

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

Пояснювальна записка

до бакалаврської роботи

бакалавр

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему: «Розробка системи електропостачання Товариства з обмеженою
відповідальністю «Поділля-залізобетон»»

Виконав: студент 4 курсу, групи Е-176 мс

6.050701 – електротехніка та електротехнології

(шифр і назва напрямку підготовки)

Ратушняк М. В.

(прізвище та ініціали)

Керівник к.т.н., доцент Кравець О.М.

(прізвище та ініціали)

Рецензент _____

(прізвище та ініціали)

Вінниця – 2020

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ЕСЕМ

проф. Бурбело М.Й.

„_____” _____ 2020р

ЗАВДАННЯ**на бакалаврську дипломну роботу**

Студенту групи Е–17бмс Ратушняку Миколі Володимировичу, напрям «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». Розробка системи електропостачання Товариства з обмеженою відповідальністю «Поділля-залізобетон».

1. Вихідні дані для виконання роботи

Генплан підприємства; план цеху (дільниці) із технологічними плануваннями, відомості про особливості технологічних процесів; відомості про електричні навантаження підприємства та цеху; відомості про джерела живлення; відомості про перспективу розвитку підприємства.

2. Зміст розрахунково-пояснювальної записки

Анотація. Вступ. *Загальні відомості про підприємство* Відомості про технологічні процеси Відомості про електричні навантаження. Оцінка категорії з надійності електропостачання. *Аналіз системи електропостачання підприємства*. Розрахунок електричних навантажень. Розрахунок навантажень цеху. Розрахунок навантажень підприємства. Вибір та розміщення трансформаторних підстанцій. Вибір оптимальної напруги живлення. Вибір цехових ТП та їх розміщення. Розрахунок електропостачання підприємства. Розрахунок зовнішнього електропостачання. Вибір схеми та основних елементів заводської мережі. Вибір схеми цехової мережі. Вибір комутаційно-захисної апаратури та провідників цехової мережі. Розрахунок струмів КЗ в мережах напругою до 1000 В і перевірка прийнятих рішень. *Спеціальна частина*. Розрахунок компенсації реактивної потужності підприємства. Розрахунок витрат електроенергії. *Охорона праці*. ВИСНОВКИ. Література

3. Графічна частина проекту

1. Генплан підприємства із картограмою навантажень і розподільною мережею. 2. Однолінійна схема електропостачання підприємства. 3. План цеху і силової мережі. 4. Розрахунково-монтажна таблиця

Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Кобилянський О.В., д.пед.н., професор		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів бакалаврської дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз системи електропостачання підприємства		
2	Спеціальна частина		
3	Охорона праці		
4	Графічна частина роботи		

Завдання видав _____ доц. Кравець О.М.

„ _____ ” 20__р.

Завдання отримав _____

„ _____ ” 20__р.

Рецензент _____

„ _____ ” 20__р.

Нормоконтроль _____

“ _____ ” 20__р.

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ	6
ВСТУП	8
РОЗДІЛ 1	9
ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ПІДПРИЄМСТВО	9
1.1 Відомості про технологічні процеси.....	9
1.2 Відомості про електричні навантаження. Оцінка категорії з надійності електропостачання	10
Висновки до розділу 1	11
РОЗДІЛ 2	12
АНАЛІЗ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПІДПРИЄМСТВА	12
2.1 Розрахунок електричних навантажень.....	12
2.1.1 Розрахунок навантажень формовочного цеху.....	12
2.1.2 Розрахунок навантажень підприємства	15
2.2 Вибір та розміщення підстанцій.....	18
2.2.1 Вибір оптимальної напруги живлення	18
2.2.2 Вибір цехових ТП та їх розміщення.....	19
2.3 Розрахунок електропостачання підприємства	23
2.3.1 Розрахунок зовнішнього електропостачання	23
2.3.2 Вибір схеми та основних елементів заводської мережі	24
2.4. Розрахунок електропостачання цеху.....	25
2.4.1 Вибір схеми цехової мережі	25
2.4.2 Вибір комутаційно-захисної апаратури та провідників цехової мережі	25
2.4.3 Розрахунок струмів КЗ в мережах напругою до 1000 В і перевірка прийнятих рішень	29
РОЗДІЛ 3	32
СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА	32
3.1 Загальні відомості про пристрої компенсації реактивної потужності	32
3.2 Розрахунок пристроїв компенсації реактивної потужності.....	39
РОЗДІЛ 4	40

ОХОРОНА ПРАЦІ	40
4.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкту	40
4.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії	42
4.2.1 Мікроклімат	42
4.2.2 Повітря робочої зони.....	43
4.2.3 Виробниче освітлення.....	44
4.2.4 Виробничий шум	47
4.2.5 Вібрація	48
4.3. Пожежна безпека.....	50
Висновки	55
ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА	56
ДОДАТКИ	58

УДК 621.311

АНОТАЦІЯ

Ратушняк Микола Володимирович. Розробка системи електропостачання Товариства з обмеженою відповідальністю «Поділля-залізобетон». Напрямок 6.050701 – Вінниця: ВНТУ, ФЕЕЕМ, кафедра ЕСЕЕМ, 2020. – с.62

Розроблено систему електропостачання формовочного цеху та підприємства на основі аналізу електричних навантажень. Виконано вибір проводів і кабелів, комутаційних та захисних апаратів, розподільчих пристроїв.

Виконано вибір оптимального числа і місць розташування трансформаторних підстанцій з розрахунком потужності трансформаторів.

Ключові слова: *системи електропостачання, електричне навантаження.*

Сторінок – 62 Рисуноків – 5 Таблиць – 15

УДК 621.311

АННОТАЦИЯ

Ратушняк Николай Владимирович. Разработка системы электроснабжения Общества с ограниченной ответственностью «Подолье-железобетон».

Направление 6.050701-Винница: ВНТУ, ФЕЕЕМ, кафедра ЕСЕЕМ, 2020. - с.62

Разработанная система электроснабжения формовочного цеха и предприятия на основе анализа электрических нагрузок. Выполнен выбор проводов и кабелей, коммутационных и защитных аппаратов, распределительных устройств.

Выполнен выбор оптимального числа и мест расположения трансформаторных подстанций с расчетом мощности трансформаторов.

Ключевые слова: *системы электроснабжения, электрическая нагрузка.*

Страниц – 62 Рисунков – 5 Таблиц – 15

ВСТУП

Тема дослідження: Розробка системи електропостачання Товариства з обмеженою відповідальністю «Поділля-залізобетон».

Актуальність дослідження полягає в набутті теоретичних і практичних навиків застосування методології аудиту і проектування систем електропостачання, в прийнятті раціональних проектних рішень, в розробці комплексної документації, яка містить техніко-економічне обґрунтування, розрахунки, креслення, схеми та пояснювальну записку.

Об'єкт дослідження: електропостачання підприємства.

Предмет дослідження: система електропостачання цеху та підприємства ТОВ «Поділля-залізобетон».

Мета дослідження: Створити варіант системи електропостачання на підприємстві ТОВ «Поділля-залізобетон», який би відповідав сучасним вимогам щодо надійності, економічності, зручності та безпеки експлуатації, забезпечення нормативної якості електроенергії (рівень напруги, стабільність частоти і т.д.), а також можливості розширення потужностей підприємства.

Завдання проекту: Для досягнення мети дослідження потрібно виконати наступні дії:

- розрахувати електричні навантаження цеху та підприємства в цілому;
- провести розрахунки по вибору місця розташування трансформаторних підстанцій, їх кількості та потужності трансформаторів;
- здійснити оптимізацію проектних рішень при виборі трансформаторів, кабельно-провідникової продукції, комутаційно-захисного обладнання, тощо;
- забезпечити надійність системи електропостачання та розрахувати компенсацію реактивної потужності та втрати підприємства.

РОЗДІЛ 1

ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ПІДПРИЄМСТВО

1.1 Відомості про технологічні процеси

ТОВ “Поділля-залізобетон” є одним із найбільших виробників залізобетонних конструкцій на ринку промислового та житлового будівництва Вінницького регіону. Обсяг виробництва збірного залізобетону щороку становить близько 30 тис. м³, неармованого бетону — 5 тис. м³, товарних бетонів та розчинів — 25 тис. м³. Сьогодні на підприємстві працюють близько 200 чоловік і випускається понад 500 видів бетонних та залізобетонних виробів. Виробничі потужності та ефективна організаційно-управлінська структура заводу дозволяють вчасно реагувати на зростання попиту на динамічно зростаючому ринку житлового та промислового будівництва. Конкурентоспроможність підприємства на ринку збуту забезпечується за рахунок широкого асортименту залізобетонних виробів, гнучкої цінової політики та високої якості продукції.

Номенклатура продукції заводу постійно розширюється. Потреби ринку залізобетонних виробів дали поштовх на освоєння в останні роки близько десяти видів продукції серед яких: опори ЛЕП (L=9,5-10,5м), стінові кільця колодязів та каналізацій (D=1; 1,5; 2м, H=0,9м), стовпчики для садівництва (L=3м), лотки дорожні водовідвідні та ін. Крім цього на підприємстві введено в експлуатацію нову лінію по виготовленню стінових кілець з терміновим розпалубленням. Така технологія виготовлення залізобетонних стінових кілець має ряд переваг, серед яких: висока продуктивність та якість виготовленої продукції.

1.2 Відомості про електричні навантаження. Оцінка категорії з надійності електропостачання

Виходячи з характеристики споживачів електроенергії формовочного, арматурного цехів та компресорної, які за надійністю та безперебійністю електропостачання відносяться до споживачів II категорії, тому живлення електроприймачів заданого цеху здійснюємо від двотрансформаторної або однострансформаторної підстанції.

Таблиця 1.1

Електричні навантаження живлячої ТП

№	Назва	п, шт	P_n , кВт	$K_{вик}$	$\cos\varphi$	$tg\varphi$
Формовочний цех						
1;2	Мостовий кран ТВ=25%	2	65,5	0,35	0,45	1,98
3	Електроформовочна бадя	1	1,1	0,6	0,65	1,17
4	Пилка	1	62	0,6	0,75	0,88
5	Установка переднатягнення	1	6	0,4	0,75	0,88
6	Контрольний Пристрій дозрівання	1	5	0,45	0,75	0,88
7	Майданчик обслуговування	1	62	0,6	0,75	0,88
Компресорна						
1;2	Компресор	2	37	$K_{поп}=0,8$	0,8	0,75
	Арматуриний цех		120	$K_{поп}=0,4$	0,65	1,17

Таблиця 1.2

**Відомості про електричні навантаження та категорії з надійності
електропостачання**

№	Назва корпусу	Категорії	P _н , кВт
1	Формовочний цех	2	201,6
2	Компресорна	2	37
3	Арматурний цех	2	120
4	Бетонно-змішувальний вузол	2	230
5	Полігон №1	2	330
6	Полігон №2	2	76
7	Полігон №3	2	78
8	Склад готової продукції	2	97
9	Адміністративні приміщення	3	10
	Всього		1179

Висновки до розділу 1

З історії ТОВ «Поділля-залізобетон» – відносно нове підприємство, але за час існування на ринку побудувало чітко налагоджені механізми виробництва залізобетонних конструкцій, виробів із металу різного характеру.

В даний час на підприємстві проводиться подальше розширення асортименту продукції, збільшення обсягів виробництва, введення інноваційних технологій із енергозбереження.

РОЗДІЛ 2

АНАЛІЗ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПІДПРИЄМСТВА

2.1 Розрахунок електричних навантажень

2.1.1 Розрахунок навантажень формовочного цеху

Розрахунок електричних навантажень виробничої бази заводу виконуємо використовуючи метод півгодинного максимуму навантаження [1, с.100-105]. Для розрахунку маємо номінальну установлену потужність електроприймачів, коефіцієнт їх використання у технологічному процесі та коефіцієнт потужності.

Порядок розрахунку:

- розраховуємо середні змінні навантаження за максимально завантаженою зміну, а саме:
 - середнє змінне активне навантаження

$$P_{\text{сер.зм}} = P_{\text{ном.уст}} \cdot \sqrt{TB} \cdot K_{\text{вик}} \cdot n,$$

$$P_{\text{сер.зм}1} = 65,5 \cdot \sqrt{0,25} \cdot 0,35 \cdot 2 = 22,9 \text{ кВт} \quad (2.1)$$

де $K_{\text{вик}}$ – коефіцієнт використання електроприймача у технологічному процесі.

