

ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
(повне найменування вищого навчального закладу)
Факультет електроенергетики та електромеханіки
(повне найменування інституту)
Кафедра електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного
(повна назва кафедри)
менеджменту

**Пояснювальна записка
до бакалаврської дипломної роботи**

Бакалавр
(освітній ступінь)

на тему: Підвищення енергоефективності Електропостачання приватного
підприємства “ФОП Нагорний Віталій Васильович” села Немії Могилів-
Подільського району

Виконав: студент 4 курсу, групи Е-18мс
Освітня програма “Електроенергетика та електротехніка»
(шифр і назва ОП)

Спеціальність 141 – Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка
(шифр і назва спеціальності)

Богородіченко В.А.
(прізвище та ініціали)

Керівник Бабенко О.В.
(прізвище та ініціали)

Рецензент _____
(прізвище та ініціали)

ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет електроенергетики та електромеханіки

Кафедра електротехнічних систем електроспоживання та енергетичного менеджменту

Освітній ступінь – бакалавр

Спеціальність 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри ЕСЕЕМ
проф. Бурбело М.Й.

« _____ » _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ
НА БАКАЛАВРСЬКУ ДИПЛОМНУ РОБОТУ
Богородіченко Вадиму Анатолійовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Підвищення енергоефективності Електропостачання приватного підприємства “ФОП Нагорний Віталій Васильович” села Немії Могилів-Подільського району керівник роботи Бабенко Олексій Вікторович, к.т.н., доц,
затверджені наказом по ВНТУ від «06» березня 2020 року, №75
2. Строк подання студентом роботи «02» червня 2020 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; відомості про перспективу розвитку підприємства.
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки.

Анотація.

Вступ.

1. *Загальні відомості про підприємство*

1.1 Короткий опис технологічних процесів

1.2 Відомості про електроспоживачів та їх характеристика

2. *Аналіз системи електропостачання підприємства*

2.1 Розрахунок навантажень цехової мережі

2.2 Розрахунок навантажень підприємства

2.3 Вибір та розміщення підстанцій

2.4 Вибір схеми та основних елементів заводської мережі

2.5 Розрахунок електропостачання цеху

3. *Заходи з підвищення енергоефективності електропостачання*

3.1 Заходи з енергозбереження у сфері електропостачання

3.2 Підвищення енергоефективності електропостачання приватного підприємства “ФОП Нагорний Віталій Васильович”

4. Охорона праці

4.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкту

4.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії

4.3 Пожежна безпека

ВИСНОВКИ

Література

5. Перелік графічного матеріалу.

– Генплан підприємства із картограмою навантажень і розподільною мережею

– План цеху і силової мережі

– Розрахунково-монтажна таблиця

– Однолінійна схема електропостачання підприємства

– Креслення із спецпитання

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання «__» _____ 202__ року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Студент

(підпис)

Богородіченко В.А.

(прізвище та ініціали)

Керівник бакалаврської
дипломної роботи

(підпис)

Бабенко О.В.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

УДК 621. 311

Анотація

Богородіченко В.А. Підвищення енергоефективності Електропостачання приватного підприємства “ФОП Нагорний Віталій Васильович” села Немії Могилів-Подільського району бакалаврська дипломна робота – Вінниця, ВНТУ, 2020.

Розроблена система електропостачання 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.

Розроблено заходи з підвищення енергоефективності електропостачання.

Рис. 9

Табл. 18

Бібл. 11

С. 55

УДК 621. 311

Аннотация

Богородиченко В.А. Повышение энергоэффективности Электроснабжение частного предприятия "ФЛП Нагорный Виталий Васильевич" села Немии Могилев-Подольского района бакалаврська дипломна робота – Винница, ВНТУ, 2020.

Разработана система электроснабжения на основе анализа электрических нагрузок. Сделан выбор проводов и кабелей, коммутационных и защитных аппаратов, распределительных устройств. Сделан выбор оптимального количества и мест размещения трансформаторных подстанций с расчетом мощности трансформаторов.

Разработаны мероприятия по повышению энергоэффективности электроснабжения.

Рис. 9

Табл. 18

Библ.11

С. 55

Зміст

Вступ.....	7
1 Загальні відомості про підприємство	9
1.1 Короткий опис технологічних процесів	9
1.2 Відомості про електроспоживачів та їх характеристика	9
2 Аналіз системи електропостачання підприємства	13
2.1 Розрахунок навантажень цехової мережі.....	13
2.2 Розрахунок навантажень підприємства.....	16
2.3 Вибір та розміщення підстанцій.....	18
2.3.1. Вибір цехових ТП.....	18
2.3.2. Вибір місць для розміщення підстанцій.....	19
2.4. Вибір схеми та основних елементів заводської мережі	23
2.5. Розрахунок електропостачання цеху.....	24
2.5.1 Вибір схеми цехової мережі.....	24
2.5.2 Вибір комутаційно-захисної апаратури та провідників цехової мережі.	25
3 Заходи з підвищення енергоефективності електропостачання	30
3.1 Заходи з енергозбереження у сфері електропостачання	30
3.2 Підвищення енергоефективності електропостачання приватного підприємства “ФОП Нагорний Віталій Васильович”	31
3.3 Зниження втрат енергії в трансформаторах внаслідок вирівнювання графіків електричних навантажень	35
3.4 Економія електроенергії методами компенсації реактивної потужності...	39
4 Охорона праці.....	43
4.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкту	43
4.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії	46
4.3 Пожежна безпека	51
Висновки	54
Література	55

ВСТУП

Актуальність теми. Завдання доцільного розподілу електроенергії на підприємствах промисловості, які є основними приймачами електроенергії в Україні, ускладнюються постійно зростаючими вимогами до якості електроенергії та до надійності електропостачання.

Використанням надійних та економічних схем електропостачання, сучасних способів транспортування електроенергії, компенсації реактивної потужності і зменшення втрат досягається підвищенням технічного рівня методів проектування систем електропостачання промислових підприємств.

Прийняття проектних рішень безпосередньо впливає на об'єм та трудомісткість монтажних робіт, зручність і безпечність експлуатації електротехнічних установок систем електропостачання.

Системи електропостачання промислових підприємств створюються для забезпечення живлення електроенергією промислових приймачів, до яких відносяться електродвигуни різних машин і механізмів, електричні печі, апарати та машини для електричного зварювання, освітлювальні установки тощо.

Сучасні системи електропостачання промислових підприємств повинні забезпечувати необхідну ступінь надійності електропостачання, якість електроенергії на затискачах електроприймачів; забезпечувати економію електроенергії та інших матеріальних ресурсів.

Безперебійність електропостачання забезпечується вибором найбільш якісних електричних установок, силових трансформаторів, кабельно-провідникових виробів, відповідністю електричних навантажень в звичайних й аварійних режимах номінальним навантаженням цих елементів, використанням та структурного резервування, пристроїв автоматики й релейного захисту.

Об'єктом даної бакалаврської роботи є ФОП «Нагорний В.В.»

Мета роботи – розробити заходи з підвищення енергоефективності електропостачання підприємства.

Задачі дослідження. Головним завданням під час виконання роботи є ефективний та економічно обґрунтований вибір схеми електропостачання підприємства.

Методи розрахунку. В роботі використані сучасні методи проектування системи електропостачання, загальні закони електротехніки, методи математичного аналізу.

Предметом дослідження є проектні рішення для побудови економічної системи електропостачання підприємства «ФОП Нагорний Віталій Васильович».

Наукова новизна одержаних результатів. Обґрунтовано ефективність комплексного застосування заходів з енергозбереження: вирівнювання графіків навантажень та компенсація реактивної потужності, яка підтверджується математичним моделюванням і дозволяє підвищити енергоефективність електропостачання підприємства.

Апробація результатів бакалаврської дипломної роботи. Основні теоретичні положення й найвагоміші практичні результати виконаного дослідження були пов'язані з результатами, опубліковано в тезах доповіді [12].

1 ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ ПРО ПІДПРИЄМСТВО

1.1 Короткий опис технологічних процесів

Підприємству ФОП «Нагорний В.В.» вдалося поєднати автоматизацію виробництва хліба, ручну працю й високу якість продукції. Саме збереження класичних технологій та ручної праці на окремих етапах виробництва дозволяло досягати високих смакових якостей виробів. У виробництві продукції традиційно не застосовують жодних хімікатів й консервантів. Політика підприємства спрямована, перш за все, на оздоровлення людей. На цьому і будується власний неповторний стиль підприємства та його репутація в регіоні.

На сьогодні ФОП «Нагорний В.В.» - це підприємство, яке забезпечене високопродуктивними технологіями виробництва. Якість кожного етапу виробництва ретельно контролюється.

ФОП «Нагорний В.В.» не зупиняється на досягнутому, постійно вдосконалює систему контролю над якістю продукції, упроваджує новітні технології у виробництво, розширює асортимент, робить усе можливе, щоби задовольнити смак і запити, навіть найвибагливішого споживача

1.2 Відомості про електроспоживачів та їх характеристика

Згідно ПУЕ [1] приймачі електроенергії промислових підприємств по ступеню безперебійності електропостачання, що вимагається, підрозділяються на 3 категорії:

I - приймачі, перерва в електропостачанні яких може потягти за собою небезпеку для життя та здоров'я людей чи значні народногосподарські втрати викликані пошкодженням обладнання.

II - приймачі порушення електропостачання яких пов'язані тільки з масовим недовипуском продукції, простоєм людей, механізмів та промислового транспорту - прокатні стани, електричні дугові печі та інше;

III - всі інші приймачі, які не підходять під визначення I та II.

Майже основну частину підприємства займають електроприймачі з тривалим режимом роботи. За надійністю електропостачання підприємство відноситься до І категорії.

Генеральний план виробництва наведено на рис. 1.1., а в таблиці 1.1 подано дані про електронавантаження об’єктів цехів

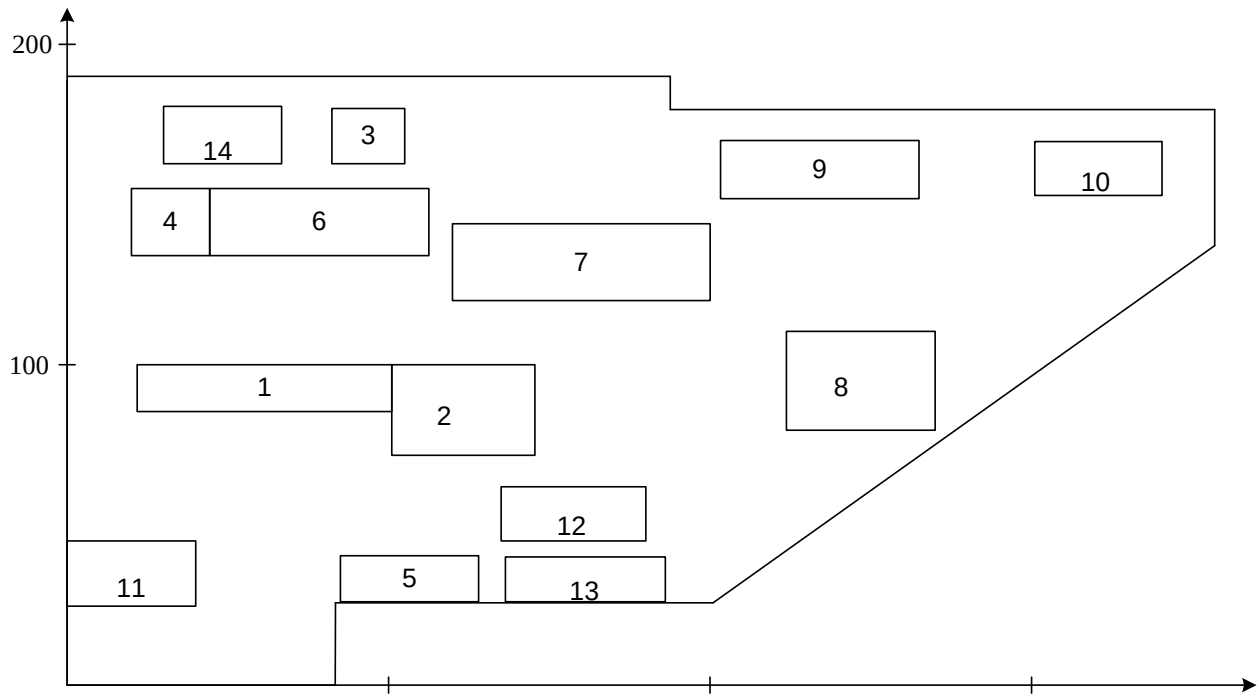


Рисунок 1.1 – Генеральний план ФОП «Нагорний В.В.»

Таблиця 1.1 – Відомості про електричні навантаження підприємства

№ на плані	Назва цеху	Рн, кВт
1	Елеватор	550
2	Млин	50
3	Крупцех	350
4	Склад	70
5	Ремонтний цех	280
6	Цех БВД	300
7	Комбізавод	450
8	Лабораторія	150
9	Котельня	400
10	Пилорама	45
11	Адмінбудівля	42
12	Пожежне депо	37
13	Гаражі	25
14	Майстерні	130

В роботі проведено детальний розгляд 5-го поверху елеватора(рис. 1.2).
Відомості про електронавантаження даного підприємства подано в табл. 1.2.

