

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 «ТЕРМОПЛАСТ», СЕЛИЩЕ
МІСЬКОГО ТИПУ ЛЕТИЧІВ

Виконав: студент 4 курсу, гр. ЗЕЕ-206
спеціальності 141 – «Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка»

Юхимчук Р.М.
(прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., доц. каф. ЕСЕЕМ

Шулє Ю.А.

(прізвище та ініціали)

« 17 » 06 2024 р.

Рецензент доц. каф. ЕСС

Немрецький В.В.

(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.

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

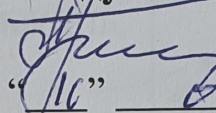
Освітній ступінь – бакалавр

Спеціальність 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Освітньо-професійна програма - Електроенергетика та електротехніка

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ЕСЕМ

 проф. М. Й. Бурбело
"16" _____ 2024 року

З А В Д А Н Н Я
НА БАКАЛАВРСЬКУ ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Юхимчуку Роману Миколайовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Розробка системи електропостачання товариства з обмеженою відповідальністю «Термопласт», селище міського типу Летичів

керівник роботи Шулле 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.

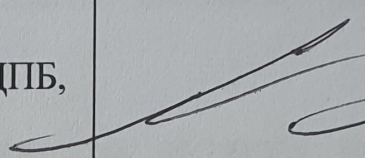
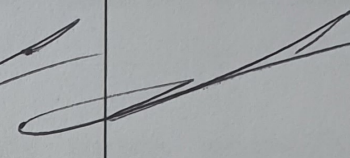
2. Термін подання студентом роботи «11» 06 2024 року.

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.

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	Кобилянський О.В., зав. кафедри БЖДПБ, д.п.н., професор		

Дата видачі завдання «11» 03 2024 року.

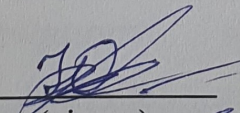
КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

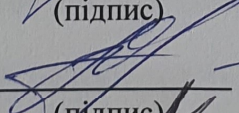
№ з/п	Назва та зміст етапу	Термін виконання		Примітка
		початок	закінчення	
1	Аналіз системи електропостачання підприємства	15.03.24	30.03.24	Вик.
2	Дослідження з актуальної для підприємства тематики	05.04.24	20.04.24	Вик.
3	Охорона праці	25.04.24	10.05.24	Вик.
4	Графічна частина	15.05.24	30.05.24	Вик.

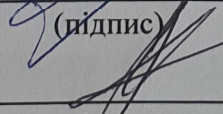
удент

рівник роботи

ормоконтроль


(підпис)


(підпис)


(підпис)

Юхимчук Р.М.

(прізвище та ініціали)

Шулле Ю.А.

(прізвище та ініціали)

Войтюк Ю. П.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Юхимчук Роман Миколайович. Розробка системи електропостачання товариства з обмеженою відповідальністю «Термопласт», селище міського типу Летичів. Бакалаврська дипломна робота. Спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка. Кафедра ЕСЕЕМ. Вінниця: ВНТУ, ФЕЕЕМ, 2024. 78 с.

В бакалаврській дипломній роботі розглянуто питання щодо розробки системи електропостачання ТОВ «Термопласт». Бакалаврська дипломна робота отримана на основі даних, отриманих під час проходження практики на підприємстві.

В роботі здійснено розрахунок електропостачання підприємства в цілому та одного з його цехів на основі сучасних методик визначення оптимальних параметрів системи електропостачання. Вибрано основне обладнання та проведено його перевірку.

В науково-дослідній частині роботи проведені розрахунки щодо підвищення енергоефективності на підприємстві через впровадження автоматичної системи комерційного обліку електроенергії.

Розглянуто питання охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

Ключові слова: система електропостачання, трансформаторна підстанція, АСКОЕ.

ABSTRACT

Yukhymchuk Roman Mykolayovych. Development of the power supply system of the limited liability company "Thermoplast", the village of Letychiv. Bachelor thesis. Specialty 141 – Power engineering, electrical engineering and electromechanics.. ESEEM Department. Vinnytsia: VNTU, FEEEM, 2024. 78 p.

In the bachelor's thesis, the issue of the development of the power supply system of Thermoplast LLC was considered. The bachelor's thesis was obtained on the basis of data obtained during the internship at the enterprise.

The calculation of the power supply of the enterprise as a whole and one of its workshops was carried out on the basis of modern methods of determining the optimal parameters of the power supply system. The main equipment was selected and checked.

In the scientific and research part of the work, calculations were made to increase energy efficiency at the enterprise through the introduction of an automatic system of commercial electricity accounting.

The issue of occupational health and safety in emergency situations was considered.

Keywords: power supply system, transformer substation.

Drawings – 15

Tables – 27

Bibliographies – 37

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
1 ХАРАКТЕРИСТИКА СПОЖИВАЧІВ ПІДПРИЄМСТВА.....	7
1.1 Характеристики технологічних процесів підприємства	7
1.2 Відомості про електричні навантаження підприємства.....	8
2 АНАЛІЗ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПІДПРИЄМСТВА	11
2.1 Розрахунок навантажень цехової мережі	11
2.2 Вибір схеми цехової мережі	15
2.3 Вибір комутаційно-захисної апаратури та провідників цехової мережі.....	15
2.4 Розрахунок струмів КЗ в мережах напругою до 1000 В	18
2.5 Розрахунок навантажень підприємства	22
2.6 Вибір оптимальної напруги живлення.....	24
2.7 Техніко-економічне порівняння класів напруги живлення.....	24
2.8 Вибір і розміщення цехових ТП.....	26
2.9 Техніко-економічне порівняння спорудженої СЕП	28
2.10 Побудова картограми електричних навантажень підприємства.....	30
2.11 Вибір схеми та основних елементів заводської мережі.....	33
2.12 Розрахунок струмів КЗ загальнозаводської мережі	35
3 ОПТИМІЗАЦІЯ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ НА ПІДПРИЄМСТВІ	37
3.1 Аналіз та характеристики автоматизованих систем комерційного обліку електроенергії	37
3.2 Розробка та впровадження автоматичної системи комерційного обліку електроенергії на підприємстві	39
3.3 Використання АСКОВЕ для оптимізації графіка споживання навантаження підприємством	44
4 ОХОРОНА ПРАЦІ	52
4.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкта	52
4.1.1 Технічні рішення з безпечної організації робочих місць.....	52
4.1.2 Електробезпека	55
4.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії	56

4.2.1 Мікроклімат.....	56
4.2.2 Склад повітря робочої зони	57
4.2.3 Виробниче освітлення	57
4.2.4 Виробничий шум	58
4.2.5 Виробнича вібрація.....	59
4.3 Пожежна безпека	60
ВИСНОВКИ.....	64
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	65
ДОДАТКИ.....	69
Додаток А – Вихідні дані.....	70
Додаток Б – Протокол перевірки навчальної (кваліфікаційної) роботи.....	72
Додаток В – План підприємства із силовими розподільчими, та живильними мережами.....	73
Додаток Г – Однолінійна схема електропостачання підприємства	74
Додаток Д – План електропостачання цеху.....	75
Додаток Є – Розрахунково-монтажна таблиця електропостачання цеху.....	76
Додаток Ж – Розробка та впровадження автоматичної системи комерційного обліку електроенергії на підприємстві	77
Додаток З – Значення параметрів режиму електроспоживання.....	78

ВСТУП

Актуальність теми. Надійність та ефективність системи електропостачання реалізується шляхом вибору сучасного високоекономічного електрообладнання для реалізації основних елементів СЕП, які зможуть задовольняти нормальним та аварійним режимам роботи. Використання систем введення резерву, автоматики та засобів релейного захисту дозволяє досягнути оптимального рівня надійності роботи СЕП. Тому практична реалізація даних задач являється актуальною темою не лише для СЕП окремої організації але і енергетичної системи в цілому.

Головним завданням і принципом дії системи контролю електроенергії є збір інформації по всіх споживачах електроенергії, що складається в цій системі, по напрузі, а також потужності. Потім система АСКОЕ обробляє отримані свідчення витрати і на їх основі дає результат у вигляді звіту. В обов'язковому порядку система виконує аналіз роботи і прогнозування дійсної ситуацій на майбутні періоди. Основним моментом є розрахунок фінансових параметрів і отримання вартості за витрачену електроенергію. Обсяг здійснених системою АСКОЕ визначень основних параметрів для споживаної потужності дає змогу покращити ефективність стану електроспоживання.

Мета та задачі дослідження. Основною метою роботи є розробка СЕП ТОВ «Термопласт». Здійснити розрахунки зовнішньої та внутрішньої електромережі, окремого цеху та підприємства в цілому, електричних навантажень, здійснити вибір електрообладнання та розрахувати місце встановлення трансформаторних підстанцій, здійснити вибір захисних апаратів та провести їх перевірку.

Основними задачами при проектуванні системи електропостачання являються задачі:

- оптимізації шляхом вибору напруги, визначення електричних навантажень, дотримуючись вимог щодо надійності системи електропостачання;
- задачі оптимального вибору кількості і потужності трансформаторів, засобів для компенсації реактивної потужності.

Об'єкт дослідження – система електропостачання ТОВ «Термопласт».

Предмет дослідження – процес підвищення якості електропостачання за рахунок використання автоматизації обліку електроенергії на підприємстві.

Методи досліджень. У роботі застосовуються загально прийняті методи розрахунку.

Наукова новизна. Запропоновано сучасні підходи для проектування системи електропостачання, що дозволяє оптимізувати процес споживання електричної енергії для підприємства ТОВ «Термопласт».

Практична цінність. Розроблені моделі можуть використовуватись в процесі реального проектування СЕП споживачів електроенергії.

1 ХАРАКТЕРИСТИКА СПОЖИВАЧІВ ПІДПРИЄМСТВА

1.1 Характеристики технологічних процесів підприємства

ТОВ «Термопласт» знаходиться за юридичною адресою: 31500, Хмельницька обл., смт. Летичів, вул. Савіцького, 103.

Види діяльності підприємства:

- виробництво тари з пластмас;
- виробництво готових текстильних виробів;
- виробництво господарсько-побутового виробів з паперу;
- виробництво труб та профілів з пластмаси;
- упаковки з паперу та полімерів;
- оптова торгівля.

На підприємстві присутні наступні технології виготовлення продукції:

- лиття під тиском;
- штампування;
- механічна обробка;
- зварювання, склейка.

Вибір методу для виготовлення продукції здійснюється в залежності від термопластичного або термореактивного типу матеріалу, його текучості, в'язкості, необхідності витримувати конфігурацію та розміри готових виробів.

Лиття під тиском. Даний метод полягає у використанні спеціально виготовлених закритих форм, що дозволяють одержувати порожнисті предмети вагою до кількох кілограмів зі стінками товщиною 1-20 мм. Розплавлені до стану плинності полімери заповнюють формуючі порожнини і там твердіють.

Формування у штампах. Вихідними матеріалами тут виступають листовий поліетилен, вінілпласт. При формуванні їх підігрівають до температури, що надає пластичність, створюють штампом необхідну конфігурацію і охолоджують для її закріплення. Так виходять шибки кабін, обтічники, козирки та інші вироби незамкнутого контуру.

Технологічний процес на виробництві несе низку небезпечних факторів пов'язаних як з обладнанням так із сировиною. Небезпека пожежі та вибуху є важливою загальною небезпекою даної галузі. Багато процесів полімерів/смола пов'язані з ризиком займання та вибуху через характер використовуваної первинної сировини. Тому проект надійної системи електропостачання для даного підприємства являється актуальною тематикою.

1.2 Відомості про електричні навантаження підприємства

На ТОВ «Термопласт» присутня велика кількість електроприймачів з тривалими робочими процесами. Також виробничий процес зв'язаний з нагрівом сировини та самого обладнання. Споживачів електроенергії ТОВ «Термопласт» потрібно віднести до II категорії надійності електропостачання [1], так як на підприємстві присутня велика кількість високовартісного обладнання яке має значні потужності вихід з ладу якого може призвести не тільки матеріальних збитків але тілесних ушкоджень працівників. В спроектованій СЕП потрібно врахувати що на території підприємства наявна велика кількість сировини та заготовок, які являється горючим матеріалом.

Генеральний план ТОВ «Термопласт» з позначеними на ньому об'єктами проектування представлено на рис.1.1. В табл. 1.1 наведені назви, величини електричних навантажень, та значення площі будівель підприємства.

Таблиця 1.1 – Електричні навантаження виробничих потужностей

№	Назва	P, кВт	Площа	X	Y
1	Адміністративна будівля	56	315	22	149
2	Зварювальний цех	157	693	46	149
3	Столярний цех	186	798	81	149
4	Ливарний цех №3	516	882	121	149
5	Котельня	64	216	68	165
6	Ангар	14,5	495	110	114
7	Головний виробничий корпус. Ливарний цех №1	575	1782	45	82
8	Ливарний цех №2	415	1053	31	46
9	Склад готової продукції	68	1053	58	46
10	Склад заготовок	62	810	45	19

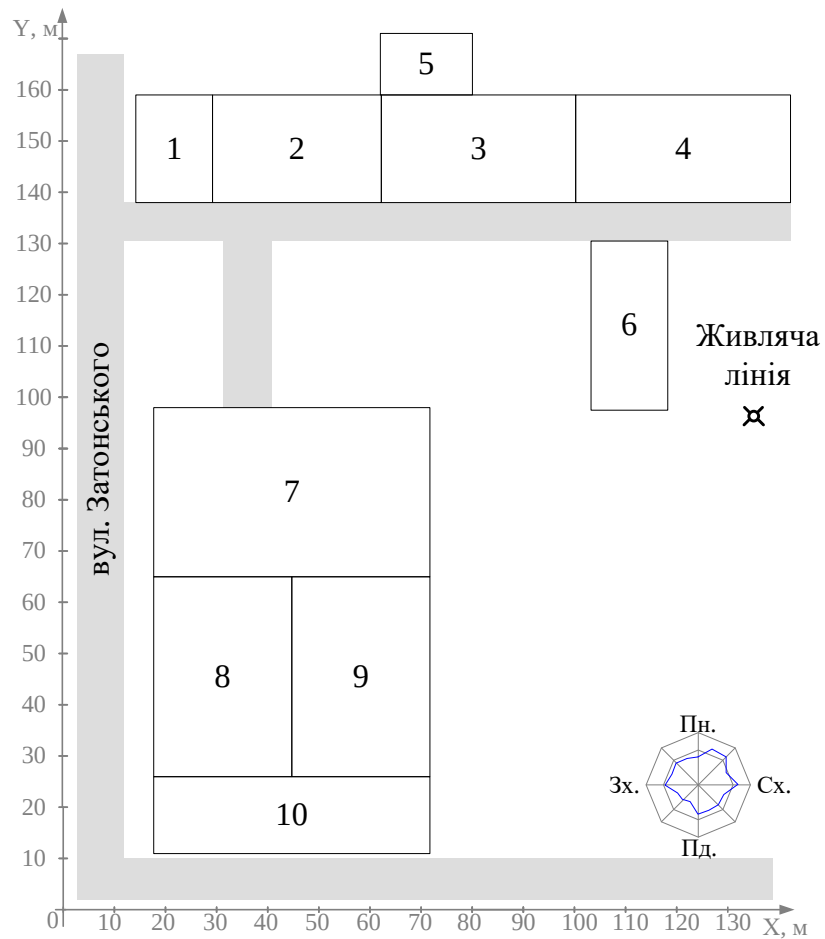


Рисунок 1.1 – Генплан ТОВ «Термопласт»

Значення навантажень споживачів ливарного цеху №3 (№4 на генплані) подано в табл. 1.2, план ливарного цеху зображено на рис. 1.2.

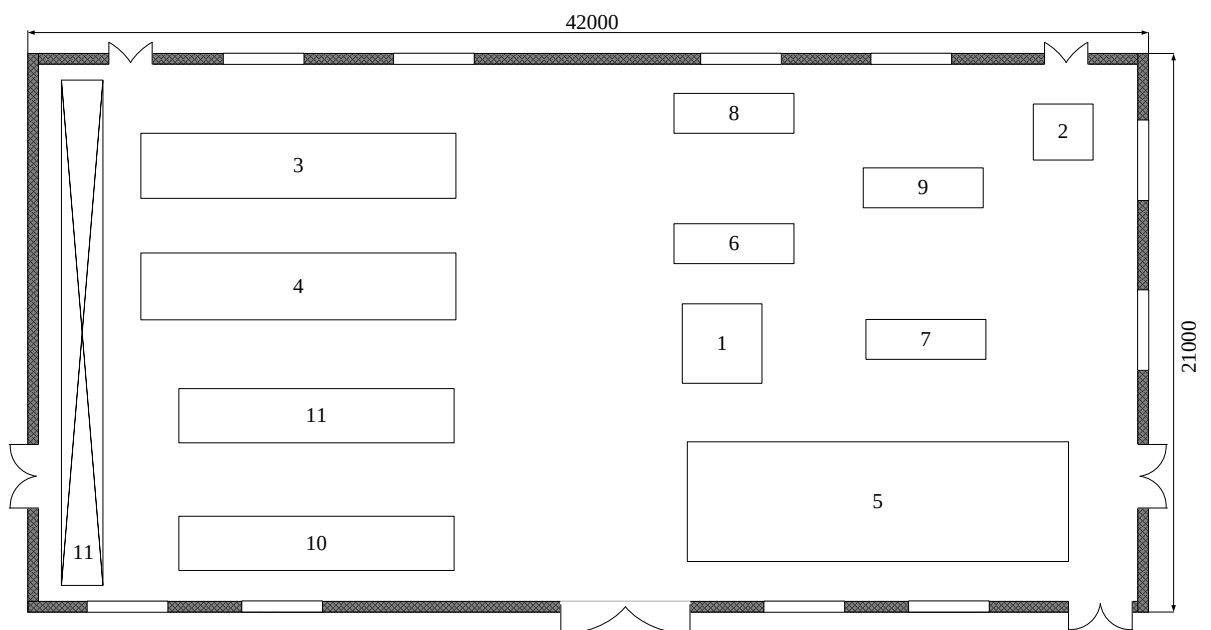


Рисунок 1.2 – План ливарного цеху №3 (№4 на генплані)

Таблиця 1.2 – Електричні навантаження ливарного цеху №3

№	Найменування ЕП	n	P _н , кВт	K _в	cosφ	tgφ
1	Подрібнювач малий	1	5	0,37	0,65	1,17
2	Подрібнювач великий	1	15	0,33	0,6	1,33
3,4	Термопластавтомат 1 м3	2	48	0,24	0,7	1,02
5	Термопластавтомат 2,5 м3	1	165	0,26	0,7	1,02
6,7	Термопластавтомат 125 см3	2	34	0,6	0,7	1,02
8,9	Термопластавтомат 125 см3	2	34	0,24	0,7	1,02
10,11	Термопластавтомат 0,5 м3	2	42	0,21	0,75	0,88
12	Кран-балка	1	15	0,17	0,6	1,33

Висновки.

В даному розділі бакалаврської роботи було проведено аналіз технологічних процесів на ТОВ «Термопласт». Наведено дані про електричні навантаження підприємства, на основі яких можна здійснити проектування СЕП. ТОВ «Термопласт» є сучасним виробничим підприємством, яке спеціалізується на виробництві товарів з пластику. Для підприємства актуальним є питання проектування системи електропостачання, яка зможе забезпечити надійну та економічну роботу підприємства зважаючи на специфіку технологічних процесів підприємства.

2 АНАЛІЗ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПІДПРИЄМСТВА

2.1 Розрахунок навантажень цехової мережі

Розрахунок електричних навантажень важливий етап при правильному виборі обладнання, електропроводки і джерел енергії, забезпечуючи стабільність і надійність електропостачання. Розрахунок електричних навантажень дозволяє розробляти оптимальні рішення з проектування та розвитку СЕП на підприємстві.

Схема мережі цеху повинна відповідати всім нормам та задовольняти вимоги усіх виробничих процесів тому розробка проекту схеми живлення навантажень цеху є важливим етапом введення в експлуатацію нових потужностей. Під час вибору оптимальної схеми слід враховувати такі фактори як [10]: розподілення і тривалість роботи ЕП з найбільшим навантаженням, потужність, забезпечення необхідного рівня надійності та економічності.

Розрахункові навантаження ЕП, які працюють на напрузі до 1000 В розраховуємо використовуючи табличну форму (форма Ф636-92 [6]), а всі результати даного розрахунку занесено до табл. 2.1.

Для живлення електроприймачів (ЕП) цеху буде використано головний розподільчий пункт (ГРП). ЕП-5 (Термопластавтомат 2,5 м3 Рн=165 кВт) під'єднується до ТП напряму. (рис. 2.1).

Значення розрахункових навантажень окремих груп ЕП:

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

де P_H - значення номінальної активної потужності обладнання, кВт;

$\operatorname{tg} \varphi_H$ - коефіцієнт РП.

