

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

Пояснювальна записка

до магістерської кваліфікаційної роботи

магістр

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему: «Зменшення провалів та коливань напруги в мережі Приватного підприємства «Кванта-Л4» селища міського типу Хорошів Житомирської області»

Виконав: студент 2 курсу, гр. ЕСЕ-18м
спеціальності 141 – Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка

Петелько В.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник д.т.н., проф. Бурбело М.Й.

(прізвище та ініціали)

Рецензент _____

(прізвище та ініціали)

Вінниця – 2020 року

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

Освітньо-кваліфікаційний рівень – магістр
Спеціальність – 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
Освітня програма – Електротехнічні системи електроспоживання

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри ЕСЕМ
д.т.н. проф. Бурбело М.Й.

„06” березня 2020 р

ЗАВДАННЯ
на магістерську кваліфікаційну роботу
Петельку Владиславу Васильовичу

1. Тема роботи: Зменшення провалів та коливань напруги в мережі Приватного підприємства «Кванта-Л4» селища міського типу Хорошів Житомирської області

керівник роботи: Бурбело Михайло Йосипович, д.т.н., проф,
затверджені наказом по ВНТУ від «06» березня 2020 року, № 76

2. Строк подання студентом роботи «04» червня 2020 року

3. Вихідні дані до роботи: відомості про електричні навантаження та планування підприємства, про джерела живлення та перспективу розвитку підприємства.

Наукові публікації з питань оптимізації електропостачання.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки.

Анотація.

Зміст

Вступ

Розділ 1 Відомості про підприємство та короткий опис технологічних процесів

Розділ 2 Визначення оптимальних параметрів системи електропостачання

Розділ 3 Зменшення провалів та коливань напруги

Розділ 4 Економічна частина

Розділ 5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

Висновок

Список використаних джерел

Додатки

5. Перелік графічного матеріалу:

Матеріал, необхідний для висвітлення сутності проведених досліджень та впровадження розроблених методів.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Кобилянський О.В., д.п.н., професор		
Економічна частина	Шулле Ю.А., к.т.н., доцент		

6. Дата видачі завдання « 06 » березня 2020 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Визначення оптимальних параметрів системи електропостачання	31.03.20	
2	Зменшення провалів та коливань напруги	30.04.20	
3	Економічна частина роботи	15.05.20	
4	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	31.05.20	

Студент

(підпис)

Петелько В.В.
(прізвище та ініціали)

Керівник
магістерської роботи

(підпис)

Бурбело М.Й.
(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль
бакалаврської дипломної
роботи

(підпис)

Войтюк Ю.П
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Петелько В.В. Зменшення провалів та коливань напруги в мережі Приватного підприємства «Кванта-Л4» селища міського типу Хорошів Житомирської області. Магістерська кваліфікаційна робота зі спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка. ФЕЕЕМ. Кафедра ЕСЕЕМ. – Вінниця: ВНТУ, 2020 – 77 с.

В магістерській кваліфікаційній роботі було проведено розрахунок електричного навантаження каменеобробного підприємства в смт. Хорошів, Житомирської області за допомогою систем автоматизованого проектування. Була побудована схема електромережі підприємства і зроблений вибір трансформаторів та провідників внутрішньозаводської мережі, розрахунок та вибір місця розташування цехових трансформаторних підстанцій. Розглянуто характеристики провалів та коливань напруги; вплив провалів і коливань напруги на електрообладнання; методи визначення фактичних внесків споживачів в коливання напруги.

Ключові слова: електропостачання, трансформаторна підстанція, коливання напруги, провал напруги, мережа, несиметрія напруги

ANNOTATION

Petelko V.V. Reduction of dips and voltage fluctuations in the network of the private enterprise "Kvanta-L4" of the urban-type settlement of Khoroshiv, Zhytomyr Gebiet. Masterstudiengang im Fach 141 - Elektrik, Elektrotechnik und Elektromechanik. FEEEM. ESEEM-Vorsitz Winniza: VNTU. 2020.- 77 p.

In the master's qualification work, the calculation of the electrical load of the stone processing enterprise in the village was carried out. Khoroshiv, Zhytomyr Gebiet with the help of computer-aided design systems. The scheme of the electric network of the enterprise was constructed and the choice of circuit breakers and conductors of the in-plant network, calculation and choice of the location of shop transformer substations was made. The characteristics of dips and voltage

fluctuations are considered; the impact of dips and voltage fluctuations on electrical equipment; methods for determining the actual contributions of consumers to voltage fluctuations.

Keywords: power supply, transformer substation, voltage fluctuations, voltage failure, network, voltage asymmetry.

Zahnungen – 12

Tabellen – 25

Bibliographien – 29

ЗМІСТ

ВСТУП.....	9
РОЗДІЛ 1 ВІДОМОСТІ ПРО ПІДПРИЄМСТВО ТА КОРОТКИЙ ОПИС ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ.....	11
1.1 Характеристика технологічного процесу підприємства.....	11
РОЗДІЛ 2 ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ	15
2.1 Визначення кількості та потужності цехових ТП.....	15
2.2 Розрахунок втрат потужності в цехових ТП.....	19
2.3 Визначення оптимального перерізу зовнішньої лінії живлення.....	20
2.4 Визначення оптимальних перерізів КЛ 10 кВ	24
РОЗДІЛ 3 ЗМЕНШЕННЯ ПРОВАЛІВ ТА КОЛИВАНЬ НАПРУГИ	27
3.1 Характеристика провалів і коливань напруги.....	27
3.2 Вплив провалів і коливань на роботу електрообладнання	30
3.3 Методи визначення фактичних внесків споживачів в коливання напруги	32
РОЗДІЛ 4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....	32
4.1 Розрахунок капіталовкладень систему електропостачання	36
4.1.1 Мета розрахунків та характеристика вихідних даних	36
4.1.2 Розрахунок капіталовкладень в систему електропостачання.....	38
4.2 Розрахунок поточних витрат	39
4.2.1 Розрахунок потреби в робочій силі.....	39
4.2.2 Розрахунок витрат по заробітній платі	42
4.2.3 Планування вартості матеріалів, що витрачаються	46
4.2.4 Визначення амортизаційних відрахувань і інших витрат.....	50
4.3 Розрахунок собівартості електроенергії	51
4.3.1 Розрахунок річного споживання і втрат електроенергії. Розрахунок оплати за електроенергію	51
4.3.2 Розрахунок собівартості електроенергії.....	55
РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІ	57
5.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкту	58
5.1.1 Технічні рішення з безпечної організації робочих місць.....	58
5.1.2 Електробезпека	59
5.2 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії.....	60
5.2.1 Мікроклімат	60
5.2.2 Склад повітря робочої зони.....	61
5.2.3 Виробниче освітлення.....	62
5.2.4 Виробничі вібрації	63
5.2.5 Виробничі випромінювання.....	64
5.2.6 Психофізіологічні фактори	65

5.3 Безпека у надзвичайних ситуаціях. Дослідження стійкості роботи системи електропостачання ПП «Кванта-Л4» в умовах дії загрозливих чинників надзвичайних ситуацій	67
5.3.1 Дослідження стійкості роботи СЕП ПП «Кванта-Л4» в умовах дії іонізуючих випромінювань	68
5.3.2 Дослідження стійкості роботи СЕП ПП «Кванта-Л4» в умовах дії електромагнітного імпульсу.....	70
ВИСНОВОК.....	74
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	75
ДОДАТКИ	

ВСТУП

Актуальність теми. В даній магістерській кваліфікаційній роботі досліджуються процеси провалів напруги на промислових підприємствах, та негативні явища, що супроводжуються та являються наслідками даних процесів.

Для подальшого підвищення якості електричної енергії та мінімізації зупинок технологічного процесу, необхідно більш детально розглянути конкретні види обладнання та технологічні установки, які піддаються і є значно чутливими до провалів напруги.

Мета і задачі дослідження. Основною метою роботи аналіз негативних впливів провалів напруги на систему електроспоживання підприємства.

Основні задачі даної роботи проявляються у ефективному та економічно обґрунтованому розрахунку схем електропостачання підприємства, підборі комутаційно-захисної апаратури та провідників. Для вирішення даних задач:

- в першому розділі показані відомості про підприємство, відомості про споживачів енергії та їх характеристика;
- у другому розділі розраховується система електропостачання підприємства;
- в третьому розділі проводиться аналіз впливів провалів та коливань напруги на електрообладнання а також методів визначення фактичних внесків споживачів у коливання напруги;
- в четвертому розділі проводиться розрахунок економічної частини каменеобробного підприємства;
- в п'ятому розділі розглянуті питання охорони праці та цивільного захисту;

Об'єктом дослідження є фізичні процеси, що виникають при виникненні коливань та провалів напруги.

Предметом даної роботи є методи та засоби, що застосовуються для розрахунку системи електропостачання даного підприємства, виборі схеми заводської мережі з використанням сучасних технологій САПР для проектування енергоефективних систем електропостачання.

Методи дослідження. Для аналізу та розрахунку поставлених завдань в магістерській роботі використано елементи математичної статистики. Відповідно виконана робота базується на теоретичних основах електротехніки, теорії електричних систем, теорії електропостачання, методах та теорії прийняття проектних рішень. Використані такі програмні продукти як MS Excel, MS MathCad.

Наукова новизна полягає в розробці методу визначення фактичних внесків споживачів в коливання напруги, який забезпечує можливість визначення джерел спотворень в електричних мережах.

Практичне значення одержаних результатів. Здійснення запропонованих у роботі заходів дозволить:

- вирішити питання про підключення ударних навантажень до діючих мереж;
- підвищити якість напруги в мережах з діючими навантаженнями;
- виконати аналіз спотворень викликані коливанням і провалом напруги.

Результати даної МКР опубліковано в [1].

РОЗДІЛ 1 ВІДОМОСТІ ПРО ПІДПРИЄМСТВО ТА КОРОТКИЙ ОПИС ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

1.1 Характеристика технологічного процесу підприємства

Приватне підприємство «Кванта-Л4», яке виготовляє продукцію з природнього каменю, було засновано в 2005 році. Дане підприємство знаходиться в Житомирській області, Хорошівського району, смт. Хорошів (колишня назва смт. Володарськ-Волинський).

Воно забезпечує повний виробничий цикл від видобутку блоків до виготовлення продукції різної складності при високої якості. В структуру підприємства входить власний кар'єр - Катеринівського родовище з видобутку граніту - абсолютно нового виду лабрадориту, який не має аналогів в світі. Його відрізняє унікальна гра кольору, вдале поєднання вишуканості, міцності і функціональності.

«Кванта-Л4» виготовлену продукцію транспортує в навколишні країни тому числі і по Україні. В процесі розвитку підприємства сформувався наступний асортимент продукції, а саме:

- дорожня і тротуарна брущатка;
- плити мощення;
- дорожні і тротуарні бордюри;
- сляби (полоса);
- плити облицювання;
- балясина і балюстради;
- блоки;
- кам'яні сходи;
- підвіконники;
- ритуальна продукція;
- столешниці.

Блоки каменю з Катеринівського кар'єру доставляють на саме підприємство. Ці блоки ріжуться багатопилом на потрібні розміри для майбутньої продукції. Далі необроблений камінь обробляється верстатами.

В арсеналі підприємства є парк розпилювальних верстатів, поліровані лінії, лінії термообробки і бучардирування, окантовочні, фрезерні, каменекольні лінії і верстат гідроабразивного різання WaterJet, що дозволяє вирізати за допомогою струменя води деталі будь-якої складності з листових матеріалів. В обробці каменю застосовується технологія для заготовлення фризів, карнизів, панно, радіальних ступенів, балясин, куль і інших важкопрофільних виробів.

Згідно ПУЕ 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 або значні народногосподарські втрати викликані пошкодженням обладнання, тривалим збоєм складного технологічного процесу або масовим браком продукції;

II - приймачі порушення електропостачання яких пов'язані тільки з масовим недовипуском продукції, простоем людей, механізмів та промислового транспорту - прокатні стани, електричні дугові печі, металорізальні станки, штампованні преси, механізми текстильного виробництва та інше;

III - всі інші приймачі, які не підходять під визначення I та II. Споживачі III категорії - приймачі, допоміжні цехи, склади.

Переважну частину електроприймачів підприємства складають приймачі з тривалим режимом роботи. За надійністю електропостачання підприємство в цілому відноситься до III категорії.

Електроприймачі ПП «Кванта-Л4» працюють в дві зміни і займаються обробкою каміння.

Для визначення електричних навантажень цеху обробки каменю, котрий розглядається у проекті, необхідно враховувати режим роботи, потужність, напругу, рід струму електроприймачів.

ПП «Кванта-Л4» живиться від ПЛ-10 кВ підстанції 110/10 кВ Хорошівського РЕМ.

Генеральний план підприємства наведено на рис. 1.1., а в таблиці 1.1 показано дані про електричні навантаження цехів підприємства.

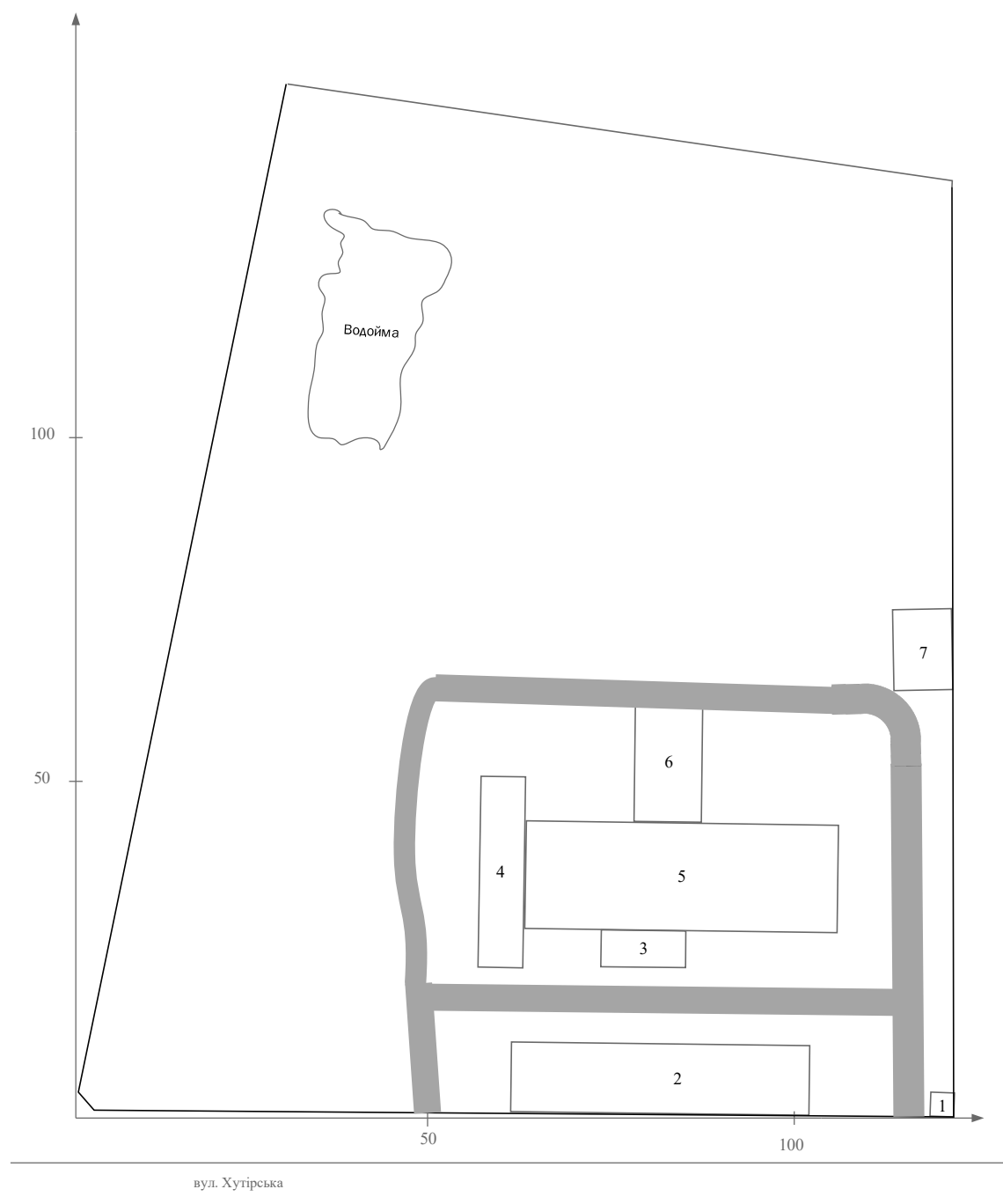


Рисунок 1.1 – Генплан ПП «Кванта-Л4»

Таблиця 1.1 – Відомості про електричні навантаження підприємства

№ п. п.	Назва цеху	Р, кВт
1	Пункт пропуску	10
2	Цех обробки каменю №1	293
3	Котельня	40
4	Цех №2	350
5	Цех шліфування каменю №3	320
6	Цех №4	250
7	Складське приміщення	25

В роботі проведено детальний розгляд цеху обробки каменю №1 (рис. 1.2).

Відомості про електричні навантаження вказаного об'єкта подано в табл. 1.2.