Таблиця 1.2 – Відомості про електронавантаження цеху

№ на плані	Назва електроприймача	Рн, кВт
1-5, 10-16	Вентилятор аспірації	7,5
6-7, 17-18	Транспортер стрічковий	13
8, 19-20	Норія стрічкова	30
9	Норія стрічкова	15
21	Норія стрічкова	25

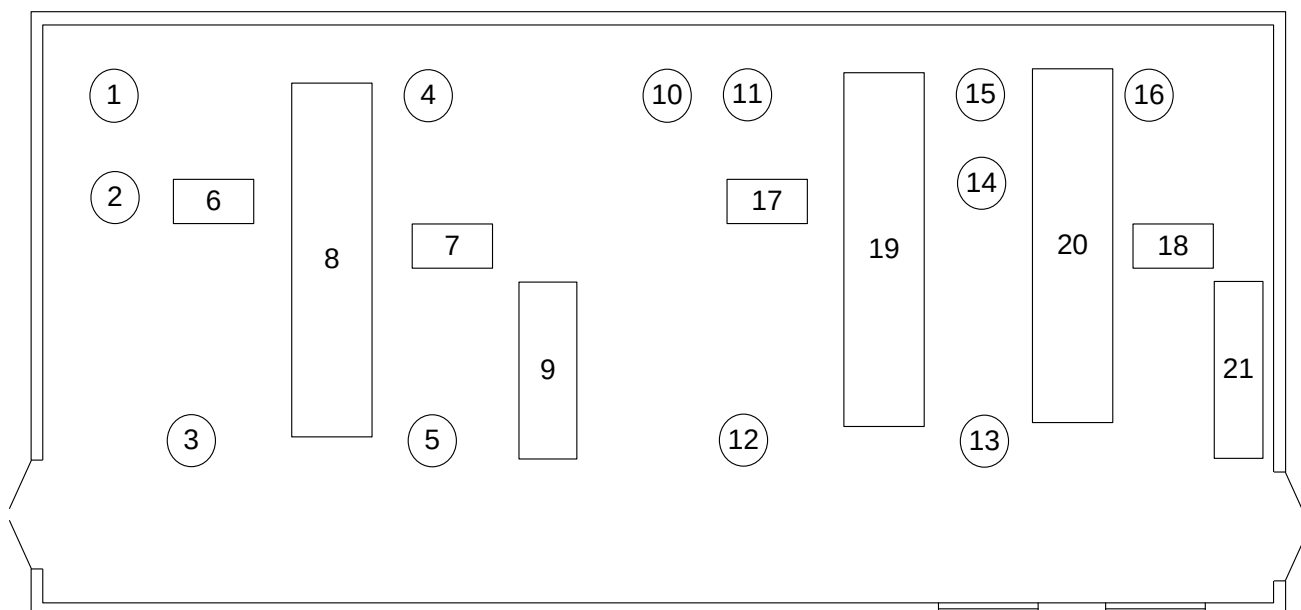


Рисунок 1.2 – План 5-го поверху елеватора

2 АНАЛІЗ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ПІДПРИЄМСТВА

2.1 Розрахунок навантажень цехової мережі

Визначення розрахункових навантажень ЕП напругою до 1 кВ виконуємо для кожного елемента розподільної мережі цеху.

Розрахунок ведемо за нормативним методом згідно РТМ 36.18332.4 – 92 [2] в стандартній таблиці (табл. 2.1).

Початковими даними для розрахунку є:

1. Потужність P_n всіх ЕП;
2. Кількість ЕП;
3. Коефіцієнт потужності $\cos \varphi$;
4. Коефіцієнт використання K_v .

Початкові дані для розрахунку отримані від технологів та електриків, а також відповідно до загальних даних, в яких наведені значення коефіцієнта використання і реактивної потужності для електричних пристроїв.

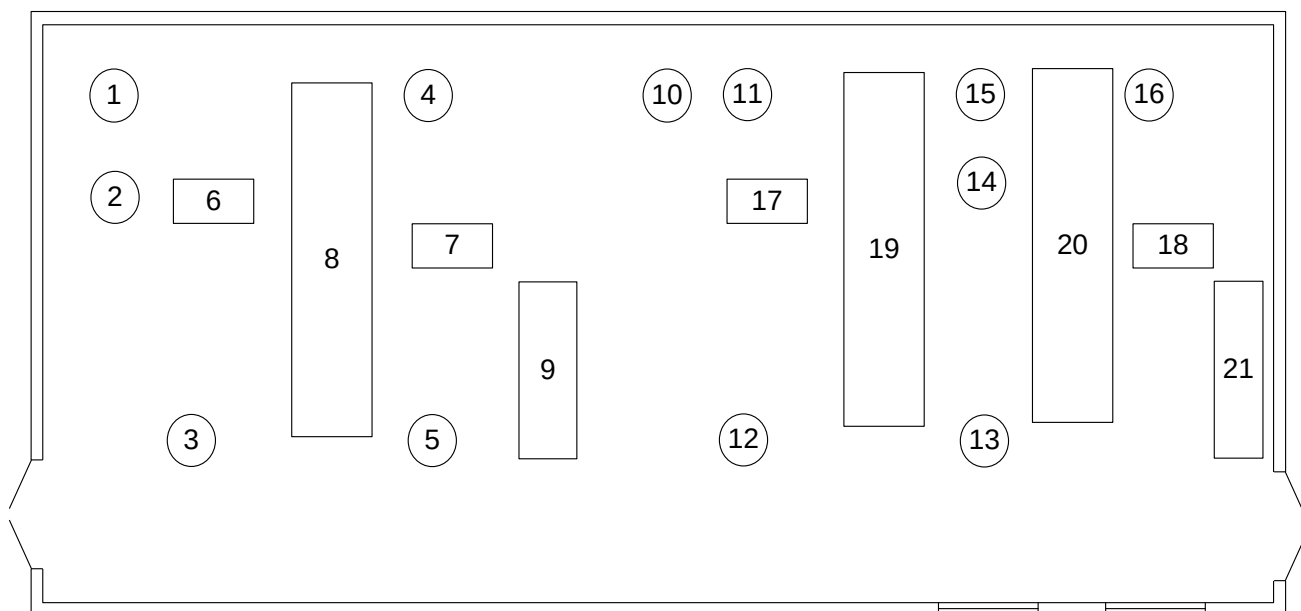


Рисунок 2.1 – План електропостачання 5-го поверху елеватора

Результати розрахунку подано в таблиці 2.1.

Для розрахунку навантаження цехової мережі електроприймачі розподільчих пунктів поділяють на дві групи:

- електроприймачі зі змінним графіком навантаження – навантаження групи А, коефіцієнт використання яких $k_B < 0,65$;
- електроприймачі з практично постійним графіком навантаження – навантаження групи Б, коефіцієнт використання яких $k_B \geq 0,65$.

Всі електроприймачі 5 поверху елеватора відносимо до групи Б.

Розраховуємо середню активну і реактивну потужність для стрічкових транспортирів 6-7:

$$P_c = n \cdot P_n \cdot K_B = 2 \cdot 13 \cdot 0,75 = 19,5 \text{ кВт},$$

$$Q_c = n \cdot P_n \cdot K_B \cdot \operatorname{tg} \phi = 2 \cdot 13 \cdot 0,75 \cdot 0,62 = 12,09 \text{ квар.}$$

Розрахункові навантаження РП-1 визначаємо в такій послідовності:

$$P_M = \sum n \cdot P_n \cdot K_B = 24,38 + 19,5 + 22,5 + 11,25 = 77,63 \text{ кВт},$$

$$Q_M = \sum n \cdot P_n \cdot K_B \cdot \operatorname{tg} \phi = 18,28 + 12,09 + 13,95 + 6,98 = 51,3 \text{ квар.}$$

Визначаємо S_M електроприймачів РП-1:

$$S_M = \sqrt{P_M^2 + Q_M^2} = \sqrt{77,63^2 + 51,3^2} = 93,04 \text{ кВА.}$$

Визначаються розрахункові навантаження цеху:

$$P_M = K_B \cdot n \cdot P_n = 77,63 + 109,88 = 187,5 \text{ кВт},$$

$$Q_M = K_B \cdot n \cdot P_n \cdot \operatorname{tg} \phi = 51,3 + 72,56 = 123,86 \text{ квар.}$$

$$S_M = \sqrt{P_M^2 + Q_M^2} = \sqrt{187,5^2 + 123,86^2} = 224,71 \text{ кВА.}$$

Решта розрахунків навантаження цеху проводиться аналогічно. Результати розрахунків заносимо в таблицю 2.1.

Таблиця 2.1 – Розрахунок силового навантаження цеху

Найменування ЕП	п, шт	Рн, кВт	Рн ²	п·Рн, кВт	Кв	tgφ	Рм=п·Рн·Кв, кВт	Qм=п·Рн·Кв·tgφ, квар	п·Рн ²	Sm,кВА
РП-1										
Вентилятор аспірації (1-5)	5	7,5	56,25	37,5	0,65	0,75	24,38	18,28	281,25	
Транспортер стрічковий(6-7)	2	13	169	26	0,75	0,62	19,50	12,09	338	
Норія стрічкова(8)	1	30	900	30	0,75	0,62	22,50	13,95	900	
Норія стрічкова(9)	1	15	225	15	0,75	0,62	11,25	6,98	225	
Всього по РП-1	9		1350	108,5	0,72		77,63	51,30	1744,25	93,04
РП-2										
Вентилятор аспірації (10-16)	7	7,5	56,25	52,5	0,65	0,75	34,13	25,59	393,75	
Транспортер стрічковий(17-18)	2	13	169	26	0,75	0,62	19,50	12,09	338	
Норія стрічкова(19-20)	2	30	900	60	0,75	0,62	45,00	27,90	1800	
Норія стрічкова(21)	1	15	225	15	0,75	0,62	11,25	6,98	225	
Всього по РП-2	12		1350	153,5	0,72		109,88	72,56	2756,75	131,67
Всього навантаження цеху	21		2701	262			187,50	123,86	4501	224,71

2.2. Розрахунок навантажень підприємства

Проведемо розрахунок активної та реактивної потужності силового устаткування і потужності освітлення для елеватора:

$$P_{мс} = P_n \cdot K_n = 550 \cdot 0,7 = 385 \text{ кВт},$$

$$Q_{мс} = P_{мс} \cdot \operatorname{tg} \varphi = 385 \cdot 0,75 = 288,75 \text{ квар},$$

$$P_{мо} = P_{пит.о} \cdot K_{по} \cdot K_{пра} \cdot F = 0,014 \cdot 0,85 \cdot 1,2 \cdot 1156 = 16,51 \text{ кВт},$$

$$Q_{мо} = P_{мо} \cdot \operatorname{tg} \varphi_o = 16,51 \cdot 0,48 = 7,92 \text{ квар},$$

де K_n – коефіцієнт попиту [1],

$K_{по}$, $K_{пра}$ – коефіцієнт попиту освітлювального навантаження і коефіцієнт втрат потужності в пускорегулювальній апаратурі відповідно [2, с.15].

Розрахункові потужності елеватора дорівнюють сумі розрахункових потужностей силового та освітлювального навантажень:

$$P_m = P_{мс} + P_{мо} = 385 + 16,51 = 401,51 \text{ кВт},$$

$$Q_m = Q_{мс} + Q_{мо} = 288,75 + 7,92 = 296,67 \text{ квар},$$

$$S_m = \sqrt{P_m^2 + Q_m^2} = \sqrt{401,51^2 + 296,67^2} = 499,22$$

Всі розрахунки навантаження цехів проводяться аналогічно. Результати розрахунків заносимо в таблицю 2.1.

Розрахункові максимальні навантаження підприємства визначаємо:

- сумарне активне навантаження:

$$P_m = K_o \cdot P_{мс} + P_{мо} = 0,95 \cdot 1531,5 + 194,94 = 1726,44 \text{ кВт};$$

- сумарне реактивне навантаження:

$$Q_m = K_o \cdot Q_{мс} + Q_{мо} = 0,95 \cdot 1330,66 + 100,71 = 1431,37 \text{ квар},$$

де $K_o = 0,95$ – коефіцієнт одночасності максимумів навантаження для $0,3 < K_B < 0,5$ і 2-4 приєднань 10 кВ на збірних шинах РП [2, с.16];

- сумарне повне навантаження заводу:

$$S_M = \sqrt{P_M^2 + Q_M^2} = \sqrt{1726,44^2 + 1431,37^2} = 2242,64 \text{ кВА.}$$

Всі розрахунки навантаження цехів проводяться аналогічно. Результати розрахунків заносимо в таблицю 2.2.

Таблиця 2.2 – Розрахунок навантажень підприємства

№ п/п	Назва цеху	Силове навантаження						Освітлювальне навантаження						Всього			
		Рн, кВт	Кп	cosφ	tgφ	Рмс, кВт	Qмс, квар	F,м²	Рпит.о	Кпра	Кпо	tgφо	Рмо, кВт	Qмо, квар	Рм, кВт	Qм, квар	Sm, кВА
1	Елеватор	550	0,7	0,8	0,75	385,00	288,75	1156	0,014	1,2	0,85	0,48	16,51	7,92	401,51	296,67	499,22
2	Млин	50	0,7	0,7	1,02	35,00	35,70	1258	0,016	1,2	0,85	0,48	20,53	9,85	55,53	45,55	71,83
3	Крупцех	350	0,5	0,65	1,17	175,00	204,75	391	0,015	1,2	0,85	0,48	5,98	2,87	180,98	207,62	275,43
4	Склад	70	0,6	0,9	0,48	42,00	20,16	509	0,012	1,1	0,85	1,73	5,71	9,88	47,71	30,04	56,38
5	Ремонтний цех	280	0,35	0,65	1,17	98,00	114,66	619	0,015	1,2	0,85	0,48	9,47	4,55	107,47	119,21	160,50
6	Цех БВД	300	0,55	0,8	0,75	165,00	123,75	1425	0,014	1,2	0,85	0,48	20,35	9,77	185,35	133,52	228,43
7	Комбізавод	450	0,5	0,7	1,02	225,00	229,50	1922	0,013	1,2	0,85	0,48	25,49	12,23	250,49	241,73	348,11
8	Лабораторія	150	0,4	0,75	0,88	60,00	52,80	1427	0,016	1,2	0,85	0,48	23,29	11,18	83,29	63,98	105,03
9	Котельня	400	0,6	0,8	0,75	240,00	180,00	1122	0,013	1,2	0,85	0,48	14,88	7,14	254,88	187,14	316,20
10	Пилорама	45	0,3	0,75	0,88	13,50	11,88	665	0,015	1,2	0,85	0,48	10,17	4,88	23,67	16,76	29,01
11	Адмінбудівля	42	0,4	0,9	0,48	16,80	8,06	815	0,015	1,2	0,85	0,48	12,47	5,99	29,27	14,05	32,47
12	Пожежне депо	37	0,35	0,7	1,02	12,95	13,21	761	0,013	1,2	0,85	0,48	10,09	4,84	23,04	18,05	29,27
13	Гаражі	25	0,45	0,8	0,75	11,25	8,44	697	0,014	1,2	0,85	0,48	9,95	4,78	21,20	13,22	24,98
14	Майстерні	130	0,4	0,8	0,75	52,00	39,00	657	0,015	1,2	0,85	0,48	10,05	4,83	62,05	43,83	75,97
	Всього по підприємству	2879				1531,50	1330,66	13424					194,94	100,71	1726,44	1431,37	2242,64