- середнє змінне реактивне навантаження

$$Q_{\text{сер.зм}} = P_{\text{сер.зм}} \cdot \text{tg}\varphi$$

$$Q_{\text{сер.зм}1} = 22,9 \cdot 1,98 = 45,4 \text{ кВт} \quad (2.2)$$

- розраховуємо середній коефіцієнт використання електроспоживачів групи

$$K_{\text{вик.сер}} = P_{\text{сер.зм.гр}} / P_{\text{ном.уст.гр}}$$

$$K_{\text{вик.сер}1} = 102,6 / 201,6 = 0,51. \quad (2.3)$$

- визначаємо ефективну кількість електроприймачів групи за повною формулою

$$n_e = \frac{P_{\text{ном.гр}\Sigma}^2}{\sum P_{\text{ном.і}}^2}, \quad (2.4)$$

де $P_{\text{ном.гр}\Sigma}$ - номінальна активна сумарна потужність споживачів групи, кВт;

$P_{\text{ном.і}}$ - номінальна активна потужність споживача групи, кВт.

$$n_{e \text{ РП-1}} = 201,6^2 / (32,75^2 \cdot 2 + 1,1^2 \cdot 1 + 62^2 \cdot 1 + 6^2 \cdot 1 + 5^2 \cdot 1 + 62^2 \cdot 1) \approx 4.$$

Маючи середній коефіцієнт використання електроприймачів групи та ефективну їх кількість, користуючись упорядкованими діаграмами, визначаємо коефіцієнт максимуму електроприймачів кожної групи:

$$K_{\max \text{РП-1}} = f(n_{\text{еРП-1}}; K_{\text{вик.сер1}}),$$

$$K_{\max \text{РП-1}} = (4; 0,51) = 1,46.$$

- розраховуємо максимальні навантаження за час півгодинного максимуму:

– максимальне активне розрахункове навантаження споживачів групи

$$P_{\text{р.мах}} = P_{\text{сер.зм.гр}} \cdot K_{\max}$$

$$P_{\text{р.махРП-1}} = 102,6 \cdot 1,46 = 149,8 \text{ кВт} \quad (2.5)$$

– максимальне реактивне розрахункове навантаження споживачів групи, якщо $n_e < 10$

$$Q_{\text{р.махРП-1}} = Q_{\text{сер.зм.гр}} \cdot 1,1 = 115,7 \cdot 1,1 = 127,3 \text{ квар}, \quad (2.6)$$

– максимальне розрахункове повне навантаження

$$S_{\text{р.мах}} = \sqrt{P_{\text{р.мах}}^2 + Q_{\text{р.мах}}^2},$$

$$S_{\text{р.махРП-1}} = \sqrt{149,8^2 + 127,3^2} = 196,6 \text{ кВА} \quad (2.7)$$

– максимальний розрахунковий струм групи

$$I_{\text{р.мах}} = S_{\text{р.мах}} / (\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}}).$$

$$I_{\text{р.махРП-1}} = 196,6 / (\sqrt{3} \cdot 0,38) = 298,7 \text{ А} \quad (2.8)$$

Розрахунки виконуємо в табличній формі (табл.2.1).

Таблиця 2.1

Розрахунок електричних навантажень

№ п/п	Назва ел.споживача	п, шт	P_n , кВт	$P_{n.заг}$, кВт	$K_{\text{вик}}$	$\text{tg}\varphi$	$P_{\text{сер}}$, кВт	$Q_{\text{сер}}$, квар
	Формовочний цех							
1 ; 2	Мостовий кран ТВ=25%	2	32,7 5	65,5	0,35	1,98	22,9	45,4
3	Електроформовочна бадя	1	1,1	1,1	0,6	1,17	0,7	0,8
4	Пилка	1	62	62	0,6	0,88	37,2	32,7
5	Установка переднатягнення	1	6	6	0,4	0,88	2,4	2,1

6	Контрольний пристрій дозрівання	1	5	5	0,45	0,88	2,3	2
7	Майданчик обслуговування	1	62	62	0,6	0,88	37,2	32,7
	Усього силові ЕП:	7		201,6	0,51		102,6	115,7
	Освітлення	6912	0,012	82,9	0,9	0,33	74,6	24,6
	Разом по форм.цеху:	7		284,5			179,7	142,5
	Компресорна			74	0,8	0,85	59,2	50,3
	Арматурний цех			120	0,8	0,55	96	52,8
	Всього по ТП:			478,5			334,9	245,6

Продовження табл.2.1

Назва Еспоживача	$P_{сер}$, кВт	$Q_{сер}$, квар	η_e	K_{max}	P_{max} , кВт	Q_{max} , квар	S_{max} , кВА	I_{max} , А
Формовочний цех								
Мостовий кран ТВ=25%	22,9	45,4						
Електроформовочна бадя	0,7	0,8						
Пилка	37,2	32,7						
Установка переднатягнення	2,4	2,1						
Контрольний пристрій дозрівання	2,3	2						
Майданчик обслуговування	37,2	32,7						
Усього силові ЕП:	102,6	115,7	4	1,46	149,8	127,3	196,6	298,7
Освітлення	74,6	24,6			74,6	24,6	78,6	119,4
Разом по форм.цеху	179,7	142,5			224,5	151,9	271,1	411,9
Компресорна	59,2	50,3			59,2	50,3	77,7	118
Арматурний цех	96	52,8			96	52,8	109,6	166,5
Всього по ТП:	334,9	245,6			379,7	255,1	457,4	695

2.1.2 Розрахунок навантажень підприємства

Розрахунок активної та реактивної потужності силового обладнання підприємства, здійснюємо методом коефіцієнта попиту за такими формулами:

$$P_C = K_{\Pi} \cdot P_H, \quad Q_C = P_C \cdot \operatorname{tg}\varphi; \quad (2.9)$$

За методом коефіцієнта попиту визначено також розрахункове навантаження освітлювальних установок. Орієнтовно номінальна потужність освітлення визначена наближено за питомою потужністю на 1 м^2 площі цеху. В цілому розрахункова потужність електричного освітлення визначена за формулою:

$$P_O = P_{\text{Пит.О}} \cdot K_{\text{ПО}} \cdot K_{\text{ПРА}} \cdot F; \quad (2.10)$$

$$Q_O = P_O \cdot \operatorname{tg}\phi_O; \quad (2.11)$$

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

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

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

F - площа цеху, м^2 .

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

$$K_{\text{ПРА}} = \begin{cases} 1,1 - \text{ДРЛ;} \\ 1,2 - \text{люмінесцентні - стартерні;} \\ 1,3 - 1,35 - \text{люмінесцентні - безстартерні.} \end{cases}$$

Розрахункові потужності дорівнюють сумі розрахункових потужностей силового та освітлювального навантажень:

$$P_P = P_C + P_O, \quad Q_P = Q_C + Q_O; \quad (2.12)$$

Розрахункові максимальні навантаження підприємства визначають з виразів:

$$P_{P\Sigma} = K_O \left(\sum_{i=1}^N P_{Pi} + P_{PЦi} + P_{PЗ} \right), \quad Q_{P\Sigma} = K_O \left(\sum_{i=1}^N Q_{Pi} + Q_{PЦi} + Q_{PЗ} \right) \quad (2.13)$$

де P_{Pi} , Q_{Pi} - розрахункові максимальні навантаження ТП або цехів, кВт, кВар;

N - число ТП або цехів;

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

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

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

З [1, таблиця 1.4] визначаємо, що $K_O = 0,95$.

Сумарне навантаження підприємства:

$$S_{P\Sigma} = \sqrt{P_{P\Sigma}^2 + Q_{P\Sigma}^2} \text{ (кВА)}; \quad (2.14)$$

Використовуючи дані формули здійснюємо розрахунок навантажень підприємств, а результати зводимо у таблицю 2.2. Для прикладу проведемо розрахунок для формовочного цеху:

$$P_C = K_B \cdot P_H = 0,4 \cdot 201,6 = 80,64 \text{ (кВт)};$$

$$Q_C = P_C \cdot \text{tg} \varphi = 80,64 \cdot 0,67 = 54,03 \text{ (кВТ)};$$

$$P_O = 0,015 \cdot 0,95 \cdot 1,2 \cdot 1800 = 30,78 \text{ (кВт)};$$

$$P_P = 80,64 + 30,78 = 111,42 \text{ (кВт)};$$

$$Q_P = 74,65 \text{ (кВТ)};$$

$$S_P = \sqrt{111,42^2 + 74,65^2} = 134,09 \text{ (кВА)};$$

Використовуючи дані формули здійснюємо розрахунок навантажень підприємств, а результати зводимо у таблицю 2.2.

Розрахункове навантаження підприємства

Таблиця 2.2

№	Назва цеху	Силове навантаження						Освітлювальне навантаження				Сумарне навантаження				
		P _н , кВт	K _п	cosφ	tgφ	P _с , кВт	Q _с , кВАр	F, м ²	P _{пит.} о Вт/ м ²	K _{по}	K _{пра}	P _о , кВт	P _р , кВт	Q _р , кВАр	S _р , кВА	S _{пит.} , кВт/ м ²
1	Формовочний цех	201,6	0,4	0,83	0,67	80,64	54,03	1800	0,015	0,95	1,2	30,78	111,42	74,65	134,09	0,07
2	Компресорна	37	0,4	0,88	0,53	14,8	7,84	200	0,02	0,95	1,2	4,56	19,36	10,26	21,9	0,11
3	Арматурний цех	120	0,4	0,86	0,59	48	28,32	1800	0,01	0,95	1,2	20,52	68,52	40,43	79,56	0,04
4	Бетонно-змішувальний вузол	230	0,4	0,87	0,56	92	51,52	150	0,02	0,95	1,2	3,42	95,42	53,43	109,36	0,73
5	Полігон №1	330	0,4	0,83	0,67	132	88,44	1200	0,01	0,8	1,1	10,56	142,56	95,52	171,6	0,14
6	Полігон №2	76	0,4	0,86	0,59	30,4	17,94	600	0,01	0,6	1,1	3,96	34,36	20,27	39,89	0,07
7	Полігон №3	78	0,4	0,88	0,53	31,2	16,54	600	0,01	0,8	1,1	5,28	36,48	19,33	41,28	0,07
8	Склад готової продукції	97	0,4	0,79	0,78	38,8	30,26	800	0,01	0,8	1,1	7,04	45,84	35,76	58,14	0,07
9	Адміністративні приміщення	11	0,2	0,77	0,82	2,1	1,64	900	0,01	0,6	1,1	5,94	8,04	6,51	10,27	0,01
	Всього	1179				469,94	296,53	8050				92,06	562,27	356,16	666,09	1,31

2.2 Вибір та розміщення підстанцій

2.2.1 Вибір оптимальної напруги живлення

Вибір номінальної напруги елементів електричної мережі являється техніко - економічною задачею і повинен виконуватись сумісно з вибором схеми електропостачання на основі розгляду можливих варіантів. При проектуванні для визначення напруги ліній електропередачі може бути використана формула Стілла згідно якої:

$$U_{л} = 1000 / \sqrt{\frac{500}{L} + \frac{2500}{P_p}} \text{ (кВ)}; \quad (2.15)$$

де P_p – розрахункова активна потужність

L – довжина лінії, км

N – кількість ліній електропередачі, шт.

Дана формула застосовується при невеликих довжинах ліній (до 250 км) та при передачі потужності (до 60 МВт).

При розрахунку напруги по даній формулі ми отримаємо нестандартну напругу. Для подальших розрахунків приймаємо більшу та меншу стандартні напруги відносно напруги розрахованої за формулою Стілла. Подальші розрахунки проводимо для всіх вибраних варіантів стандартних напруг.

$$U_{л} = 1000 / \sqrt{\frac{500}{2,5} + \frac{2500}{0,217}} = 9,237 \text{ (кВ)}; \quad (2.16)$$

На основі відомих ступенів напруги на районній ПС і визначеної оптимальної величини нестандартної напруги приймаємо для техніко-економічного порівняння два варіанти схеми зовнішнього електропостачання за стандартами напруги 35 кВ і 10 кВ.

2.2.2 Вибір цехових ТП та їх розміщення

Визначимо сумарну повну розрахункову потужність всіх цехів, електричне обладнання яких живиться на напрузі 0,38 кВ:

$$S_{\Sigma} = \sum_{i=1}^8 S_{Mi} = 666,09 \text{ (кВА)}. \quad (2.17)$$

Визначимо загальну площу всіх цехів:

$$F_{\Sigma} = \sum_{i=1}^8 F_i = 8050 \text{ (м}^2\text{)}. \quad (2.18)$$

Середнє питоме навантаження на 1 м² площі:

$$S_{\text{ПИТ}} = \frac{S_{\Sigma}}{F_{\Sigma}} = \frac{666,09}{8050} = 0,08 \text{ (кВА/м}^2\text{)}; \quad (2.19)$$

$$S_{\text{НОМ.Т}} = \begin{cases} 630, 1000 \text{ кВ}\cdot\text{А} & \text{якщо } S_{\text{ПИТ}} < 0,2 \text{ кВ}\cdot\text{А/м}^2; \\ 1600 \text{ кВ}\cdot\text{А} & \text{якщо } S_{\text{ПИТ}} = 0,2 \div 0,3 \text{ кВ}\cdot\text{А/м}^2; \\ 2500 \text{ кВ}\cdot\text{А} & \text{якщо } S_{\text{ПИТ}} = 0,3 \div 0,4 \text{ кВ}\cdot\text{А/м}^2. \end{cases} \quad (2.2.9)$$

Згідно з [1] при даній густині навантаження потрібно встановлювати трансформатори потужністю 400 або 630 кВА.