Таблиця 1.2 – Відомості про електричні навантаження цеху

№ п/п	Назва	Р, кВт
1	Прес SY-S200	11
2-5	Прес SY-S90	7,5
6	Багатопил DTJ-100	32,25
7-9	Однодисковий відрізний станок ZQJ-160A	25,85
10	Тросовик КХЖ-1500	13,2
11	Фреза LMQ-3000	40,7
12	Прес SY-S120	10
13	Однодисковий відрізний станок ZQJ-120	17,6
14	Багатопил ДТК-204	20,5
15	Прес гідравлічний	16
16	Камнекол КС-60Т-40	8,5

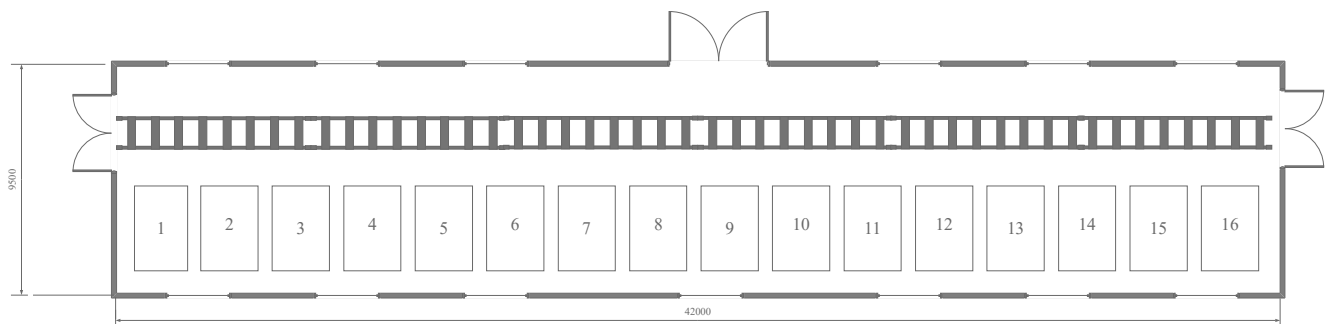


Рисунок 1.2 – План цеху обробки каменю №1

РОЗДІЛ 2 ВИЗНАЧЕННЯ ОПТИМАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

2.1 Визначення кількості та потужності цехових ТП

Під час вибору трансформаторів підстанції повинні виконуватися такі вимоги:

- показником ефективності вибору трансформаторів ТП повинні бути річні приведені затрати в підстанцію;
- кількість стандартних потужностей трансформаторів цехових ТП на підприємстві не повинна перевищувати дві (максимум три) [2].

Наближеним показником оптимальної ступені потужності трансформаторів ЦТП виступає питома густина навантаження.

Оскільки підприємство є споживачем другої категорії електропостачання, тому необхідно, щоб система електропостачання мала як найвищу надійність, тому всі цехи живляться від двотрансформаторних підстанцій. Зорієнтувавшись на питому густину навантаження, яка складає $\sum p_0 = 0,15$ кВА/м², потрібно вибрати трансформатори потужністю менше 1000 кВА. Також доцільно розподілити навантаження між двома ТП. Усі ТП повинні бути двохтрансформаторними, для того щоб не допускати значних перерв в електропостачанні. Перша ТП заживить цехи під номером 1,2,3,4; друга ТП 5,6,7. Встановлення 2-х ТП дозволить знизити довжини кабельних ліній 0,38 кВ, що призведе до зниження втрат потужності.

Розподіл цехів між ТП та дані навантаження на ТП наведені на рис. 2.1.

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	№ ТП	№ цеху	Назва цеху	Розрахунков а активна потужність Pp, кВт	Розрахунков а реактивна потужність Qp, кВАр	Повна розрахункова потужність Sp, кВА	Середня активна потужність Pc, кВт	Середня реактивна потужність Qc, кВАр	Повна середня потужність Sc, кВА	
2	ТП1	1	Пункт пропуску	0,125	0,054	0,136	2,125	1,022	2,358	
3		2	Цех обробки каменю №1	206,901	206,560	292,361	124,861	122,862	175,172	
4		3	Котельня	28,561	21,241	35,594	12,561	9,241	15,595	
5		4	Цех №2	247,813	287,646	379,673	142,813	164,888	218,136	
6			Всього по ТП1	483,400	515,501	706,694	282,360	298,013	410,535	
7	ТП2	5	Цех шліфування каменю №3	236,326	173,300	293,058	111,526	79,700	137,078	
8		6	Цех №4	177,079	205,492	271,264	102,079	117,807	155,880	
9		7	Складське приміщення	1,034	0,445	1,126	6,034	2,866	6,680	
10			Всього по ТП2	414,440	379,237	561,766	219,640	200,374	297,307	

Рисунок 2.1 - Розподіл цехів між ТП

Складемо математичну модель з вибору потужності трансформаторів цехових ТП. Керувати будемо змінною S_T - потужність трансформатора, а показником ефективності буде Z - річні приведені затрати в ТП [3]

$$Z(S_T) = B_{ТП}(S_T) + B_B(S_T) \rightarrow \min_{S_T \in S_{CT}}, \quad (2.1)$$

де $B_{ТП}(S_T)$ - річні приведені витрати в ТП потужністю S_T , визначаються як:

$$B_{ТП}(S_T) = (E_e + E_a)K_{ТП}(S_T, K_T), \quad (2.2)$$

де E_e - коефіцієнт ефективності капіталовкладень;

E_a - коефіцієнт відрахувань на амортизацію;

$K_{ТП}(S_T, K_T)$ - капіталовкладення в ТП в залежності від потужності S_T та кількості трансформаторів k_T .

Розрахуємо коефіцієнт завантаження трансформатора:

$$K_3 = \frac{S_{ТП}}{S_{ТП} \cdot k_T}. \quad (2.3)$$

Змінні втрати активної потужності в трансформаторах:

$$\Delta P_{зм} = \Delta P_{кз} \left(\frac{S_p^2}{S_T^2 \cdot k_T} \right), \quad (2.4)$$

$\Delta P_{кз}$ - втрати короткого замикання трансформатора;

S_T - потужність трансформатора ТП;

k_T - кількість трансформаторів.

Постійні втрати активної потужності розраховуються за формулою:

$$\Delta P_{nc} = \Delta P_{xx} \cdot k_T. \quad (2.5)$$

Сумарні втрати активної енергії будуть визначатись так[4]:

$$\Delta P = \Delta P_{nc} + \Delta P_{зм}. \quad (2.6)$$

При розв'язанні задачі необхідно враховувати такі обмеження[4]:

$$S_T \cdot k_T \cdot k_H \geq S_{ТПсм}, \quad (2.7)$$

де $S_{ТПсм}$ - середня потужність ТП.

$$k_T \geq 1 \Rightarrow k_{на} \cdot S_T \geq k_{нна} \cdot S_{ТП}, \quad (2.8)$$

де $k_{на}$ - максимально допустимий коефіцієнт навантаження трансформатора в післяаварійному режимі ($k_{на}=1,3$). Значення даного коефіцієнта взято з ГОСТ 14209-97 (таблиця Н.1) для варіанта, коли перевантаження буде тривати 24 год, при середній добовій температурі 30⁰С, тобто для найгірших умов місцевості, де знаходиться підприємство;

$k_{\text{нпа}}$ - частина навантаження ТП, яка повинна залишитись в роботі в післяаварійному режимі (для кожної ТП своє значення);

Складається електронна таблиця Excel для автоматизованого вибору оптимальної потужності ТП 1 за мінімумом затрат на робочому листі "ТП1" (рис. 2.2). Коефіцієнт $k_{\text{нпа}}$ буде становити 0,8, оскільки при аварійній ситуації можна відключити до 20% навантаження цехів, які живляться від ТП 1 [5].

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	
1	Вибір оптимальної потужності ТП1 за мінімумом затрат																
2	Дані нормального режиму																
3	Розрахункова потужність ТП, кВА											Sp=	706,694				
4	Середня потужність ТП, кВА											Sc=	410,535				
5	Кількість трансформаторів											kt=	2				
6	Допустимий коефіцієнт навантаження в нормальному режимі											kn=	1				
7	Дані післяаварійного режиму																
8	Допустимий коефіцієнт навантаження післяаварійному режимі											kпа=	1,3				
9	Доля навантаження в п.а. режимі											kнпа=	0,8				
10	Економічні характеристики																
11	Питома вартість втрат, грн/кВт											Во=	6734,8				
12	Коефіцієнт ефективності капіталовкладень											Ее=	0,1				
13	Коефіцієнт відрахувань на амортизацію											Еа=	0,036				
14																	
15	*	St, кВА	dPкс, кВт	dPхх, кВт	Ктп, тис. грн.	Е*К, тис. грн.	dPзм, кВт	dPпс, кВт	dP, кВт	Вв, тис. грн.	З, тис. грн.	*	X	обмеж. 1	обмеж. 2		
16		63	1,28	0,24	269,381	36,6358	80,5307	0,48	81,0107	545,591	---		---	---	---		
17		100	1,97	0,33	286,059	38,904	49,1925	0,66	49,8525	335,747	---		---	---	---		
18		160	3,1	0,51	307,828	41,8646	30,2381	1,02	31,2581	210,517	---		---	---	---		
19		250	4,2	0,74	335,981	45,6934	16,7804	1,48	18,2604	122,98	---		---	+	---		
20		400	5,9	0,95	397,006	53,9928	9,20799	1,9	11,108	74,8101	---		---	+	---		
21	V	630	8,5	1,31	417,428	56,7702	5,34774	2,62	7,96774	53,6612	110,431	V	+	+	+		
22		1000	10,5	2,1	561,896	76,4179	2,62194	4,2	6,82194	45,9444	122,362		+	+	+		
23		1600	18	2,8	690,625	93,925	1,75576	5,6	7,35576	49,5396	143,465		+	+	+		
24		2500	23,5	3,85	832,99	113,287	0,9389	7,7	8,6389	58,1813	171,468		+	+	+		
25										Zмін=	110,431						
26										Опт. Пот. Трансформатора	St*=	630					

Рисунок 2.2 - Вибір потужності ТП1

Як видно з розрахунків, оптимальна потужність трансформаторів ЦТП1 повинна бути 630 кВА. При цьому приведені затрати для встановлення двотрансформаторної ТП1 становлять 110,4 тис. грн.

Аналогічні розрахунки проводяться для ТП2 на листі Excel «ТП2» рис. 2.3. Коефіцієнт $k_{\text{нпа}}$ для ТП2 буде становити 0,8.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	Вибір оптимальної потужності ТП2 за мінімумом затрат														
2	Дані нормального режиму														
3	Розрахункова потужність ТП, кВА										Sp=	561,766			
4	Середня потужність ТП, кВА										Sc=	297,307			
5	Кількість трансформаторів										kt=	2			
6	Допустимий коефіцієнт навантаження в нормальному режимі										kn=	1			
7	Дані післяварійного режиму														
8	Допустимий коефіцієнт навантаження післяварійному режимі										kpa=	1,3			
9	Доля навантаження в п.а. режимі										knpa=	0,8			
10	Економічні характеристики														
11	Питома вартість втрат, грн/кВт										Vo=	6734,8			
12	Коефіцієнт ефективності капіталовкладень										Ee=	0,1			
13	Коефіцієнт відрахувань на амортизацію										Ea=	0,036			
14															
15	*	St, кВА	dPкз, кВт	dPхх, кВт	Kтп, тис. грн.	E*К, тис. грн.	dPзм, кВт	dPис, кВт	dP, кВт	Вв, тис. грн.	З, тис. грн.	*	X	обмеж. 1	обмеж. 2
16		63	1,28	0,24	269,381	36,6358	50,8873	0,48	51,3673	345,949	---	---	---	---	---
17		100	1,97	0,33	286,059	38,904	31,0847	0,66	31,7447	213,794	---	---	---	---	---
18		160	3,1	0,51	307,828	41,8646	19,1074	1,02	20,1274	135,554	---	---	+	---	---
19		250	4,2	0,74	335,981	45,6934	10,6035	1,48	12,0835	81,3801	---	---	+	---	---
20		400	5,9	0,95	397,006	53,9928	5,81853	1,9	7,71853	51,9827	105,976	+	+	+	+
21	V	630	8,5	1,31	417,428	56,7702	3,37924	2,62	5,99924	40,4037	97,1739	V	+	+	+
22		1000	10,5	2,1	561,896	76,4179	1,6568	4,2	5,8568	39,4444	115,862		+	+	+
23		1600	18	2,8	690,625	93,925	1,10946	5,6	6,70946	45,1869	139,112		+	+	+
24		2500	23,5	3,85	832,99	113,287	0,59329	7,7	8,29329	55,8537	169,14		+	+	+
25											Змін=				
26							Опт. Пот. Трансформатора				St*=	630			
27															

Рисунок 2.3 - Вибір потужності ТП2

Як видно з розрахунків для ТП 2 оптимальним є варіант, коли потужність трансформаторів ТП складає 630 кВА. При цьому приведені затрати складатимуть 97,2 тис. грн.

2.2 Розрахунок втрат потужності в цехових ТП

По зовнішній лінії живлення буде протікати не лише потужність навантаження, а й потужність втрат в трансформаторах ТП. Неврахування цих втрат призведе до вибору перерізу зовнішньої лінії по заниженому навантаженню, що в свою чергу може спричинити роботу лінії живлення в недопустимих умовах [3].

Втрати активної потужності в цехових ТП розраховуються за формулою:

$$\Delta P_{TP} = n \cdot \Delta P_{xx} + \frac{1}{n} \cdot \Delta P_{кз} \cdot \left(\frac{S_p}{S_{ном.тп}} \right)^2, \quad (2.9)$$

де ΔP_{TP} - втрати активної потужності ТП, кВт;

n - кількість трансформаторів в ТП;

ΔP_{xx} - втрати холостого ходу трансформатора, кВт;

$\Delta P_{кз}$ - втрати короткого замикання трансформатора, кВт;

S_p - повне розрахункове навантаження на ТП, кВА;

$S_{ном.тр}$ - номінальна потужність трансформатора ТП.

Втрати реактивної потужності в цехових ТП розраховуються за формулою:

$$\Delta Q_{ТР} = n \cdot \frac{I_{xx}}{100} \cdot S_{ном.тр} + \frac{1}{n} \cdot \frac{U_{кз}}{100} \cdot \frac{S_p^2}{S_{ном.тр}}, \quad (2.10)$$

де $\Delta Q_{ТР}$ - втрати реактивної потужності ТП, кВАр;

I_{xx} - струм холостого ходу трансформатора, А;

$U_{кз}$ - напруга короткого замикання, % від номінальної.

Розрахунок втрат потужності в цехових ТП наведені на рис. 2.4.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
	№ ТП	S _{ном.т} , кВА	кт	dP _{xx} , кВт	dP _{кз} , кВт	I _{xx} , %	U _к , %	P _p , кВт	Q _p , кВАр	S _p , кВА	dP _{тр} , кВт	dQ _{тр} , кВАр	dS _{тр} , кВА	P, кВт	Q, кВАр
2															
3	1	630	2	1,31	8,5	2	5,5	483,400	515,501	706,694	7,968	47,000	47,671	491,367	562,501
4	2	630	2	1,31	8,5	2	5,5	414,440	379,237	561,766	5,999	38,975	39,434	420,439	418,212
5	Всього							854,278	850,573		13,967	85,975	87,102	868,245	936,548

Рисунок 2.4 - Розрахунок втрат потужності в цехових ТП

2.3 Визначення оптимального перерізу зовнішньої лінії живлення

Точка живлення зовнішньої лінії знаходиться на відстані 4300 м від розподільчої підстанції. Для того, щоб заживити ЦРП, потрібно вибрати оптимальний переріз зовнішньої лінії живлення, яка буде живити підприємство від розподільчого пристрою.

На листі Excel під назвою "ПЛ-ТП" створюється електронна таблиця для вибору оптимального перерізу зовнішньої лінії живлення, яка містить у собі стандартні перерізи та допустимі струми ПЛ. Дана таблиця буде розраховувати

мінімум річних приведених затрат в залежності від змінної, якою в даній задачі є переріз повітряної лінії. Показником ефективності є річні приведені затрати в зовнішню лінію живлення. ПЕР з критерієм оптимальності вибору зовнішньої лінії живлення матиме вигляд [6]:

$$Z(F) = ((E_a + E_e) \cdot K_0(F) + 3 \cdot I_l \cdot r_0(F) \cdot k_l \cdot t \cdot \tau) \cdot L \rightarrow \min_{F \in X}, \quad (2.11)$$

де $Z(F)$ - річні приведені затрати в лінію живлення, залежно від перерізу ПЛ, тис. грн.;

$K_0(F)$ - вартість 1 км ПЛ перерізом F , грн/км;

$r_0(F)$ - активний опір проводу, Ом/км;

E_a - коефіцієнт відрахувань на амортизацію;

E_e - коефіцієнт ефективності капіталовкладень;

L - довжина лінії, км;

I_l - струм, що протікає в ПЛ, А;

k_l - кількість ліній ПЛЕП;

t - тариф за активну електроенергію, грн/кВт*год;

τ - число годин максимальних втрат;

X - множина всіх стандартних перерізів ПЛ.

Для вибору оптимального перерізу ПЛ повинні виконуватися такі умови:

Обмеження на керовану змінну будуть такими:

1) Переріз ПЛ за умовою нагрівання в нормальному режимі вибирається згідно виразу:

$$k_{\text{дон}} \cdot I_{\text{дон}}(x) \geq I_p = \frac{S_p}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}} \cdot k_l}, \quad (2.12)$$

де $k_{\text{дон}}$ - коефіцієнт, що вносить зміни на струми в залежності від температури землі і повітря (для ПЛ дорівнює 1);

$I_{\text{дон}}(x)$ - допустимий тривалий струм навантаження, який залежить від перерізу ПЛ, А;

S_p - повна потужність навантаження, кВА;

$U_{\text{ном}}$ - номінальна напруга ПЛ.

Повітряні лінії перевіряються також на стійкість до загального коронування. Згідно ПУЕ 1.3.38 на корону перевіряються ПЛ напругою 35 кВ і вище[4]. Так як наша ПЛ має напругу 10 кВ, перевірка на стійкість до загального коронування не виконується.