2.3 Вибір та розміщення підстанцій

2.3.1 Вибір цехових ТП

Знаходимо сумарну повну потужність всіх цехів, живлення яких відбувається на напрузі 0,4 кВ:

$$S_{\Sigma} = \sum_{i=1}^{14} S_i = 499,22 + 71,83 + 275,43 + 56,38 + 160,5 + 228,43 + 348,11 + 105,03 + 316,2 + 29,01 + 32,47 + 29,27 + 24,98 + 75,97 = 2252,83 \text{ кВА}$$

Визначимо загальну площу всіх цехів:

$$F_{\Sigma} = \sum_{i=1}^{14} F_i = 1156 + 1258 + 391 + 509 + 619 + 1425 + 1922 + 1427 + 1122 + 665 + 815 + 761 + 697 + 657 = 13424 \text{ м}^2$$

Знаходимо економічний рівень потужності трансформаторів відповідно до густини навантаження:

$$S_{\text{шт}} = \frac{S_{\Sigma}}{F_{\Sigma}} = \frac{2252,83}{13424} = 0,17 \frac{\text{кВА}}{\text{м}^2}$$

Виробництво належить до I категорії по надійності електропостачання, тому на ньому доречніше встановлювати двотрансформаторні підстанції потужністю $S_{\text{ном.ТР}} = 630 \text{ кВА}$:

$$N_{\text{ек}} = \frac{S_{\Sigma}}{S_{\text{ек}} \cdot k_3} = \frac{2252,83}{2 \cdot 630 \cdot (0,7 \div 0,75)} = 2,55 \div 2,38$$

$k_3 = 0,7 \div 0,75$ - коефіцієнт завантаження трансформаторів при переважанні споживачів I категорії.

Отже необхідно встановити 3 двотрансформаторні підстанції.

Розподілимо трансформаторні підстанції між цехами й з'ясуємо їх фактичний коефіцієнт завантаження. Дані розрахунку приведені в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Розподіл трансформаторних підстанцій між цехами

Цех	S _м , кВА	N, шт	k _з
1,2,4,5,11,12,13	874,65	2	0,7
3,6,14	579,83	2	0,46
7,8,9,10	798,34	2	0,63

Зважаючи на малий коефіцієнт завантаження другої підстанції, виберемо для установки двотрансформаторну підстанцію з $S_{\text{ном.ТП}} = 400 \text{ кВА}$ і $k_z = 0,72$.

2.3.2. Вибір місць для розміщення підстанцій

Визначимо місце встановлення цехових ТП для цехів 3,6,14:

$$X_{\text{ТП-2}} = \frac{\sum_{k=1}^3 P_{mk} \cdot X_k}{\sum_{k=1}^3 P_{mk}} = \frac{180,98 \cdot 94 + 185,35 \cdot 78 + 62,05 \cdot 48}{180,98 + 185,35 + 62,05} = 80,$$

$$Y_{\text{ТП-2}} = \frac{\sum_{k=1}^3 P_{mk} \cdot Y_k}{\sum_{k=1}^3 P_{mk}} = \frac{180,98 \cdot 171 + 185,35 \cdot 145 + 62,05 \cdot 172}{180,98 + 185,35 + 62,05} = 160.$$

Розрахунки по інших цехах заносимо до таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 – Дані для побудови картограми навантажень

Цех	X	Y
1,2,4,5,11,12,13	76	81
3,6,14	80	160
7,8,9,10	209	140

Для визначення повної потужності, яку повинно споживати виробництво з енергосистеми, розрахуємо втрати потужності в цехових ТП.

Параметри встановленого на підприємстві трансформатора наведені в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 - Параметри трансформатора

$S_{н.тр}, \text{кВА}$	$U_{н.т}, \text{кВ}$	$? P_{xx}, \text{кВт}$	$? P_{к}, \text{кВт}$	$I_{xx}\%$	$U_{к}\%$
400	10	1,08	5,9	2,1	4,5
630	10	1,5	8	2,5	5,5

$$\Delta P_{тр} = n \cdot \Delta P_{xx} + \frac{1}{n} \cdot \Delta P_{к} \left(\frac{S_p}{S_{н.тр}} \right) = 2 \cdot 1,08 + \frac{1}{2} \cdot 5,9 \left(\frac{579,83}{400} \right)^2 = 8,36 \text{ кВт},$$

$$\Delta Q_{тр} = n \frac{\Delta I_{xx}\%}{100} S_{н.тр} + \frac{1}{n} \frac{\Delta U_{к}\%}{100} \left(\frac{S_p}{S_{н.тр}} \right)^2 = 2 \cdot \frac{2,1}{100} \cdot 400 + \frac{1}{2} \cdot \frac{4,5}{100} \left(\frac{579,83}{400} \right)^2 = 16,85 \text{ квар.}$$

Дані для інших цехових ТП розраховуємо подібно до попередніх розрахунків. Результати заносимо в таблицю 2.6.

Таблиця 2.6 – Втрати в трансформаторах цехових ТП

ТП №	К-сть ТР	$S_{н.тр},$ кВА	k_3	$? P_{ТП},$ кВт	$? Q_{ТП},$ квар
1	2	630	0,7	8,36	16,35
2	2	400	0,72	10,71	31,55
3	2	630	0,63	9,42	31,54
Всього	6			28,49	79,44

Визначаємо потужність заводу з врахуванням втрат в цехових ТП:

$$P_{м} = P_{мз} + \sum_{i=1}^3 \Delta P_{mpi} = 1726,44 + 28,49 = 1754,93 \text{ кВт}$$

$$Q_{м} = Q_{мз} + \sum_{i=1}^3 \Delta Q_{mpi} = 1431,37 + 79,44 = 1510,81 \text{ квар}$$

Розрахуємо реактивну потужність, що може бути спожита з енергосистеми в години великих навантажень:

$$Q_{1e} = a \cdot P_{м} = 0,15 \cdot 1754,93 = 262,6 \text{ квар},$$

де $a = 0,15$ - для підстанцій напругою 10 кВ [2, с.17];

Розрахуємо необхідну потужність компенсувальних пристроїв:

$$Q_{\text{кв}} \geq Q_{\text{м}} - Q_{\text{лс}} = 1510,81 - 262,6 = 1248,21 \text{ квар}$$

Розрахуємо повну потужність, що споживається підприємством з енергосистеми:

$$S_{\text{м}} = \sqrt{P_{\text{м}}^2 + Q_{\text{лс}}^2} = \sqrt{1754,93^2 + 262,6^2} = 1770,24 \text{ кВА.}$$

Для визначення місця розміщення ЦРП побудуємо картограму навантажень та визначимо центр електронавантажень виробництва. Картограму навантажень будуємо на кресленні генплану виробництва. Навантаження кожного з цехів зображаємо кругом, площа якого пропорційна розрахунковій активній потужності

$$P_{\text{мк}} = \pi \cdot r_{\text{к}}^2 \cdot m_{\text{р}}$$

Вибираємо масштаб побудови картограми навантажень: прийmemo радіус круга навантаження елеватора 40 м, тоді масштаб побудови визначаємо:

$$m_{\text{р}} = \frac{P_{\text{м1}}}{\pi \cdot r_1^2} = \frac{401,51}{3,14 \cdot 40^2} = 0,08 \text{ кВт/м}^2.$$

Вибираємо $m_{\text{р}} = 0,1 \text{ кВт/м}^2$. Визначимо радіуси кругів при даному масштабі:

$$r_1 = \sqrt{\frac{P_{\text{м1}}}{\pi \cdot m_{\text{р}}}} = \sqrt{\frac{401,51}{3,14 \cdot 0,1}} = 36 \text{ м.}$$

Сектор освітлювального навантаження для елеватора складає:

$$\alpha_5 = \frac{360 \cdot P_{\text{мо}}}{P_{\text{м}}} = \frac{360 \cdot 16,51}{401,51} = 15^\circ.$$

Таблиця 2.5 – Дані для побудови картограми навантажень

№	Споживачі	$P_{\text{мо}},$ кВт	$P_{\text{м}},$ кВт	$r, \text{ м}$	$\alpha, ^\circ$	х	у
1	Елеватор	16.51	401.51	36	15	61	93

Розраховуємо координати центру навантажень:

$$X = \frac{\sum_{k=1}^{13} P_{mk} \cdot X_k}{\sum_{k=1}^{13} P_{mk}} = \frac{401,51 \cdot 61 + 55,53 \cdot 123 + \dots + 62,05 \cdot 48}{401,51 + 55,53 + \dots + 62,05} = 124,$$

$$Y = \frac{\sum_{k=1}^{13} P_{mk} \cdot Y_k}{\sum_{k=1}^{13} P_{mk}} = \frac{401,51 \cdot 93 + 55,53 \cdot 86 + \dots + 62,05 \cdot 172}{401,51 + 55,53 + \dots + 62,05} = 122 .$$

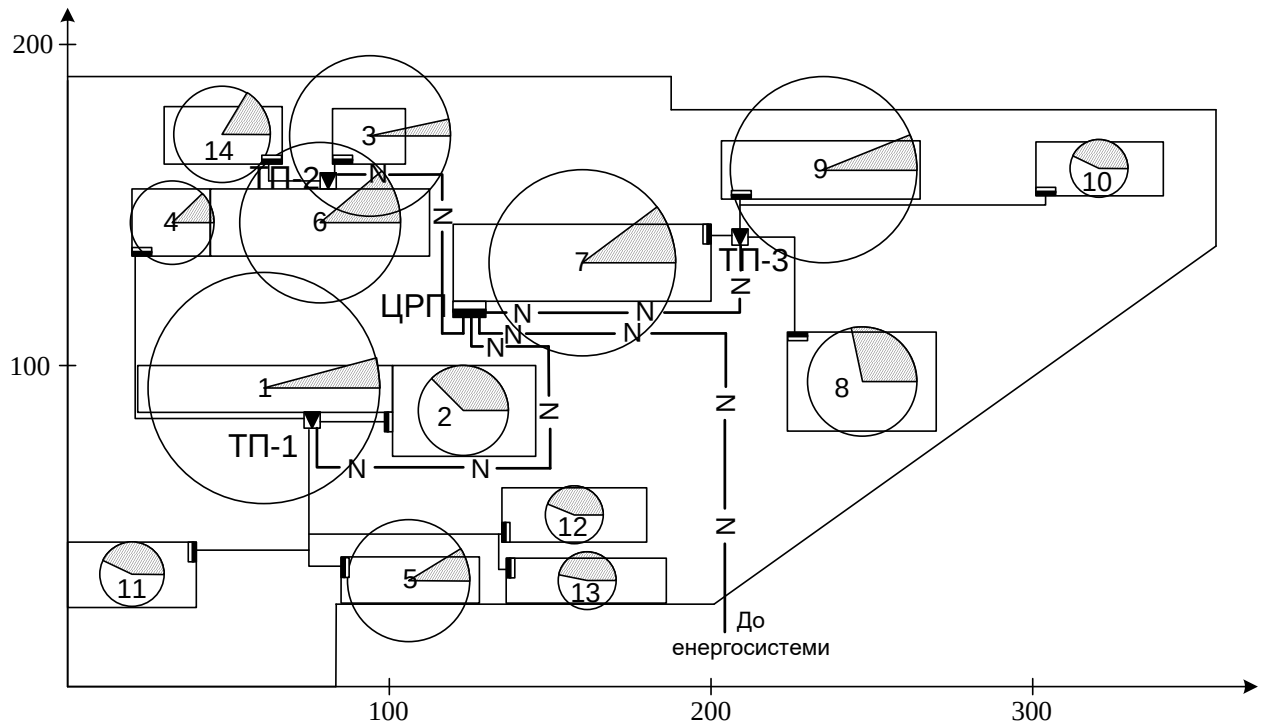


Рисунок 2.1 – Картограма навантажень підприємства

2.4 Вибір схеми та основних елементів заводської мережі

Вибираємо радіальну схему електропостачання на напругах 6 та 10 кВ.

Оскільки всі ТП двотрансформаторні, то уставляємо резервування за допомогою кабельних перемичок на низькій стороні трансформаторів.

Заводська мережа підприємства виконані кабельними лініями прокладеними в траншеях.

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

$$U_{\text{ном.в.}} \geq U_{\text{ном.мережі}}$$

$$I_{\text{ном.в.}} \geq I_{\text{м.ав.}}$$

де $I_{\text{м.ав.}}$ - розрахунковий максимальний струм для після аварійного режиму.

Визначимо струми для нормального і післяаварійного режимів для ЦРП:

$$I_M = \frac{S_M}{2\sqrt{3}U_{НОМ}} = \frac{958,68}{2\sqrt{3} \cdot 10} = 27,67 \text{ (А)};$$

$$I_{M.ав} = \frac{1,4S_{НОМ.т.}}{\sqrt{3}U_{НОМ}} = \frac{1,4 \cdot 630}{\sqrt{3} \cdot 10} = 50,92 \text{ (А)}.$$

Для встановлення на стороні 10 кВ вибираємо вакуумні вимикачі серії ВВЭ-10-20/630. Номінальний струм вимикачів $I_{НОМ.в} = 630 \text{ А} > I_{M.ав}$ для всіх підключен. Власний час відключення вимикача становить 0,055 с.