Розрахуємо кількість двотрансформаторних підстанцій:

$$N_{\text{ек}} = \frac{S_{\Sigma}}{S_{\text{ек}} \cdot k_3} = \frac{666,09}{2 \cdot 400 \cdot (0,8 \div 0,85)} = 0,88. \quad (2.20)$$

$$N_{\text{ек}} = \frac{S_{\Sigma}}{S_{\text{ек}} \cdot k_3} = \frac{666,09}{2 \cdot 630 \cdot (0,8 \div 0,85)} = 0,56.$$

де $k_3 = 0,8 \div 0,85$ - коефіцієнт завантаження трансформаторів двотрансформаторної підстанції споживачів II – III категорії.

На основі отриманих даних робимо висновок що використовувати двотрансформаторну підстанцію недоцільно.

Таблиця 2.3

Номінальні параметри трансформаторів [4, табл.3.4].

Тип	$S_{\text{Н}}$, кВА	$U_{\text{ВН}}$, кВ	$U_{\text{НН}}$, кВ	$\Delta P_{\text{ХХ}}$, кВт	$\Delta P_{\text{К}}$, кВт	$I_{\text{ХХ}}$, %	$U_{\text{К}}$, %
ТМ-630/10	630	10	0,4	1,25	7,6	1,7	5,5
ТМ-400/10	400	10	0,4	0,9	5,9	1,8	4,5

Для визначення повної потужності, яку повинно споживати підприємство з енергосистеми, визначимо втрати потужності в цехових ТП. Параметри встановлених на підприємстві трансформаторів наведені в таблиці 2.3.

$$\Delta P_{TP} = n \cdot \Delta P_{XX} + \frac{1}{n} \cdot \Delta P_K \cdot \left(\frac{S_M}{S_{НОМ.Т}} \right)^2; \quad (2.21)$$

$$\Delta Q_{TP} = n \cdot \frac{\Delta I_{X\%}}{100} \cdot S_{НОМ.Т} + \frac{1}{n} \cdot \frac{\Delta U_K}{100} \cdot \left(\frac{S_M}{S_{НОМ.Т}} \right)^2; \quad (2.22)$$

Таблиця 2.4

Втрати в трансформаторах цехових ТП 630 кВА

ТП	Цех	К-сть	S_H , кВА	S_P , кВА	Кз	ΔP	ΔQ
1	1,2,3,4,5,6,7,8,9	1	630	666,09	0,83	9,75	10,77

Таблиця 2.5

Втрати в трансформаторах цехових ТП 160 кВА

ТП	Цех	К-сть	S_H , кВА	S_P , кВА	Кз	ΔP	ΔQ
1	1,2,3,4,5,6,7,8,9	1	400	666,09	0,85	17,26	7,32

Отже для живлення цехів підприємства встановлено дві однотрансформаторні підстанції з потужністю трансформаторів 400 та 630 кВА. Номінальні параметри яких представлені в таблиці 2.3.

Для раціонального розміщення цехових трансформаторних підстанцій будуємо картограму навантажень, яка складається з кіл, нанесених на генплан.

Вибираємо масштаб побудови картограми навантажень: приймемо радіус кола навантаження полігону №1 12 м, тоді масштаб побудови

визначаємо:

$$m_p = \frac{P_m}{\pi \cdot r^2}, \quad (2.23)$$

де P_m – максимальна потужність цеху, кВт;

r – радіус приміщення по потужності, м.

$$m_p = \frac{142,56}{3,1415 \cdot 12^2} = 0,32 \text{ кВт/м}^2.$$

Розраховуються радіуси решти цехів результати заносяться до табл. 2.6

Визначаємо радіуси кругів навантажень при даному масштабі. Для прикладу розраховуємо для робочої башти:

$$r_i = \sqrt{\frac{P_{mi}}{\pi \cdot m_p}},$$

де P_{mi} – розрахункова потужність i -го цеху;

m_p – масштаб навантаження;

Для прикладу проводиться розрахунок для робочої башти:

$$r_i = \sqrt{\frac{111,42}{3,14159 \cdot 0,32}} = 10,52 \text{ м}$$

Кут сектору освітлювального навантаження для формовочного цеху:

$$\alpha_1 = \frac{360 \cdot P_{mo}}{P_m}, \quad (2.24)$$

$$\alpha_1 = \frac{360 \cdot 30,78}{111,42} = 99,4.$$

Розрахунки по інших цехах зводимо до таблиці 2.6.

Координати центра електричних навантажень (ЦЕН) знаходять за формулами:

$$x_0 = \frac{\sum_{k=1}^N P_{mk} x_k}{\sum_{k=1}^N P_{mk}}, \quad y_0 = \frac{\sum_{k=1}^N P_{mk} y_k}{\sum_{k=1}^N P_{mk}}, \quad (2.25)$$

де x_k, y_k – координати геометричних центрів об'єктів на генплані підприємства: $x_0 = 35,19$ м, $y_0 = 40,01$ м

Наносимо на генеральний план підприємства ЦЕН, круги навантаження.

Таблиця 2.6

Дані для побудови картограми навантажень

п.п	Назва цеху	$P_{\Sigma}, \text{кВт}$	$P_{\text{мо}}$	X	Y	r, м	$\alpha_0, \text{град}$
1	Формовочний цех	111,42	30,78	44	49	10,52	99,4
2	Компресорна	19,36	4,56	62,5	56	4,38	84,79
3	Арматурний цех	68,52	20,52	54,5	51	8,25	107,81
4	Бетонно-змішувальний вузол	95,42	3,42	7	28	9,74	12,9
5	Полігон №1	142,56	10,56	20,5	49	11,99	26,7
6	Полігон №2	34,36	3,96	50	20	5,85	41,49
7	Полігон №3	36,48	5,28	75	22	6,02	52,1
8	Склад готової продукції	45,84	7,04	28	19	6,75	55,29
9	Адміністративні приміщення	8,04	5,94	76	55	2,82	265,9
–	ЦЕН	562,27	–	35,19	40,01	–	–

Оскільки ЦЕН розташовується на площі цеху, перенесемо встановлення ГПП в бік живлення від с/ст. системи

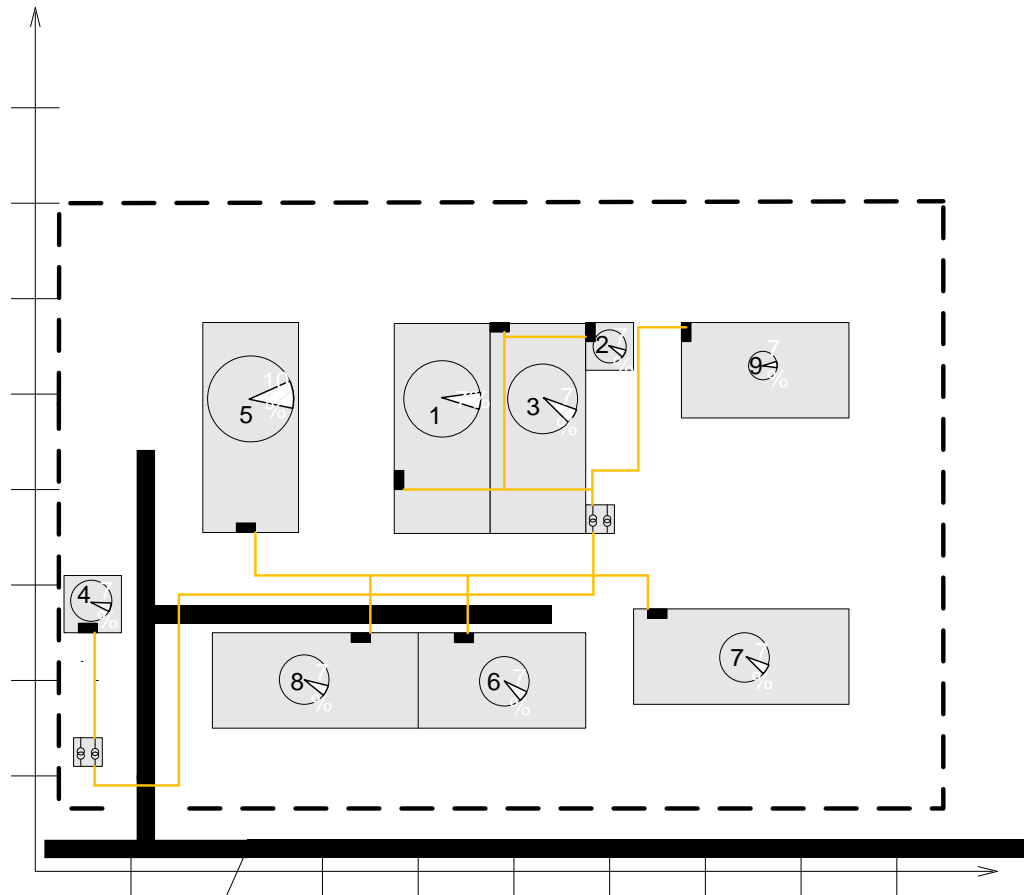


Рисунок 2.1 – Генплан підприємства з картограмою навантажень

2.3 Розрахунок електропостачання підприємства

2.3.1 Розрахунок зовнішнього електропостачання

Перерізи живильних ліній від енергетичної системи до ТП вибираємо за допустимим струмом. Розрахунок струмів цих ліній в номінальному режимі для прикладу для ТП1-630 кВА:

$$I_M = \frac{S_M}{\sqrt{3}U_{ном}}, \quad (2.26)$$

$$I_M = \frac{666,09}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 10} = 19,23 \text{ (A)};$$

В аварійному режимі:

$$I_{ж}^a = \frac{S_{ном.}}{\sqrt{3}U_{ном}} \quad (2.27)$$

$$I_M^a = \frac{630}{\sqrt{3} \cdot 10} = 36,37 \text{ (A)};$$

Переріз провідників вибираємо за економічною густиною струму:

$$S_{ек} = \frac{I_M}{J_{ек}}, \quad (2.28)$$

де $J_{ек}$ – економічна густина струму.

$$S_{ек} = \frac{19,23}{1,2} = 16,03$$

Вважаємо, що час $T_{маx}=4000$ год, тоді $J_{ек}=1,2$ А/мм².

