два шари акрилового зовнішнього лаку, закріпленого ультрафіолетовими променями; три шари ґрунтувального лаку, закріпленого ультрафіолетовими променями; акрилова шпаклівка, закріплена ультрафіолетовими променями; ґрунтуючий шар, закріплений ультрафіолетовими променями; лицьовий шар (3,5 мм) бук, дуб, ясен, береза, клен, черешня, екзотичне дерево, горіх, вільха, в'яз, граб, акація; середній шар поперечний (8 мм) – деревина хвойних гатунків; нижній шар (3,5 мм) - деревина хвойних гатунків.

1.2 Відомості про електричні навантаження підприємства

Увесь технологічний процес ТОВ «Барлінек Інвест» закладений в процесі роботи основних чотирьох цехів (рис. 1.1). Найбільша частка електричного навантаження у головному виробничому корпусі, розпилочному цеху, деревообробному цеху й сушильних камерах. На території підприємства є також котельня, яка потребує надійного і безперебійного забезпечення електричною енергією. Решта будівель та споруд ТОВ «Барлінек Інвест» є допоміжними й значного електричного навантаження не несуть.

Відомості про електричні навантаження ТОВ «Барлінек Інвест» наведені в табл. 1.1.

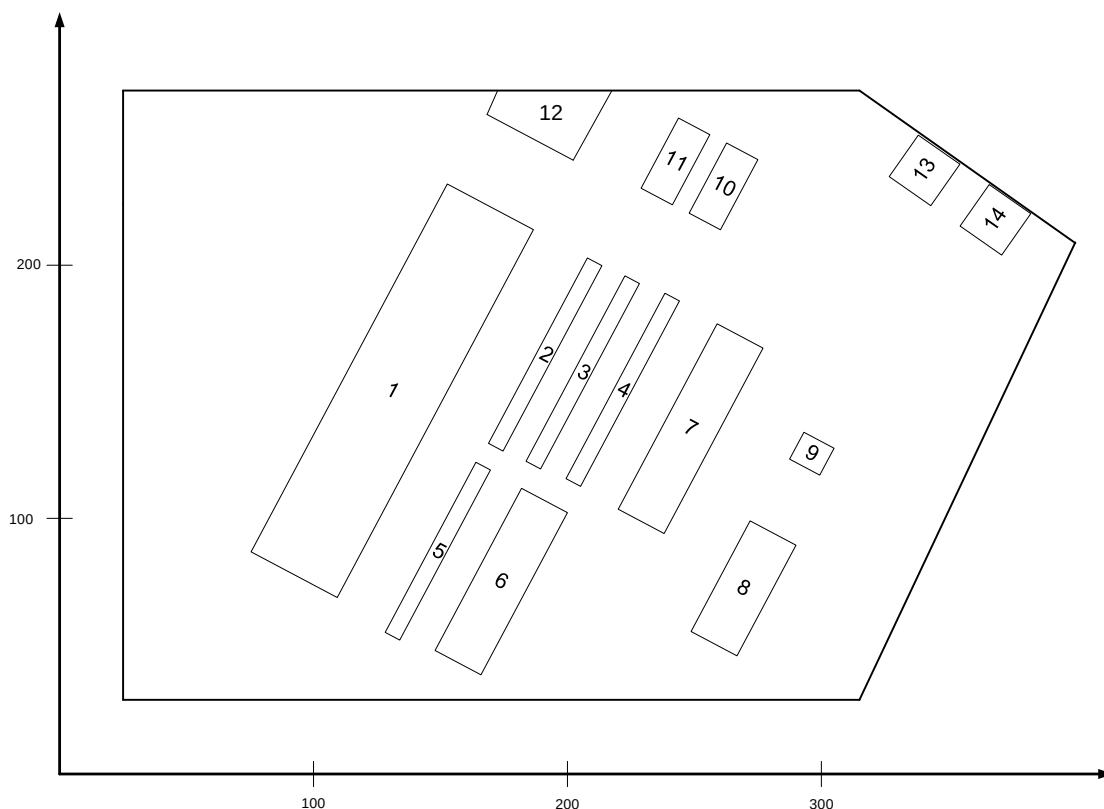


Рисунок 1.1 - Генеральний план ТОВ «Барлінек Інвест»

Таблиця 1.1 – Відомості про електричні навантаження ТОВ «Барлінек Інвест»

№ п/п	Споживачі	Р _м кВт
1	Головний виробничий корпус	626
2	Блок 8-ми сушильних камер №1	235
3	Блок 8-ми сушильних камер №2	235
4	Блок 8-ми сушильних камер №3	235
5	Блок 8-ми сушильних камер №4	235
6	Склад проміжного зберігання №1	38
7	Склад проміжного зберігання №2	41
8	Адміністративний корпус	16,5
9	Млин	25
10	Склад палива для котельні	33,5
11	Котельня	313
12	Розпилочний цех	305
13	Деревообробний цех	531
14	Столярний цех	120

2 РОЗРАХУНОК ЕЛЕКТРИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ

2.1 Розрахунок навантажень цехової мережі

Схема електропостачання столярного цеху ТОВ «Барлінек Інвест» радіальна. Розташування розподільчих пунктів (РП) має задовільняти умови: близькість до електроприймачів (ЕП) та оптимальний розподіл навантаження ЕП.

При пошкодженні одного із РП не повинен зупинятись технологічний процес, тоді свердлильні станки 6, 7 і круглопильні 3, 4, 5 заживлюються від різних РП. Враховуючи особливості розташування ЕП 2, 5, 6, 8, 10, 11, 12, 13 заживлюються від РП-1, а ЕП 1, 3, 4, 7, 9 заживлюються від РП-2. РП-1 та РП-2 заживлюються від ТП окремими кабельними лініями. План столярного цеху з схемою живлення споживачів представлений на рис. 2.1.

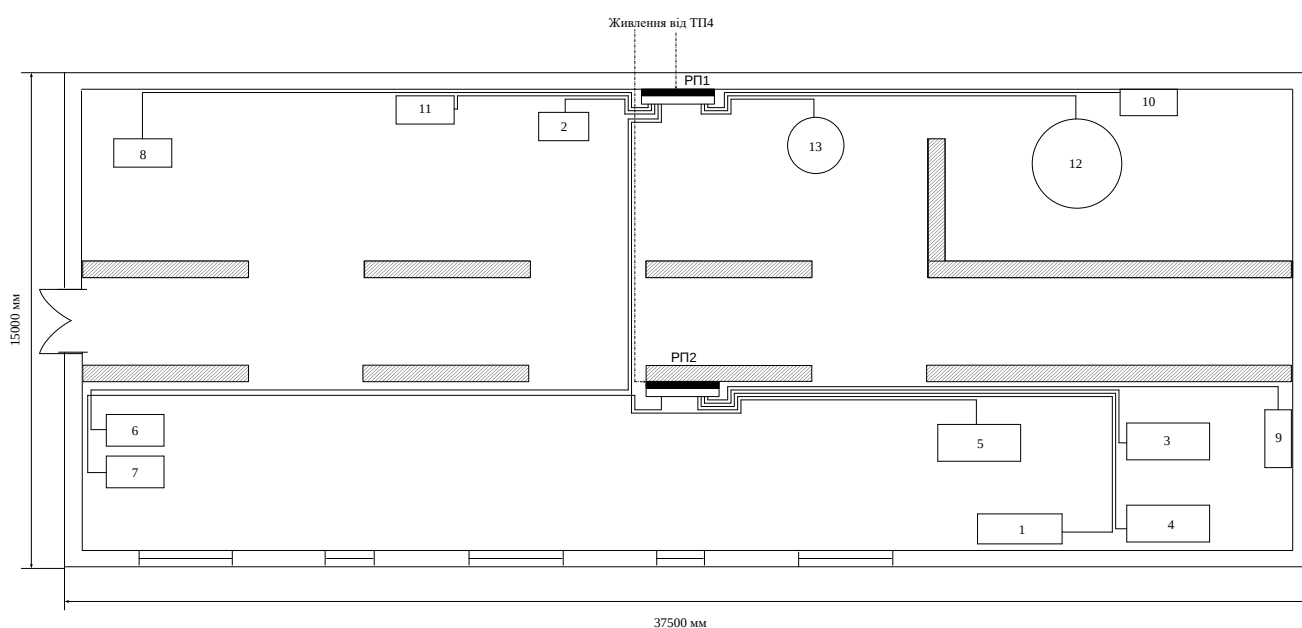


Рисунок 2.1 – Схема електропостачання столярного цеху
ТОВ «Барлінек Інвест»

Для розрахунку системи електропостачання напругою 0,4кВ ТОВ «Барлінек Інвест» використаємо метод розрахункових навантажень. Розрахунок виконаємо у табличній формі.

Розрахункові навантаження окремих ЕП чи ліній, від яких живляться два або три ЕП (І рівень), приймаються рівними номінальним:

$$P_p = P_H, \quad Q_p = P_p \cdot \operatorname{tg} \varphi_H; \quad (2.1)$$

де P_H - номінальна активна потужність ЕП, кВт;

$\operatorname{tg} \varphi_H$ - номінальний коефіцієнт реактивної потужності.

Номінальні величини визначають по паспортними даними ЕП. У разі відсутності паспортних даних, приймають $\operatorname{tg} \varphi_H = 0,75$ - для ЕП тривалого режиму роботи і $\operatorname{tg} \varphi_H = 0,87$ - для ЕП повторно-короткочасного.

Для ЕП повторно-короткочасного режиму номінальна потужність приводиться до тривалого режиму роботи:

$$P_H = P_{\text{пасп.}} \cdot \sqrt{T_{\text{ПВ.пасп.}}}; \quad (2.2)$$

де $P_{\text{пасп.}}$, $T_{\text{ПВ.пасп.}}$ - паспортні номінальна потужність й відносна тривалість повторного ввімкнення відповідно, кВт, с.

Розрахункові навантаження для живлячих мереж напругою до 1 кВ:

$$P_p = K_p \cdot \sum_{i=1}^n k_{Bi} \cdot P_{Hi}; \quad (2.3)$$

$$Q_p = \begin{cases} 1,1 \cdot \sum_{i=1}^n k_{Bi} \cdot P_{Hi} \operatorname{tg} \varphi_{Ci}, & \text{при } n_e \leq 10, \\ \sum_{i=1}^n k_{Bi} \cdot P_{Hi} \operatorname{tg} \varphi_{Ci}, & \text{при } n_e > 10; \end{cases} \quad (2.4)$$

Для магістральних шинопроводів:

$$P_p = K_p \cdot \sum_{i=1}^n k_{Bi} \cdot P_{Hi};$$

$$Q_p = K_p \cdot \sum_{i=1}^n k_{Bi} \cdot P_{Hi} \operatorname{tg} \varphi_{Ci}; \quad (2.5)$$

де K_p - коефіцієнт розрахункового максимуму активної потужності;

n_a - ефективне число ЕП;

$\operatorname{tg} \varphi_C$ - усереднені значення $\operatorname{tg} \varphi$ для даного типу ЕП.

Значення K_p можна визначити із [1-3].

Груповий коефіцієнт використання й ефективне число ЕП:

$$K_B = \frac{\sum_{i=1}^n k_{Bi} \cdot P_{Hi}}{\sum_{i=1}^n P_{Hi}} ; \quad (2.6)$$

$$n_e = \frac{\left(\sum_{i=1}^n P_{Hi} \right)^2}{\sum_{i=1}^n P_{Hi}^2} ; \quad (2.7)$$

Розрахункове значення n_e округляється до найближчого меншого цілого числа.

За [1-3] визначимо коефіцієнт максимуму $K_p = f(K_B; n_e)$.

Значення повної розрахункової потужності:

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2} ; \quad (2.9)$$

Розрахунковий струм:

$$I_p = \frac{S_p}{\sqrt{3}U_H} . \quad (2.10)$$

де U_H – номінальна напруга, кВ.

Розрахуємо навантаження ЕП 1-2 РП1 ТОВ «Барлінек Інвест».

Розрахункові навантаження для РП-1:

$$K_B = \frac{\sum n \cdot P_{Hi} \cdot k_{Bi}}{\sum n \cdot P_{Hi}} = \frac{29,14}{52,5} = 0,56 ,$$

$$n_e = \frac{\left(\sum n \cdot P_{Hi} \right)^2}{\sum n \cdot P_{Hi}^2} = \frac{2756,25}{691,25} = 4 \text{ (шт)},$$

де K_B – груповий коефіцієнт використання;

n_e - ефективне число електропримачів на РП.

Розрахунковий коефіцієнт $K_p = 1,156$ [1, табл.1], тоді розрахункові потужності для РП-1:

$$P_p = K_p \cdot P_c = 1,156 \cdot 29,14 = 33,69 \text{ (кВт)},$$

$$Q_p = 1,1 \cdot Q_c = 1,1 \cdot 22,92 = 25,21 \text{ (квар)}.$$

Повна розрахункова потужність електроприймачів для РП-1:

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2} = \sqrt{33,69^2 + 25,21^2} = 42,08 \text{ (кВА)}.$$

Розрахункові навантаження цеху:

$$K_B = \frac{\sum n \cdot P_n \cdot k_B}{\sum n \cdot P_n} = \frac{29,14 + 17,24}{52,5 + 35,5} = 0,53,$$

$$n_e = \frac{\left(\sum n \cdot P_n\right)^2}{\sum n \cdot P_n^2} = \frac{(52,5 + 35,5)^2}{1225,5} = 6 \text{ (шт)}.$$

Розрахунковий коефіцієнт $K_p = 1,109$ [1-3], тоді розрахункові потужності для всього цеху:

$$P_p = K_p \cdot P_c = 1,109 \cdot 46,38 = 51,44 \text{ (кВт)},$$

$$Q_p = 1,1 \cdot Q_c = 1,1 \cdot 39,61 = 43,58 \text{ (квар)},$$

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2} = \sqrt{51,44^2 + 43,58^2} = 67,41 \text{ (кВА)}.$$

Всі розрахунки електричних навантажень цехової мережі ТОВ «Барлінек Інвест» зводимо у табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Розрахунок навантаження столярного цеху

Найменування ЕП	п, шт	Рн, кВт	п·Рн, кВт	Кв	cos φ	tg φ	Рс, кВт	Qс, квар	п·Рн²	ne	Кр	Рр, кВт	Qр, кВАр	Sp, кВА	Ip, А
РП1															
Станок ударний (2)	1	2	2	0,2	0,7	1,02	0,4	0,41	4						4,93
Станок кругло пильний (5)	1	4	4	0,45	0,6	1,33	1,8	2,39	16						12,20
Станок свердильний (6)	1	1,5	1,5	0,2	0,7	1,02	0,3	0,31	2,25						4,07
Станок шліфувальний (8)	1	4	4	0,45	0,6	1,33	1,8	2,39	16						11,25
Витяжка (10)	1	22	22	0,57	0,76	0,86	12,54	10,78	484						47,81
Станок вертикальний (11)	1	4	4	0,3	0,8	0,75	1,2	0,90	16						8,73
Сушильна камера (12)	1	12	12	0,8	0,9	0,48	9,6	4,61	144						22,26
Компресор фарбувальний (13)	1	3	3	0,5	0,8	0,75	1,5	1,13	9						6,26
всього РП-1	8		52,5	0,56			29,14	22,92	691,25	4	1,156	33,69	25,21	42,08	63,93
РП2															
Станок фугувальний (1)	1	4	4	0,2	0,7	1,02	0,8	0,82	16						9,65
Станок кругло пильний (3,4)	2	4	8	0,45	0,6	1,33	3,6	4,79	32						12,20
Станок свердильний (7)	1	1,5	1,5	0,2	0,7	1,02	0,3	0,31	2,25						4,07
Витяжка (9)	1	22	22	0,57	0,76	0,86	12,54	10,78	484						47,81
всього РП-2	5		35,5	0,49			17,24	16,69	534,25	2	1,638	28,24	18,36	33,68	51,18
Всього навантаження цеху	13		88	0,53			46,38	39,61	1225,5	6	1,109	51,44	43,58	67,41	102,42

2.2 Розрахунок навантажень підприємства

Розрахунок активної й реактивної потужності силового обладнання ТОВ «Барлінек Інвест» виконуємо методом коефіцієнта попиту.

$$P_C = K_{\Pi} \cdot P_H, \quad Q_C = P_C \cdot \operatorname{tg} \varphi; \quad (2.11)$$

За методом коефіцієнта попиту визначаємо розрахункове навантаження освітлювальних установок ТОВ «Барлінек Інвест». Орієнтовно номінальна потужність освітлення визначена наближено за питомою потужністю на 1 м² площі цеху. В цілому розрахункова потужність електричного освітлення визначена за формулою:

$$P_O = P_{\text{Пит.О}} \cdot K_{\text{ПО}} \cdot K_{\text{ПРА}} \cdot F; \quad (2.12)$$

$$Q_O = P_O \cdot \operatorname{tg} \phi_O; \quad (2.13)$$

де $P_{\text{пит.о}}$ - питома густина освітлювального навантаження знаходиться в межах: 0,011-0,022 в залежності від приміщення;

$K_{\text{по}}$ - коефіцієнт попиту освітлювального навантаження;

$K_{\text{пра}}$ - коефіцієнт втрат потужності в пускорегулювальній апаратурі з;

F - площа цеху, м^2 .

$$K_{\text{по}} = \begin{cases} 0,95 - \text{великі виробничі приміщення;} \\ 0,8 - \text{порівняно невеликі виробничі приміщення;} \\ 0,6 - \text{склади, підстанції;} \\ 1,0 - \text{аварійне освітлення.} \end{cases} ; \quad (2.14)$$

$$K_{\text{пра}} = \begin{cases} 1,1 - \text{ДРЛ;} \\ 1,2 - \text{люмінесцентні - стартерні;} \\ 1,3 - 1,35 - \text{люмінесцентні - безстартерні.} \end{cases} ; \quad (2.15)$$

Розрахункові потужності дорівнюють сумі розрахункових потужностей силового та освітлювального навантажень:

$$P_p = P_c + P_o, \quad Q_p = Q_c + Q_o ; \quad (2.16)$$

Розрахункові максимальні навантаження ТОВ «Барлінек Інвест»:

$$P_{\text{р}\Sigma} = K_o \left(\sum_{i=1}^N P_{\text{pi}} + P_{\text{рцi}} + P_{\text{рз}} \right), \quad Q_{\text{р}\Sigma} = K_o \left(\sum_{i=1}^N Q_{\text{pi}} + Q_{\text{рцi}} + Q_{\text{рз}} \right); \quad (2.17)$$

де P_{pi} , Q_{pi} - розрахункові максимальні навантаження ТП або цехів, кВт, квар;

N - число ТП або цехів;

$P_{\text{рцi}}$, $Q_{\text{рцi}}$ - розрахункове максимальне навантаження загальноцехових ЕП високої напруги 10(6) кВ, які приєднані безпосередньо до РП 10(6) кВ, кВт, квар;

K_o - коефіцієнт одночасності максимумів навантаження визначається з [1];

$P_{p\Sigma}$, $Q_{p\Sigma}$ - розрахункові максимальні навантаження загальнозаводських ЕП і цехових трансформаторних підстанцій, приєднаних безпосередньо до ГПП, кВт, квар.