Розрахункове навантаження РП:

$$P_p = K_p \cdot \sum_{i=1}^n k_{Bi} \cdot P_{Hi}; \quad (2.2)$$

$$Q_p = \begin{cases} 1,1 \cdot \sum_{i=1}^n k_{Bi} \cdot P_{Hi} \operatorname{tg} \varphi_{Ci}, & \text{при } n_e \leq 10, \\ \sum_{i=1}^n k_{Bi} \cdot P_{Hi} \operatorname{tg} \varphi_{Ci}, & \text{при } n_e > 10; \end{cases} \quad (2.3)$$

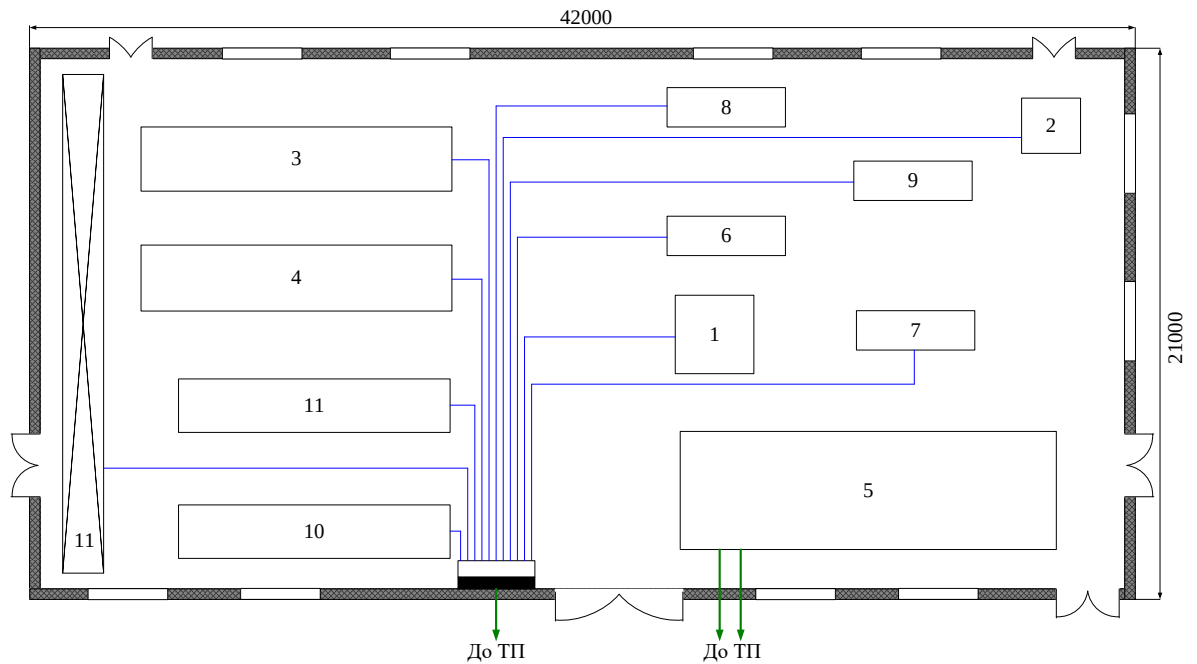


Рисунок 2.1 – План ливарного цеху №3 (№4 на генплані)

Розрахункові навантаження для ШРА визначаються за наступними формулами:

$$P_p = K_p \cdot \sum_{i=1}^n k_{Bi} \cdot P_{Hi} ; \quad (2.4)$$

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

де K_p - коефіцієнт розрахункового максимуму [6];

n_e - ефективне число ЕП приєднаних до РП цеху;

Середні потужності окремих споживачів:

$$PC = KB \cdot PH; \quad (2.6)$$

$$QC = PC \cdot \operatorname{tg} \phi, \quad (2.7)$$

Коефіцієнт використання та ефективне число групи споживачів приєднаних до РП:

$$K_B = \frac{\sum_{i=1}^n k_{Bi} \cdot P_{Hi}}{\sum_{i=1}^n P_{Hi}} ; \quad (2.8)$$

$$n_e = \frac{\left(\sum_{i=1}^n P_{Hi} \right)^2}{\sum_{i=1}^n P_{Hi}^2} ; \quad (2.9)$$

Розрахункова повна потужність групи ЕП приєднаних до одного РП:

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2} ; \quad (2.10)$$

Розрахунковий струм відповідно значенню повної потужності:

$$I_p = \frac{S_p}{\sqrt{3}U_H}. \quad (2.11)$$

Розрахунок навантаження для ГРП цеху:

$$K_{B,ГРП} = \frac{84,03}{351} = 0,239 ;$$

$$n_e = \frac{(1 \cdot 5 + 1 \cdot 15 + 2 \cdot 48 + 2 \cdot 34 + 2 \cdot 34 + 2 \cdot 42 + 1 \cdot 15)^2}{(1 \cdot 5)^2 + (1 \cdot 15)^2 + (2 \cdot 48)^2 + (2 \cdot 34)^2 + (2 \cdot 34)^2 + (2 \cdot 42)^2 + (1 \cdot 15)^2} = 9 \text{ (шт.)};$$

Із [6] знаходимо $K_{P,ГРП} = 1,295$, звідси:

$$P_{P,ГРП} = 1,295 \cdot 84,03 = 108,819 \text{ (кВт)};$$

$$Q_{P,ГРП} = 1,1 \cdot 85,91 = 94,503 \text{ (квар)};$$

$$S_{P,ГРП} = \sqrt{108,819^2 + 94,503^2} = 144,127 \text{ (кВА)};$$

$$I_{P,ГРП} = \frac{144,127 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380} = 219,0 \text{ (А)}.$$

Коефіцієнт використання та ефективне число групи споживачів для всього цеху:

$$K_{B,\Sigma} = \frac{183,03}{516} = 0,35 ;$$

$$n_{e\Sigma} = \frac{516^2}{40460} = 6 \text{ (шт.)};$$

Із [6] знаходимо $K_{P,\Sigma} = 1,195$, звідси:

$$P_{P\Sigma} = 1,195 \cdot 183,03 = 218,721 \text{ (кВт)};$$

$$Q_{P\Sigma} = 1,1 \cdot 186,9 = 205,582 \text{ (квар)};$$

$$S_{P\Sigma} = \sqrt{218,721^2 + 205,582^2} = 300,171 \text{ (кВА)};$$

Результат розрахунку цехової мережі представлено в табл. 2.1.

2.2 Вибір схеми цехової мережі

Оскільки радіальні схеми забезпечують високу надійність електропостачання, тому вибираємо радіальну схему цехової мережі, що було показано на рисунку 2.1.

В якості автоматичних вимикачів (АВ) для захисту ліній та обладнання будуть використані АВ від компанії ЕТІ серії ЕВ та ЕВ2 [7], у яких напівпровідниковий або тепловий і електромагнітний розчіплювач для відключення струмів КЗ.

Керуючись вимогами наведеними в ПУЕ [1] вибираємо наступні способи прокладання кабельних ліній (КЛ) для живлення ЕП цеху: від ТП до ГРП та усіх ЕП кабелем із алюмінієвими жилами марки АВВГнг [8], які будуть прокладені відкрито. Величина перерізів жил буде обрана відповідно допустимого струму кабельної лінії.

2.3 Вибір комутаційно-захисної апаратури та провідників цехової мережі

Вибір АВ повинен відбуватися з дотриманням наступних умов [10]:

$$I_{н.розч} \geq K_{відс} \cdot I_p; \quad (2.12)$$

$$I_{с.в} = K_n \cdot I_n. \quad (2.13)$$

$$I_{н.відк} \geq I_{К.мах}^{(3)}. \quad (2.14)$$

Для прикладу проводимо вибір і перевірку АВ для захисту лінії яка живить електроприймач ЕП-5.

$$I_p = \frac{P_n}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \varphi_n}; \quad (2.15)$$

$$I_p = \frac{165}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,75} = 358,1 \text{ (A)}.$$

Розрахунковий струм для ЕП-5 розподілений між двома кабельними лініями:

$$I_{п.кл} = \frac{358,1}{2} = 179,1 \text{ (A)}.$$

Пусковий струм приймаємо рівним:

$$I_{\Pi} = 3 \cdot I_p = 3 \cdot 358,1 = 1074,4 \text{ (A)}. \quad (2.16)$$

Вибираємо для захисту ЕП-5 автоматичний вимикач з напівпровідниковим розчіплювачем. Перевіряємо обраний АВ за номінальним струмом розчіплювача та за величиною струму спрацювання відсічки для ЕП-5:

$$I_{\text{н.розч}} = 400 \text{ (A)} \geq 1,1 \cdot 358,1 = 393,9 \text{ (A)};$$

$$I_{\text{с.відс}} = 4000 \text{ (A)} \geq 2,1 \cdot 1074,4 = 2256,2 \text{ (A)}.$$

За розрахованими значеннями струмів вибираємо автоматичний вимикач ЕВ2 400/3L 400А 3р серії економ з номінальним струмом вимикача 400 А, номінальним струмом розчіплювача 400 А та струмом спрацювання відсічки 4000 А.

Виберемо автоматичний вимикач для лінії від ТП до ГРП.

Згідно [10] пусковий струм групи ЕП приєднаних до РП визначаємо за формулою:

$$I_{\Pi} = I_p - K_B \cdot I_{\text{н.макс}} + I_{\text{п.макс}}; \quad (2.17)$$

де $I_{\text{н.макс}}$, $I_{\text{п.макс}}$ - номінальний і піковий струми найбільш потужних електроприймачів, а K_B - коефіцієнт використання найбільш потужного електроприймача.

$$I_{\Pi} = I_M - K_B \cdot I_{\text{н.макс}} + I_{\text{п.макс}} = 219,0 - 0,24 \cdot 104,2 + 312,6 = 506,5 \text{ (A)}.$$

Вибираємо для встановлення на лініях від ТП до ГРП автоматичні вимикачі. Вибираємо селективний автоматичний вимикач ЕВ2 250/3L 200А 3р з номінальним струмом $I_{\text{ном.в}} = 250 \text{ А}$ і номінальним струмом розчіплювача $I_{\text{н.розч}} = 200 \text{ А}$ та струмом спрацювання відсічки 2500 А.

$$I_{\text{н.розч}} = 250 \geq K_{\text{відс}} \cdot I_M = 1,1 \cdot 219,0 = 240,9 \text{ (A)},$$

$$I_{\text{с.в}} = 2500 \geq K_{\text{н}} \cdot I_{\Pi} = 2,1 \cdot 506,5 = 1165,1 \text{ (A)}.$$

Аналогічно проводимо вибір автоматичних вимикачів для усіх інших споживачів цеху. Результати даних розрахунків представлені в табл. 2.2.

Для мереж напругою до 1000 В переріз жил ліній живлення вибирають за величиною допустимого нагріву.

$$I_{\text{доп}} \geq \begin{cases} I_p & \text{— для невибухонебезпечних приміщень,} \\ 1,25 \cdot I_p & \text{— для вибухонебезпечних приміщень.} \end{cases} \quad (2.18)$$

Кабельну лінію від ТП до ГРП цеху доцільно виконати силовим кабелем з алюмінієвими СПЖ, з ізоляцією з ПВХ пластикату, зовнішня оболонка якого виконана з ПВХ пластикату зниженої горючості, так як сировиною в даному цеху служать легкозайmistі матеріали, марки АВВГзнг [7] прокладений у землі перерізом 3х120+1х70 з допустимим струмом $I_{\text{доп}} = 244 > I_p = 219,0$ А.

Від ТП до ЕП5 вибираємо кабелі АВВГ 2·(3х120+1х70). Допустимий тривалий струм складає $I_{\text{доп}} = 2 \cdot 244 = 488$ (А). Перевіряємо даний кабель за наступними умовами:

$$I_{\text{доп}} = 2 \cdot 244 = 488 \geq I_M = 358,1 \text{ (А);}$$

$$I_{\text{доп}} = 2 \cdot 244 = 488 \geq I_{\text{н.розчип}} = 400 \text{ (А).}$$

Також обрані лінії живлення доцільно перевірити на величину втрати напруги в лінії за рахунок активному та реактивному опору жил. Проводимо даний розрахунок для найдовших ліній, які мають найбільший опір, що причинить найбільшу втрату напруги, яким є ЕП-2:

$$\Delta U = \frac{P_p \cdot R_{\text{пит}} + Q_p \cdot X_{\text{пит}}}{U_n} \cdot l; \quad (2.19)$$

$$\Delta U_{\text{ТП-ГРП}} = \frac{108,82 \cdot 0,258 + 94,5 \cdot 0,0596}{380} \cdot 20 = 1,77 \text{ (В);}$$

$$\Delta U_{\text{ГРП-ЕП2}} = \frac{15 \cdot 2,4 + 15 \cdot 1,17 \cdot 0,084}{380} \cdot 45 = 4,43 \text{ (В);}$$

$$\Delta U_{\text{ТП-ЕП2}} = \Delta U_{\text{ТП-ГРП}} + \Delta U_{\text{ГРП-ЕП2}} = 1,77 + 2,43 = 4,2 \text{ (В);}$$

$$\Delta U_{\% \text{ТП-ЕП15}} = \frac{4,2}{380} \cdot 100\% = 1,1. \quad (2.20)$$

Така величина зниження напруги в лінії електропередачі відповідає нормам. Для інших ЕП розрахунок та вибір обладнання здійснюється таким же чином.

Результат для усіх ЕП цеху наведений в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – АВ та КЛ цехової мережі напругою до 1000 В

№	Найменування ЕП	І _р , А	І _п , А	Тип АВ	І _{ном} , А	І _{розч} , А	І _{св} , А	Тип ЛЖ	S, мм ²	спос. прок.	І _{доп} , А
1	Подрібноувач малий	11,7	58,4	ЕВ 100/3Л 16А 3р	16	16	160	АВВГ знг	3х4+1х2,5	відкрито	37
2	Подрібноувач великий	38,0	189,9	ЕВ 100/3Л 63А 3р	63	63	800	АВВГ знг	3х16+1х10	відкрито	77
3,4	Термопластавтомат 1 М ³	104,2	312,6	ЕВ2 250/3Л 125А 3р	125	125	1500	АВВГ знг	3х50+1х25	відкрито	143
6,7	Термопластавтомат 125 см ³	73,8	221,4	ЕВ 100/3Л 80А 3р	80	80	1000	АВВГ знг	3х25+1х16	відкрито	102
8,9	Термопластавтомат 125 см ³	73,8	221,4	ЕВ 100/3Л 80А 3р	80	80	1000	АВВГ знг	3х25+1х16	відкрито	102
10,11	Термопластавтомат 0,5 М ³	85,1	255,2	ЕВ2 250/3Л 125А 3р	125	125	1500	АВВГ знг	3х50+1х25	відкрито	143
12	Кран-балка	38,0	189,9	ЕВ 100/3Л 63А 3р	63	63	800	АВВГ знг	3х16+1х10	відкрито	77
	ГРП	219,0	506,5	ЕВ2 250/3Л 250А 3р	250	250	2500	АВВГ знг	3х120+1х70	в землі	244
5	Термопластавтомат 2,5 М ³	358,1	1074,4	ЕВ2 400/3Л 400А 3р	400	400	4000	АВВГ знг	2•(3х120+1х70)	в землі	488

В даній частині роботи було здійснено розрахунок навантаження ливарного цеху №3 (№4 на генплані). За отриманими результатами був здійснений вибір ліній живлення та захисних апаратів. Обрані АВ та КЛ необхідно перевірити на здатність протидіяти струму КЗ в аварійних ситуаціях.

2.4 Розрахунок струмів КЗ в мережах напругою до 1000 В

З метою виконання перевірки раніше обраних АВ та КЛ проводимо розрахунок струмів КЗ.

На рис. 2.3 зображено схему живлення ЕП-10 для якого буде здійснено розрахунок струмів КЗ.

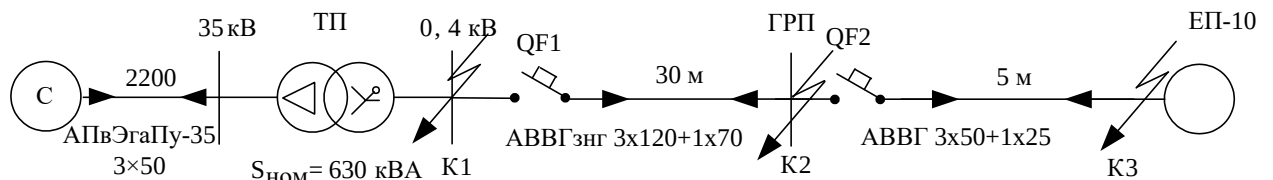


Рисунок 2.3 – Схема живлення ЕП-10

Знаходимо номінальний коефіцієнт трансформації:

$$t_r = \frac{U_{ВН}}{U_{НН}} = \frac{35}{0,4} = 87,5; \quad (2.21)$$

Розраховуємо опір системи за наступною формулою:

$$Z_c = \frac{c \cdot U_n}{\sqrt{3} \cdot I_K''} \cdot \frac{1}{t_r^2} = \frac{1,1 \cdot 35}{\sqrt{3} \cdot 10} \cdot \frac{1}{87,5^2} = 0,003 \text{ (Ом)}. \quad (2.22)$$

де С - коефіцієнт напруги, приймається рівним 1,1;

U_n – значення номінальної напруги;

I_K'' – початкова сила струму КЗ, яка рівна 10 кА.

Беручи до уваги те що живлення підприємства здійснюється на напрузі 37 кВ, тому активний та реактивний опір системи визначається за формулою:

$$X_c = 0,955 \cdot Z_c = 0,955 \cdot 0,003 = 0,0028 \text{ (мОм)}; \quad (2.23)$$

$$R_c = 0,1 \cdot X_c = 0,1 \cdot 0,003 = 0,0003 \text{ (мОм)}. \quad (2.24)$$

Опір трансформатора мережі підприємства визначається як:

$$Z_T = \frac{U_{K\%}}{100} \cdot \frac{U^2}{S_{ном.Т}} = \frac{6,5}{100} \cdot \frac{400^2}{630 \cdot 10^3} = 6,5 \text{ (мОм)}. \quad (2.25)$$

Опори ліній Л1 (С-ТП), Л2 (ТП-ГРП), Л3 (ГРП-ЕП-10):

$$R_{L1} = r_{шт} \cdot L_1 \cdot \frac{1}{t_r^2} = 0,641 \cdot 2200 \cdot \frac{1}{87,5^2} = 0,18 \text{ (мОм)}; \quad (2.26)$$

$$X_{L1} = x_{шт} \cdot L_1 \cdot \frac{1}{t_r^2} = 0,064 \cdot 2200 \cdot \frac{1}{87,5^2} = 0,018 \text{ (мОм)}; \quad (2.27)$$

$$Z_{Л2} = \sqrt{R_o^2 + X_o^2} \cdot L = \sqrt{0,32^2 + 0,063^2} \cdot 30 \cdot 10^{-3} = 9,78 \text{ (мОм)};$$

$$Z_{Л3} = \sqrt{R_o^2 + X_o^2} \cdot L = \sqrt{0,769^2 + 0,066^2} \cdot 5 \cdot 10^{-3} = 3,859 \text{ (мОм)}.$$

В табл.2.3 наведені дані про опори ліній та елементів СЕП за допомогою яких можна провести розрахунок величини струмів КЗ мережі підприємства.

Таблиця 2.3 - Дані про опори елементів СЕП підприємства

Ділянка кола	L, м	R0, мОм/м	X0, мОм/м	R, мОм	X, мОм	Z, мОм	Zф-0, мОм
ТМ 630/35/0,4	-	-	-	1,2	5,37	5,5	140
Л1	2200	0,641	0,064	0,18	0,018	0,181	1,13
Л2	30	0,32	0,063			9,78	1,05
Л3	5	0,769	0,066			3,859	2,22

Значення струму трифазного металевого КЗ знаходимо за наступною формулою:

$$I_{\text{к.макс}}^{(3)} = \frac{1,05 \cdot U_{\text{н}}}{\sqrt{3} \cdot Z_{\Sigma}}. \quad (2.28)$$

де Z_{Σ} - сумарний опір елементів мережі до точки виникнення КЗ.

- для точки К-3, безпосередньо на затискачах ЕП-10:

$$I_{\text{к.макс}}^{(3)} = \frac{1,1 \cdot 380}{\sqrt{3} \cdot (0,003 + 5,5 + 0,181 + 9,78 + 3,859)} = 12,49 \text{ (кА)}.$$

- для точки К-2, на кріпленнях ГРП:

$$I_{\text{к.макс}}^{(3)} = \frac{1,1 \cdot 380}{\sqrt{3} \cdot (0,003 + 5,5 + 0,181 + 9,78)} = 15,6 \text{ (кА)}.$$

- для точки К1, низькій стороні трансформатора:

$$I_{\text{к.макс}}^{(3)} = \frac{1,1 \cdot 380}{\sqrt{3} \cdot (0,003 + 5,5 + 0,181)} = 42,45 \text{ (кА)}.$$

Проводимо перевірку раніше обраних АВ на комутаційну здатність протидії струмам КЗ:

$$I_{\text{cu}} > I_{\text{к.макс}}^{(3)}. \quad (2.29)$$

QF1: EB2 250/3L 250A 3p з $I_{\text{cu}} = 63 \text{ (кА)}$.

$$I_{\text{cu}} = 63 \text{ (кА)} > I_{\text{к.макс}}^{(3)} = 42,45 \text{ (кА)}.$$

Для точки К-1 умова виконується, отже вибраний АВ обрано вірно.