2) Переріз ПЛ за умовою нагрівання в післяаварійному режимі вибирається згідно такого виразу:

$$k_{na} \cdot k_{\text{дон}} \cdot I_{\text{дон}}(x) \geq k_l \cdot I_l \cdot k_{n.na}, \quad (2.13)$$

де k_{na} - коефіцієнт перевантаження ПЛ в післяаварійному режимі;

$k_{n.na}$ - навантаження, що залишилася в післяаварійному режимі;

3) Переріз ПЛ за умовою втрат напруги в нормальному режимі вибирається згідно такого виразу[2]:

$$\Delta U_{\text{дон}} \geq \Delta U_l(F) = \frac{P_p \cdot r_0(F) + Q_p \cdot x_0(F)}{k_l \cdot U_{\text{ном}}^2 \cdot 1000} \cdot L \cdot 100\% \quad (2.14)$$

де $\Delta U_{\text{дон}}$ - допустимі втрати напруги в лінії, %;

$\Delta U_l(F)$ - фактичні втрати напруги в лінії, залежно від перерізу, %;

P_p - розрахункова активна потужність навантаження, кВт;

Q_p - розрахункова реактивна потужність навантаження, кВАр;

$x_0(F)$ - реактивний опір проводу, залежно від перерізу, Ом/км.

4) Перевірка втрат напруги в післяаварійному режимі:

$$\Delta U_{na.\dot{d}on} \geq \Delta U_{na.l}(F), \quad (2.15)$$

де $\Delta U_{na.\dot{d}on}$ - допустимі втрати напруги в лінії в післяаварійному режимі, %;
 $\Delta U_{na.l}(F)$ - фактичні втрати напруги в лінії в післяаварійному режимі, залежно від перерізу, %.

5) Так як лінія обладнана пристроями швидкодіючого автоматичного повторного включення, то відповідно до [5] потрібно провести перевірку на термічну стійкість лінії до дії струмів короткого замикання:

$$F \geq F_{кз}, \quad (2.16)$$

де $F_{кз}$ - мінімальний переріз, який витримує термічну дію струмів к.з.
 Переріз $F_{кз}$ можна визначити за формулою:

$$F_{кз} = \frac{I_{кз} \cdot \sqrt{t_n}}{C}, \quad (2.17)$$

де $I_{кз}$ - струм короткого замикання на стороні 10 кВ, А;
 t_n - приведений час к. з., с;
 C - термічний коефіцієнт, $A \cdot c^{0,5}/mm^2$.

Згідно [7] для алюмінієвого провода марки АС при допустимій температурі нагріву проводів при КЗ 200°C $C=90 A \cdot c^{0,5}/mm^2$.

б) Для повітряної лінії виконується перевірка на механічну міцність. Згідно [4] для ПЛ до 20 кВ переріз проводів має бути більший чи рівний $F_{мех}=70 mm^2$:

$$F \geq F_{MEX}, \quad (2.18)$$

де F_{MEX} - мінімальний переріз, для якого виконується умова механічної міцності.

Коефіцієнт середовища $k_{сер} = 1$ [4] так як поправка на температуру землі не вказана.

Коефіцієнт перевантаження в післяварійному режимі $k_{ДА} = 1,25$ згідно [4]. Коефіцієнт попереднього навантаження 0,6, бо відношення $I_n / (I_{доп} k_{доп}) = 0,16$, що ближче до 0,6; вид прокладки – в землі, допустиме перевантаження триває 6 год.

Таблична форма під назвою "КЛ-ТП1" для автоматизованого вибору оптимального перерізу КЛ від ЦРП до ТП1 представлена на рисунку 2.6.

Таблична форма під назвою "КЛ-ТП2" для автоматизованого вибору оптимального перерізу КЛ від ЦРП до ТП2 представлена на рисунку 2.7.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W
1	Початковий ланк								Коефіцієнт середовища														
2	Нормальний режим								Коефіцієнт прокладки														
3	Максимально доп. коефіцієнт навантаження в н. режимі								Коефіцієнт групи														
4	Напруга, кВ								Клоп	0,966			0,92										
5	Довжина КЛ, км								l	10			0,05										
6	Активна розрахункова потужність, кВт								P	491,4			0,036										
7	Реактивна потужність, квар								Q	562,5			0,036										
8	Розрахунковий струм окремого кабелю, А								I	43,12			0,036										
9	Кількість кабелів								k	1			0,036										
10	Допустима втрата напруги в КЛ, %								ΔU _{доп}	5			0,036										
11	Аварійний режим																						
12	Струм КЗ на початку лінії, кА								I _{кз}	2,6125			0,036										
13	Приведений час КЗ, с								т _п	1,5			0,036										
14	Темповий коефіцієнт C, (Δ°С ² /(1,2)·мм ²)								C	90			0,036										
15	Мінімальний переріз лінії за умовою КЗ, мм ²								F _{кз}	35,55			0,036										
16	Післяварійний режим																						
17	Максимально допустимий коефіцієнт навантаження								К _{на}	1,25			0,036										
18	Для навантаження в післяварійному режимі								К _{нап}	0,8			0,036										
19	Допустима втрата напруги в КЛ, %								ΔU _{надоп}	5			0,036										
20	Економічні характеристики																						
21	Питома вартість втрат								В _о	6734,80			0,036										
22	Коефіцієнт ефективності капіталовкладень								Е _е	10,00%			0,036										
23	Коефіцієнт відрахувань на амортизацію								Е _а	5,00%			0,036										
24																							
25		F, мм ²	R _о , Ом/км	X _о , Ом/км	I _{доп} , А	К _о , т. гр/км	dI _н , %	dI _{ма} , %	dP, кВт	К, т. гр.	Е*К, т. гр.	В _а , т. гр.	З, т. гр.	Δр _{оп}	Клоп	К _{на} *К _{доп}	ΔU _н <= ΔU _{надоп}	ΔU _{ма} <= ΔU _{надоп}	F >= F _{кз}	V			
26	10	3,1	0,122	50	21,4605	0,0987	0,078956	1,072185673	1,33055	0,19958	7,22096	---	НЕ/ДОП	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
27	16	1,94	0,113	75	31,01175	0,06304	0,050434	0,670980711	1,92273	0,28841	4,51892	---	НЕ/ДОП	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
28	25	1,24	0,099	90	44,66925	0,04123	0,032983	0,428874269	2,76949	0,41542	2,88838	---	НЕ/ДОП	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
29	35	0,89	0,095	115	58,39425	0,03043	0,024341	0,307821048	3,62044	0,54307	2,07311	---	НЕ/ДОП	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
30	50	0,62	0,09	140	83,0835	0,02203	0,017622	0,214437135	5,15118	0,77268	1,44419	2,21687	ДОП	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
31	70	0,443	0,086	165	113,62725	0,0165	0,013196	0,153218791	7,04489	1,05673	1,0319	2,08863	ДОП	---	---	---	---	---	---	---	---	---	V
32	95	0,326	0,083	205	147,26475	0,01283	0,010261	0,112752429	9,13041	1,36986	0,75937	2,12893	ДОП	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
33	120	0,258	0,081	240	186,35175	0,01068	0,008548	0,089233517	11,5538	1,73307	0,60097	2,33404	ДОП	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
34	150	0,206	0,079	275	229,74525	0,00903	0,007225	0,071248467	14,2442	2,13663	0,47984	2,61648	ДОП	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
35	185	0,167	0,077	310	309,33	0,00777	0,006218	0,05775968	19,1785	2,87677	0,389	3,26577	ДОП	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
36	240	0,129	0,075	355	429,012	0,00655	0,005236	0,044616759	26,5987	3,98981	0,30048	4,2903	ДОП	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
37													2,08863										
38																							
39																							

Початковий етап										Коефіцієнт середнього											
Нормований режим										Коефіцієнт проокладки											
Максимально доп. коефіцієнт навантаження и.н.										Класс=0.966		Коефіцієнт проукладки									
Напруга, кВ										U=10		Класс=0.966									
Довжина КЛ, км										L=0.04											
Активна потужність, кВт										P=420											
Реактивна потужність, квар										Q=418											
Розрахунковий струм короткого замикан. А										Iк=34.24											
Кількість кабелів										k=1											
Допустима втрата напруги в КЛ, %										ΔUклон=5											
Аварійний режим										Класс=1 <th colspan="10"></th>											
Струм КЗ на початку лінії, кА										Iкз=2.61											
Проміжний час КЗ, с										ш=1.5											
Температурний коефіцієнт C, (А*°C)/(2 I) [мм²]										C=90											
Мінімальний переріз ліній за умовою КЗ, мм²										Fкз=35.55											
Постмерійний режим										Класс=1.25 <th colspan="10"></th>											
Максимально допустимий коефіцієнт навантаження										Класс=1.25											
Доля навантаження в постмерійному режимі										Класс=0.8											
Допустима втрата напруги в КЛ, %										ΔUклон=5											
Економічні характеристики										Вс=6734.80											
Питома вартість витрат										Вс=6734.80											
Коефіцієнт ефективності капіталовкладень										Ес=10.00%											
Коефіцієнт інфляційних амортизацій										Еа=5.00%											
F, мм²	Rв, Ом/км	Xв, Ом/км	Цикл, А	Кв, т.грамм	dIв, %	dIна, %	dP, кВт	K, т.грамм	F*К, т.грамм	Вк, т.грамм	З, т.грамм	Доп	Класс*1 доп >= 1р	Класс*К доп >= Класс*Кв	ΔUв <= ΔUдоп	ΔIна <= ΔIдоп	F >= Fкз	V			
10	3.1	0.122	50	21.46	0.054	0.04334	0.436	0.858	0.129	2.937	--	НЕДОП	+	+	+	+	+				
16	1.94	0.113	75	31.01	0.035	0.027613	0.273	1.24	0.186	1.838	--	НЕДОП	+	+	+	+	+				
25	1.24	0.099	90	44.67	0.023	0.018008	0.174	1.787	0.268	1.175	--	НЕДОП	+	+	+	+	+				
35	0.89	0.095	115	58.39	0.017	0.013245	0.125	2.336	0.35	0.843	--	НЕДОП	+	+	+	+	+				
50	0.62	0.09	140	83.08	0.012	0.009546	0.087	3.323	0.499	0.587	1.085872	ДОП	+	+	+	+	+				
70	0.443	0.086	165	113.6	0.009	0.007111	0.062	4.545	0.682	0.42	1.101449	ДОП	+	+	+	+	+	V			
95	0.326	0.083	205	147.3	0.007	0.005497	0.046	5.891	0.884	0.309	1.192432	ДОП	+	+	+	+	+				
120	0.258	0.081	240	186.4	0.006	0.004555	0.036	7.454	1.118	0.244	1.362533	ДОП	+	+	+	+	+				
150	0.206	0.079	275	229.7	0.005	0.003829	0.029	9.19	1.378	0.195	1.57363	ДОП	+	+	+	+	+				
185	0.167	0.077	310	309.3	0.004	0.003277	0.023	12.37	1.856	0.158	2.014191	ДОП	+	+	+	+	+				
240	0.129	0.075	355	429	0.003	0.002739	0.018	17.16	2.574	0.122	2.696283	ДОП	+	+	+	+	+				
											Мінімальні витрати на К		1.085872								
											Оптимальний переріз К		70								

Рисунок 2.7 - Таблична форма для автоматизованого вибору КЛ від ЦРП до ТП2

Проектне рішення: для живлення ЦТП1 та ЦТП2 доцільно вибрати кабелі марки ААБ, перерізом 70 мм², при цьому питомі затрати на 1 км довжини складуть: для ТП1 –2,09 тис.грн. та для ТП2 – 1,101 тис.грн..

Висновок: В даному розділі було виконане автоматизоване проектування СЕП ПП «Кванта-Л4». Було прийнято найефективніші проектні рішення, щодо місця розташування ЦРП, зовнішньої лінії живлення, оптимальних перерізів розподільних мереж та оптимальних потужностей ТП.

Усі прийняті проектні рішення задовольняють вимогам ТЗ.

РОЗДІЛ 3 ЗМЕНШЕННЯ ПРОВАЛІВ ТА КОЛИВАНЬ НАПРУГИ

3.1 Характеристика провалів і коливань напруги

Найбільш критичним порушенням в електричних мережах є раптове спотворення форми кривої напруги, яке призводить до відмови електроприймачів. Відповідальні механізми промислових виробництв особливо чутливі до аварійних відключень і перерв в електропостачанні. В зв'язку з цим задача компенсації або усунення провалів напруги в розподільних мережах 6(10)/0,4 кВ вимагає ефективного і універсального рішення.

Серед відомих засобів обмеження спотворень особливе місце займають пристрою відновлення напруги. Принцип їх роботи заснований на обмеженні провалу протягом часу ліквідації аварії, за яке відбувається небезпечне зниження чинного (середньоквадратичного) напруги. Це встановлюється тільки двома параметрами - тривалістю і глибиною посадки. У цьому полягає одна з небезпек мережевих порушень в енергосистемах.

Під провалом прийнято розуміти короткочасне зниження або повну втрату напруги. Фізично це означає, що необхідна енергія не надходить до навантаження. Наслідки цього можуть бути вельми серйозними, в залежності від її призначення і характеру. Параметрами провалу напруги є його тривалість Δt_n і величина залишкової напруги δU_n , що виражається у відсотках від номінального (рис. 3.1).

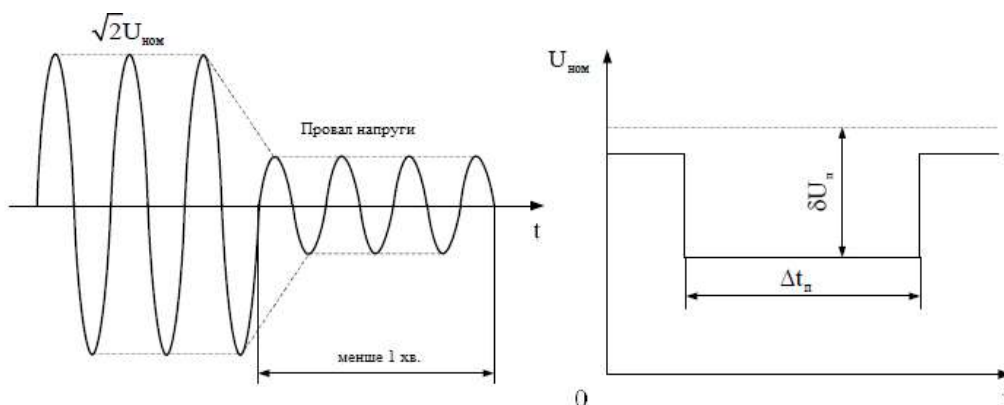


Рисунок 3.1 – Параметри провалів напруги

На сьогоднішній день визнані дві основні причини провалів напруги, а саме: підключення значних навантажень споживачем або несправності на суміжних електрично пов'язаних ділянках ланцюга. При включенні потужних електродвигунів пускові струми можуть в рази перевищувати номінальні.

Для вимірювання тривалості провалу напруги $\Delta t_{\text{п}}$ (рис.3.1) фіксують початковий момент часу $t_{\text{н}}$ різкого спаду (з тривалістю менше 10 мс) обгинаючої середньоквадратичних значень напруги, визначених на кожному напівперіоді основної частоти, нижче рівня $0,9U_{\text{ном}}$. реєструють кінцевий момент часу $t_{\text{к}}$ відновлення середньоквадратичної напруги до $0,9U_{\text{ном}}$.

На кінцевому етапі визначається тривалість провалу напруги $\Delta t_{\text{п}}$:

$$\Delta t_{\text{п}} = t_{\text{к}} - t_{\text{н}} \quad (3.1)$$

де $t_{\text{н}}$, $t_{\text{к}}$ - початковий і кінцевий моменти часу провалу напруги.

Глибину провалу напруги $\delta U_{\text{п}}$ (рис. 3.1) визначають наступним чином. Вимірюють середньоквадратичні значення напруги за кожен напівперіод основної частоти під час провалу напруги в вольтах, кіловольтах. Визначають мінімальне з усіх виміряних середньоквадратичних значень напруги U_{min} . Потім обчислюють глибину провалу в відсотках:

$$\delta U_{\text{п}} = \frac{U_{\text{ном}} - U_{\text{min}}}{U_{\text{ном}}} \cdot 100\%, \quad (3.2)$$

Частота появи провалів напруги $F_{\text{пн}}$ в відсотках:

$$F_{\text{пн}} = \frac{m(\delta U_{\text{п}}, \Delta t_{\text{п}})}{M}, \quad (3.3)$$

де $m(\delta U_{\text{п}}, \Delta t_{\text{п}})$ - число провалів напруги глибиною $\delta U_{\text{п}}$ і тривалістю $\Delta t_{\text{п}}$;

M - сумарна кількість посадок за період часу спостереження.

Масштаб провалів напруги визначається запасом мережі по потужності, опором кабельних ліній і точки загального підключення. Посадкам, викликаним пусковими струмами двигунів, властиві невисокі значення зниження напруги, але велика тривалість, ніж у тих, які викликані порушеннями в розподільній мережі. Подібні провали тривають від однієї до декількох десятків секунд. Розподільні мережі електропостачання промислових підприємств досить складні. Ступінь впливу пошкодження однієї ділянки на інші елементи залежить

від топології мережі, відносного значення повного опору на проблемній ділянці, навантаження і генератора в точці загального приєднання.

Під час провалу напруги необхідна енергія не подається до електроприймача і наслідки цього можуть бути досить неприємними залежно від призначення та характеру цього електроприймача. Провали напруги негативно впливають на роботу під'єднаних до мережі електроприймачів, які можуть мати різні рівні чутливості до них. Якщо амплітуда напруги під час провалу є нижчою від деякого критичного для певного електроприймача значення, то це, як правило, спричиняє порушення умов його нормального функціонування. Так, зменшення напруги на величину 25 % від $U_{\text{ном}}$ протягом 0,1 с сприймається зором як блимання світла, однак, такий провал напруги може зумовити ланцюгову реакцію помилок і порушень в роботі виробничого обладнання, а часто і його зупинення, що може призвести до значних матеріальних втрат внаслідок браку виготовленої продукції, зупинень виробництва, зниження продуктивності, заміни пошкодженого обладнання та додаткових втрат під час відновлення виробництва. Провали напруги незначно впливають на роботу ламп розжарювання, але можуть спричинити порушення роботи електричних двигунів та електронних пристроїв. Особливо чутливими до провалів є пристрої автоматики, системи захисту, контролери параметрів та мікропроцесори

Особливо часто провали напруги відбуваються через коротких замикань в мережах напругою 110-220 кВ. Це обумовлено тим, що дані мережі виконані протяжними повітряними лініями, а, отже, схильні до дії блискавок, забруднення і перекриття ізоляторів і т.п. Крім того, дані мережі мають заземлену нейтраль, що обумовлює провали напруги не тільки при міжфазних, але і при однофазних коротких замикань. Згідно з даними [8] в повітряних мережах 110-220 кВ в кількісному відношенні КЗ розподіляються наступним чином: однофазні - 70%; двофазні і двофазні на землю - 20%; трифазні - 10%.

