

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) ННІТІ ім. акад. І.С. Гулого
Кафедра Електропостачання і енергоменеджменту

«До захисту в ЕК»

«До захисту допущено»

Директор інституту (декан факультету)

Завідувач кафедри

(підпис) Сергій БЛАЖЕНКО
(ім'я та прізвище)

(підпис) Сергій БАЛЮТА
(ім'я та прізвище)

«__» _____ 2023 р.

«__» _____ 2023 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка»

(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми «Електротехніка та інформаційні технології»

на тему: «Проектування СЕП Львівського комплексу по виробництву
керамічної плитки з впровадженням АСКОВЕ на підприємстві»

Виконав: здобувач 4 курсу, групи ЕЛ 4-3

(прізвище, ім'я, по батькові повністю) Гавриленко Віталій Володимирович

(підпис)

Керівник Шестеренко Володимир Євгенович
(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

(підпис)

Консультанти

(ім'я та прізвище) Аліна СІРИК

(підпис)

(ім'я та прізвище)

(підпис)

Рецензент

(ім'я та прізвище)

(підпис)

Я, як здобувач(ка) Національного університету харчових технологій розумію і підтримую політику університету з академічної доброчесності. Я не надавав(-ла) і не одержував(-ла) недозволеної допомоги під час підготовки цієї роботи. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

Здобувач _____
(підпис)

Київ – 2023 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут Навчально-науковий інженерно-технічний інститут ім. акад. І.С. Гулого
Кафедра Електропостачання і енергоменеджменту
Освітній ступінь бакалавр
Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
Освітньо-професійна програма Електротехніка та інформаційні технології

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри ЕПЕМ
/Сергій БАЛЮТА/
« » 2023 р.

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Гавриленка Віталія Володимировича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проектування СЕП Львівського комплексу по виробництву керамічної плитки з впровадженням АСКОЕ на підприємстві

керівник роботи Шестеренко Володимир Євгенович, к.т.н., професор
затверджені наказом закладу вищої освіти від «14» 04. 2023 р. № 233-кс

2. Строк подання здобувачем роботи 30 червня 2023 року.

3. Вихідні дані до роботи План Львівського комплексу по виробництву керамічної плитки; характеристика споживачів електричної енергії; відомості про джерела живлення; умови проектування

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ; умови проектування; опис технологічного процесу виробництва керамічної плитки; розрахунок електричних навантажень (потужності технологічного навантаження, потужності опалювально-вентиляційного устаткування, потужності устаткування котельні та освітлювального навантаження); розрахунок числа й потужності силових трансформаторів; компенсація реактивної потужності; компоновання РП-10кВ та РП-0,4 кВ; електроосвітлення ТП; вибір і перевірка високовольтного електрообладнання на напругу 10 кВ; вибір схеми внутріцехового електропостачання і низьковольтного електроустаткування; вибір схеми зовнішнього електропостачання; облік та вимірювання режимних параметрів системи електропостачання; якість електричної енергії в системі електропостачання; економічна частина; охорона праці; індивідуальне завдання. Впровадження АСКОЕ на підприємстві.

5. Перелік графічного матеріалу

1. План силової мережі комплексу.

2. Однолінійна схема електропостачання комплексу.

3. План електричного освітлення приміщень комплексу

4. Блискавкозахист виробничого приміщення та заземлення підстанції

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
ОП	Сірик А.О., доцент		

7. Дата видачі завдання 15 квітня 2023 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор №	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	<i>Вступ</i>	<i>16.04.2023 р</i>	
2	<i>Умови проектування</i>	<i>18. 04.2023 р</i>	
3	<i>Опис технологічного процесу виробництва керамічної плитки</i>	<i>20. 04.2023 р</i>	
4	<i>Розрахунок електричних навантажень комплексу</i>	<i>22. 04.2023 р</i>	
5	<i>Розробка трансформаторної підстанції</i>	<i>25.04.2023 р</i>	
6	<i>Вибір і перевірка високовольтних електричних апаратів</i>	<i>30.04.2023 р</i>	
7	<i>Вибір схеми внутріцехового електропостачання і низьковольтного електроустаткування</i>	<i>04.05.2023 р</i>	
8	<i>Вибір схеми зовнішнього електропостачання</i>	<i>10.05.2023 р</i>	
9	<i>Облік та вимірювання режимних параметрів системи електропостачання</i>	<i>16.05.2023 р</i>	
10	<i>Якість електричної енергії в системі електропостачання</i>	<i>18.05.2023 р</i>	
11	<i>Економічна частина</i>	<i>20.05.2023 р</i>	
12	<i>Охорона праці</i>	<i>25.05.2023 р</i>	
13	<i>Індивідуальне завдання. Впровадження АСКОВЕ на підприємстві</i>	<i>02.06.2023 р</i>	
14	<i>Висновок</i>	<i>07.06.2023 р</i>	
15	<i>Список література</i>	<i>08.06.2023 р</i>	
16	<i>Оформлення пояснювальної записки проекту</i>	<i>09.06.2023 р</i>	
17	<i>Оформлення графічної частини проекту</i>	<i>12.06.2023 р</i>	

Здобувач

_____ (підпис)

Гавриленко В.В.
_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Шестеренко В.Є.
_____ (прізвище та ініціали)

Анотація

Гавриленко Віталій Володимирович. Дипломний проєкт на тему:

«Проектування СЕП Львівського комплексу по виробництву керамічної плитки з впровадженням АСКОВЕ на підприємстві»

Національний Університет Харчових Технологій, Київ - 2023

141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Додана пояснювальна записка складається із вступу, 9 розділів та списку використаної літератури. Обсяг проєкту становить 115 сторінок.

До опису надано графічну частину, яка складається із чотирьох креслень: план силової мережі комплексу, однолінійна схема електропостачання комплексу, план електричного освітлення приміщень комплексу, блискавозахист виробничого приміщення та заземлення підстанції.

Розрахунки й аналіз виконані за допомогою методик, що викладені у навчальній, довідниковій, нормативній і науково-технічній літературі.

У результаті виконання проєкту наведено характеристики споживачів електроенергії; виконаний розрахунок електричних і освітлювальних навантажень; визначено число й потужність силових трансформаторів; виконано розрахунок та вибрано високовольтне і низьковольтне електрообладнання та провідники і перевірено їх до дії струмів короткого замикання; розглянуто питання обліку та якості електричної енергії. Розглянуто індивідуальне завдання «Впровадженням АСКОВЕ на підприємстві».

У розділі охорона праці наведено характеристику шкідливих і небезпечних виробничих факторів виробництва та основні заходи щодо усунення їх впливу на працюючих та міри захисту від ураження електричним струмом, виконано розрахунок заземлюючих пристроїв, описано блискавозахист будівель, а також описані протипожежні заходи.

Ключові слова: керамічна плитка, технологічне устаткування, електричне навантаження, електричне освітлення, силовий трансформатор, компенсація реактивної потужності, захисна і комутаційна апаратура, проводи і кабелі, АСКОВЕ.

Abstract

HAVRYLENKO VITALY. Diploma project on the topic:

"SEP design of the Lviv complex for the production of ceramic tiles with the implementation of ASKOE at the enterprise"

National University of Food Technologies, Kyiv - 2023

141 "Electric power engineering, electrical engineering and electromechanics"

The attached explanatory note consists of an introduction, 9 chapters and a list of used literature. The volume of the project is 115 pages.

The graphic part, which consists of five drawings, is included in the description: the plan of the power network of the complex, the single-line scheme of the power supply of the complex, the plan of the electric lighting of the premises of the complex, the lightning protection of the production premises and the grounding of the substation, and the plan for the placement of power equipment in the substation.

Calculations and analysis were performed using the methods described in educational, reference, regulatory and scientific and technical literature.

As a result of the implementation of the project, the characteristics of electricity consumers are given; the calculation of electrical and lighting loads has been performed; the number and power of power transformers are determined; calculations were made and high-voltage and low-voltage electrical equipment and conductors were selected and tested for short-circuit currents; the issue of accounting and quality of electric energy is considered. The individual task "Implementation of ASKOE at the enterprise" was considered.

In the occupational safety section, the characteristics of harmful and dangerous production factors of production and the main measures to eliminate their impact on workers and measures of protection against electric shock are given, the calculation of grounding devices is performed, lightning protection of buildings is described, and fire prevention measures are also described.