2.3.2 Вибір схеми та основних елементів заводської мережі

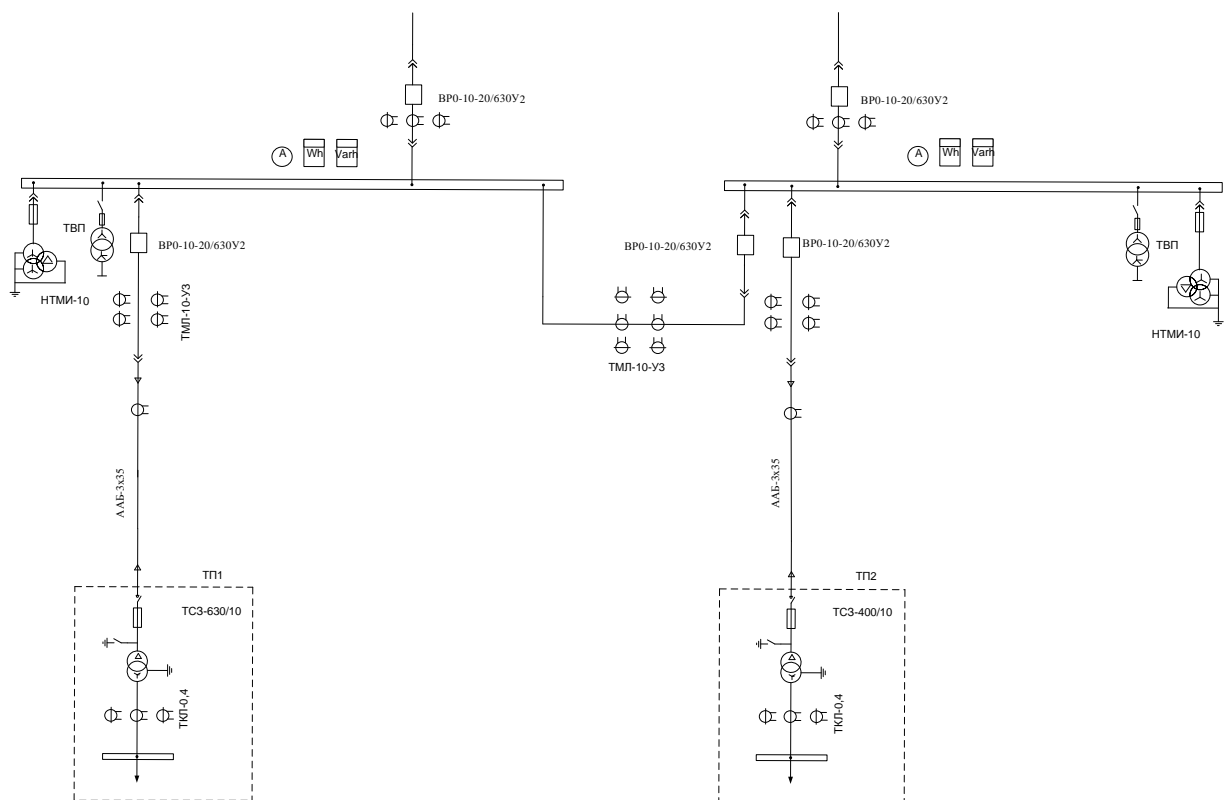


Рисунок 2.2. – Однолінійна схема електропостачання підприємства

На стороні 10 кВ за розрахованими раніше значеннями струму вибираємо

вакуумні вимикачі ВР0-10-20/630 з номінальними даними: номінальна

напруга вимикача $U_{ном} = 10$ кВ; номінальний струм вимикача $I_{ном.в} = 630$ А

$> I_{м.ав}$; номінальний струм відключення $I_{ном.відкл} = 12,5$ кА.

Для даної мережі вибираємо з ізоляцією із зшитого поліетилену з мідними жилами ПвП (3×35). Для решти споживачів розраховуємо аналогічно дані зводимо до таблиці 2,7.

Тому остаточно вибираємо вимикач ВР0-10-20/630.

Таблиця 2.7

Вибір кабелів на стороні 10 кВ

Лінія	I_M, A	I_M^a, A	Вимикач	$I_{ном.в} A$	Марка кабелю	$S_{ек}, мм^2$	$I_{доп} A$
С - ТП1	19,23'	36,37	ВР0-10-20/630	630	ПвП 3×35	16,03	166
С - ТП2	19,23	23,09	ВР0-10-20/630	630	ПвП 3×35	16,03	166

2.4. Розрахунок електропостачання цеху

2.4.1 Вибір схеми цехової мережі

Оскільки радіальні схеми забезпечують високу надійність електропостачання, то вибираємо радіальну схему цехової мережі, що зображено на рисунку в додатку В.

2.4.2 Вибір комутаційно-захисної апаратури та провідників цехової мережі

При виборі автоматичних вимикачів повинні виконуватись такі умови:

$$I_{н.розч} \geq K_{вдс} I_p; \quad (2.29)$$

$$I_{н.вдк} \geq I_{к.мах}^{(3)}; \quad (2.30)$$

$$I_{с.в} \geq K_n \cdot I_{п}; \quad (2.31)$$

де $I_{н.розч}$ - номінальний струм розчіплювача, А;

$I_{с.в}$ - струм спрацювання відсічки, А;

$K_{\text{ВДС}}$ - коефіцієнт відстроювання, що визначається з умов надійності відстроювання захисту від перевантажень і його неспрацювання (повернення) при (після) пуску або само запуску;

$I_{\text{М}}$ - розрахунковий струм окремого ЕП чи РП в цілому при $U_{\text{Н}} = 0,38$ кВ;

$K_{\text{Н}}$ - коефіцієнт надійності відстроювання струмової відсічки;

$I_{\text{П}}$ - піковий (пусковий) струм, А;

$I_{\text{Н.ВДК}}$ - номінальний струм спрацювання відключення, А;

$I_{\text{К.мах}}^{(3)}$ - струм трифазного КЗ, А.

Розрахунковий струм для лінії розраховується за формулою:

$$I_{\text{РЕП}} = \frac{S_{\text{РЕП}}}{\sqrt{3}U_{\text{Н}}};$$

Піковий струм визначаємо за формулою:

$$I_{\text{П}} = I_{\text{М}} - K_{\text{В}} I_{\text{Н.мах}} + I_{\text{П.мах}}; \quad (2.32)$$

де $I_{\text{Н.мах}}$, $I_{\text{П.мах}}$ - номінальний і піковий струми найбільш потужного ЕП, А;

$K_{\text{В}}$ - коефіцієнт використання найбільш потужного ЕП.

$$I_{\text{Н.мах}} = \frac{P_{\text{Н.мах}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{Н}} \cdot \cos\varphi}; \quad (2.33)$$

$$I_{\text{П.мах}} = 5 \cdot I_{\text{Н.мах}}; \quad (2.34)$$

Проводимо вибір автоматичних вимикачів з тепловими і електромагнітними розчіплювачами для усіх ліній, результати розрахунків заносимо в таблицю 2.8.

Перевірка вимикачів за умовою $I_{\text{Н.ВДК}} \geq I_{\text{К.мах}}^{(3)}$ буде здійснена далі у розділі розрахунку струмів КЗ в мережах напругою до 1000 В.

Відповідно вимог ПУЕ вибираємо такі способи прокладки кабельних ліній: від ТП до РП прокладка мідними кабелями ВВГ в кабельних каналах.

Вибираємо переріз проводів з умови

$$I_{\text{доп}} \geq \begin{cases} I_p & \text{для нормальних приміщень;} \\ 1,25 \cdot I_p & \text{для вибухонебезпечних приміщень.} \end{cases} \quad (2.35)$$

Для прикладу виберемо автоматичний вимикач для лінії від ТП до РП.

Розрахунковий струм для цієї лінії:

$$I_M = \frac{S_M}{\sqrt{3}U_H} = \frac{196,6 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380} = 299,05 \text{ (А)};$$

$$I_{\text{п.макс}} = 5 \cdot I_{\text{н.макс}} = 1495,25 \text{ (А)};$$

Вибираємо кабель марки АВВГ 4x185 у якого допустимий тривалий струм рівний $I_{\text{доп}} = 308 \text{ А}$. Також встановлюємо на лініях від РП до електроформовочної баді селективні автоматичні вимикачі серії ЕВ 100/3L 16А 3р з напівпровідниковим розчіплювачем, з номінальним струмом $I_{\text{ном.в}} = 16 \text{ А}$, та струмом розчеплення $I_{\text{н.розч}} = 16 \text{ А}$.

$$I_{\text{н.розч}} = 16 \text{ (А)} \geq K_{\text{ВДС}} \cdot I_M = 1,1 \cdot 10 = 11 \text{ (А)};$$

де $K_{\text{ВДС}} = 1,1$ для автоматичних вимикачів ЕВ 100/3L 16А 3р.

Струм спрацювання відсічки:

$$I_{\text{с.в}} = 90 \text{ (А)} \geq K_H \cdot I_{\text{п}} = 1,5 \cdot 50 = 75 \text{ (А)}.$$

Аналогічно проводимо вибір автоматичних вимикачів з тепловими і електромагнітними розчіплювачами для решти ліній, результати розрахунків заносимо в таблицю 2.8.

Вибір комутаційно-захисної апаратури і провідників

Таблиця 2.8.

Ділянка	$I_{ном}, A$	$I_{п}, A$	Тип АВ	$I_{ном}, A$	$I_{розч}, A$	$I_{св}, A$	$I_{н відк.}, kA$	Марка пров.	S, mm^2	Спосіб проклад.	$I_{доп}$
Мостовий кран ТВ=25%			ЕВ 250/3L250 А 3р	250	160	1000	16	2АВВГ	4(1x70)	в кабельних каналах	178
Електроформовочна бадя			ЕВ 100/3L 16А 3р	16	11	90	16	ВВГ	4(1x2,5)	в трубі	22
Пилка			ЕВ 250/3L 250А 3р	250	160	1500	16	ВВГ	4(1x70)	в трубі	162
Установка переднатягнення			ЕВ 100/3L 20А 3р	20	16	130	16	ВВГ	4(1x2,5)	в трубі	22
Контрольний пристрій дозрівання			ЕВ 100/3L 16А 3р	16	13	90	16	ВВГ	4(1x2,5)	в трубі	22
Майданчик обслуговування			ЕВ 250/3L 250А 3р	250	160	1000	16	ВВГ	4(1x70)	в трубі	162

2.4.3 Розрахунок струмів КЗ в мережах напругою до 1000 В і перевірка прийнятих рішень

Розрахунок струму короткого замикання здійснюємо згідно чинного державного стандарту ДСТУ ІЕС/TR 60909-4:2008. За допомогою даного стандарту знаходимо струми трифазних КЗ в системі низької напруги 400 В [8].

Розрахунок струмів короткого замикання проводиться з метою перевірки захисних апаратів за умовою комутаційної здатності.

Виконаємо розрахунок струмів короткого замикання для ділянки ТП - РП- ЕП
1. Складемо розрахункову схему.

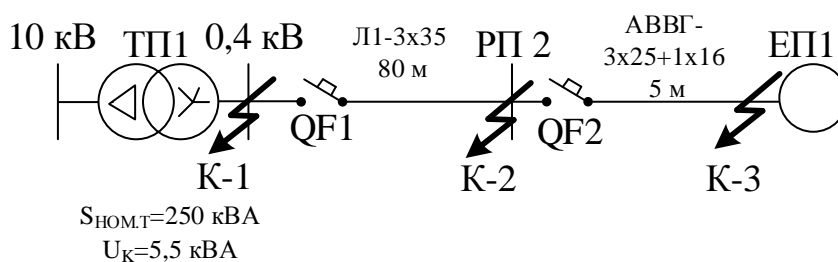


Рисунок 2.3. – Схема електропостачання ЕП-1 цеху

Для трансформатора ТМ-400/10; $S_{НОМ.Т} = 400$ кВА; $R_T = 1,5$ мОм, $X_T = 8,2$ мОм.

$$Z_T = \sqrt{R_T^2 + X_T^2} = \sqrt{1,5^2 + 8,2^2} = 8,3 \text{ (мОм)}; \quad (2.36)$$

Розрахуємо значення струму при трифазному металічному КЗ за формулою:

$$I_{К.маx}^{(3)} = \frac{1,05 \cdot U_{НОМ}}{\sqrt{3} \cdot Z_{\Sigma}}; \quad (2.37)$$

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

- для точки К1:

Струм трифазного КЗ на шинах ТПЗ від системи

$$I_{К.маx}^{(3)} = \frac{1,05 \cdot 380}{\sqrt{3} \cdot 8,3} = 27,75 \text{ (кА)};$$

Отже, вимикачі вибрані для установки на ТП відповідають умовам комутаційної здатності.

- для точки К2:

Максимальне значення струму КЗ на шинах РП1:

$$I_{K.max}^{(3)} = \frac{1,05 \cdot U_{НОМ}}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_T + R_{ПИТ} \cdot 1)^2 + (X_T + X_{ПИТ} \cdot 1)^2}}; \quad (2.38)$$

$$I_{K.max}^{(3)} = \frac{1,05 \cdot 380}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(1,5 + 0,85 \cdot 0,08)^2 + (8,2 + 0,339 \cdot 0,08)^2}} = 2,75 \text{ (кА)}.$$

Отже усі вимикачі які приєднані до РП1 та РП2 підходять по умові $I_{Н.ВІДК} \geq I_{K.max}^{(3)}$

.

Для перевірки чутливості захисту необхідно визначити струми однофазних КЗ для точок, зображених на рисунку 2.3.

$$I_K^{(1)} = \frac{U_{\phi.ном}}{\frac{Z_m^{(1)}}{3} + Z_{\phi-n} \cdot l}, \quad (2.39)$$

- для точки К2

$$I_K^{(1)} = \frac{220}{\frac{26,4}{3} + 3,35 \cdot 80} = 0,794 \text{ (кА)};$$

- для точки К3

$$I_K^{(1)} = \frac{220}{\frac{26,4}{3} + 3,35 \cdot 80 + 5,92 \cdot 16} = 0,592 \text{ (кА)};$$

Перевіримо чи виконується умова чутливості захисту:

$$I_{Н.розч} \leq \frac{I_{K.мін}^{(1)}}{3}$$

- для точки К2

$$I_{Н.розч} = 36 \text{ (А)} \leq \frac{I_K^{(1)}}{3} = \frac{794}{3} = 265 \text{ (А)};$$

- для точки КЗ

$$I_{H.розч} = 36(A) \leq \frac{I_K^{(1)}}{3} = \frac{592}{3} = 197(A);$$

Умови перевірки чутливості автоматичних вимикачів виконуються.