Визначимо струми приєднань, $S_{МΣ}$ беремо із таблиці 2.3:

Для внутрішньої високовольтної мережі підприємства вибираємо броньовані кабелі з паперовою ізоляцією в алюмінієвій оболонці типу ААБ прокладений в траншеї. Вибір перерізу жил виконуємо за економічною густиною струму. Для кабелів з паперовою ізоляцією $j_{ек} = 1,6 \text{ А/мм}^2$ при $T_M = 2000$ год з таблиці 2.3

Визначаємо економічний переріз провідників для живлення ТП-1:

$$s_{ек} = \frac{I_M}{j_{ек}} = \frac{25,2}{1,6} = 15,8 \text{ мм}^2$$

Вибираємо кабель ААБ перерізом $3 \times 16 \text{ мм}^2$ прокладений в землі з $I_{дон} = 75 \text{ А}$

Результати розрахунків заносимо в таблицю 2.6.

Таблиця 2.6 – Вибір високовольтних вимикачів і перерізу провідників

Лінія	$I_M, \text{ А}$	$I_{M.ав}, \text{ А}$	Вимикач	$I_{НОМ.в}, \text{ А}$	$S_{ек}, \text{ мм}^2$	Провідник	$I_{дон}, \text{ А}$
ЦРП-ТП-1	25,2	50,9	ВВЭ-10-20/630	630	15,8	ААБ-3х16	75
ЦРП-ТП-2	16,7	32,3	ВВЭ-10-20/630	630	10,4	ААБ-3х16	75
ЦРП-ТП-3	23,1	50,9	ВВЭ-10-20/630	630	14,4	ААБ-3х16	75

2.5 Розрахунок електропостачання цеху

2.5.1 Вибір схеми цехової мережі

Обираємо радіальну схему цехової мережі для 5-го поверху елеватора.

Радіальні схеми забезпечують високу надійність електропостачання, проте вони вимагають значних затрат на електрообладнання та монтаж.

Враховуючи потужність й розміщення електроприймачів підведемо живлення наступним чином: електроприймачі 1-9 від РП-1, електроприймачі 10-21 від РП-2. РП-1 – РП-2 живляться від РЩ ТП-1.

Вибрана розподільна мережа цеху показана на рисунку 2.2.

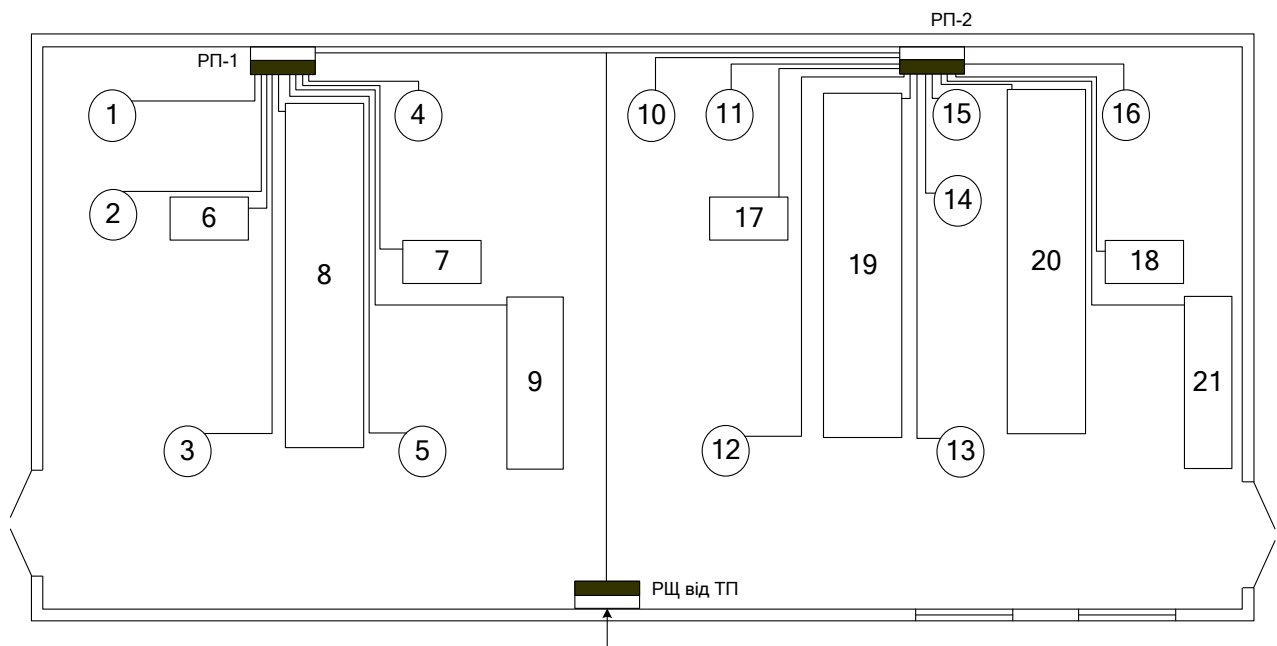


Рисунок 2.2 – План електропостачання цеху

2.5.2 Вибір комутаційно-захисних установок і провідників цехової мережі

При виборі автоматичних вимикачів повинні виконуватись такі загальноприйняті умови:

$$I_{н.розч} \geq K_{відс} I_M,$$

$$I_{с.в} \geq K_n I_n,$$

де $I_{н.розч}$ - номінальний струм самозапуску,

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

$K_{відс}$ - коефіцієнт відстроювання, що визначається з умов надійності

відстроювання захисту від перевантажень $I_{м} = \frac{S_{м}}{\sqrt{3}U_{н}}$ - розрахунковий струм

окремого електроприймача чи РП в цілому при $U_{і} = 0,38$ кВ,

$K_{н}$ - коефіцієнт надійності відстроювання струмової відсічки,

$I_{н}$ - піковий (пусковий) струм.

Виберемо автоматичний вимикач для лінії від ТП до РП-1.

Розрахунковий струм для цієї лінії:

$$I_{м} = \frac{S_{м}}{\sqrt{3}U_{н}} = \frac{93,04}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 141,36 \text{ А.}$$

Піковий струм визначаємо за формулою:

$$I_{н} = I_{м} - K_{в} I_{н.макс} + I_{п.макс},$$

де $I_{н.макс}$, $I_{п.макс}$ - номінальний й піковий струми найбільш потужних електроприймачів, а $K_{в}$ - коефіцієнт використання найбільш потужного електроприймача,

$$I_{н} = I_{м} - K_{в} I_{н.макс} + I_{п.макс} = 93,04 - 0,75 \cdot \frac{30}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,8} + 5 \cdot \frac{30}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,8} = 335,08$$

А.

Вибираємо для встановлення на лініях від ТП до РП автоматичні вимикачі серії ВА з напівпровідниковим розчіплювачем. Визначимо номінальний струм розчіплювача і струм спрацювання відсічки для лінії ТП – РП-1:

$$I_{н.розч} \geq K_{відс} I_{м} = 1,1 \cdot 141,36 = 155,5 \text{ А,}$$

$$I_{с.в} \geq K_{н} I_{н} = 1,5 \cdot 335,08 = 502,62 \text{ А.}$$

Значення $K_{відс}$ і K_n для різних типів вимикачів наведені в таблиці 5.1 [2, 78].

За визначеними значеннями струмів вибираємо селективний автоматичний вимикач ВА 55-37 з напівпровідниковим розчіплювачем з номінальним струмом вимикача 160 А, номінальним струмом розчіплювача 160 А та струмом спрацювання відсічки 800

Схожим чином проводимо вибір автоматичних вимикачів серії ВА 55 з напівпровідниковим розчіплювачем для лінії від ТП до РП-2. Технічні дані таких вимикачів приведені в таблиці Б.7 додатку Б [2, с.136].

На лініях, що підходять безпосередньо до електроприймачів вибираємо автоматичні вимикачі серії ВА з тепловим та електромагнітними розчіплювачами.

Виберемо автоматичний вимикач для лінії від РП-1 до ЕП-1.

Розрахунковий та піковий струми для цих ліній:

$$I_m = \frac{P_m}{\sqrt{3}U_n \cdot \cos \varphi} = \frac{7,5}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,8} = 11,4 \text{ А}, \quad I_n = 5I_m = 5 \cdot 11,4 = 56,98 \text{ А}.$$

За загально прийнятими умовами вибору автоматичних вимикачів розрахуємо номінальний струм розчіплювача та струм спрацювання відсічки:

$$I_{н.розч} \geq K_{відс} I_m = 1 \cdot 11,4 = 11,4 \text{ А},$$

$$I_{с.в} \geq K_n I_n = 2,1 \cdot 56,98 = 119,65 \text{ А}.$$

За розрахованими значеннями струмів вибираємо автоматичний вимикач ВА 51-25 з тепловим й електромагнітними розчіплювачами з номінальним струмом вимикача 25 А, номінальним струмом розчіплювача 12,5 А та струмом спрацювання відсічки 125 А (кратність струму 10).

Подібно проводимо вибір автоматичних вимикачів серії ВА 51 з тепловими і електромагнітними розчіплювачами для решти ліній, що підходять безпосередньо до електроприймачів. Технічні дані таких вимикачів приведені в таблиці Б.3 додатку Б [2, с.136].

Результати розрахунків заносимо в таблицю 2.7.

Таблиця 2.7 – Розрахунок комутаційно-захисної апаратури цеху

Лінія	Рм, кВА	Ім, А	Іп, А	Тип захисного апарата	Іном в, А	Ін розч (розр), А	Ін розч, А	ІсВ (розр), А	ІсВ, А
ТП - РП-1	93,04	141,36	335,08	ВА 55-37	160	155,50	160,0	502,62	800
ТП - РП-2	131,67	200,05	393,77	ВА 55-37	250	220,06	250,0	590,65	750
РП-1 - Вентилятор аспірації (1-5)	7,5	11,40	56,98	ВА 51-25	25	11,40	12,5	119,65	125
РП-1 - Транспортир стрічковий(6-7)	13	19,75	98,76	ВА 51-25	25	19,75	25	207,39	250
РП-1 - Норія стрічкова(8)	30	45,58	227,90	ВА 51-31	100	45,58	50	478,59	500
РП-1 - Норія стрічкова(9)	15	22,79	113,95	ВА 51-25	25	22,79	25	239,30	250
РП-2 - Вентилятор аспірації (10-16)	7,5	11,40	56,98	ВА 51-25	25	11,40	12,5	119,65	125
РП-2 - Транспортир стрічковий(17-18)	13	19,75	98,76	ВА 51-25	25	19,75	25	207,39	250
РП-2 - Норія стрічкова(19-20)	30	45,58	227,90	ВА 51-31	100	45,58	50	478,59	500
РП-2 - Норія стрічкова(21)	15	22,79	113,95	ВА 51-25	25	22,79	25	239,30	250

Відповідно правил влаштування електроустановок вибираємо наступні способи прокладки ліній:

- від ТП до РП-2 прокладка кабелю з алюмінієвими жилами марки АВВГ в полівінілхлоридній оболонці в трубі;

- від ТП до РП-1, від РП до електроприймачів прокладка алюмінієвими проводами в полівінілхлоридній ізоляції АПВ в стальних рукавах.

Від ТП до РП-2 5 вибираємо переріз проводу з умови:

$$I_{\text{доп}} \geq I_{\text{М}} = 141,36 \text{ А.}$$

Допустимий тривалий струм для АПВ складає 165 А, що відповідає перерізу 4(1х95).

Результати розрахунків заносимо в таблицю 2.8.

Таблиця 2.8 – Вибір провідників цехової мережі

Лінія	Ім, А	Ін розч, А	Тип провідника	Спосіб прокладки	S, мм ²	Ідоп, А
ТП - РП-1	141,36	160	АПВ	в стальних рукавах	4(1x95)	175
ТП - РП-2	200,05	250	АВВГ	в трубі	4x150	216,2
РП-1 - Вентилятор аспірації (1-5)	11,40	12,5	АПВ	в стальних рукавах	4(1x4)	23
РП-1 - Транспорт стрічковий(6-7)	19,75	25	АПВ	в стальних рукавах	4(1x4)	23
РП-1 - Норія стрічкова(8)	45,58	50	АПВ	в стальних рукавах	4(1x16)	55
РП-1 - Норія стрічкова(9)	22,79	25	АПВ	в стальних рукавах	4(1x4)	23
РП-2 - Вентилятор аспірації (10-16)	11,40	12,5	АПВ	в стальних рукавах	4(1x4)	23
РП-2 - Транспорт стрічковий(17-18)	19,75	25	АПВ	в стальних рукавах	4(1x4)	23
РП-2 - Норія стрічкова(19-20)	45,58	50	АПВ	в стальних рукавах	4(1x16)	55
РП-2 - Норія стрічкова(21)	22,79	25	АПВ	в стальних рукавах	4(1x4)	23

Звіримо затрати напруги на найбільш віддалених споживачах:

$$\Delta U = \frac{P_{\text{пит}} R_{\text{пит}} + Q_{\text{пит}} X_{\text{пит}}}{U_{\text{ном}}}$$

Звіримо затрати напруги для ЕП-21

$$\Delta U_{\text{ТП-ЕП-21}} = \Delta U_{\text{ТП-РП-2}} + \Delta U_{\text{РП-2-ЕП-21}},$$

$$\Delta U_{\text{ТП-РП-2}} = \frac{109,88 \cdot 0,256 + 72,56 \cdot 0,063}{380} 32,8 = 2,82 \text{ В},$$

$$\Delta U_{\text{РП-2-ЕП-21}} = \frac{11,25 \cdot 9,61 + 6,98 \cdot 0,098}{380} 21,5 = 6,16 \text{ В},$$

$$\Delta U_{\text{ТП-ЕП-21}} = 2,82 + 6,16 = 8,98 \text{ В},$$

$$\Delta U_{\% \text{ТП-ЕП-21}} = \frac{8,98}{380} 100\% = 2,36\% - \text{дана затрата напруги дозволена.}$$

3 ЗАХОДИ З ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

3.1 Економія електроенергії способами підвищення коефіцієнта потужності електроспоживачів

Підвищення коефіцієнта потужності пов'язане зі зниженням споживання електроенергії електроприймачами. В результаті зниження споживання реактивної потужності знижуються втрати активної потужності в лініях та трансформаторах.