3.2 Вплив провалів і коливань на роботу електрообладнання

Коливання і провали напруги в електричній мережі призводять до таких наслідків[8]:

- коливань світлового потоку освітлювальних приладів (флікер-ефект);
- погіршення якості роботи телевізійних приймачів;
- порушення в роботі рентгенівського обладнання;
- помилкової роботі регулюючих пристроїв і ЕОМ;
- порушень в роботі перетворювачів;
- коливань моменту на валу обертових машин, що викликає додаткові втрати електроенергії і збільшений знос обладнання, а також порушення технологічних процесів, які вимагають стабільної швидкості обертання.

Ступінь впливу на роботу обладнання визначається амплітудою коливань і їх частотою.

Коливання навантаження великої потужності, наприклад, прокатних станів, викликають коливання моменту, активної і реактивної потужності генераторів місцевих електростанцій.

Коливання і провали напруги з глибиною понад 10% можуть привести до згасання газорозрядних ламп, повторне запалювання яких в залежності від типу лампи може відбуватися тільки через значний проміжок часу. При глибоких коливаннях і провалах напруги (понад 15%) можуть відпасти контакти магнітних пускачів, викликавши збої у виробництві.

Коливання з розмахом в 10-12% можуть привести до виходу з ладу конденсаторів, а також вентилів випрямних агрегатів.

Збільшення втрат електроенергії у внутрішньозаводських мережах, викликане коливаннями напруги з амплітудою в 3%, не перевищує 2% від початкового значення втрат.

Коливання напруги викликає несиметрію мережі. Несиметрія трифазної системи напруг призводить до виникнення струмів зворотній послідовності, а в 4-провідних мережах додатково і струмів нульової послідовності. Токи

зворотній послідовності викликають додатковий нагрів обертових машин, поява нехарактерних гармонік при роботі багатofазних перетворювачів і інші явища.

При несиметрії напруг в 2% терміни служби асинхронних двигунів скорочуються на 10,8% синхронних - на 16,2%; трансформаторів - на 4%; конденсаторів - на 20%. Нагрівання обладнання здійснюється за рахунок витрат додаткової електроенергії, що знижує ККД електроустановок. Швидкість обертання асинхронних двигунів кілька знижується, зростають вібрація валу і шум[8].

Для того щоб уникнути перегріву двигуна, його завантаження доводиться знижувати. Повне завантаження двигуна допускається тільки при коефіцієнті зворотній послідовності напруги не більше 1%. При 2% завантаження повинна бути знижена до 96%, при 3% - до 90%, при 4% - до 83% і при 5% -до 76%.

Якщо технологічні установки оснащені захистом від перекоосу напруг, то при високих рівнях несиметрії вони можуть відключатися, що призводить до технологічного збитку (зниження якості і недовипуск продукції, брак).

Проте, основним ефектом несиметрії напруг є нагрів обладнання, тому протягом деякого часу допустимі значення можуть перевищуватися, якщо в наступні моменти це компенсується зниженим рівнем несиметрії. Дане положення відноситься до зміни несиметрії протягом часу, що не перевищує часу нагріву обладнання.

При включенні великих навантажень, як наприклад, потужних електродвигунів, пускові струми можуть в рази перевищувати номінальні. А якщо коло і кабельне господарство розраховані тільки на номінальні значення струму, пускові струми викличуть зниження напруги як в мережі живлення, так і на стороні навантаження. Масштаб явища пов'язаний із загальним запасом мережі по потужності, повним опором в точці загального підключення і повним опором кабелів. Провалів, викликаним пусковими струмами електродвигунів, властиві не надто високі значення зменшення напруги, але велика тривалість, ніж у тих, які викликані проблемами розподільної мережі і тривають від однієї до кількох десятків секунд.

Проблеми у споживача, викликані опором кабелів, вирішуються відносно легко. Великі навантаження можна прямо приєднати до джерела через точки загального приєднання або вторинній обмотці напруги силового трансформатора. Одним з рішень може бути застосування пристроїв «легкого пуску», які дозволяють знизити абсолютні величини провалів напруги, розподіливши додаткове навантаження в часі. Іншим рішенням може бути пристрій за погодженням з компанією-постачальником живлять кола з меншим повним опором, хоча таке рішення може виявитися вельми витратним. Якщо причину провалів напруги усунути не вдається, то необхідно обладнання, що дозволяє компенсувати це явище. До числа таких пристроїв відносяться традиційні механічні стабілізатори з сервероуправлінням, електронні регулятори напруги і системи динамічного відновлення напруги (ДВН).

3.3 Методи визначення фактичних внесків споживачів в коливання напруги

Завдання розрахунку рівнів коливань напруги для визначення їх допустимості виникає при вирішенні питання про підключення ударних навантажень до діючих мереж або при визначенні якості напруги в мережах з діючими навантаженнями.

Великі коливання напруги в мережі живлення виникають при роботі потужних (по відношенню до потужності КЗ) споживачів електроенергії, навантаження яких має різкозмінний характер. До таких споживачів можуть бути віднесені дугові печі, зварювальні апарати, прокатні стани і керовані тиристорні перетворювачі.

Одним з основних параметрів ударного навантаження, що визначають значення коливань напруги, є накид реактивної потужності. Якщо коливання навантаження різні за значеннями, то необхідно визначити еквівалентні коливання напруги [9]. При цьому значення розмахів напруги в даній точці

мережі при роботі різкозмінних навантажень в загальному випадку визначається за формулою:

$$\delta U_t = \frac{100}{S_{кз}} \sqrt{\frac{1}{M} \sum_{m=1}^M \delta Q_m^2}, \quad (3.4)$$

де δU_t – еквівалентний розмах коливань напруги;

δQ_m – значення розмаху реактивної потужності;

M – загальне число розмахів за час розрахункового циклу;

$S_{кз}$ – потужність трифазного КЗ мережі в ТЗП.

При аналізі спотворень, що викликані коливаннями напруги і струму, доцільно аномальні складові напруги і струму різкозмінних навантажень представити у вигляді відхилень напруги і струму від середньгеометричних значень (рис. 3.2) [10]:

$$\dot{U}_x = \dot{U}_i - \dot{U}_c; \dot{I}_x = \dot{I}_i - \dot{I}_c, \quad (3.5)$$

де \dot{U}_x, \dot{I}_x – комплексні значення напруги та струму, що характеризують їх коливання відносно середньгеометричного струму.

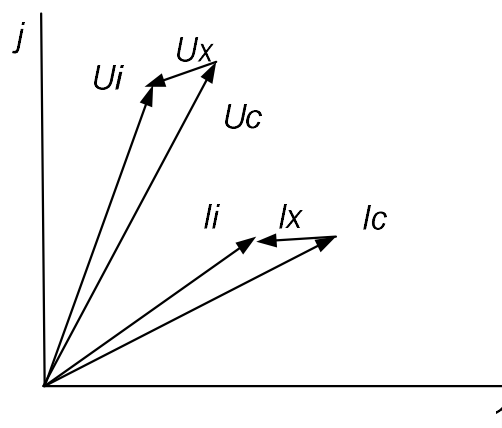


Рисунок 3.2 – Векторна діаграма напруг і струмів для визначення коливань напруги

Середньогометричні значення напруги струму за час усереднення T визначаються за виразом

$$\dot{U}_c = \frac{1}{T} \int_0^T \dot{U}_i(t) dt ; \dot{I}_c = \frac{1}{T} \int_0^T \dot{I}_i(t) dt . \quad (3.6)$$

Коливання напруг і струмів найчастіше має повторюваний неперіодичний характер, однак для аналізу режимів нерідко вважають процеси квазіперіодичними, і в якості часу усереднення T приймається один або кілька періодів коливань.

Основну потужність різкозмінних навантажень можна визначити за середньогометричними складовими напруги і струму, за формулою

$$\underline{S}_c = \dot{U}_c \dot{I}_c^* . \quad (3.7)$$

де \dot{I}_c^* – спряжене значення комплексного середньогометричного струму. Вторинну потужність визначають за відхиленнями напруги і струму від середньогометричних значень

$$\begin{aligned} \underline{S}_{em} &= \frac{1}{T} \int_0^T \dot{U}_x(t) \dot{I}_x(t)^* dt; \\ P_{em} &= \frac{1}{T} \int_0^T U_x(t) I_x(t) \cos \varphi_x(t) dt; \\ Q_{em} &= \frac{1}{T} \int_0^T U_x(t) I_x(t) \sin \varphi_x(t) dt. \end{aligned} \quad (3.8)$$

В [1] автори констатують, що на сьогодні не розглянуто показники, які характеризують коливання напруги: швидкі зміни напруги і показник флікера. Ці показники, як і несиметрія та несинусоїдність, представляють тривалі зміни характеристик напруги, що припускає потенційну можливість для вивчення

закономірностей їхнього виникнення і детермінованого розподілу відповідальності за ці порушення між суб'єктами.

В [11] розроблено метод визначення місця знаходження джерела КН в електричній мережі, який, працює за принципом оцінки кореляції зміни потужності і напруги в мережі електропостачання. Метод дозволяє враховувати зсув між екстремумами кривих зміни напруги $U(t)$ і потужності навантаження $P_n(t)$. Алгоритм визначення джерела спотворення такий:

1. Джерело коливання напруги є зовнішнім для споживача, якщо виникнення коливання приводить до узгоджених змін напруги і споживаної по лінії активної потужності, що відповідає умові позитивного регулювального ефекту активного навантаження по напрузі. Якщо джерело коливання напруги знаходиться в системі, то максимумам $U(t)$ будуть відповідати максимуми $P(t)$ мінімумам $U(t)$ – мінімуми $P(t)$.

2. Джерело коливання напруги є внутрішнім для споживача, якщо виникнення коливань напруги приводить до зустрічних змін напруги і споживаної по лінії активної потужності. Максимумам $U(t)$ будуть відповідати мінімуми $P(t)$, мінімумам $U(t)$ – максимуми $P(t)$ якщо джерело коливання напруги знаходиться в мережі споживача,.

При розташуванні джерела коливання напруги в системі урахування динамічних характеристик рухового навантаження дає зсув кривої потужності $P(t)$ відносно кривої напруги $U(t)$ на час затримки Δt . Відповідно локальні екстремуми кривої $P(t)$ будуть зсунуті щодо екстремумів кривої $U(t)$ на час Δt . Постійна електромагнітного перехідного процесу в лінії електропередачі розподільної мережі незначна, тому зсув можна не враховувати у разі, якщо джерело коливань напруги розташоване в мережах споживача.

Висновки.

В даному розділі був проведений аналіз впливу провалів та коливань напруги на споживачів підприємства. Визначено вплив несиметрії напруги викликаний коливанням. Розроблено методи визначення фактичних внесків споживачів в коливання напруги.

РОЗДІЛ 4 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Розрахунок капіталовкладень систему електропостачання

4.1.1 Мета розрахунків та характеристика вихідних даних

Відповідно до схеми електричної мережі підприємства, показаної на рис.4.1, та вихідних даних, приведених у табл. 4.1 – табл. 4.3 проведемо необхідні розрахунки.

Таблиця 4.1 – Характеристики трансформаторних підстанцій

Підстанція	Тип трансформатора	Кількість трансформаторів	Факт. потужність підстанції, кВА
ТП 1	ТМ-630	2	410,535
ТП 2	ТМ-630	2	297,3

Таблиця 4.2 – Відомості про кабельні лінії

Найменування ліній	Довжина лінії від ТП до ЦРП, м	Марка кабелю	К-сть
ЦРП - ТП1	62	ААБ 3х70	1
ЦРП - ТП2	40	ААБ 3х70	1

Таблиця 4.3 – Потужність цехів підприємства

Назва цеху	К-сть	Sp,	Tm,	cos
Пункт пропуску	1	0,14	4000	0,9
Цех обробки каменю	1	292,36	4000	0,7
Котельня	1	35,59	4000	0,8
Цех №2	1	379,67	4000	0,65
Цех шліфування	1	293,06	4000	0,8
Цех №4	1	271,26	4000	0,65
Складське	1	1,13	4000	0,9

Рекомендації до виконання:

1. Умовно прийняти, що в кожному цеху встановлено одну ТП (номером ТП прийняти номер цеху).
2. Кількість вимикачів визначається відповідно до даної схеми (рис. 4.1).
3. Оплату за спожиту електроенергію розраховують за одноставковим тарифом: 2,00 грн/кВт·год;
4. Прийняти норму амортизації – 6%,
5. Нарахування:
 - в пенсійний фонд – 33%,
 - у фонд зайнятості – 1,5%,
 - на соціальне страхування – 1,5%.
6. Якщо заводська мережа складається тільки з живильного кабелю 10 кВ і однієї ТП 10/0,4 кВ, то необхідно розраховувати капіталовкладення і експлуатаційні витрати для мережі 0,38 кВ [12].

За умови відсутності інформації щодо вартості високовольтних вимикачів можна прийняти вартість вимикача 10 кВ рівною 30–40 тис. грн., а вимикача 110 кВ – 70–80 тис.грн.

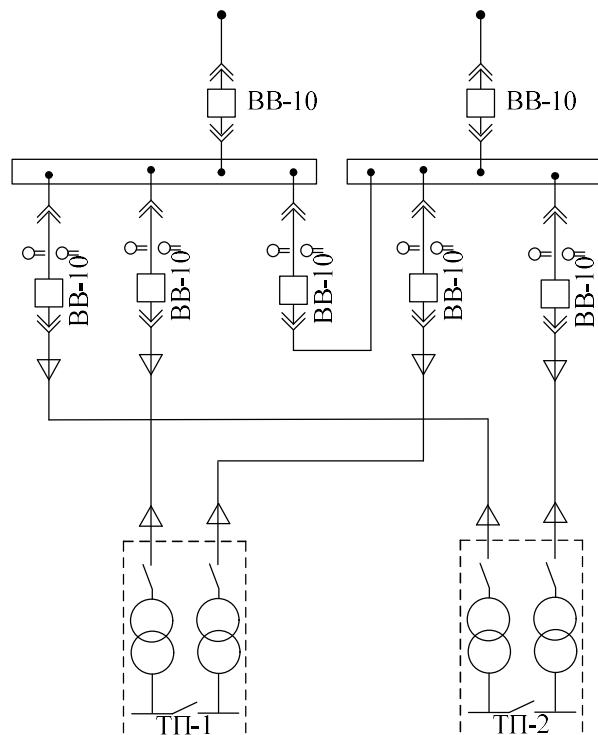


Рисунок 4.1 – Схема електропостачання підприємства

4.1.2 Розрахунок капіталовкладень в систему електропостачання

Розрахунок капіталовкладень в лінії електропередач виконуємо за вартістю кабелів та їх прокладання, які наведені в табл. 2.4 і табл. 2.5 [13].

Капітальні вкладення для ліній електропередач:

$$K_{л} = (K_{пит} + K_{прок}) \cdot L,$$

де $K_{пит}$ - питома вартість на 1 км лінії, тис. грн./км [13];

$K_{прок}$ - питома вартість прокладання, тис. грн./км;

L - довжина лінії електропередачі, км.

n – кількість кабелів в траншеї, шт.

Визначимо вартість прокладання кабельної лінії від ЦРП до ТП1:

$$K_{л1} = (K_{пит} + K_{прок}) L = (113,62 \cdot 1 + 2,73) \cdot 0,062 = 7,21 \text{ тис.грн.}$$

Для інших ліній розрахунки виконуються аналогічно, результати розрахунків заносимо в табл. 4.4.

Таблиця 4.4 – Розрахунок капіталовкладень для ліній електропередач

Назва лінії	Марка кабелю	Кіл-ть	Довжина, км	$K_{пит}$, тис.грн	$K_{прок}$, тис.грн	$K_{л}$, тис.грн
ЦРП-ТП1	ААБ 3х70	1	0,062	113,62	2,73	7,21
ЦРП-ТП2	ААБ 3х70	1	0,04	113,62	2,73	4,65
Всього						11,86

Капітальні вкладення для електричних підстанцій будуть:

$$K_{пс} = \sum_{i=1}^l K_{псі} + K_{пост}, \quad (4.1)$$

де $K_{псі}$ – вартість однієї ТП, тис. грн. (табл. 2.7 і табл. 2.8 [13]);

$K_{пост}$ - постійні витрати, що практично не залежать від потужності підстанції і пов'язані з устроєм території, зі створенням майстерень, лабораторій і диспетчерських пунктів, з будівництвом житла тощо, тис. грн.

З табл. 2.7–2.8 [14] визначаємо величину капіталовкладень для трансформаторних підстанцій, наприклад, для ТП–1:

$$K_{пс1} = 417,43 + 64,52 = 481,95 \text{ тис.грн.}$$

Результати розрахунків заносимо в табл. 4.5.