РОЗДІЛ 3

СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

3.1 Загальні відомості про пристрої компенсації реактивної потужності

Більшість електроприладів (двигуни, електромагнітні пристрої, освітлювальне устаткування тощо), а також засоби перетворення електроенергії (трансформатори, перетворювачі) внаслідок своїх фізичних властивостей потребують для роботи, крім активної енергії, реактивної потужності (РП), що протягом половини періоду основної частоти мережі спрямована у бік електроспоживача, а впродовж іншої половини періоду - у зворотний бік. Незважаючи на те, що на вироблення РП, активну потужність, а отже, і паливо безпосередньо не витрачають, її передавання по мережі супроводжується витратами активної енергії, які покриваються активною енергією генераторів (через додаткову витрату палива). Крім того, передавання РП додатково завантажує електричні мережі й встановлене в них устаткування (передусім, силові трансформатори), зменшуючи їх пропускну спроможність.

Якщо підприємство споживає 4 одиниці активної енергії й генерує 3 одиниці реактивної енергії, мережа завантажується на 25% більше, а втрати в ній стають на 56% більшими порівняно з режимом передавання тільки активної енергії. Водночас, реактивну енергію можна виробляти безпосередньо в місці споживання. Подібна практика поширена й відома під терміном "компенсація реактивної потужності" (КРП) - один з найефективніших способів забезпечення раціонального користування електроенергії. Так, за даними VDEW (Association of German Power Supply Companies), у розподільних електромережах Німеччини, завдяки КРП (до середньозваженого значення $\cos\varphi=0,9$), у 1999 році було зекономлено порядку 9 млрд кВт•год. активної енергії, що склало понад 20% від сумарної (36,4 млрд кВт•год.) обсягу транзитних втрат.

Таким чином, зменшення втрат активної енергії, обумовлених перетіканнями РП, є однією з основних енергоощадних технологій розподільних мереж електропостачання. Загалом, в енергосистемах для КРП застосовуються синхронні компенсатори й електродвигуни, а також конденсаторні установки (КУ)

Синхронні компенсатори можуть працювати в режимі генерування (режим збудження) і споживання РМ (недозбудження). Великі одиничні потужності (МВ·А) і гірші порівняно з КУ техніко-економічні показники, особливо в діапазоні невеликих (до 10 МВ·А) потужностей компенсації, практично унеможливають використання в мережах підприємств синхронних компенсаторів. Синхронні електродвигуни (СД) у режимі перезбудження також здатні генерувати РП, величина якої визначається завантаженням СД активною потужністю. Як показують дослідження, облік залежності вартості річних втрат електроенергії, обумовлених генерацією РП, і вплив на компенсаційну потужність завантаження СД робить використання для КРП низьковольтних СД будь-якої потужності, а також високовольтних СД потужністю до 1600 кВт не економічним.

Однак, оскільки системи КРП для зниження втрат, викликаних перетіканням РП, необхідно розташовувати якнайближче до навантаження, КУ є найпоширенішим засобом КРП саме в промислових системах електропостачання. Нині у мережах вітчизняних споживачів частка низьковольтних (до 1 кВ) конденсаторів становить 75-80 % від загального обсягу.

Таке широке застосування КУ як для індивідуальної, так і для групової компенсації пояснюється їхніми перевагами порівняно з іншими наявними способами КРП: невеликі, практично постійні за номінальної температури навколишнього середовища, питомі втрати їх активної потужності не перевищують 0,5 Вт на 1 кВАр компенсаційної потужності, тобто не більші

від 0,5% (для порівняння: у синхронних компенсаторах це значення сягає 10% номінальної потужності компенсатора, а в СД, що працюють у режимі перезбудження, - до 7%). Використання як компенсувальних пристроїв СД може призвести до негативного ефекту - витрати активної енергії на компенсацію можуть перевищити економію від зниження витрат на реактивну енергію. В КУ відсутні обертові частини; вони прості у монтажі й експлуатації; для їх встановлення необхідні відносно невисокі капіталовкладення; вони мають великий діапазон підбору необхідної потужності; їх можна встановлювати в будь-яких точках електромережі, вони безшумні у роботі. Крім того, на відміну від компенсаторів і синхронних двигунів, КРП за допомогою конденсаторів дає змогу розширити функціональні можливості пристроїв компенсації. Так, фільтрокомпенсувальні КУ (ФКУ) одночасно компенсують РП і частково придушують наявні у мережі гармоніки, що спотворюють синусоїдальність напруги, а симетрувальні установки на базі конденсаторних батарей (при відповідному конструктивному виконанні) дають змогу робити одночасно компенсувати РП і симетрувати навантаження мережі.

У загальному випадку зниження сумарних витрат на оплату електроенергії залежить від рівня КРП і величини тарифу (див. рисунок). На графіках наведені залежності для КБ і СД, побудовані для трьох диференційованих добових тарифів. Прийняті при побудові тарифні коефіцієнти (співвідношення між вартістю активної енергії в різний час доби: пік = 1,8; напівпік = 1,02; ніч = 0,3). Таким чином, ефективність КРП істотно підвищується зі зростанням тарифів на електроенергію й збільшенням змінності роботи устаткування. За допомогою КРУ можливі наступні види компенсації: Індивідуальна (нерегульована) - КУ розміщують безпосередньо біля електроспоживачів і комутують одночасно з ними. Оптимальна при компенсації одиничних, постійно приєднаних протягом тривалого часу

потужностей понад 20 кВт. Недоліки даного виду КРП - залежність часу під'єднання КУ від часу вмикання електроспоживачів і необхідність узгодження ємності КУ з індуктивністю компенсованого електроспоживача для запобігання виникненню резонансних явищ або застосування спеціальних схем під'єднання (перемикання з "зірки" на "трикутник", коли паралельно під'єднуються до обмоток двигуна три однофазні конденсатори).

Групова (також нерегульована). Застосовується при КРП декількох індуктивних навантажень, приєднаних до одного розподільного пристрою загальної КУ. З підвищенням коефіцієнта одночасності вмикання навантаження знижується потужність і підвищується ефективність роботи КУ, який можна встановлювати на стороні 0,4 кВ або 6 (10) кВ. Недоліки - роздільна комутація КУ й неповне розвантаження розподільних мереж підприємства від РП. Централізована (як правило, регульована). Для вузлів навантаження із широким діапазоном зміни споживання РП. Потужність КУ можна регулювати у функції реактивного струму навантаження, але для цього КУ повинна бути обладнана спеціальним автоматичним регулятором, а її повна компенсаційна потужність (що дорівнює РП установлених конденсаторів) поділена на щаблі, що комутуються окремо. Такі комплектні КУ називаються автоматизованими (АКУ). АКУ компенсують РП відповідно до її фактичного споживання. Сучасні автоматичні мікропроцесорні регулятори РП західноєвропейських виробників (насамперед Німеччини, Італії, Чехії, Фінляндії, Франції) за надійністю роботи аналогічні широко відомим споживачам маркам телевізорів Sony і фотоапаратів Kodak. Крім керування щаблями КУ, автоматичні регулятори РП вимірюють параметри якості електроенергії мережі з виведенням результатів на дисплей регулятора (у більшості типів автоматичних регуляторів, наприклад Prophi, BR6000, передбачена також опція передавання через інтерфейс результатів вимірювань у комп'ютер).

Комплектні КУ виготовляються з окремих, розташованих у металевих шафах, силових компенсаційних модулів, конструкція яких забезпечує взаємозамінність ідентичних елементів установки. Складають комплектні КУ на підприємстві-виготовлювачі, а на місці їхнього розміщення - тільки монтують і під'єднують шафи. КУ невеликої потужності випускаються в настінному виконанні. Розміщати КУ найкраще поблизу розподільного щита, тому що в цьому випадку спрощується їх приєднання. При дотриманні вимог ПУЕ комплектні КУ можна встановлювати безпосередньо у виробничих приміщеннях.



Рисунок 3.1 – Конденсаторна установка

Зауважимо, що виконання конденсаторів (конденсатори для КРП називають ще косинусними) багато в чому визначає надійність роботи КУ,

оскільки саме вони є елементом, що забезпечує КРП. Тому при замовленні КУ треба, передусім, звертати увагу на тип і марку виготовлювача застосовуваних косинусних конденсаторів (КК). Сучасні низьковольтні КК мають переважно металоплівкову структуру обкладок - напилювання шару металізації (однорідного, чистотою до 99%, алюмінію) товщиною близько десяти нанометрів на один з боків полімерної (поліпропіленової) плівки (тип МКР) або подвійну - двобічну металізацію конденсаторного паперу з наступним просоченням мінеральною оливою і прокладкою з полімерної плівки (тип МКV). Подібне виконання діелектричної системи дає змогу домогтися ефекту самовідновлення роботоздатності конденсатора при локальних пробоях діелектрика. Крім того, конструкція сучасних КК передбачає "сухе" (інертний газ) або нетоксичне компаудне заповнення об'єму корпусу й наявність убудованого запобіжника перевищення надлишкового внутрішнього тиску (розриву корпусу). При цьому надійність роботи КК буде повністю визначатися як якістю вихідного матеріалу (наприклад, у конденсаторах застосовуються спеціальні конденсаторні полімерні плівки, які мають підвищені, порівняно зі звичайними плівками, допуски на відхилення товщини), так і технологією їхнього виготовлення.

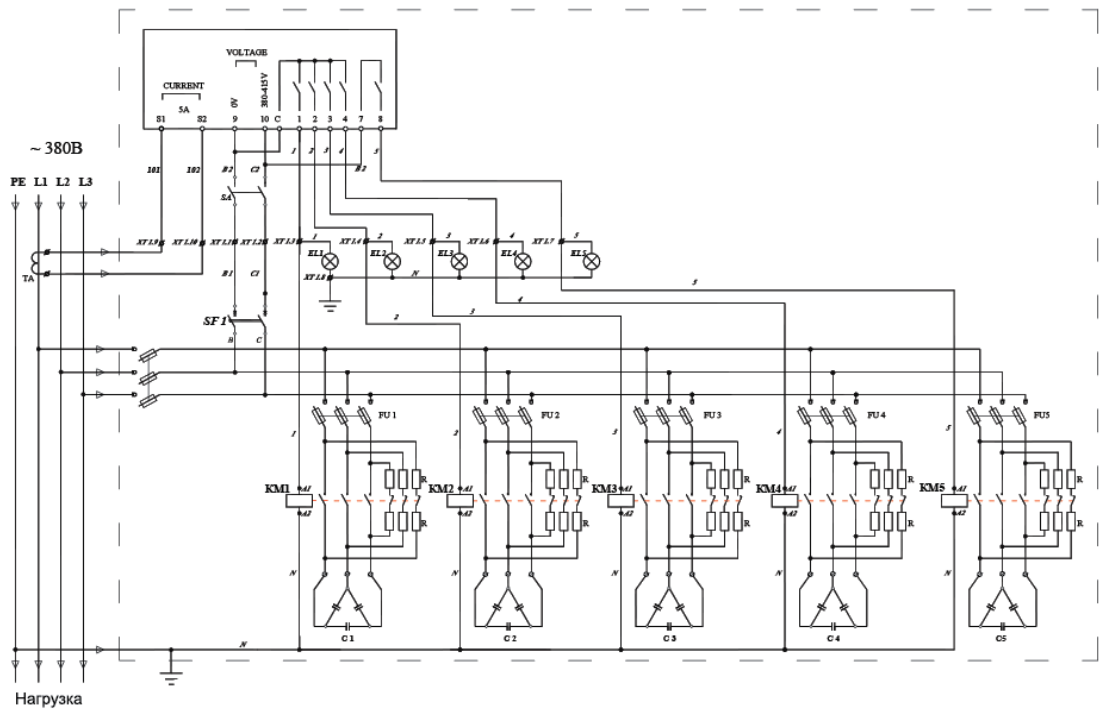


Рисунок 3.2 – Принципова електрична схема автоматичної конденсаторної установки

З огляду на зміни, що відбувається нині, в характері електроспоживання, особливо в електромережах низької (до 1 кВ) напруги, де різко зростає потужність нелінійного (різного виду перетворювачі, регульовані випрямлячі, блоки живлення комп'ютерів і офісного устаткування), а також однофазного навантаження, перед замовленням КУ варто комплексно виміряти параметри якості електроенергії у вузлах передбачуваного під'єднання установок за допомогою спеціального аналізатора якості електроенергії.