Визначаємо, що $K_o = 0,85$.

Сумарне навантаження ТОВ «Барлінек Інвест»:

$$S_{p\Sigma} = \sqrt{P_{p\Sigma}^2 + Q_{p\Sigma}^2} \quad (\text{кВА}); \quad (2.18)$$

Здійснюємо розрахунок навантажень ТОВ «Барлінек Інвест» і результати зводимо у табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Розрахунок навантажень заводської мережі

№ п/п	Споживачі	Силове навантаження						Освітлювальне навантаження						Всього			
		Рн кВт	Кп	cos(f)	tg(f)	Рмс	Qмс квар	Ф м2	Рпит	Рно	Кпо	Кпра	Рмо	Qмо квар	Рм кВт	Qм квар	С кВА
1	Головний виробничий корпус	650	0,85	0,60	1,17	552,50	646,43	6232	0,017	105,94	0,80	1,20	101,71	48,82	626,58	662,92	912,18
2	Блок 8-ми сушильних камер №1	300	0,80	0,64	0,75	240,00	180,00	492	0,015	7,38	0,85	1,20	7,53	3,61	235,53	174,61	293,19
3	Блок 8-ми сушильних камер №2	300	0,80	0,64	0,88	240,00	211,20	492	0,015	7,38	0,85	1,20	7,53	3,61	235,53	204,25	311,76
4	Блок 8-ми сушильних камер №3	300	0,80	0,64	0,75	240,00	180,00	492	0,015	7,38	0,85	1,20	7,53	3,61	235,53	174,61	293,19
5	Блок 8-ми сушильних камер №4	300	0,80	0,64	0,75	240,00	180,00	492	0,015	7,38	0,85	1,20	7,53	3,61	235,53	174,61	293,19
6	Склад проміжного зберігання №1	80	0,35	0,75	0,88	28,00	24,64	1512	0,012	18,14	0,60	1,10	11,98	5,75	38,58	29,16	48,35
7	Склад проміжного зберігання №2	80	0,35	0,75	0,88	28,00	24,64	1722	0,012	20,66	0,60	1,20	14,88	7,14	41,48	30,55	51,51
8	Адміністративний корпус	25	0,35	0,75	0,88	8,75	7,70	1029	0,012	12,35	0,60	1,10	8,15	3,91	16,46	11,23	19,93
9	Млин	50	0,50	0,75	0,88	25,00	22,00	156	0,020	3,12	0,60	1,10	2,06	0,99	25,81	21,89	33,84
10	Склад палива для котельні	80	0,40	0,75	0,88	32,00	28,16	403	0,012	4,84	0,60	1,10	3,19	1,53	33,59	28,28	43,91
11	Котельня	580	0,56	0,70	1,30	324,80	422,24	434	0,012	5,21	0,85	1,10	4,87	2,34	313,43	403,47	510,90
12	Розпилювальний цех	360	0,85	0,75	1,30	306,00	397,80	840	0,017	14,28	0,85	1,20	14,57	6,99	305,27	384,90	491,26
13	Деревообробний цех	650	0,85	0,60	0,88	552,50	486,20	400	0,017	6,80	0,85	1,20	6,94	3,33	531,81	465,22	706,58
14	Столярний цех					0,00	0,00	400	0,017	6,80	0,60	1,10	4,49	2,15	4,49	2,15	4,98
	Всього по підприємству					2817	2811,0	15096					202,9	97,41	2879	2767	399

З ВИБІР ТА РОЗМІЩЕННЯ ПІДСТАНЦІЙ

3.1 Вибір оптимальної напруги живлення

Техніко-економічні розрахунки показали, що застосування номінальної напруги 110 кВ економічно вигідно у таких інтервалах потужності [1-3]:

$$P_M = \begin{cases} 25-175 \text{ МВт при } l = 5 \text{ км;} \\ 9-95 \text{ МВт при } l = 25 \text{ км;} \\ 5-60 \text{ МВт при } l = 50 \text{ км.} \end{cases}$$

При менших потужностях чи відстанях економічною є напруга 35 кВ, а при більших – напруга 220кВ.

Підприємства невеликої потужності $P_M \leq 5$ МВт можуть отримувати електроенергію на напрузі 10 кВ.

У будь-якому випадку, умовою вибору тієї чи іншої напруги є наявність вільних потужностей на районних підстанціях енергосистеми на вказаній напрузі.

Для наближених розрахунків застосовується викладена нижче методика

а) визначається орієнтовне економічно доцільне значення напруги з використанням економічних інтервалів або емпіричних формул, наприклад, формули Стілла:

$$U_{ек} = 4,34 \cdot \sqrt{l + 16P_M} \quad (3.1)$$

де l [км], P_M [МВт], $U_{ек}$ [кВ] – відстань, розрахункова потужність й економічне значення напруги;

б) проводяться техніко-економічні розрахунки декількох варіантів із вищою та нижчою номінальними напругами. Варіанти повинні бути порівнюваними за енергетичним ефектом.

За способом приєднання до мережі живлення понижувальні підстанції поділяють на: тупикові; відгалужувальні; прохідні (транзитні).

$$U_{ек} = 4,34 \cdot \sqrt{1,5 + 16 \cdot 2,879} = 29 \text{ кВ.}$$

Потрібно провести техніко-економічний аналіз напруги живлення 10 кВ і 35 кВ.

3.2 Техніко-економічне порівняння класів напруги живлення

Приведені річні витрати:

$$ЗВ = d(K - Л) + С. \quad (3.2)$$

Капіталовкладення K є одноразовими витратами на придбання основних та оборотних фондів. Капіталовкладення варіантів, що порівнюються, окрім ціни обладнання у загальному випадку, повинні включати й інші витрати: витрати на транспортування обладнання, будівельні роботи, монтажні та пусконаладжувальні роботи.

Капіталовкладення у випадку реконструкції визначаються за вартістю комірок РП і трансформаторних вузлів із застосуванням коефіцієнта 1,1 [1-3].

Щорічні поточні витрати (собівартість продукції) в електроенергетиці містять такі складові:

$$С = С_{ТОР} + С_{\Delta W}, \quad (3.3)$$

де $С_{ТОР}$ – витрати на технічне обслуговування й поточні ремонти електрообладнання;

$С_{\Delta W}$ – вартість річних втрат електричної енергії.

Витрати на технічне обслуговування й ремонт обладнання можна визначити різними методами. Найчастіше ці витрати визначаються на основі

системи TOP EO. C_{TOP} включає витрати на заробітну плату ремонтного та обслуговуючого персоналу, витрати на комплектуючі вироби, запасні частини й матеріали, що використовуються при обслуговуванні й ремонті.

Витрати на заробітну плату визначаються виходячи з трудомісткості ремонтних робіт й тарифних ставок обслуговуючого і ремонтного персоналу.

Витрати на матеріали визначаються пропорційно витратам на заробітну плату персоналу. В системі TOP EO регламентується періодичність, трудомісткість проведення ремонтів основних видів електрообладнання.

На етапі техніко-економічного обґрунтування варіантів можна визначати витрати на поточний ремонт й обслуговування пропорційно капітальним вкладенням:

$$C_{TOP} = E_{TOP} \cdot K, \quad (3.3)$$

де E_{TOP} – норма витрат на поточний ремонт і обслуговування (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 – Щорічні витрати на технічне обслуговування та ремонт електричних мереж

Напруга, кВ	Норма витрат в процентах від вартості основних фондів	
	ПЛ	ПС
10	3,8	4,3
35 –110	1,2	2,4

Норму витрат на технічне обслуговування й ремонт кабельних ліній напругою до 10 кВ приймають 2,3 %.

Вартість втрат електричної енергії розраховують за формулою

$$C_{\Delta W} = m_0 \cdot \Delta W, \quad (3.4)$$

де m_0 – вартість 1кВт · год. електроенергії;

ΔW – кількість втраченої електроенергії.

Об'єм втраченої електроенергії:

$$\Delta W = \Delta P_M \cdot \tau = \Delta P_C T_P K_{\Phi, P}^2, \quad (3.5)$$

де $\Delta P_M, \Delta P_C$ – відповідно максимальні та середні втрати потужності ;

τ – час максимальних втрат.

Час максимальних втрат та річний коефіцієнт форми:

$$\tau = \left(0,124 + \frac{T_M}{10000} \right)^2 \cdot 8760; \quad (3.6)$$

де T_M – час використання максимального навантаження ($T_M = W/P_M$, де W – кількість спожитої енергії).

τ і $K_{\Phi, P}^2$ визначаються в залежності від числа годин використання максимальної потужності T_M і $\text{tg} \varphi$ з табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Значення розрахункових коефіцієнтів τ і $K_{\Phi, P}^2$

Режим роботи	T_M	τ при $\text{tg} \varphi = 0,75$	τ при $\text{tg} \varphi = 0$	$K_{\Phi, P}^2$
1 зміна	1500 – 2000	650 – 920	500 – 700	1,6
2 зміни	2500 – 4000	1250 – 2400	950 – 2050	1,4
3 зміни	4500 – 6000	2900 – 4550	2500 – 4000	1,1
Неперервний	6500 – 8000	5200 – 7500	4500 – 7000	1,05

Техніко-економічне порівняння варіантів живлення для ТОВ «Барлінек Інвест»:

1. Живлення на напрузі 10 кВ, яке не передбачає встановлення головної понижувальної підстанції на території ТОВ «Барлінек Інвест».

2. Живлення на напрузі 35 кВ, що передбачає встановлення підстанції 35/10 кВ на території ТОВ «Барлінек Інвест».

Розрахунки зводимо в табл. 3.3.

Таблиця 3.3 – Техніко-економічне порівняння варіантів живлення для ТОВ «Барлінек Інвест»

	10 кВ		35 кВ	
Тм	4500			
τ	2886,20976			
Втрати в лініях живлення				
ΔР кВт	1,661		0,942	
ΔW кВт*год	4793,793		2717,396	
Втрати в трансформаторах ГПП				
ΔР кВт	0		37,539	
ΔW кВт*год	0		108344,479	
Техніко-економічні показники				
Загальні втрати кВт/год	4793,793		111061,875	
Тариф ц, грн/кВт*год	5,5		4,5	
Річна вартість втрат тис. грн	97,8		171,1	
Норми витрат на обслуговування ОФ, %	КЛ	3,8	КЛ	1,2
	ПЛ	3,8	ПЛ	1,2
	ПС	4,3	ПС	2,4
Капіталовкладення в лінії живлення тис. грн	787,5		844,9	
Капіталовкладення в ГПП тис. грн	0		925	
Витрати на технічне обслуговування та поточний ремонт, тис. грн	2991,4		3233,8	
Щорічні поточні витрати тис. грн	3001,2		3404,8	

Отже, при живленні ТОВ «Барлінек Інвест» на напрузі 10 кВ щорічні поточні витрати становлять трохи більше 3 млн. грн., а при живленні підприємства напругою 35 кВ – 3,4 млн. грн. Отже, живлення ТОВ «Барлінек Інвест» буде на напрузі 10 кВ.

3.3 Вибір трансформаторів ГПП

ТОВ «Барлінек Інвест» будемо жити на напрузі 10 кВ від ПС 35/10 яка знаходиться на відстані 1,5 км від підприємства.

3.4 Вибір цехових ТП та їх розміщення

Визначаємо сумарну повну розрахункову потужність для усіх цехів, електричне обладнання яких живиться на напрузі 0,38 кВ:

$$S_{\Sigma} = \sqrt{\left(\sum_{i=1}^{14} P_{Mi}\right)^2 + \left(\sum_{i=1}^{14} Q_{Mi}\right)^2} = \sqrt{2876^2 + 2767^2} = 3994 \text{ (кВА)}. \quad (3.7)$$

Визначаємо загальну площу усіх цехів:

$$F_{\Sigma} = \sum_{i=1}^{14} F_i = 15096 \text{ (м}^2 \text{)}. \quad (3.8)$$

Середнє питоме навантаження на 1 м² площі:

$$S_{\text{пит}} = \frac{S_{\Sigma}}{F_{\Sigma}} = \frac{1794}{26748} = 0,13 \text{ (кВА/м}^2 \text{)}; \quad (3.9)$$

При даній густині навантаження потрібно встановлювати трансформатори потужністю 1000 кВА [1].

Визначаємо кількість двотрансформаторних підстанцій:

$$N_{\text{ек}} = \frac{S_{\Sigma}}{S_{\text{ек}} \cdot k_{\Sigma}} = \frac{3994}{2 \cdot 1000 \cdot (0,8 \div 0,85)} = 2,34 \div 2,49 \text{ шт.} \quad (3.10)$$

де $k_{\Sigma} = 0,8 \div 0,85$ - коефіцієнт завантаження трансформаторів двотрансформаторної підстанції споживачів II – III категорії.

Згідно з розрахунками на ТОВ «Барлінек Інвест» необхідно встановити три двотрансформаторних підстанції.

Розділимо трансформаторні підстанції поміж цехами й визначимо їх фактичний коефіцієнт завантаження. Розрахунки зводимо в табл. 3.4.

Таблиця 3.4 – Розподіл трансформаторних підстанцій між цехами
ТОВ «Барлінек Інвест»

Номер цеху	S_p , кВА	$S_{\text{НОМ.Т}} = 1000$ кВА	
		N, шт	K_3
1, 2, 5	1493	2	0,74
3, 4, 6, 7, 8, 9	1241	2	0,62
10, 11, 12, 13, 14	1260	2	0,63

Отже, для живлення цехів ТОВ «Барлінек Інвест» встановлено три двотрансформаторних підстанцій із потужністю трансформаторів 1000 кВА. Номінальні параметри трансформаторів представлені у табл. 3.5.

Таблиця 3.5 – Номінальні параметри трансформаторів

Тип	S_H , кВА	U_{BH} , кВ	U_{HH} , кВ	ΔP_{XX} , кВт	ΔP_K , кВт	I_{XX} , %	U_K , %
ТМ-1000/10	1000	10	0,4	2,1	10,5	1,4	6

Визначаємо місце установки цехових ТП:

$$X_{\text{ТП}} = \frac{\sum_{i=1}^N P_{Mi} \cdot X_i}{\sum_{i=1}^N P_{Mi}}, \quad Y_{\text{ТП}} = \frac{\sum_{i=1}^N P_{Mi} \cdot Y_i}{\sum_{i=1}^N P_{Mi}}; \quad (3.11)$$

Для визначення повної потужності, яку споживає підприємство із енергосистеми, визначаємо втрати потужності у цехових ТП.

$$\Delta P_{\text{ТП}} = n \cdot \Delta P_{XX} + \frac{1}{n} \cdot \Delta P_K \cdot \left(\frac{S_M}{S_{\text{НОМ.Т}}} \right)^2; \quad (3.12)$$

$$\Delta P_{\text{ТП1}} = 2 \cdot 2,1 + \frac{1}{2} \cdot 10,5 \cdot (0,74)^2 = 8,12 \text{ (кВт)}.$$

$$\Delta Q_{\text{ТП}} = n \cdot \frac{\Delta I_{X\%}}{100} \cdot S_{\text{НОМ.Т}} + \frac{1}{n} \cdot \frac{\Delta U_K}{100} \cdot \left(\frac{S_M}{S_{\text{НОМ.Т}}} \right)^2; \quad (3.13)$$

$$\Delta Q_{\text{TP}} = 2 \cdot \frac{1,4}{100} \cdot 1000 + \frac{1}{2} \cdot \frac{6}{100} \cdot (0,74)^2 = 28 \text{ (квар)}.$$

Розрахунки зводимо в табл. 3.6.

Таблиця 3.6 – Втрати в трансформаторах цехових ТП ТОВ «Барлінек Інвест»

ТП	Цех	К-сть	S_H , кВА	S_p , кВА	Кз	ΔP	ΔQ
1	1, 2, 5	2	1000	1493	0,74	8,11	28
2	3, 4, 6, 7, 8, 9	2	1000	1241	0,62	7,45	28
3	10, 11, 12, 13, 14	2	1000	1260	0,63	7,5	28
	Всього	10				23	84

Побудуємо картограму навантажень для уточнення місця розташування ТП, а також визначаємо центр електричних навантажень ТОВ «Барлінек Інвест». Картограму навантажень побудуємо на кресленні генплану підприємства. Навантаження кожного із цехів зображаємо кругом, площа якого пропорційна розрахунковій активній потужності.

Приймемо масштаб рівним $m_p = 0,1 \text{ кВт/м}^2$. Визначаємо радіуси кругів при даному масштабі:

$$r_i = \sqrt{\frac{P_{Pi}}{\pi \cdot m_p}}; \quad (3.14)$$

Сектор освітлювального навантаження цеху:

$$\alpha_i = \frac{360 \cdot P_{Oi}}{P_{Pi}}; \quad (3.15)$$

Розрахунки зводимо в табл. 3.7.

Таблиця 3.7 – Дані для побудови картограми навантажень $\alpha_i, ^\circ$

№ п/п	Споживачі	Координати цехів		Р _м кВт	Р _{мо} кВт	$\alpha_i, ^\circ$	R, м
		X	Y				
1	Головний виробничий корпус	131	151	626,6	101,71	58,43	31,59
2	Блок 8-ми сушильних камер №1	191	165	235,5	7,53	11,51	19,37
3	Блок 8-ми сушильних камер №2	206	158	235,5	7,53	11,51	19,37
4	Блок 8-ми сушильних камер №3	221	151	235,5	7,53	11,51	19,37
5	Блок 8-ми сушильних камер №4	148	88	235,5	7,53	11,51	19,37
6	Склад проміжного зберігання №1	173	76	38,6	11,97	111,76	7,84
7	Склад проміжного зберігання №2	248	136	41,48	14,88	129,13	8,13
8	Адміністративний корпус	269	73	16,46	8,15	178,22	5,12
9	Млин	296	126	25,8	2,06	28,72	6,41
10	Склад палива для котельні	261	232	33,59	3,19	34,21	7,31
11	Котельня	242	242	313,43	4,87	5,59	22,34
12	Розпилочний цех	193	261	305,26	14,56	17,18	22,05
13	Деревообробний цех	340	238	531,81	6,94	4,70	29,10
14	Столярний цех	368	218	120,39	4,49	13,42	13,85

Визначаємо координати центру електричних навантажень для оптимального розміщення ЦРП ТОВ «Барлінек Інвест»:

$$X_0 = \frac{\sum_{i=1}^{16} P_{Mi} \cdot X_i}{\sum_{i=1}^{16} P_{Mi}}, \quad Y_0 = \frac{\sum_{i=1}^{16} P_{Mi} \cdot Y_i}{\sum_{i=1}^{28} P_{Mi}}; \quad (3.16)$$

$$\sum_{i=1}^{16} P_{Mi} = 2995 \text{ кВт}, \quad \sum_{i=1}^{16} P_{Mi} \cdot X_i = 660176 \text{ кВт м}, \quad \sum_{i=1}^{16} P_{Mi} \cdot Y_i = 556139 \text{ кВт м}.$$

$$X_0 = \frac{660176}{2995} = 220 \text{ (м)};$$

$$Y_0 = \frac{556139}{2995} = 185 \text{ (м)};$$

Отже, оптимальні координати ЦЕН ТОВ «Барлінек Інвест»: X= 220 (м); Y= 195 (м).