Таблиця 4.5 – Розрахунок капіталовкладень для електричних підстанцій

№	Тип тр-ра	Кількість т-рів	$K_{од}$, тис.грн	$K_{пост}$, тис.грн	$K_{пс}$, тис.грн
ТП-1	ТМ-630	2	417,43	64,52	481,95
ТП-2	ТМ-630	2	417,43	64,52	481,95
Всього					963,9

Сумарна вартість вимикачів:

$$K_B = 7 \cdot 35 = 245 \text{ тис. грн.}$$

Вартість підстанцій з вимикачами:

$$K_{пс} = 963,9 + 245 = 1208,9 \text{ тис. грн.}$$

Відповідно сумарна величина капітальних вкладень в систему електропостачання підприємства.

$$K = 11,86 + 1208,9 = 1220,76 \text{ тис. грн.}$$

4.2 Розрахунок поточних витрат

4.2.1 Розрахунок потреби в робочій силі

Чисельність робітників, яка необхідна для технічного обслуговування і поточного ремонту всього енергоустаткування та мереж, визначається виходячи з трудомісткості виконуваних робіт. При цьому рекомендується скористатися

нормативами системи планово-попереджувальних робіт промислових електричних мереж.

Трудомісткість технічного обслуговування не залежить від змінності роботи споживачів, тому планується в розмірі 10% від трудомісткості поточного ремонту всіх прокладених електромереж, а для мереж заземлення та заземлювальних пристроїв, поточний ремонт для яких не планується, у розмірі 3% від вказаної в таблиці трудомісткості капітального ремонту [15].

Планова трудомісткість, відповідно, визначається як, люд.-год./рік:

$$T = \Pi \cdot t_{\text{норм}} \cdot h, \quad (4.2)$$

де Π – кількість ремонтів даного виду за рік, на одиницю обладнання;

$t_{\text{норм}}$ – норма трудомісткості поточного ремонту або огляду, люд.-год.

[15];

h – кількість обладнання певного діапазону потужності, що належить до цього виду ремонтних робіт.

Для схеми, представленої на рис.4.1 трудомісткість ремонту вимикачів 110кВ, люд.-год./рік:

$$T = 1 \cdot 16 \cdot 7 = 112.$$

Проводимо розрахунки трудомісткості ремонту іншого електрообладнання та заносимо їх результати до табл. 4.6.

Слід зазначити, що норми тривалості міжремонтних періодів і пов'язана з ними розрахункова кількість ремонтів за рік, розроблені для енергоустаткування, яке працює в двох змінах, тобто при $K_{\text{зм}}=2$. При іншій змінності вводиться поправочний коефіцієнт β_p [15].

Планова трудомісткість технічного обслуговування кожної групи енергетичного устаткування і мереж складає, люд.-год./рік:

$$T_{\text{то}} = 12 \cdot t_{\text{пр}} \cdot K_{\text{ср}} \cdot K_{\text{зм}} \cdot h, \quad (4.3)$$

де 12 – кількість місяців у році;

$t_{\text{пр}}$ – планова (таблична) трудомісткість поточного ремонту одиниці устаткування люд.-год. [15];

$K_{ср}$ – коефіцієнт складності ремонту, який показує частку трудомісткості поточного ремонту, необхідну для технічного обслуговування одиниці енергетичного обладнання і мереж на кожен місяць планованого року, $1/міс$, $K_{с.р} = 0,1$.

h – кількість обладнання в групі.

Проводимо розрахунки трудомісткості технічного обслуговування іншого електрообладнання та заносимо їх результати до табл. 4.7.

Таблиця 4.6 – Трудомісткість поточного ремонту та огляду

Обладнання	К-ть	Поточний ремонт			Огляд		
		К-сть на одиницю облад. рем/рік	Норма трудо-місткості люд.год.	Заг. трудо-місткість люд.год.	К-сть на одиницю облад. огл/рік	Норма трудо-місткості люд.год.	Заг. трудо-місткість люд.год.
Вимикач 10кВ	7	1	16	112	12	1	84
ТМ-630	4	0,33	100	132	12	8	384
Кабельна лінія 70 мм ² , км	0,102	1	46	4,692	1	11,5	1,173
Разом				248,692			469,173

Таблиця 4.7 – Трудомісткість технічного обслуговування і загальна трудомісткість

Обладнання	К-ть	Технічне обслуговування				Загальна трудомісткість обслуговування люд.год.
		Змінність роботи	Коеф. складності	К-ть місяців	Загал. трудо-місткість люд.год.	
Вимикач 10кВ	7	2	0,1	12	268,8	352,8
ТМ-630	4	2	0,1	12	960	1344
Кабельна лінія 70 мм ² , км	0,102	2	0,1	12	11,26	12,433
Разом					1240,06	1709,233

Якщо ремонтний персонал виконує лише поточні ремонти, то його чисельність [16]:

$$H_{np} = \frac{T_{np}}{\Phi_d \cdot K_{в.н}}, \quad (4.4)$$

експлуатаційні робітники, чол.:

$$H_{обс} = \frac{T_{обс}}{\Phi_{обс} \cdot K_{в.н}}, \quad (4.5)$$

де T_{np} – річна планова трудомісткість поточного ремонту, люд·год;

Φ_d – дійсний (ефективний) фонд часу роботи одного робітника за рік; приймається рівним 1850-1900 год;

$K_{в.н}$ – плановий коефіцієнт виконання норм для даної категорії робітників. При розрахунках приймаємо для ремонтного персоналу $K_{в.н} = 1,10$, а для експлуатаційного - $K_{в.н} = 1,05$;

$T_{обс}$ – річна планова трудомісткість технічного обслуговування з урахуванням витрат праці на огляди, люд·год.

Знаходимо кількість експлуатаційних робітників, чол.:

$$H_{обс} = \frac{1709,233}{1900 \cdot 1,05} = 0,86,$$

та персоналу для ремонтних робіт, чол.:

$$H_{np} = \frac{248,692}{1900 \cdot 1,1} = 0,12.$$

Приймаємо $H_{np} = 1$ чол., $H_{обс} = 1$ чол.

4.2.2 Розрахунок витрат по заробітній платі

Для розрахунку оплати праці експлуатаційних робітників рекомендується використовувати погодинно-преміальну систему, а для ремонтного персоналу – відрядно-преміальну. Преміювання експлуатаційних робітників здійснюється за безаварійну і надійну роботу енергообладнання та мереж, економію

енергоресурсів, компенсацію реактивної потужності. Ремонтний персонал преміюється за високоякісне і своєчасне виконання ремонтних робіт.

Величина премії (відповідно до категорій енергоперсоналу) може бути прийнята в розмірі 20 і 25% [13].

Фонд прямої заробітної плати:

а) для робітників, зайнятих на роботах по експлуатації й обслуговуванню енергообладнання і мереж, розраховується за формулою, грн./рік:

$$\Phi_e = N_{\text{обс}} \cdot \beta_n \cdot t_{\text{ге}} \cdot \Phi_d \quad (4.6)$$

Годинну тарифну ставку рекомендується розраховувати за формулою:

$$t_{\text{ге}} = (K3 + K4) / 2 \cdot C_1, \quad (4.7)$$

де K3, K4 – тарифні коефіцієнти III та IV розрядів, відповідно [17];

C_1 – годинна тарифна ставка, що відповідає I розряду, визначається за формулою:

$$C_1 = \frac{Z_{\text{min}} \cdot k_{r,i}}{\Phi_H}, \quad (4.8)$$

де Z_{min} – мінімальний розмір заробітної плати;

$k_{r,i}$ – тарифний коефіцієнт робітника i-го розряду;

Φ_H – номінальний місячний фонд робочого часу ($\Phi_H = 22 \cdot 8 = 176$ год).

$$C_1 = 4723 \cdot 1 / 176 = 26,84 \text{ грн./год.}$$

Тоді годинна тарифна ставка 3,5 розряду становитиме:

$$t_{\text{ге}} = ((1,18 + 1,27) / 2) \cdot 26,84 = 32,88 \text{ грн./год.};$$

Заробітна плата робітників-погодинників:

$$\Phi_e = 2 \cdot 0,9 \cdot 32,88 \cdot 1900 = 112449,6 \text{ грн./рік};$$

б) для робітників, які виконують поточний ремонт енергоустаткування, фонд прямої заробітної плати розраховується за формулою, грн./рік:

$$\Phi_p = T_{\text{пр}} \cdot t_{\text{гр}}, \quad (4.9)$$

$$t_{\text{гр}} = (K4 + K5) / 2 \cdot C_1, \quad (4.10)$$

де K4, K5 – тарифні коефіцієнти IV та V розрядів, відповідно [17].

Розраховуємо годинну тарифну ставку 4,5 розряду:

$$t_{\text{гр}} = ((1,27+1,36)/2) \cdot 26,84 = 35,3 \text{ грн./год};$$

$$\Phi_p = 248,692 \cdot 35,3 = 8778,83 \text{ грн./рік.}$$

Фонд основної заробітної плати, грн./рік:

$$\Phi_o = \Phi(1+0,05+0,01+\alpha), \quad (4.11)$$

де Φ – тарифний фонд Φ_e експлуатаційних робітників або фонд прямої заробітної плати Φ_p ремонтного персоналу, грн./рік;

0,01 – частка доплат за роботу у святкові дні;

0,05 – частка доплат за роботу в нічний час;

α – частка преміальних доплат для відповідної категорії робітників.

Величина основної заробітної плати для експлуатаційних робітників:

$$\Phi_{oe} = 112449,6 \cdot (1+0,05+0,01+0,2) = 147308,96 \text{ грн./рік,}$$

і для ремонтних:

$$\Phi_{op} = 8778,83 \cdot (1+0,05+0,01+0,25) = 11500,27 \text{ грн./рік.}$$

Величина додаткової заробітної плати визначається в розмірі 15% від фонду основної заробітної плати. Тому сумарна величина фонду з врахуванням додаткової заробітної плати складе, грн./рік:

$$\Phi_{од} = \Phi_o \cdot 1,15; \quad (4.12)$$

$$\Phi_{оed} = 147308,98 \cdot 1,15 = 169405,33 \text{ грн./рік};$$

$$\Phi_{орд} = 11500,27 \cdot 1,15 = 13225,3 \text{ грн./рік.}$$

З метою утворення фонду соціального страхування здійснюються нарахування на заробітну плату. З цього фонду кошти витрачаються на виплату по тимчасовій втраті працездатності, оплату відпусток по вагітності, санаторно-курортні лікування й організацію відпочинку працівників, оздоровчі заходи для дітей працівників та інше.

Крім того, на заробітну плату здійснюються нарахування в пенсійний фонд та фонд зайнятості. Отже, витрати по заробітній платі ($C_{зп}$) розраховуються так, грн./рік [13]:

$$C_{зп} = \Phi_{об} \cdot \left(1 + \frac{\beta_{п} + \beta_{з} + \beta_{с}}{100}\right), \quad (4.13)$$

де $\beta_{п}$ – нарахування в пенсійний фонд, $\beta_{п} = 33\%$;

$\beta_{з}$ – нарахування у фонд зайнятості, $\beta_{з} = 1,5\%$;

$\beta_{с}$ – нарахування на соціальне страхування, $\beta_{с} = 1,5\%$.

Відповідно розраховуємо витрати по заробітній платі експлуатаційному персоналу:

$$C_{зпе} = 169405,33 \cdot \left(1 + \frac{33 + 1,5 + 1,5}{100}\right) = 230391,25 \text{ грн./рік};$$

і ремонтному персоналу:

$$C_{зпр} = 13225,3 \cdot \left(1 + \frac{33 + 1,5 + 1,5}{100}\right) = 17986,4 \text{ грн./рік}.$$

Таблиця 4.8 – Розрахунок витрат по заробітній платі

Показник		Заробітна плата
$\Phi_{с}$	Заробітна плата експлуатаційного персоналу	112449,6 грн.
$\Phi_{р}$	Заробітна плата ремонтного персоналу	8778,83 грн.
$\Phi_{ос}$	Величина основної ЗП експлуатаційного персоналу	147308,98 грн.
$\Phi_{ор}$	Величина основної ЗП ремонтного персоналу	11500,27 грн.
$\Phi_{осд}$	Основний фонд ЗП експлуатаційного персоналу	169405,33 грн.
$\Phi_{орд}$	Основний фонд ЗП ремонтного персоналу	13225,3 грн.
$C_{зпе}$	Витрати по ЗП експлуатаційного персоналу	230391,25 грн.
$C_{зпр}$	Витрати по ЗП ремонтного персоналу	17986,4 грн.

4.2.3 Планування вартості матеріалів, що витрачаються

Розрахунок необхідної на рік кількості основних матеріалів для усіх видів ремонтів і технічного енергетичного обслуговування устаткування та мереж розробляється на основі трудомісткості і існуючих норм витрат матеріалів [17]. Якщо на окремі види матеріалів норми відсутні, підприємство розробляє їх самостійно і затверджує.

Розрахунок трудомісткості спрощується при виконанні його в табличній формі. Оскільки вартість конкретного виду матеріалу можна визначити як добуток норми його витрат на ціну, то доцільно по кожному виду устаткування і мереж визначити підсумкову вартість усіх матеріалів, а потім її помножити на трудомісткість поточного ремонту чи технологічного обслуговування.

Результати розрахунків заносимо до таблиці 2.4.

Вартість матеріалу на технічну операцію:

$$C_m = 0,01 \times \left(\sum_{i=1}^n C_{0i} \cdot T_i + L \cdot C_{л0} \right) \quad (4.14)$$

де C_{0i} – питома вартість витратних матеріалів на обслуговування i -го виду трансформаторів,

T_i – трудомісткість обслуговування i -го виду трансформаторів,

L – сумарна довжина кабелів,

$C_{л0}$ – питома вартість матеріалів на обслуговування кабелів.

Таблиця 4.9 – Розрахунок вартості матеріалів, включених у норму витрат

Матеріал	Ціна матеріалу, грн.	Норми витрат матер. на 100 люд.-год. трудомісткості ремонту і тех. обслуговування				Вартість матеріалу, грн.			
		1000	1600	2500	10000	1000	1600	2500	10000
Силові трансформатори		1000	1600	2500	10000	1000	1600	2500	10000
Сталь сортова, кг	7,5	6	7	7	10	44,95	52,44	52,44	74,91
Провід установлюваний, м	3,1	0,5	0,5	0,5	0,5	1,55	1,55	1,55	1,55
Мідь-алюміній (гола), кг	69,8	62	73	73	79	4324,5	5091,7	5091,7	5510,2
Картон електроізоляційний, кг	33,6	1,4	1,6	1,6	1,7	47,08	53,81	53,81	57,17
Лакотканина (ширина 700мм), м	93,3	0,2	0,21	0,21	0,3	18,65	19,59	19,59	27,98
Кабельний папір, кг	27,5	0,6	0,6	0,6	0,6	16,50	16,50	16,50	16,50
Стрічка кіперна, кг	336,3	40	41	41	42	13452	13788,3	13788,3	14124,6
Стрічка тафтяна, кг	249,8	18	24	24	28	4497,1	5996,16	5996,1	6995,5
Стрічка азбестова, м	7,4	0,05	0,08	0,08	0,09	0,37	0,59	0,59	0,66

Продовження таблиці 4.9 – Розрахунок вартості матеріалів, включених у норму витрат

Матеріал	Ціна матеріалу, грн.	Норми витрат матер. на 100 люд.-год. трудомісткості ремонту і тех. обслуговування				Вартість матеріалу, грн.			
Лаки ізоляційні, кг	40,2	1,5	1,6	1,6	1,8	60,35	64,37	64,37	72,41
Емалі ґрунтові, кг	44,1	2,5	3,1	3,1	3,2	110,33	136,80	136,80	141,22
Масло трансформаторне, кг	13,6	0,58	1,2	1,2	1,3	7,91	16,36	16,36	17,73
Бензин, кг	6,9	0,7	0,9	0,9	1	4,84	6,23	6,23	6,92
Розчиники кг	19,5	0,8	1	1	1,2	15,60	19,50	19,50	23,40
Маслостійка гума, кг	50,0	0,4	0,5	0,5	0,6	20,00	25,01	25,01	30,01
Гума профільна, кг	50,0	0,13	0,09	0,09	0,09	6,50	4,50	4,50	4,50
Припій олов'яно-свинцевий, кг	476,1	0,02	0,02	0,02	-	9,52	9,52	9,52	
Припій мідно-фосфорний, кг	88,5	0,03	0,03	0,03	-	2,66	2,66	2,66	
Електроди, кг	16,4	0,15	0,2	0,2	0,3	2,47	3,29	3,29	4,93
Засоби кріплення, кг	20,9	2	2,5	2,5	3	41,88	52,35	52,35	62,82
Дріт кручений,	2,7	0,3	0,3	0,3	0,37	0,82	0,82	0,82	1,01
Матеріали обтиску, кг	27,3	0,4	0,5	0,5	0,5	10,91	13,64	13,64	13,64
Разом:						22696	25376	25376	27188

Продовження таблиці 4.9 – Розрахунок вартості матеріалів, включених у норму витрат

Матеріал	Ціна матеріалу, грн.	Норми витрат матер. на 100 люд.-год. трудомісткості ремонту і тех. обслуговування	Вартість матеріалу, грн.
Кабельні лінії			
Сталь сортова, кг	7,5	2	15,0
Електроди, кг	16,5	0,1	1,6
Разом:			16,6

Отже, вартість матеріалів, потрібних на ремонт:

$$C_{мр} = 0,01 \cdot (132 \cdot 22696 + 4,692 \cdot 16,6) = 29959,47 \text{ грн/рік};$$

і вартість матеріалів, потрібних на технічне обслуговування:

$$C_{мо} = 0,01 \cdot (22696 \cdot 1344 + 12,433 \cdot 16,6) = 305036,3 \text{ грн/рік}.$$

Таблиця 4.10 – Планування вартості матеріалів, що витрачаються

Назва обладнання	Вартість витрат матеріалів на 100 норм.год	Ремонт		Обслуговування	
		Загальна трудомісткість ремонтів	Вартість витрат матеріалів грн.	Загальна трудомісткість обслуговування	Вартість витрат матеріалів грн.
ТМ-630	22696	132	29958,72	1344	305034,24
Кабелі	16,6	4,692	0,78	12,433	2,06
Всього витрат на матеріали			29959,5		305036,3

Отже, можна розрахувати:

витрати на обслуговування електроустановок і мереж, тис. грн/рік:

$$C_{\text{обс}} = C_{\text{зпе}} + C_{\text{мто}}, \quad (4.15)$$

$$C_{\text{обс}} = 230391,25 + 305036,3 = 535427,55 \text{ грн/рік};$$

та витрати на їх поточний ремонт, грн/рік:

$$C_{\text{пр}} = C_{\text{зпр}} + C_{\text{мпр}}, \quad (4.16)$$

$$C_{\text{пр}} = 17986,4 + 29959,47 = 47945,9 \text{ грн/рік}.$$

4.2.4 Визначення амортизаційних відрахувань і інших витрат

Знаходимо амортизаційні відрахування за формулою:

$$C_a = a \cdot K, \quad (4.17)$$

де a – норма амортизації, %

K – капіталовкладення, грн.

$$C_a = 0,06 \cdot 1220760 = 73245,6 \text{ грн/рік}.$$

Окремою складовою в кошторисі річних поточних витрат виділяються інші витрати. Вони включають витрати на допоміжні матеріали, послуги виробничим підрозділам підприємства, частину загальнозаводських витрат. Їх можна приймати в розмірі 20 - 30% від суми витрат на обслуговування, поточний ремонт і амортизацію, тис. грн/рік [16]:

$$C_{\text{іп}} = \beta_{\text{іп}}(C_{\text{обс}} + C_{\text{пр}} + C_a); \quad (4.18)$$

де $\beta_{\text{іп}}$ – коефіцієнт відрахувань на інші витрати.

$$C_{\text{іп}} = 0,25 \cdot (535427,55 + 47945,9 + 73245,6) = 164154,76 \text{ грн/рік}.$$

Після визначення всіх елементів витрат підприємства, необхідних для передавання і розподілення електроенергії, зведемо їх в таблицю 4.11.