Keywords: ceramic tile, technological equipment, electrical load, electrical lighting, power transformer, reactive power compensation, protective and switching equipment, wires and cables, ASKOE.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	9
УМОВИ ПРОЕКТУВАННЯ.....	11
ОПИС ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИРОБНИЦТВА КЕРАМІЧНОЇ ПЛИТКИ.....	14
1. РОЗРАХУНОК ЕЛЕКТРИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ КОМПЛЕКСУ.....	20
1.1. Визначення розрахункової потужності технологічного устаткування....	22
1.2. Визначення розрахункової потужності опалювально-вентиляційного устаткування.....	30
1.3. Визначення розрахункової потужності устаткування котельні.....	33
1.4. Визначення розрахункової потужності освітлювального устаткування..	35
1.5. Визначення сумарного розрахункового навантаження на ТП.....	41
2. РОЗРОБКА ТРАНСФОРМАТОРНОЇ ПІДСТАНЦІЇ.....	44
2.1. Вибір числа і потужності трансформаторів.....	45
2.2. Компенсація реактивної потужності.....	47
2.3. Компонування розподільного пристрою РП-10 кВ.....	49
2.4. Компонування розподільного пристрою РП-0,4 кВ.....	50
2.5. Електроосвітлення ТП.....	52
3. ВИБІР І ПЕРЕВІРКА ВИСОКОВОЛЬТНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ АПАРАТІВ.....	53
4. ВИБІР СХЕМИ ВНУТРІЦЕХОВОГО ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ І НИЗЬКОВОЛЬТНОГО ЕЛЕКТРОУСТАТКУВАННЯ.....	57
4.1. Вибір типу корпусу силового розподільного щита РЩ2.....	57

					ДП 2023 141							
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата								
Розробив		Гавриленко В.			Зміст				Літ.	Арк.	Аркушів	
Перевірив		Шестеренко									6	
									ННІТІ ім. акад. І.С.Гулого, ЕЛ4-3			
Н. Контр.												
Затвердив		Балюта С.М										

4.2. Вибір автомата для захисту силового розподільного щита РЩ2.....	58
4.3. Вибір живильного кабелю силового розподільного щита РЩ2.....	58
4.4. Вибір автоматичного вимикача для захисту ЕП СС300.....	59
4.5. Вибір живильного кабелю ЕП СС300.....	60
5. ВИБІР СХЕМИ ЗОВНІШНЬОГО ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ.....	64
5.1. Вибір кабелю живильної мережі.....	65
6. ОБЛІК ТА ВИМІРЮВАННЯ РЕЖИМНИХ ПАРАМЕТРІВ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ.....	69
6.1. Обґрунтування систем комерційного та технічного обліку і контролю електроспоживання.....	69
6.2. Вибір комплексних систем обліку та контролю електроспоживання, багатофункціональних електронних лічильників і т.д.....	71
7. ЯКІСТЬ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ В СИСТЕМІ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ.....	74
7.1. Показники якості електричної енергії.....	74
7.2. Визначення показників якості електричної енергії і допоміжних параметрів.....	77
8. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	78
8.1. Міри захисту від ураження електричним струмом.....	78
8.2. Розрахунок заземлення.....	80
8.3. Блискавкозахист.....	83
8.4. Пожежна безпека.....	85
9. ІНДИВІДУАЛЬНЕ ЗАВДАННЯ. ВПРОВАДЖЕННЯ АСКОВЕ НА ПІДПРИЄМСТВІ.....	89
Актуальність питання.....	89
9.1. Аналіз структурної схеми АСКОВЕ.....	91

9.1.1. Порівняльна характеристика АСКОЕ/ЛУЗОД.....	91
9.1.2. Етапи створення АСКОЕ та ЛУЗОД.....	93
9.1.3. Основні функції автоматичної системи комерційного обліку.....	95
9.1.4. Основні види АСКОЕ.....	96
9.2. Склад автоматизованої системи комерційного обліку електричної енергії.....	96
9.2.1. Структурна схема АСКОЕ.....	98
9.2.2. Технічні засоби АСКОЕ.....	101
9.2.3. Переваги впровадження АСКОЕ.....	102
9.2.4. Огляд протоколів передачі даних АСКОЕ.....	103
9.3. Автоматизація обліку електричної енергії.....	109
ВИСНОВОК.....	111
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	114

ВСТУП

Системою електропостачання (СЕП) називають сукупність пристроїв для виробництва, передачі і розподілу електроенергії. Системи електропостачання промислових підприємств створюються для забезпечення живлення електроенергією промислових приймачів, до яких відносяться електродвигуни різних машин і механізмів, електричні печі, електролізні установки, апарати і машини для електричного зварювання, освітлювальні установки та ін.

Завдання електропостачання промислових підприємств виникло одночасно із широким впровадженням електропривода як рушійної сили різних машин і механізмів і будівництвом електростанцій. Перші електростанції споруджувалися в містах для освітлення і живлення електричного транспорту, а також при фабриках і заводах. Пізніше з'явилася можливість спорудження електричних станцій у місцях запасів палива (торфу, вугілля, нафти) або місцях використання енергії води незалежно від місць знаходження споживачів електроенергії - міст і промислових підприємств.

Передача електроенергії на більші відстані до центрів споживання стала здійснюватися лініями електропередачі високої напруги.

У цей час більшість споживачів одержує електроенергію від енергосистем. У той же час на ряді підприємств триває спорудження власних ТЕЦ.

У міру розвитку електроспоживання ускладнюються і системи електропостачання промислових підприємств. У них включаються мережі високих напруг, розподільні мережі, а в ряді випадків і мережі промислових ТЕЦ.

Виникає необхідність впроваджувати автоматизацію систем електропостачання промислових підприємств і виробничих процесів,

					ДП 2023 141			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ВСТУП			
Розробив		Гавриленко В.						
Перевірів		Шестеренко						
Н. Контр.								
Затвердив		Балюта С.М			Літ. Арк. Аркушів 9			
					ННІТІ ім. акад. І.С.Гулого, ЕЛ4-3			

здійснювати в широких масштабах диспетчеризацію процесів виробництва із застосуванням телесигналізації і телекерування та вести активну роботу з економії електроенергії.

Кожне виробництво існує остільки, оскільки його машини забезпечують роботу технологічних механізмів, що виробляють промислову продукцію. Всі машини приводяться в дію електродвигунами. Для їхньої нормальної роботи застосовують електроенергію як саму гнучку і зручну форму енергії, що забезпечує роботу виробничих механізмів.

При цьому електроенергія повинна мати відповідну якість. Основними показниками якості електроенергії є стабільність частоти і напруги, синусоїдальність напруги і токи та симетрія напруги. Від якості електроенергії залежить якість випускаємої продукції, а також її кількість.

На шляху від джерела живлення до електроприймачів на сучасних промислових підприємствах електрична енергія, як правило, трансформується один або кілька разів. Залежно від місця розташування в схемі електропостачання трансформаторні підстанції називають головними знижувальними підстанціями або цеховими трансформаторними підстанціями.

Цехові мережі розподілу електроенергії повинні:

- забезпечувати необхідну надійність електропостачання приймачів електроенергії залежно від їхньої категорії;
- бути зручними і безпечними в експлуатації;
- мати оптимальні техніко-економічні показники (мінімум приведених витрат);
- мати конструктивне виконання, що забезпечує застосування індустріальних і швидкісних методів монтажу;

Для прийому та розподілу електроенергії до груп споживачів трифазної змінної напруги промислової частоти напругою 380 В застосовують силові розподільні шафи і пункти.

Метою даного дипломного проекту є проектування системи електропостачання Львівського комплексу по виробництву керамічної.

					ДП 2023 141	Арк.
						10
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

УМОВИ ПРОЕКТУВАННЯ

Електроприймачі комплексу по виробництву керамічної плитки по ступені надійності електропостачання в основному відносяться до споживачів II категорії, за винятком пункту пожежної сигналізації і пожежних насосів, які відносяться до споживачів I категорії.

1. Завдання в галузі технології процесу виробництва керамічної плитки

У таблиці 1 приведений перелік технологічного устаткування комплексу.

2. Завдання в галузі водопостачання

У завдання в галузі водопостачання входить:

1. Установка пожежогасіння 2KDN 65-250/230SETS, Q=60.0 м/год, H=60.0 м - 1 комплект - фірма "DAB" у складі:

а) насос жокей KV3/10, N=1.5 кВт;

б) два насоси RDN (1 робочий, 1 резервний), N=40.0 кВт;

Установка працює в автоматичному режимі, включення насосів автоматичне при зниженні тиску в мережі протипожежного водопроводу.

Насос поставляється в комплекті із шафою керування.

Передбачити:

а) звуковий сигнал про вихід насоса з ладу;

б) автоматичне введення резервного насоса.

2. Насосна установка Wilo- Drain Lift Box 32/11, Q=5.4 м/год, H=7.0, N=1.6 кВт - 1 шт - фірма "Willo";

3. Водонагрівач SUPER GLASS SMALL SG 30 OR - 1 шт - фірма "Ariston";

4. Установка Willo-Sub TW 15- 306 3, Q=2.0 м/год, H=52.0 м, N=0.75 кВт - 3 шт (2 робочих, 1 резервний) - фірма "Willo".

Включення насосів дистанційне.

Передбачити:

а) звуковий сигнал про вихід насоса з ладу;

б) автоматичне введення резервного насоса.

					ДП 2023 141							
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	УМОВИ ПРОЕКТУВАННЯ				Літ.	Арк.	Аркушів	
Розробив	Гавриленко В.											
Перевірив	Шестеренко									11		
									ННІТІ ім. акад. І.С.Гулого, ЕЛ4-3			
Н. Контр.												
Затвердив	Балюта С.М											

Таблиця 1 – Перелік технологічного устаткування

№ п/п	Познач. на плані	Найменування обладнання	Повна потужн. кВА	cosφ	Активна потужн. кВт	Коеф. викор. $K_{и}$	К-сть
1	СВ007	Щит управління гранулюванням	9,8	0,75	7,4	0,8	1
2	СВ040	Таль електрична	3,14	0,7	2,2	0,75	1
3	СВ370	Система електронного зважування	0,3	0,9	0,27	0,6	1
4	СВ5480	Установка пиловидалення	18,9	0,85	16,1	0,5	1
5	СС001	Дозатор води для ванни	---	0,9	---	---	1
6	СС003	Дозатор води для млина	---	0,9	---	---	1
7	СС300	Пульт управління змішувачем	69	0,8	55,2	0,65	1
8	СС412	Барабанний млин	147	0,85	125	0,8	2
9	CD036	Вежа розмил.	111,8	0,85	95	0,8	1
10	CD200	Вежа розмил.	16,9	0,72	12,2		1
11	СЕ001	Лінія подачі пресс-порошка	9,2	0,7	6,4	0,6	1
12	СЕ009	Установка очищення	2,2	0,8	1,8	0,5	2
13	СЕ075	Прес	101	0,9	90,9	0,75	2
14	СЕ341	Система охолодження преса	9,7	0,85	8,2	0,7	2
15	СЕ5482	Установка пиловидалення	18,9	0,85	16,1	0,5	1
16	СЕ751	Швидкісна сушарка	60	0,85	51	0,8	2
17	CF001	Таль електрична	3,14	0,7	2,2	0,75	1
18	CF101	Дозатор води	---	0,85	---	---	1
19	CF220	Барабанний млин	2,2	0,8	1,8	0,8	3
20	CF280	Барабанний млин	22	0,8	17,6	0,8	4
21	CF400	Щит керування змішувачем	17,1	0,8	13,7	0,65	1
22	CG001	Лінія глазурування	42,1	0,7	29,5	0,6	2
23	CG5472	Установка пиловидалення	11,8	0,85	10	0,5	1
24	CH030	Установка очищення	2	0,9	1,8	0,5	2
25	CH5001	Лінія переміщення	10	0,85	8,5	0,6	2
26	CH5008	Лінія переміщення	5	0,85	4,3	0,6	2
27	CH5011	Лінія сортування	10	0,85	8,5	0,6	2
28	CH5016	Пристрій розвантаження печі	10	0,85	8,5	0,55	2
29	CH6400	Піч роликова	149	0,8	119,2	0,75	2
30	C15901	Лінія сортування	15	0,8	12	0,6	2
31	C15902	Пакувальна машина	6	0,8	4,8	0,6	2