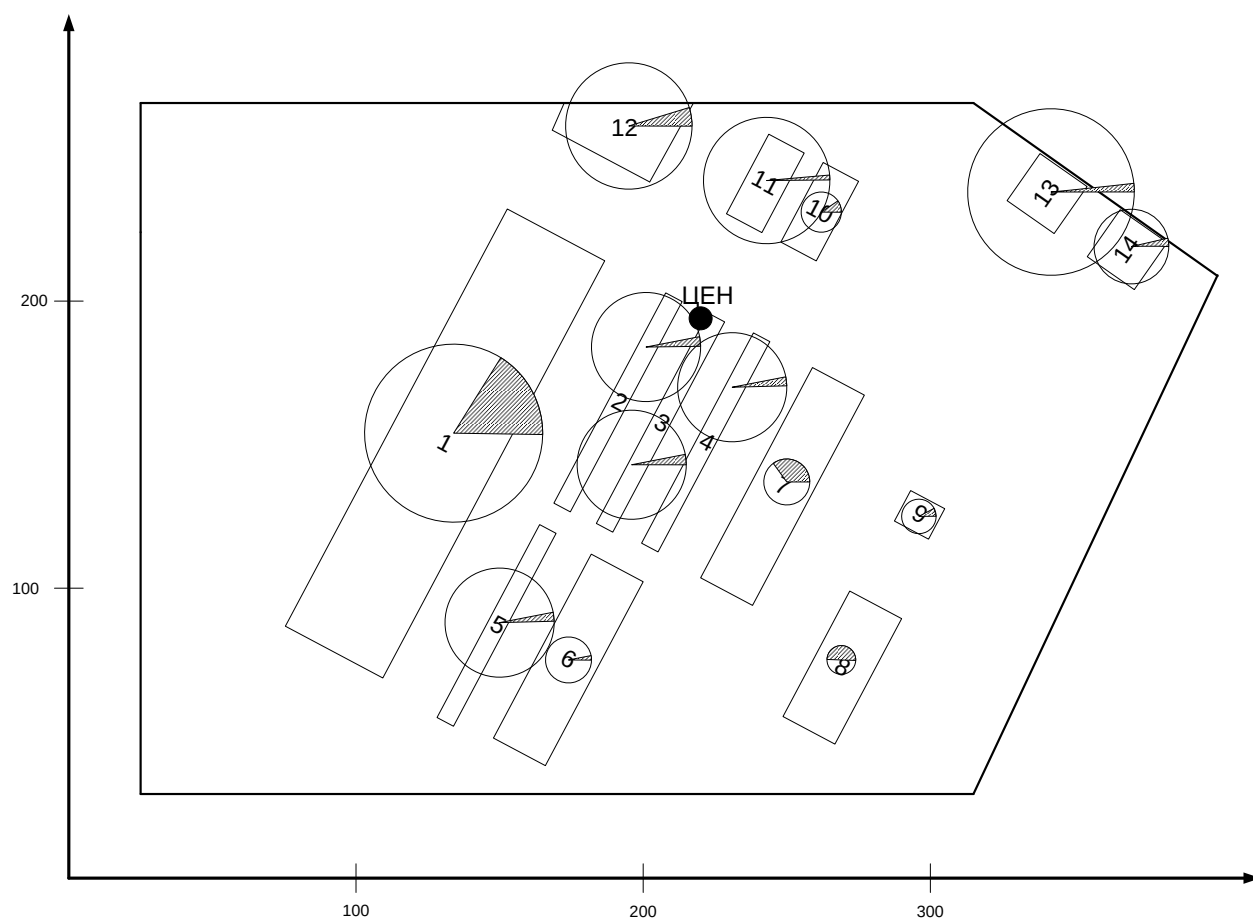


Рисунок 3.2 – Генеральний план ТОВ «Барлінек Інвест» з нанесеними секторами електричного навантаження та освітлення

4 РОЗРАХУНОК ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПІДПРИЄМСТВА

4.1 Розрахунок зовнішнього електропостачання

ТОВ «Барлінек Інвест» живиться від підстанції кабельними лініями напругою 10 кВ довжиною 1,5 км. Запропонована система електропостачання передбачає спорудження на території ТОВ «Барлінек Інвест» ЦРП та трьох цехових двохтрансформаторних підстанцій, а саме 2хТМ 1000/10.

Живлення ТОВ «Барлінек Інвест» виконується кабельною лінією із ізоляцією з зшитого поліетилену у ПВХ оболонці типу АПвПу.

Вибір перерізу кабелів виконуємо за допустимим струмом. Вибір перерізу кабелів за допустимим струмом здійснюється за способом прокладання.

$$I_p \leq I_{\text{доп}}; \quad (4.1)$$

де $I_{\text{доп}}$ - допустимий струм кабелю.

Розрахуємо струм для нормального та післяаварійного режимів для живлячої лінії ТОВ «Барлінек Інвест» напругою 10 кВ:

$$I_{\text{ж}} = \frac{S_{\text{РΣ}}}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U_{\text{Н}}} = \frac{4127}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 10} = 119 \text{ (A)}, \quad (4.2)$$

$$I_{\text{ж}}^{\text{а}} = \frac{S_{\text{РΣ}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{НОМ}}} = \frac{4127}{\sqrt{3} \cdot 10} = 238 \text{ (A)}, \quad (4.3)$$

Живлячу лінію ТОВ «Барлінек Інвест» виконаємо трижильним кабелем із ізоляцією з зшитого поліетилену із алюмінієвими жилами типу АПвПу перерізом 3х70 мм² з допустимим струму $I_{\text{доп}}=293$ А. Кабель прокладено в трубі, що прокладена в землі.

$$238 \text{ (A)} \leq 293 \text{ (A)},$$

Високовольтні вимикачі обираємо за номінальною напругою та розрахунковим струмом із врахуванням післяаварійних режимів й можливих нерівномірностей розподілу струмів між лініями та секціями шин:

$$U_{\text{ном.в}} \geq U_{\text{ном. мережі}}, \quad (4.4)$$

$$I_{\text{ном.в}} \geq I_{\text{ж}}^{\text{а}}. \quad (4.5)$$

Для встановлення на стороні 35 кВ ТОВ «Барлінек Інвест» обрано елегазеві вимикачі ВВ/TEL-35. Для усіх приєднань: номінальний струм вимикачів $I_{\text{ном.в}} = 630 \text{ А}$; власний час відключення вимикача 0,07 с.

Для встановлення на стороні 10 кВ ТОВ «Барлінек Інвест» обрано вакуумні вимикачі ВВ/TEL-10-20/630. Номінальний струм вимикачів $I_{\text{ном.в}} = 630 \text{ А}$ для усіх приєднань.

Таблиця 4.1 – Вибір високовольтних вимикачів і перерізу провідників

Ділянка	І _ж , А	І _{жа} , А	Вимикач	І _{н.в} , А	Лінія Живлення		І _{доп} , А
					Тип	Переріз	
ДЖ-ЦРП	119	238	ВВ/TEL -10-20/630	630	АПвПу-10	3х70	293
ЦРП-ТП1	43	86	ВВ/TEL 10-20/630	630	АПвПу-10	3х35	172
ЦРП-ТП2	36	72	ВВ/TEL -10-20/630	630	АПвПу -10	3х35	172
ЦРП-ТП2	40	80	ВВ/TEL -10-20/630	630	АПвПу -10	3х35	172

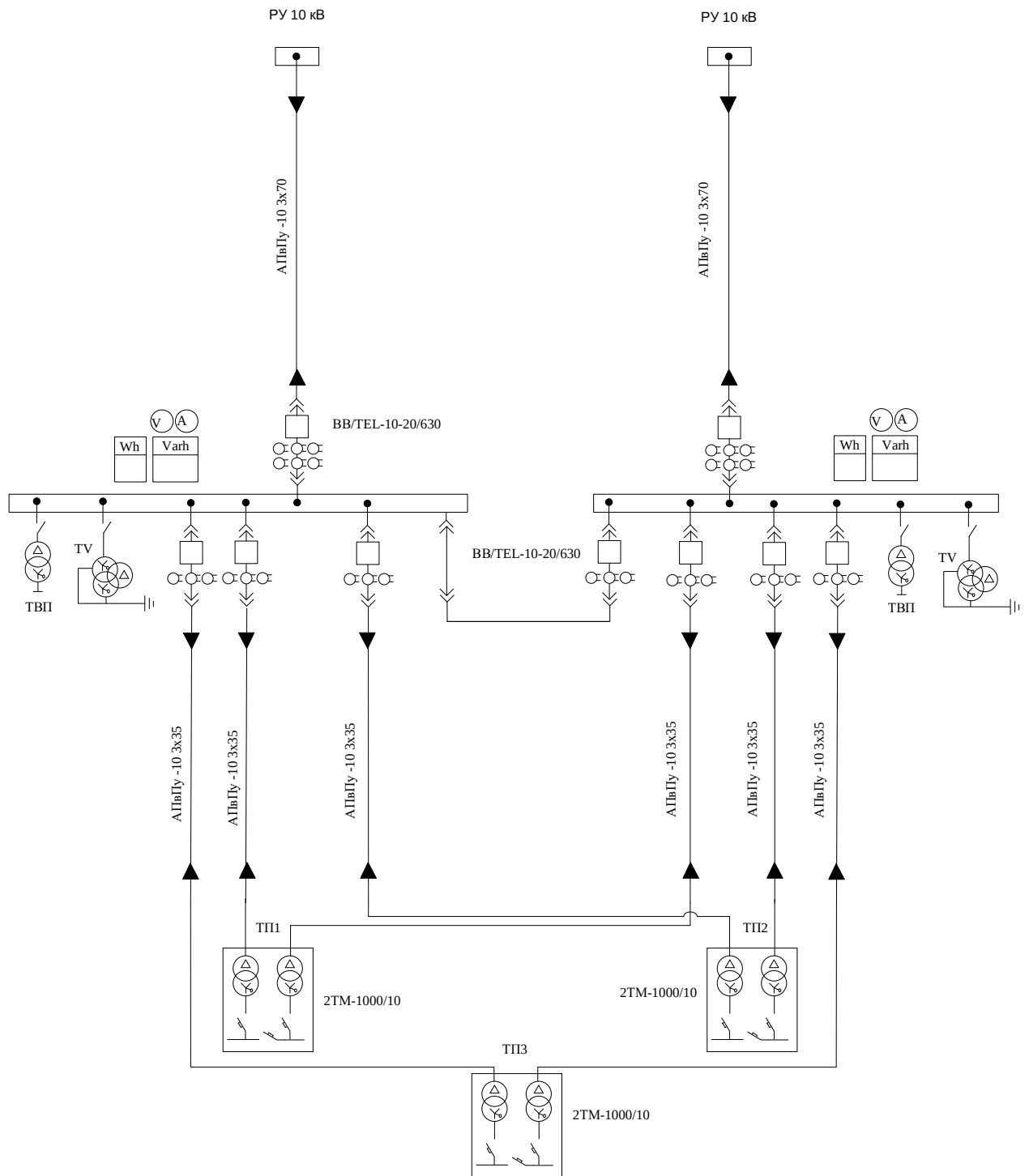


Рисунок 4.1 – Однолінійна схема електропостачання ТОВ «Барлінек Інвест»

4.2 Розрахунок струмів КЗ та перевірка вибраних вимикачів

Проведемо розрахунок струмів короткого замикання (КЗ) з метою перевірки вибраних вимикачів та кабелів.

Розрахунок струмів короткого замикання виконаємо згідно чинного державного стандарту та знайдемо струми трифазних КЗ в системі середніх напруг з величинами у відносних одиницях [1-3].

Визначаємо струми КЗ на шинах РУ 10 кВ для перевірки живлячої кабельної лінії. Схема заміщення показана на рис. 4.2.

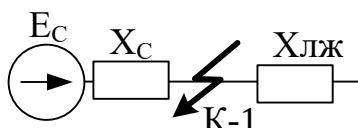


Рисунок 4.2 – Розрахункова схема і схема заміщення

Розрахуємо значення струмів у точці К-1:

$$I_R = \frac{S_R}{\sqrt{3} \cdot U_R} = \frac{1000}{\sqrt{3} \cdot 10} = 16,5 \text{ (кА)}, \quad (4.6)$$

Визначимо опори елементів, які зведені до базисних умов:

Для системи:

$$X_C = \frac{S_R}{S_K} = \frac{1000}{200} = 5 \text{ (в.о.)}, \quad (4.7)$$

Результуючий опір:

$$X_{\Sigma} = X_C = 5 \text{ (в.о.)}, \quad (4.8)$$

Визначимо періодичну складову струму трифазного КЗ в початковий момент часу:

$$I_{\text{ПО}} = \frac{E_C''}{X_{\Sigma}} \cdot I_R = \frac{1}{5} \cdot 16,5 = 3,3 \text{ (кА)}, \quad (4.9)$$

Визначимо періодичну складову струму від енергосистеми, що не змінюється:

$$I_{\text{Пт.С}} = I_{\text{ПО}} = 3,3 \text{ (кА)}, \quad (4.10)$$

Розрахуємо відносні активні опори елементів для визначення аперіодичної складової струму КЗ й теплового імпульсу B_K :

$$R_e \approx 0,1 \cdot X_C = 0,1 \cdot 5 = 0,5, \quad (4.11)$$

$$R_\Sigma = R_e = 0,5, \quad (4.12)$$

Визначимо постійну часу затухання аперіодичної складової струму:

$$T_{\text{ас}} = \frac{X_\Sigma}{\omega \cdot R_\Sigma} = \frac{X_\Sigma}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot R_\Sigma} = \frac{5}{2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 0,5} = 0,032 \text{ (с)}, \quad (4.13)$$

Розрахуємо час початку розмикання контактів вимикача:

$$\tau = t_{\text{рз.мін}} + t_{\text{в.в.}} = 0,01 + 0,055 = 0,065 \text{ (с)}, \quad (4.14)$$

де $t_{\text{рз.мін}}$ - мінімальний час спрацювання реле захисту;

$t_{\text{в.в.}}$ - власний час відключення вимикача (до моменту розходження головних контактів).

Аперіодична складова струму КЗ при $t = \tau = 0,065 \text{ с}$:

$$i_{\text{ат.С}} = \sqrt{2} \cdot I_{\text{ПО}} \cdot e^{\frac{-\tau}{T_{\text{ас}}}} = \sqrt{2} \cdot 3,3 \cdot e^{\frac{-0,065}{0,032}} = 0,612 \text{ (кА)}, \quad (4.14)$$

Розрахуємо ударний струм КЗ:

$$i_{\text{уд.С}} = \sqrt{2} \cdot I_{\text{ПО}} \cdot \left(1 + e^{\frac{-\tau}{T_{\text{ас}}}} \right) = \sqrt{2} \cdot 3,3 \cdot \left(1 + e^{\frac{-0,065}{0,032}} \right) = 5,279 \text{ (кА)}, \quad (4.15)$$

Розрахуємо час відключення КЗ:

$$t_{\text{від}} = t_{\text{рз}} + t_{\text{нВ}} = 0,05 + 0,01 = 0,06 \text{ (с)}, \quad (4.16)$$

Визначимо тепловий імпульс:

$$B_K = I_{\text{ПО}}^2 \cdot (t_{\text{від}} + T_{\text{ас}}) = 3,3^2 \cdot (0,06 + 0,032) = 6,9 \text{ (кА}^2 \cdot \text{с)}. \quad (4.17)$$

Розрахуємо значення струмів у точці К-2:

$$I_R = \frac{1000}{\sqrt{3} \cdot 10} = 57,7 \text{ (кА)},$$

Визначимо опори елементів, що зведені до базисних умов:

Для трансформатора:

$$X_T = \frac{U_K}{100} \cdot \frac{S_R}{S_{\text{НОМ.Т}}} = \frac{7,5}{100} \cdot \frac{1000}{4} = 18,75 (\text{в.о.}), \quad (4.18)$$

Визначимо результуючий опір:

$$X_{\Sigma} = X_C + X_T = 5 + 18,75 = 23,75 (\text{в.о.}),$$

$$I_{\text{ПО}} = \frac{1}{23,75} \cdot 57,7 = 2,43 (\text{кА}),$$

$$I_{\text{Пт.С}} = I_{\text{ПО}} = 2,43 (\text{кА}),$$

$$T_{\text{ac}} = \frac{23,75}{2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 0,5} = 0,15 (\text{с}),$$

$$\tau = t_{\text{рз. min}} + t_{\text{в.в.}} = 0,01 + 0,07 = 0,08 (\text{с}),$$

$$i_{\text{ат.С}} = \sqrt{2} \cdot 2,43 \cdot e^{\frac{-0,08}{0,15}} = 2,02 (\text{кА}),$$

$$i_{\text{уд.С}} = \sqrt{2} \cdot 2,43 \cdot \left(1 + e^{\frac{-0,08}{0,15}} \right) = 5,45 (\text{кА}),$$

$$t_{\text{від}} = t_{\text{рз}} + t_{\text{нВ}} = 0,05 + 0,01 = 0,06 (\text{с}),$$

$$B_K = 2,43^2 \cdot (0,06 + 0,15) = 4,4 (\text{кА}^2 \cdot \text{с}).$$

Високовольтні вимикачі повинні бути перевірені на комутаційну здатність, на динамічну стійкість і на термічну стійкість до дії струмів КЗ. Перевіримо обрані вимикачі на комутаційну здатність й стійкість до дії струмів КЗ.