Заходи, що проводяться по компенсації реактивної потужності в електроустановках поділяються на 3 групи.

1. Ті, що не потребують використання компенсуючи пристроїв.
2. Ті, що пов'язані з використанням компенсуючи пристроїв.
3. Ті, що допускаються, як виключення.

Заходи, що не потребують використання компенсуючи пристроїв

1. Впорядкування технологічного процесу, в результаті чого покращується енергетичний режим обладнання і підвищується коефіцієнт потужності.
2. Переключення статорних обмоток АД напругою до 1 кВ з трикутника на зірку, якщо їх завантаження складає менше 40%.
3. Усунення режиму роботи АД в холостому ході шляхом встановлення обмежувачів холостого ходу, коли тривалість між операційного періоду перевищує 10 с.
4. Заміна, переміщення та відключення трансформаторів, що завантажені менш ніж на 30% від їх номінальної потужності.

5. Заміна мало завантажених двигунів двигунами меншої потужності за умови, що це призведе до зниження сумарних втрат активної енергії в енергосистемі та двигунах.
6. Заміна АД синхронними двигунами тієї ж потужності, якщо ефективність цього підтверджена техніко-економічним обґрунтуванням.
7. Використання синхронних двигунів в технологічних установках, якщо ефективність цього підтверджена техніко-економічним обґрунтуванням.
8. Тиристорне регулювання напруги живлення електродвигуна.
9. Підвищення якості ремонту електродвигунів для збереження їх номінальних характеристик.

Заходи, що потребують використання компенсуючи пристроїв

1. Встановлення статичних конденсаторів.
2. Використання синхронних двигунів, як компенсаторів.
3. Використання статичних тиристорних компенсаторів.

Заходи, що допускаються, як виключення

1. Використання наявних на підприємствах синхронних генераторів як синхронних компенсаторів.
2. Синхронізація АД, яка допускається за навантаження на валу не вище 70% від номінальної потужності та відповідного техніко-економічного обґрунтування.

3.2 Заходи для підвищення якості електроенергії на підприємстві «Нагорний В.В.»

За європейським досвідом, основою для підвищення енергоефективності на підприємствах є системи енергоаудиту та енергоменеджменту. Законодавчої базою для впровадження цих систем на підприємствах має стати законопроект

«Про енергоефективність» та імплементація статей 8 та 16 Директиви 2012/27/ЄС.

Проведення енергоаудиту на підприємствах дозволить отримати достовірні дані щодо енергоспоживання та потенціалу заощаджень, визначити найбільш рентабельні заходи та агрегувати необхідну інформацію для створення ефективних програм підтримки на державному рівні. Методологічна основа щодо систем енергоменеджменту в Україні була закладена протягом 2005 – 2008 рр.:

- ДСТУ 4472: 2005 «Енергозбереження. Системи енергетичного менеджменту. Загальні вимоги»;
- ДСТУ 4715: 2007 «Енергозбереження. Системи енергетичного менеджменту промислових підприємств. Склад й зміст робіт на стадіях розробки та впровадження»;
- ДСТУ 5077: 2008 «Енергозбереження. Системи енергетичного менеджменту промислових підприємств.

Перевірка та контроль ефективності функціонування». Однак положення цих стандартів в сучасних умовах вже застаріли. Вони не допускають забезпечити ефективну реалізацію нової концепції енергетичного менеджменту за стандартом ISO 50001, на основі якого впроваджується практика енергоменеджменту в Європі та інших країнах. Наказом Мінекономрозвитку №1111 з 1 січня 2015 р. набрав чинності ДСТУ ISO 50001:2014 «Енергозбереження. Системи енергетичного менеджменту. Вимоги та настанова щодо використання, гармонізований з міжнародним стандартом (ISO 50001:2011, IDT)».

Енергоефективність та енергозбереження стають пріоритетними напрямками енергетичної політики нашої держави та дедалі більшої кількості країн, що зумовлено вичерпністю паливноенергетичних ресурсів, посиленням техногенного впливу на навколишнє середовище, невідповідністю власних запасів ресурсів та потребою в них. Енергоефективність та енергозбереження є взаємопов'язаними, оскільки здебільшого енергозбереження є головним

фактором підвищення рівня ефективності використання паливно-енергетичних ресурсів.

Хлібопекарна промисловість – одна з найбільших галузей харчової промисловості, підприємства якої виробляють різні види хлібопекарних виробів. Це тисячі хлібозаводів, що оснащені різнотипним обладнанням. В роботі підприємства хлібопекарської галузі можуть мати недоліки, які в призводять до вищенормових втратпаливно-енергетичних ресурсів

Енергетичні ресурси, які витрачають на вироблення хліба та хлібобулочних виробів складається з таких трьох видів: паливо, тепла та електрична енергія. При використанні хлібопекарських печей, що працюють на паливі, визначальними факторами енергозатрат, а отож і основними складовими можливої економії електроенергії, є тепла енергія і паливо. При цьому слід зазначити, що значний вплив на споживання енергетичних ресурсів мають індивідуальні особливості підприємства, що в результаті обумовлює коливання питомих витрат енергетичних ресурсів на вироблення хліба та хлібобулочних виробів. Так, наприклад, питомі витрати палива на роботу хлібопекарських печей, залежать від марки та режиму експлуатації печі, виду палива, асортименту продукції тощо. Великий вплив на витрату палива має тривалість гарячих простоїв печей, яка обумовлена режимом роботи підприємства. Споживання електроенергії є визначальним при використанні електропечей. Крім того, суттєве споживання електроенергії має місце за статтею «силові потреби». Коливання питомих витрат електроенергії на вироблення хліба та хлібобулочних виробів обумовлене особливостями підприємств. Наприклад, ряд хлібозаводів водопостачання забезпечують з міського водопроводу. Затрат електричної енергії від цих дій немає. Ті ж підприємства, що мають свою власну систему водопостачання, мають відповідні витрати електричної енергії. Аналогічна ситуація з відкачуванням стічних вод. З техніко-технологічної точки зору головними причинами низької ефективності використання ПЕР є:

- наявність на підприємствах фізично та морально застарілого обладнання;

- експлуатація енергетичного та технологічного обладнання не в оптимальних режимах;
- недостатня укомплектованість теплоенергетичного та технологічного обладнання;
- відсутність чи незадовільна робота локальних систем автоматизації;
- відсутність належного обліку паливно-енергетичних ресурсів;
- незадовільний стан теплової ізоляції енергетичного й технологічного обладнання;
- недостатній рівень утилізації вторинних енергетичних ресурсів;
- Відсутність необхідної нормативно-технічної документації.

З соціально-психологічної точки зору наявність вищезазначених недоліків обумовлена, головним чином, двома факторами: відсутністю матеріальної зацікавленості працівників в економії енергетичних ресурсів та їх недостатньою професійною підготовкою. Активізація процесів щодо залучення у господарський обіг вторинної сировини сприятиме утворенню вагомому сировинного резерву й економії значного обсягу первинних матеріальних ресурсів. Вторинні енергетичні ресурси (ВЕР) являють собою енергетичний потенціал продукції, побічних й проміжних продуктів, що утворюються в технологічних установках і втрачаються в самій установці, однак їх можуть частково чи цілком використати для енергопостачання інші споживачі. Раціональне використання ВЕР є одним з найбільших резервів економії палива, що сприяють зниженню паливо- та енергоємності продукції. У хлібопекарному виробництві особливої актуальності набувають інноваційні проекти з використанням ВЕР у вигляді викидних газів з пекарських печей після спалювання природного газу, чи гарячої повітряної суміші з електронагрівального технологічного обладнання. Для практичного використання таких ВЕР встановлюють додаткове рекуперативне обладнання, що дає змогу забезпечувати виробничі та побутові приміщення підприємств потрібним теплом для гарячого водопостачання та, в холодний період року, для

систем опалення цих приміщень. Це дає змогу зекономити від 50% до 100% енергоресурсів підприємства на виробничо-побутові потреби та значно знижувати собівартість продукції

Отож, до факторів, які впливають на ефективність енергозбереження в хлібопекарній промисловості, можна віднести підвищення технічного рівня виробництва, удосконалення організації використання енергоресурсів, тощо.

3.3 Зниження втрат енергії в трансформаторах внаслідок вирівнювання графіків електричних навантажень

Важливим напрямком удосконалення організації електроспоживання є дослідження і розробка способів зниження пікових навантажень енергосистем шляхом регулювання добового графіка навантажень підприємств. Коло цих питань протягом тривалого часу знаходиться в центрі досліджень багатьох відомих вітчизняних і іноземних вчених. Намагання оптимізувати і узгодити процес електроспоживання з процесом виробництва електроенергії відображається в різних тарифах на електроенергію. В кожному з цих видів тарифів присутня спрямованість на використання економічних важелів примусу підприємств - споживачів електроенергії впроваджувати заходи вирівнювання графіка електричного навантаження.

Нерівномірність графіків електричних навантажень також впливають на втрати в трансформаторі, розглянемо ці втрати до та після вирівнювання графіка.

$$\Delta W_{\text{тр}} = \Delta P_{\text{хх}} \cdot T_{\text{тр}} + \beta^2 \cdot \Delta P_{\text{кз}} \cdot T_{\text{м}}, \quad (3.1)$$

де $T_{\text{тр}}$ - час роботи трансформатора під навантаженням,

$T_{\text{м}}$ - час приєднання трансформатора до електричної мережі;

$\Delta P_{\text{хх}}$, $\Delta P_{\text{кз}}$ - втрати холостого ходу та короткого замикання відповідно;

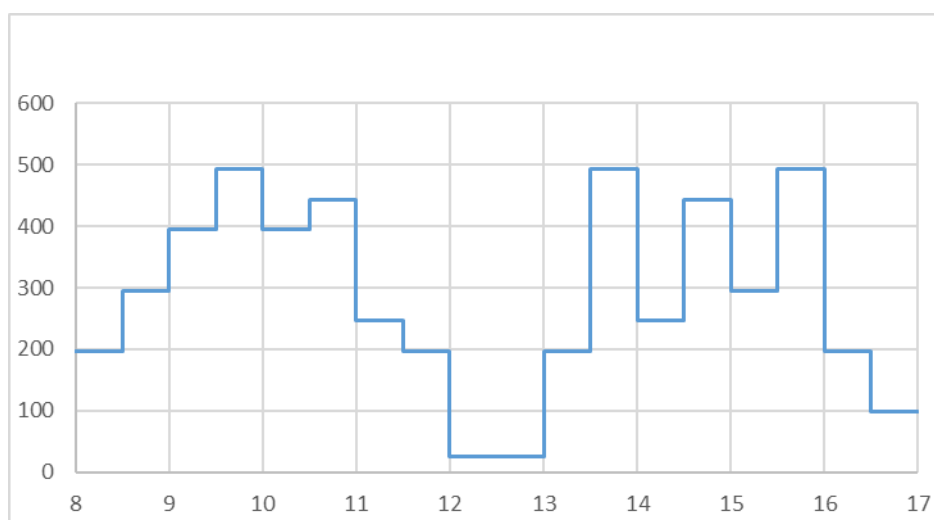


Рисунок 3.4 - Добовий графік активного навантаження до вирівнювання

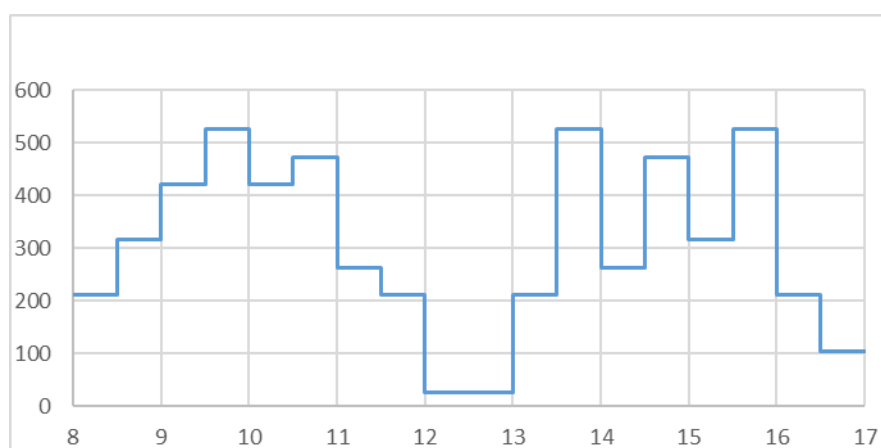


Рисунок 3.5 - Добовий графік реактивного навантаження до вирівнювання

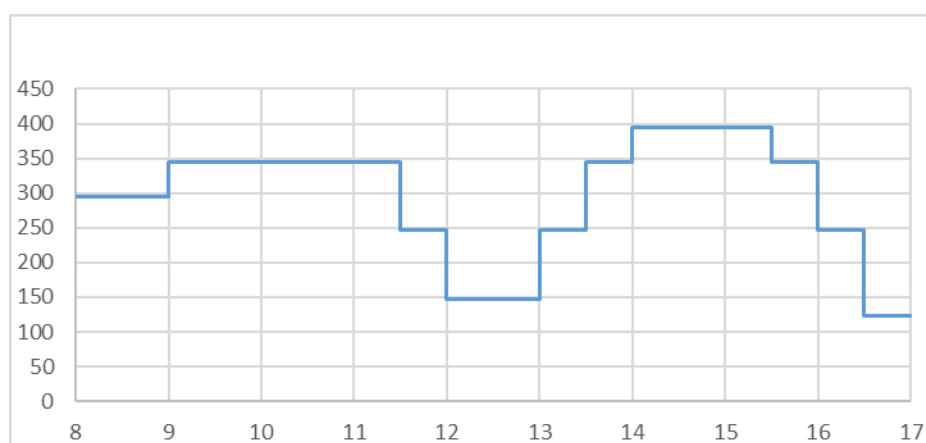


Рисунок 3.6 - Добовий графік активного навантаження після вирівнювання

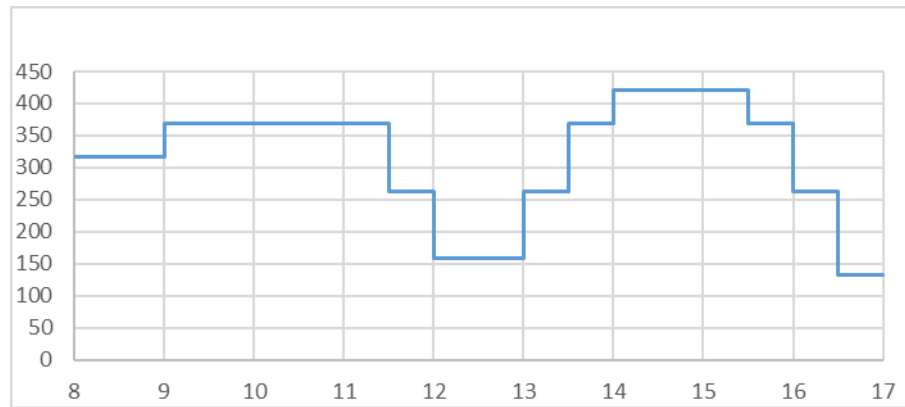


Рисунок 3.7 - Добовий графік реактивного навантаження після вирівнювання

$$\Delta W_{\text{тр}}^{\text{до}} = 1,25 \cdot (9 \cdot 20) + 0,5681 \cdot 7,6 \cdot (9 \cdot 20) = 1002,22 \text{ (кВт} \cdot \text{год)},$$

$$\Delta W_{\text{тр}}^{\text{після}} = 1,25 \cdot (9 \cdot 20) + 0,5141 \cdot 7,6 \cdot (9 \cdot 20) = 928,286 \text{ (кВт} \cdot \text{год)},$$

$$\beta^2 = \frac{K_{\text{фа}}^2 \cdot P_{\text{с}}^2 + K_{\text{фр}}^2 \cdot Q_{\text{с}}^2}{S_{\text{н}}^2}, \quad (3.2)$$