Таблиця 4.11 – Кошторис річних поточних витрат

Стаття витрат	Величина витрат, грн.	Структура, % до підсумку
Витрати по експлуатації обладнання	535427,55	65,24
Витрати на поточний ремонт	47945,9	5,84
Витрати на амортизацію	73245,6	8,92
Інші витрати	164154,76	20,00
Разом	895227,22	100

4.3 Розрахунок собівартості електроенергії

4.3.1 Розрахунок річного споживання і витрат електроенергії. Розрахунок оплати за електроенергію

Розрахунок обсягу споживання визначається, виходячи з розрахункової потужності, яка визначається як добуток установленної (номінальної) потужності усіх електроприймачів, коефіцієнта попиту і кількості годин використання максимуму навантаження, тис. кВт·год./рік [18]:

$$E_{ai} = P_p \cdot T_{mi}, = K_{п} \cdot P_{ном} \cdot T_{mi}, \quad (4.19)$$

де P_p – розрахункова потужність i -го цеху, кВт;

T_{mi} – річна тривалість використання максимуму активного навантаження i -ого цеху, год.;

$K_{п}$ – коефіцієнт попиту.

Річна кількість годин використання максимуму активної потужності по галузях промисловості при різній кількості робочих змін приводяться в галузевих інструкціях і довідкових матеріалах. Величина T_m у середньому за рік складає: для освітлювальних навантажень – 1500 – 2000 год.; для однозмінних

підприємств – 2000 – 3000 год.; для двозмінних – 3000 – 4500 год і тризмінних 4500 – 8000 год.

Для прикладу визначимо річні витрати активної електроенергії для першого цеху:

$$E_{a1} = 114,08 \cdot 4000 = 456321,33 \text{ кВт}\cdot\text{год./рік.}$$

Аналогічно визначаємо річні витрати активної електроенергії для інших цехів. Результати розрахунків заносимо в таблицю 4.12.

Необхідно також визначити річні витрати реактивної електроенергії.

Таблиця 4.12– Річні витрати активної електроенергії по цехах

Назва цеху	К-сть	Sp, кВА	Tм,	cos	Pp,	Ea,кВт·год./рік
Пункт пропуску	2	0,14	4000	0,9	0,12	499,05
Цех обробки каменю №1	2	292,36	4000	0,7	206,90	827603,20
Котельня	2	35,59	4000	0,8	28,56	114245,71
Цех №2	2	379,67	4000	0,65	247,81	991250,43
Цех шліфування каменю	2	293,06	4000	0,8	236,33	945305,60
Цех №4	2	271,26	4000	0,65	177,08	708317,44
Складське приміщення	2	1,13	4000	0,9	1,03	4136,83
Разом					854,28	3591358,26

Для визначення повної потреби підприємства в електроенергії необхідно до отриманого результату додати втрати електроенергії в лініях і трансформаторах [18].

Втрати електроенергії в лініях розраховуємо так:

$$\Delta E_{л} = 3 \cdot n \cdot I_M^2 \cdot R \cdot \tau \cdot 10^{-3}, \quad (4.20)$$

де I_M – максимальний струм у лінії, А;

τ – час максимальних втрат, год./рік.

R – активний опір проводу або кабелю однієї фази, Ом;

n – кількість кабелів в лінії.

$$R = r_0 \cdot L, \quad (4.21)$$

де r_0 – питомий опір однієї фази кабелю, Ом / км [15],

Величина τ визначається за часом використання максимального навантаження T_M :

$$\tau_M = \left(0,124 + \frac{T_M}{10000} \right)^2 \cdot 8760 = \left(0,124 + \frac{4000}{10000} \right)^2 \cdot 8760 = 2405,28 \text{ год}$$

Для лінії ЦРП –ТП1:

Активний опір однієї фази кабелю від ЦРП до ТП1.:

$$R = 0,549 \cdot 0,062 = 0,034 \text{ Ом.}$$

Відповідно втрати електроенергії в лінії ЦРП-ТП1:

$$\Delta E_{\tau} = 3 \cdot 1 \cdot 43,12^2 \cdot 0,062 \cdot 2405,28 \cdot 10^{-3} = 831,9 \text{ кВт}\cdot\text{год./рік.}$$

Аналогічно виконуємо розрахунок втрат електроенергії в інших лініях і результати заносимо до табл. 4.13.

Таблиця 4.13 – Втрати електроенергії в лініях

Лінія	Марка кабелю	К-сть ліній	Довжина, км	I_M , А	R, Ом	τ , год./рік	R _{пит} , Ом/км	ΔE_{τ} , кВт·год.
ЦРП-ТП1	ААБ 3х70	1	0,062	43,12	0,034	2405,2858	0,433	831,9
ЦРП-ТП2	ААБ 3х70	1	0,004	34,24	0,022	2405,2858	0,433	338,35
Разом								1170,25

Втрати електроенергії в трансформаторах визначають за формулою, тис. кВт·год./рік:

$$\Delta E_T = n \cdot \Delta P_{xx} \cdot T_p + \frac{1}{n} \cdot \Delta P_{кз} \cdot \left(\frac{S_{\phi}}{S_H} \right)^2 \cdot \tau, \quad (4.22)$$

де n - кількість трансформаторів;

$\Delta P_{кз}$ і ΔP_{xx} – величини номінальних втрат у трансформаторах, відповідно, при короткому замиканні і холостому ході, кВт;

T_p - час роботи трансформаторів, год./рік (приймається рівним 8760 год./рік);

S_{ϕ} - фактична потужність, яка передається через трансформатори, кВА;

$S_{н}$ - номінальна потужність одного трансформатора, кВА.

Відповідно втрати енергії в трансформаторах ТП-1:

$$\Delta E_T = 2 \cdot 1,31 \cdot 8760 + (1/2) \cdot 8,5 \cdot \left(\frac{706,694}{630} \right)^2 \cdot 2405,28 = 35814,02 \text{ Вт}\cdot\text{год./рік.}$$

Для інших ТП проводимо аналогічні розрахунки і їх результати зводимо у табл. 4.14.

Таблиця 4.14 – Втрати енергії в трансформаторах

№	Тип т-ра	К-сть	ΔP_x , кВт	ΔP_k , кВт	S_p , кВА	S_n , кВА	ΔE_T , кВт·год./рік
ТП-1	ТМ-630	2	1,31	8,5	706,694	630	35814,02
ТП-2	ТМ-630	2	1,31	8,5	561,766	630	31079,21
Разом							66893,23

Загальна потреба підприємства в електроенергії, кВт·год./рік:

$$E = E_a + \Delta E_{л} + \Delta E_T; \quad (4.23)$$

$$E = 3591358,26 + 1170,25 + 66893,23 = 3659421,74 \text{ кВт}\cdot\text{год./рік.}$$

Оплата за електроенергію при одноставковому тарифі визначається як:

$$П_1 = v \cdot E / 100, \text{ грн.}, \quad (4.24)$$

де v – ставка тарифу за 1 кВт·год споживаної активної електроенергії, грн.;

E – кількість енергії, що споживається, врахована по лічильнику.

$$П_1 = 2,00 \cdot 3659421,74 = 7318843,488 \text{ грн.}$$

4.3.2 Розрахунок собівартості електроенергії

Собівартість корисної, споживаної підприємством кіловат-години електроенергії, коп./кВт·г:

$$S = \frac{C_{\text{сум}} \cdot 100}{E_a}, \quad (4.24)$$

де $C_{\text{сум}}$ – величина сумарних витрат підприємства на електроенергію, тис.грн/рік;

E_a – річна кількість корисно споживаної підприємством електроенергії, тобто без врахування втрат у лініях і трансформаторах, кВт·год./рік.

Промислові підприємства, що споживають електроенергію від зовнішнього джерела, з одного боку, оплачують кількість отриманої енергії за тарифом, а з іншого – несуть додаткові витрати при передаванні та розподілі електроенергії від мереж енергосистеми до цехових споживачів. Отже, загальні (сумарні) витрати підприємства на електроенергію за рік будуть складати, тис. грн./рік [18]:

$$C_{\text{сум}} = \Pi + C_{\text{п}}, \quad (4.25)$$

де Π – оплата за спожиту електроенергію;

$C_{\text{п}}$ – річні витрати підприємства при передаванні електроенергії.

Річні витрати промислового підприємства, зв'язані з передаванням і розподілом електричної енергії, включають такі складові, тис.грн/рік:

$$C_{\text{п}} = C_{\text{обс}} + C_{\text{пр}} + C_a + C_{\text{ір}}, \quad (4.26)$$

де $C_{\text{обс}}$ – витрати підприємства на матеріали та зарплату персоналу при обслуговуванні електромереж і устаткування, грн/рік.;

$C_{\text{пр}}$ – річні витрати на поточний ремонт устаткування і мереж, грн/рік;

C_a – амортизаційні відрахування при експлуатації електроустановок підприємства, грн/рік;

$$C_{\Pi} = 535427,55 + 47945,9 + 73245,6 + 164154,76 = 820773,81 \text{ грн/рік.}$$

Отже, сумарні витрати визначаються так:

$$C_{\text{сум}} = 7318843,488 + 820773,81 = 8139617,298 \text{ грн/рік.}$$

Отже, собівартість електроенергії

$$S = \frac{8139617,298 \cdot 100}{3591358,26} = 226,64 \text{ коп./кВт}\cdot\text{год.}$$

Для наочності результати розрахунків зводимо в таблицю 3.15.

Таблиця 4.15 –Результати розрахунків

Показники	Позначення	Величина показників	Одиниця вимірювання
К-сть корисно спожитої ел.енергії	Е _а	3591358,26	кВт·год.
Річне споживання ел.енергії із втратами	Е	3659421,74	кВт·год.
Плата за електроенергію	П ₁	7318843,488	грн.
Витрати на передачу і розподіл ел.ен.	С _п	820773,81	грн.
Сумарні витрати під-ва	С _{сум}	8139617,298	грн.
Собівартість ел.енергії	S	226,64	коп./кВт·год.

Висновок: В даному розділі було проаналізовано вхідні дані та розраховано розмір капіталовкладень в систему електропостачання, розраховано поточні витрат підприємства та амортизаційних відрахувань та розраховано величину собівартості електроенергії. Внаслідок впровадження інноваційних рішень на підприємстві з'явиться змога здешевити процес виготовлення продукції.

РОЗДІЛ 5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

У випусковій магістерській роботі розробляються заходи зі зменшення провалів і коливань напруги в мережі ПП "Кванта-Л4" смт Хорошів Житомирської області. ПП "Кванта-Л4" працює на ринку природного каменю, займаючись видобутком і випуском продукції з натуральної сировини. Підприємство має у своєму розпорядженні сучасні виробничі потужності з видобутку та переробки природного каменю з власної сировинної бази (Катеринівське родовище лабрадориту). Аварії технологічного обладнання, а також невиконання правил по безпечній експлуатації може призвести до серйозної загрози життю та здоров'ю людей, через небезпеку поранення потужним ріжучим інструментом.

На роботу електротехнічного оперативно-ремонтного персоналу, що обслуговує технологічне обладнання з видобутку та переробки природного каменю, впливають наступні небезпечні та шкідливі виробничі фактори, у відповідності з їх класифікацією [29]:

Фізичні:

- підвищена та понижена температура повітря робочої зони;
- підвищена швидкість руху повітря;
- понижена та підвищена відносна вологість повітря,
- підвищена запиленість і загазованість повітря робочої зони;
- підвищений рівень шуму на робочому місці;
- небезпечний рівень напруги в електричному колі, замикання якого може пройти крізь тіло людини;
- підвищений рівень вібрації;
- нестача природного освітлення;
- недостатня освітленість робочої зони;

Психофізіологічні:

- фізичні перевантаження (динамічні);

- нервово-психічні перевантаження (монотонність праці, перенапруга аналізаторів).

5.1 Технічні рішення з безпечної експлуатації об'єкту

5.1.1 Технічні рішення з безпечної організації робочих місць

Варто дотримуватись наступних основних правил електробезпеки при експлуатації технологічного обладнання:

-не робити будь-які втручання відкритими руками, так і за допомогою інструмента і сторонніх предметів в електроустаткуванні. Це стосується не тільки електроустаткування напругою 10 кВ, а й приладів з напругою 380 В;

-не допускати постановку в електричні ланцюги високої та низької напруги некаліброваних плавких уставок;

- строго виконувати правила техніки безпеки при експлуатації. Перед початком огляду електроустаткування верстата або виконання робіт з технічного обслуговування необхідно:

- від'єднати від живлячої мережі силові кола, а також кола керування верстатом;

- при знятті окремих агрегатів і деталей, що вимагають фізичних зусиль, також при незручностях у роботі, пов'язаних зі зніманням агрегатів і деталей рекомендується застосовувати спеціальні пристосування (знімачі), її забезпечують безпечну роботу;

- працюючи молотком, або кувалдою при рубанні, чеканки і подібні роботах, потрібно надягати захисні окуляри і приймати всі міри до того щоб і травмувати людей себе., що знаходяться поруч, частками металу, що відлітають.

При проведенні технічного обслуговування забороняється:

-виконувати будь-які монтажні роботи при під'єднаному до мереж електроустаткуванні верстата.

5.1.2 Електробезпека

Живлення технологічного 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 небезпеці електротравматизму – підвищеної небезпеки, у зв'язку з наявністю струмопровідної підлоги. 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 однофазних споживачів струму від трипровідної мережі при напрузі до 1000 В використовується нульовий захисний провідник. При його використанні пробій на корпус призводить до КЗ. Спрацьовує захист від КЗ і пошкоджений споживач відключається від мережі.

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

3) Електрозахисні засоби захисту

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

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

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

5.2 Технічні рішення з гігієни праці і виробничої санітарії

Персонал, який обслуговує електроустановки промислових підприємств, працює в умовах можливої дії ряду небезпечних та шкідливих для здоров'я факторів, обумовлених станом приміщень та характером виробництва. Тому для збереження здоров'я та працездатності людей при проектуванні та будівництві підприємстві необхідно врахувати вимоги санітарних норм проектування промислових підприємств СН - 245.

5.2.1 Мікроклімат

Показниками, що характеризують мікроклімат є: температура повітря, відносна вологість, швидкість руху повітря, інтенсивність теплового випромінювання. Оптимальні показники мікроклімату поширюються на всю робочу зону, допустимі показники встановлюються диференційовано, у нашому випадку для постійного робочого місця.

Категорія обслуговуючих робіт - середньої важкості II а. Допустимі параметри мікроклімату приведені в таблиці 5.1

Таблиця 5.1. - Нормовані параметри мікроклімату в робочій зоні виробничого приміщення

Період року	Категорія робіт по важкості	Температура	Відносна вологість %	Швидкість повітря м/с
		°С Допустима	Допустима	Допустима
Холодний	Середня II а	17-23	75	<0,3
Теплий	Середня II а	18-27	65 при 26°	0,2-0,4

Інтенсивність теплового випромінювання на працюючих визначається нагрітими поверхнями технологічного обладнання, освітлювальними пристроями. Інсоляції на постійних і непостійних робочих місцях не повинні перевищувати 36 Вт/м² при опроміненні більше 25% поверхні тіла.

Потрібний стан повітряного середовища може бути забезпечений використанням окремих заходів, до основних з яких належать: механізація і автоматизація виробничих процесів, дистанційне керування ними: захист від джерел теплових випромінювань; встановлення вентиляції і опалення.

5.2.2 Склад повітря робочої зони

Забруднення повітря робочої зони регламентується гранично допустимими концентраціями (ГДК) в мг/м³ [22].

В умовах виробничого процесу експлуатації верстату можливим забруднювачами повітря може бути промисловий пил, його ГДК відповідно до [18] наведено в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 - Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин для повітря атмосфери в робочій зоні щоклової дробарки

Назва речовини	ГДК, мг/м ³		Клас небезпечності
	Максимально разова	Середньо добова	
Пил нетоксичний	0,5	0,15	4

Для забезпечення окладу повітря робочої зони необхідне провітрювання місця оператора, встановлення пиловловлюючих засобів.

5.2.3. Виробниче освітлення

Правильне освітлення робочого місця полегшує працю робітника, знижує втомленість, підвищує продуктивність праці, знижує небезпеку виробничого травматизму. Норми освітлення представлені в таблиці 5.3.