Таблиця 4.2 – Порівняльні дані вимикачів

Умова вибору	Номінальні параметри вимикачів	Розрахункові параметри мережі
Вимикач типу ВВ/TEL -10-20/630 на стороні 10 кВ		
$I_{\text{ном.від}} = I_{\text{Пт.}}$	$I_{\text{ном.від}} = 20 \text{ кА}$	$I_{\text{Пт}} = I_{\text{ПтC}} = 2,43 \text{ кА}$
$\sqrt{2} \cdot I_{\text{ном.від}} \cdot \left(1 + \frac{\beta_{\text{Н}}}{100}\right) \geq \sqrt{2} \cdot I_{\text{Пт}} + i_{\text{ат}}$	$\sqrt{2} \cdot 20 \cdot \left(1 + \frac{21}{100}\right) = 34 \text{ кА}$	$\sqrt{2} \cdot 3,3 + 0,312 = 6,212 \text{ кА}$
$i_{\text{дин}} \geq i_{\text{уд}}$	$i_{\text{дин}} = 51 \text{ кА}$	$i_{\text{уд.C}} = 5,279 \text{ кА}$
$I_{\text{дин}} \geq I_{\text{ПО}}$	$I_{\text{дин}} = 20 \text{ кА}$	$I_{\text{ПО}} = 3,3 \text{ кА}$
$I_{\text{T}}^2 \cdot t_{\text{T}} \geq B_{\text{к}}$	$I_{\text{T}}^2 \cdot t_{\text{T}} = 20^2 \cdot 3 = 1200 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$	$B_{\text{к}} = 6,9 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$

Перевіримо обрані кабелі на термічну стійкість:

$$S \geq S_{\min} = \frac{\sqrt{B_{\text{к}}}}{C_{\text{T}}} \cdot 10^3, \quad (4.20)$$

$$S_{\min} = \frac{\sqrt{6,9}}{90} \cdot 10^3 = 29 \text{ (мм}^2\text{)} < 35 \text{ (мм}^2\text{)},$$

Отже, переріз всіх кабелів було вибрано вірно.

5 РОЗРАХУНОК ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ЦЕХУ

5.1 Вибір схеми цехової мережі

Обираємо радіальну схему цехової мережі, оскільки саме радіальні схеми забезпечують високу надійність електропостачання.

5.2 Вибір комутаційно-захисної апаратури і провідників цехової мережі

Захист цехової мережі зроблено напівпровідниковими й електромагнітними реле автоматичних вимикачів (АВ) типу ETI Break. Згідно із ПУЕ апарати захисту за своєю вимикаючою здатністю мають відповідати максимальному значенню струму КЗ на початку ділянки, електричної мережі, яка захищається. Номінальні струми розчеплювачів АВ слід обирати за розрахунковими струмами ділянок мережі, або за номінальними струмами електроприймачів. Апарати захисту не повинні вимикати електроустановки при короточасних перевантаженнях [5].

Оскільки у цеховій мережі присутні ЕП в яких за режимом роботи можуть виникати тривалі перевантаження, то необхідно здійснити перевірку захисту провідників від КЗ та перевантажень.

У мережах, які захищаються від перевантажень, провідники треба обирати за розрахунковим струмом і при цьому має бути забезпечено умову, щоб по відношенню до тривалодопустимих струмових навантажень апарати захисту мали відповідну кратність.

Відповідно до вимог ПУЕ обираємо такі способи прокладки ліній [5]:

- від ТПЗ до РП1, РП2 прокладка кабелю з алюмінієвими жилами марки АВВГ у полівінілхлоридній оболонці в траншеї;
- від РП1 до електроприймачів й РП2 до електроприймачів прокладка алюмінієвими проводами у полівінілхлоридній ізоляції АПВ у кабельних каналах.

Допустимість роботи АВ й провідників цехової мережі перевіряють за умовами:

$$\begin{cases} I_{н.р.} \geq K_{відс} \cdot I_p \\ I_{с.в.} \geq K_n \cdot I_{\pi} \\ I_{доп} \geq I_p \\ K_p \cdot I_{доп} \geq I_{н.р.} \\ \Delta U_{доп} \geq \Delta U \end{cases} \quad (5.1)$$

де $I_{н.р.}$ – номінальний струм розчіплювача автоматичного вимикача;

$I_{с.в.}$ – струм спрацювання відсічки автоматичного вимикача;

$K_{відс}$ – коефіцієнт відстроювання реле;

K_n – коефіцієнт надійності відстроювання струмової відсічки;

I_p – розрахунковий струм окремого ЕП чи РП:

I_{π} – піковий (пусковий) струм:

$$I_{\pi} = \begin{cases} K_{\pi} \cdot I_p & \text{- для ліній, що безпосередньо живлять ЕП від ЦТП;} \\ I_p - K_b \cdot I_{н.макс} + I_{\pi.макс} & \text{- для ліній, що живлять ЕП від РП, та РП від ЦТП;} \end{cases}$$

де K_{π} – коефіцієнт пускового струму;

K_b – коефіцієнт використання найбільш потужного ЕП;

$I_{н.макс}$ – номінальний струм найбільш потужних ЕП:

$$I_{н.макс} = \frac{P_{н.макс}}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \phi_n \cdot \eta}; \quad (5.2)$$

$I_{\pi.макс}$ – піковий струм найбільш потужних ЕП:

$$I_{\pi.макс} = K_{\pi} \cdot I_{н.макс}; \quad (5.3)$$

K_p – коефіцієнт зони розсіювання спрацювання захисту;

$\Delta U_{\text{доп}}$ – допустимі втрати напруги для цехової мережі ($\Delta U_{\text{доп}} = 5\%$);

ΔU – втрати напруги в лінії:

$$\Delta U = \frac{P_p \cdot R_{\text{пит}} + Q_p \cdot X_{\text{пит}}}{U_n} \cdot l \text{ [В]}, \quad (5.4)$$

де P_p – розрахункова активна потужність для і-го РП;

Q_p – розрахункова реактивна потужність для і-го РП;

l – довжина лінії;

$R_{\text{пит}}, X_{\text{пит}}$ – питомі активні та реактивні опори кабелю

Перевіримо допустимість роботи елементів цехової мережі від ТП-4 до РП 1.

Автоматичний вимикач ВА 55-37 з напівпровідниковим розчіплювачем ($K_n=1,5$; $K_{\text{відс}}=1,1$) та КЛ АВВГ (4×35), з $I_{\text{доп}} = 140 \cdot 0,92 = 128,8$ А.

Розрахунковий струм для РП 1:

$$I_p = \frac{S_p}{\sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{42,08}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 63,93 \text{ (А)}.$$

Піковий струм:

$$I_{\pi} = I_p - k_v \cdot I_{\text{н.найб}} + I_{\text{п.найб}} = 63,93 - 0,57 \cdot 47,81 + 76,71 = 113,4 \text{ (А)}.$$

Перевіряємо умови:

$$I_{\text{н.р.}} = 0,63 \cdot 160 = 100,8 \text{ (А)} \geq K_{\text{відс}} \cdot I_p = 1,1 \cdot 63,93 = 70,32 \text{ (А)}.$$

$$I_{\text{с.в.}} = 302 \text{ (А)} \geq K_n \cdot I_{\pi} = 1,5 \cdot 113,4 = 170,1 \text{ (А)}.$$

$$I_{\text{доп}} = 128,8 \text{ (А)} \geq I_p = 63,93 \text{ (А)};$$

$$\frac{I_{\text{доп}}}{1,2} = \frac{128,8}{1,2} = 107,33 \text{ (А)} \geq I_{\text{н.р.}} = 100,8 \text{ (А)};$$

$$\Delta U_{\text{доп}} = 5\% \geq \Delta U = \frac{(33,69 \cdot 1,1 + 25,21 \cdot 0,068) \cdot 79}{380} = 8,06 \text{ (В)} = 2,1\%$$

Отже, умови виконуються, а тоді провідники й комутаційно-захисна апаратура для даної лінії вибрані вірно. Проведемо перевірку й інших елементів цехової мережі. Результати розрахунків в табл. 5.1 та 5.2.

Таблиця 5.1 – Перевірка комутаційно-захисної апаратури цехової мережі

Лінія	Розрахункові величини				Тип захистного апарата	Технічні дані автоматів		
	І _p , А	І _п , А	І _{н.розч} , А	І _{св}		І _{ном.в} , А	І _{н.розч} , А	І _{св} , А
ТП4-РП1	63,93	113,4	70,32	170,1	ЕВ 100/3L 160А 3р	160	100,8	302
РП1-ЕП 2	4,93	14,8	4,93	31,08	ЕВ 100/3L 25А 3р	25	6,3	44
РП1-ЕП 5	12,20	36,61	12,20	76,88	ЕВ 100/3L 25А 3р	25	12,5	87,5
РП1-ЕП 6	4,07	20,35	4,07	42,73	ЕВ 100/3L 25А 3р	25	6,3	44,1
РП1-ЕП 8	11,25	33,76	11,25	70,903	ЕВ 100/3L 25А 3р	25	12,5	87,5
РП1-ЕП 10	47,81	76,71	47,81	161,09	ЕВ 100/3L 100А 3р	100	50	350
РП1-ЕП 11	8,73	43,66	8,73	91,68	ЕВ 100/3L 25А 3р	25	10	100
РП1-ЕП 12	22,26	66,78	22,26	140,25	ЕВ 100/3L 25А 3р	25	25	175
РП1-ЕП 13	6,26	31,31	6,26	65,74	ЕВ 100/3L 25А 3р	25	8	80
ТП4-РП2	51,18	100,64	56,30	150,96	ЕВ 100/3S 160А 3р	160	100,8	302
РП2-ЕП 1	9,65	48,23	9,65	101,29	ЕВ 100/3S 25А 3р	25	12,5	125
РП2-ЕП 3,4	12,20	36,61	12,20	76,882	ЕВ 100/3S 25А 3р	25	12,5	87,5
РП2-ЕП 7	4,07	20,35	4,07	42,732	ЕВ 100/3S 25А 3р	25	6,3	44,1
РП2-ЕП 9	47,81	76,71	47,81	161,09	ЕВ 100/3S 100А 3р	100	50	350

Таблиця 5.2 – Перевірка провідників цехової мережі підприємства

Лінія	І _р , А	Тип провідника	Спосіб прокладки	S, мм ²	І _{доп} , А	L, м	ΔU, В	R _{пит}	X _{пит}
ТП4-РП1	63,93	АВВГ	У траншеї	4х35	128,8	79	8,06	1,1	0,068
РП1-ЕП 2	4,93	АПВ	У кабельному каналі	4(1х2,5)	19	4	0,04	9,61	0,098
РП1-ЕП 5	12,2	АПВ	У кабельному каналі	4(1х2,5)	24	26	1,20	9,61	0,098
РП1-ЕП 6	4,07	АПВ	У кабельному каналі	4(1х2,5)	19	27	0,21	9,61	0,098
РП1-ЕП 8	11,25	АПВ	У кабельному каналі	4(1х2,5)	19	17	0,78	9,61	0,098
РП1-ЕП 10	47,81	АПВ	У кабельному каналі	4(1х25)	70	13	0,69	1,54	0,072
РП1-ЕП 11	8,73	АПВ	У кабельному каналі	4(1х2,5)	19	6	0,18	9,61	0,098
РП1-ЕП 12	22,26	АПВ	У кабельному каналі	4(1х4)	32	11	2,68	9,61	0,098
РП1-ЕП 13	6,26	АПВ	У кабельному каналі	4(1х2,5)	19	3	0,11	9,61	0,098
ТП4-РП2	51,18	АВВГ	У траншеї	4х35	128,8	85	7,23	1,1	0,068
РП2-ЕП 1	9,65	АПВ	У кабельному каналі	4(1х2,5)	24	21	0,43	9,61	0,098
РП2-ЕП 3	12,2	АПВ	У кабельному каналі	4(1х2,5)	24	13	0,27	9,61	0,098
РП2-ЕП 4	12,2	АПВ	У кабельному каналі	4(1х2,5)	24	15	1,38	9,61	0,098
РП2-ЕП 7	4,07	АПВ	У кабельному каналі	4(1х2,5)	19	20	0,15	9,61	0,098
РП2-ЕП 9	47,81	АПВ	У кабельному каналі	4(1х16)	75	17	1,39	2, 4	0,084

5.3 Розрахунок і перевірка струмів КЗ у мережах напругою 1000В

Розрахунок струмів КЗ виконується із метою перевірки вибраних захисних апаратів за умовою комутаційної здатності:

$$I_{н.відк} \geq I_{к.мах}^{(3)}, \quad (5.5)$$

де $I_{к.мах}^{(3)}$ – струм трифазного металевого КЗ у максимальному режимі. В випадку, якщо не вдається вибрати захисні апарати за цією умовою, то допускається їх вибір за середнім струмом трифазного КЗ.

Розраховуємо струми КЗ на шинах 0,4 кВ ТП4 й на РП2. $S_{\text{ном.Т}} = 630$ кВА. $U_k = 5,5\%$. Опори трансформатора ТМ 630/10 кВ: $R_T = 3,4$ мОм, $X_T = 13,5$ мОм.

Точки КЗ, що необхідно розрахувати, показано на рис. 5.1.

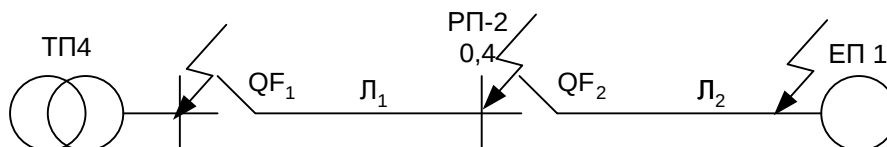


Рисунок 5.1 – Розрахункові точки короткого замикання

Схема заміщення мережі напругою до 1000 В показана на рис. 5.2.

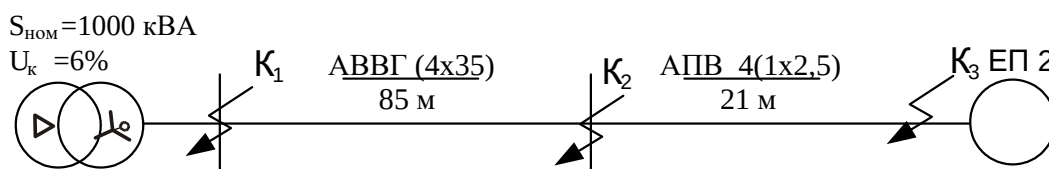


Рисунок 5.2 – Схема заміщення мережі напругою до 1000 В

Необхідно розрахувати КЗ:

- для QF1: $K_1^{(3)}; K_2^{(1)}$;

- для QF2: $K_2^{(3)}; K_3^{(1)}$;

Трьохфазне КЗ розраховується для перевірки на комутаційну здатність, а однофазне розраховується для перевірки на чутливість.

Практика експлуатації доводить, що є доцільним виконувати перевірку термічної стійкості кабелів напругою до 1000 В, хоч згідно із ПУЕ така перевірка не вимагається [5].

Значення струму при металевому трифазному КЗ у мережах до 1000 В:

$$I_{k.\max 1}^{(3)} = \frac{1,05 \cdot U_{\text{ном}}}{\sqrt{3} \cdot Z_{\Sigma}} = \frac{1,05 \cdot 380}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{3,4^2 + 13,5^2 \cdot 10^{-3}}} = 16,55 (\text{кА}),$$

де Z_{Σ} – загальний повний опір елементів цехової мережі до точки КЗ.

При визначенні повного опору враховуються активні та індуктивні опори елементів.

$$I_{k.max 2}^{(3)} = \frac{1,05 \cdot U_{ном}}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_{\Sigma} + R_{пит} \cdot l_1)^2 + (X_{\Sigma} + X_{пит} \cdot l_1)^2}} =$$

$$= \frac{1,05 \cdot 380}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(3,4 + 1,1 \cdot 85)^2 + (13,5 + 0,068 \cdot 85)^2}} = 1,34 (\text{кА}).$$

Перевіряємо умову по граничному струму відключення:

$$I_{н.відк1} = 32,5 (\text{кА}) \geq I_{к.max 1}^{(3)} = 16,55 (\text{кА}),$$

$$I_{н.відк2} = 6 (\text{кА}) \geq I_{к.max 2}^{(3)} = 1,34 (\text{кА}).$$

Згідно з розрахунками, вимикачі установлені для захисту лінії ТП4-РП2 відповідають умовам комутаційної здатності. Для перевірки чутливості захисту мають бути визначені струми однофазного КЗ.

При КЗ на РП:

$$I_{к2}^{(1)} = \frac{U_{ф.ном}}{\frac{Z_{\Sigma}^{(1)}}{3} + Z_{ф-н} \cdot l} = \frac{220}{\frac{42}{3} + 5,92 \cdot 70} = 0,51 (\text{кА}),$$

де $U_{ф.ном}$ – номінальна фазна напруга;

$Z_{\Sigma}^{(1)}$ – повний опір силового трансформатора струмам однофазного КЗ;

$Z_{ф-н}$ – погонний опір петлі «фаза-нуль»;

l – відстань до місця КЗ.

$$Z_{\Sigma}^{(1)} = 3 \cdot Z_T = 3 \cdot 13,92 = 41,76 (\text{МОм}),$$

де:

$$Z_T = \sqrt{r_T^2 + x_T^2} = \sqrt{3,4^2 + 13,5^2} = 13,92 (\text{МОм}).$$

Коли КЗ на електроприймачеві:

$$I_{K3}^{(1)} = \frac{U_{\phi.\text{ном}}}{\frac{Z_{\Sigma}^{(1)}}{3} + Z_{\phi-H} \cdot l_1 + Z_{\phi-H} \cdot l_2} = \frac{220}{\frac{42}{3} + 5,92 \cdot 85 + 24,08 \cdot 21} = 0,239 (\text{кА}).$$

З врахуванням перехідного опору струм однофазного КЗ:

$$I_{KR2}^{(1)} = \frac{U_{\phi.\text{ном}}}{\frac{Z_{\Sigma}^{(1)}}{3} + Z_{\phi-H} \cdot l} = \frac{220}{\frac{94,336}{3} + 5,92 \cdot 85} = 0,493 (\text{кА}),$$

$$I_{KR3}^{(1)} = \frac{U_{\phi.\text{ном}}}{\frac{Z_{\Sigma}^{(1)}}{3} + Z_{\phi-H} \cdot l_1 + Z_{\phi-H} \cdot l_2} = \frac{220}{\frac{94,336}{3} + 5,92 \cdot 85 + 24,08 \cdot 21} = 0,235 (\text{кА}),$$

де $Z_{\Sigma}^{(1)}$ – повний опір силового трансформатора струмам однофазного КЗ із врахуванням перехідного опору до точки КЗ:

$$Z_{\Sigma}^{(1)} = \sqrt{(2 \cdot R_m + R_{om} + 3 \cdot R_{\text{пер}})^2 + (2 \cdot X_m + X_{om})^2} = \\ = \sqrt{(2 \cdot 3,4 + 3,4 + 3 \cdot 25)^2 + (2 \cdot 13,5 + 13,5)^2} = 94,336 (\text{МОм}),$$

де $R_{от}$, $X_{от}$ – активний і реактивний опори нульової послідовності трансформатора;

$R_{\text{пер}} = 0,025 \text{ Ом}$ – для вторинних РП.

Перевірка чутливості і селективності захисту цехових мереж.