де $K_{\text{фа}}$, $K_{\text{фр}}$ - коефіцієнт форми для графіка активного та реактивного навантаження;

$P_{\text{с}}$, $Q_{\text{с}}$ - середня активна та реактивна потужність;

$S_{\text{н}}$ - повна потужність.

$$\beta_{\text{до}}^2 = \frac{1,1288^2 \cdot 287,455^2 + 1,1288^2 \cdot 307,113^2}{(2 \cdot 630)^2} = 0,5681,$$

$$\beta_{\text{після}}^2 = \frac{1,0391^2 \cdot 397,037^2 + 1,0392^2 \cdot 317,693^2}{(2 \cdot 630)^2} = 0,5141,$$

$$K_{\text{фа}} = \frac{\sqrt{\frac{\sum P_{\text{ci}}^2 \cdot t_i}{\sum t_i}}}{\frac{\sum P_{\text{ci}} \cdot t_i}{\sum t_i}}, \quad (3.3)$$

$$K_{\text{фа}} = \frac{\sqrt{\frac{\sum Q_{\text{ci}}^2 \cdot t_i}{\sum t_i}}}{\frac{\sum P_{\text{ci}} \cdot t_i}{\sum t_i}}, \quad (3.4)$$

де $P_{\text{ci}}, Q_{\text{ci}}$ - потужність i - тої ступені графіка електричного навантаження;
 t_i – час i - тої ступені графіка електричного навантаження.

$$P_c = \frac{\sum P_{\text{ci}} \cdot t_i}{\sum t_i}, \quad (3.5)$$

$$Q_c = \frac{\sum Q_{\text{ci}} \cdot t_i}{\sum t_i}, \quad (3.6)$$

$$K_{\text{фа}}^{\text{до}} = \frac{\sqrt{\frac{(197,112^2 + \dots + 98,556^2) \cdot 0,5}{9}}}{\frac{(197,112 + \dots + 98,556) \cdot 0,5}{9}} = 1,1288,$$

$$K_{\text{фр}}^{\text{до}} = \frac{\sqrt{\frac{(210,604^2 + \dots + 105,302^2) \cdot 0,5}{9}}}{\frac{(210,604 + \dots + 105,302) \cdot 0,5}{9}} = 1,1288,$$

$$K_{\text{фа}}^{\text{після}} = \frac{\sqrt{\frac{(295,668^2 + \dots + 123,195^2) \cdot 0,5}{9}}}{\frac{(295,668 + \dots + 123,195) \cdot 0,5}{9}} = 1,0392.$$

$$K_{\text{фр}}^{\text{після}} = \frac{\sqrt{\frac{(315,906^2 + \dots + 131,628^2) \cdot 0,5}{9}}}{\frac{(315,906 + \dots + 131,628) \cdot 0,5}{9}} = 1,0391;$$

Знайдемо різницю:

$$\Delta W = \Delta W_{\text{тр}}^{\text{до}} - \Delta W_{\text{тр}}^{\text{після}} = 1002,22 - 928,286 = 73,938 (\text{кВт} \cdot \text{год}).$$

Економія електроенергії в місяць:

$$\Delta C = \Delta W \cdot C = 73,938 \cdot 2,82 = 208,5 (\text{грн}),$$

де C —вартість електроенергії для споживачів II класу, 2,82 грн/кВт·год.

Таким чином, виходячи з розрахунків можна зробити висновок про доцільність зміни технологічного процесу і вирівнювання графіка електричного навантаження, це приведе до економії коштів та збільшить строк служби обладнання.

3.4 Економія електроенергії методами компенсації реактивної потужності

Компенсація реактивної потужності дозволяє отримати значну економію енергетичних ресурсів. При передаванні реактивної потужності до споживача в розподільчих мережах з'являються додаткові втрати активної потужності, які можна зменшити, якщо розвантажити мережу від передавання реактивної потужності від генераторів електростанцій до споживачів. Це досягається компенсацією реактивної потужності в місцях її споживання.

Для генерації реактивної потужності в електроустановках промислових споживачів широко використовуються синхронні двигуни, конденсаторні батареї, статичні тиристорні компенсатори.

Потужність компенсувальних пристроїв для діючих підприємств за даними річного споживання активної і реактивної енергії, визначається за формулою

$$Q_{KP} = P_{cp.pichn.} \cdot (tg\varphi_1 - tg\varphi_2), \text{ квар}$$

де $P_{cp.pichn.}$ – середньорічна активна потужність, що споживається електроустановкою, яка визначається за формулою:

$$P_{cp.pichn.} = \frac{W_a}{T},$$

тут W_a – споживання активної енергії за рік;

T – кількість годин роботи електроустановки в рік (можна прийняти 2000 год. – для однозмінних підприємств, 4000 год. – для двозмінних підприємств, 6000 год. – для тризмінних підприємств, 8000 год. – для підприємств з неперервним режимом роботи);

$tg\varphi_1 = W_p / W_a$ – тангенс кута зсуву фаз, який відповідає середньозваженому за рік коефіцієнту потужності;

тут W_p – споживання реактивної енергії за рік;

$tg\varphi_2$ – тангенс кута зсуву фаз, що відповідає коефіцієнту потужності, який повинен бути одержаний після компенсації.

Від одного трансформатора, потужністю 400 кВА живиться 3 компресори потужністю 65 кВт, з коефіцієнтом потужності $\cos\varphi_n = 0,8$, номінальним ККД $\eta_n = 0,88$, напругою 380 В. Живлення здійснюється від трансформатора, через три кабелі ААБ 4×50, прокладені до трьох компресорів. Характеристики кабелю і трансформатора наведені в табл. 3.1 – 3.2. Допоміжні споживачі цеху

(освітлення, охоронна сигналізація, опалення) живляться від розподільчих пристроїв, до яких приєднані три кабелі. Компресори працюють неперервно із стабільним навантаженням протягом року.

Розрахуємо потужність компенсувальних установок, щоб підняти коефіцієнт потужності в середньому до 0,95. Визначимо зниження втрат потужності в лінії, трансформаторі.

Таблиця 3.1 – Паспортні дані трансформатора

Тип	U_B/U_H , кВ	ΔP_{XX} , кВт	ΔP_{K3} , кВт	$I_{x.x.}$, %	$U_{k.3}$, %
ТМ-400/6	6/0,4	1,6	6	6	5,5

Таблиця 3.2 – Характеристики кабельної лінії

Марка	l , км	r_0 , Ом/км	x_0 , Ом/км	n , шт
ААБ 4×50	0,05	0,769	0,066	3

Враховуючи, що переважне навантаження цеху є компресори, які працюють в тривалому режимі роботи, то середньорічна активна потужність приймається рівною номінальною $P_{ср.річн} = 3 \times 65 = 195$ (кВт).

Значенням $\cos\varphi = 0,8$ і $\cos\varphi = 0,95$ відповідають $\tan\varphi = 0,75$ і $\tan\varphi = 0,33$.

Потужність конденсаторних батарей:

$$Q_{БК} = 195 \cdot (0,75 - 0,33) = 82 \text{ (квар)}.$$

Приймаємо для встановлення три конденсаторні установки УКРМ 0,4-35/4-5, напругою 400 В, вартістю 7903 грн. кожна.

Визначимо середній струм в лініях до та після компенсації реактивної потужності

$$I_L^{\partial o} = \frac{P_H}{\sqrt{3}U_H \cos \varphi_H \eta_H} = \frac{65}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,8 \cdot 0,88} = 140,3 \text{ (A)}.$$

$$I_L^{n\text{ісля}} = \frac{65}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,95 \cdot 0,88} = 118,1 \text{ (A)}.$$

Визначимо коефіцієнт завантаження трансформатора до та після компенсації реактивної потужності

$$\beta_{mp}^{\partial o} = \frac{S}{S_H} = \frac{3 \cdot P_H}{\cos \varphi_H \eta_H} \cdot \frac{1}{S_H} = \frac{3 \cdot 65}{0,8 \cdot 0,88} \cdot \frac{1}{320} = 0,87,$$

$$\beta_{mp}^{n\text{ісля}} = \frac{3 \cdot 65}{0,95 \cdot 0,88} \cdot \frac{1}{320} = 0,73,$$

Втрати потужності в кабелях (під час розрахунку приймаємо, що коефіцієнт форми у зв'язку з тим, що навантаження практично незмінне, дорівнює 1)

$$\Delta P_K^{\partial o} = 3K_{\phi}^2 I_{cp}^2 r_0 l = 3 \cdot 1 \cdot 140,3^2 \cdot 0,769 \cdot 0,05 \cdot 10^{-3} = 2,27 \text{ (кВт)};$$

$$\Delta P_K^{n\text{ісля}} = 3 \cdot 1 \cdot 118,1^2 \cdot 0,769 \cdot 0,05 \cdot 10^{-3} = 1,6 \text{ (кВт)}.$$

Зниження втрат потужності в трьох кабелях внаслідок компенсації реактивної потужності

$$\Delta P_K^{сум} = 3 \cdot (\Delta P_K^{\partial o} - \Delta P_K^{n\text{ісля}}) = 3 \cdot (2,27 - 1,6) = 2,01 \text{ (кВт)}.$$

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

В бакалаврській роботі розробляються заходи з підвищення енергоефективності електропостачання приватного підприємства «ФОП Нагорний В. В.» села Немії Могилів-Подільського району. ПП «ФОП Нагорний В. В.» відноситься до підприємств з виробництва продовольчих товарів, зокрема хлібобулочних виробів. На підприємстві передбачається створення належного температурного режиму, який забезпечує необхідні санітарно-гігієнічні норми праці і виробництва продовольчих товарів. Усі металеві неструмоведучі частини (корпуса електродвигунів, шаф, світильників, тощо), які можуть опинитися під напругою в наслідок пошкодження ізоляції, заземлюються шляхом приєднання до нульового проводу живлячої мережі.

Небезпечні та шкідливі виробничі фактори, які за ГОСТ 12.0.003-74 впливають на електромонтерів, що обслуговують технологічне обладнання ПП «ФОП Нагорний В. В.»:

фізичні:

- підвищена чи понижена температура повітря робочої зони;
 - рухомі машини і механізми, незахищені рухомі елементи виробничого обладнання;
 - підвищена температура поверхонь обладнання, матеріалів;
 - недостатнє освітлення робочої зони;
 - недостатність природного освітлення;
 - небезпечний рівень напруги електричного кола, замикання якої може відбутися через тіло людини;
 - підвищений рівень шуму на робочому місці;
 - підвищений рівень вібрації;
 - підвищена вологість повітря;
- психофізіологічні небезпечних та шкідливих виробничих фактори:
- фізичні перевантаження (динамічні);
 - нервово - психічні перевантаження (монотонність праці).

4.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкту

Живлення елеватору здійснюється від п/ст 10/0,4 кВ кабельними лініями, що прокладені в траншеях. У приміщеннях елеватору використовується трифазна чотирьохпровідна мережа із заземленою нейтраллю напругою 380/220 В.

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

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;

Роботи по обслуговуванню технологічного обладнання.

При роботі, яка зв'язана з доторканням до струмоведучих частин електродвигуна чи до обертових частин електродвигуна, який приводить в рух механізм, необхідно зупинити електродвигун та на його пусковому пристрої чи ключі керування повісити плакат "НЕ ВМИКАТИ, ПРАЦЮЮТЬ ЛЮДИ".

При роботах за межами КРУ на відхідних ПЛ чи КЛ на підключеному до них обладнанні візок з вимикачем необхідно викотити з шафи; верхню заслінку чи дверці закрити на замок та вивісити плакати "НЕ ВМИКАТИ!" чи "НЕ ВМИКАТИ! РОБОТА НА ЛІНІЇ".

При накладенні заземлювачів у шафах КРУ у випадку роботи на відходячих ПЛ необхідно враховувати слідуючи вимоги: ПЛ напругою вище 1000 В заземлюються в усіх РУ і у секційних комутаційних апаратах, де відключена лінія.

Якщо дозволяє конструктивне виконання апаратів та характер роботи, перераховані вище міри можуть бути замінені розшиновкою чи від'єднанням кінців кабелю проводів від комутаційного апарату чи обладнання, на якому повинна проводитись робота.