Таблиця 5.3 - Норми освітленості при змішаному освітленні

Характеристика зорової роботи	Найменший розмір об'єкта розрізнення	Розряд зорової роботи	Контраст об'єкта	Характеристика фону	Штучне освітлення		КПО
					Комбіноване	Загальне	
Середньої точності	0,5 до 1	IV	середній	темний	500	200	1,5

В приміщенні цеху, особливо в зимовий період, коли світловий день досить короткий, природнього освітлення недостатньо, тому використовуємо штучне освітлення (таблиця 5.4).

Таблиця 5.4 - Вибір освітлювального пристрою

Тип світильника	Кососвітло емальоване
Світло розподілення	Несиметричне
Потужність лампи, Вт	До 200
ккд	0,6
Найменша висота підвіски	Будь-яка
Рекомендації по використанню світильників	Для освітлення вертикальних поверхонь пультів управління та інших приладів

Нормоване значення КПО для даного виробничого приміщення розраховуємо за формулою:

$$e_N = e_H \cdot m_N,$$

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

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

5.2.4 Виробничий шум

Дія шуму на людину може викликати зміни, функціональні розлади і механічні пошкодження. На ділянці роботи шум по характеру спектра - широкосмуговий, з безперервним спектром шириною більше октави. За часовою характеристикою шум відноситься до категорії постійного [23].

Характеристикою такого шуму на робочих місцях є рівні звукового тиску (дБ) в октавних смугах з середньо - геометричними частотами 31.5: 63: 125: 250: 500: 1000; 2000: 4000 та 8000 Гц. Допустимі рівні звукового тиску, рівні звуку і еквівалентні рівні звуку на робочих місцях приймаються за вимогами СН 32-83-85 і наведені в таблиці 5.5.

Таблиця 5.5 - Допустимі рівні звукового тиску, рівні звуку та еквівалентні рівні звуку на робочих місцях

Робоче місце	Рівень смугах з середньо-геометричними частотами звукового тиску в дБ в октавних Еквівалентний рівень звуку, дБА									
Виробниче приміщення	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

Рівень звукового тиску на робочих місцях рівний, але при необхідності виконання деяких непостійних робіт, рівень звуку може змінюватись.

Основним джерелом шуму в цеху є двигуни електроприводів верстатів, транспортерів, вентиляторів.

Для зменшення рівня шуму до допустимого застосовують малOSHUMні установки, оснащення машин і установок засобами дистанційного керування і тиску в даному виробничому приміщенні при постійному шумі (дБА).

5.2.5 Виробничі вібрації

Вібрацією називають будь-які механічні коливання пружних тіл, які проявляються в їх переміщенні в просторі. Коливання частотою нижче 16 (Гц) сприймаються органами як вібрації.

Джерелами вібрацій можуть бути дробарки, електродвигуни, вентилятори. Джерелом збудження вібрацій є зворотньо-поступальний рух системи, неврiвноваженої маси.

Основними гігієнічними характеристиками вібрації, які визначають вплив на людину, є середньоквадратичні значення віброшвидкості чи її логарифми. Систематична дія вібрації призводить до різних порушень здоров'я людини, стає причиною вібраційної хвороби. Загальна вібрація діє на нервову, серцево-судинну систему, порушується обмін речовин; виникає головний біль, порушується сон, знижується продуктивність праці [22].

З метою виключення можливості виникнення віброхвороби обмежують параметри вібрації робочих місць і поверхні контакту працюючих згідно [23]. Допустимі значення нормованих вібрацій на постійних робочих місцях в даному виробничому приміщенні приведені в таблиці 5.6.

Таблиця 5.6 - Допустимі рівні вібрації на робочих місцях.

Види вібрацій	Октавні смуга з середньо-геометричними частотами, Гц				
	2	4	8	16	31,5
На постійних робочих місцях в виробничих приміщеннях	1,3/108	0,45/99	0,22/93	0,2/92	0,2/92

Заходи боротьби: динамічне гасіння коливань і зміна конструктивних елементів установки.

Боротьба з вібрацією досягається вибором таких кінематичних і технологічних схем, при яких динамічні процеси, які викликані поштовхами, різкими прискореннями, будуть виключені чи гранично знижені. Динамічне гасіння вібрації відбувається частіше всього шляхом розміщення установок на фундаменті, масу яких визначають з розрахунку, щоб амплітуда коливань не перевищувала 0,1-0,2 (мм),

5.2.6 Психофізіологічні фактори

Психофізіологічні фактори вибираються відповідно з Гігієнічною класифікацією праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу, затвердженої Наказом Міністерства охорони здоров'я № 528 від 27 грудня 2001 року.

Фізичні навантаження.

Робоча поза: Періодичне перебування в незручній та/або фіксованій позі до 50% часу зміни; перебування у вимушеній позі (навпочіпки, на колінах і т. ін.) від 10% до 25% часу зміни; знаходження в позі стоячи від 60% до 80% часу зміни.

Сумарна маса вантажів, що переміщуються протягом кожної години зміни: з робочої поверхні (чоловіки): до 1500

Нахили корпуса (вимушені, більше 30), кількість за зміну: 101 –300

Переміщення у просторі (переходи, обумовлені технологічним процесом протягом зміни), км

По горизонталі: до 12

По вертикалі: до 8

Інтелектуальні навантаження: Рішення складних завдань з вибором за відомим алгоритмом (робота за серією інструкцій)

Зміст роботи: Сприймання сигналів з наступним порівнянням фактичних значень параметрів з їх номінальним значеннями. Заключна оцінка фактичних значень параметрів, Обробка, перевірка і контроль за виконанням завдання, Робота в умовах дефіциту часу

Сенсорні навантаження:

-тривалість зосередженого спостереження (в % від часу зміни) 51 -75;

-щільність сигналів (світлових, звукових) та повідомлень в середньому за годину роботи 176–300;

-кількість виробничих об'єктів одночасного спостереження 11-25;

-навантаження на зоровий аналізатор (спостереження за екранами відеотерміналів (годин на зміну) 3-4;

-навантаження на слуховий аналізатор (при виробничій необхідності сприйняття мови чи диференційованих сигналів) розбірливість слів та сигналів від 70% до 50%;

-навантаження на голосовий апарат (сумарна кількість годин, що наговорюються протягом тижня) 20-25.

Емоційне навантаження:

-ступінь відповідальності за результат своєї діяльності, значущість помилки – несе відповідальність за функціональну якість основної роботи (завдань), вимагає виправлень за рахунок додаткових зусиль всього колективу (групи, бригади та ін.);

-ступінь ризику для власного життя;

-ступінь відповідальності за безпеку інших осіб.

Монотонність навантажень:

-кількість елементів (прийомів), необхідних для реалізації простого завдання або в операціях, які повторюються багаторазово 5-2;

-тривалість виконання простих виробничих завдань чи операцій, що повторюються (сек.) 24-2;

-монотонність виробничої обстановки (час пасивного спостереження за технологічним процесом в % від часу зміни) 91-95.

Режим праці:

-фактична тривалість робочого дня (год.) 10– 12;

-змінність роботи тризмінна робота (робота у нічну зміну);

-наявність регламентованих перерв та їх тривалість;

-перерви нерегламентовані або недостатньої тривалості до 3% часу зміни;

5.3 Безпека у надзвичайних ситуаціях. Дослідження стійкості роботи системи електропостачання ПП «Кванта-Л4» в умовах дії загрозливих чинників надзвичайних ситуацій

Всі системи електропостачання є досить вразливими до дії загрозливих чинників, що виникають у надзвичайних ситуаціях. Відсутність електропостачання може спричинити низку негативних факторів у економіці, тому важливим питанням є забезпечення високої стійкості роботи СЕП любого з підприємств.

Дія радіації на матеріали та обладнання залежить в основному від виду випромінювання, дози опромінення, умов навколишнього середовища Найбільш

чутливе до дії іонізуючого випромінювання є електронне обладнання систем управління СЕП. Серед елементів є напівпровідники, блок живлення, блок керування та силові елементи, транзистори, діоди. Через впливи на ізоляцію в трансформаторах можливі замикання обмоток, а відповідно і загорання трансформаторів.

В результаті опромінення системи в регуляторах змінюється струм і коефіцієнти підсилення; в конденсаторах понизиться напруга пробою і опір витoku, зміниться провідність і внутрішнє нагрівання. В ізоляційних і діелектричних матеріалах зміняться такі параметри: електрична провідність та діелектрична провідність.

Серед загрозливих чинників надзвичайних ситуацій особливо великий вплив на СЕП має вплив електромагнітного імпульсу. Він може призвести до загорання чутливих електричних та електронних елементів, зокрема транзисторів КТ-646, а також до серйозних порушень в цифрових і контрольних пристроях. Електромагнітний імпульс пробиває ізоляцію, випалює елементи мікросхем, викликає коротке замикання. Ці наслідки в подальшому призводять до пожеж на підприємстві, а також до можливих вибухів із значними матеріальними збитками. Саме тому є необхідність запобігти впливів дії цього фактору на електричне та електронне обладнання.

5.3.1 Дослідження стійкості роботи СЕП ПП «Кванта-Л4» в умовах дії іонізуючих випромінювань

Визначаємо граничні значення дози опромінення $D_{гpi}$, для елементної бази системи, при яких виникають незворотні зміни [24]. Отримані дані заносимо в таблицю 5.7.

Таблиця 5.7 – Граничні значення експозиційних доз СЕП

№	Блоки СЕП	Елементна база	$D_{гр1}, P$	$D_{гр}, P$
1	Блок живлення	Мікросхема К 155 РЕЗ	10^5	10^4
2	Блок керування СВП-4	Транзистори КТ-646	10^4	
		Діоди Д220А	10^4	
		Конденсатори СП5-30	10^7	
		Резистори ПЭВ 100-150 Ом	10^7	
3	Силові елементи	Трансформатор ТМ-100/6	10^7	
		Тиристори Т171-320-1.6	10^5	
		Дросель РЛМ3216	10^5	
		Реактори ФРОС-125/0.5УЗ	10^5	

Проаналізувавши дані таблиці 5.7 визначили, що самим уразливим елементом системи з мінімальною дозою $D_{гр1} = 10^4 P$ є транзистори та діоди а також елементи блоку живлення. Блок живлення в разі дії на нього іонізуючих випромінювань можна перенести в підвальне приміщення, що збільшить його стійкість. Визначаємо можливу дозу опромінення за формулою:

$$D_m = \frac{2 \cdot P_1 (\sqrt{t_k} - \sqrt{t_{II}})}{K_{осл}}, \quad (5.1)$$

де P_1 – максимальне значення рівня радіації ($P_1 = 4,63$ Р/год);

t_k – час кінця опромінення ($t_k = 131400$ год (5 років));

t_{II} – час початку опромінення ($t_{II} = 1$ год).

$K_{осл}$ – коефіцієнт послаблення радіації ($K_{осл} = 2$).

$$D_m = \frac{2 \cdot 4,63 (\sqrt{131400} - \sqrt{1})}{2} = 1673,7 (P).$$

Оскільки $D_{\text{грi}} > D_{\text{м}}$, то дана система електропостачання стійка до дії радіації. Визначимо допустимий час роботи РЕА в заданих умовах за формулою:

$$t_{\text{д}} = \frac{D_{\text{гр}} \cdot K_{\text{осл}} + 2 \cdot P_1 \cdot \sqrt{1}}{2 \cdot P_1}, \quad (5.2)$$

$$t_{\text{д}} = \frac{10^4 \cdot 2 + 2 \cdot 4,63 \cdot \sqrt{1}}{2 \cdot 4,63} = 2160,82 \text{ (год)}.$$

Отже, можливо доза опромінення елементної бази $D_{\text{м}} = 1673,7 \text{ Р}$, а допустима – 10^4 Р . Отже, система електропостачання є стійкою в умовах дії іонізуючого випромінювання. Допустимий час роботи системи в заданих умовах становить 2160,82 год., при рівні радіації 4,63 Р/год.

5.3.2 Дослідження стійкості роботи СЕП ПП «Кванта-Л4» в умовах дії електромагнітного імпульсу

Визначимо горизонтальну складову напруженості електромагнітного поля:

$$E_{\text{г}} = E_{\text{в}} \cdot 10^{-3}, \text{ кВ/м},$$

$$E_{\text{г}} = 10,83 \cdot 10^3 \cdot 10^{-3} = 10,83 \text{ (В/м)}.$$

Визначаємо горизонтальну та вертикальну напругу наводки [24].

$$U_{\text{гi}} = E_{\text{в}} \cdot l_{\text{гi}}, \text{ В},$$

$$U_{\text{гi}} = 10,83 \cdot 10^3 \cdot 0,5 = 5415 \text{ (В)}.$$

$$U_{\text{вi}} = E_{\text{г}} \cdot l_{\text{в}}, \text{ В},$$

$$U_{\text{вi}} = 10,83 \cdot 0,5 = 5,415 \text{ (В)}.$$

Визначаємо допустимі коливання напруги живлення для різних блоків:

$$U_{\text{д}} = U_{\text{ж}} + \frac{U_{\text{ж}}}{100} \cdot N, \quad (5.3)$$

де N – відсоток допуску.

$$U_{\text{д}} = 12 + \frac{12}{100} \cdot 5 = 12,6 \text{ (В)},$$

$$U_d = 24 + \frac{24}{100} \cdot 5 = 25,2 \text{ (В)},$$

$$U_{\dot{a}} = 380 + \frac{380}{100} \cdot 5 = 399 \text{ (В)}.$$

Визначаємо коефіцієнти безпеки для кожної ділянки:

$$K_{\sigma} = 20 \cdot \lg \frac{U_d}{U_{r(b)}} \geq 40 \text{ [дБ]},$$

Горизонтальної:

$$K_{\sigma_{r1}} = 20 \cdot \lg \frac{12,6}{5415} = -32,77 \text{ (дБ)},$$

$$K_{\sigma_{r2}} = 20 \cdot \lg \frac{25,2}{5415} = -46,56 \text{ (дБ)},$$

$$K_{\sigma_{r3}} = 20 \cdot \lg \frac{399}{5415} = -22,62 \text{ (дБ)}.$$

Вертикальної:

$$K_{\sigma_{v1}} = 20 \cdot \lg \frac{12,6}{5,415} = 7,35 \text{ (дБ)},$$

$$K_{\sigma_{v2}} = 20 \cdot \lg \frac{25,2}{5,415} = 13,35 \text{ (дБ)},$$

$$K_{\sigma_{v3}} = 20 \cdot \lg \frac{399}{5,415} = 37,35 \text{ (дБ)}.$$

Отримані дані заносимо в таблицю 5.8.

Таблиця 5.8 – Значення коефіцієнтів безпеки системи управління компенсувальними установками та автоматики СЕП

№	Найменування блоків	K_{σ_r} , дБ	K_{σ_v} , дБ	Результат дії
1	Блок живлення, 12 В	-32,77	7,35	Нестійкий
2	Блок управління, 24 В	-46,56	13,35	Нестійкий
3	Силові елементи, 380 В	-22,62	37,35	Нестійкі

Границя стійкості системи керування $Kб_{\min} = -46,56$ дБ, а $Kб_{\text{гр}} = 37,35$. Отже, система є нестійкою в умовах дії електромагнітного імпульсу. Для підвищення стійкості необхідно використовувати екранування напівпровідникових елементів та горизонтальних струмопровідних елементів.

Перехідне гасіння енергії електричного поля екраном для сталі:

$$A = 40 + Kб_{\min}, \quad (5.4)$$

Для БЖ:

$$A_1 = 40 + 32,77 = 72,77 \text{ (дБ)};$$

Для БУ:

$$A_2 = 40 + 46,56 = 86,56 \text{ (дБ)};$$

Для СЕ:

$$A_3 = 40 + 22,62 = 62,62 \text{ (дБ)}.$$

Розрахуємо товщини захисних екранів:

$$t = \frac{A}{5,2 \cdot \sqrt{f}}, \quad (5.5)$$

де f - найбільш характерна частота, ($f = 15$ кГц).

Для БЖ:

$$t_1 = \frac{72,77}{5,2 \cdot \sqrt{15000}} = 0,12 \text{ (см)};$$

Для БУ:

$$t_2 = \frac{86,56}{5,2 \cdot \sqrt{15000}} = 0,13 \text{ (см)};$$

Для СЕ:

$$t_3 = \frac{62,62}{5,2 \cdot \sqrt{15000}} = 0,11 \text{ (см)}.$$

Отже, при екрануванні блоку живлення та блоку керування з використанням екрану товщиною 0,13 см зі сталі, система керування буде стійкою в умовах дії електромагнітного імпульсу, при екрануванні силових

елементів з використанням екрану товщиною 0,11 см вони будуть стійкими в умовах впливу електромагнітного імпульсу.

Висновки.

В умовах дії іонізуючого випромінювання система електропостачання залишається стійкою. Тому іонізуюче випромінювання для обладнання не є таким небезпечним, як для обслуговуючого персоналу. Для нормальної роботи СЕП під час аварій з такими наслідками, як іонізуюче випромінювання, потрібно розраховувати скорочені робочі зміни на підстанціях для обслуговуючого персоналу з врахуванням їх допустимої дози опромінення.

Після проведених розрахунків визначено, що робота системи автоматики стійка при заданому рівні радіації 4,63 Р/год. До дії ЕМІ система керування виявилась нестійкою. Застосування екранування блоків СЕП суттєво підвищує її стійкість роботи в умовах дії електромагнітного імпульсу і підвищує час можливої роботи системи до 2160,82 год .

В результаті застосування екранів система буде працювати стійко аж до значення напруженості вертикальної складової 10,83 кВ/м. Ще одним варіантом підвищення стійкості апаратури до дії ЕМІ є зменшення довжини струмопровідних провідників шляхом вдосконалення схемокомпонівки елементів управління СЕП ПП «Кванта-Л4» . Крім цього необхідно екранувати кабелі живлення, а також застосувати прилади автоматичного вимикання електронних схем на час впливу ЕМІ.