3. Завдання в галузі опалення та вентиляції

У таблиці 2 приведений перелік опалювально-вентиляційного устаткування

Холодильне устаткування представлено установкою:

1. Гвинтовий повітряний компресор BSD 81 T/8 bar з холодоосушувачем SIGMA Profile і SIGMA Control - номінальна потужність електродвигуна - 45 кВт;

- споживана потужність (включно з осушкою) - 56,3 кВт;

					ДП 2023 141	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

- споживана потужність у тихому режимі осушки - 14 кВт;

2. Резервний компресор

- споживана потужність - 50 кВт;

Таблиця 2 – Перелік опалювально-вентиляційного устаткування

Позначення на плані	Найменування приміщення, що обслуговується, (технологічного устаткування)	Тип установки	Активна потужність, кВт	Напруга В	К-сть
П1, П2	Склад сировини	EOLO 30 AC	0,68	230	2
П3, П4	Приготування глазури	EOLO 70 AC	1,26	230	2
П5-П7	Ділянка млинів	EOLO 115 AC	2,48	400	3
П8	Ділянка атомизатора	EOLO 140 AC	2,81	400	1
П9	Ділянка пресування	EOLO 90 AC	1,8	230	1
П10	Вивантаження з печей	EOLO 140 AC	2,81	400	1
П11	Те ж саме (душування)	EOLO 50 AC	1,04	230	1
К11		КТ 70-40-4	3,6	400	1
П12	Лінія глазурування	EOLO 140 AC	2,81	400	1
КТ12/1, КТ12/2		КТ 100-50-6	3,8	400	2
П13, П14	Глазурування, завантаження печей (душування)	EOLO 50 AC	1,04	230	2
КТ13, КТ14		КТ 70-40-4	3,6	400	2
П15-П18	Сортування впакувань	EOLO 140 AC	2,81	400	4
П19	Глазурування	EOLO 140 AC	2,81	400	1
П20	Упакування	EOLO 140 AC	2,81	400	1
П21	АПК роздягальні, коридори	КТ 60-35-4	2,46	400	1
В1, В4-В7	Шафи одягу, комора	К125 XL	0,062	230	5
В2	С/У 1-й и 2-й поверх	К 315 L	0,32	230	1
В3	Роздягальні	КТ 60-35-4	2,46	400	1
В8	Компресорна установка	Кт 80-50-6	2,67	400	1
	Автоматична насосна станція пожежогасіння	С 4F 20	2,0		

ОПИС ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИРОБНИЦТВА КЕРАМІЧНОЇ ПЛИТКИ

Виробництво керамічної плитки за технологією однократного випалу засновано на переробці мінералогічної сировини, такої як глина, каолін, шпат, кварцовий пісок, крейда, доломіт, на рідку керамічну масу, потім на сушінні цієї маси з метою одержання гранулату. З отриманого гранулату на спеціалізованих пресах формуються плитки під високим тиском, а потім сушаться. Висушені і сформовані плитки піддаються глазуруванню і декоруванню, потім обпікаються. Температура випалу залежить від споживаної сировини, типу керамічної маси, а також параметрів, яким повинна відповідати плитка. Обпалена плитка сортується, упаковується в коробки і установлюється на піддони, які групуються, фольгуються та установлюються на складі, готові до відвантаження.

Процес виробництва керамічної плитки за технологією однократного випалу можна розділити на кілька етапів, які тісно сполучені.

1. Складування сировини
2. Переробка, зволоження і просушка гранулату
3. Формування плиток і їхнє сушіння
4. Глазурування і декорування плиток
5. Випалювання плиток
6. Сортування і упакування готового продукту
7. Складування
8. Відправлення споживачеві

Далі наведений докладний опис основних етапів 1- 6, безпосередньо пов'язаних з виробничим процесом.

					ДП 2023 141			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ОПИС ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИРОБНИЦТВА	Літ.	Арк.	Аркушів
Розробив		Гавриленко В.						
Перевірив		Шестеренко					14	
Н. Контр.						ННІТІ ім. акад. І.С.Гулого, ЕЛ4-3		
Затвердив		Балюта С.М						

Складування сировини

Сировина доставляється залізничними вагонами і вантажівками. По залізниці планується доставка композита - відповідно до технологічної рецептури роздроблені і перемішані в певній пропорції сировинні складові. Поставка композита буде здійснюватися з Донбасу (Україна). Сировина із шахт Кишинева буде доставлятися вантажним автотранспортом.

Фрити і барвники з європейських країн будуть доставлятися також ж/д і авто транспортом.

Розвантаження ж/д вагонів буде виконуватися безпосередньо на заводі на спеціально спорудженій рампі.

Розвантажена сировина перевантажується в спеціальні бетонні бокси.

Сировина із зони складування завантажується в металевий бункер-живильник зі стрічковим конвеєром, обладнаним системою електронних ваг, які дозволяють точно визначати склад сировини відповідно до технологічної рецептури.

Переробка, зволоження і просушка гранулату

Зважений і завантажений у бункер-живильник склад транспортується стрічковим конвеєром у барабанні млини через рухливе з'єднання, виготовлене з нержавіючої сталі. У млини крім сировини заливається вода і добавки - рідке скло та поліфосфат натрію.

У млини заливається технологічна стічна вода, що після використання в атомізаторі накопичується в бетонних підземних ваннах і по металевих трубах подається в бункер-накопичувач. У воду додаються добавки - зріджувачі і цей розчин подається в млини. Зріджувачі протидіють седиментації (осіданні дроблених часток сировини на дні ємності) і через підтримку часток сировини у водній суспензії полегшують і скорочують перемелу в млинах. Перемел маси виробляється в барабанних млинах з футеровкою зі стійкою до стирання гуми. Обертний рух здійснюється через привід електричного двигуна за допомогою клинових ременів на кожух млина. Кожний млин має лічильник оборотів, на якому можна запрограмувати її роботу. Після одержання потрібних параметрів перемелу шлікер заливається через вібраційні сита в підземні залізобетонні ванни. Щоб протидіяти осіданню часток маси зі шлікера на дні ємності, він повинен перемішується безупинно лопатами змішувача. З більших накопичувачів шлікер перекачується в ж/б ванну, що

					ДП 2023 141	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

перебуває перед розпилюючою сушаркою. Із цієї ємності насоси подають шлікер у сушарку, у якій виробляється гранулат.

Сушіння гранулата на розпилюючій сушарці

У результаті горіння газу в газовому пальнику нагрівається повітря, яке вентилятори подають у камеру згоряння. Це повітря рухається через приводи з жаротривкої сталі і розганяється усередині сушарки через спеціально спрямовані випуски. Температура гарячого повітря повинна бути 550-600 °С. Після досягнення цієї температури починають роботу помпи, які під тиском 12- 20 атм. подають шлікер у внутрірозподільчу сушарку. Розпилені через сопла краплі шлікера опускаються вниз під власною вагою, втрачаючи воду, що утримується в них. Гранулат формується у вигляді сфер, які складаються з роздроблених часток сировини. Падаючі вниз гранули попадають на клапан, що містить конус сушарки, що під впливом ваги гранул відхиляється, гранули виходять назовні і попадають на вібросито, на якому відбувається сепарація надрешітного продукту. Просіяний на віброситі гранулат падає на стрічковий конвеєр, яким він транспортується в 4 силоси зберігання.

У конусній частині сушарки перебуває труба, що засмоктує зсередини сушарки повітря, насичене водяною парою. Тиск всмоктувального вентилятора такий, що він також засмоктує частки пилу, які виникли під час сушіння. Частки пилу попадають на гідроциклон, у якому здійснюється відділення повітря, що вентилятор через димохід виводить назовні. Пил із циклона вдруге завантажується в млини, щоб одержати гранулат у необхідному діаметрі. Збережений гранулат за допомогою системи конвеєра йде в завантажувальний отвір гідравлічного преса, на якому відбувається формування плиток.

Формування плиток і їхнє сушіння

Формування плиток відбувається на гідравлічному пресі. Формування відбувається під тиском 200 атм. Такий високий тиск одержуємо завдяки високопродуктивному масляному насосу, що змонтований на пресі, і системі мультиплікаторів, що багаторазово збільшують тиск масла. Гідравлічний прес складається з металевого корпусу, на якому змонтований верхній траверс і нижній траверс. До верхнього траверсу прикріплені верхні пуансони через електромагніти, що генерують потужне магнітне поле. У нижній траверс вмонтована форма, у якій прорізані вікна для плитки, де перебувають нижні пуансони. Нижні пуансони змонтовані на гідравлічних стовпчиках, які уможливають підйом і спуск пуансонів у різних фазах циклу формування.