QF2: EB 250/3L 125A 3p з $I_{\text{cu}} = 36 \text{ (кА)}$.

$$I_{\text{cu}} = 36 \text{ (кА)} > I_{\text{к.макс}}^{(3)} = 15,6 \text{ (кА)}.$$

Для точки К-2 умова виконується, отже вибраний АВ обрано вірно.

Здійснюємо перевірку на здатність селективності дії захисту.

Величина струму однофазного КЗ з урахуванням ПП для точки короткого замикання визначаємо за наступним співвідношенням:

$$I_{K2}^{(1)} = \frac{U_{\phi, \text{ном}}}{\frac{Z_{\Sigma}^{(1)}}{3} + Z_{\phi-n} \cdot l}; \quad (2.30)$$

де $Z_{\Sigma}^{(1)}$ – повний опір ТМ струмам однофазного КЗ, мОм;

$Z_{\phi-n}$ - опір петлі фаза-нуль;

l – довжина лінії живлення до точки виникнення КЗ.

Струм однофазного КЗ на кінці лінії ТП-ГРП буде рівний:

$$\begin{aligned} Z_T^{(1)} &= \sqrt{(2 \cdot R_T + R_{0T})^2 + (2 \cdot X_T + X_{0T})^2} = \\ &= \sqrt{(2 \cdot 1,2 + 1,2)^2 + (2 \cdot 5,37 + 5,37)^2} = 16,5 \text{ (мОм)}; \\ I_{K3}^{(1)} &= \frac{220}{\frac{16,5}{3} + 1,05 \cdot 30 + 2,22 \cdot 5} = 4,57 \text{ (кА)}. \end{aligned} \quad (2.32)$$

Величина струму при однофазному КЗ безпосередньо на затискачах ЕП-10:

$$\begin{aligned} Z_T^{(1)} &= \sqrt{(2 \cdot R_T + R_{0T})^2 + (2 \cdot X_T + X_{0T})^2} = \\ &= \sqrt{(2 \cdot 1,2 + 1,2)^2 + (2 \cdot 5,37 + 5,37)^2} = 16,5 \text{ (мОм)}; \\ I_{K3}^{(1)} &= \frac{220}{\frac{16,5}{3} + 1,05 \cdot 30 + 2,22 \cdot 5} = 4,57 \text{ (кА)}. \end{aligned} \quad (2.32)$$

Також необхідно здійснити перевірку на виконання наступної умови:

$$I_{H. \text{РОЗЧ}} \leq \frac{I_K^{(1)}}{3}; \quad (2.33)$$

Здійснюємо перевірку чутливості захисту лінії живлення від ТП до ГРП цеху:

$$I_{H. \text{РОЗЧ}} = 250 \text{ (А)} \leq \frac{I_{KR2}^{(1)}}{3} = \frac{5490}{3} = 1830 \text{ (А)}.$$

Перевіримо чутливість захисту лінії ГРП – ЕП-10:

$$I_{H.ROЗЧ} = 125 \text{ (A)} \leq \frac{I_{KR2}^{(1)}}{3} = \frac{4570}{3} = 1523 \text{ (A)}.$$

Умови перевірки АВ на чутливість захисту виконуються.

Селективність АВ необхідно перевірити за наступними умовами:

$$\begin{cases} I_{c.B1} > (1,3..1,5)I_{c.B2}; \\ t_{c.B1} = t_{c.B2} + \Delta t. \end{cases} \quad (2.34)$$

Перевірку на селективність виконуємо для АВ що захищають лінії ТП - ГРП(вимикач 1), ГРП - ЕП-10 (вимикач 2):

$$I_{c.B1} = 2500 \text{ (A)} > (1,3..1,5)1250 = 1625...1875 \text{ (A)}.$$

На рис. 2.4 зображена карта селективності дії захисту.

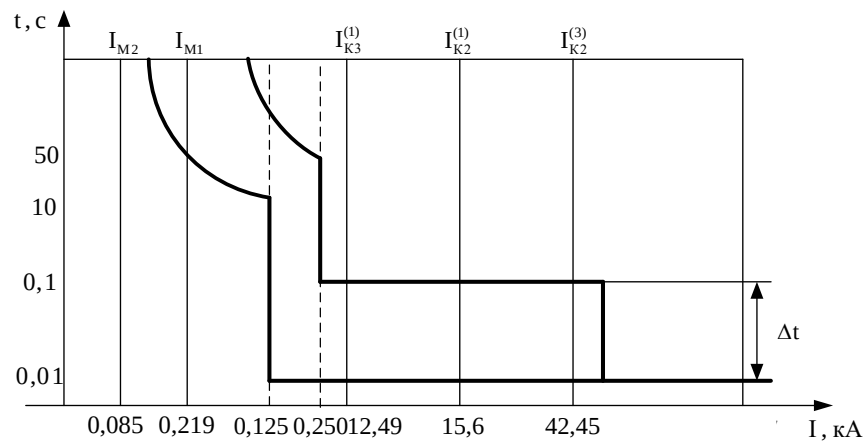


Рисунок 2.4 – Селективність захисту для ліній ТП – ГРП - ЕП-10

2.5 Розрахунок навантажень підприємства

Для окремого споживача розрахунок активної та реактивної потужності рівний [10]:

$$P_c = K_{\Pi} \cdot P_H; \quad Q_c = P_c \cdot \operatorname{tg} \varphi; \quad (2.35)$$

Потужність систем освітлення пропорційна площі приміщення та величині необхідного світлового потоку [5]:

$$P_O = P_{\text{ПІТ.О}} \cdot K_{\text{ПО}} \cdot K_{\text{ПРА}} \cdot F; \quad (2.36)$$

$$Q_O = P_O \cdot \operatorname{tg} \phi_O; \quad (2.37)$$

Розрахункові потужності:

$$P_p = P_c + P_o; \quad Q_p = Q_c + Q_o; \quad (2.38)$$

Розрахункові максимальні навантаження:

$$P_{p\Sigma} = K_o \left(\sum_{i=1}^N P_{pi} + P_{плi} + P_{p3} \right) + P_{o\Sigma}; \quad Q_{p\Sigma} = K_o \left(\sum_{i=1}^N Q_{pi} + Q_{плi} + Q_{p3} \right); \quad (2.39)$$

Сумарне навантаження підприємства:

$$S_{p\Sigma} = \sqrt{P_{p\Sigma}^2 + Q_{p\Sigma}^2}; \quad (2.40)$$

Для прикладу розраховуємо навантаження Адміністративної будівлі (№1 на генплані):

$$P_c = K_{\Pi} \cdot P_H = 0,55 \cdot 56 = 30,8 \text{ (кВт)};$$

$$Q_c = P_c \cdot \operatorname{tg} \varphi = 30,8 \cdot 0,48 = 14,92 \text{ (кВТ)};$$

$$P_o = 0,016 \cdot 0,9 \cdot 1,2 \cdot 315 = 5,44 \text{ (кВТ)};$$

$$P_p = 30,8 + 5,44 = 36,24 \text{ (кВТ)};$$

$$Q_p = 14,92 + 5,44 \cdot 0,43 = 17,26 \text{ (кВТ)};$$

$$S_p = \sqrt{36,24^2 + 17,26^2} = 40,14 \text{ (кВА)}.$$

Результат розрахунку навантажень підприємства наведено в табл.2.4.

Таблиця 2.4 – Розрахунки електричних навантажень підприємства

№	Назва цеху	Силове навантаження						Освітлювальне навантаження				Сумарне навантаження			
		P _н , кВт	K _п	cosφ	tgφ	P _с , кВт	Q _с , квар	F, м ²	Γ _{ПІТ.} О ВТ/	K _{ПО}	K _{ПРА}	P _о , кВт	P _р , кВт	Q _р , квар	S _р , кВА
1	Адміністративна будівля	56	0,55	0,9	0,48	30,8	14,92	315	0,016	0,9	1,2	5,44	36,24	17,26	40,14
2	Зварювальний цех	157	0,45	0,6	1,33	70,65	94,20	693	0,014	0,9	1,2	10,48	81,13	98,71	127,77
3	Столярний цех	186	0,5	0,7	1,02	93	94,88	798	0,014	0,85	1,2	11,40	104,40	99,78	144,41
4	Ливарний цех №3	516				218,7	205,6	882	0,014	0,9	1,2	13,34	232,06	211,32	313,85
5	Котельня	64	0,5	0,85	0,62	32	19,83	216	0,012	0,85	1,2	2,64	34,64	20,97	40,50
6	Ангар	14,5	0,3	0,9	0,48	4,35	2,11	495	0,014	0,8	1,2	6,65	11,00	4,97	12,07
7	Головний виробничий корпус. Ливарний цех №1	575	0,6	0,65	1,17	345	403,35	1782	0,014	0,9	1,2	26,94	371,94	414,94	557,24
8	Ливарний цех №2	415	0,6	0,65	1,17	249	291,11	1053	0,014	0,9	1,2	15,92	264,92	297,96	398,70
9	Склад готової продукції	68	0,45	0,9	0,48	30,6	14,82	1053	0,012	0,8	1,2	12,13	42,73	20,04	47,19
10	Склад заготовок	62	0,4	0,9	0,48	24,8	12,01	810	0,012	0,8	1,2	9,33	34,13	16,02	37,71
	Всього по підприємству	2113				1098,9	1152,8	8097				114,2	1158,2	1141,8	1626,4

2.6 Вибір оптимальної напруги живлення

Для знаходження величини оптимальної напруги живлення для параметрів СЕП, таких як необхідна величина навантаження та відстань до живильної підстанції, рекомендується використовувати наступну формулу [12]:

$$U_{\text{ек}} = 4,34 \sqrt{L + 16 \cdot P_p}; \quad (2.41)$$

Цю формулу можна використовувати у випадках коли параметри підприємства належать даним обмеженням, а саме довжина лінії живлення не більше $L \leq 250$ км, а необхідна потужність не більше $P_p \leq 60$ МВт [12].

Отже, визначаємо оптимальне значення класу напруги живлення для параметрів підприємства:

$$U_{\text{ек}} = 4,34 \sqrt{0,9 + 16 \cdot 1,158} = 19,13 \text{ (кВ)}.$$

Отже, розрахунок показав, що для зовнішньої лінії живлення підприємства потрібно провести техніко-економічного порівняння двох варіантів схеми для двох класів напруги, а саме 35 кВ від ПС системи довжиною лінії 2,2 км та 10 кВ від ПС системи довжиною лінії 0,9 км.

2.7 Техніко-економічне порівняння класів напруги живлення

Проводимо необхідні розрахунки для обох раніше обраних класів напруг [13].

Для подальшого розрахунку необхідно виконати попередній вибір перерізу ліній живлення на обох класів напруг. Вибір КЛ виконуємо за величиною допустимого струму, а для цього знаходимо значення розрахункового струму лінії живлення:

$$I_p = \frac{S_p / 2}{\sqrt{3} U_{\text{ном}}} \text{ (А)}; \quad (2.41)$$

$$I_{p35} = \frac{1626,46 / 2}{\sqrt{3} \cdot 35} = 13,41 \text{ (А)};$$

$$I_{p10} = \frac{1626,46 / 2}{\sqrt{3} \cdot 10} = 45,95 \text{ (А)}.$$

В якості КЛ 10 кВ обираємо АПвЭгаПу-10 3×35 [16], допустимий струм якого при прокладанні у землі 129 А згідно технічних характеристик .

В якості КЛ 35 кВ доцільно обрати АПвЭгаПу-35 3х50 допустимий струм при прокладанні у землі складає 140 А.

Для подальшого техніко-економічного порівняння визначаємо капіталовкладення в СЕП різних класів напруг (табл. 2.5).

Таблиця 2.5 - Розрахунок капітальних вкладень в два варіанти

Перелік елементів схем	Вартість	10 кВ		35 кВ	
		Кількість	Вартість	Кількість	Вартість
Лінії електропередавання, км	тис.грн. за 1 км КЛ	км	тис.грн.	км	тис.грн.
КЛ 10 кВ АПвЭгаПу 3×35	419,00	2·0,9=1,8	754,20		
КЛ 35 кВ АПвЭгаПу 3×50	592,20			2·2,2=4,4	2605,67
Підстанції	тис.грн. за одиницю ПС.	штук	тис.грн.	штук	тис.грн.
Спорудження ПС 35 кВ 2х630 кВ*А	1362,9			2	2725,8
Спорудження ПС 10 кВ 2х630 кВ*А	991,2	2	1982,4		
ВСЬОГО			2736,6		5331,47

Щоб визначити величину втрат активної енергії необхідно скористатися наступною формулою, яка враховує параметри лінії:

$$\Delta W_a = \Delta P_m \cdot \tau = 3I_m^2 R_e \cdot 10^{-3} \cdot \tau \text{ (кВт·год/рік);} \quad (2.42)$$

Величина втрат в лінях живлення відносно класу напруги визначатиметься як:

$$C_{\Delta W_{10}} = 2 \cdot 3 \cdot 46,95^2 \cdot 0,868 \cdot 0,9 \cdot 10^{-6} \cdot 2886,2 \cdot 6,649 = 121,18 \text{ (тис.грн./рік);}$$

$$C_{\Delta W_{35}} = 2 \cdot 3 \cdot 13,41^2 \cdot 0,641 \cdot 0,9 \cdot 10^{-6} \cdot 2886,2 \cdot 5,195 = 4,67 \text{ (тис.грн./рік).}$$

Визначаємо щорічні витрати, а результати зводимо у табл. 2.6.

Таблиця 2.6 - Щорічні витрати на технічне обслуговування, виконання ремонтних робіт, амортизаційні відрахування та вартість втрат

Перелік поточних витрат	Варіанти	
	10 кВ	35 кВ
Щорічні витрати на технічне обслуговування і ремонт, в тому числі:		
ПЛ – 35 кВ, 1,2% від К		31,27
ПЛ 10 кВ, 3,8% від К	18,10	
ПС 35 кВ, 2,4% від К		65,42
ПС 10 кВ, 4,3% від К	117,67	
Всього щорічні витрати на обслуговування, ВО тис.грн.	135,77	96,69
Амортизація, в тому числі:		
ПЛ – 35 кВ, 2% від К		52,11
ПЛ 10 кВ, 3% від К	15,08	
ПС 35 кВ, 3,6% від К		191,93

ПС 10 кВ, 3,6% від К	98,52	
Всього щорічні витрати на амортизацію, Ва тис.грн.	113,60	244,05
Тариф на ЕЕ, грн./кВт*год	6,649	5,195
Вартість втрат електроенергії в ЛЕП, ВДВ тис.грн.	121,18	4,67
ВСЬОГО щорічні витрати (В) тис.грн.	370,55	345,40

Зведені річні витрати доцільно визначати за допомогою формули:

$$З = E_n \cdot K + B; \quad (2.43)$$

де E_n – коефіцієнт ефективності капітальних вкладень в об'єкти СЕП ($E_n = 0,1$ [12]); K – капітальні вкладення в СЕП; B – щорічні витрати на експлуатацію СЕП.

Враховуючи різницю цін за I та II класом напруги [15] ($6,649 - 5,195 = 1,454$ грн./кВт·год.) різниця в оплаті за спожиту електроенергію буде рівною $1,454 \cdot 1158,25 \cdot 4500 = 7578,43$ тис.грн., а зведені річні витрати розраховуються як:

$$З_{10} = 0,1 \cdot 2736,6 + 370,55 + 7578,43 = 8222,64 \text{ (тис.грн.)};$$

$$З_{35} = 0,1 \cdot 5331,47 + 345,4 = 878,55 \text{ (тис.грн.)};$$

Термін окупності з врахуванням додаткових капіталовкладень:

$$T_{ок} = \frac{K_2 - K_1}{B_1 - B_2} = \frac{5331,47 - 2736,6}{(370,55 + 7578,43) - 345,4} = 0,84 \text{ (років)}. \quad (2.44)$$

Згідно розрахунків вигіднішим є варіант живлення підприємства на напрузі 35 кВ. Отже лінія живлення повинна бути виконана кабелем марки АПвЭгаПу-35 3х50 довжиною 2,2 км на напрузі 35 кВ.

2.8 Вибір і розміщення цехових ТП

Значення густини питомого навантаження на 1 м^2 площі цеху [10] беремо з табл. 2.4:

$$S_{пит} = \frac{S_{\Sigma}}{F_{\Sigma}}; \quad (2.45)$$

Кількості необхідних двотрансформаторних підстанцій які здатні забезпечити навантаження підприємства визначається за наступною формулою [10]:

$$N_{\text{ек}} \geq \frac{S_{\Sigma}}{2 \cdot S_{\text{ном.т.}} \cdot k_3}; \quad (2.46)$$

де $k_3 = 0,7 - 0,75$ – для споживачів I категорії [14];

$k_3 = 0,8 - 0,85$ – для споживачів II, III категорій [14];

Повна розрахункова потужність всіх цехів підприємства:

$$S_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n S_{\text{Pi}} = 1626,46 \text{ (кВА)}.$$

Сумарна площа всіх цехів підприємства:

$$F_{\Sigma} = \sum_{i=1}^n F_i = 8097 \text{ (м}^2\text{)}.$$

Значення питомої густини навантаження підприємства на 1 м^2 площі цехів:

$$S_{\text{пит}} = \frac{S_{\Sigma}}{F_{\Sigma}} = \frac{1626,46}{8097} = 0,19 \text{ (кВ} \cdot \text{А/м}^2\text{)}.$$

Даній густині відповідають двотрансформаторні підстанції з потужністю $S_{\text{ном.т.}} = 630$ та 1000 кВА. Розглянемо обидва варіанти та проведемо їх порівняння за техніко-економічними показниками:

1. При $S_{\text{ном.т.}} = 630$ кВА число ТП:

$$N_{\text{ек}} = \frac{S_{\Sigma}}{S_{\text{ек}} \cdot k_3} = \frac{1626,46}{2 \cdot 630 \cdot (0,8 \div 0,85)} = 1,52 \div 1,61 \text{ (шт.)};$$

2. При $S_{\text{ном.т.}} = 1000$ кВА число ТП:

$$N_{\text{ек}} = \frac{S_{\Sigma}}{S_{\text{ек}} \cdot k_3} = \frac{1626,46}{2 \cdot 1000 \cdot (0,8 \div 0,85)} = 0,96 \div 1,01 \text{ (шт.)}.$$

Отже, необхідно встановити дві двотрансформаторних підстанцій з потужностями трансформаторів 630 кВА, або одну з потужністю 1000 кВА [17].

Дані про розподілення навантаження підприємства між ТП та фактичний коефіцієнт завантаження наведені в табл. 2.7.

Таблиця 2.7 – Завантаження варіантів ТП

Варіант 1				Варіант 2			
Цех	S _м , кВА	630 кВА		Цех	S _м , кВА	1000 кВА	
		N, шт	k _з			N, шт	k _з
1-6, 7/2	951,86	2	0,76	1-10	1626,46	2	0,85
7/2, 8-10	756,13	2	0,6				

Здійснюємо розрахунок втрат в ТП для вибору кращого варіанту живлення підприємства.

2.9 Техніко-економічне порівняння спорудженої СЕП

Технічні параметри варіантів трансформаторів для порівняння подано в табл. 2.8 [10].

Таблиця 2.8 - Параметри трансформаторів

S _{н.тр} , кВА	U _{н.т} , кВ	ΔP _{хх} , кВт	ΔP _к , кВт	U _{к%}
630	35	1,2	9	6,5
1000	35	2	11,6	6,5

Однолінійна схема електропостачання ТОВ «Термопласт» є радіальною на напрузі 35 кВ. Виконуємо техніко-економічне порівняння двох варіантів спорудження підстанцій потужністю 630 кВА та 1000 кВА за допомогою методу зведених витрат.

На рисунку 2.5 представлено однолінійні схеми виконання СЕП підприємства для обох варіантів.