Перевірка чутливості вимикачів:

$$I_{\text{спр.відс.}} \leq I_{\text{к.мін}}^{(1)} / k_{\text{ч}}, \quad (5.5)$$

де $I_{\text{к.мін}}^{(1)}$ – струм однофазного КЗ в кінці лінії, що захищається;

$k_{\text{ч}}$ – коефіцієнт чутливості, який залежить від характеру приміщення (оскільки приміщення пожежобезпечні, то $k_{\text{ч}} = 3$).

Забезпечення селективності дії захисту досягається правильним вибором уставок струмової відсічки АВ суміжних ступенів.

$$I_{\text{с.в1}} > (1,2 \div 1,5) I_{\text{с.в2}}, \quad (5.5)$$

$$t_{\text{с.в1}} = t_{\text{с.в2}} + \Delta t = 0,005 + 0,1 = 0,105,$$

де $I_{\text{с.в1}}$, $I_{\text{с.в2}}$ – значення струмів спрацювання відсічки відповідно вищого і

нижчого ступенів;

$t_{c.B1}$, $t_{c.B2}$ - час спрацювання відсічки вищого і нижчого ступенів;

Δt - ступінь селективності ($\Delta t = 0,1$ с - ВА 55, ВА 75).

Чутливість захисту лінії ТП4-РП2:

$$I_{св} = 504 \text{ (A)} < \frac{I_{KR2}^{(1)}}{3} = \frac{493}{3} = 164,3 \text{ (A)}.$$

Чутливість захисту лінії РП2-ЕП1:

$$I_{св} = 125 \text{ (A)} < \frac{I_{KR3}^{(1)}}{3} = \frac{235}{3} = 78,3 \text{ (A)}.$$

Селективність дії захисту:

$$I_{с.B1} = 504 \text{ (A)} > 1,5 \cdot I_{с.B2} = 1,5 \cdot 125 = 187,5 \text{ (A)}.$$

Отже, оскільки вимикач вищого ступеня вибрано селективним й умова селективності по часу у обох випадках забезпечується $t_{c.B1} > t_{c.B2}$, то вибрані вимикачі задовольняють. Для більш детального аналізу селективності дії захисту у мережах напругою до 1000 В застосовується карта селективності захисту (рис. 5.3).

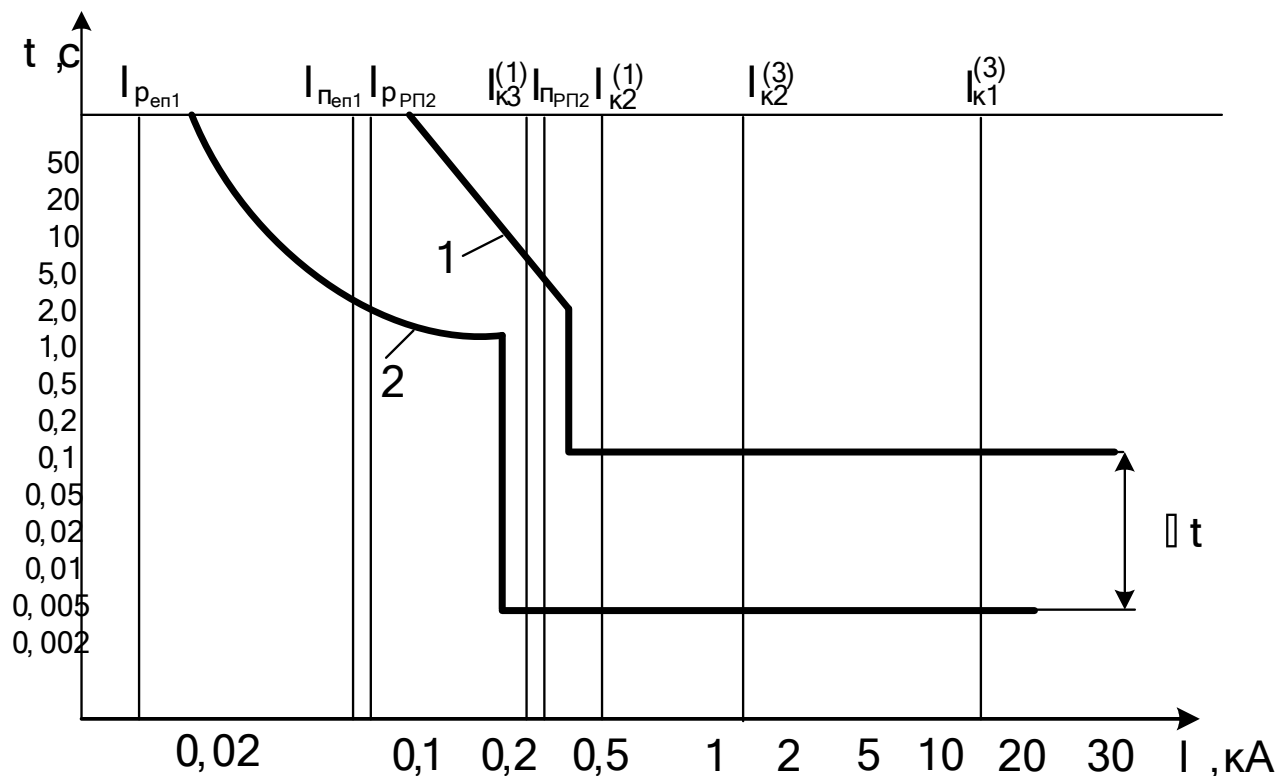


Рисунок 5.3 – Карта селективності захисту

6 ВПРОВАДЖЕННЯ ВДЕ ТА СИСТЕМ НАКОПИЧЕННЯ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ НА ТОВ «БАРЛІНЕК ІНВЕСТ»

6.1 Засоби акумулювання та збереження енергії

За останні 100 років енергетика розробила численні методи акумулювання й зберігання енергії. Традиційні способи, зазвичай базуються на фізичних, теплових і хімічних змінах. Але такі системи не набули масового використання через ряд недоліків, такі як складність конструкції, проблеми розміщення під час проектування.

Варто відмітити, що досить ефективно перетворення кінетичної енергії у потенціальну не дозволяє масштабно нарощувати цю технологію, адже потрібно жертвувати великими площами земельних ділянок, що коштують значних грошей.

Варто звернути увагу на накопичення повітря, так зване зберігання стиснутого повітря (ЗСП), такий метод може виконуватися лише за наявності сховищ повітря. В сучасному світі за невеликі кошти реалізувати даний принцип можна лише використовуючи природні печерні утворення. Заповнюючи ці формування повітрям у час дешевого споживання енергії. Коли приходить період добового навантаження повітря вивільняється тим самим розкручує турбіну генератора. Потужності таких станцій в США сягають 110 МВт, а ефективність порядку 40-50%.

За останні пів століття почали розвиватися інші види накопичення енергії. На (рис. 6.1) видно ті технології зберігання, що впроваджувалися з 1958 р. у провідних країнах світу. Вони класифікуються за типом: електрохімічні, електромеханічні, теплові та на основі водню. Гідроакумулювання не відображено через його великі масштаби, тобто масштаб малюнку не охопить значення. Варто відмітити такі технології як :

- накопичення теплової енергії розплавленої солі;

- зберігання газів;
- акумуляторне накопичення за допомогою літій-іонних батарей.

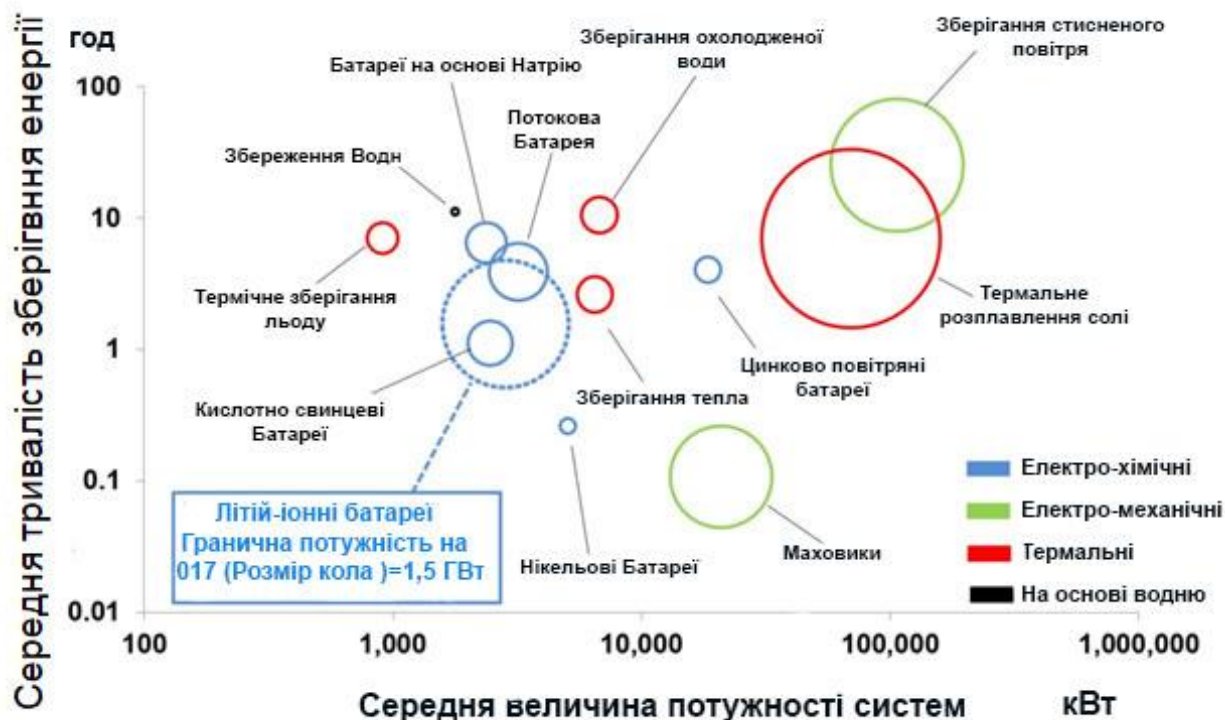


Рисунок 6.1 – Значення систем накопичення за останні 50 років

Рис. 6.2 показує, як швидко зросло використання літій-іонних батарей з метою накопичення енергії. Одним з перших таких проєктів була станція потужністю 1 МВт в штаті Пенсильванія у 2008 року. До 2015 року накопичення цієї енергії збільшилося в 173%.

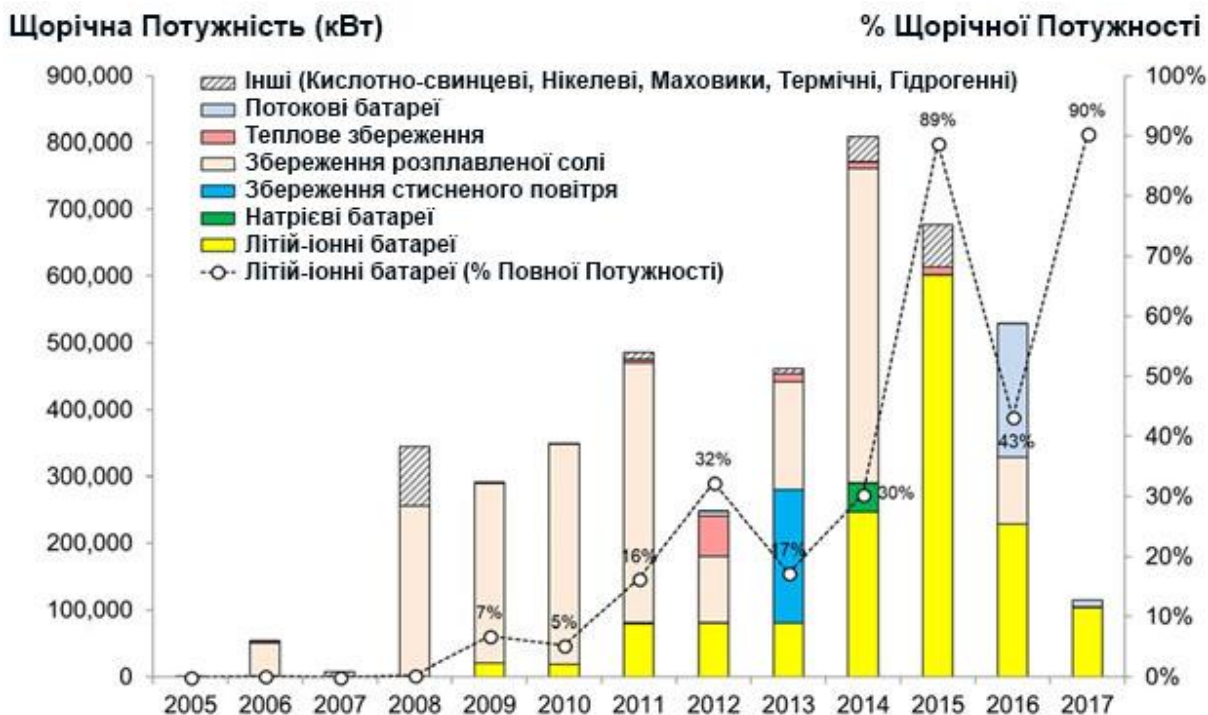


Рисунок 6.2 – Графік росту батарейних накопичувачів

6.2 Використанні літій-іонних батарей для накопичення енергії

Технологія набула масового використання через ряд таких переваг, як висока якість електричної енергії, здатність підтримувати значення частоти та напруги, достатній коефіцієнт корисної дії.

На сьогодні ця технологія широко використовується для короточасних стабілізацій в електричних мережах. Такі системи мають середню тривалість до двох годин, потужність не переважно не перевищує 3 МВт, на систему.

США на даний час є лідером в провадженні цієї технології у промислових величинах (рис. 6.3).

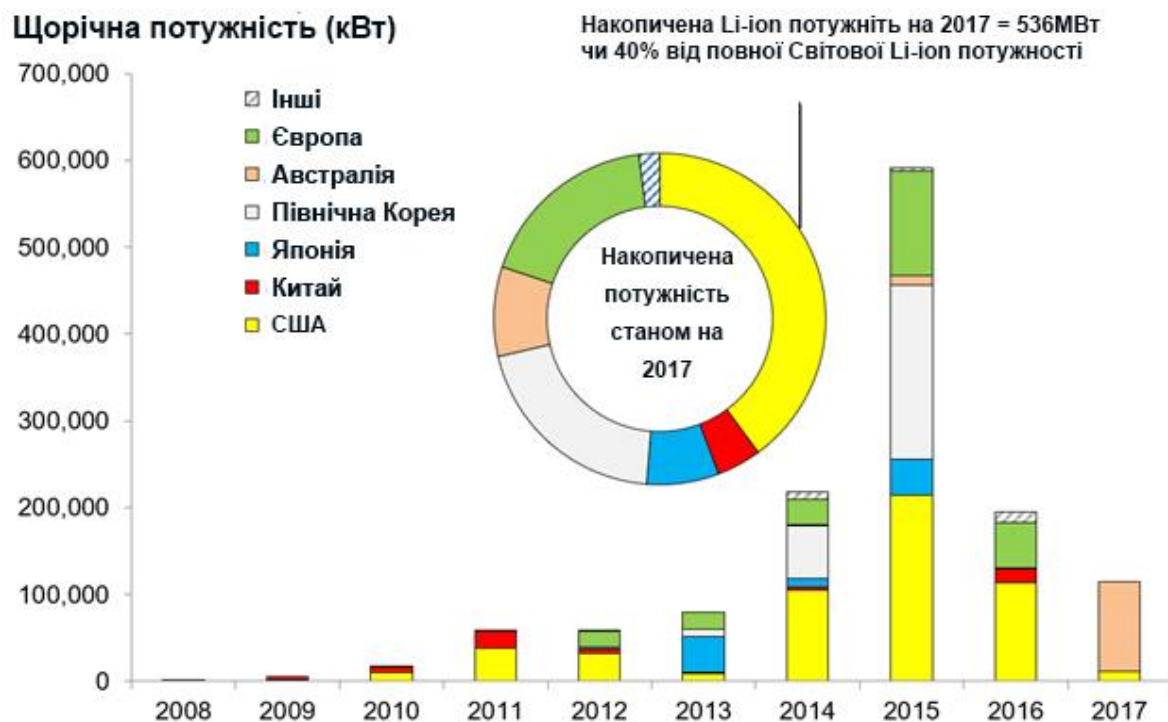


Рисунок 6.3 – Статистика серед країн Li-іон накопичення

Серед всієї потужності акумуляторного накопичення США сягає 495 МВт, 92% в секторі комунальних послуг, 8% у комерційному секторі, та 0,5 % у приватній частині мережі, що зображено на (рис. 6.4)

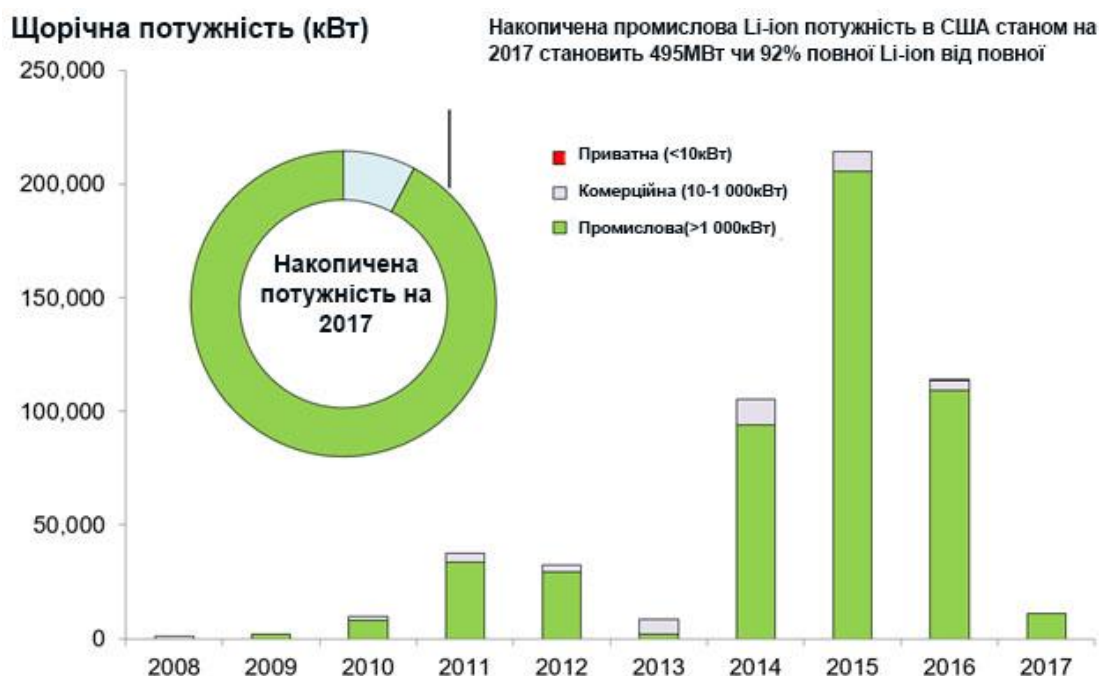


Рисунок 6.4 – Зберігання Li-іон енергії по секторах

Оскільки, потужність комунальних систем складає 9,9 МВт і має час розрядки 1,7 години. Тому корисний інтервал роботи коливається між двома значення від 0,5 до 4 годин між 10% та 90%. Через це в більшості випадків моделюється чотири випадкові тривалості розрядки у масштабах ефективного використання обладнання: 0,5, 1, 2 та 4 години. Накопичувачі переважно використовуються для підтримання балансу між генерацією та споживанням, для підтримання рівня напруги, для розвантаження мережі під час пікових генерацій ВДЕ.