					ДП 2023 141	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

Позаду преса перебуває завантажувальний візок, що приєднаний до траверсу. У передній частині завантажувального візка перебуває виштовхуюча планка. Завантажувальна решітка завантажувального візка виготовлена з тефлону і спроектована у вигляді мідного шару.

Глазурування і декорування плиток

Глазурування плиток являється накладенням на їхню площу тонкого нашарування ангоби і глазури, завдяки якому плитка одержує відповідні властивості та споживчі параметри. Декорування - це накладення на площу плитки із глазур'ю керамічних паст через спеціальні силіконові барабани або нейлонові сіркографічні сітки. Глазурування і декорування плиток ділиться на етапи:

- готування глазури, ангоби і керамічних паст;
- глазурування і декорування плиток на лінії глазурування.

Готування керамічної глазури, ангоби, паст відбувається в цеху готування глазури, який повинен бути чистим і обгородженим від пилу. Всі забруднення, які можуть перебувати в глазури і керамічних пастах, унеможливають високу якість плитки.

Процес готування глазури заснований на розмелі в барабанних млинах продуктів і сировини відповідно до технології для одержання водної суспензії з необхідними параметрами. Розмел здійснюється в барабанних млинах МТД. Млини мають футеровку з алубіта (високотемпературний сплав оксиду глини Al_2O_3 -температура випалу $1450\text{ }^{\circ}C$) і тіл, що мелють, з алубіта. Під час удару і розтирання відбувається процес дрібнення сировини, що перебуває в глазури.

Після одержання необхідних параметрів глазури зливається через вібраційне сито, і перекачується в ємності, з яких її використовують для виробництва. Резервуари, вібраційні сита і інше устаткування, що контактує із глазур'ю або її компонентами, повинні бути виготовлені з нержавіючої сталі для забезпечення чистоти, що є заставою високої якості продукту.

Процес готування ангоби такої ж, як глазури.

Виробництво керамічних паст засновано на перемелі фрити, зріджувачів, СМС і барвників у спеціалізованому млині для розмелу керамічних паст.

Глазурування і декорування плиток відбувається на лінії глазурування, з'єднаної з вертикальним сушінням. Лінія глазурування - металева рама,

					ДП 2023 141	Арк.
						17
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

споруджена з кутника. Під лінією глазурування виготовлений канал технологічної стічної води, з'єднаний з ємністю. На рамі лінії глазурування перебувають набори шківів, на яких перебувають клинові ремені, які транспортують плитку. Рух шківів дають моторедуктори з електричним рухом. На рамі лінії глазурування вбудоване устаткування, що на транспортуючу плитку накладає ангобу, глазур і ін. аплікації.

Далі глазурована плитка надходить у роликову піч.

Випалювання плиток

Випалювання - технологічний процес, під час якого плитка одержує бажані параметри.

Випалювання відбувається в одноканальній роликовій печі. Використання такого устаткування дає гарантію одержання потрібних параметрів випалу і запланованої продуктивності. Час циклу випалу 38 хв. У зв'язку з таким коротким циклом, перед піччю побудована одноканальна горизонтальна сушарка. Вихід із сушарки є входом у піч.

У стіни печі вмонтовані витяжні вентилятори - газового згорання, повітрягоріння, гарячого повітря і швидкого охолодження. Всі перераховані вентилятори обладнані високоякісними фільтрами, які унеможливають виділення пилу в повітря.

Переміщення плиток у печі відбувається по керамічних роликах зі зворотним рухом.

Керування піччю здійснюється за допомогою комп'ютерної шафи, де визначені всі параметри печі. Тут концентрується вся інформація про реальні дані роботи всіх агрегатів і коректуються навіть незначні відхилення від запрограмованих даних. Устаткування печі дозволяє точно діагностувати всі технічні параметри і одержання високоякісного продукту.

Після випалу плитки по лінії транспортування надходять на лінію сортування і упакування.

Сортування і упакування

Сортування обпалених плиток відбувається на спеціалізованій керованій комп'ютером лінії сортування, яка дає можливість швидко і якісно класифікувати вироблені плитки і визначити їхню сортність за європейськими стандартами PN TB ISO 10545- 2. Сортування відбувається візуально. При

					ДП 2023 141	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

цьому не приймається в увагу такі параметри, як механічна міцність на злам, водопоглинення і стійкість до впливу хімікатів домашнього користування. Вищевказані параметри визначаються в лабораторних умовах. Сортуння є тільки оцінюванням поверхні плиток. Плитки, визначені не першим сортом, маркуються спеціальними флуорисцентними олівцями.

Просуваючись по лінії сортуння, плитка підходить до пристрою, який називається декодер, що відраховує маркіровані плитки і посилає інформацію на комп'ютер, який керує роботою лінії. Плитки одного сорту йдуть у склад-накопичувач, звідки надходять на пакувальний пристрій, де вони впаковуються в коробки. Потім за допомогою пневматичних щипців коробки встановлюються на піддони відповідно до сорту. Заповнені піддони перевозяться на місце упакування термоусадковою фольгою (фольгування). У такому виді палети надходять на склад готової продукції, з якого завантажуються в залізничні вагони або автомобільний транспорт і відправляють споживачеві.

Складування і відправлення готової продукції

Піддони із плиткою складуються на складі готової продукції. Відстань між рядами повинна бути достатньою для проходу людини. Для швидкого завантаження в одному ряді повинен бути тільки один сорт і один тип плиток. При завантаженні ще раз контролюється якість і цілісність упакування.

Завантаження здійснюється дизельними підйомниками, а в закритих будинках - електropідйомниками.

					ДП 2023 141	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

1. РОЗРАХУНОК ЕЛЕКТРИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ КОМПЛЕКСУ

Першим етапом проектування системи електропостачання є визначення електричних навантажень. Необхідність визначення розрахункових електричних навантажень промислових підприємств викликана неповним завантаженням деяких ЕП, неодноразовістю їхньої роботи, імовірнісним випадковим характером включення і відключення ЕП, що залежить від особливостей технологічного процесу і організаційно-технічних заходів щодо забезпечення належних умов праці робітників та службовців даного виробництва. Правильне визначення розрахункових електричних навантажень і забезпечення необхідного ступеня безперебійності їхнього живлення мають велике народногосподарське значення. Від цього розрахунку залежать вихідні дані для вибору всіх елементів СЕП промислового підприємства і грошові витрати при установці, монтажі і експлуатації обраного електроустаткування. Завищення розрахункових навантажень приводить до подорожчання будівництва, перевитраті провідникового матеріалу мереж і невиправданому збільшенню потужності трансформаторів і іншого електроустаткування. Заниження може привести до зменшення пропускної здатності електричної мережі, до зайвих втрат потужності, перегріву проводів, кабелів і трансформаторів, а отже до скорочення строку їхньої служби.

Залежно від стадії проектування і місця розташування вузла в системі ЕП застосовують методи визначення електричних навантажень спрощені і більш точні. Визначення розрахункових навантажень виконують від нижчих до вищих ступенів системи ЕП по окремих розрахункових вузлах у мережах напругою до 1 кВ.

У цей час на практиці застосовують в основному два методи визначення розрахункових (очікуваних) електричних навантажень:

					ДП 2023 141		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	РОЗРАХУНОК ЕЛЕКТРИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ		
Розробив		Гавриленко В.					
Перевірив		Шестеренко					
Н. Контр.							
Затвердив		Балюта С.М			Літ. Арк. Аркушів		
					20		
					ННІТІ ім. акад. І.С.Гулого, ЕЛ4-3		

- Метод упорядкованих діаграм:

По цьому методі розрахункове активне навантаження приймачів електроенергії на всіх ступенях живильних і розподільних мереж (включаючи трансформатори і перетворювачі) визначають по середній потужності і коефіцієнту максимуму.

- Метод коефіцієнта попиту:

Для визначення розрахункових навантажень по цьому методу необхідно знати встановлену потужність групи приймачів і коефіцієнти потужності $\cos\phi$ і попиту $K_{па}$.

- Метод питомої потужності.

Розрахунок електричних навантажень ЕП напругою до 1 кВ виконується для кожного вузла живлення (розподільного пункту, шафи, збірки, розподільного шинопровода, щита станцій керування, тролєя, магістрального шинопровода, цехової трансформаторної підстанції), а також по цеху, корпусу в цілому.

Основними електроприймачами фабрики є:

- технологічне устаткування;
- опалювально - вентиляційне устаткування;
- холодильне устаткування;
- устаткування для установок водопостачання.

Приймаємо живлення електроприймачів фабрики від силових шаф, які одержують живлення від розподільного шинопровода ТП.

Виробляється групування електроприймачів у групи і вузли з урахуванням їх характеристик (номінальної потужності і режиму роботи) і територіального розташування.

					ДП 2023 141	Арк.
						21
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розподіл технологічного устаткування по вузлах було зроблено в такий спосіб:

РЩ1 - СВ370, СВ5480, CF280/1, CF280/2, CF280/3, CF280/4, CC001, CC003, H2, CF220/1, CF220/2, CF220/3;

РЩ2 - CC300, СВ007, CF400, CE5482, СВ040;

РЩ3 - CG001/1, CG001/2, CE001, CE341/1, CE341/2, CE009/1, CE009/2, CG5472;

РЩ4 - CH5016/1, CH5016/2, C15901/1, C15902/1, C15901/2, C15902/2, CH5008/1, CH5008/2;

РЩ5 - CH5001/1, CH5001/2, CH5011/1, CH5011/2, K1;

Вентиляційне встаткування буде одержувати живлення від щита РЩВ;

Устаткування котельні буде одержувати живлення від щита РЩК;

Освітлювальне устаткування буде одержувати живлення від щитів ЩО1, ЩО2.