Якщо в результаті вимірювань буде зафіксоване перевищення сумарного рівня гармонічних спотворень (припустимого значення коефіцієнта спотворення синусоїдальності кривої напруги k_u - одного з показників якості електроенергії відповідно до ГОСТ 13109-97), для КРП потрібно застосовувати ФКУ, які, насамперед, запобігатимуть виходу з ладу КК внаслідок протікання через них високочастотних гармонік, а також оптимізуватимуть завантаження силових трансформаторів за рахунок

часткового зниження рівня наявних у мережі гармонік. Відповідно до рекомендації VDEW, ФКУ доцільно використовувати при частці нелінійних електроспоживачів (у тому числі перетворювачів) у приєднаній потужності навантаження понад 20%. До цього значення КРП здійснюють звичайними КУ, а якщо воно перевищує 50%, то необхідно встановлювати мережеві фільтри, налаштовані на фіксовані частоти гармонік (як правило, 5, 7, 11, 13-ту).

3.2 Розрахунок пристроїв компенсації реактивної потужності

Потужність Q_k , яку потрібно компенсувати (квар), визначається як різниця між фактичною найбільшою реактивною потужністю Q_{max} , навантаження підприємства і граничною реактивною потужністю Q_e , наданої підприємству енергосистемою з причин режиму її роботи.

$$Q_k = Q_{max} - Q_e = \alpha \cdot P_m (\operatorname{tg} \varphi_m - \operatorname{tg} \varphi_e), \quad (3.1)$$

де P_m – активна потужність найбільш завантаженої зміни;

$\operatorname{tg} \varphi_m$ – фактичний тангенс кута, відповідає потужності навантаження;

P_{max} ; Q_{max} ; $\operatorname{tg} \varphi_e$ – оптимальний тангенс кута, відповідає встановленим підприємством вимогам отримання від енергосистеми потужності P_{max} ; Q_e .

$$\operatorname{tg} \varphi_m = \frac{Q_{max}}{P_{max}} = \frac{255,1}{379,7} = 0,7, \quad (3.2)$$

$$Q_{max} = P_m \cdot \tan \varphi_m, \quad (3.3)$$

$$Q_k = 0,9 \cdot 379,97 (0,7 - 0,33) = 117 \text{ квар.}$$

Вибираємо компенсуючий пристрій типу УКРП-0,4-110-10УЗ за умови, що

$$Q_{k,пр} \leq Q_k, \quad (3.4)$$

$$Q_{k,пр} = 110 \text{ кВар,}$$

$$110 < 117 \text{ кВар.}$$

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ

У даній бакалаврській роботі розробляється схема електропостачання підприємства ТОВ «Поділля-залізобетон». Згідно ГОСТ 12.003-74, на ремонтний персонал, який обслуговує електроустаткування цехів підприємства, впливають наступні шкідливі та небезпечні виробничі фактори:

- фізичні:
 - підвищена запиленість та загазованість повітря робочої зони;
 - підвищена та понижена температура повітря робочої зони;
 - підвищена та понижена температура поверхні робочої зони;
 - підвищена та понижена рухомість повітря;
 - підвищена та понижена вологість повітря;
 - нестача природного освітлення;
 - недостатня освітленість робочої зони;
 - підвищений рівень шуму на робочому місці;
 - підвищений рівень вібрації;
 - небезпечний рівень напруги в електричному колі, замикання якого може виникнути через тіло людини.
- Психофізіологічні:
 - фізичні перевантаження (динамічні);
 - нервово-психічні перевантаження (монотонність праці, емоційне перевантаження).

4.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкту

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

електротравматизму – підвищеної небезпеки, у зв'язку із наявністю у цехах підвищеної запиленості, можливість контакту обслуговуючого персоналу з струмоведучими частинами. При обслуговуванні установки дотримуються основних правил техніки безпеки.

Технічні рішення щодо запобігання електротравмам:

1) Для запобігання електротравм від контакту з нормально-струмовідними елементами електроустаткування, необхідно:

- розміщувати неізольовані струмовідні 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 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.

Для забезпечення безпечного ведення робіт обслуговуючий персонал зобов'язаний суворо дотримуватись правил техніки безпеки при експлуатації, технічному обслуговуванні, ремонті електроустаткування підприємства.

Недотримання правил техніки безпеки може призвести до отримання травм та втрати працездатності.

Обладнання повинно бути надійно заземлене. Справність і опір контуру заземлення один раз на рік перевіряється. Всі обертові частини механізмів повинні мати добре закріплену огорожу.

Забороняється виконувати всі види ремонту під час роботи установки. Під час роботи, пов'язаної з дотиком до струмовідних частин необхідно вимкнути установку, унеможливити її увімкнення (слід зачинити і замкнути на замок засуви і шибери механізмів), а також вивісити плакат «Не вмикати! Працюють люди». Забороняється знімати огороження тих частин електродвигунів, що обертаються під час їх роботи.

4.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії

4.2.1 Мікроклімат

Параметри мікроклімату характеризуються такими показниками: температурою повітря і відносною вологістю повітря, швидкістю його переміщення, потужністю теплових випромінювань. Параметри мікроклімату наведено в таблиці 4.1

Таблиця 4.1

Нормування параметрів мікроклімату

Період року	Категорія робіт	Температура, °С	Відносна вологість	Швидкість руху повітря
Теплий	Важка - III	15-26	75	0,2-0,6
Холодний	Важка - III	13-20	75 при 24° С	Не більше 0,5

Основні заходи та засоби нормалізації параметрів мікроклімату:

- удосконалення технологічних процесів та устаткування (впровадження нових технологій, які не пов'язані з проведенням робіт в умовах інтенсивного нагріву дозволить зменшити виділення тепла у виробничі приміщення);
- раціональне розміщення технологічного устаткування (найкращим є розміщення обладнання, що виділяє тепло, в ізольованих приміщеннях або на відкритих майданчиках);
- автоматизація та дистанційне керування технологічними процесами;
- раціональна вентиляція, опалення та кондиціонування повітря;
- раціоналізація режимів праці та відпочинку;
- застосування теплоізоляції устаткування та захисних екранів;
- використання засобів індивідуального захисту (спецодяг повинен бути повітро- та вологопроникним, мати зручний крій; для роботи в екстремальних умовах застосовують спеціальні костюми з металізованої тканини; для захисту очей – окуляри; обличчя – маски з прозорим екраном).

4.2.2 Повітря робочої зони

Повітря робочої зони ТОВ «Поділля-Залізобетон» характеризується наявністю виробничого пилу. Уражаюча дія пилу в основному визначається дисперсністю (розміром частинок пилу), їх формою та твердістю, волокнистістю, питомою поверхнею. Шкідливість виробничого пилу обумовлена його здатністю викликати професійні захворювання легень, в першу чергу пневмоконіози.

Залежно від ступеня токсичності, фізико-хімічних властивостей, шляхів проникнення в організм, санітарні норми встановлюють гранично допустимі концентрації (ГДК) шкідливих речовин у повітрі робочої зони виробничих приміщень, перевищення яких неприпустиме.

Гранично допустимою концентрацією (ГДК) шкідливої речовини в повітрі робочої зони вважається така концентрація, вплив якої на людину в

разі її щоденної регламентованої тривалості не призводить до зниження працездатності чи захворювання в період трудової діяльності та у наступний період життя, а також не справляє негативного впливу на здоров'я нащадків.

За величиною ГДК шкідливих речовин на підприємстві відноситься до 4-го класу небезпеки (пил нетоксичний, ГДК понад 10,0 мг/м³, ГОСТ 12.1.007-76).

Основним методом захисту працюючих від впливу пилу є дотримання ГДК. При неможливості дотримання ГДК використовують організаційні, медико-профілактичні та технічні заходи й засоби захисту працюючих.

Основні заходи та засоби захисту від пилу:

– Організаційні заходи: обмеження мінімального віку працюючих (20 років) в умовах, що характеризуються підвищеною запиленістю; обмеження часу перебування в запилених приміщеннях; введення скороченого робочого дня.

– Медико-профілактичні заходи: проведення обов'язкового контролю за станом здоров'я працюючих при вступі й під час роботи (це виконується шляхом періодичних медичних оглядів).

– Технічні заходи та засоби:

а) Колективні: удосконалення технології, впровадження автоматизації, дистанційного керування (наприклад, застосування роботів-маніпуляторів при зварюванні, упакуванні сипучих продуктів), герметизація устаткування, вентиляція приміщень, зрошення, водяні завіси.

б) Індивідуальних: місцева витяжна вентиляція з очищенням повітря, протипилеві респіратори, окуляри з герметичною оправою.

4.2.3 Виробниче освітлення

Природне освітлення

В залежності від джерела світла промислове освітлення поділяється на:

Природне освітлення - освітленість приміщень світлом неба (прямого або відображеного), яке проникає через світлові проїми в зовнішніх огорожених конструкціях. По своєму спектральному складу воно є найбільш сприятливим. Природне освітлення характеризується коефіцієнтом природної освітленості КПО (ϵ). КПО – відношення природного освітлення, яке створюється в деякій точці заданої площини всередині приміщення світлом неба, до значення зовнішньої горизонтальної освітленості.

КЕО при природному та сумісному освітленнях.

Характеристика зорової роботи – роботи середньої точності;

Розряд – IV;

Підрозряд зорової роботи – а;

Контраст об'єкту розпізнавання – незалежно від характеристик фону і контрасту об'єкту з фоном;

Характеристика фону – незалежно від характеристик фону і контрасту об'єкту з фоном;

Бокове КЕО, %:

– природне 1,5;

– суміщене 0,9

Основною величиною для розрахунку і нормування природного освітлення є коефіцієнт природної освітленості (КПО). Прийняте роздільне нормування КЕО для бічного і верхнього освітлення. Ті місця, що освітлюється тільки бічним світлом, нормується мінімальне значення КЕО в межах робочої зони, що повинно бути забезпечене в точках, найбільше віддалених від вікна. Нормоване значення КПО, e_N , для даного виробничого приміщення розраховуємо за формулою:

$$e_N = e_H \cdot m_N,$$

m_N - коефіцієнт світлового клімату, $m_N = 0,9$.

e_H – значення КПО.

N – номер групи забезпеченості природним світлом (IV).

Природне:

$$e_N = 1,5 \cdot 0,9 = 1,4\%$$

Суміщене:

$$e_{nc} = 0,9 \times 0,9 = 0,81\%$$

Суміщене освітлення приміщень виробничих будинків слід передбачати:

а) для виробничих приміщень, в яких виконуються роботи I-III розрядів;
 б) для виробничих та інших приміщень у випадках, коли за умов технології, організації виробництва або клімату в місці будівництва необхідні об'ємно-планувальні рішення, які не дозволяють забезпечити нормоване значення КПО (багатоповерхові будинки великої ширини тощо), а також у випадках, коли техніко-економічна доцільність суміщеного освітлення порівняно з природним підтверджена відповідними розрахунками;

в) відповідно до нормативних документів з будівельного проектування будинків і споруд окремих галузей промисловості, затверджених в установленому порядку.

Штучне освітлення.

Штучне освітлення буває двох систем: загальне або комбіноване. Загальне освітлення - освітлення, при якому світильники розміщуються у верхній зоні приміщення рівномірно або пристосувальне до розташування обладнання. Комбіноване освітлення - додаткове освітлення, при якому до загального освітлення додається ще й місцеве. Місьцеве освітлення - освітлення, яке створюється світильниками, концентруючими світловий потік безпосередньо на робочих місцях.

Штучне освітлення, лк:

– загальне 750лк;

Для забезпечення нормативного значення e_{min} передбачено:

–штучне освітлення в приміщенні цеху забезпечується світильниками типу LED FL-10.

4.2.4 Виробничий шум

Допустимі норми виробничого шуму на робочих місцях наведені у таблиці 4.2

Таблиця 4.2

Рівень звукового тиску

Характер робіт	Допустимі рівні звукового тиску (дБ) в стандартизованих октавних смугах з середньо геометричними частотами, Гц.								
	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Постійні робочі місця у виробничих приміщеннях та на території підприємств	107	95	87	82	78	78	73	71	69

Шум несприятливо впливає на людину. У робітників, які мають справу з гуркотливими машинами та механізмами, виникають стійкі порушення слуху, що нерідко призводить до професійних захворювань (глухуватості і глухоти). Найбільша втрата слуху спостерігається протягом перших десяти років роботи, і з плином часу ця небезпека зростає. Тривала дія шуму на організм людини призводить до розвитку хронічної перевтоми, зниження працездатності, виникнення таких симптомів як поганий сон, сонливість, зниження слуху, порушення терморегуляції. Усе це може спричинити аварію на виробництві. Короткочасний, навіть одноразовий вплив шуму високої інтенсивності може спричинити повну загибель спірального органу або розрив барабанної перетинки, що супроводжується почуттям закладеності та різким болем у вухах. Наслідком баротравми нерідко буває повна втрата слуху. Шум впливає на систему травлення і кровообігу, серцево-судинну систему.