ВИСНОВКИ

В результаті виконання магістерської кваліфікаційної роботи було проведено розробку енергопостачання та аналіз провалу та коливання напруги камнеобробного підприємства селища міського типу Хорошів, Житомирської області.

Обрані комутаційно-захисна апаратура та живлячі кабелі внутрішньозаводської мережі перевірені на допустимість, та термічну стійкість на основі розрахунку коротких замикань. На території підприємства було розташовано дві трансформаторні підстанції ТП1 і ТП2– ТМ 630/10.

Визначено оптимальний переріз лінії живлення, яка виконана повітряною лінією напругою 10 кВ АС-150 мм² та оптимальні перерізи розподільної внутрішньозаводської мережі напругою 10 кВ, які виконані кабелями марки ААБ перерізами 70 мм² та прокладені в траншеях. Обрана схема електропостачання забезпечує надійне та безперебійне живлення підприємства електроенергією.

Основний розділ магістерської роботи присвячений аналізу провалів та коливань напруги, їх характеристики та вплив на електрообладнання підприємства.

В економічній частині роботи було розраховано величину капіталовкладень в енергосистему підприємства, яка становить 1220,76 тис. грн, розраховано витрати по заробітній платі експлуатаційного та ремонтного персоналу, яка становить відповідно 112449,6 грн та 8778,83 грн. Плата за електроенергію яка становить 7318843,488 грн, сумарні витрати підприємства становлять 8139617,298 грн .

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

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Гриб О. Науково-технічні аспекти визначення відповідальності за порушення якості електричної енергії / О. Гриб, Г. Сендерович, П. Щербакова // Стандартизація. Сертифікація. Якість. 2013.-С.48-55.
2. 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.
3. РТМ 36.18.32.4-92 Указания по расчету электрических нагрузок.
4. Правила улаштування електроустановок. - 5-те вид., переробл. й доповн. - Х .: Міненерговугілля України, 2014.
5. Справочник по проектированию электроснабжения. /Под ред. Ю.Г. Барыбина и др. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 576с.
6. Приемы работы с Excel [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://msexcel.ru/content/blogcategory/25>
7. ГОСТ 30323-95 Короткие замыкания в электроустановках. Методы расчета электродинамического и термического действия тока короткого замыкания
8. Ершов М.С., Егоров А.В., Яценко Д.Е. О влиянии параметров энергосистемы на устойчивость узлов электрической нагрузки промышленных предприятий // Пром. энергетика. 1997. №5.
9. Майер В.Я. Методика определения расчетного вклада потребителя в значение показателей качества электроэнергии в точке общего присоединения к энергосистеме / В.Я. Майер, Зения, А.Н. Ткач // Электричество, 1993-С14-18.
10. Зыкин Ф.А. Энергетические процессы в системах электроснабжения с нагрузками, ухудшающими качество электрической энергии//Электричество. 1987. – С.5-9.
11. Сендерович Г. А. Метод определения расположения источника колебаний напряжения в электрической сети / Г. А. Сендерович, А. В. Дяченко // Електротехніка і електромеханіка.2016. - С. 58-61.

12. Плоткін Я. Д., Янушкевич О. К. Організація і планування виробництва на машинобудівному підприємстві: Навч. видання / Я.Д. Плоткін, О.К. Янушкевич – Львів: Світ, 1996. – 352 с.
13. Афанасьев Н. А., Юсипов М. А. Система технического обслуживания и ремонта оборудования энергохозяйств промышленных предприятий / Н.А. Афанасьев, М.А. Юсипов – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 528 с.
14. Гительман Л. Д., Ратников Б. Е. Эффективная энергокомпания: Экономика. Менеджмент. Реформирование / Л. Д. Гительман, Б. Е. Ратников – М.: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2002. – 544 с.
15. Демов О. Д. Економія електроенергії на промислових підприємствах / О.Д. Демов – Вінниця: ВНТУ, 2006. – 95 с.
16. ГОСТ 12.1.012-90. ССБТ. Вибрационная безопасность. Общие требования
17. Плоткін Я. Д., Янушкевич О. К. Організація і планування виробництва на машинобудівному підприємстві: Навч. видання / Я.Д. Плоткін, О.К. Янушкевич – Львів: Світ, 1996. – 352 с.
18. Енергоощадливість. Методика аналізу та розрахування питомих витрат енергоресурсів // ДСТУ 4110- 2002, ДЕРЖСПОЖИВСТАНДАРТ України, 2003. - 35 с.
19. Коэффициенты K_c и K_i [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://eom.com.ua/index.php?PHPSESSID=1uan485eu6hrv4cq9m1pkhkss0&action=dlattach;topic=13993.0;attach=12790> (дата звернення 27.01.2015). — Назва з екрана.
20. ГОСТ 14209-97 Руководство по нагрузке силовых масляных трансформаторов.
21. СН 174-75 Инструкция по проектированию электроснабжения промышленных предприятия.

22. Неклепаев Борис Николаевич. Электрическая часть электростанций и подстанций / Б. Н. Неклепаев, И. П. Крючков. – Москва: Энергоатомиздат, 1989 – 607 с. ISBN 5-283-01086-4.
23. ОНТП 24-86. Определение категорий помещений и зданий по взрывопожарной опасности.
24. В.Ф. Сакевич, М.А. Томчук. Основи розробки питань цивільної оборони в дипломних проектах / В.Ф. Сакевич, М.А. Томчук – Вінниця: ВНТУ, 2008. – 141 с.
25. Справочник по охране труда на промышленном предприятии/ [Ткачук К.Н., Иванчук Д.Ф., Сабарно Р.В. та ін.]. – К.: Техника, 1991. – 285 с.
26. Леонід Борисович Терешкевич. Методичні вказівки до виконання магістерської кваліфікаційної роботи студентами спеціальності 141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / Терешкевич Л.Б., Демов О.В., Шулле Ю.А. – Вінниця: ВНТУ, 2018. – 41 с.
27. Демов О. Д. Розрахунок собівартості електроенергії на промисловому підприємстві: Навчальний посібник / О.Д. Демов, О.О. Бірюков, Л.М. Мельничук – Вінниця: ВНТУ, 2008. – 92 с.
28. Економіка підприємства: Навчальний посібник / За ред. А. В. Шегди – К.: Знання, 2005. – 431 с.
29. ГОСТ 12.0.003-74 Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация.

ДОДАТКИ

Додаток А

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

УЗГОДЖЕНО

ЗАТВЕРДЖЕНО
Зав. кафедри ЕСЕМ

“ ” _____ 2020р.

д.т.н., проф. Бурбело М.Й.
“ ” _____ 2020 р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

до магістерської кваліфікаційної роботи
на тему:

Зменшення провалів та коливань напруги в мережі Приватного підприємства
«Кванта-Л4» селища міського типу Хорошів
Житомирської області

08-17.МКР.007.00.00.076 ТЗ

Науковий керівник:

д.т.н., проф. Бурбело М.Й.

(підпис)

Виконавець: студент гр. ЕСЕ - 18м

Петелько В.В.

(підпис)

Вінниця 2020 р.

1. ПІДСТАВА ДЛЯ ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ (МКР)

Робота виконується на підставі наказу ВНТУ за № ____ від ____ . ____ .20р.

Дата початку роботи ____ . ____ .20р.

Дата закінчення роботи ____ . ____ .20р.

2. МЕТА І ПРИЗНАЧЕННЯ МКР. ВИХІДНІ ДАНІ ДЛЯ РОЗРОБКИ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ

а) мета – визначення впливу коливань та провалів напруги на систему електропостачання підприємства.

б) призначення розробки – виконання магістерської кваліфікаційної роботи.

в) вихідні дані для виконання МКР:

генплан підприємства (об'єкта); план цеха (об'єкта, ділянки, приміщення) із розташуванням обладнання; відомості про особливості технологічних процесів та навколишнього середовища (внутрішнього та зовнішнього); відомості про електричні навантаження підприємства (цеха, об'єкта, ділянки, приміщення); відомості про джерела живлення, їх віддаленість; графіки електричних навантажень (для діючого підприємства, енергетичного району); основні техніко-економічні показники.

3. ДЖЕРЕЛА РОЗРОБКИ

3.1 Леонід Борисович Терешкевич. Методичні вказівки до виконання магістерської кваліфікаційної роботи студентами спеціальності 141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / Терешкевич Л.Б., Демов О.В., Шулле Ю.А. – Вінниця: ВНТУ, 2018. – 41 с.

3.2 Правила улаштування електроустановок. - 5-те вид., переробл. й доповн. - X .: Міненерговугілля України, 2014.

3.3. М.Й. Бурбело «Проектування систем електропостачання. Приклади розрахунків».- Вінниця: ВНТУ, 2005р.

3.4 ДБН В.2.5-28-2006. Природне і штучне освітлення.

3.5 Демов О. Д. «Економія електроенергії на промислових підприємствах».
– Вінниця: ВНТУ, 2006р.

4. ЕТАПИ І ТЕРМІН ВИКОНАННЯ РОБОТИ

Зміст етапу	Термін виконання	
	початок	кінець
4.1 Збір інформації, яка необхідна для дослідження		
4.2 Проведення дослідних розрахунків		
4.3 Розробка робочих креслень		
4.4 Написання розрахунково-пояснювальної записки і захист магістерської роботи		

5. МАТЕРІАЛИ, ЩО ПОДАЮТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ МКР

Пояснювальна записка МКР, графічні і ілюстровані матеріали, анотація до МКР українською та іноземною мовою.

6. ПОРЯДОК КОНТРОЛЮ ВИКОНАННЯ ТА ЗАХИСТУ МКР

Робота приймається на проміжних контрольних перевірках, попередньому захисті та захисті в ДЕК.

7. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

7.1 Дані про патентоспроможність

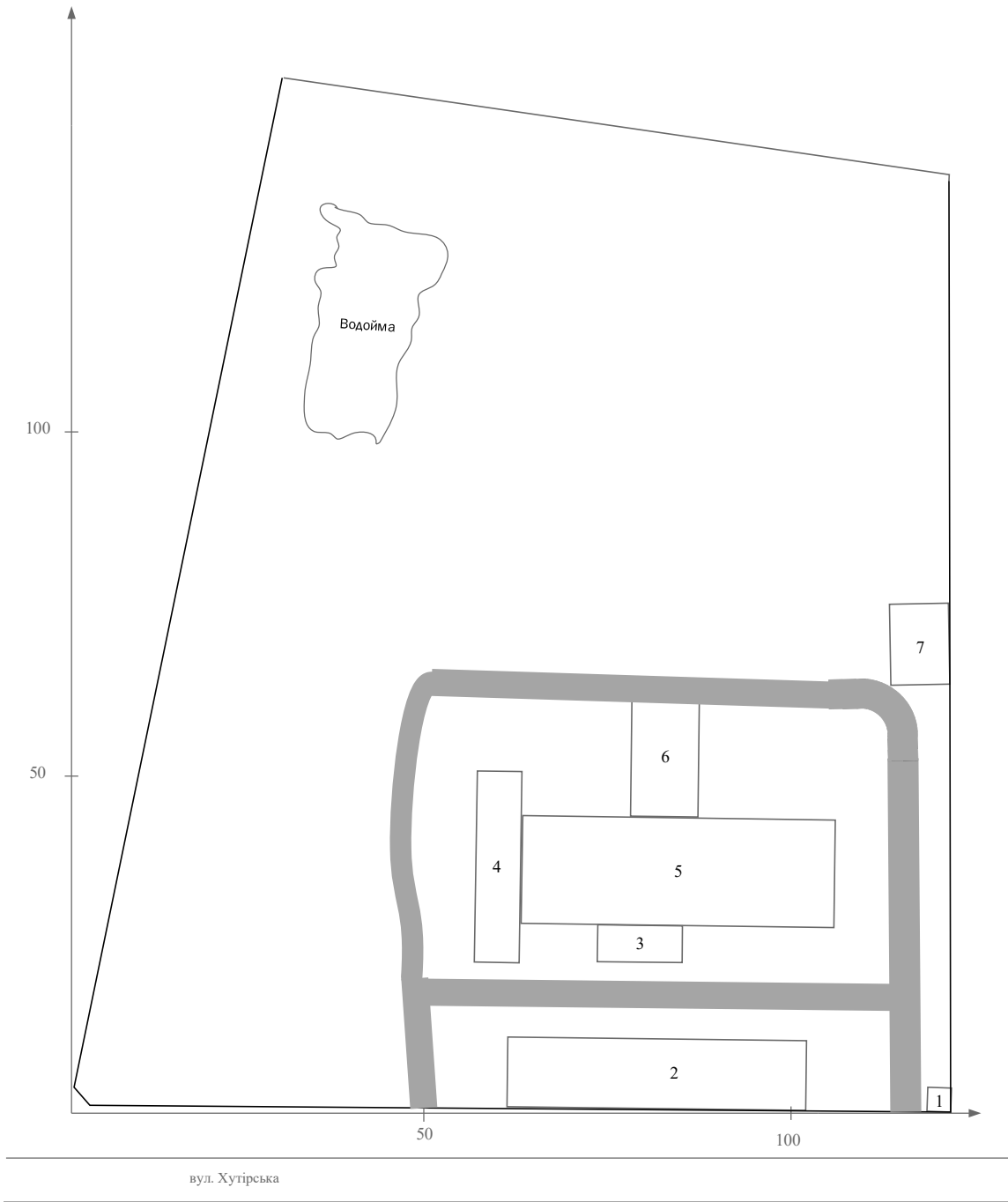
Не передбачається

8 ОЧІКУВАНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ ЕФЕКТ

Не передбачається

Додаток Б

Вихідні дані для виконання МКР: Генеральний план ПП «Кванта-Л4»

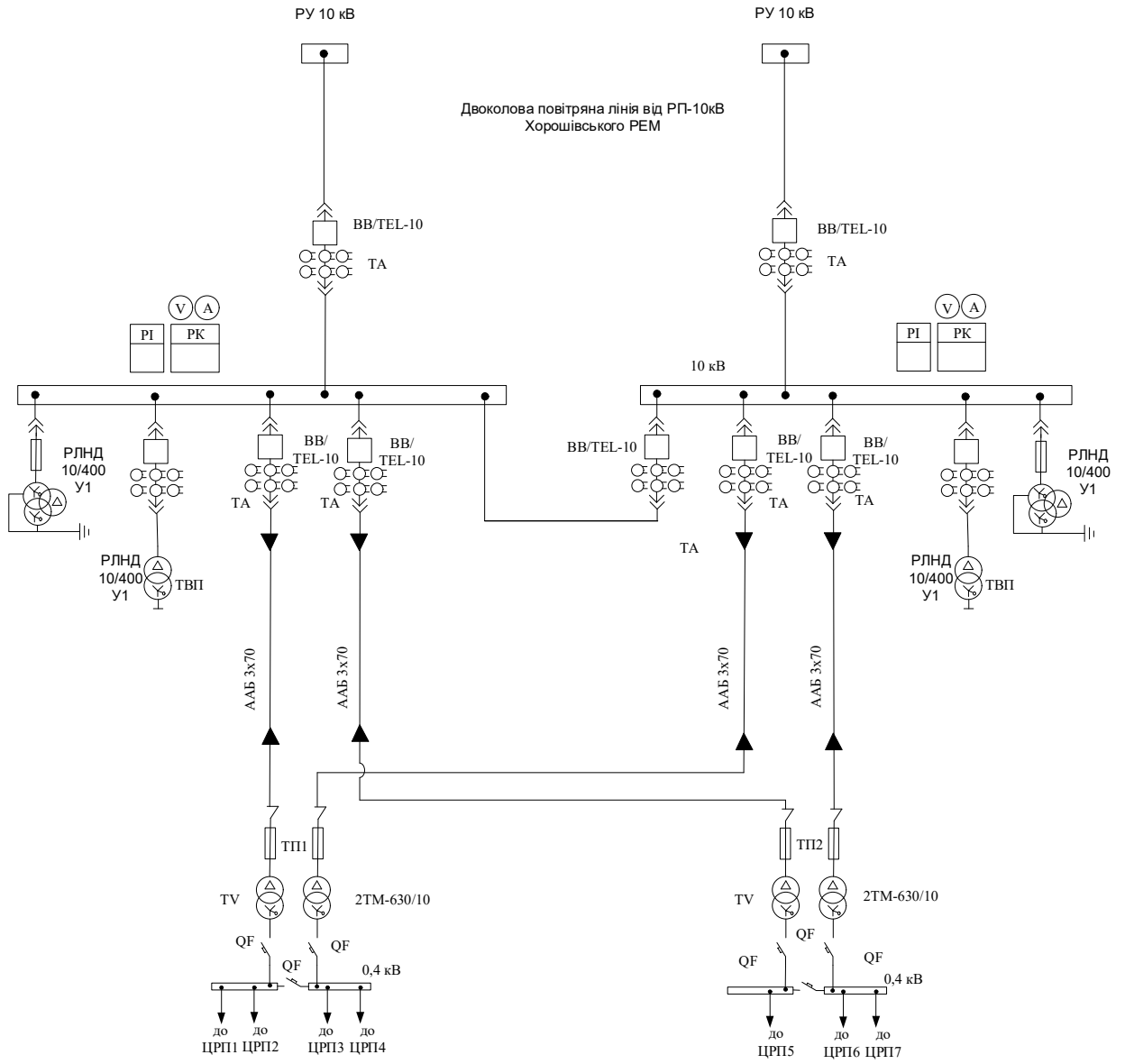


Таблиця 1 – Відомості про електричні навантаження підприємства

№ п. п.	Назва цеху	Р, кВт
1	Пункт пропуску	10
2	Цех обробки каменю №1	293
3	Котельня	40
4	Цех №2	350
5	Цех шліфування каменю №3	320
6	Цех №4	250
7	Складське приміщення	25

Додаток В

Однолінійна схема електропостачання ПП «КВАНТА-ЛЧ»



Додаток Г

Параметри провалів напруги