Для найкращого варіанта ТП є найменші приведені витрати, що визначаються за формулою:

$$B_{\text{пр}} = (E_n + E_a)K + m\Delta P + Z_{\text{пер}}; \quad (2.47)$$

де E_n – нормативний коефіцієнт відрахувань (0,1);

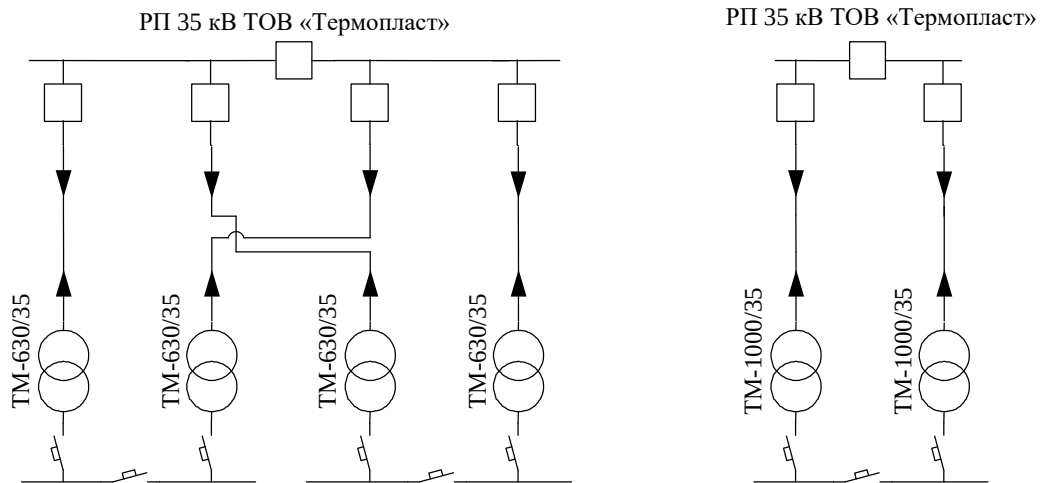


Рисунок 2.5 – Варіанти схем СЕС з ТП 630 та 1000 кВА

Втрати потужності в трансформаторах визначаються за формулою [5,7]:

$$\Delta P_{\text{тр}} = n \cdot \Delta P_{\text{xx}} + \frac{1}{n} \cdot \Delta P_{\text{кз}} \left(\frac{S_{\text{м}}}{S_{\text{ном.т.}}} \right)^2; \quad (2.48)$$

Вартість річних втрат потужності визначають за діючими тарифами:

$$m = t \cdot \tau; \quad (2.49)$$

де t – тариф за електроенергію, грн/кВт·год;

Приймаємо, що $t = 5,195$ грн/кВт·год, а $T_{\text{м}} = 4500$. Тоді питома вартість річних витрат активної потужності:

$$m = 6,649 \cdot \left(0,124 + \frac{4500}{10000} \right)^2 \cdot 8760 = 19190,4 \text{ (грн/рік)}.$$

Втрати потужності для трансформаторів 630 кВА:

$$\Delta P_{630} = 4 \cdot 1,2 + \frac{1}{4} \cdot 9 \cdot \left(\frac{1626,46}{630} \right)^2 = 19,796 \text{ (кВт)};$$

Втрати потужності для трансформаторів 1000 кВА:

$$\Delta P_{1000} = 2 \cdot 2,0 + \frac{1}{2} \cdot 11,6 \cdot \left(\frac{1626,46}{1000} \right)^2 = 19,343 \text{ (кВт)}.$$

Вартість спорудження двотрансформаторних ТП [10]:

$$K_{630} = 1362900 \text{ (грн);}$$

$$K_{1000} = 2140600 \text{ (грн).}$$

Приведені річні витрати складуть:

$$V_{\text{пр}630} = 2 \cdot (0,1 + 0,063) \cdot 1362900 + 19190,4 \cdot 19,796 = 824198,55 \text{ (грн);}$$

$$V_{\text{пр}1000} = 1 \cdot (0,1 + 0,063) \cdot 2140600 + 19190,4 \cdot 19,343 = 720117,7 \text{ (грн).}$$

Отже остаточно приймаємо проектне рішення про спорудження СЕП на основі двох двотрансформаторних підстанцій потужністю 630 кВА так як даний варіант дає змогу подальшого збільшення виробничих потужностей підприємства без додаткових витрат на розширення СЕП. Також даний варіант дає змогу досягти менших втрат в лініях 0,4 кВ за рахунок їх меншої протяжності.

2.10 Побудова картограми електричних навантажень підприємства

Розподіл навантаження між ТП представлені в табл. 2.9.

Таблиця 2.9 - Номінальні параметри трансформаторів

№ ТП	№	Назва цеху	Рр,	Qр,	Sp,	Ст,	N, шт.	Кз, в.о.
ТП1	1	Адміністративна будівля	36,24	17,26	40,14	630	2	0,76
	2	Зварювальний цех	81,13	98,71	127,77			
	3	Столярний цех	104,40	99,78	144,41			
	4	Ливарний цех №3	232,06	211,32	313,85			
	5	Котельня	34,64	20,97	40,50			
	6	Ангар	11,00	4,97	12,07			
	7	Головний виробничий корпус. Ливарний цех №1 (половина навантаження)	185,97	207,47	278,62			
		Всього по ТП1	685,44	660,46	951,86			
ТП2	7	Головний виробничий корпус. Ливарний цех №1 (половина навантаження)	185,97	207,47	278,62	630	2	0,60
	8	Ливарний цех №2	264,92	297,96	398,70			
	9	Склад готової продукції	42,73	20,04	47,19			
	10	Склад заготовок	34,13	16,02	37,71			
		Всього по ТП2	527,76	541,49	756,13			

Місце установки цехових ТП визначається за формулами:

$$X_{\text{ТП}} = \frac{\sum_{i=1}^N P_{\text{Mi}} \cdot X_i}{\sum_{i=1}^N P_{\text{Mi}}}, \quad Y_{\text{ТП}} = \frac{\sum_{i=1}^N P_{\text{Mi}} \cdot Y_i}{\sum_{i=1}^N P_{\text{Mi}}}; \quad (2.50)$$

Дані для даного розрахунку беремо з табл. 2.10

Таблиця 2.10 – Координати розміщення ЕП

№	Цех	ТП	Рр, кВт	X, м	Y, м	Рр*Х, кВт*м	Рр*Y, кВт*м
1	Адміністративна будівля	1	36,24	22	149	797,35	5400,24
2	Зварювальний цех	1	81,13	46	149	3731,90	12088,10
3	Столярний цех	1	104,40	81	149	8456,03	15554,92
2	Ливарний цех №3	1	232,06	121	149	28078,86	34576,45
5	Котельня	1	34,64	68	165	2355,78	5716,23
6	Ангар	1	11,00	110	114	1210,31	1254,32
7	Головний виробничий корпус. Ливарний цех №1	1 2	185,97 185,97	45	82	8368,74	15249,70
8	Ливарний цех №2	2	264,92	31	46	8212,56	12186,38
9	Склад готової продукції	2	42,73	58	46	2478,37	1965,61
10	Склад заготовок	2	34,13	45	19	1535,90	648,49
			ΣРр, кВт	ΣРр*Х/ΣРр	ΣРр*Y/ΣРр	ΣРр*Х, кВт*м	ΣРр*Y, кВт*м
	Сумарно по ТП1		685,44	77,32	131,07	52998,96	89839,95
	Сумарно по ТП2		527,76	39,02	56,94	20595,58	30050,18
	Координати ЦЕН		1027,23	63,50	101,87	65225,80	104640,43

ТП вибираємо оптимальні координати розміщення ТП на території підприємства, що показано в табл. 2.11.

Таблиця 2.11 – Координати розміщення ТП та ЦРП

	Розраховані		Оптимальні на генплані	
	X, м	Y, м	X, м	Y, м
ТП-1	77,32	131,07	97	118
ТП-2	39,02	56,94	48	53
ЦРП	63,50	101,87	108	95

Будуємо картограму навантажень і визначимо ЦЕН підприємства.

$$r_i = \sqrt{\frac{P_{Pi}}{\pi \cdot m_p}}; \quad (2.50)$$

Сектор освітлювального навантаження цеху буде розраховуватися як:

$$\alpha_i = \frac{360 \cdot P_{Oi}}{P_{Pi}}; \quad (2.51)$$

Результати розрахунків зводимо до табл. 2.12.

Таблиця 2.12 – Дані для побудови картограми навантажень

№	Цех	X, м	Y, м	P _p , кВт	P _o , кВт	r, м	α°	d, м
1	Адміністративна будівля	22	149	36,24	5,44	4,80	54,1	9,61
2	Зварювальний цех	46	149	81,13	10,48	7,19	46,5	14,38
3	Столярний цех	81	149	104,40	11,40	8,15	39,3	16,31
4	Ливарний цех №3	121	149	232,06	13,34	12,16	20,7	24,32
5	Котельня	68	165	34,64	2,64	4,70	27,5	9,39
6	Ангар	110	114	11,00	6,65	2,65	217,7	5,29
7	Головний виробничий корпус. Ливарний цех №1	45	82	371,94	26,94	15,39	26,1	30,78
8	Ливарний цех №2	31	46	264,92	15,92	12,99	21,6	25,98
9	Склад готової продукції	58	46	42,73	12,13	5,22	102,2	10,43
10	Склад заготовок	45	19	34,13	9,33	4,66	98,4	9,33

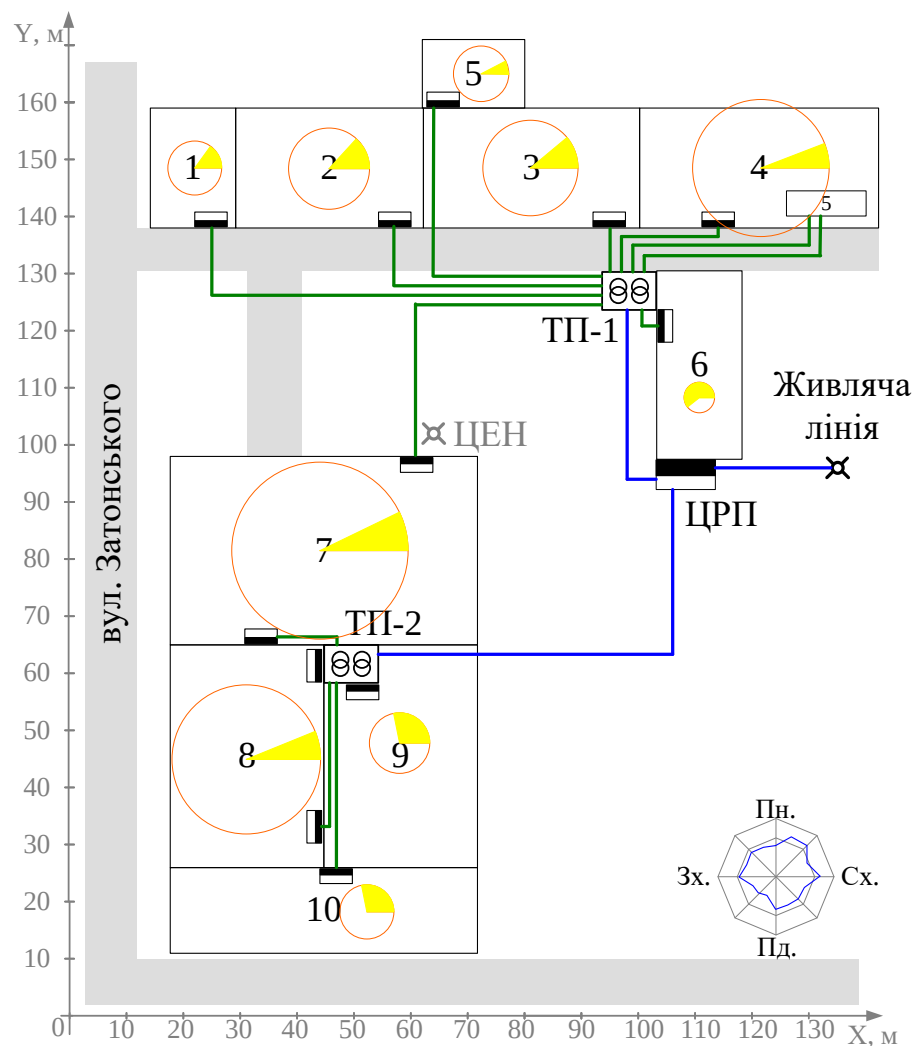


Рисунок 2.6 – Генеральний план підприємства з СЕП

2.11 Вибір схеми та основних елементів заводської мережі

Згідно з нормами наведеними в ПУЕ [1], електрообладнання необхідно підбирати за типом та величиною струму і напруги та проводити перевірки на термічну і динамічну стійкість при аварійних режимах роботи.

Високовольтний силовий вимикач вибирається відповідно до номінальної напруги і струму з урахуванням можливості протидії величинам струму короткого замикання:

$$U_{\text{ном.в}} \geq U_{\text{ном.мережі}}; \quad (2.52)$$

$$I_{\text{ном.в}} \geq I_{\text{max}}; \quad (2.53)$$

Визначимо I_{max} для нормального режиму для ЦРП:

$$I_p = \frac{S_p}{k \cdot \sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}}} = \frac{1626,46}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 35} = 13,4 \text{ (A)};$$

$$I_{\text{ра}} = \frac{S_p \cdot k_{\text{н.па}}}{k \cdot \sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}}} = \frac{1626,46}{\sqrt{3} \cdot 35} = 26,8 \text{ (A)};$$

$$I_{\text{max}} = \frac{1,3 \cdot S_{\text{н.т}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}}} = \frac{1,3 \cdot 630}{\sqrt{3} \cdot 35} = 13,5 \text{ (A)}.$$

Для встановлення на стороні 35 кВ вибираємо вакуумні вимикачі ВВ-ЕЛ-35 [18]. Номінальний струм даних вимикачів $I_{\text{ном.в}} = 125 \text{ A} > I_{\text{м.ав}} = 26,8$. Час відключення вимикача складає 0,075 с.

Для живлення заводу вибираємо броньовані кабелі з ізоляцією із зшитого поліетилену в ПВХ оболонці типу АПвЭгаПу-35 3х50 [16] прокладені в траншеї.

Перевірка допустимого нагрівання з урахуванням умов прокладки [12]:

$$I_p \leq k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6 \cdot I_{\text{доп}}; \quad (2.54)$$

де $k_1 - k_6$ - коефіцієнти, що характеризують умови прокладання кабелю [12];

$$26,8 \text{ (A)} \leq 1,0 \cdot 0,98 \cdot 0,89 \cdot 0,69 \cdot 1,0 \cdot 0,98 \cdot 140 = 82,5 \text{ (A69)}.$$

2.12 Розрахунок струмів КЗ загальнозаводської мережі

З метою перевірки раніше обраних силових вимикачів та ліній живлення необхідно здійснити розрахунок струмів КЗ [9]. Розрахункова схема представлена на рис. 2.8.

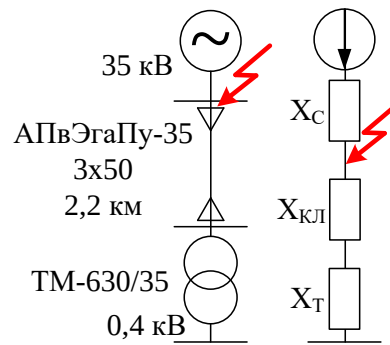


Рисунок 2.8 – Розрахункова та заступна схеми

Усі потрібні формули та результати розрахунку приведені в табл. 2.14.

Таблиця 2.14 – Формули для розрахунку струмів КЗ на початку лінії

Назва параметра	Формула	Розрахунок
Опір системи, Ом	$X_c = \frac{U_{с.н.}}{\sqrt{3} \cdot I_K}$	$X_c = \frac{37 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 6329} = 3,375$
Опір лінії живлення, Ом	$X_n = X_0 I \left(\frac{U_{с.н.}}{U_{с.н.л.}} \right)^2$	$X_n = 0,641 \cdot 2,2 \cdot \left(\frac{37}{35} \right)^2 = 1,576$
Сумарний опір від системи до точки К, Ом	$X_\Sigma = X_c$	$X_\Sigma = 0,3,375$
Періодична складова струму трифазного КЗ в початковий момент часу, кА	$I_{п0} = \frac{U_{с.н.}}{\sqrt{3} \cdot X_\Sigma}$	$I_{п0} = \frac{37}{\sqrt{3} \cdot 3,375} = 6,329$
Постійна часу затухання аперіодичної складової струму, с	$T_{ac} = \frac{X_\Sigma}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot R_\Sigma}$	$T_{ac} = \frac{5}{2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 0,5} = 0,032$
Час вимкнення КЗ, с	$t_{вим} = t_{рз. min} + t_{в.в.}$	$t_{вим} = 0,5 + 0,1 = 0,6$
Аперіодична складова струму КЗ	$i_{ат.К} = \sqrt{2} \cdot I_{ПО} \cdot e^{-\frac{t_{вим}}{T_{ac}}}$	$i_{ат} = \sqrt{2} \cdot 6,329 e^{-\frac{0,065}{0,03}} = 1,025$
Ударний струм КЗ, кА	$i_{уд} = \sqrt{2} \cdot I_{ПО} \cdot \left(1 + e^{-\frac{t_{вим}}{T_{ac}}} \right)$	$i_{уд} = \sqrt{2} \cdot 6,329 \cdot \left(1 + e^{-\frac{0,01}{0,03}} \right) = 15,364$
Тепловий імпульс, $кА^2 \cdot с$	$B_k = I_{ПО}^2 \cdot (t_{вид} + T_{ac})$	$B_k = 6,329^2 (0,6 + 0,03) = 25,235 (кА^2 \cdot с).$

Здійснюємо перевірки згідно [9] раніше обраних вимикачі типу ВВ-ЕЛ-35 на необхідні параметри роботи, а результати даної перевірки в табл. 2.15.

Таблиця 2.15 – Формули для перевірки обраного типу вимикачів

Умова вибору	Номінальні параметри	Розрахункові параметри
$I_{\text{ном.від}} = I_{\text{Пт}}$	$I_{\text{ном.від}} = 10 \text{ кА}$	$I_{\text{Пт}} = I_{\text{ПтС}} = 6,329 \text{ кА}$
$\sqrt{2} \cdot I_{\text{ном.від}} \cdot \left(1 + \frac{\beta_{\text{Н}}}{100}\right) \geq \sqrt{2} \cdot I_{\text{Пт}} + i_{\text{ат}}$	$\sqrt{2} \cdot 10 \cdot \left(1 + \frac{21}{100}\right) = 17,11 \text{ кА}$	$\sqrt{2} \cdot 6,329 + 1,025 = 9,976$
$i_{\text{дин}} \geq i_{\text{уд}}$	$i_{\text{дин}} = 25 \text{ кА}$	$i_{\text{уд.С}} = 15,36 \text{ кА}$
$I_{\text{дин}} \geq I_{\text{ПО}}$	$I_{\text{дин}} = 10 \text{ кА}$	$I_{\text{ПО}} = 6,329 \text{ кА}$
$I_{\text{Т}}^2 \cdot t_{\text{Т}} \geq B_{\text{к}}$	$I_{\text{Т}}^2 \cdot t_{\text{Т}} = 10^2 \cdot 4 = 400 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$	$B_{\text{к}} = 25,23 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$

Отже, необхідні умови перевірки силових вимикачів виконуються.

Переріз жил кабелів за термічною стійкістю до дії струмів КЗ [10]:

$$s \geq s_{\min} = \frac{I_{\text{к}} \sqrt{t_{\text{вим}}}}{C_{\text{т}}}; \quad (2.55)$$

$$s = 50 \text{ (мм}^2\text{)} \geq s_{\min} = \frac{6,329 \sqrt{0,6}}{94} = 48,3 \text{ (мм}^2\text{)}.$$

Отже, обрані КЛ задовольняють умовам перевірки на допустимий переріз.

Висновки. В даному розділі бакалаврської роботи було проведено аналіз системи електропостачання ТОВ «Термопласт». Для цього було виконано наступні задачі:

- розраховано систему електропостачання ливарного цеху №3 (№4 на генплані) та підприємства в цілому;
- обрано оптимальну вхідну напругу живлення підприємства з урахуванням розташування підприємства та економічних показників;
- на основі порівняння 2-х варіантів було обрано потужність і проектне розташування підстанції відповідно до критеріїв ефективності;
- обрані перерізи і тип ліній живлення;
- проведено аналіз захисних апаратів електрообладнання;
- розрахована вартість інвестицій в проект розробленої СЕП.

3 ОПТИМІЗАЦІЯ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ НА ПІДПРИЄМСТВІ

3.1 Аналіз та характеристики автоматизованих систем комерційного обліку електроенергії

Метою здійснення обліку споживаної електричної енергії є процес отримання, оповіщення та зберігання інформації для цілей державної, відомчої та корпоративної звітності, який спрямований на виконання вимог менеджменту компанії. Звітність технічної статистики має велике значення для планування режимів роботи електричних установок, розрахунку техніко-економічних показників споживаної електричної енергії, економічного аналізу інновацій, фінансового аналізу роботи споживача електроенергії [3].

Автоматизована система контролю та обліку електроенергії (АСКОЕ) – багаторівнева, ієрархічна, автоматизована система, що забезпечує вимірювання кількості електричної енергії (ЕЕ) та величин її параметрів (струму, напруги, потужності та ін.), автоматизований збір та передачу результатів вимірювань по комунікаційних каналах на верхній рівень, з подальшим її зберіганням та використанням [19].