Розшиновку чи від'єднання кабеля при підготовці робочого місця може виконати ремонтний робітник, який має третю групу. Під наглядом чергового чи оперативно-ремонтного робітника. З найближчих до робочого міста струмоведучих частин до наступних доторканню повинна бути знята напруга чи вони повинні бути огорожені.

Відключене положення комутаційних апаратів до 1000 В з недоступними для огляду контактами (автоматичні вимикачі, пакетні вимикачі, рубильники в закритому виконанні тощо) визначається перевіркою відсутності на їх затискачах чи на відходячих шинах, проводах чи затискачах обладнання, яке відключається цими комутаційними апаратами.

В електроустановках до 1000 В при роботах на збірних шинах РУ, щитів, збірок напруга з шин повинна бути знята та шини (за винятком шин, які виконані ізольованим проводом) повинні бути заземлені. Необхідність та можливість встановлення на приєднання цих РУ, щитів, збірок та підключеного до них обладнання визначає працівник, який видає наряд (розпорядження).

Перед допуском до роботи на електродвигунах насосів, димососів та вентиляторів, якщо можливо обертання електродвигунів від з'єднаних з ними механізмів, повинні бути закриті та заперті на замок засувки цих механізмів, а також прийняті заходи для гальмування ротора електродвигунів.

Випробування електроприводів разом з виконуючим механізмом потрібно проводити з дозволу начальника зміни технологічного цеху, в якому вони встановлені.

При видачі робиться запис в оперативному журналі технологічного цеху, а отриманні цього дозволу - в оперативному журналі цеху (ділянки), який проводить випробування.

Ремонт і наладку електросхем електроприводів, не з'єднаних з виконуючим механізмом, регулюючих органів та запірної арматури, можна проводити по розпорядженню. Дозвіл на їх випробування дає працівник, який дав розпорядження на вивід електропривода в ремонт, наладку. Про це повинен бути зроблений запис при оформленні розпорядження.

При роботі на електродвигуні заземлення встановлюється на кабелі (з від'єднанням чи без від'єднання його від електродвигуна) чи на його приєднанні в РУ.

Вмикання електродвигуна для перевірки до повного закінчення роботи проводиться після виводу бригади з робочого місця.

Після випробування проводиться повторний допуск з оформленням в наряді. При виконанні роботи по розпорядженню на повторний допуск розпорядження дається заново.

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; показчики 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 [8] встановлюють допустиму температуру, відносну вологість і швидкість руху повітря у певних діапазонах в залежності від періоду року та категорії робіт і допустиму інтенсивність опромінення.

Таблиця 4.1 - Нормовані параметри мікроклімату в робочій зоні з категорією робіт IIa.

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

Для забезпечення необхідних за нормативами параметрів мікроклімату проектом передбачено:

1. Температура внутрішніх поверхонь будівельних конструкцій робочої зони і зовнішніх поверхонь обладнання при забезпеченні оптимальних параметрів мікроклімату не повинні бути більше ніж на 2°C за діапазон норм.

2. Якщо температура поверхонь вище чи нижче оптимальної температури повітря, то робочі місця повинні бути віддалені від них на відстань не менше їм.

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

4.2.2 Виробниче освітлення

Природне освітлення

В залежності від джерела світла промислове освітлення поділяється на: - природне освітлення - освітленість приміщень світлом неба (прямого чи відображеного), яке проникає через світлові пройми 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 для даного виробничого приміщення розраховуємо за формулою:

$$e_N = e_H \cdot m_N,$$

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

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

Штучне освітлення.

- штучне освітлення буває двох систем: загальне чи комбіноване. Загальне освітлення - освітлення, при якому світильники розміщуються у верхній зоні приміщення рівномірно чи 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 75лк;

Для забезпечення нормативного значення e_{min} передбачено:

Штучне освітлення в приміщенні цеху забезпечується світильниками типу РСП08×250 (однолампові) з лампами ДРЛ-250.

4.2.3 Виробничий шум

Рівень звуку вимірюється в децибелах і визначається по формулі:

$$L = 20 \cdot \lg \left(\frac{P}{P_0} \right) = 20 \cdot \lg \left(\frac{U}{U_0} \right), \quad (4.2)$$

де L - рівень шуму, дБ;

P -звуковий тиск, Па;

U_0 - коливальна швидкість, $5 \cdot 10^{-8}$ м/с;

P_0 - нульове значення звукового тиску на нижньому порозі чутності в октавній смузі зі середньгеометричною частотою 1000 Гц, умовно прийняте рівним $2 \cdot 10^{-5}$ Па.

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».

Таблиця 4.2- 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

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.

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.

4.2.4 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. Тобто технологічна вібрація, яка діє на персонал цеху, чи яка передається на робочі місця, не маючи джерел випромінювання.

Джерелами вібрацій в умовах, що розглядаються в проекті, являються установка купажу води та лінія розливу води, які відносяться до типу загальної вібрації.

Основні параметри вібрації, такі як середньоквадратичне значення віброприскорення та віброшвидкості, логарифмічні рівні приведені у таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 - 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	Zo, Yo, Xo	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

Приміщення ПП «ФОП Нагорний В. В.», на якому розробляються заходи з підвищення ефективності системи електропостачання, відносяться до категорії В з вибухонебезпечними зонами класу 22 – простір, в якому вибухонебезпечний пи́л (борошно) у завислому стані може з’являтися нечасто і існувати недовго (у разі аварії).

Будівля, де розташоване виробництво хлібобулочних виробів, характеризується ІІІ ступенем вогнестійкості.

До ІІІ 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 чи 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 4.5

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

Таблиця 4.5 - Мінімальні межі вогнестійкості будівельних конструкцій і максимальні межі розповсюдження полум'я по них.

нес	тій	к	Стіни	Ко	ло	ни	ки,	кос	оу	ан	юв	аче	м),	Елементи перекрить
-----	-----	---	-------	----	----	----	-----	-----	----	----	----	-----	-----	-----------------------

	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 4.6 приведені протипожежні перешкоди і мінімальні межі їх огнестійкості

Таблиця 4.6 - Протипожежні перешкоди і мінімальні межі їх вогнестійкості

Номер п/п	Протипожежна перешкода	Типи протипожежних перешкод чи їх елементів	Мінімальні межі вогнестійкості протипожежних перешкод чи їх елементів, год
1	Протипожежні стіни	2	0.75
2	Протипожежні перегородки	2	0.25
3	Протипожежні перекриття	3	0.75
4	Протипожежні вікна і двері	3	0.5

В таблиці 4.7 приведена допустима кількість поверхів і площа поверху і межах пожежного відсіку будівлі відповідно до ступеня вогнестійкості.

Таблиця 4.7 - Допустима кількість поверхів і площа поверху в межах пожежного відсіку будівлі.

Категорія будівлі (пожежних відсіків)	Допустима кількість поверхів	Ступінь вог- нестійкості будівлі	Площа поверху в межах пожежного відсіку, м2, будівель		
			Одноповер- хових	багатоповерхових	
				2 поверхи	3 поверхи і більше
В	1	III	не обмежується		
				-	-

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

У випадку виникнення пожежі робітники повинні: прийняти всі заходи по ліквідації вогню; місце, яке загорілось потрібно гасити вогнегасником; при загоранні електропроводів потрібно відключити лінію, а ізоляцію електропроводів необхідно гасити тільки вуглекислотним вогнегасником чи піском; зупинити обладнання.

Цех по виробництву хлібобулочних виробів обладнаний системою протипожежної сигналізації і спеціальним водогоном. Площа цеху становить 374 м^2 , необхідно встановити біля входу 1 пожежний щит (стенд). До комплексу засобів пожежогасіння, які розміщені на ньому, включенні: вогнегасники ВП-5 – 3 шт., ящик з піском – 1 шт., покривало з негорючого теплоізоляційного матеріалу чи повсті розміром $2\text{м} \times 2\text{м}$ – 1 шт., гаки – 3 шт., лопати – 2 шт., лом – 2 шт., сокири – 2 шт. Ящик для піску має місткість $3,0 \text{ м}^3$ та укомплектований совковою лопатою. Конструкція ящика повинна забезпечувати зручність діставання піску та виключати попадання опадів.

ВИСНОВКИ

У ході виконання бакалаврської дипломної роботи було розроблено систему електропостачання ФОП «Нагорний В.В.» .

В результаті розраховано електричні навантаження підприємства та 5-го поверху елеватора, з врахуванням коефіцієнтів використання, коефіцієнтів попиту, коефіцієнту одночасності, коефіцієнтів питомого освітлення. Було вибрано перерізи живлячих ліній, високовольтні вимикачі 10 кВ та вимикачі цехової мережі 0,4 кВ.

Для забезпечення надійності живлення електростачання вибираємо для установки на підприємстві двотрансформаторні підстанції потужністю 630 та 400 кВА. Живлення підприємства здійснюється кабельною лінією ААБ 3х35. Електроприймачі у розрахунковому цеху під'єднані до двох розподільчих пристроїв за обраною радіальною схемою. Для захисту електроприймачів було обрано селективний автоматичний вимикач типу ВА 55-37 з напівпровідниковим розчіплювачем та автоматичні вимикачі типу ВА 51-31 та ВА 51-25 з тепловим та електромагнітним розчіплювачами.

Обрана радіальна схема електропостачання забезпечує надійне та безперебійне живлення підприємства електроенергією.

Впроваджено заходи з підвищенням енергоефективності електропостачання.

Обґрунтовано ефективність комплексного застосування заходів з енергозбереження: вирівнювання графіків навантажень та компенсація реактивної потужності, яка підтверджується математичним моделюванням і дозволяє підвищити енергоефективність електропостачання підприємства.

Розроблено норми з охорони праці, а саме технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкту, та, з гігієни праці і виробничої санітарії. А також розроблено норми з пожежної безпеки.

ЛІТЕРАТУРА

1. Правила улаштування електроустановок. – Київ.: Міненерговугілля України, 2014. – 758с.
2. Инструктивные и информационные материалы по проектированию электроустановок. Руководящий технический материал. Указания по расчету электрических нагрузок. – М.: ВНИПИ Тяжпромэлектропроект. – 1992. – 27 с.
3. Справочник по электроснабжению промышленных предприятий / [Федоров А.А., Сербиновский Г.В., Вершинина С.И. и др.]. – М.: «Энергия», 1973.- 528 с.
4. Бурбело М. Й. Проектування систем електропостачання. Приклади розрахунків : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / М. Й. Бурбело. – Вінниця : ВНТУ, 2005. – 148 с.
5. Бурбело М. Й. «Розрахунок внутрішнього електропостачання: навчальний посібник» / Бурбело М. Й. – Вінниця : ВНТУ, 2017. – 123 с.
6. «Вакуумные выключатели серии ВВ/TEL» [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://tavrida-ua.com/products/vacuumswitch.html> (дата звернення 01.02.2015). — Назва з екрана.
7. Кобилянський О.В. Методичні вказівки до виконання розділу “Охорона праці” в дипломних проектах і роботах студентів електротехнічних спеціальностей / О.В. Кобилянський, О.П. Терещенко. – Вінниця: ВНТУ, 2004. – 45 с.
8. Чепурний М.М. Джерела енергії тепло технології / М.М. Чепурний, С.Й. Ткаченко. – В.: ВДТУ, 1998.-56с.
9. Юдин Е.Я. «Охрана труда в машиностроении» / Е.Я.Юдин, С.В.Белов. – М.: Машиностроение, 1983. - 432 с.
10. Е.Я.Юдин. Борьба с шумом на производстве : Справочник / Под ред. Е.Я.Юдина. – М.: Машиностроение, 1985. - 400 с.
- 11.«Справочник по охране труда на промышленном предприятии»/ [Ткачук К.Н., Иванчук Д.Ф., Сабарно Р.В. та ін.]. – К.: Техника, 1991.- 285 с.

12. Характеристика інверторів для сонячних електростанцій
[Електронний ресурс]. — Режим доступу :
<http://ir.lib.vntu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/28783/9202.pdf?sequence=3&isAllowed=y> (дата звернення 02.06.2020). — Назва з екрана.