1.1. Визначення розрахункової потужності технологічного устаткування

На попередньому етапі проектування визначення електричних навантажень технологічного устаткування фабрики буде здійснено методом упорядкованих діаграм. Цей метод передбачає визначення середнього навантаження груп ЕП за максимально завантаженою зміну P_{cm} і розрахунковий півгодинний максимум P_p .

Розрахунок навантаження вузлу РЩ1

Ефективне число електроприймачів може бути знайдене шляхом визначення відношення m :

$$m = \frac{P_{н.макс.}}{P_{н.мин.}}; \quad (1.1)$$

де $p_{н.макс.}$ — максимальна номінальна потужність ЕП групи, кВт;

$p_{н.мин.}$ — мінімальна номінальна потужність ЕП групи, кВт;

					ДП 2023 141	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

Якщо $m < 3$, то приймається $n_e = n_p$,

де n_e – еквівалентне число електроприймачів, шт;

n_p – реальное число електроприймачів, шт;

$$m_{PЦ1} = \frac{P_{н.макс.}}{P_{н.мин.}} = \frac{17,6}{0,27} = 65,2;$$

$m > 3$, відповідно розрахунок буде продовжуватись рівнянням:

$$n_e = \frac{2 \cdot \sum P_n}{P_{н.макс.}}; \quad (1.2)$$

де $\sum P_n$ – сумарна номінальна потужність ЕП, приєднаних до вузла РЦ1;

Якщо $n_e > n_p$, то приймається $n_e = n_p$

$$n_e = \frac{2 \cdot \sum P_n}{P_{н.макс.}} = \frac{2 \cdot (0,27 + 16,1 + 4 \cdot 17,6 + 1,6 + 3 \cdot 1,8)}{17,6} = \frac{187,54}{17,6} = 10,65;$$

$n_e = 10,65 > n_p = 10$, відповідно приймається $n_{e.РЦ1} = n_p = 10$;

Середньозважуваний коефіцієнт використання для ЕП, приєднаних до вузла РЦ1:

$$K_{и.РЦ1}^{ср.в.} = \frac{\sum P_n \cdot K_{и.}}{\sum P_n} = \frac{0,27 \cdot 0,6 + 16,1 \cdot 0,5 + 17,4 \cdot 4 \cdot 0,75 + 1,6 \cdot 0,9 + 1,8 \cdot 3 \cdot 0,75}{0,27 + 16,1 + 4 \cdot 17,6 + 1,6 + 3 \cdot 1,8} = 0,71; \quad (1.3)$$

Знаючи ефективне число електроприймачів і середньозважений коефіцієнт використання для ЕП приєднаних до вузла РЦ1, по таблиці 2.3 [2] визначається коефіцієнт максимуму $K_m = 1,16$.

Установлена активна потужність електроприймачів у вузлі:

$$P_{уст.РЦ1} = \sum P_n = 0,27 + 16,1 + 4 \cdot 17,6 + 1,6 + 3 \cdot 1,8 = 93,77 \text{ кВт}; \quad (1.4)$$

Розрахункова активна потужність:

					ДП 2023 141	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

$$P_{расч.РЩ1} = P_{уст.} \cdot K_m \cdot K_u = 93,77 \cdot 1,16 \cdot 0,71 = 76,14 \text{ кВт}; \quad (1.5)$$

Розрахункова реактивна потужність:

$$Q_{расч.РЩ1} = P_{расч.РЩ1} \cdot \operatorname{tg} \varphi_{ср.в.} = 76,14 \cdot 0,73 = 55,58 \text{ кВАр}; \quad (1.6)$$

де $\operatorname{tg} \varphi_{ср.в.} = 0,73$ – значення середньозваженого коефіцієнта реактивної потужності.

Розрахункова повна потужність:

$$S_{расч.РЩ1} = \sqrt{P_{расч.РЩ1}^2 + Q_{расч.РЩ1}^2} = \sqrt{76,14^2 + 55,58^2} = 94,27 \text{ кВА}; \quad (1.7)$$

Розрахунковий струм:

$$I_{расч.РЩ1} = \frac{S_{расч.РЩ1}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном}} = \frac{94,27}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 143,23 \text{ А}; \quad (1.8)$$

Розрахунок навантаження вузлу РЩ2

Ефективне число електроприймачів може бути знайдене шляхом визначення відношення m :

$$m_{РЩ2} = \frac{p_{н.макс.}}{p_{н.мин.}} = \frac{55,2}{2,2} = 25,1; \quad (1.9)$$

$m > 3$, відповідно розрахунок продовжується рівнянням:

$$n_e = \frac{2 \cdot \sum P_n}{P_{н.макс.}} = \frac{2 \cdot (55,2 + 7,4 + 13,7 + 16,1 + 2,2)}{55,2} = 3,43; \quad (1.10)$$

$n_e = 3,43 < n_p = 5$, відповідно ефективне число електроприймачів визначається по формулі:

$$n_{е.РЩ2} = \frac{(\sum P_n)^2}{\sum n \cdot p_n^2} = \frac{(55,2 + 7,4 + 13,7 + 16,1 + 2,2)^2}{1 \cdot 55,2^2 + 1 \cdot 7,4^2 + 1 \cdot 13,7^2 + 1 \cdot 16,1^2 + 1 \cdot 2,2^2} = 2,52; \quad (1.11)$$

					ДП 2023 141	Арк.
						24
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Знайдене значення n_e округляється до найближчого цілого числа, таким чином $n_e=3$.

Середньозважений коефіцієнт використання для ЕП, приєднаних до вузла РЩ2:

$$K_{u.РЩ2}^{cp.в.} = \frac{\sum P_n \cdot K_u}{\sum P_n} = \frac{55,2 \cdot 0,65 + 7,4 \cdot 0,8 + 13,7 \cdot 0,65 + 16,1 \cdot 0,5 + 2,2 \cdot 0,75}{55,2 + 7,4 + 13,7 + 16,1 + 2,2} = 0,64; (1.12)$$

Знаючи ефективне число електроприймачів і середньозважений коефіцієнт використання для ЕП приєднаних до вузла РЩ2, по таблиці 2.3 [2] визначається коефіцієнт максимуму $K_m = 1,3$.

Установлена активна потужність електроприймачів у вузлі:

$$P_{уст.РЩ2} = \sum P_n = 55,2 + 7,4 + 13,7 + 16,1 + 2,2 = 94,6 \text{ кВт}; (1.13)$$

Розрахункова активна потужність:

$$P_{расч.РЩ2} = P_{уст.} \cdot K_m \cdot K_u = 94,6 \cdot 1,3 \cdot 0,64 = 78,71 \text{ кВт}; (1.14)$$

Розрахункова реактивна потужність:

$$Q_{расч.РЩ2} = P_{расч.РЩ2} \cdot \text{tg} \varphi_{cp.в.} = 78,71 \cdot 0,74 = 58,25 \text{ кВАр}; (1.15)$$

де $\text{tg} \varphi_{cp.в.} = 0,74$ – значення середньозваженого коефіцієнта реактивної потужності.

Розрахункова повна потужність:

$$S_{расч.РЩ2} = \sqrt{P_{расч.РЩ2}^2 + Q_{расч.РЩ2}^2} = \sqrt{78,71^2 + 58,25^2} = 97,92 \text{ кВА}; (1.16)$$

Розрахунковий струм:

$$I_{расч.РЩ2} = \frac{S_{расч.РЩ2}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном}} = \frac{97,92}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 148,77 \text{ А}; (1.17)$$

					ДП 2023 141	Арк. 25
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок навантаження вузлу РЩЗ

Ефективне число електроприймачів може бути знайдене шляхом визначення відношення m :

$$m_{РЩЗ} = \frac{P_{н.макс.}}{P_{н.мин.}} = \frac{29,5}{1,8} = 16,4; \quad (1.18)$$

$m > 3$, відповідно розрахунок продовжується рівнянням:

$$n_e = \frac{2 \cdot \sum P_n}{P_{н.макс.}} = \frac{2 \cdot (2 \cdot 29,5 + 6,4 + 2 \cdot 8,2 + 2 \cdot 1,8 + 10)}{29,5} = 6,47; \quad (1.19)$$

$n_e = 6,47 < n_p = 8$, відповідно ефективне число електроприймачів визначається по формулі:

$$n_{e.РЩЗ} = \frac{(\sum P_n)^2}{\sum n \cdot p_n^2} = \frac{(2 \cdot 29,5 + 6,4 + 2 \cdot 8,2 + 2 \cdot 1,8 + 10)^2}{2 \cdot 29,5^2 + 1 \cdot 6,4^2 + 2 \cdot 8,2^2 + 2 \cdot 1,8^2 + 1 \cdot 10^2} = 2,33; \quad (1.20)$$

Знайдене значення n_e округлюється до найближчого цілого числа, таким чином $n_e = 2$.

Середньозважений коефіцієнт використання для ЕП, приєднаних до вузла РЩЗ:

$$K_{и.РЩЗ}^{ср.в.} = \frac{\sum P_n \cdot K_{и.}}{\sum P_n} = \frac{2 \cdot 29,5 \cdot 0,6 + 6,4 \cdot 0,6 + 2 \cdot 8,2 \cdot 0,7 + 2 \cdot 1,8 \cdot 0,5 + 10 \cdot 0,5}{2 \cdot 29,5 + 6,4 + 2 \cdot 8,2 + 2 \cdot 1,8 + 10} = 0,6; \quad (1.21)$$

Знаючи ефективне число електроприймачів і середньозважений коефіцієнт використання для ЕП приєднаних до вузла РЩЗ, по таблиці 2.3 [2] визначається коефіцієнт максимуму $K_m = 1,46$.