Найбільш загальна ієрархія АСКОВ складається з трьох рівнів (рис. 3.1)

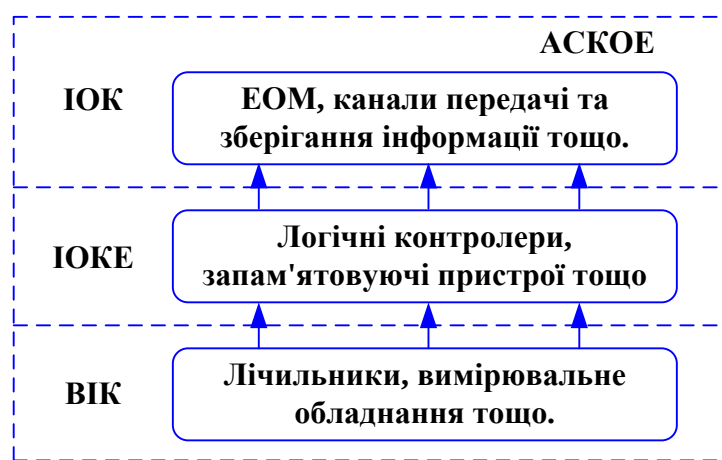


Рисунок 3.1 - Структурна схема АСКОВ

АСКОЕ забезпечує збір і передачу інформації про споживання суміжних суб'єктів електромережі. Дана система додатково дозволяє проводити контроль

параметрів якості електроенергії, зчитувальних з електронних лічильників, встановлених в точках обліку [20].

- вимірювально-інформаційний комплекс точки обліку (ВІК) функціонально являє собою об'єднану сукупність програмно-технічних засобів обліку ЕЕ по даній точці приєднання та виміру, в якій формуються і послідовно перетворюються сигнали, що містять дані про виміряні параметри.

Комплекс складається з наступних компонентів: лічильники ЕЕ з телеметричним або цифровим вихідним інтерфейсом, вимірювальні трансформатори напруги і струму, вторинні вимірювальні ланцюги, від трансформаторів напруги та до лічильників;

- інформаційно-обчислювальний комплекс електроустановки (ІОКЕ) - являє собою сукупність функціонально об'єднаних програмних і технічних засобів, призначених для рішень завдань збору, зберігання та обробки результатів вимірювань, засобів вимірювань в межах однієї електроустановки, а також забезпечення можливості доступу до цієї інформації. Комплекс складається з наступних компонентів: пристрою збору і передачі даних (ПЗПД), канали передачі даних, система забезпечення єдиного часу (СЗЄЧ) [19];

- інформаційно-обчислювальний комплекс (ІОК) - сукупність функціонально об'єднаних програмних, інформаційних і технічних засобів, яка призначена для збору, обробки з зберігання результатів вимірювань, що надходять від ВІК і ІОКЕ, а також забезпечення можливості доступу до цієї інформації.

Завдяки функціонально об'єднаним комплексам, АСКОЕ здатна виконувати такі функції, як вимірювання електричної енергії та потужності, збір інформації, зберігання інформації, відображення інформації, контроль параметрів системи, самодіагностика.

Системи АСКОЕ доцільно застосовувати у всіх секторах електроенергетичного комплексу: на підприємствах, комунальних споживачах електричної енергії, та самх електропостачальних мережах та компаній.

На рис. 3.2 представлена реалізація АСКОЕ на ТОВ «Термопласт».

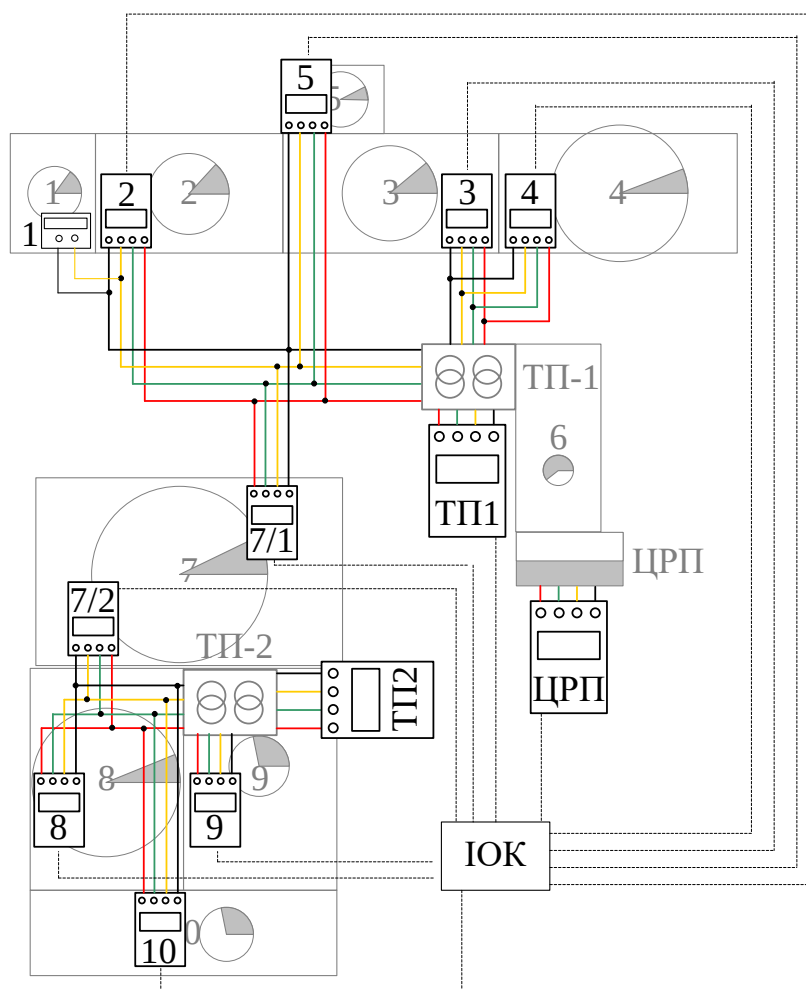


Рисунок 3.2 - Реалізація АСКОЕ на ТОВ «Термопласт»

Впровадження АСКОЕ в СЕП ТОВ «Термопласт», повинно дозволити отримувати своєчасну, повну та достовірну інформацію, про обсяги споживаної та відпущеної електроенергії в технологічному процесі функціонування єдиної національної енергетичної системи, яка необхідна для комерційних розрахунків.

3.2 Розробка та впровадження автоматичної системи комерційного обліку електроенергії на підприємстві

Економічна ефективність від впровадження АСКОЕ для промислових підприємств забезпечується завдяки таким факторам:

- підвищення точності обліку електроенергії за рахунок зменшення помилок при ручному зніманні даних, за проведення ревізії старих приладів обліку і заміні їх на більш сучасні та точні;

- значне зниження втрат та кражі електроенергії, за рахунок контролю балансів по об'єктах підприємства;
- контроль заявленої потужності підприємств і виставлення рахунків за фактично спожиту потужність;
- зменшення витрат на обробку інформації економічним підрозділом, завдяки отриманню оперативної та достовірної інформації про споживання енергії в електронному вигляді;
- вирівнювання навантаження за рахунок переходу споживачів на зонний тариф і переведення частини потужності в нічний період.

Головне значення для успішної реалізації систем АСКОЕ, а також її подальшої ефективної роботи протягом тривалого періоду має рівень задіяного обладнання.

Задіяне в складі систем АСКОЕ обладнання використовується для вирішення широкого комплексу завдань вимірювання, збору, накопичення, обробки і передачі даних. Тому для створення таких систем застосовуються різні види приладів і обладнання. Основними є такі різновиди:

- *електронні лічильники* - інтелектуальні багатофункціональні прилади обліку, що забезпечують автоматичне вимірювання споживаних енергоресурсів і параметрів енергомережі, передачу даних на наступний рівень системи;
- *концентратори* - пристрої збору та передачі даних, що забезпечують збір даних з включених в систему приладів обліку, їх обробку і передачу на більш високий рівень;
- *модеми* - мережеві пристрої для забезпечення передачі інформаційних потоків між елементами системи;
- *контролери* - пристрої для віддаленого збору даних, управління і контролю промислових енергомереж різного рівня складності;
- *пристрої синхронізації часу* - обладнання для забезпечення синхронізації з єдиним часом UTC всіх вимірювальних і обчислювальних компонентів системи, що мають вбудовані програмні годинник;

Програмне забезпечення використовується для розрахунку і передачі на сервер бази даних, де проводиться остаточна обробка даних. Системний адміністратор може переглядати інформацію на дисплеї. При цьому він не тільки контролює споживану електроенергію, але і має можливість швидко відключити електроенергію конкретному споживачеві. Можна провести візуальний огляд, який дозволяє провести аналіз. Підготувати і роздрукувати бухгалтерські документи. Включаючи витрати на оплату рахунку за електроенергію [20].

На рис. 3.3 представлення схема реалізації системи АСКОЕ при підєднанні обладнання до ТР та РП цехів на ТОВ «Термопласт».

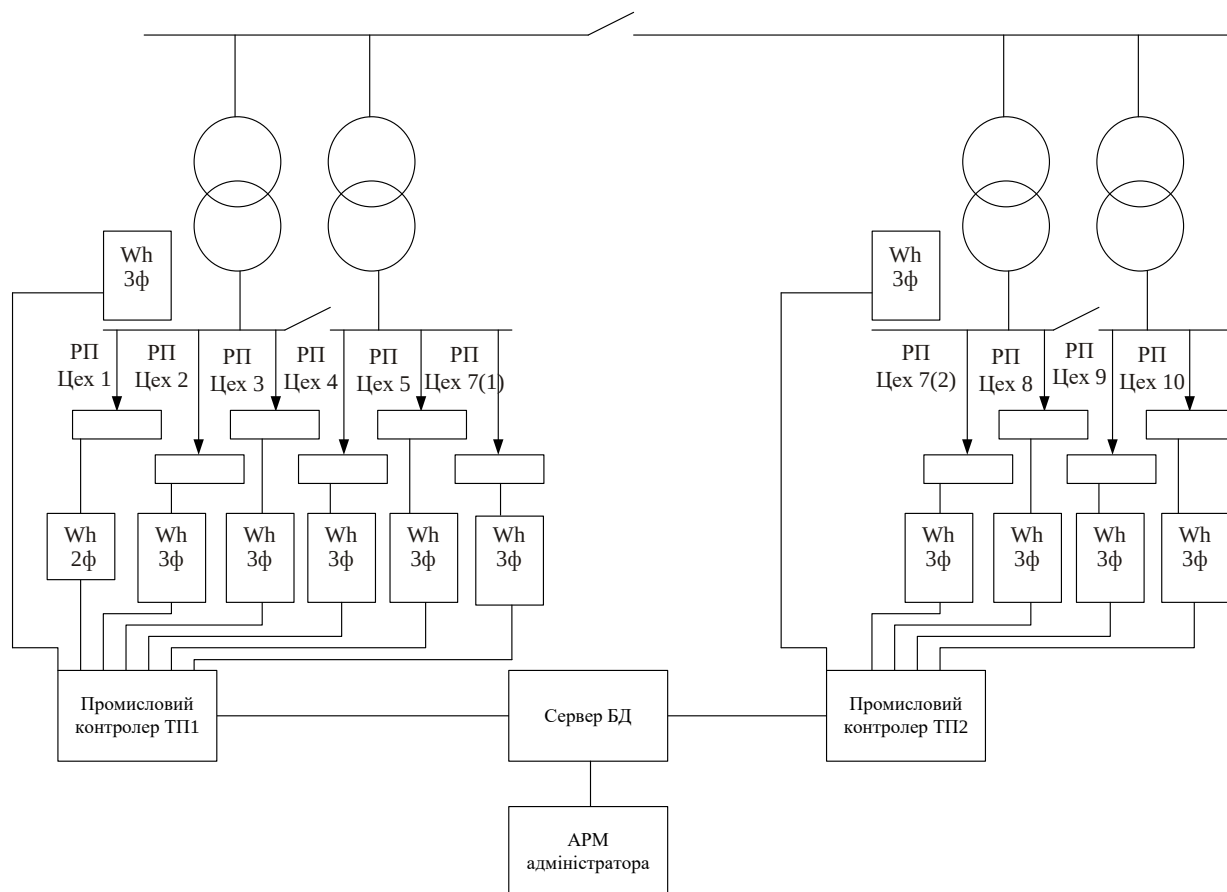


Рисунок 3.3 - Схема реалізації системи АСКОЕ на ТОВ «Термопласт»

Технічне обладнання, а також його технічні характеристики, для реалізації системи АСКОЕ на підприємстві наведені в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 – Технічні характеристики обладнання для реалізації системи АСКОЕ на підприємстві

Пристрій	Марка	кількість	Місце встановлення	Іном, А	Уном, В	ІР
Електронний трифазний лічильник	NIK2307	2	ТП 1,2	10	380	54
Електронний трифазний лічильник	NIK2303	9	РП Цеху 1,2,3,4,12	5	380	54
Електронний однофазний лічильник	NIK2100	1	РП Цеху 5,6,7,8,9,10,11	5	220	54
Промисловий контролер	Новатек-Електро ЕМ-486	2	ТП 1,2	16	12	

На ТП буде встановлено два комплекси АСКОЕ з двома точками обліку, тобто прилади обліку встановлюють на кожному трансформаторі.

Баланс по ТП до і після установки АСКОЕ представлено на рис. 3.4.

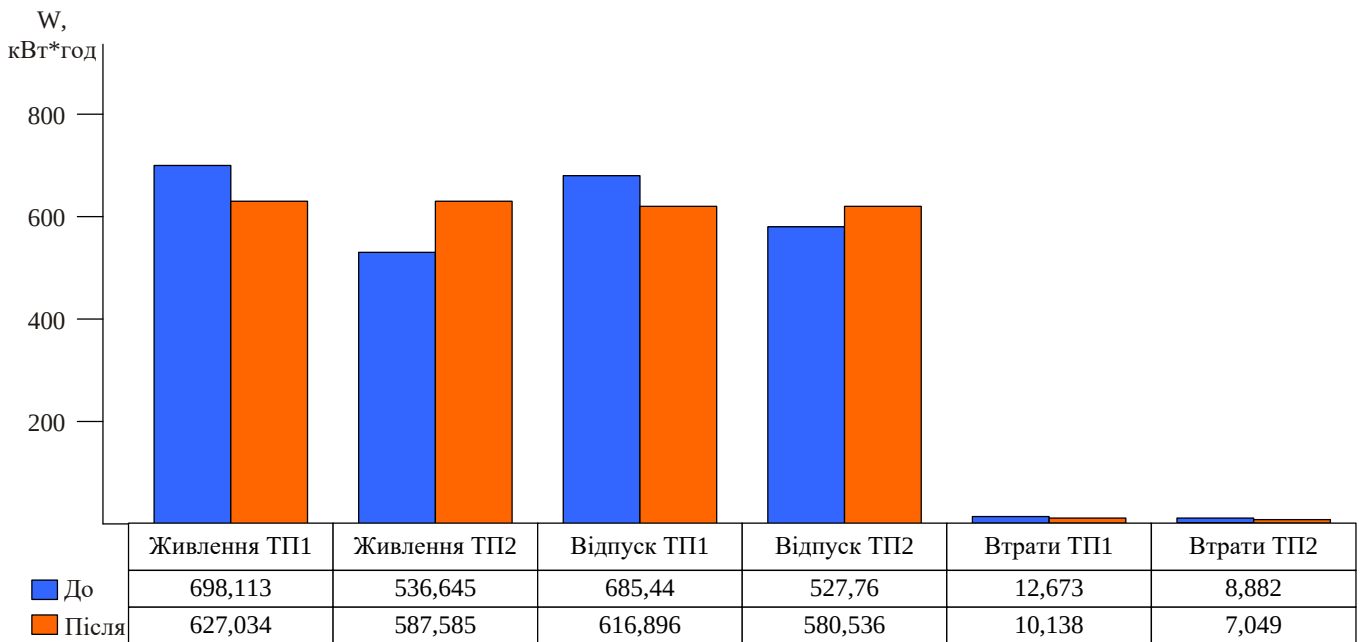


Рисунок 3.4 - Баланс по ТП до і після впровадження АСКОЕ

Розрахуємо різницю у втратах по ТП до і після впровадження АСКОЕ:

$$\text{ТП1:} \quad \Delta W_1 = 12,673 - 10,138 = 2,535 \text{ (кВт} \cdot \text{год)},$$

$$\text{ТП2:} \quad \Delta W_2 = 8,882 - 7,049 = 1,833 \text{ (кВт} \cdot \text{год)},$$

$$\Delta W = \Delta W_1 + \Delta W_2 = 2,535 + 1,833 = 4,368 \text{ (кВт} \cdot \text{год)}.$$

Зекономлена вартість втрат за одну годину роботи буде рівною:

$$S_{\text{втр}} = \Delta W \cdot t = 6,649 \cdot 4,368 = 29,049 \text{ (грн.)}.$$

Розрахуємо різницю у відпуск ТП-1,2 до і після установки АСКОЕ:

$$\Delta W_B = \Delta W_{B1} + \Delta W_{B2} = (685,44 - 616,896) + (527,76 - 580,536) = 15,768 \text{ (кВт} \cdot \text{год)}.$$

Зекономлена вартість втрат за одну годину роботи буде рівною:

$$S_{\text{втратB}} = \Delta W_B \cdot t = 15,768 \cdot 6,649 = 22,417 \text{ (грн.)}.$$

Позитивний економічний ефект за робочий день буде дорівнювати:

$$S_{(+)} = S_{\text{втрат}} + S_{\text{втратB}} = 10 \cdot (4,368 + 29,049) = 334,17 \text{ (грн.)}.$$

Витрати на обслуговування АСКОЕ складаються з амортизаційних відрахувань і експлуатаційних витрат. Термін експлуатації $25 \cdot 12 = 300$ міс. Амортизація розраховується виходячи з терміну експлуатації і вартості комплексу АСКОЕ:

$$S_{\text{амор.}} = \frac{S_{\text{АСКОЕ}}}{t_{\text{служ.}}} = \frac{2 \cdot 63500}{300} = 423,3 \text{ (грн. / міс.)}.$$

Щорічне технічне обслуговування одної системи АСКОЕ становить 2650 грн. [20]. Таким чином, технічне обслуговування всіх точок обліку складе:

$$S_{\text{ТО}} = \frac{2 \cdot 2650}{12} = 443,3 \text{ (грн. / міс.)}.$$

Щомісячні витрати на АСКОЕ:

$$S_{(-)} = S_{\text{ТО}} + S_{\text{амор.}} = 423,3 + 443,3 = 866,633 \text{ (грн. / міс.)}.$$

Загальний економічний ефект складе:

$$\Delta S = S_{(+)} - S_{(-)} = 23 \cdot 334,17 - 866,633 = 6819,27 \text{ (грн. / міс.)}.$$

Термін окупності складе:

$$t_{\text{ок.}} = \frac{S_{\text{АСКОЕ}}}{\Delta S} = \frac{2 \cdot 63500}{6819,27} = 18,6 \text{ (місяців)}.$$

Розрахунок підтвердив ефективність застосування системи АСКОЕ для покращення економічних показників в системі електроспоживання ТОВ «Термопласт». Зі збільшенням точок обліку збільшиться вартість комплексів і витрат на експлуатацію даних комплексів, що може незначно позначитися на терміні окупності в більшу сторону.

3.3 Використання АСКОЕ для оптимізації графіка споживання навантаження підприємством

Щоб виконати аналіз ефективності встановлення АСКОЕ потрібно зібрати добові та місячні графіки електричних навантажень заводу до впровадження АСКОЕ а також після [19].

Добовий графік навантаження заводу наведено на рис. 3.5.