Одним з важливих профілактичних засобів попередження стомлення при дії шуму є чергування періодів роботи і відпочинку. Відпочинок знижує негативний вплив шуму на працездатність лише в тому випадку, якщо його

тривалість та кількість відповідають умовам, в яких відбувається найефективніше відновлення нервових центрів.

Важливе значення у попередженні розвитку шумової патології мають попередні (під час прийняття на роботу) і періодичні (протягом трудової діяльності) медичні огляди. Згідно з наказом Міністерства охорони здоров'я України від 21.05.2007 № 246 «Про затвердження Порядку проведення медичних оглядів працівників певних категорій» таким оглядам підлягають особи, які працюють на виробництвах, де шум перевищує гранично допустимий рівень, тобто умови праці є шкідливими згідно з наказом Міністерства охорони здоров'я України від 08.04.2014р.№248 Про затвердження Державних санітарних норм і правил «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу».

Для забезпечення допустимих параметрів шуму в приміщенні, проектом передбачено засоби колективного захисту: акустичні, архітектурно-планувальні й організаційно-технічні.

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 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.

На даному підприємстві присутня вібрація типу – 3-а, тобто технологічна вібрація, яка діє на персонал підприємства, або яка передається на робочі місця, не маючи джерел випромінювання.

Основні параметри вібрації: значення віброприскорення та віброшвидкості, логарифмічні рівні наведені у таблиці 4.3.

Таблиця 4.3

Середньоквадратичні значення віброприскорення та віброшвидкості

Категорії вібрації по санітарним нормам	Напрямок дії	Нормативні, корекційовані по частоті та еквівалентні корекційовані значення			
		Віброприскорення		Віброшвидкість	
		м·с ⁻²	дБ	м·с ⁻² ·10	дБ
Загальна	Z ₀ , Y ₀ , X ₀	0,1	100	0,2	92

До організаційно-технічних заходів щодо обмеження несприятливого впливу виробничої вібрації на працюючих відносять:

- зменшення вібрації у джерелі виникнення конструктивними і технологічними методами при розробці нових та модернізації існуючих машин;

- зменшення вібрації на шляху розповсюдження засобами віброізоляції та вібропоглинанням, наприклад, за рахунок застосування спеціальних сидінь, майданчиків з пасивною пружиною ізоляцією, гумових, поролонових та інших вібропоглинаючих матеріалів, мастил тощо;

- своєчасне проведення планового та попереджувального ремонту машин з обов'язковим післяремонтним контролем вібраційних характеристик;

- використання машин відповідно до їх призначення, передбаченого нормативно-технічною документацією;

- своєчасне проведення ремонту профілів шляхів та поверхонь для переміщення машин, їх покриттів, кріплень підтримуючих конструкцій та інше, що впливають на вібраційні характеристики машин;
- виключення контакту працюючих з поверхнями, що вібрують, за межами робочого місця чи робочої зони (встановлення захисних засобів, сигналізацій, блокування, попереджувальних написів та інше);
- не дозволяється обладнання постійних робочих місць без амортизуючих сидінь;
- до експлуатації повинні допускатися тільки справні машини, що відповідають вимогам даних норм.

4.3. Пожежна безпека

Приміщення ТОВ «Поділля-Залізобетон», система електропостачання якого проектується, відносять до категорії Г (негорючі речовини і матеріали у гарячому, розпеченому або розплавленому стані, процес обробки яких супроводжується виділенням променистого тепла, іскор та полум'я (зварювальні роботи); горючі гази (ГГ), рідини та тверді речовини, що спалюються або утилізуються як паливо).

Будівлі, де розташоване виробництво, характеризується III ступенем вогнестійкості.

До III ступенем вогнестійкості відносяться будівлі з штучними та захисними конструкціями з природних та штучних кам'яних матеріалів, бетону, залізобетону. Для перекриття допускається застосування дерев'яних інструкцій, захищених штукатуркою або важкогорючими листовими, а також нитковими матеріалами. До елементів покриття висуваються вимога по межах огнестійкості та межах розповсюдження полум'я; при цьому елементи укриття з деревини піддаються вогнезахисній обробці.

Межі вогнестійкості занесені у таблицю 4.4.

У чисельнику вказуються межі вогнестійкості будівельних конструкцій;
у знаменнику - межі розповсюдження полум'я по них.

Таблиця 4.4

**Мінімальні межі вогнестійкості будівельних конструкцій і
максимальні межі розповсюдження полум'я по них.**

Ступінь вогнестійкості будівлі	Стіни				Колони	Сходові площадки, балки, косоури, марші сходових кліток	Плити, настили (з утеплювачем), несучі конструкції перекриття	Елементи перекриття	
	Несучі	Самонесучі	Зовнішні несучі	Внутрішні несучі (перегородки)				Плити, настили, прогони	Балки, ферми, арки, рами
III	1/0	0,5/0	0,2/40	0,2/40	0,25/0	1/0	0,25/0	0,25/25	0,25/0

В таблиці 4.5 приведені протипожежні перешкоди і мінімальні межі їх
огнестійкості

Таблиця 4.5

Протипожежні перешкоди і мінімальні межі їх вогнестійкості

Номер п/п	Протипожежна перешкода	Типи протипожежних перешкод або їх елементів	Мінімальні межі вогнестійкості протипожежних перешкод або їх елементів год
1	Протипожежні стіни	1	2.5
2	Протипожежні перегородки	1	0.75
3	Протипожежні перекриття	2	1
4	Протипожежні вікна і двері	2	0.6

Мінімальні відстані між будівлями і спорудами відповідно до III ступеня вогнестійкості становлять 12 м.

Пожежна безпека об'єктів забезпечується шляхом проведення організаційних, технічних та інших заходів, спрямованих на попередження пожеж, забезпечення безпеки людей, зниження можливих майнових втрат і зменшення негативних екологічних наслідків у разі їх виникнення, створення умов для швидкого виклику пожежних підрозділів та успішного гасіння пожеж.

Забезпечення пожежної безпеки в службах, відділах та структурних підрозділах покладається на їх керівників та уповноважених керівниками осіб (далі - відповідальні за забезпечення пожежної безпеки).

Відповідальні за забезпечення пожежної безпеки зобов'язані:

- розробляти комплексні заходи щодо забезпечення пожежної безпеки, впроваджувати досягнення науки і техніки, позитивний досвід;
- відповідно до нормативних актів з пожежної безпеки розробляти інструкції та інші нормативні акти, що діють у межах підрозділу, здійснювати постійний контроль за їх додержанням;
- забезпечувати додержання протипожежних вимог стандартів, норм, правил, а також виконання вимог приписів (постанов) органів державного пожежного нагляду, відділу охорони праці, об'єктової пожежної частини;
- організовувати навчання працівників правилам пожежної безпеки та пропаганду заходів щодо їх забезпечення;
- утримувати у справному стані засоби протипожежного захисту і зв'язку, обладнання та інвентар, не допускати їх використання не за призначенням;
- подавати на вимогу державної пожежної охорони відомості та документи про стан пожежної безпеки об'єктів;
- здійснювати заходи щодо впровадження автоматичних засобів виявлення та гасіння пожеж;

- своєчасно інформувати пожежну охорону про несправності систем протипожежного захисту, водопостачання, а також про закриття доріг і проїздів на своїй території;
- проводити службове розслідування випадків пожеж.

Будівництво, реконструкція, технічне переоснащення об'єктів виробничого та іншого призначення, впровадження нових технологій може проводитися лише після одержання від органів державного пожежного нагляду позитивних результатів експертизи (перевірки) проектної та іншої документації на відповідність нормативним актам з пожежної безпеки.

Експлуатація нових, реконструйованих виробничих, жилих та інших об'єктів, впровадження нових технологій, оренда будь-яких приміщень, будівель та споруд без дозволу органів державного пожежного нагляду забороняється. Усі види протипожежного устаткування, що застосовуються для запобігання пожежам і їх гасіння, повинні мати державний сертифікат відповідності. Виконання робіт протипожежного призначення здійснюється підприємствами та приватними особами, які одержали на це спеціальний дозвіл (ліцензію).

За невиконання приписів та постанов державного пожежного нагляду, відділу охорони праці посадові, об'єктові пожежної частини особи та працівники несуть відповідальність відповідно до чинного законодавства.

Усі працівники при прийнятті, на роботу і за місцем роботи повинні проходити інструктажі з питань пожежної безпеки (далі – протипожежні інструктажі). Протипожежні Інструктажі поділяються на вступний, первинний, повторний на робочому місці, позаплановий та цільовий.

Особи, яких приймають на роботу, пов'язану з підвищеною пожежною небезпекою, повинні попередньо (до початку самостійного виконання роботи) пройти спеціальне навчання (пожежно-технічний мінімум).

Працівники, зайняті на роботах з підвищеною пожежною небезпекою, один раз на рік мають проходити перевірку знань відповідних нормативних актів з пожежної безпеки.

Посадові особи до початку виконання своїх обов'язків і періодично один раз на три роки повинні проходити навчання і перевірку знань з питань пожежної безпеки.

Допуск до роботи осіб, які не пройшли навчання, протипожежного інструктажу і перевірки знань з питань пожежної безпеки, забороняється.

Діючі нормативні акти про пожежну безпеку ТОВ «Поділля-залізобетон»:

1. Щорічний наказ про відповідальність за забезпечення пожежної безпеки керівниками: відділів, цехів, дільниць, лабораторій.
2. Наказ про забезпечення проведення вступного, первинного, повторних інструктажів.
3. Наказ про забезпечення проведення вогневих робіт на ТОВ «Поділля-залізобетон».
4. Наказ про створення і роботи пожежно-технічної комісії на ТОВ «Поділля-залізобетон».
5. Наказ про створення і роботи добровільно–пожежної дружини на ТОВ «Поділля-залізобетон».
6. Наказ що до вимог і утримання протипожежного режиму на ТОВ «Поділля-залізобетон».
7. Наказ про порядок паління на ТОВ «Поділля-залізобетон».

Висновки

Було розроблено проект електропостачання підприємства ТОВ «Поділля-залізобетон». В результаті розрахунку, були отримані всі необхідні дані для вибору проводів, вимикачів та кабелів живлення електроприймачів та самого підприємства. Було запропоновано схему живлення підприємства та кожного цеха. Було вибрано всі автоматичні вимикачі для захисту електричного обладнання від струмів короткого замикання, також були вибрані перерізи кабелів, які живлять все електричне навантаження.

Було вибрано вимикачі та кабельні лінії напругою 10 (кВ), виконана перевірка за вимикаючою здатністю вимикачів під час аварійних ситуацій, та перевірено переріз кабелю на термічну стійкість до струмів короткого замикання.

У розділі №3 було виконано розрахунок компенсації реактивної потужності підприємства.

ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА

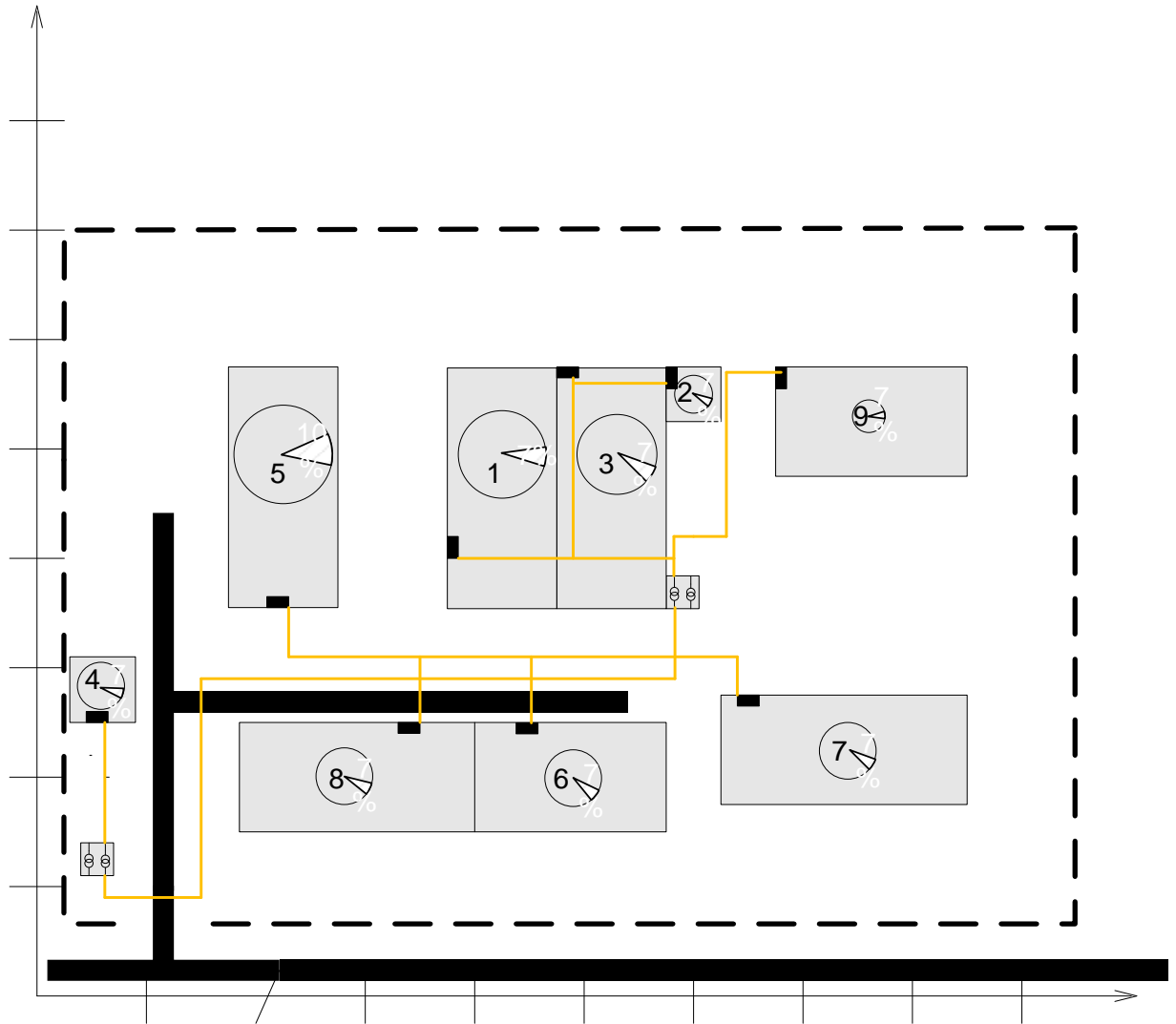
1. Бурбело Михайло Йосипович. Проектування систем електропостачання. Приклади розрахунків: навчальний посібник - 2-ге вид., перероб. і доп. / М.Й. Бурбело. –Вінниця: УНІВЕРСУМ, 2005 – 148 с. ISBN 966-641-145-8.
10. СН 357-77 Инструкция по проектированию силового и осветительного электрооборудования промышленных предприятий.
11. РД 153-34.0-15.501-00 Контроль качества электрической энергии
12. Силові трансформатори [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.bisik.kiev.ua/uk/transformers>
13. Вимикачі навантаження [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://001.com.ua/uk/vymykachi-navantazhennya-c756>
14. Соснин О. М. Основы автоматизации технологических процессов и производств/ О. М. Соснин, - Москва: Издательский центр «Академия», 2007. – 240с.
15. Втюрин В. А. Основы АСУТП/ В. А. Втюрин, - Санкт-Петербург: «БХВ-Петербург», 2006.
16. Видмиш А. А., Трошин О. І. Теорія електропривода. Лабораторний практикум/ А. А. Видмиш, О. І. Трошин, - Вінниця: ВНТУ 2003.
17. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень ДСН 3.3.6.042-99.
2. Справочник по проектированию электроснабжения / Ю.Г. Барыбин, И.С. Бабахаян, А.А. Бейдер [та ін.] // . – Москва: Энергоатомиздат, 1990 – 576 с. ISBN 5-283-01032-5.
3. Правила улаштування електроустановок. - 5-те вид., переробл. й доповн. - Х .: Міненерговугілля України, 2014.
4. Неклепаев Борис Николаевич. Электрическая часть электростанций и подстанций / Б. Н. Неклепаев, И. П. Крючков. – Москва: Энергоатомиздат, 1989 – 607 с. ISBN 5-283-01086-4.
5. Справочник по электроснабжению и электрооборудованию. /Под ред.. А.А. Федорова. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – Т.1 – 580с., Т.2 – 591 с.
6. РТМ 36.18.32.4-92 Указания по расчету электрических нагрузок.

7. ГОСТ 14209-97 Руководство по нагрузке силовых масляных трансформаторов.
8. ДСТУ ІЕС/TR 60909-4:2008 (ІЕС/TR 60909-4:2000, ІDT) Національний стандарт України. Струми короткого замикання в трифазних системах змінного струму. Частина 4. Приклади обчислення сили струму короткого замикання.
9. СН 174-75 Инструкция по проектированию электроснабжения промышленных предприятия.

ДОДАТКИ

Додаток А

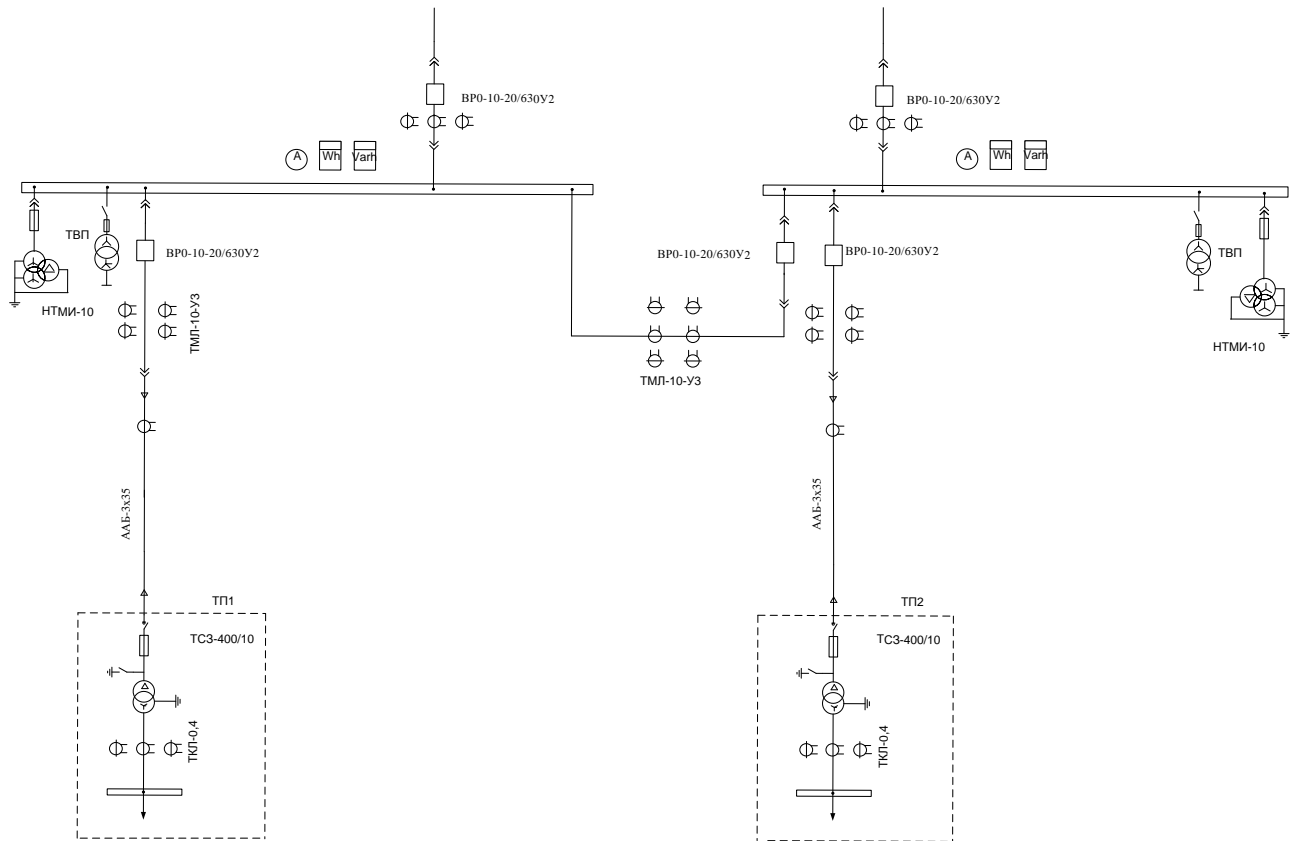
Генеральний план підприємства ТОВ «Поділля-залізобетон»



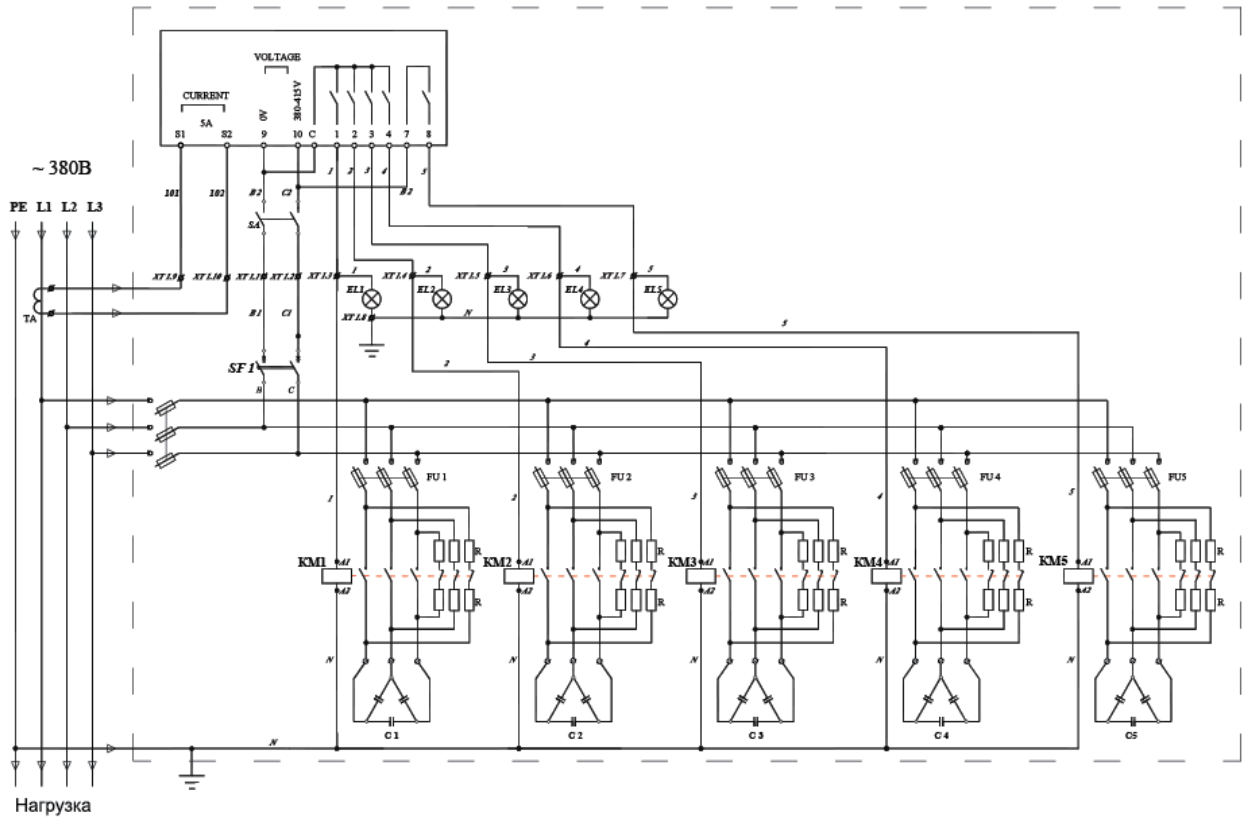
						08 – 17.БР.06.00.000		

Додаток Б

Однолінійна схема електропостачання



						08 – 17.БР.06.00.000		
<i>Зм</i>	<i>Вим</i>	<i>№ документа</i>	<i>Дата</i>	<i>Підпис</i>	Однолінійна схема електропостачання	<i>Літера</i>	<i>Маса</i>	<i>Маси.</i>
<i>Виконав</i>	Ратушняк М В					у		
<i>Перевірів</i>	Кравець О М							
<i>Рецензент</i>						<i>Лист 2</i>	<i>Листів 5</i>	
<i>Нормоконтроль</i>						ВНТУ Е-176 мс		



					08 – 17.БР.06.00.000			
Зм	Вим	№ документа	Дата	Підпис	Принципова електрична схема автоматичної конденсаторної установки	Літера	Маса	Масш.
Виконав	Ратушняк М В					У		
Перевірів	Кравець О М							
Рецензент						Лист 4	Листів 5	
Нормоконтроль						ВНТУ Е17-6 мс		