6.3 Основні напрямки розвитку системи енергозберігаючих батарей

Відповідно до заяв (IRENA), розвиток системи енергозберігаючих батарей (СЕЗБ) є багатообіцяючим. Адже через зростання обсягів відновлювальних джерел стрімко зростає попит на місця де можна накопичити цю енергію, тобто сховища. Міжнародні агенства з відновлювальної енергії прогнозують зростання потужностей з 2 ГВт·год в світі в 2015 році до 33 ГВт год до 2030 року.

Однак ключовим фактором зростання є розвиток витрат на акумуляторні технології. IRENA оцінює зменшення витрат на встановлення накопичувачів та зменшення вартості цих технологій на 60%, тобто ціна опуститься з 1100 доларів до 500 доларів за кВтгод енергії. Ванадієві технології зменшаться на 66%. Що спричинить ріст конкурентоспроможності СЕЗБ.

Через те, що дану технологію можна використовувати в широких напрямках, це зумовлює великий потік інвестицій в неї. Такі батареї використовуються в автомобілях, що є ще одним ефективним застосуванням і вагомим рушієм для зниження витрат акумулятора. Адже акумулятор є найдорожчою складовою автомобіля з електроприводом, тому зниження ціни є необхідною умовою розвитку.

Для досягнення зменшення витрат на літій-іонні технології, та інші технологій, потрібно збільшувати масштаби виробництва, шукати та

використовувати найкращі матеріали, здійснювати більше досліджень в цій галузі. Рис. 6.5 показує схему розвитку витрат на цю технологію.



Рисунок 6.5 – Шлях до зменшення вартості акумуляторних батарей

На європейському ринку можна відмітити високий рівень тарифу на електроенергію, тому доцільним буде поєднання зеленої генерації з накопичувачами. Таке поєднання PV генерації з СЕЗБ може призвести до зростання потужності накопичувачів до 45-75 ГВтгод. Також зроблено дослідження які прогнозують, що 80% світового споживання електроенергії буде відбуватися з поновлювальних джерел станом на 2050 рік.

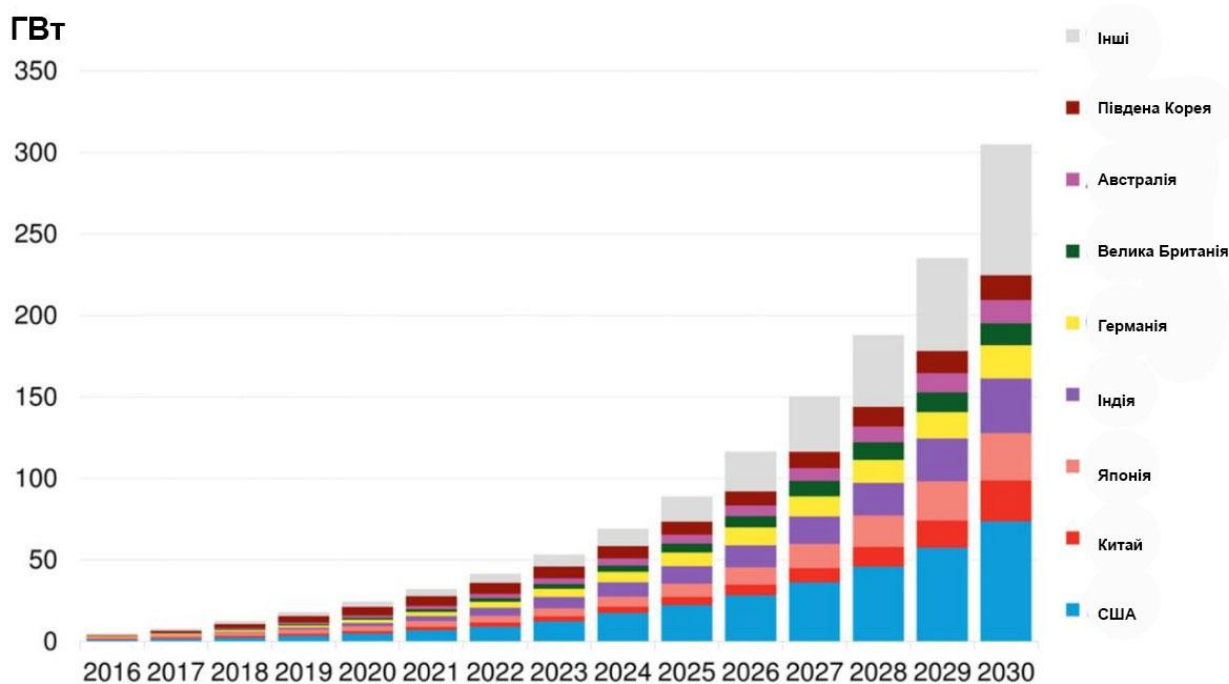


Рисунок 6.6 – Використання акумуляторних батарей в світі

6.4 Модель вартості відокремлених СЕЗБ

Щоб досягти меншої вартості на дані технології, ряд виробників поєднують систему управління батареєю збіркою, самі акумулятори, пристрої перетворення напруги у одному компактному. Проте в даній роботі зосереджена увага на традиційних акумуляторах постійного струму, що, налаштовані на чотири складові (рис 6.7, рис 6.8).

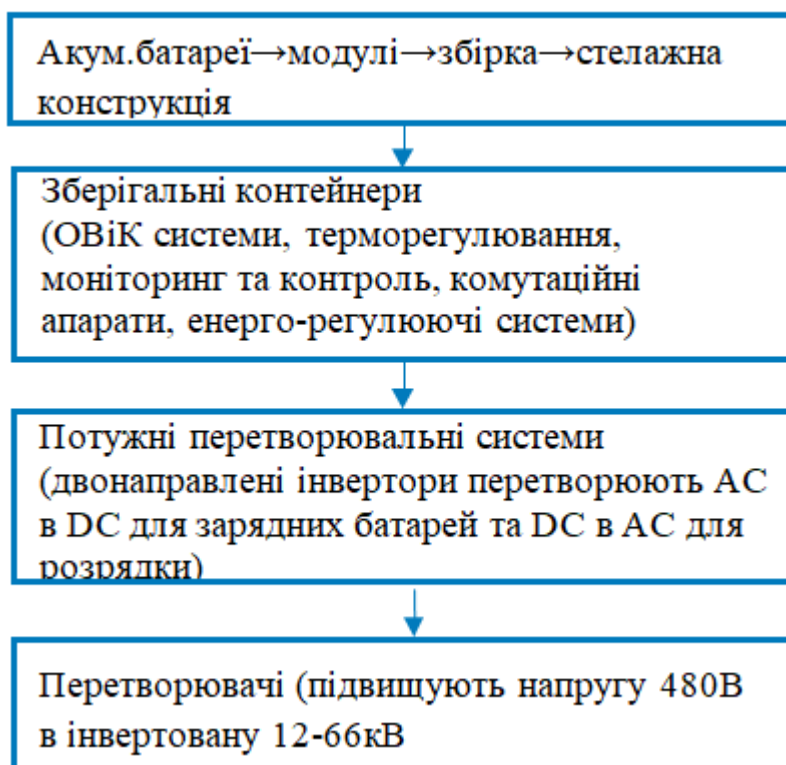


Рисунок 6.7 – Традиційні промислові складові енергосховищ

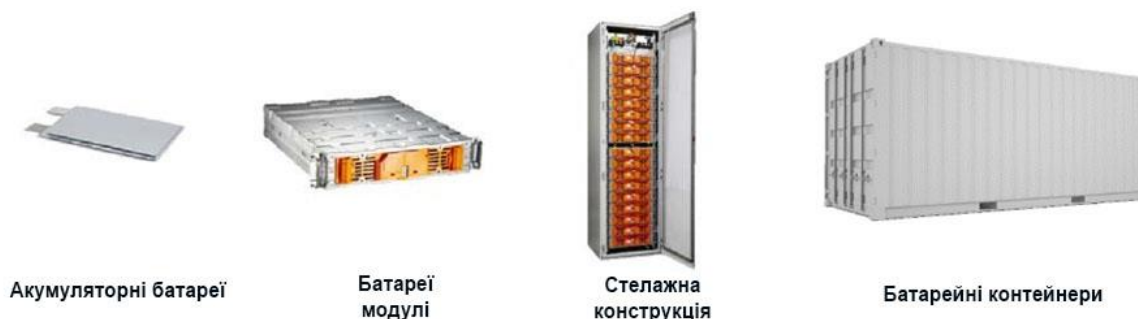


Рисунок 6.8 – Компоненти промислових станцій

У табл. 6.1 показано вхідні дані для такої системи зберігання енергії.

Таблиця 6.1 – Характеристики автономної системи зберігання електроенергії

Компоненти моделі	Характеристики
Потужність батареї	0,3 МВт DC
Потужність батареї з	0,3 МВтгод від 40-футового контейнера
Число контейнерів	1 (при інтервалі = 4 години)
Вартість Li-іон батареї	\$209/кВтгод
Інтервали	0.5–4 години
Ціна основної батареї	\$0.07/Вт
Потужність батареї	0.3 МВт
Число Інверторів	1
Ціна трансформатора (ТР)	\$28,000
Потужність ТР	2.5 МВт підвищувальний трансформатор
Число ТР	24
Площа	6,800 футів квадратних
Прилади лабораторії	Непрофсоюзне обладнання середнього рівня
Податок від продажів	7.5%
ІПК витрати (% від вартості обладнання та	8.67% за обладнання та матеріали (крім ліній електро-передачі); 23%–69% за вартість
Витрати на розвиток	3% від коштів на ІПК
Придбання землі	\$10,000
Міжсистемний зв'язок	\$0.03/Вт
Допустимий	\$29,000 від системи
Не передбачені	3% від коштів на ІПК
ІПК/прибуток від розвитку	5% вартості від повної установки (ІПК+ кошти від розвитку)

На рис 6.9 і табл. 6.2 зображено отримані затрати на \$/кВт·год для літій-іонних систем потужністю 60 МВт, що змінюються від \$380/кВт·год до \$895/кВт·год в залежності від часу розрядки. Також ціна акумуляторної батареї на енергію є незмінною 209 \$/ кВт·год, загальна вартість батареї – і частка їх вартості, що відносяться до акумулятора – зменшуються, тому що тривалість системи зменшується. До прикладу, можна стверджувати, що кошторис для батареї становить 55 % від цілого коштрису чотиригодинної системи, і тільки 23% від півгодинної системи. У зв'язку з тим, що тривалість зменшується, зростаючу частку витрат системи складають категорії без батареї.

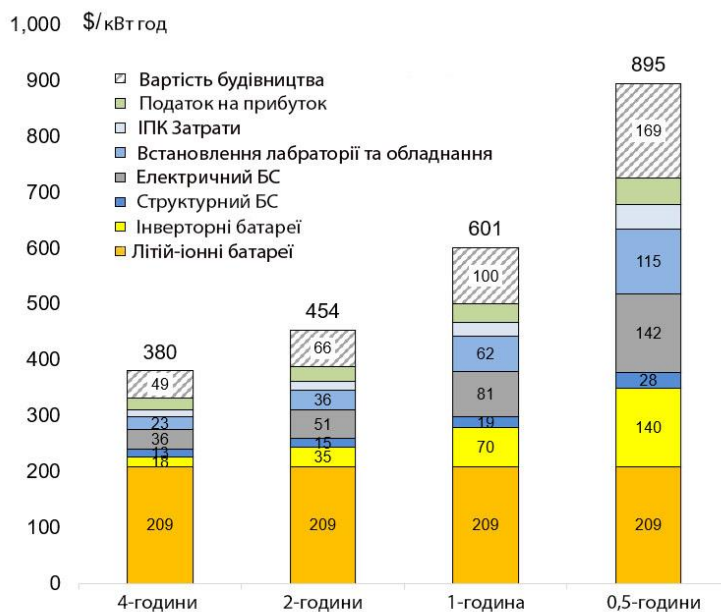


Рисунок 6.9 – Шкала вартості зберігання автономних літій-іонних батарей для інтервалів з 4-0,5 години

6.5 Встановлення СЕС з накопичувачем на ТОВ «Барлінек Інвест»

Для того що б зменшити витрати коштів ТОВ «Барлінек Інвест» на електроенергію, що споживається столярним цехом, доцільним буде встановлення сонячної електростанції із накопичувачем. Даний захід дозволить розвантажити електричну мережу та матиме доцільний економічний ефект в роботі ТОВ «Барлінек Інвест».

Враховуючи потужність, що споживається столярним цехом 120 кВт, для забезпечення потреби та для швидкої окупності, потужність встановлювальної станції буде сягати 500 кВт.

В табл. 6.2 перераховано матеріал який потрібно для будівництва станції та їх вартість.

Таблиця 6.2 – Вартість основних складових СЕС

Обладнання	Ціна, \$	Кількість	Сума, \$
Сонячні модулі SunPower 475 W c	200	123	24 600
Промисловий інвертор (шт.)	13 000	1	13 000
Металоконструкції (комп.)	18 500	1	18 500
Система АСКОЕ (модеми, лічильники, електроеомпненти) (комп.)	1500	1	1500
Комутаційно-розподіляча продукція (комп.)	15 000		15 000
Силовий трансформатор (шт.)	9 600	1	9 600
Акумуляторні батареї (шт.)	96	510	48 960
Всього			131 160

Отже, просумувавши вартість всіх елементів та додавши до них 20% від загальної вартості отримаємо статочне капіталовкладення:

$$K_{\Sigma} = C_{\Sigma} \cdot 1,2 = 131160 \cdot 1,2 = 157400 (\$);$$

Окупність складатиме:

$$R = K_{\Sigma} / (W_{\Sigma} \cdot C) = 157400 / 4080 \cdot 6,82 = 5,5 (\text{роки}),$$

де W_{Σ} – річна генерація (4080 кВт·год);

C – тариф на зелену енергію станом на 2024 р.

Підсумовуючи усю інформацію, надану у даному підрозділі, у майбутньому енергія акумулятора, що накопичилась, складатиме більше 50% загальної наявної ємності. Причина цього: порівнюючи з традиційними сховищами, до прикладу ЗСП, встановлення таких систем є набагато спрощеним.

Постійне зростання ВДЕ (сонячних фотоелектричних станцій) сприяє зростанню ринку акумуляторних батарей. Але існує така ймовірність, що найближчим часом, накопичення енергії акумулятора буде малою часткою від загальної потужності підприємства.

Встановлення фотовольтаїчної електричної станції потужністю 0,5 МВт з накопичувачем дасть можливість повністю покрити споживання енергії столярного цеху, а термін окупності складатиме 5,5 роки.

7 ОХОРОНА ПРАЦІ

У цьому розділі бакалаврської дипломної роботи розробляються заходи з охорони праці під час монтажу електрообладнання системи електропостачання ТОВ «Барлінек Інвест». Отже, на оперативно-ремонтний персонал, що здійснює монтаж системи електропостачання, впливають такі шкідливі виробничі фактори: фізичні фактори: мікроклімат (температура, вологість, швидкість руху повітря, інфрачервоне випромінювання); виробничий шум, ультразвук, інфразвук; вібрація (локальна, загальна); освітлення: природне (недостатність), штучне (недостатня освітленість, прямий і відбитий сліпучий відблиск тощо); хімічні фактори: речовини хімічного походження, аерозолі фіброгенної дії (пил); фактори трудового процесу: важкість (тяжкість) праці; напруженість праці. Важкість праці характеризується рівнем загальних енергозатрат організму або фізичним динамічним навантаженням, масою вантажу, що піднімається і переміщується, загальною кількістю стереотипних робочих рухів, величиною статичного навантаження, робочою позою, переміщенням у просторі. Напруженість праці характеризують: інтелектуальні, сенсорні, емоційні навантаження, ступінь монотонності навантажень, режим роботи.

7.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації обладнання

7.1.1 Вимоги до організації робочих місць оперативно-ремонтного персоналу, який здійснює монтаж обладнання системи електропостачання ТОВ «Барлінек Інвест».

Оперативно-ремонтний персонал, який здійснює монтаж електрообладнання, під час використання електрифікованого інструменту повинен дотримуватися таких правил з охорони праці. Електрифікований інструмент за умовами безпеки поділяється на такі класи: I – електроінструмент, у якого всі деталі, що перебувають під напругою, ізольовані і штепсельна вилка має заземлювальний контакт. У електроінструмента класу I

всі деталі, що перебувають під напругою, можуть бути з основною, а окремі деталі – з подвійною або посиленою ізоляцією; II – електроінструмент, у якого всі деталі, що перебувають під напругою, мають подвійну або посилену ізоляцію, Цей електроінструмент не має пристроїв для заземлення. Номінальна напруга для електроінструмента класів I і II має бути не більше 220 В для електроінструмента постійного струму; 380 В – для електроінструмента змінного струму; III – електроінструмент на номінальну напругу не вище 42 В, у якого ні внутрішні, ні зовнішні кола не перебувають під іншою напругою. Електроінструмент класу III призначений для живлення від безпечної наднизької напруги.

Якщо безпечну наднизьку напругу одержують перетворенням вищої напруги, то це слід здійснювати за допомогою безпечного ізолювального трансформатора, далі за текстом – "розподільчий трансформатор безпеки", або перетворювача з окремими обмотками. Електроінструмент, який живиться від електромережі, слід обладнувати незнімним гнучким кабелем (шнуром) зі штепсельною вилкою. Незнімний гнучкий кабель електроінструмента класу I повинен мати жилу, яка з'єднує заземлювальний затискач електроінструмента із заземлювальним контактом штепсельної вилки.

Кабель в місці введення до електроінструмента класу I слід захищати від стирань і перегинів еластичною трубкою з ізоляційного матеріалу. Трубку слід закріплювати в корпусних деталях електроінструмента, вона повинна виступати з них на довжину не менше п'яти діаметрів кабелю. Закріплення трубки на кабелі поза інструментом забороняється. Для приєднання однофазного електроінструмента шланговий кабель повинен мати три жили: дві – для живлення, одну – для заземлення. Для приєднання трифазного електроінструмента застосовується чотирижильний кабель, одна жила якого слугує для заземлення. Ці вимоги стосуються тільки електроінструмента із таким корпусом, який слід заземлювати.