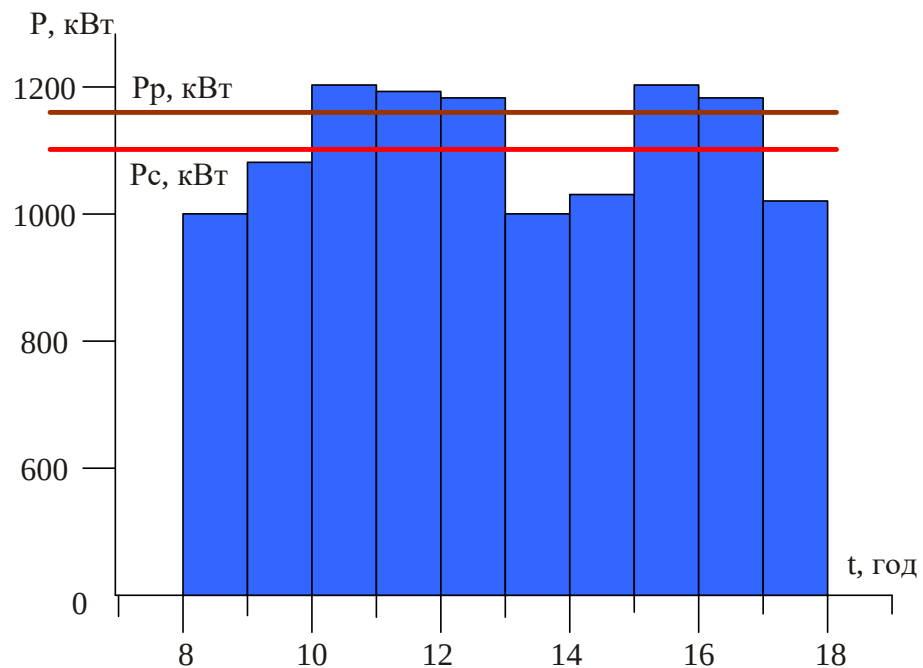


Рисунок 3.5 - Добовий графік споживання навантаження підприємством

Використання АСКОЕ на підприємстві дасть можливість контролювати ліміти споживання електричної енергії в години мінімального а також максимального навантаження енергосистеми. Опираючись на дану властивість АСКОЕ моделюємо прогнозований добовий графік навантаження підприємства після впровадження системи АСКОЕ (рис. 3.6).

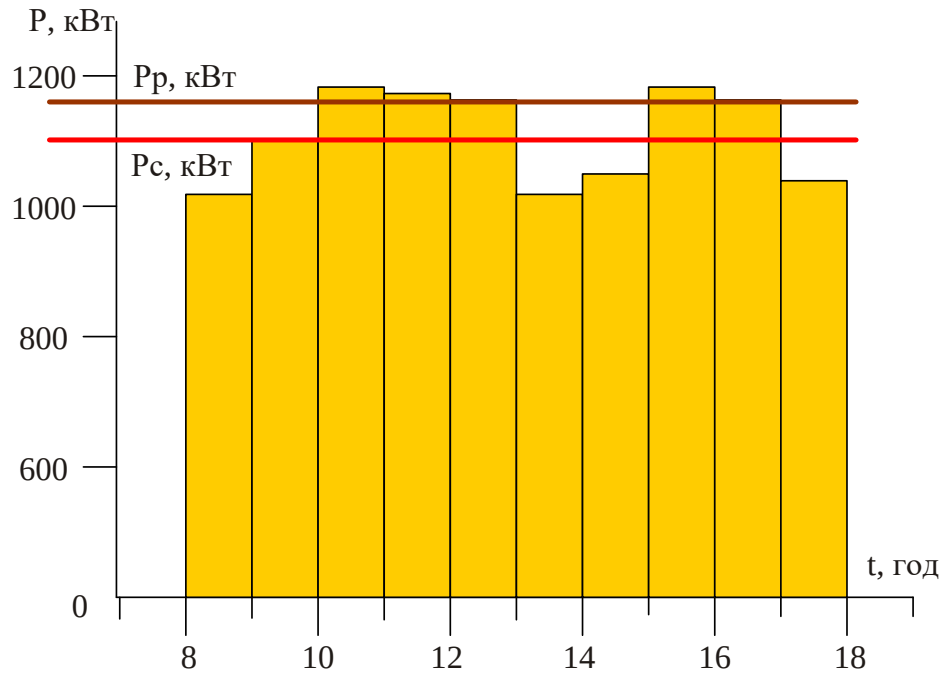


Рисунок 3.6 - Добовий графік споживання навантаження підприємством після впровадження АСКОЕ

Проводимо розрахунок поточних параметрів режиму електроспоживання на підприємстві. Дані для розрахунку вибираємо із вище наведених графіків навантаження підприємства (рисунок 3.5,3.6), за нижченаведеними формулами наступних параметрів.

Середньодобове навантаження підприємства буде визначене за формулою:

$$P_C = \sum_{i=1}^m \frac{P_i}{m}; \quad (3.1)$$

де i - число ступенів у графіку навантаження промислового підприємства;

P_i - значення навантаження i -ї ступені, кВт.

$$P_C = \sum_{i=1}^m \frac{10989,2}{10} = 1098,92 \text{ (Вт)};$$

$$P_{C.ACKOE} = \sum_{i=1}^m \frac{11263,9}{10} = 1126,39 \text{ (Вт)}.$$

Значення середньодобового навантаження після ведення системи АСКОЕ стає більшим. Це зумовлено тим, що використання АСКОЕ дозволяє здійснити нормування мінімальних значень споживання електричної енергії.

Розрахунок втрат активної електричної енергії в СЕП розраховують відповідно до квадрату ЕП підприємства в цілому. А тому для оцінки та контролю ефективності роботи СЕП необхідно здійснити аналіз також квадратичних графіків навантаження. Одним з показників вказаних графіків є середньоквадратичне значення навантаження. Останнє розраховується за формулою [20]:

$$P_{CK} = \sqrt{\sum_{i=1}^m \frac{P_i}{m}}; \quad (3.2)$$

$$P_{CK} = \sqrt{\sum_{i=1}^m \frac{10989,2}{10}} = 33,15 \text{ (Вт)};$$

$$P_{CK.ACKOE} = \sqrt{\sum_{i=1}^m \frac{11263,9}{10}} = 33,562 \text{ (Вт)}.$$

За допомогою розрахованих середньодобового і середньоквадратичного навантаження розраховуються дисперсія D_p і середньоквадратичне відхилення σ_p графіків навантаження. Їх значення характеризує нерівномірність використання підприємством електричної енергії протягом доби:

$$D_p = P_{CK}^2 - P_C^2; \quad (3.3)$$

$$D_p = 33,150^2 - 1098,92^2 = 1208724,086;$$

$$D_{p.ACKOE} = 33,562^2 - 1126,39^2 = 1269880,882;$$

$$\sigma_p = \sqrt{D_p}; \quad (3.4)$$

$$\sigma_p = \sqrt{1208724,086} = 1099,42;$$

$$\sigma_{p.ACKOE} = \sqrt{1269880,882} = 1126,89;$$

Час використання максимальної потужності заводом розраховується за виразом:

$$T_{\max} = \frac{W_{\text{доб}}}{P_{\max}}; \quad (3.5)$$

де $W_{\text{доб}}$ - добове споживання електроенергії заводом, кВт·год;

$P_{\max}$ - максимальна активна потужність, яка використана підприємством протягом доби, кВт.

$$T_{\max} = \frac{8301,592}{1215,46} = 6,83 \text{ (год)};$$

$$T_{\max.\text{АСКОЕ}} = \frac{8106,898}{1197,474} = 6,77 \text{ (год)}.$$

Із результату розрахунку видно, що час використання максимальної потужності а також об'єми споживання підприємством електроенергії протягом робочої доби зменшився. Це пояснюється тим, що задіяння АСКОЕ дозволяє запропонувати різні схеми управління розподілом електроенергії а також потужності на підприємстві в результаті чого зменшуються втрати в СЕП.

Окрім дисперсії та стандарту, нерівномірності графіка навантаження, також оцінюється за значеннями наведених коефіцієнтів:

- коефіцієнт форми:

$$K_{\Phi} = \frac{P_c}{P_{\text{СК}}}; \quad (3.6)$$

$$K_{\Phi} = \frac{33,150}{1098,92} = 0,03;$$

$$K_{\Phi.\text{АСКОЕ}} = \frac{33,562}{1126,39} = 0,029.$$

Коефіцієнт форми досліджуваних графіків показує, що графік має нерівномірність.

- коефіцієнт заповнення для графіка навантаження:

$$K_{3Г} = \frac{P_c}{P_{\max}}; \quad (3.7)$$

де $P_{\max}$ - максимальне значення для середньогодинного навантаження підприємства протягом доби, кВт.

$$K_{3Г} = \frac{1098,92}{1215,46} = 0,904;$$

$$K_{3Г.АСКОЕ} = \frac{1126,39}{1197,474} = 0,941.$$

Отже споживання електроенергії заводом в години пікових навантажень стає меншим. Дане покращення досягається за рахунок можливості АСКОЕ самостійно здійснювати контроль лімітів споживання електричної потужності в години максимального навантаження енергосистеми.

- коефіцієнт максимуму електричного навантаження за добу:

$$K_{\max} = \frac{P_{\max}}{P_c}; \quad (3.8)$$

$$K_{\max} = \frac{1215,46}{1098,92} = 1,106;$$

$$K_{\max.АСКОЕ} = \frac{1197,474}{1126,39} = 1,063.$$

Коефіцієнт максимуму електричного навантаження показує те, що навантаження даного підприємства після впровадження АСКОЕ практично рівномірно розподілене.

- коефіцієнт нерівномірності:

$$K_H = \frac{P_{\min}}{P_{\max}}; \quad (3.9)$$

де $P_{\min}$ - мінімальне значення для середнього за годину навантаження підприємства протягом доби, кВт.

$$K_H = \frac{998,465}{1215,46} = 0,821;$$

$$K_{H.ACKOE} = \frac{1027,657}{1197,474} = 0,858.$$

Розраховані значення коефіцієнтів нерівномірності з використанням а також без використання АСКОЕ показують незначний спад споживаного навантаження в нічний час доби і є нормальним явищем для споживачів зі зміним навантаженням та не рівномірним режимом роботи.

Використовуючи плани кількості споживання електроенергії підприємством формуються договірні обсяги потужності в періоди ранкового а також нічного максимумів навантаження енергетичної електричної мережі, а саме:

- під час періоду ранкового максимуму споживання електричного навантаження:

$$P_{MP} = \frac{W_{доб}}{24 \cdot K_{ЗР}}; \quad (3.10)$$

$$P_{MP} = \frac{8301,592}{10 \cdot 1,18} = 703,525 \text{ (Вт)};$$

$$P_{MP.ACKOE} = \frac{8103,898}{10 \cdot 1,22} = 664,5 \text{ (Вт)}.$$

- під час періоду нічного максимуму споживання електричного навантаження:

$$P_{MB} = \frac{W_{доб}}{24 \cdot K_{ЗВ}}; \quad (3.11)$$

$$P_{MB} = \frac{8301,592}{10 \cdot 0,834} = 995,39 \text{ (Вт)};$$

$$P_{MB.ACKOE} = \frac{8103,898}{10 \cdot 0,844} = 960,533 \text{ (Вт)};$$

Результати розрахунку застосовують для порівняння рівня поточного навантаження із встановленим договірним рівнем потужності. З результатів

проведених розрахунків стає видно, що підприємство виконує умови договору на користування електричною енергією стосовно використання потужності в період вечірнього максимуму навантаження енергосистеми.

Розраховані данні заносимо до порівняльної табл. 3.2.

Таблиця 3.2 - Значення поточних параметрів режиму електроспоживання

Показник	Без АСКОЕ	З АСКОЕ	Відносна різниця, %
Середньодобове навантаження	1098,920	1126,390	-2,50
Середньоквадратичне навантаження	33,150	33,562	-1,24
Дисперсія	1208724,086	1269880,822	-5,06
Середньоквадратичне відхилення	1099,420	1126,890	-2,50
Час використання максимальної потужності	6,830	6,770	0,88
Коефіцієнт форми	0,030	0,029	3,33
Коефіцієнт заповнення графіка	0,904	0,941	-4,09
Коефіцієнт максимуму добового навантаження	1,106	1,063	3,89
Коефіцієнт нерівномірності	0,821	0,858	-4,51
Рівень потужності в години ранкового максимуму	703,525	664,500	5,55
Рівень потужності в години вечірнього максимуму	995,390	960,533	3,50

Автоматизовані системи комерційного обліку є ефективними заходами щодо зниження втрат електроенергії. У них комплексно реалізовано рішення проблеми надійного віддаленого збору даних з кожної точки вимірювання. Крім того, це ускладнює несанкціоноване споживання енергії, швидко сповіщає про втручання в роботу обладнання і спрощує виявлення причини комерційних втрат за досить короткий час і з мінімальними витратами.

Висновки. В даному розділі дипломної роботи було проведено аналіз оптимізації системи електроспоживання на підприємстві шляхом впровадження автоматичної системи комерційного обліку електроенергії АСКОЕ.

Використання АСКОЕ на підприємстві дозволить:

- Самостійно контролювати ліміти енергоспоживання в період максимального навантаження енергосистеми;
- Самостійно контролювати ліміти споживання електричної енергії;
- Автоматизувати обмін даними з постачальниками енергії;
- Автоматизувати розрахунки між споживачами та постачальниками енергії;

- Домогтися підвищення надійності і оперативності обліку електричної енергії;
- Забезпечити автоматичний контроль технічного стану енергосистеми;
- Впровадити різні схеми управління розподілом енергії та потужностей на підприємстві, метою яких є зниження витрат;
- Підвищити ефективність діяльності компанії в цілому;
- Знизити вартість енергії та енергоспоживання;
- Автоматизувати розрахунки з постачальниками енергії та потужності.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

В цьому розділі розглянуті заходи та засоби з охорони праці під час монтажу та обслуговування обладнання системи електропостачання ТОВ «Термопласт», смт Летичів. Шкідливі виробничі фактори, які впливають на електротехнічний оперативно-ремонтний персонал підприємства [1, 2]:

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.

4.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкта

4.1.1 Технічні рішення з безпечної організації робочих місць

Живлення системи електропостачання та системи освітлення здійснюється від п/ст 10/0,4 кВ кабельними лініями, що прокладені в траншеях. Для живлення використовується трифазна чотирьохпровідна мережа із заземленою нейтраллю напругою 380/220 В. Категорія умов по небезпеці електротравматизму, відповідно до ПБЕ [4, 5], залежить від наявності факторів підвищеної або особливої небезпеки. При наявності таких факторів як підвищена вологість, струмопровідний пил, контакт обслуговуючого персоналу з струмоведучими частинами в різних приміщеннях підприємства, їх можна віднести до категорії підвищеної небезпеки.

Роботи в електроустановках стосовно заходів безпеки поділяються на три категорії: зі зняттям напруги; без зняття напруги на струмопровідних частинах та поблизу них; без зняття напруги віддалік від струмопровідних частин, що перебувають під напругою.

До робіт, які виконуються без зняття напруги на струмопровідних частинах та поблизу них, належать роботи, що проводяться безпосередньо на цих частинах. Роботи без зняття напруги на струмопровідних частинах та поблизу них слід виконувати не менше як двом працівникам, з яких керівник робіт повинен мати групу IV, інші – групу III.

Роботою без зняття напруги віддалік від струмопровідних частин, що перебувають під напругою, вважається робота, під час якої є неможливим випадкове наближення працівників і ремонтного оснащення та інструменту, що застосовуються ними, до струмопровідних частин на відстань, меншу від допустимих, проведення технічних або організаційних заходів для запобігання такому наближенню не потрібно.

Під час роботи в електроустановках напругою до 1000 В без зняття напруги на струмопровідних частинах чи поблизу від них необхідно: обгородити розташовані поблизу робочого місця інші струмопровідні частини, що перебувають під напругою, і до яких можливий випадковий дотик; працювати в діелектричному взутті чи стоячи на ізолювальній підставці або на діелектричному килимі; застосовувати інструмент із ізолювальними руків'ями (у викруток, крім того, має бути ізольований стрижень); за відсутності такого інструменту слід користуватися діелектричними рукавичками.

Під час виконання робіт без зняття напруги на струмопровідних частинах за допомогою ізолювальних засобів захисту необхідно: тримати ізолювальні частини засобів захисту за руків'я до обмежувального кільця; розміщувати ізолювальні частини засобів захисту так, щоб не виникла небезпека перекриття по поверхні ізоляції між струмопровідними частинами двох фаз чи замикання на землю; користуватися тільки сухими і чистими ізолювальними частинами засобів захисту з непошкодженим лаковим покриттям. В разі виявленні порушень лакового покриття

чи інших несправностей ізолювальних частин засобів захисту, користування ними забороняється.

В процесі роботи із застосуванням електрозахисних засобів (ізолювальні штанги та кліщі, електровимірювальні кліщі, покажчики напруги) допускається наближення працівника до струмопровідних частин на відстань, яка визначається довжиною ізолювальної частини цих засобів. Без застосування електрозахисних засобів забороняється торкатися ізоляторів електроустановки, що перебуває під напругою.

В електроустановках забороняється працювати у зігнутому стані, якщо в разі випрямлення відстань до струмопровідних частин буде меншою від допустимих. В процесі виконання робіт біля необгороджених струмопровідних частин забороняється розташовуватися таким чином, щоб ці частини знаходилися позаду чи з двох боків.

Заносити довгі предмети (труби, драбини тощо) та працювати з ними в РУ, в яких унеможливлено випадковий дотик до частин, що перебувають під напругою, потрібно вдвох під постійним наглядом керівника робіт. Риштування та драбини, що застосовуються для ремонтних робіт, мають бути виготовлені за ДСТУ чи ТУ на них. Опорна частина драбин, що встановлюються на гладких поверхнях, має бути оббита гумою, а на опорних частинах драбин, що встановлюються на землі, мають бути гострі металеві наконечники. Драбини повинні верхнім кінцем надійно спиратися на міцну опору. У разі необхідності обіперти драбину на провід, вона повинна бути обладнана гачками в верхній частині. Зв'язані драбини застосовувати забороняється. В разі встановлення приставних драбин на підкранових балках, елементах металевих конструкцій тощо необхідно надійно закріпити верхівку і низ драбини на конструкціях. В процесі обслуговування та ремонту електроустановок застосування металевих драбин забороняється.

Роботу із застосуванням драбин виконують два працівники, один з яких перебуває знизу. Стоячи на ящиках та інших сторонніх предметах виконувати роботи забороняється.

Роботи на кінцевих опорах ПЛ, що перебувають на території відкритих розподільчих пристроїв (ВРП), слід виконувати за правилами роботи на ВРП. Ремонтні працівники ліній перед тим, як зайти у ВРП, повинні бути проінструктовані і заходити до місця робіт у супроводі оперативного працівника з групою ІІІ; виходити з ВРПУ після закінчення роботи чи під час перерви працівникам дозволяється під наглядом керівника робіт.

Категорія умов по небезпеці електротравматизму залежить від наявності факторів підвищеної або особливої небезпеки. При наявності таких факторів як підвищена вологість, струмопровідний пил, контакт обслуговуючого персоналу з струмоведучими частинами, - приміщення можна віднести до категорії підвищеної небезпеки.

4.1.2 Електробезпека

Технічні рішення щодо запобігання електротравмам:

1) Для запобігання електротравм від контакту з нормально-струмопровідними елементами електроустаткування, необхідно: розміщувати неізольовані 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 у закритих конструкціях підлоги.

2) При живленні споживачів струму від мережі три-провідної з глухо-заземленою нейтраллю, при напрузі до 1000 В, використовується занулення – навмисне електричне з'єднання нормально не струмопровідних елементів устаткування із заземленим нульовим проводом. При зануленні, пробій на корпус призводить до КЗ. Спрацьовує захист від КЗ і пошкоджений споживач відключається від мережі.

Згідно з вимогами нормативів до занулення, повинна бути забезпечена необхідна кратність струму К.З. залежно від типу запобіжного пристрою, повинна бути забезпечена цілісність нульового 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. Електрозахисні засоби поділяються на основні та допоміжні.

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.

4.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії

4.2.1 Мікроклімат

Для забезпечення нормального мікроклімату в робочій зоні [6] встановлюють допустиму температуру, відносну вологість і швидкість руху повітря у певних діапазонах в залежності від періоду року та категорії робіт і допустиму інтенсивність опромінення.

Для забезпечення необхідних за нормативами параметрів мікроклімату проектом передбачено [7]: температури внутрішніх поверхонь будівельних конструкцій робочої зони та зовнішніх поверхонь обладнання при забезпеченні параметрів мікроклімату не повинні значно відрізнятися (не більше ніж на 2°C за діапазон норм); якщо температура поверхонь вище або нижче температури повітря, то робочі місця повинні бути віддалені від них на відстань не менше 1м; ля

забезпечення нормованих значень руху кисню проектом передбачається витяжна та припливна вентиляційні системи.

Таблиця 4.1 – Нормовані параметри мікроклімату в робочій зоні з категорією робіт Па.

Період року	Категорія робіт	Допустимі		
		t, °C	W, %	V, м/с
Теплий	Середньої важкості Па	18-27	65 при 26°C	0,2-0,4
Холодний		17-23	До 75%	не більше 0,3

4.2.2 Склад повітря робочої зони

Забруднення повітря робочої зони регламентується граничнодопустимими концентраціями (ГДК) в мг/м³ [6]. Нормовані параметри забруднення повітря в робочій зоні наведено в табл. 4.2.

Таблиця 4.2 – Можливі забруднювачі повітря можуть і їх ГДК

Найменування речовини	ГДК, мг/куб.м		Клас небезпечності
	Максимальна разова	Середньодобова	
Оксид вуглецю		20	4
Пил нетоксичний	4	4	4

Для нормалізації складу повітря робочої зони потрібно здійснювати щоденне прибирання робочого місця [7]. Нагромадження пилу глибиною в 1/8" у будь-якій області вказує на необхідність у вживанні заходів з очищення забруднених поверхонь. Потрібно підкреслити, що будь-яке нагромадження пилу може привести до загоряння. Чим дрібніше пил (менша зернистість), тим вище небезпека.