Установлена активна потужність електроприймачів у вузлі:

$$P_{уст.РЩЗ} = \sum P_n = 2 \cdot 29,5 + 6,4 + 2 \cdot 8,2 + 2 \cdot 1,8 + 10 = 95,4 \text{ кВт}; \quad (1.22)$$

Розрахункова активна потужність:

					ДП 2023 141	Арк.
						26
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$P_{расч.РЦЗ} = P_{уст.} \cdot K_m \cdot K_u = 95,4 \cdot 1,46 \cdot 0,6 = 83,57 \text{ кВт}; \quad (1.23)$$

Розрахункова реактивна потужність:

$$Q_{расч.РЦЗ} = P_{расч.РЦЗ} \cdot \operatorname{tg} \varphi_{ср.в.} = 83,57 \cdot 0,9 = 75,21 \text{ кВАр}; \quad (1.24)$$

де $\operatorname{tg} \varphi_{ср.в.} = 0,9$ – значення середньозваженого коефіцієнта реактивної потужності.

Розрахункова повна потужність:

$$S_{расч.РЦЗ} = \sqrt{P_{расч.РЦЗ}^2 + Q_{расч.РЦЗ}^2} = \sqrt{83,57^2 + 75,21^2} = 112,43 \text{ кВА}; \quad (1.25)$$

Розрахунковий струм:

$$I_{расч.РЦЗ} = \frac{S_{расч.РЦЗ}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном}} = \frac{112,43}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 170,82 \text{ А}; \quad (1.26)$$

Розрахунок навантаження вузлу РЦ4

Ефективне число електроприймачів може бути знайдене шляхом визначення відношення m :

$$m_{РЦ4} = \frac{P_{н.макс.}}{P_{н.мин.}} = \frac{12}{4,3} = 2,79; \quad (1.27)$$

$m < 3$, відповідно приймаємо $n_e = n_p = 8$.

Середньозважений коефіцієнт використання для ЕП, приєднаних до вузла РЦ4:

$$K_{ср.в.}^{у.РЦ4} = \frac{\sum P_n \cdot K_u}{\sum P_n} = \frac{2 \cdot 8,5 \cdot 0,55 + 2 \cdot 12 \cdot 0,6 + 2 \cdot 4,8 \cdot 0,6 + 2 \cdot 4,3 \cdot 0,6}{2 \cdot 8,5 + 2 \cdot 12 + 2 \cdot 4,8 + 2 \cdot 4,3} = 0,59; \quad (1.28)$$

Знаючи ефективне число електроприймачів і середньозважений коефіцієнт використання для ЕП приєднаних до вузла РЦ4, по таблиці 2.3 [2] визначається коефіцієнт максимуму $K_m = 1,3$.

Установленная активная мощность электроприемников у вузлі:

$$P_{уст.РЦ4} = \sum P_n = 2 \cdot 8,5 + 2 \cdot 12 + 2 \cdot 4,8 + 2 \cdot 4,3 = 59,2 \text{ кВт}; \quad (1.29)$$

Розрахункова активна потужність:

$$P_{расч.РЦ4} = P_{уст.} \cdot K_m \cdot K_u = 59,2 \cdot 1,3 \cdot 0,59 = 45,41 \text{ кВт}; \quad (1.30)$$

Розрахункова реактивна потужність:

$$Q_{расч.РЦ4} = P_{расч.РЦ4} \cdot \operatorname{tg} \varphi_{ср.в.} = 45,41 \cdot 0,69 = 31,33 \text{ кВАр}; \quad (1.31)$$

де $\operatorname{tg} \varphi_{ср.в.} = 0,69$ – значення середньозваженого коефіцієнта реактивної потужності.

Розрахункова повна потужність:

$$S_{расч.РЦ4} = \sqrt{P_{расч.РЦ4}^2 + Q_{расч.РЦ4}^2} = \sqrt{45,41^2 + 31,33^2} = 55,17 \text{ кВА}; \quad (1.32)$$

Розрахунковий струм:

$$I_{расч.РЦ4} = \frac{S_{расч.РЦ4}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном}} = \frac{55,17}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 83,82 \text{ А}; \quad (1.33)$$

Розрахунок навантаження вузлу РЦ5

Ефективне число електроприймачів може бути знайдене шляхом визначення відношення m :

$$m_{РЦ4} = \frac{P_{н.макс.}}{P_{н.мин.}} = \frac{8,5}{2} = 4,25; \quad (1.34)$$

$m > 3$, відповідно розрахунок продовжується рівнянням:

$$n_e = \frac{2 \cdot \sum P_n}{P_{н.макс.}} = \frac{2 \cdot (2 \cdot 8,5 + 2 \cdot 8,5 + 2)}{8,5} = 8,47; \quad (1.35)$$

$n_e = 8,47 > n_p = 5$, відповідно приймаємо $n_e = n_p = 5$.

					ДП 2023 141	Арк.
						28
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Середньозважений коефіцієнт використання для ЕЭП, приєднаних до вузла РЩ5:

$$K_{u.РЩ5}^{ср.в.} = \frac{\sum P_n \cdot K_u}{\sum P_n} = \frac{2 \cdot 8,5 \cdot 0,6 + 2 \cdot 8,5 \cdot 0,6 + 1 \cdot 2 \cdot 0,75}{2 \cdot 8,5 + 2 \cdot 8,5 + 2} = 0,61; \quad (1.36)$$

Знаючи ефективне число електроприймачів і середньозважений коефіцієнт використання для ЕП приєднаних до вузла РЩ5, по таблиці 2.3 [2] визначається коефіцієнт максимуму $K_m = 1,41$.

Установлена активна потужність електроприймачів у вузлі:

$$P_{уст.РЩ5} = \sum P_n = 2 \cdot 8,5 + 2 \cdot 8,5 + 2 = 36 \text{ кВт}; \quad (1.37)$$

Розрахункова активна потужність:

$$P_{расч.РЩ5} = P_{уст.} \cdot K_m \cdot K_u = 36 \cdot 1,41 \cdot 0,61 = 30,96 \text{ кВт}; \quad (1.38)$$

Розрахункова реактивна потужність:

$$Q_{расч.РЩ5} = P_{расч.РЩ5} \cdot \text{tg} \varphi_{ср.в.} = 30,96 \cdot 0,76 = 23,53 \text{ кВар}; \quad (1.39)$$

де $\text{tg} \varphi_{ср.в.} = 0,76$ – значення середньозваженого коефіцієнта реактивної потужності.

Розрахункова повна потужність:

$$S_{расч.РЩ5} = \sqrt{P_{расч.РЩ5}^2 + Q_{расч.РЩ5}^2} = \sqrt{30,96^2 + 23,53^2} = 38,89 \text{ кВА}; \quad (1.40)$$

Розрахунковий струм:

$$I_{расч.РЩ5} = \frac{S_{расч.РЩ5}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном}} = \frac{38,89}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 59,09 \text{ А}; \quad (1.41)$$

					ДП 2023 141	Арк.
						29
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2. Визначення розрахункової потужності опалювально-вентиляційного устаткування

Розрахунок опалювально-вентиляційного устаткування буде здійснений по методу коефіцієнта попиту.

Все опалювально-вентиляційне устаткування буде одержувати живлення від силової шафи РЩВ.

Приведення однофазного навантаження до трифазного

Так як від цього вузла живляться чотирнадцять однофазних ЕП, необхідно таке навантаження привести до трифазного. Однофазні ЕП, включені на фазні і лінійні напруги і розподілені по фазах з нерівномірністю не вище 15% стосовно загальної потужності трифазних ЕП у групі, ураховуються як трифазні ЕП тої ж сумарної потужності. При перевищенні зазначених меж нерівномірності розрахункове навантаження приймається рівне потрійному значенню найбільш завантаженої фази.

Розподіл електроприймачів по фазах показано в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Розподіл однофазних ЕП, приєднаних до вузла РЩВ по фазах

	А	В	С
П1			0,68
П2	0,68		
П3	1,26		
П4			1,26
П9		1,8	
П11	1,04		
П13		1,04	
П14			1,04
В1	0,062		
В2		0,32	
В4	0,062		
В5		0,062	
В6			0,062
В7			0,062
ΣP_{ϕ} , кВт	3,1	3,22	3,1

Визначення нерівномірності розподілу навантаження по фазах:

$$N = \frac{P_{ном.мин}^{1\phi}}{P_{ном.макс}^{1\phi}} = \frac{3,1}{3,22} = 0,96; \quad (1.41)$$

де N – нерівномірність розподілу однофазного навантаження по фазах;

$P_{ном.мин}^{1\phi}$ – номінальна потужність однофазних ЕП мінімально завантаженої фази вузла, кВт;

$P_{ном.макс}^{1\phi}$ – номінальна потужність однофазних ЕП максимально завантаженої фази вузла, кВт;

Визначення процентного відношення нерівномірності розподілу однофазного навантаження по фазах стосовно загальної потужності трифазних ЕП, приєднаних до даного вузла:

$$\frac{N}{\sum P^{3\phi}} = \frac{0,96}{2 \cdot 2,48 + 9 \cdot 2,81 + 3 \cdot 3,6 + 2 \cdot 3,8 + 2 \cdot 2,46 + 2,67} \cdot 100\% = \frac{0,96}{56,24} \cdot 100\% = 1,7\% \quad (1.42)$$

де $P^{3\phi}$ – загальна потужність трифазних ЕП, кВт;

$1,7\% < 15\%$, відповідно однофазне навантаження приймається як трифазні ЕП тої ж сумарної потужності:

$$P_{прив}^{3\phi} = P_A^{1\phi} + P_B^{1\phi} + P_C^{1\phi} = 3,1 + 3,22 + 3,1 = 9,42 \text{ кВт}; \quad (1.43)$$

де $P_{прив}^{3\phi}$ – потужність однофазних ЕП, приведена до трифазного, кВт;