Доступні для доторкання металеві деталі електроінструмента класу I, які можуть опинитись під напругою, у випадку пошкодження ізоляції, повинні бути з'єднані із заземлювальним затискачем. Електроінструмент класів II і III не заземлюють. Заземлення корпусу електроінструмента слід здійснювати спеціальною жилою живильного кабелю, яка не може одночасно бути провідником робочого струму. Використовувати з цією метою нульовий робочий провід забороняється. Штепсельна вилка повинна мати відповідну кількість робочих і один заземлювальний контакт. Конструкція вилки повинна забезпечувати випереджальне замикання заземлювального контакту під час ввімкнення та більш запізнене розмикання його під час вимикання. Конструкція штепсельних вилок електроінструмента класу III повинна унеможлилювати з'єднання їх з розетками на напругу понад 42 В.

Працівники, допущені до роботи з електроінструментом, повинні спочатку пройти навчання і перевірку знань щодо безпечного виконання робіт з застосуванням електроінструменту. До роботи з електроінструментом класу I в приміщеннях з підвищеною небезпекою та поза приміщеннями допускаються працівники з II групою електробезпеки. До роботи з електроінструментом II і III класу достатньо I групи з електробезпеки.

У електроінструмента класу I, крім того, має бути перевірена справність кола заземлення між його корпусом і заземлювальним контактом штепсельної вилки. Працівнику мають бути видані засоби індивідуального захисту (діелектричні рукавички, калоші, килими) або розподільчий трансформатор, чи перетворювач із окремими обмотками, чи захисно вимикальне устаткування. Забороняється видавати для роботи електроінструмент, який не відповідає хоча б одній із перелічених вимог або електроінструмент з протермінованою датою періодичної чергової перевірки.

У приміщеннях без підвищеної небезпеки ураження працівників електричним струмом достатньо застосувати діелектричні рукавиці, а в приміщеннях зі струмопровідними підлогами – також і діелектричні калоші або

килими. Електроінструментом класів II і III дозволяється працювати без застосування індивідуальних засобів захисту в приміщеннях без підвищеної небезпеки ураження працівників електричним струмом.

У посудинах, апаратах та інших металевих спорудах в умовах обмеженої можливості переміщення і виходу з них дозволяється працювати електроінструментом класів I та II за умови, якщо тільки один електроінструмент одержує живлення від автономної двигун-генераторної установки, розподільчого трансформатора безпеки або перетворювача частоти із роздільними обмотками, а також електроінструментом класу III. В цьому разі джерело живлення (трансформатор, перетворювач тощо) слід розміщувати поза вказаними посудинами, а вторинне коло джерела не слід заземлювати. Забороняється підключати електроінструмент напругою до 12 В до електричної мережі загального користування через автотрансформатор, резистор або потенціометр.

7.1.2 Електробезпека

Живлення силового обладнання підприємства та системи освітлення здійснюється від чотирьохпровідної трифазної мережі 380 х 220В (фазна напруга (фаза – "0") – 220В, а міжфазна лінійна (фаза – фаза) – 380В).

Категорія умов по небезпеці електротравматизму – підвищеної небезпеки, у зв'язку з наявністю у цехах струмопровідної підлоги. Технічні рішення щодо запобігання електротравмам:

1) Для запобігання електротравм від контакту з нормально-струмопровідними елементами електроустаткування, необхідно: розміщувати неізолювані струмопровідні елементи в окремих приміщеннях з обмеженим доступом, у металевих шафах; використовувати засоби орієнтації в електроустаткуванні - написи, таблички, попереджувальні знаки; - підвід кабелів до споживачів здійснювати в закритих конструкціях підлоги;

2) При живленні однофазних споживачів струму від трипровідної мережі при напрузі до 1000 В використовується нульовий захисний провідник. При

його використанні пробій на корпус призводить до КЗ. Спрацьовує захист від КЗ і пошкоджений споживач відключається від мережі.

Згідно з вимогами нормативів, повинна бути забезпечена необхідна кратність струму КЗ. залежно від типу запобіжного пристрою, повинна бути забезпечена цілісність нульового захисного провідника.

3) Електрозахисні засоби захисту

Персонал, який обслуговує електроустановки, повинен бути забезпечений випробуваними засобами захисту. Перед застосуванням засобів захисту персонал зобов'язаний перевірити їх справність, відсутність зовнішніх пошкоджень, очистити і протерти від пилу, перевірити за штампом дату наступної перевірки. Користуватися засобами захисту, термін придатності яких вийшов, забороняється.

Використовуються основні та допоміжні електрозахисні засоби. Основними електрозахисними засобами називаються засоби, ізоляція яких тривалий час витримує робочу напругу, що дозволяє дотикатися до струмопровідних частин, які знаходяться під напругою. До них відносяться (до 1000В): ізолювальні штанги; ізолювальні та струмовимірювальні кліщі; покажчики напруги; діелектричні рукавиці; слюсарно-монтажний інструмент з ізольованими ручками.

Додатковими електрозахисними засобами називаються засоби, які захищають персонал від напруги дотику, напруги кроку та попереджають персонал про можливість помилкових дій. До них відносяться (до 1000 В): діелектричні калоші; діелектричні килимки; переносні заземлення; ізолювальні накладки і підставки; захисні пристрої; плакати і знаки безпеки.

Обладнання повинно бути надійно заземлене. Справність і опір контуру заземлення один раз на рік перевіряється. Всі обертові частини механізму повинні мати добре закріплену огорожу. Забороняється виконувати всі види ремонту під час роботи установки.

7.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії

7.2.1 Мікроклімат

Нормуються параметри мікроклімату в виробничих приміщеннях та гранично допустимі концентрації шкідливих речовин в повітрі робочої зони. Тяжкість роботи розділяється на категорії залежно від загальних енерговитрат організму, ккал/с (Вт). Параметри мікроклімату під час виконання персоналом електромонтажних робіт наведено в табл. 7.1.

Таблиця 7.1 – Нормування параметрів мікроклімату на непостійних робочих місцях

Період року	Категорія робіт	Температура, °C	Відносна вологість	Швидкість руху
Теплий	Пб	15-29	70 при 25°C	0,2-0,5
Холодний	Пб	13-23	не більш 75	не більш 0,4

Для забезпечення необхідних за нормативами параметрів мікроклімату на робочих місцях оперативно-ремонтного персоналу передбачається:

- в холодну пору року – використання калорифера;
- в літню пору – застосування кондиціонерів та вентиляторів обдуву.

7.2.2 Склад повітря робочої зони

Забруднення повітря робочої зони регламентується концентраціями (ГДК) в мг/м³. В умовах роботи на граничнодопустимих концентраціях можливими забруднювачами повітря робочої зони можуть бути пил та шкідливі гази, їх ГДК наведено в табл. 7.2.

Таблиця 7.2 – Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин у повітрі робочої зони оперативного персоналу

Назва речовини	ГДК, мг/м ³		Клас небезпечності
	Максимально разова	Середньо добова	
Вуглецю оксид (CO)	3	1	4
Пил нетоксичний	0,5	0,15	4

Для підтримки допустимих значень мікроклімату та концентрації шкідливих речовин необхідно передбачати установки або прилади зволоження та/або штучної іонізації, кондиціонування повітря.

7.2.3 Виробниче освітлення

Відповідно до ДБН В.2.5-28-2018, роботи з монтажу електрообладнання, потребують освітлення, яке характеризується розрядом зорової роботи III, підрозряд «в». Нормовані значення штучного, природного та суміщеного освітлення наведені в табл. 7.3.

Таблиця 7.3 – Вимоги до освітлення приміщень виробничих підприємств

Харак-ка зорової роботи	Найменши й або еквівалентний розмір об'єкта розрізнення, мм	Розряд зорової роботи	Підрозряд зорової роботи	Контраст об'єкта з фоном	Характеристика фону	Штучне при системі комбінованого освітлення		Природнє Ен пр	Сумісне Е сум
						всього	у т. ч. від загального		
Високої точності	Від 0,3 до 0,5 включно	III	в	малий середній великий	світлий середній темний	600	200	-	3,0

Для забезпечення достатнього освітлення здійснюють систематичне очищення скла та світильників від пилу (не рідше двох разів на рік), використовують жалюзі. В разі нестачі природного освітлення, використовують загальне штучне освітлення, що створюється за допомогою світлодіодних ламп E27 LED 15W NW A60 "SG". Висота підвісу світильників над робочою поверхнею 2,5 метра.

7.2.4 Виробничий шум

Шум вище гранично допустимих рівнів несприятливо діє на людину. Шум у приміщенні широкосмуговий. Нормуємо шум на робочому місці. Рівні звукового тиску в октавних смугах частот, рівні звуку та еквівалентні рівні

звуку на робочих місцях мають відповідати вимогам СН 3223-85, ГОСТ 12.1.003-85, ГР 2411-81 і наведені в табл. 7.4.

Устаткування, що є джерелом шуму (вентилятори, електроінструмент, технологічне обладнання з переробки деревини), слід розташовувати поза межами приміщень, де встановлені ПК.

Таблиця 7.4 – Допустимі рівні звуку, еквівалентні рівні звуку і рівні звукового тиску в октавних смугах частот

Вид трудової діяльності, робочі місця	Рівні звукового тиску в дБ в октавних смугах із середньгеометричними частотами, Гц								
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Виконання усіх видів робіт на постійних робочих місцях в виробничих приміщеннях та на території підприємства	107	95	87	82	78	75	73	71	69

Звукопоглинаючі облицювання розміщують на стелі і в верхніх частинах стін при висоті приміщення не більше 6-8 м таким чином, щоб акустично оброблена поверхня складала не менше 60 % від загальної площі обмежувачих приміщення поверхонь.

У вузьких і дуже високих приміщеннях доцільно облицювання розміщувати на стінах, залишаючи нижні частини стін (до 2 м висотою) не облицюваними, або проектувати конструкцію звукопоглинаючої підвісної стелі.

7.3 Пожежна безпека

Приміщення ТОВ «Барлінек» за вибухонебезпекою та пожежонебезпекою відноситься до категорії В, в яких знаходяться (зберігаються, переробляються,

транспортуються) легкозаймисті, горючі і/або важко горючі рідини, а також речовини і/або матеріали (для виготовлення різноманітної продукції з дерева), як здатні вибухати та горіти або тільки горіти під час взаємодії з водою, киснем повітря і/або один з одним; тверді горючі і/або важко горючі речовини та матеріали (включно горючий пил і/або волокна), за умови, що приміщення, не відносяться до категорій А або Б і питома пожежна навантага для твердих і рідких легко-займистих, горючих та важко горючих речовин і/або матеріалів на окремих ділянках площею не менше 10 м² кожна перевищує 180 МДж•м².

Відповідно електричне обладнання ТОВ «Барлінек-Інвест» встановлюється в пожежонебезпечних зонах П-П – зони в приміщеннях, де виділяється горючий пил чи волокна з нижньою концентраційною границею (НКТ) спалахування > 65 г/м³ до об'єму повітря, а також в зонах П-Іа – зони в приміщеннях, де є тверді горючі речовини чи матеріали.

Будівлі, в якій розташовані ці приміщення, характеризується II ступенем вогнестійкості.

До II ступеня вогнестійкості відносяться будівлі з несучими і огорожувальними конструкціями з природних та штучних кам'яних матеріалів, бетону або залізобетону із застосуванням листових та плиткових негорючих матеріалів. В покриттях будівель допускається застосовувати незахищені сталеві конструкції. Мінімальні межі вогнестійкості будівельних конструкцій (у хвиликах) та максимальні межі поширення вогню по них (см) за ДБН В.1.1.7-2016 наведено в табл. 7.5.

Таблиця 7.5 – Мінімальні межі вогнестійкості будівельних конструкцій та максимальні межі поширення вогню по них

Ступінь вогнестійкості будинків	Мінімальні межі вогнестійкості будівельних конструкцій (у хвилинах) і максимальні межі поширення вогню по них (см)								
	стіни				коло-ни	сходові площадки, костури, сходи, балки, марші сходових кліток	пере-криття між поверхів (у т.ч. горищні та над підвалами)	елементи суміщених покриттів	
	несучі та сходових кліток	само-несучі	зовнішні не-несучі	внутрішні не-несучі (перегородки)				плити, настипли, прого-ни	балки, ферми, арки, рами
II	REI 120 M0	REI 60 M0	E 15 M0	E1 15 M0	R 120 M0	R 60 M0	REI 45 M0	RE 15 M0	R 30 M0

Протипожежні перешкоди і мінімальні межі їх вогнестійкості за ДБН В.1.1.7-2002 наведено в табл. 7.6.

Таблиця 7.6 – Протипожежні перешкоди та мінімальні межі їх вогнестійкості

Протипожежні перешкоди	Типи протипожежних перешкод або їх елементів	Мінімальна межа вогнестійкості протипожежної перешкоди (у хвилинах)	Тип заповнення прорізів, не нижче	Тип протипожежного тамбуру-шлюзу, не нижче
Стіни	2	REI 60	2	1
Перегородки	2	EI 15	3	2
Перекриття	2	REI 60	2	1

Протипожежні відстані між житловими, громадськими, адміністративно-побутовими будинками промислових підприємств, гаражами слід приймати за табл. 7.7 (чисельник). В умовах забудови, що склалася, протипожежні відстані між житловими будинками та від житлових будинків до будівель і споруд іншого призначення слід визначати згідно з протипожежними вимогами даних норм, наведеними у табл. 7.7. Протипожежні відстані від житлових, громадських, адміністративно-побутових будинків промислових підприємств,

гаражів до виробничих, складських споруд слід приймати за табл. 7.7 (знаменник).

Таблиця 7.7 – Протипожежні відстані між житловими, громадськими, адміністративно-побутовими будинками промислових підприємств, гаражами, а також до виробничих будинків, сільськогосподарських будівель і споруд

Ступінь вогнестійкості будинку	Відстані при ступені вогнестійкості будинків, м		
	I, II	III	IIIa, IIIб, IV, IVa, V
II	6/9	8/9	10/12

На території підприємства встановлені вогнегасники ВП-5, ВВП-5, а також аналогічні ємністю 9 л.

ВИСНОВКИ

У роботі розроблена система електропостачання ТОВ «Барлінек-Інвест». Виконано розрахунок електричних навантажень столярного цеху і підприємства в цілому.

Підприємство живиться від ПС кабельними лініями напругою 10 кВ довжиною 1,5 км. Розроблена система електропостачання передбачає спорудження на території підприємства ЦРП та трьох цехових трансформаторних підстанцій 2хТМ 1000/10. Живлячу лінію виконано трижильним кабелем з ізоляцією із зшитого поліетилену з алюмінієвими жилами типу АПвПу перерізом 3х70 мм². Для установки на стороні 35 кВ вибрано елегазеві вимикачі ВГБ-35. Для встановлення на стороні 10 кВ вибираємо вакуумні вимикачі ВБЭМ-10-20/630.

Виконано розрахунок електропостачання цеху: а саме здійснено вибір схеми цехової мережі. Вибрано радіальну схему цехової мережі. При пошкодженні одного із РП не повинен зупинятись технологічний процес, тоді свердлильні станки 6, 7 і круглопильні 3, 4, 5 заживлюються від різних РП. Враховуючи особливості розташування ЕП 2, 5, 6, 8, 10, 11, 12, 13 заживлюються від РП-1, а ЕП 1, 3, 4, 7, 9 заживлюються від РП-2. РП-1 та РП-2 заживлюються від ТП окремими кабельними лініями. Також вибрано комутаційно-захисну апаратуру та провідники цехової мережі. Захист цехової мережі виконано напівпровідниковими та електромагнітними реле автоматичних вимикачів типу ETI Break.

Також в роботі було розглянуто впровадження ВДЕ та систем накопичення електроенергії на ТОВ «Барлінек Інвест». Для того щоб зменшити витрати коштів ТОВ «Барлінек Інвест» на електроенергію, що споживається столярним цехом, доцільним буде встановлення сонячної електростанції, із накопичувачем. Даний захід дозволить розвантажити електричну мережу та

матиме доцільний економічний ефект в роботі ТОВ «Барлінек Інвест». Було пораховано вартість основних складових СЕС та термін окупності.

Останній розділ роботи був присвячений заходам з охорони праці, що допоможуть мінімізувати ризик травмувань робітників й зберегти їх здоров'я. Проведено нормування параметрів мікроклімату, визначено гранично допустимі концентрації шкідливих речовин, норми освітлення та рівень звукового тиску, за усіма цими показниками виробниче приміщення знаходиться в нормі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бурбело М. Й. Проектування систем електропостачання. Приклади розрахунків: навчальний посібник. Вінниця: УНІВЕРСУМ, 2012. 148 с.
2. Бурбело, М. Й. Розрахунок внутрішнього електропостачання : навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2017. 123 с.
3. Бурбело, М. Й. Спеціальні питання електропостачання: електронний навчальний посібник комбінованого (локального та мережного) використання. Вінниця : ВНТУ, 2024. 89 с.
4. Бурбело М. Й. Електромагнітна сумісність і керування якістю електроенергії в системах електропостачання : електронний навчальний посібник комбінованого (локального та мережного) використання. Вінниця: ВНТУ, 2024. 159 с.
5. Правила улаштування електроустановок (перше переглянуте, перероблене, доповнене та адаптоване до умов України видання). – Міністерство енергетики та вугільної промисловості України, 2017, 617 с.
6. Силові трансформатори. Веб-сайт URL: <http://www.lvmarket.com.ua/silovi-transformatori>
7. Показники якості електроенергії. Веб-сайт URL: <https://ltke.com.ua/ua/dovidnik-spozhivacha/osnovni-pokazniki-yakosti-elektroenergi%D1%97-ta-nadijnist-elektropostachannya/>
8. Показники якості електроенергії. Веб-сайт URL: <https://kiroe.com.ua/pokazniki-yakosti-elektroenergi> (дата звернення: 01.06.2024).
9. Вимикачі навантаження Веб-сайт URL: <http://001.com.ua/uk/vumykachi-navantazhennya-c756>
10. ДСНіП «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу». Наказ МОЗ № 248 від 08.04.2014.
11. ДСТУ-Н Б А 3.2-1: 2007 Настанова щодо визначення небезпечних і шкідливих факторів та захисту від їх впливу при виробництві будівельних матеріалів і виробів та їх використання в процесі зведення та експлуатації об'єктів будівництва. URL: <https://profidom.com.ua/a-3/a-3-2/824-dstu-n-b-a-3-2-12007-nastanova-shhodo-viznachenna-nebezpechnih-i-shkidlivih-faktoriv->
12. НПАОП 40.1-1.21-98 (ДНАОП 0.00-1.21-98) Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів. URL:

https://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=48644.

13. ДСТУ Б В.2.5-82:2016. Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом. К. : ДП «УкрНДНЦ», 2016. 109 с.