4.2.3 Виробниче освітлення

Раціональне освітлення – один з основних факторів створення сприятливих робочих умов праці. Недостатнє освітлення викликає передчасне стомлення

працюючих, знижує продуктивність праці, може стати причиною нещасного випадку.

Для забезпечення найбільш сприятливих умов зорової праці нормують мінімальну освітленість на найбільш темній ділянці робочої поверхні. Рівень аварійного освітлення складає 15% освітленості основної роботи. Приміщення забезпечене природним освітленням в денний проміжок часу, але вечері постає проблема в штучному освітленні.

Характеристика зорових робіт – середньої точності. Відповідно до ДБН В.2.5-28-2018 [8] розряд зорової роботи IV, підрозряд «б». Нормовані значення освітленості наведені в табл. 4.3.

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 освітленням, що створюється за допомогою світлодіодних ламп E27 LED 15W NW A60 "SG". Висота підвісу світильників над робочою поверхнею 4,5 метра.

Таблиця 4.3 – Вимоги до освітлення приміщень виробничих підприємств

Характер зорової роботи	Найменший або еквівалентний розмір об'єкта розрізнення, мм	Розряд зорової роботи	Під-розряд зорової роботи	Контраст об'єкта з фоном	Характеристика фону	Штучне при системі комбінованого освітлення		Природне Ен пр	Сумісне Е сум
						всього	у т. ч. від загального		
Середньої точності	Від 0,5 до 1,0 включно	IV	б	малий	світлий	500	200	4	2,4

При експлуатації здійснюється контроль за рівнем напруги освітлювальної мережі, своєчасна заміна перегорілих ламп, забезпечується чистота повітря у приміщенні.

4.2.4 Виробничий шум

Шум порушує нормальну роботу шлунка, особливо впливає на центральну нервову систему. Для забезпечення допустимих параметрів шуму в приміщенні,

проектом передбачено засоби колективного захисту: акустичні, архітектурно-планувальні й організаційно-технічні.

Для відносної логарифмічної шкали в якості нульових рівнів обрані показники, що характеризують мінімальний поріг сприйняття звуку людським вухом на частоті 1000 Гц. Нормативним документом, який регламентує рівні шуму для різних категорій робочих місць службових приміщень, є «ССБТ. Шум Загальні вимоги безпеки» [9]. Нормовані значення виробничого шуму наведені в табл. 4.4.

Таблиця 4.4 – Рівень звукового тиску

Характер робіт	Допустимі рівні звукового тиску (дБ) в стандартизованих октавних смугах з середньгеометричними частотами, Гц								
	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Постійні робочі місця в промислових приміщеннях	107	95	87	82	78	75	73	71	69

Засоби боротьби із шумом в залежності від числа осіб, для яких вони призначені, поділяються на засоби індивідуального захисту і на засоби колективного захисту – «ССБТ. Засоби індивідуального захисту органів слуху. Загальні технічні умови і методи випробувань» і «Засоби і методи захисту від шуму. Класифікація».

Для зниження шуму в приміщенні, необхідно:

- безпосередньо біля джерел шуму використовувати звукопоглинаючі матеріали для покриття стелі, стін, застосовувати підвісні звукопоглиначі.
- для боротьби з вентиляційним шумом потрібно застосовувати мало шумові вентилятори.

4.2.5 Виробнича вібрація

Вібрація відноситься до факторів, які мають велику біологічну активність. Як загальна, так і локальна вібрація несприятливо впливає на організм людини, викликає зміну у функціональному стані вестибулярного апарату, центральної

нервової, серцево-судинної систем, погіршує самопочуття та може призвести до розвитку професійних захворювань.

У нашому цеху присутня вібрація типу – За [10]. Тобто технологічна вібрація, яка діє на персонал цеху, або яка передається на робочі місця, не маючи джерел випромінювання.

Джерелами вібрацій в умовах, що розглядаються в проекті, являються вентиляційне обладнання, зерносушарки, транспортери, транспорт тощо, які відносяться до типу загальної вібрації.

Основні параметри вібрації, такі як середньоквадратичне значення віброприскорення та віброшвидкості, логарифмічні рівні приведені у табл. 4.5.

Таблиця 4.5 – Середньоквадратичні значення віброприскорення та віброшвидкості

Категорія вібрації по санітарним нормам	Напрямок дії	Нормативні, корекційовані по частоті та еквівалентні корекційовані значення			
		Віброприскорення		Віброшвидкість	
		$\text{м}\cdot\text{с}^{-2}$	ДБ	$\text{м}\cdot\text{с}^{-2}\cdot 10^{-2}$	ДБ
Загальна	Z_o, Y_o, X_o	0,1	100	0,2	92

Для зменшення дії вібрацій на працюючих проектом передбачено: динамічне погашення вібрації – приєднання до захисного об'єкту системи, реакції якої зменшують розмах вібрації об'єкта в точках приєднання системи; зміна конструктивних елементів машин; застосування засобів індивідуального захисту, а саме рукавиці, вкладиші і прокладки, віброзахисне взуття з пружнодемпферуючим низом.

4.3 Пожежна безпека

Пожежну безпеку промислових і інших об'єктів регламентують Правила пожежної безпеки в Україні [11, 12]. Пожежо- вибухонебезпечність речовин і матеріалів визначається за ДСТУ 8829: 2019 [13], за якою визначається категорія приміщень за вибуховою та пожежною безпекою [14].

Отже, приміщення ТОВ «Термопласт», смт Летичів, відносяться до категорії В з вибухонебезпечними зонами класу 22 – простір, в якому вибухонебезпечний паперовий пил у завислому стані може з'являтися нечасто та існувати недовго (у разі аварії).

Виробничі приміщення відносяться до категорії Б (пожежонебезпечна), якщо в них наявні горючі гази, легкозаймисті, горючі і/або важкогорючі рідини, а також речовини і/або матеріали, як здатні вибухати та горіти або тільки горіти під час взаємодії з водою, киснем повітря і/або один з одним; тверді горючі і/або важкогорючі речовини та матеріали (включно горючий пил і/або волокна), за умови, що приміщення, в яких вони знаходяться (зберігаються, пере-робляються, транспортуються), не відносяться до категорій А або Б і питома пожежна навантага для твердих і рідких легко-займистих, горючих та важкогорючих речовин і/або матеріалів на окремих ділянках площею не менше 10 м² кожна перевищує 180 МДж•м⁻².

Пожежо- вибухонебезпечність речовин і матеріалів – сукупність властивостей, що характеризують їхню здатність до виникнення і поширення горіння. Наслідком горіння, залежно від його швидкості та умов протікання, можуть бути пожежа або вибух. Пожежо- вибухонебезпечність речовин і матеріалів визначають показниками, вибір яких залежить від агрегатного стану речовини (матеріалу), та умов їхнього застосування.

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

До II ступеня вогнестійкості відносяться будинки з несучими та огорожувальними конструкціями з природних або штучних кам'яних матеріалів, бетону, залізобетону із застосуванням листових і плитних негорючих матеріалів. Мінімальні межі вогнестійкості будівельних конструкцій (у хвиликах) та максимальні межі поширення вогню по них (см) за ДБН В.1.1.7-2016 [15] наведено в табл. 4.6.

Протипожежні перешкоди і мінімальні межі їх вогнестійкості за ДБН В.1.1.7-2016 [15] наведено в табл. 4.7.

Протипожежні відстані між житловими, громадськими, адміністративно-побутовими будинками промислових підприємств, гаражами слід приймати за табл. 4.7 (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. 4.7. Протипожежні відстані від житлових, громадських, адміністративно-побутових будинків промислових підприємств, гаражів до виробничих, складських будинків, сільськогосподарських будівель і споруд потрібно приймати за табл. 4.7 (знаменник) [15].

Таблиця 4.6 – Мінімальні межі вогнестійкості будівельних конструкцій та максимальні межі поширення вогню по них

Ступінь вогнестійкості і будинків	Мінімальні межі вогнестійкості будівельних конструкцій (у хвиликах) і максимальні межі поширення вогню по них (см)								
	стіни				коло-ни	сходові площад-ки, костури, сходи, балки, марші сходових кліток	пере-криття між по-верхові (у т.ч. горищні та над підва-лами	елементи суміщених покриттів	
	несучі та сходових кліток	само-несучі	зовнішні не-несучі	внутрішні не-несучі (перегородки				пли-ти, насти-ли, 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

Таблиця 4.7 – Протипожежні перешкоди та мінімальні межі їх вогнестійкості

Протипожежні перешкоди	Типи проти-пожежних перешкод або їх елементів	Мінімальна межа вогнестійкості протипожежної перешкоди (у хвиликах)	Тип заповнення прорізів, не нижче	Тип протипожежного тамбур-шлюзу, не нижче
Стіни	3	REI 45	2	2
Перегородки	2	EI 15	3	2
Перекриття	4	REI 15	3	2

На території ТОВ «Термопласт», смт Летичів встановлено 45 вогнегасників ВВП-5 (ВП-5) та ВВП-9 [16].

У випадку виникнення пожежі робітники повинні: прийняти всі заходи по ліквідації вогню; місце, яке загорілось слід гасити вогнегасниками; при загоранні електропроводів слід відключити лінію, а ізоляцію електропроводів необхідно гасити тільки порошковими вогнегасниками ВП-5 або піском; зупинити обладнання.

Таблиця 4.8 – Протипожежні відстані між житловими, громадськими, адміністративно-побутовими будинками промислових підприємств, гаражами, а також до виробничих будинків, 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

ВИСНОВКИ

В даній дипломній роботі були вирішені задачі для розробки системи електропостачання ТОВ «Термопласт» з впровадженням АСКОЕ в СЕП даного підприємства. В роботі виконано наступні раніше поставлені задачі:

- наведено коротку характеристику підприємства та виробництва;
- розраховано силові електричні навантаження ливарного цеху №3 та підприємства;
- побудовано картограму навантажень та визначено оптимальне місце розташування ЦРП;
- проведено вибір цехових ТП та силових трансформаторів, якими стали 2хТМ-630/35;
- проведено розрахунок розподільної мережі, вибір кабелів;
- складено схему заміщення, розраховано струми КЗ;
- вибрано основне електроустаткування ЦРП.

Розробка СЕП підприємства виконана відповідно до вимог актуальних нормативно-технічних документів. Спроектована СЕП забезпечить надійне електропостачання споживачів та безпечну експлуатацію електроустаткування підприємства з врахуванням специфіки виробництва.

В науково-дослідній частині роботи було здійснено проектування та моделювання оптимальних режимів роботи АСКОЕ на підприємстві. Облік енергоресурсів є стратегічно важливим завданням, від якого залежить економіка будь-якого виробництва. Контроль та аналіз балансу потужностей дозволяє виявити найбільш проблемні місця та прийняти міри по мінімізації втрат.

Показано, що впровадження АСКОЕ в СЕП підприємства забезпечує:

- експлуатацію, а також обслуговування вимірювальних комплексів контролю і обліку електроенергії;
- збір, збереження, а також обробку інформації з вимірювальних комплексів електроенергії;

В розділі охорони праці виконано опис та характеристика цеху за категоріями по санітарії та електробезпеці.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Правила улаштування електроустановок (перше переглянуте, перероблене, доповнене та адаптоване до умов України видання). – Міністерство енергетики та вугільної промисловості України, 2017, 617 с.
2. Півняк Г. Г., Жежеленко І. В., Папаїка Ю. А. Енергетична ефективність систем електропостачання : монографія. Дніпро : НТУ «Дніпровська політехніка», 2018. 148 с.
3. ДСТУ ISO 50001:2020 Системи енергетичного менеджменту. Вимоги та настанова щодо використання (ISO 50001:2018, IDT). [Чинний від 03.06.2020]. Київ, 2020. 33 с. (Інформація та документація).
4. Способи економії електроенергії на підприємстві. URL: <http://vinmayak.pat.ua/> (дата звернення: 16.05.2024).
5. СОУ НЕК 03.120.4-14:2021 Норми якості електричної енергії в магістральних та міждержавних електричних мережах НЕК Укренерго. [Чинний від 03.02.2021]. Науково-технічний центр електроенергетики «НЕК «Укренерго», 2021. 316 с. (Інформація та документація).
6. РТМ 36.18.32.4-92: 1993. Методика розрахунку електричного навантаження. 9с.
7. Промислові автоматичні вимикачі ЕВ та ЕВ2. URL: <https://www.eti.ua/produktsiya-ua/etibreak/eb2/> (дата звернення: 16.05.2024).
8. Кабельно-провідникова продукція. URL: <http://ibud.ua/ua/catalog/kabelno-provodnikovaya-produktsiya-1189/> (дата звернення: 17.05.2024).
9. ДСТУ ІЕС/TR 60909-4:2008 (ІЕС/TR 60909-4:2000, IDT): 2008. Національний стандарт України. Струми короткого замикання в трифазних системах змінного струму. Частина 4. Приклади обчислення сили струму короткого замикання. . [Чинний від 01.01.2008]. Київ, 2008. 82 с. (Інформація та документація).
10. Бурбело, М. Й. Розрахунок внутрішнього електропостачання : навчальний посібник / Бурбело М. Й. – Вінниця : ВНТУ, 2017. – 123 с.
11. 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.

12. Бурбело, М. Й. Спеціальні питання електропостачання: електронний навчальний посібник комбінованого (локального та мережного) використання / Бурбело М. Й. – Вінниця : ВНТУ, 2024. – 89 с.

13. Демов О.Д. Економія електроенергії на промислових підприємствах : монографія. Вінниця : ВНТУ, 2006. 95 с.

14. ДСТУ 3463-96: 1999. Керівництво з навантаження силових масляних трансформаторів. [Чинний від 01.01.1999]. Київ, 1999. 204 с. (Інформація та документація).

15. Тарифи ПАТ "Вінницяобленерго". URL: <http://www.voe.com.ua/consumers/individuals/fees/> (дата звернення: 15.05.2024).

16. Офіційний сайт ПАТ «Завод Південкабель». URL: <http://www.yuzhcable.info> / (дата звернення: 15.05.2024).

17. Трансформатори силові ПАТ «Завод Південкабель». URL: <http://www.budnet.com.ua/aboutcommodity.php?FirmCommodityID=4099/> (дата звернення: 15.05.2024).

18. Вимикачі навантаження. URL: <http://001.com.ua/uk/vymykachi-navantazheniya-c756/> (дата звернення: 15.05.2024).

19. Єроміна, М.А Розвиток автоматизованих систем комерційного обліку енергоресурсів (АСКОЕ) // Молодий вчений. - 2015. - №3. - С. 135-138.

20. Концепція побудови автоматизованих систем обліку електроенергії в умовах енергоринку» (затверджена спільним наказом Мінпаливенерго, НКРЕ, Держкомененергозбереження, Держстандарту, Держбуду, Держпромполітики № 32/28/28/276/75/54 від 17.04.2000р.

21. ДСНіП «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу». Наказ МОЗ № 248 від 08.04.2014.

22. 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->.

23. 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.

24. 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.

25. 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>.

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

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

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

29. 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>.

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

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

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

33. 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>.

34. 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.

35. 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.

36. 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

Таблиця А.1 – Електричні навантаження виробничих потужностей

№	Назва	Р, кВт	Площа	Х	У
1	Адміністративна будівля	56	315	22	149
2	Зварювальний цех	157	693	46	149
3	Столярний цех	186	798	81	149
4	Ливарний цех №3	516	882	121	149
5	Котельня	64	216	68	165
6	Ангар	14,5	495	110	114
7	Головний виробничий корпус. Ливарний цех №1	575	1782	45	82
8	Ливарний цех №2	415	1053	31	46
9	Склад готової продукції	68	1053	58	46
10	Склад заготовок	62	810	45	19

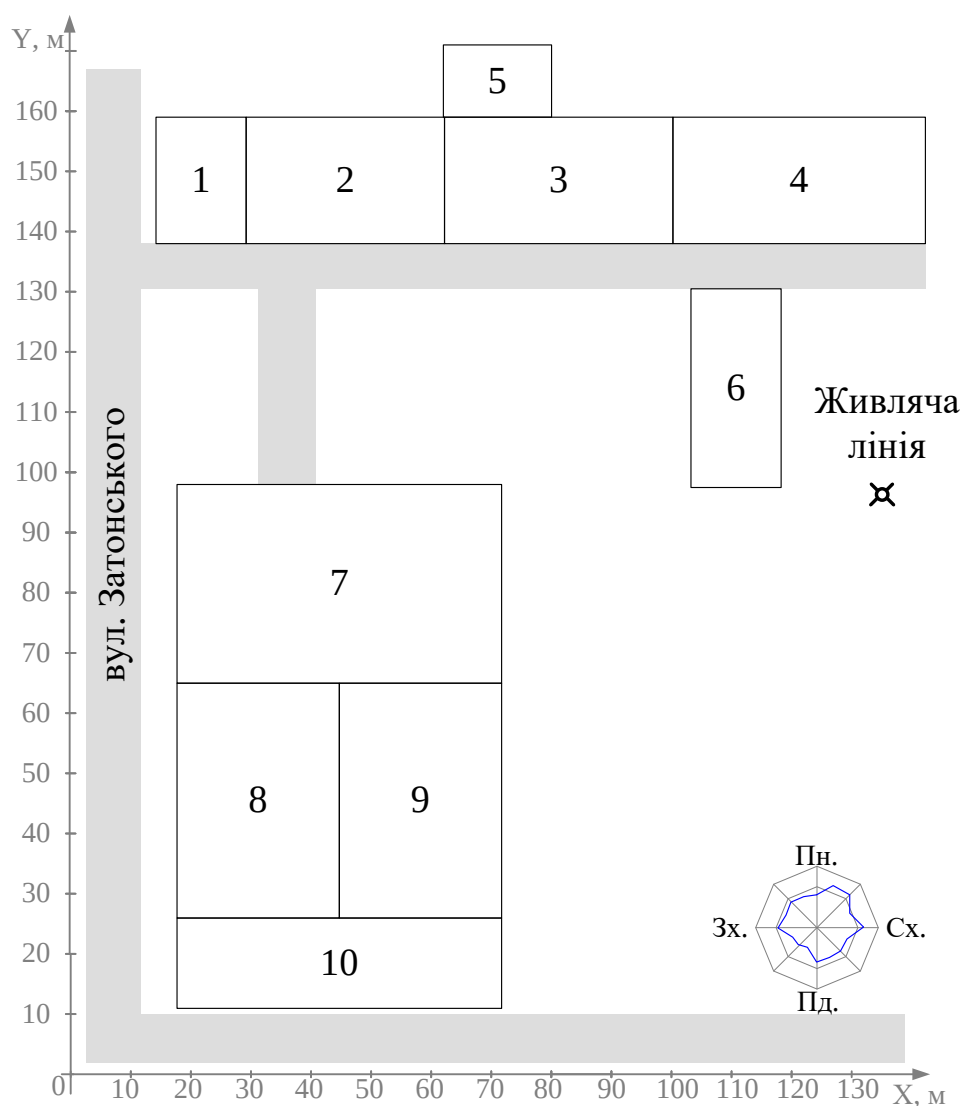


Рисунок А.1 – Генплан підприємства

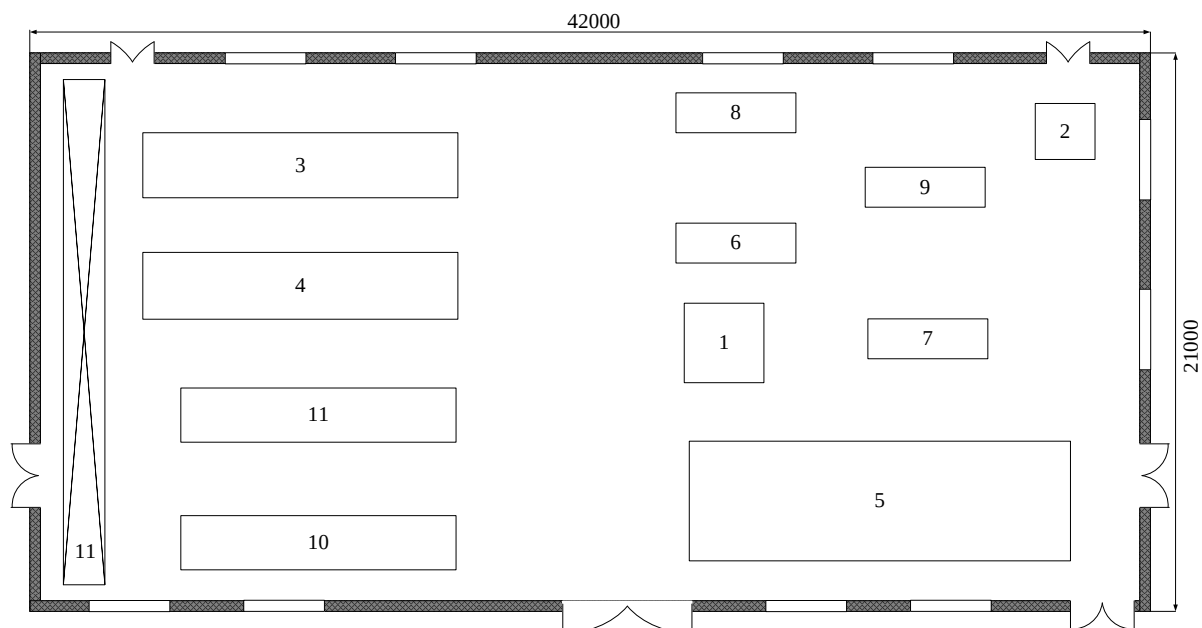


Рисунок А.2 – План розташування електроприймачів в цеху

Таблиця А.2 – Відомості про електричні навантаження цеху

№	Найменування ЕП	n	P _н , кВт	К _в	cosφ	tgφ
1	Подрібнювач малий	1	5	0,37	0,65	1,17
2	Подрібнювач великий	1	15	0,33	0,6	1,33
3,4	Термопластавтомат 1 м3	2	48	0,24	0,7	1,02
5	Термопластавтомат 2,5 м3	1	165	0,26	0,7	1,02
6,7	Термопластавтомат 125 см3	2	34	0,6	0,7	1,02
8,9	Термопластавтомат 125 см3	2	34	0,24	0,7	1,02
10,11	Термопластавтомат 0,5 м3	2	42	0,21	0,75	0,88
12	Кран-балка	1	15	0,17	0,6	1,33

Додаток Б

ПРОТОКОЛ ПЕРЕВІРКИ НАВЧАЛЬНОЇ (КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ) РОБОТИ

Назва роботи: Розробка системи електропостачання товариства з обмеженою відповідальністю «Термопласт», смт. Летичів

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	80%
Схожість	20%

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  Юхимчук Р.М.