Додатки

Додаток А

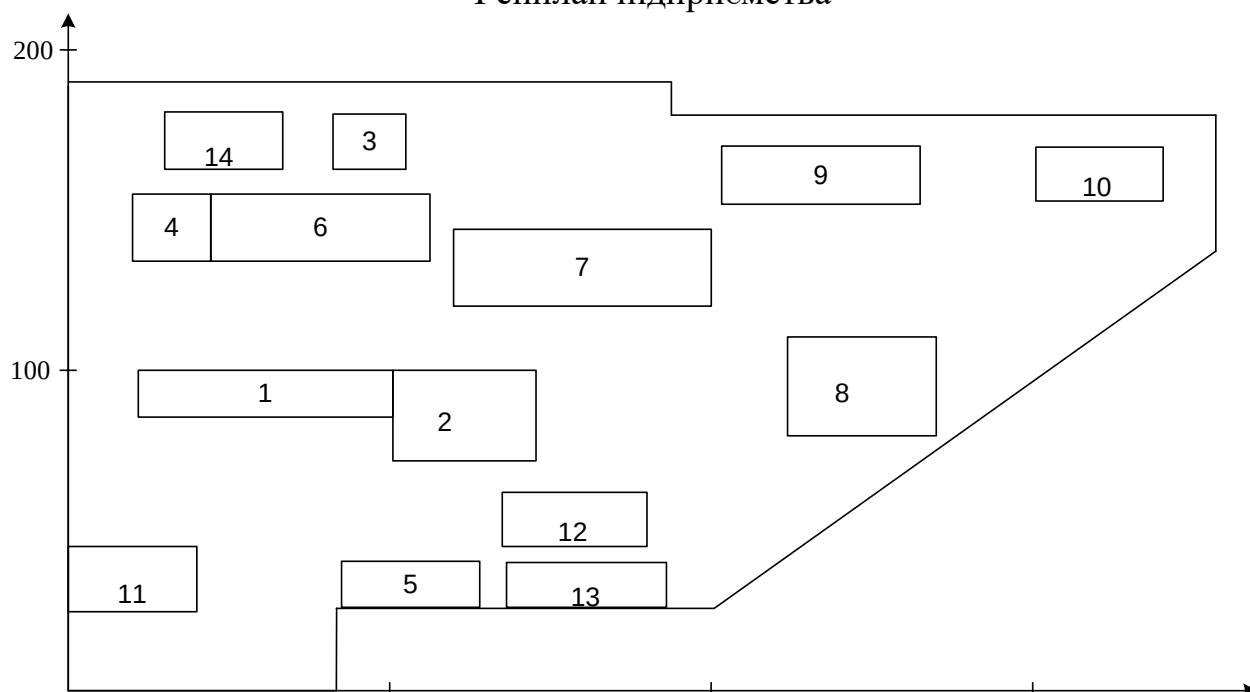
Вихідні дані
Генплан підприємства

Рисунок А.1 – Генплан підприємства

Таблиця А.1 – Відомості про електричні навантаження заводу

№ на плані	Назва цеху	P_n , кВт
1	Елеватор	550
2	Млин	50
3	Крупцех	350
4	Склад	70
5	Ремонтний цех	280
6	Цех БВД	300
7	Комбізавод	450
8	Лабораторія	150
9	Котельня	400
10	Пилорама	45
11	Адмінбудівля	42
12	Пожежне депо	37
13	Гаражі	25
14	Майстерні	130

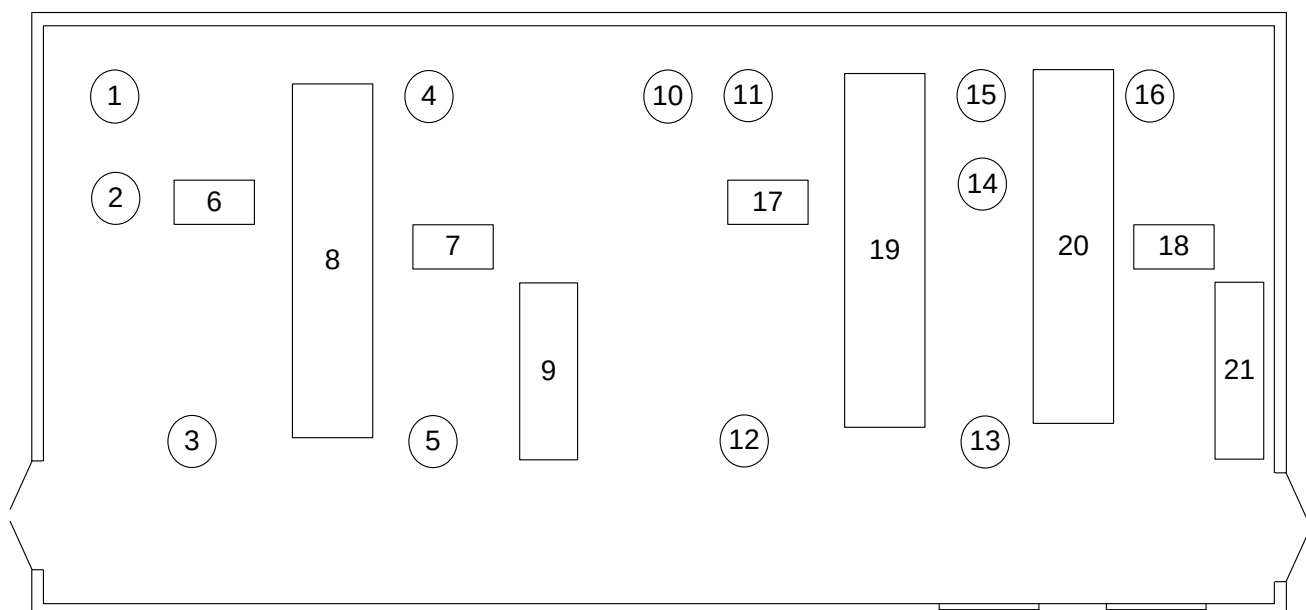
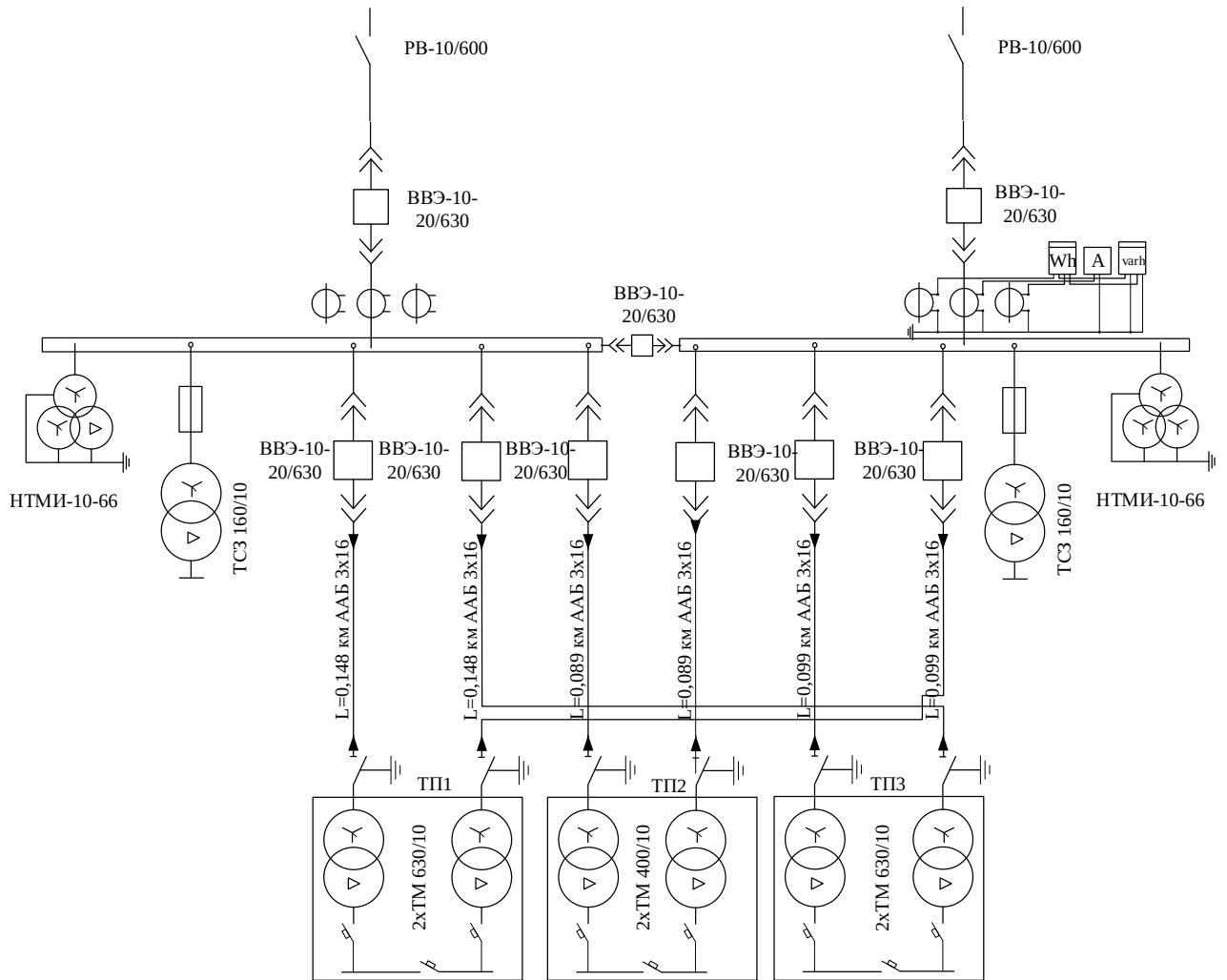


Рисунок А.2 – План 5-го поверху елеватора

Таблиця А.2 – Відомості про електричні навантаження цеху

№ на плані	Назва електроприймача	Р _н , кВт
1-5, 10-16	Вентилятор аспірації	7,5
6-7, 17-18	Транспортер стрічковий	13
8, 19-20	Норія стрічкова	30
9	Норія стрічкова	15
21	Норія стрічкова	25

Додаток Б Однолінійна схема електропостачання



Додаток Г

Добові графіки активного і реактивного навантаження до вирівнювання і після

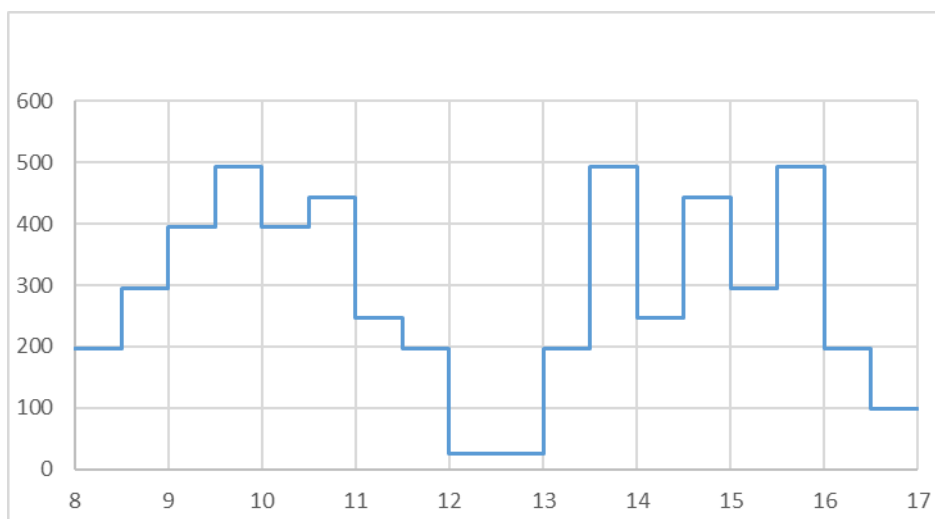


Рисунок 3.4 - Добовий графік активного навантаження до вирівнювання

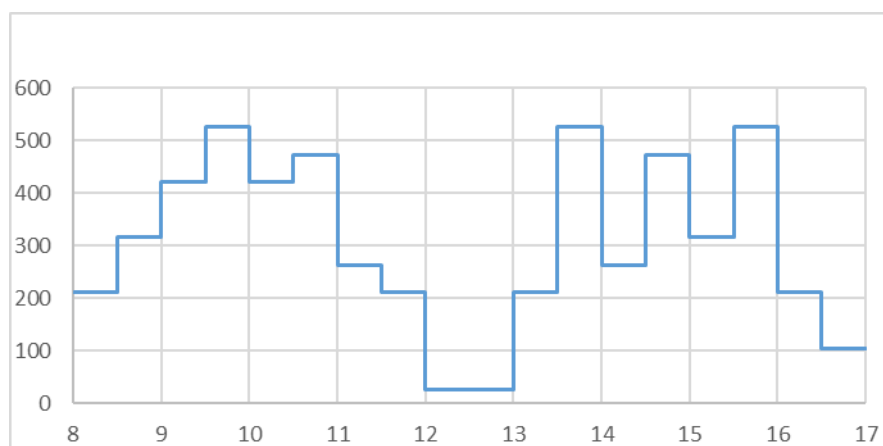


Рисунок 3.5 - Добовий графік реактивного навантаження до вирівнювання

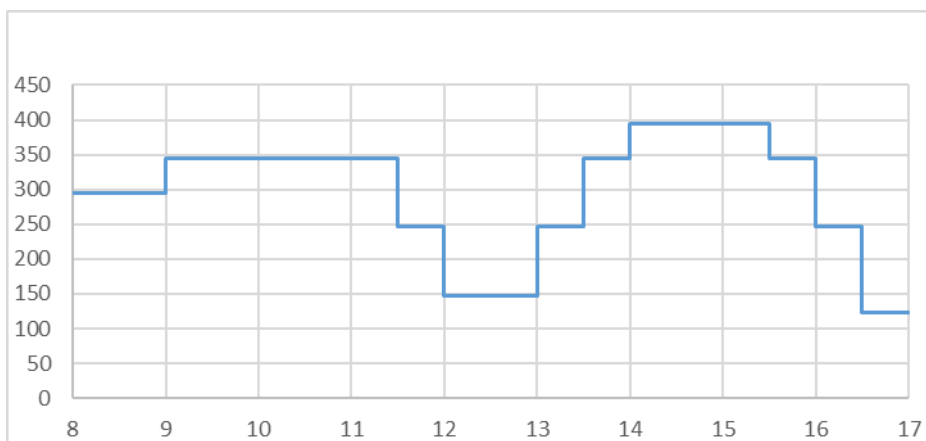


Рисунок 3.6 - Добовий графік активного навантаження після вирівнювання

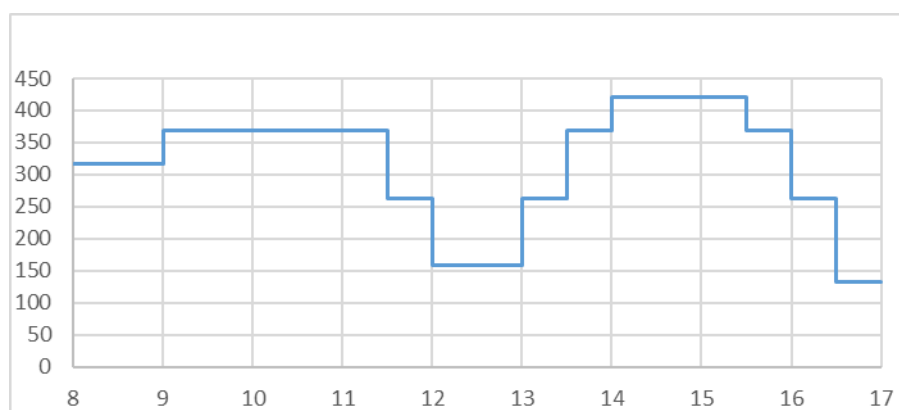


Рисунок 3.7 - Добовий графік реактивного навантаження після вирівнювання