$P_A^{1\phi}, P_B^{1\phi}, P_C^{1\phi}$ – потужності однофазних ЕП, приєднаних до фаз А, В, С відповідно, кВт;

					ДП 2023 141	Арк.
						31
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначення розрахункової потужності

Визначення активного розрахункового навантаження здійснюється по вираженню:

$$P_{p.} = (P_{\text{прив}}^{3\phi} + \sum P^{3\phi}) \cdot K_c; \quad (1.44)$$

де $K_{\text{п}}=0,6$ – коефіцієнт попиту, який вибирається по табл.6.9 СП 31-110-2003;

$$P_{p.\text{ПВ}} = (9,42 + 56,24) \cdot 0,6 = 39,4 \text{ кВт};$$

Визначення реактивного розрахункового навантаження здійснюється по вираженню:

$$Q_p = P_p \cdot \operatorname{tg} \varphi; \quad (1.45)$$

де $\operatorname{tg} \varphi=0,75$ – коефіцієнт реактивної потужності;

$$Q_{p.\text{ПВ}} = 39,4 \cdot 0,75 = 29,6 \text{ кВар};$$

Визначення повної розрахункової потужності здійснюється по вираженню:

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2} = \frac{P_p}{\cos \varphi}; \quad (1.46)$$

$$S_{p.\text{ПВ}} = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2} = \sqrt{39,4^2 + 29,6^2} = 49,3 \text{ кВА};$$

Визначення розрахункового струму здійснюється по вираженню:

$$I_p = \frac{S_p}{\sqrt{3} \cdot U_n}; \quad (1.47)$$

де $U_n=380\text{В}$ – номінальна напруга ЕП;

$$I_{p.\text{ПВ}} = \frac{S_p}{\sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{49,3}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 74,9 \text{ А};$$

					ДП 2023 141	Арк.
						32
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.3. Визначення розрахункової потужності устаткування котельні

Все устаткування котельні буде одержувати живлення від силової шафи РЩК.

Перелік устаткування котельні:

1. Насос підвищуючий $P_y=0,75\text{кВт}$; $U_H=380\text{В}$; шт – 2;
2. Насос циркуляційний $P_y=0,16\text{кВт}$; $U_H=220\text{В}$; шт – 1;
3. Котел газовий $P_y=0,2\text{кВт}$; $U_H=220\text{В}$; шт – 1;
4. Робоче освітлення $P_y=0,144\text{кВт}$; $U_H=220\text{В}$;

Робоче освітлення котельні розраховується методом питомої потужності:

$$N = \frac{e \cdot S \cdot \omega}{P_{св}}; \quad (1.48)$$

де N – кількість світильників;

$e = \frac{E}{100}$ - коефіцієнт освітленості, що враховує той фактор, що

питома потужність освітлення на одиницю поверхні дана для освітленості 100лк;

де $E=100\text{лк}$ (согласно СП31-110-2003) – освітленість приміщення;

$S=11\text{м}^2$ – площа приміщення;

$\omega=10,4\text{ Вт/м}^2$ – питома потужність висвітлення на одиницю площі, визначається по таблиці 5.4 [7] також урахує коефіцієнт запасу $k=1,5$ і коефіцієнти відбиття поверхностей $\rho_n=70\%$, $\rho_c=50\%$, $\rho_p=10\%$;

$P_{св}$ – номінальна потужність одного світильника;

Згідно вимогам ПУЕ до установки в котельні приймаються світильники:

ЛПП12-2х36, IP54, потужністю 72Вт.

					ДП 2023 141	Арк.
						33
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$N_{\kappa} = \frac{e \cdot S \cdot \omega}{p_{\text{св}}} = \frac{1 \cdot 11 \cdot 10,4}{72} = 1,6;$$

N округляється до найближчого більшого цілого значення, таким чином $N_{\kappa}=2$ шт.

Установлена потужність робочого освітлення котельні:

$$P_{\text{у.роб.осв.}} = N \cdot p_{\text{св}} = 2 \cdot 72 = 144 \text{Вт}; \quad (1.49)$$

Котельня, відповідно до визначення ПУЕ є пожежо - і вибухонебезпечним приміщенням, тому в котельні також повинен бути передбачений вибухозахищений світильник типу ВСГ-1х60, а також повинен бути встановлений ящик з понижувальним трансформатором типу ЯТП-0, 25-220/12В, що перетворить напругу 220 В у 12 В для ремонтного освітлення.

Розрахункова потужність вузла котельні буде визначена по методу коефіцієнта попиту:

$$P_{\text{р.РЩК}} = P_{\text{у.РЩК}} \cdot K_{\text{с}} = \sum P_{\text{у}} \cdot K_{\text{с}} = (2 \cdot 0,75 + 0,16 + 0,2 + 0,144 + 0,06 + 0,25) \cdot 0,6 = 1,4 \text{кВт}; \quad (1.50)$$

Розрахункова реактивна потужність:

$$Q_{\text{р.РЩК}} = P_{\text{р}} \cdot \text{tg} \varphi = 1,4 \cdot 0,75 = 1,05 \text{кВАр}; \quad (1.51)$$

Розрахункова повна потужність:

$$S_{\text{р.РЩК}} = \sqrt{P_{\text{р}}^2 + Q_{\text{р}}^2} = \sqrt{1,4^2 + 1,05^2} = 1,47 \text{кВА}; \quad (1.52)$$

Розрахунковий струм:

$$I_{\text{р.РЩК}} = \frac{S_{\text{р}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{н}}} = \frac{1,47}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 2,23 \text{А}; \quad (1.53)$$

1.4. Визначення розрахункової потужності освітлювального устаткування

Достатня освітленість робочої поверхні - це необхідна умова для забезпечення нормальної роботи людини і високої продуктивності праці.

Освітлення може бути загальним рівномірним, загальним локалізованим (виконаним з урахуванням розташування робочих місць) або комбінованим, що складають із загального освітлення приміщення і місцевого висвітлення робочих поверхонь.

Для проектованої фабрики приймається система загального рівномірного освітлення.

Освітлення у виробничих приміщеннях прийнято з лампами ДРЛ (світильник типу РСП 048-513-IP54), в адміністративно-побутових приміщеннях з люмінесцентними лампами (світильники типів ЛПП 12-2х36, ЛПО 12-2х36, ЛПО 12-4х18) і частково з лампами розжарювання (світильник типу НПП 05-1х60).

Величини освітленості прийняті у відповідності з СНиП-II-4-79.

Проектом передбачається:

- робоче освітлення - напругою 220 В;
- аварійне (освітлення безпеки) - РУ-0,4кВ, пожежна насосна станція, котельня, венткамера - напругою 220 В;
- чергове - виробничий цех - напругою 220 В;
- ремонтне - РУ-0,4кВ, насосні, венткамера - напругою 42 В; котельня - напругою – 12 В;

Розрахунок освітлювального навантаження буде виконуватися методом питомої потужності. Суть цього методу полягає в тому, що встановлена потужність світильників залежить від нормованої освітленості цеху, висоти підвісу світильників, площі освітлюваної поверхні, коефіцієнтів відбиття стелі, робочих поверхонь і стін.

Принцип розрахунку освітлювального навантаження по методу питомої

					ДП 2023 141	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

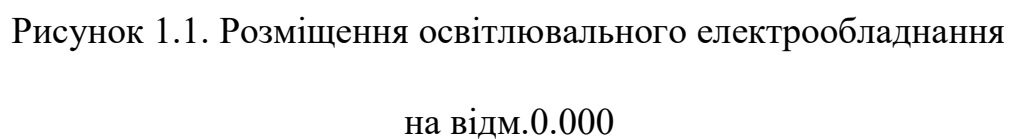
потужності показаний у п.1.3 на прикладі котельні.

Розрахунок освітлення для інших приміщень проводяться аналогічно і результати розрахунку зводяться в таблицю 1.4.

Таблиця 1.4 – Дані для розрахунку освітлювального навантаження

Найменування приміщення	Нормована освітленість, Е, лк	Тип світильника	Номинальна потужність одного світильника, Р _н , кВт	Кількість світильників, N, шт	Сумарна потужність групи світильників $\sum P_n$, кВт
ЩО1					
Склад сировини	75	РСП-048-513	0,25	12	3
Ділянка готування глазури	75	РСП-048-513 НСП-11-200	0,25 0,20	4 5	1,0 1,0
Ділянка готування шлікера	75	РСП-048-513 НСП-11-200	0,25 0,20	5 14	1,25 2,8
Ділянка глазурування	150	РСП-048-513	0,25	85	21,25
Склад готової продукції	75	НСП-11-200	0,20	8	1,6
Насосна станція пожежогасіння	75	НПП05-1х60	0,06	4	0,24
Допоміжні приміщення	20	НПП05-1х60	0,06	6	0,36
Зовнішнє освітлення	---	РКУ-01-125 ГО038-121-01 НПП05-1х60	1,25 0,25 0,06	8 10 3	10 2,5 0,18
					42,18
ЩО2					
на відм. 0.000		ЛПО12-2х18	0,036	7	0,252
		ЛПО12-4х18	0,072	4	0,288
		ЛПО12-2х36	0,072	2	0,144
		ЛПП12-2х36	0,072	2	0,144
		НСП09-1х100	0,1	2	0,2
		НПП05-1х60	0,06	8	0,48
на відм. 3.300		ЛПО12-2х18	0,036	7	0,252
		ЛПО12-4х18	0,072	19	1,368
		ЛПП12-2х36	0,072	6	0,432
		НПП05-1х60	0,06	3	0,18
на відм. 6.350		НСП-11-200	0,2	8	1,6
					5,34

Нормована освітленість, розташування світильників, їхні типи й розподіл їх по групах зазначені на планах приміщень (рис.1.1 - рис.1.3).