Опис прийнятого рішення

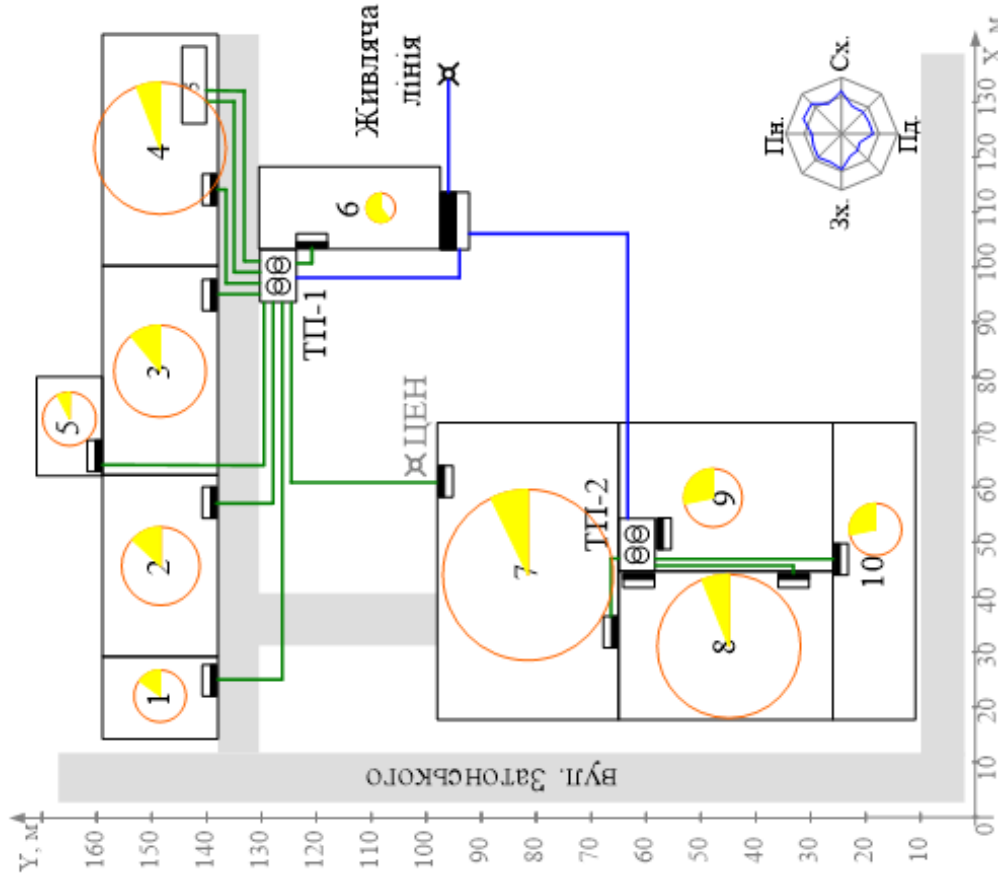
Бакалаврська дипломна робота допускається до захисту

Особа відповідальна за перевірку _____ Лобода Ю.В.

Керівник роботи _____ Шуллє Ю.А.

Експерт _____ Бурбело М.Й., зав кафедри ЕСЕМ

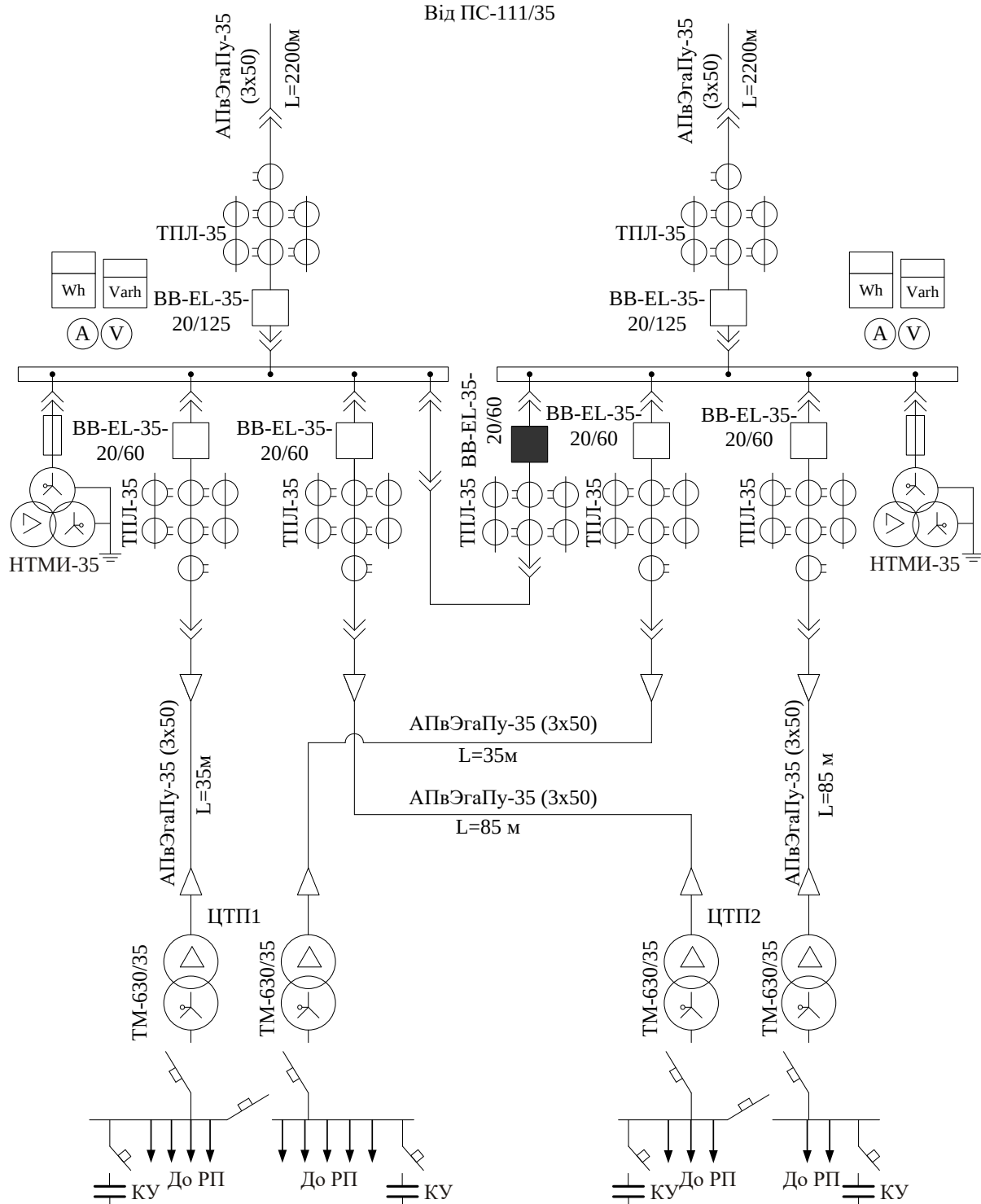
Додаток В – План підприємства із силовими розподільчими, та живильними мережами



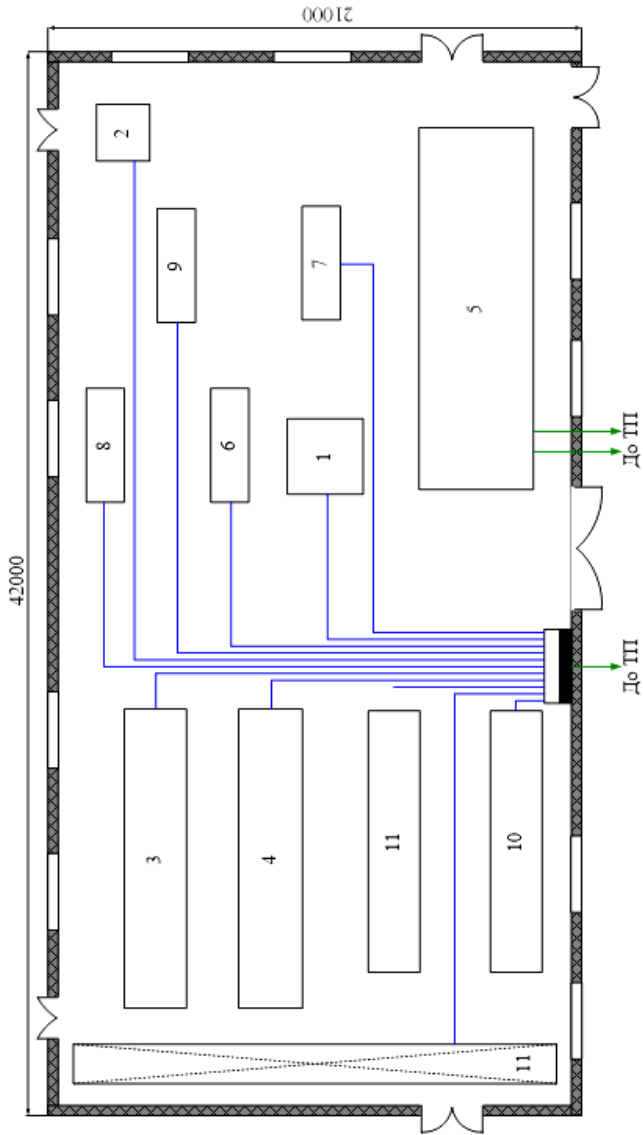
№	Найменування цехів	Рн, кВт
1	Адміністративна будівля	56
2	Зварювальний цех	157
3	Столярний цех	186
4	Ливарний цех №3	516
5	Котельня	64
6	Ангар	14,5
7	Головний виробничий корпус.	575
8	Ливарний цех №1	415
9	Ливарний цех №2	68
9	Склад готової продукції	62

Додаток Г – Однолінійна схема електропостачання підприємства

Від ПС-111/35



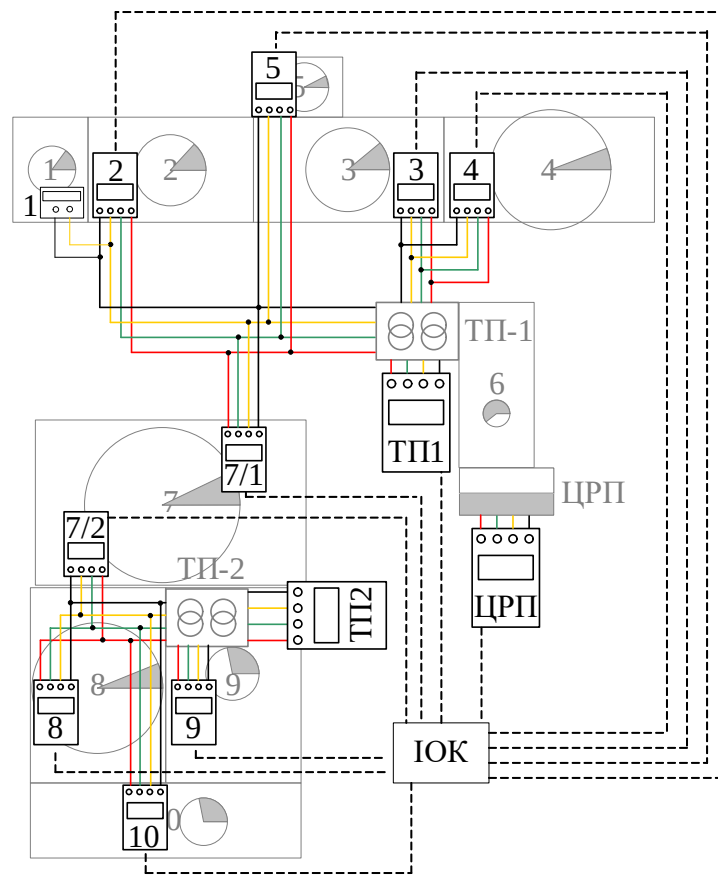
Додаток Д – План електропостачання цеху



№	Найменування ЕП	Рн, кВт
1	Подрібновач малий	5
2	Подрібновач великий	15
3-4	Термопластавтомат 1 м3	48
5	Термопластавтомат 2,5 м3	165
6-7	Термопластавтомат 125 см3	34
8-9	Термопластавтомат 125 см3	34
10-11	Термопластавтомат 0,5 м3	42
12	Кран-балка	15

[illegible]

Додаток Ж – Розробка та впровадження автоматичної системи комерційного обліку електроенергії на підприємстві



Реалізація АСКОЕ на ТОВ «Термопласт»

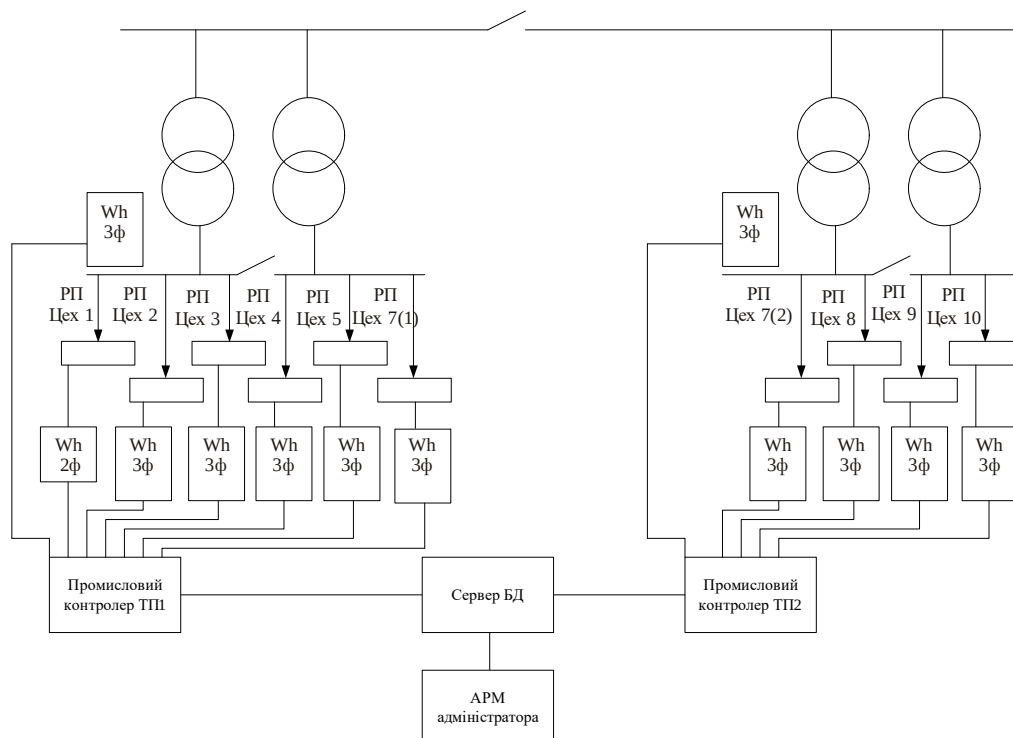
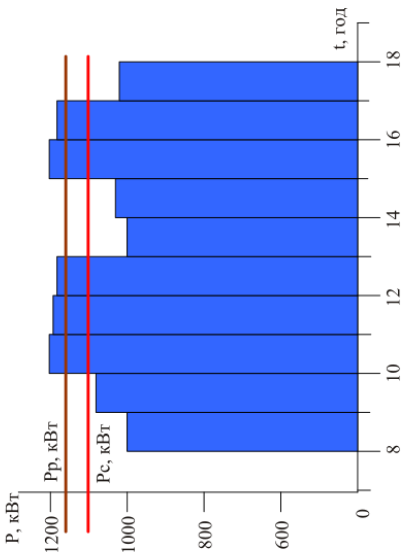
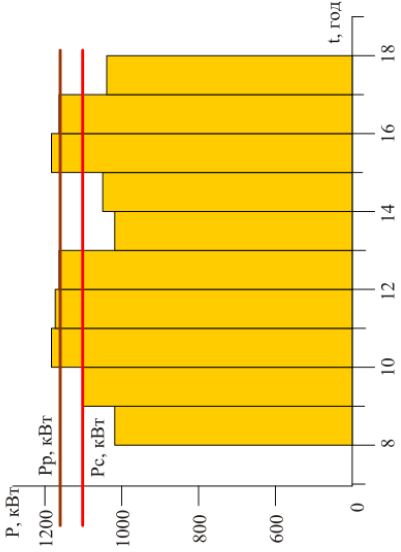


Схема реалізації системи АСКОЕ на ТОВ «Термопласт»

Додаток 3 – Значення параметрів режиму електроспоживання

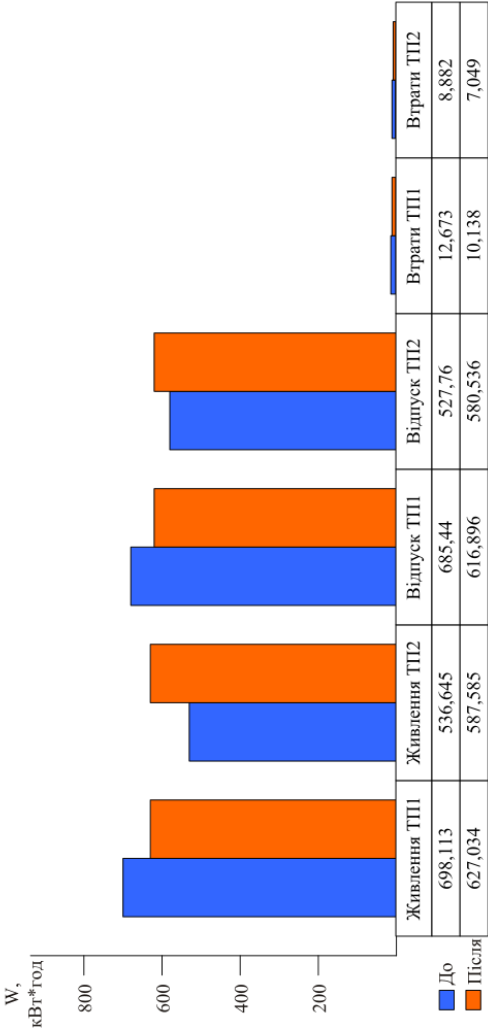


Добовий графік споживання навантаження підприємством



Добовий графік споживання навантаження підприємством після впровадження АСКОЕ

Показник	Без АСКОЕ	з АСКОЕ	відносна різниця, %
Середньодобове навантаження	1098,920	1126,390	-2,50
Середньоквартальне навантаження	33,150	33,562	-1,24
Дисперсія	1208724,086	1269880,822	-5,06
Середньоквартальне відхилення	1099,420	1126,890	-2,50
Час використання максимальної потужності	6,830	6,770	0,88
Коефіцієнт форми	0,030	0,029	3,33
Коефіцієнт заповнення графіка	0,904	0,941	-4,09
Коефіцієнт максимуму добового навантаження	1,106	1,063	3,89
Коефіцієнт нерівномірності	0,821	0,858	-4,51
Рівень потужності в годині ранкового максимуму	703,525	664,500	5,55
Рівень потужності в годині вечірнього максимуму	995,390	960,533	3,50



Баланс по ТП до і після впровадження АСКОЕ