14. НПАОП 40.1-1.32-01 (ДНАОП 0.00-1.32-01) Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0272203-01#Text>.

15. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. URL: <http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=1972>.

16. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. К. : Мінрегіонбуд України, 2013. 149 с.

17. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=79885

18. ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. URL: <http://document.ua/sanitarni-normi-virobnichogo-shumu-ultrazvuku-ta-infrazvuku-nor4878.html>.

19. ДСН 3.3.6.039-99. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/rada/show/va039282-99>.

20. НАПБ А.01.001-14. Правила пожежної безпеки в Україні. К. : МВС України, 2014. 47 с.

21. ДСТУ 8828:2019 Пожежна безпека. Загальні положення. URL: <https://dwg.ru/dnl/15125>.

22. ДСТУ 8829:2019 Пожежовибухонебезпечність речовин і матеріалів. Номенклатура показників і методи їхнього визначення. Класифікація. URL: <https://www.alutal.com.ua/wp-content/uploads/2021/02/dstu-8829-2019-1.pdf>.

23. ДСТУ Б В.1.1-36:2016 Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпек. URL: https://dbn.co.ua/load/normativy/dstu/dstu_b_v_1_1_36/5-1-0-1759.

24. ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. URL: http://www.poliplast.ua/doc/dbn_v.1.1-7-2002.pdf.

25. Наказ Міністерства внутрішніх справ України «Про затвердження Правил експлуатації та типових норм належності вогнегасників». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0225-18#Text>.

ДОДАТКИ

Додаток А

Вихідні дані

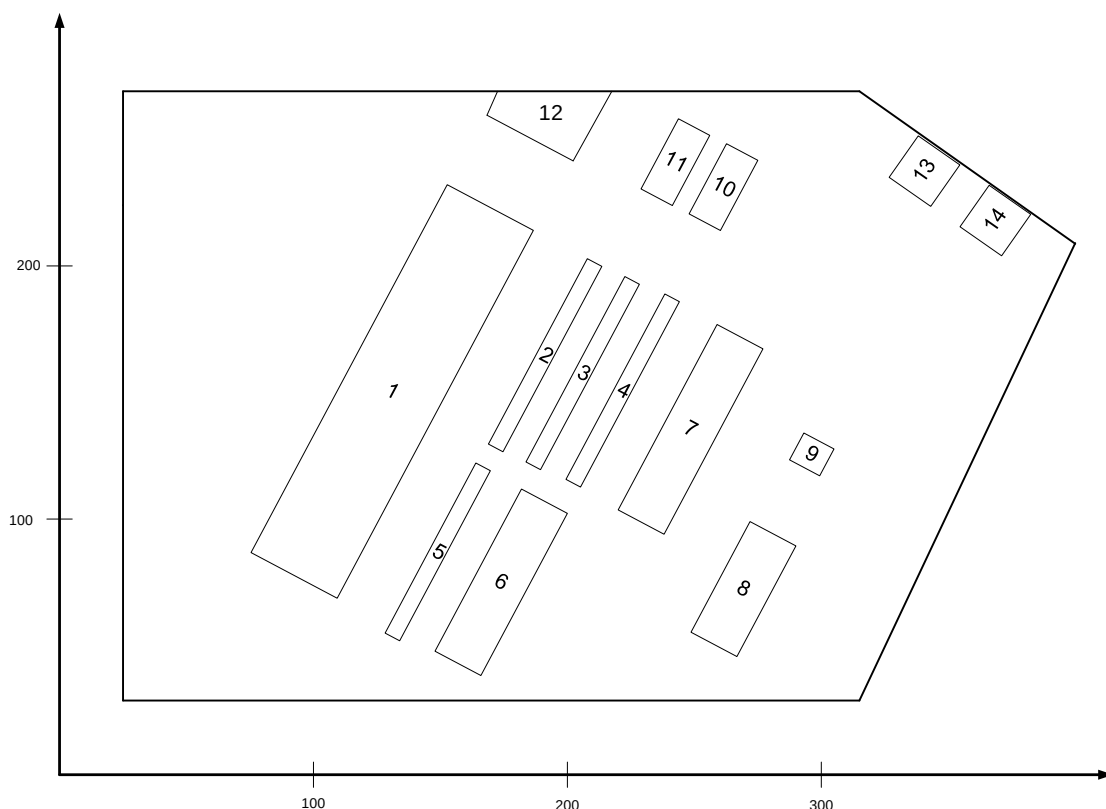


Рисунок А.1 - Генеральний план ТОВ «Барлінек Інвест»

Таблиця А.1 – Відомості про електричні навантаження ТОВ «Барлінек Інвест»

№ п/п	Споживачі	Рм кВт
1	Головний виробничий корпус	626
2	Блок 8-ми сушильних камер №1	235
3	Блок 8-ми сушильних камер №2	235
4	Блок 8-ми сушильних камер №3	235
5	Блок 8-ми сушильних камер №4	235
6	Склад проміжного зберігання №1	38
7	Склад проміжного зберігання №2	41
8	Адміністративний корпус	16,5
9	Млин	25
10	Склад палива для котельні	33,5
11	Котельня	313
12	Розпилочний цех	305
13	Деревообробний цех	531
14	Столярний цех	120

Додаток Б

ПРОТОКОЛ ПЕРЕВІРКИ НАВЧАЛЬНОЇ (КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ) РОБОТИ

Назва роботи: Розробка системи електропостачання товариства з обмеженою відповідальністю «Барлінек Інвест», місто Вінниця

Тип роботи: Бакалаврська дипломна робота.

Підрозділ: Кафедра електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного менеджменту.

Науковий керівник: к.т.н., доцент Шуллє Ю.А.

Показники звіту подібності

Unicheck	
Оригінальність	90,06%
Схожість	9,94%

Аналіз звіту подібності

Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак плагіату.

Заявляю, що ознайомлений з повним звітом подібності, який був згенерований Системою щодо роботи.

Автор _____ Гвяздовський П. Ю.

Опис прийнятого рішення

Бакалаврська дипломна робота допускається до захисту

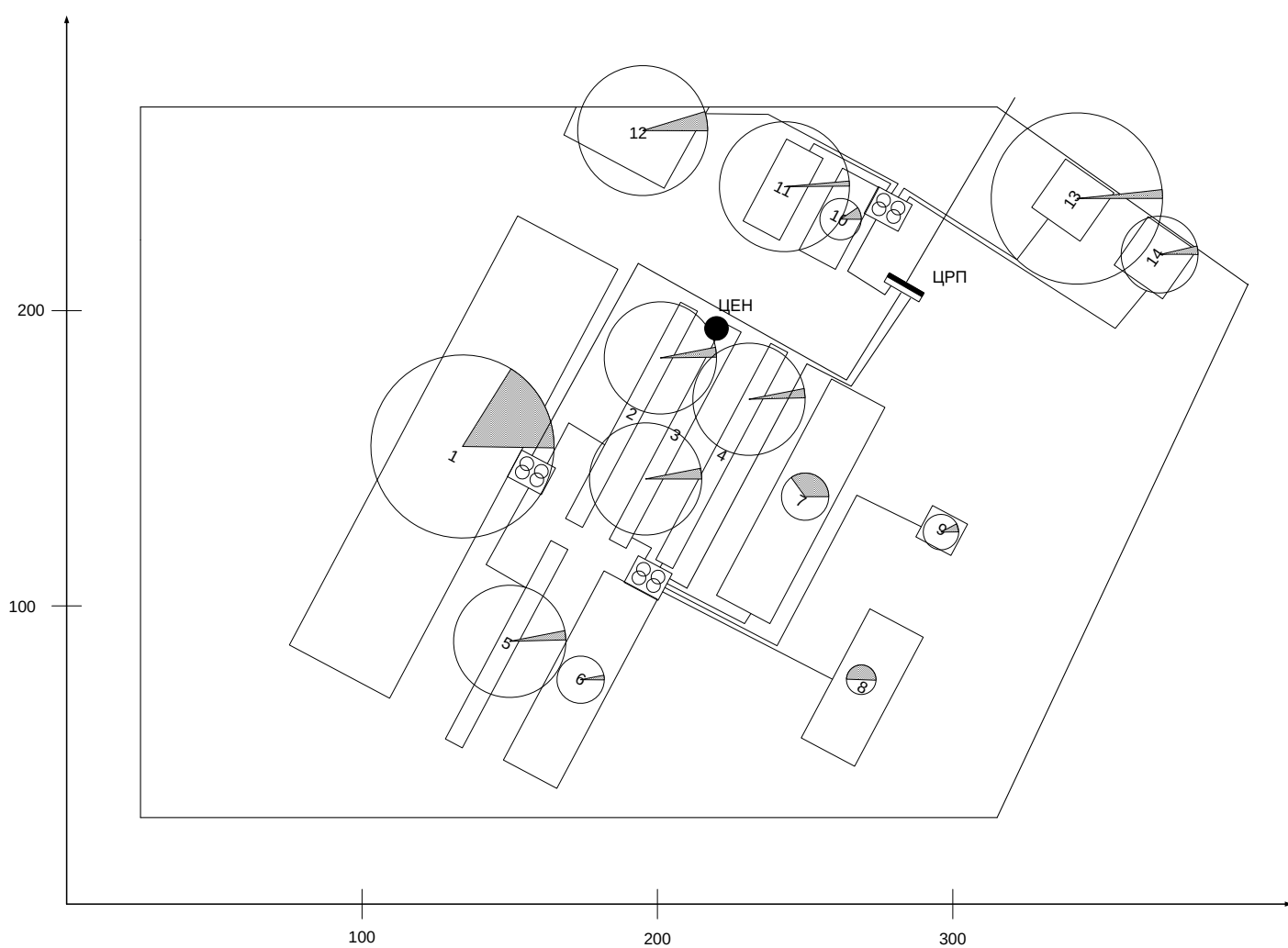
Особа відповідальна за перевірку _____ Войтюк Ю.П.

Керівник роботи _____ Шуллє Ю.А.

Експерт _____ Бурбело М.Й., зав кафедри ЕСЕМ

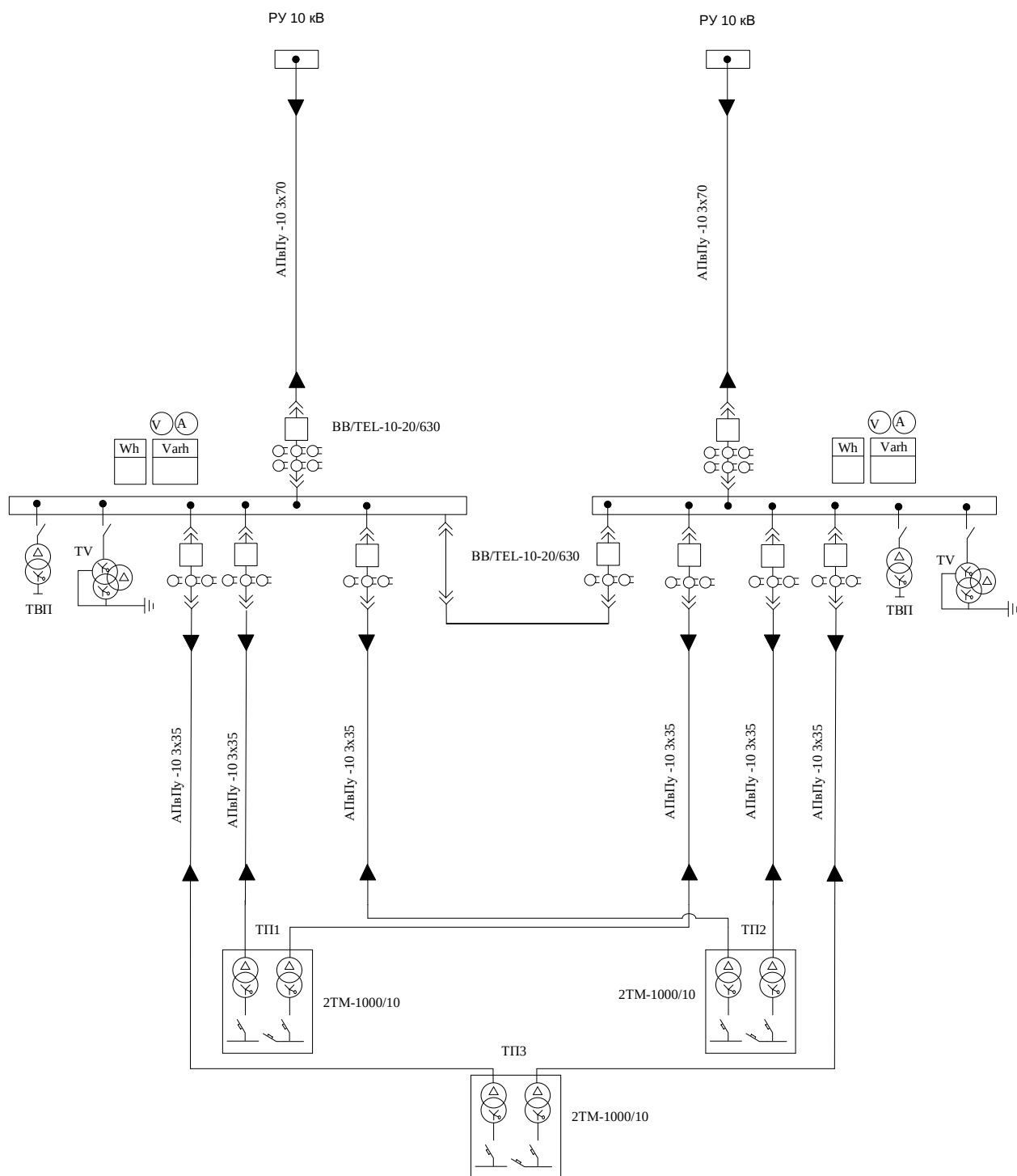
Додаток В

Генеральний план підприємства

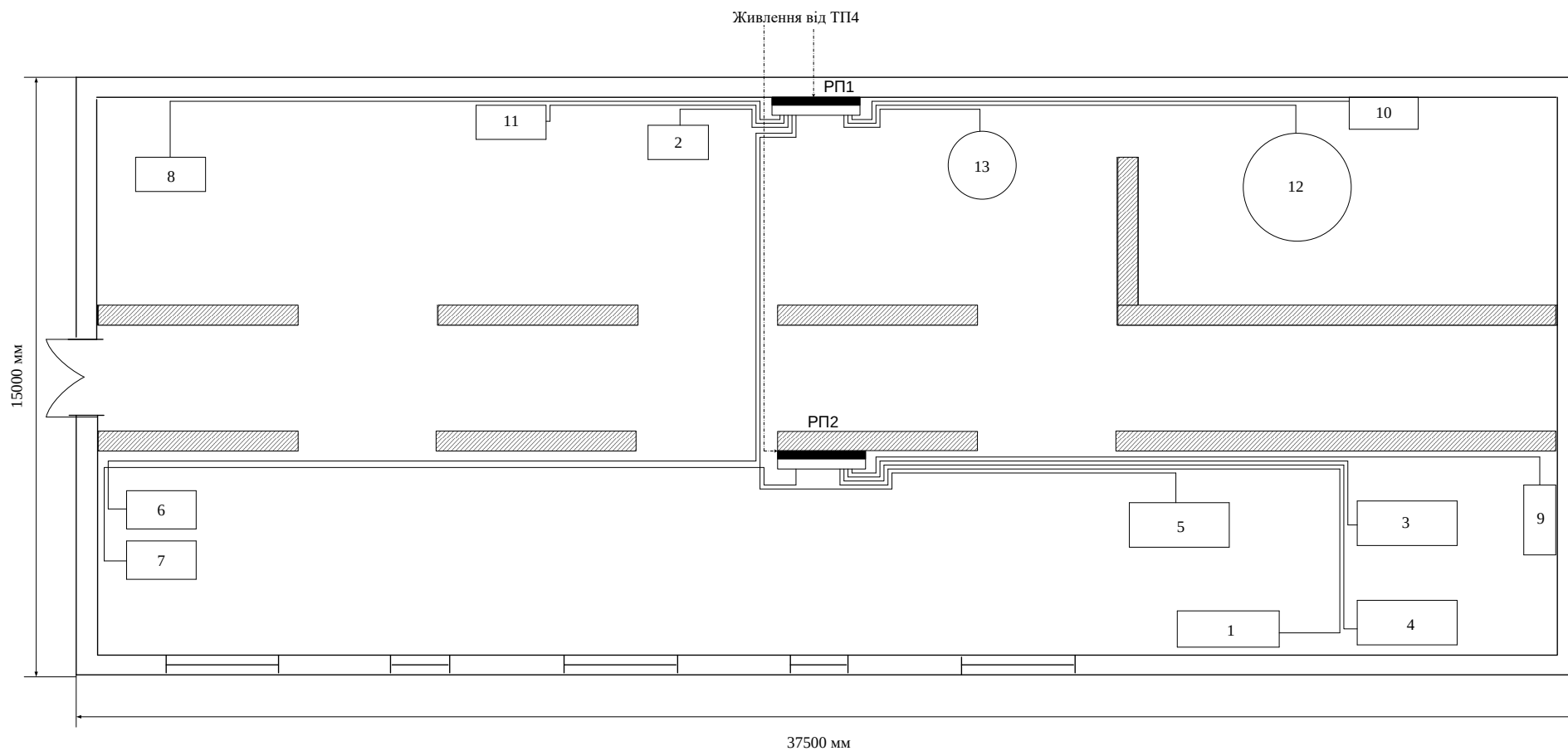


Додаток Г

Однолінійна схема електропостачання підприємства



Додаток Д
Схема електропостачання цеху



Додаток Е

Розрахунково – монтажна таблиця електропостачання цеху

[illegible]

Додаток Ж

Встановлення СЕС з накопичувачем на ТОВ «Барлінек Інвест»

Вартість основних складових СЕС

Обладнання	Ціна, \$	Кількість	Сума, \$
Сонячні модулі SunPower 475 W c	200	123	24 600
Промисловий інвертор (шт.)	13 000	1	13 000
Металоконструкції (комп.)	18 500	1	18 500
Система АСКОЕ (модеми, лічильники, електрообладнання) (комп.)	1500	1	1500
Комутаційно-розподільча продукція (комп.)	15 000		15 000
Силовий трансформатор (шт.)	9 600	1	9 600
Акумуляторні батареї (шт.)	96	510	48 960
Всього			131 160

Капіталовкладення:

$$K_{\Sigma} = C_{\Sigma} \cdot 1,2 = 131160 \cdot 1,2 = 157400 (\$);$$

Термін окупності:

$$R = K_{\Sigma} / (W_{\Sigma} \cdot C) = 157400 / 4080 \cdot 6,82 = 5,5 (\text{роки}),$$

де W_{Σ} – річна генерація (4080 кВт·год);

C – тариф на зелену енергію станом на 2024 р.