					ДП 2023 141	Арк.
						37
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

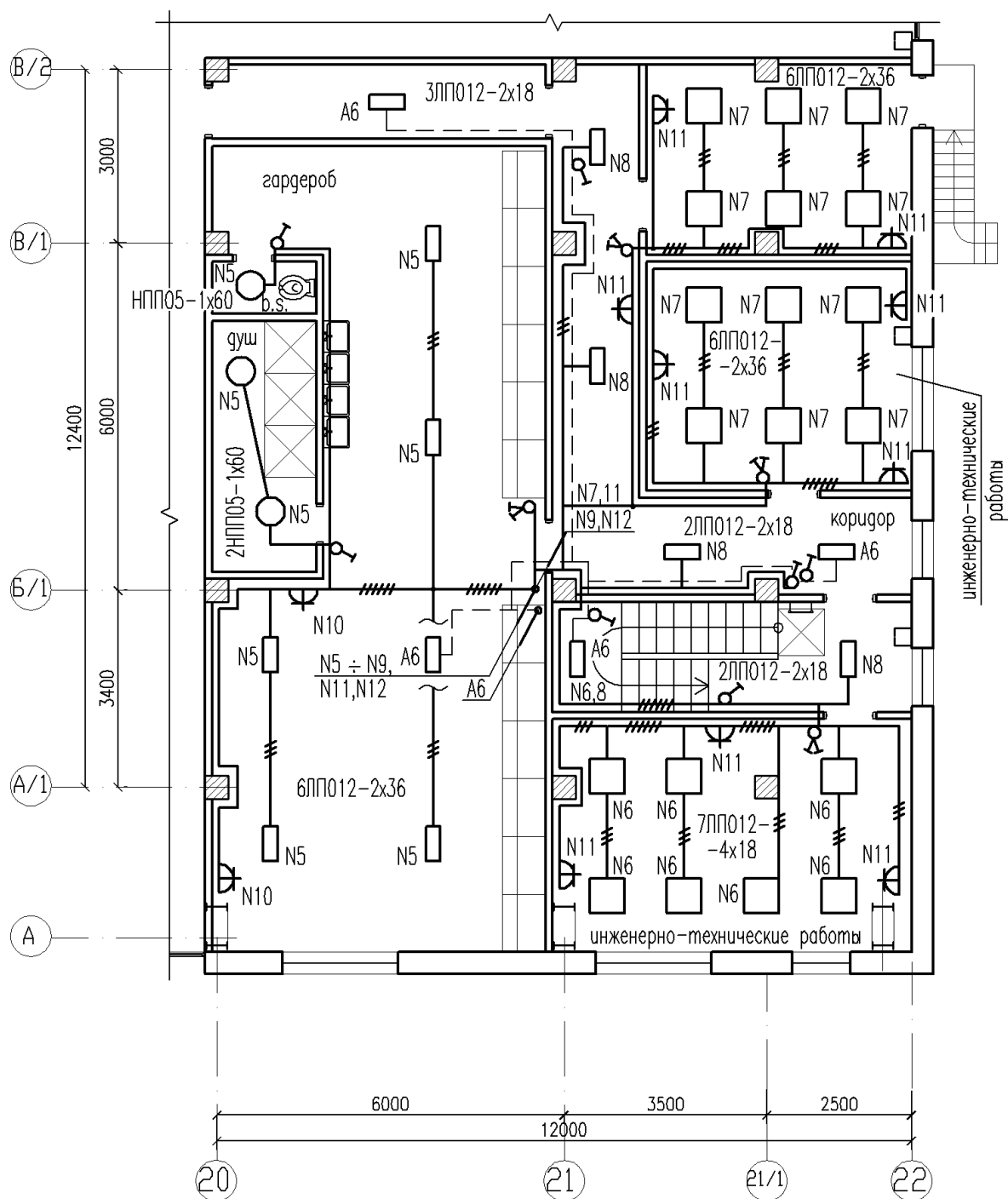
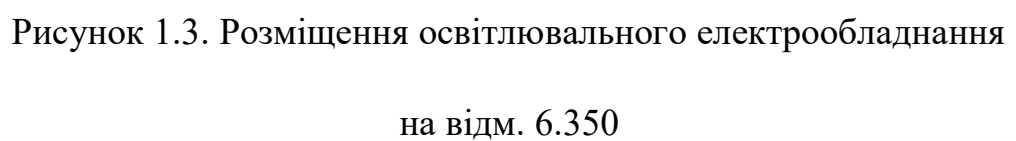


Рисунок 1.2. Розміщення освітлювального електрообладнання
на відм. 3.300

					ДП 2023	141	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			38



					ДП 2023 141	Арк.
						39
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначення розрахункового навантаження вузлу ЩО1

Розрахункова активна потужність:

$$P_{p.щД1} = P_{y.щД1} \cdot K_c = 42,18 \cdot 0,95 = 40,1 \text{ кВт}; \quad (1.54)$$

де $K_n=0,95$ відповідно с.336 [7].

Розрахункова реактивна потужність:

$$Q_{p.щД1} = P_{p.щД1} \cdot \operatorname{tg} \varphi = 40,1 \cdot 0,2 = 8 \text{ кВАр}; \quad (1.55)$$

Розрахункова повна потужність:

$$S_{p.щД1} = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2} = \sqrt{40,1^2 + 8^2} = 40,9 \text{ кВА}; \quad (1.56)$$

Розрахунковий струм:

$$I_{p.щД1} = \frac{S_p}{\sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{40,9}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 62,14 \text{ А}; \quad (1.57)$$

Визначення розрахункового навантаження вузлу ЩО2

Розрахункова активна потужність:

$$P_{p.щД2} = P_{y.щД2} \cdot K_n = 5,34 \cdot 0,95 = 5,1 \text{ кВт}; \quad (1.58)$$

де $K_n=0,95$ відповідно с.336 [7].

Розрахункова реактивна потужність:

$$Q_{p.щД2} = P_{p.щД2} \cdot \operatorname{tg} \varphi = 5,1 \cdot 0,2 = 1,0 \text{ кВАр}; \quad (1.59)$$

Розрахункова повна потужність:

$$S_{p.щД2} = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2} = \sqrt{5,34^2 + 1,0^2} = 3,01 \text{ кВА}; \quad (1.60)$$

Розрахунковий струм:

$$I_{p.щД2} = \frac{S_p}{\sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{3,01}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 4,57 \text{ А}; \quad (1.61)$$

1.5. Визначення сумарного розрахункового навантаження на ТП

Оскільки до шин ТП приєднані як розподільчі вузли:

- РЩ1 - $P_y=93,77\text{кВт}; K_{н. \text{cp.}B.}=0,71; \text{tg}\varphi^{\text{cp.}B.}=0,73;$
- РЩ2 - $P_y=94,6\text{кВт}; K_B^{\text{cp.}B.}=0,64; \text{tg}\varphi^{\text{cp.}B.}=0,74;$
- РЩ3 - $P_y=95,4\text{кВт}; K_B^{\text{cp.}B.}=0,60; \text{tg}\varphi^{\text{cp.}B.}=0,90;$
- РЩ4 - $P_y=59,2\text{кВт}; K_B^{\text{cp.}B.}=0,59; \text{tg}\varphi^{\text{cp.}B.}=0,69;$
- РЩ5 - $P_y=36,0\text{кВт}; K_{н. \text{cp.}B.}=0,61; \text{tg}\varphi^{\text{cp.}B.}=0,76;$
- РЩВ - $P_y=65,66\text{кВт}; K_B^{\text{cp.}B.}=0,65; \text{tg}\varphi^{\text{cp.}B.}=0,75;$
- РЩК - $P_y=2,33\text{кВт}; K_B^{\text{cp.}B.}=0,70; \text{tg}\varphi^{\text{cp.}B.}=0,75;$
- ЩО1 - $P_y=42,18\text{кВт}; K_B^{\text{cp.}B.}=0,90; \text{tg}\varphi^{\text{cp.}B.}=0,20;$
- ЩО2 - $P_y=5,34\text{кВт}; K_B^{\text{cp.}B.}=0,85; \text{tg}\varphi^{\text{cp.}B.}=0,20;$

так і одиночні ЕП:

- СС412 - шт-2; $P_H=125\text{кВт}; K_B=0,80; \text{tg}\varphi=0,62;$
- СН6400 - шт-2; $P_H=119,2\text{кВт}; K_B=0,75; \text{tg}\varphi=0,75;$
- СЕ075 - шт-2; $P_H=90,9\text{кВт}; K_B=0,75; \text{tg}\varphi=0,48;$
- CD036 - шт-1; $P_H=95\text{кВт}; K_B=0,8; \text{tg}\varphi=0,62;$
- СЕ751 - шт-2; $P_H=51\text{кВт}; K_B=0,8; \text{tg}\varphi=0,62;$
- КМ1 - шт-1; $P_H=56\text{кВт}; K_B=0,75; \text{tg}\varphi=0,75;$

Розрахунок навантаження на ТП буде виконуватися методом упорядкованих діаграм:

Ефективне число електроприймачів може бути знайдене шляхом визначення відношення m :

					ДП 2023 141	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

$$m_{ТП} = \frac{P_{н.макс.}}{P_{н.мин.}} = \frac{125}{2,33} = 53,6; \quad (1.62)$$

$m > 3$, відповідно розрахунок продовжується рівнянням:

$$n_3 = \frac{2 \cdot \sum P_n}{P_{н.макс.}} = \frac{2 \cdot (93,77 + 94,6 + 95,4 + 59,2 + 36 + 65,66 + 2,33 + 42,18 + 5,34 + 2 \cdot 125 + 2 \cdot 119,2 + 2 \cdot 90,9 + 95 + 2 \cdot 51 + 56)}{125} = 22,7; \quad (1.63)$$

$n_e = 22,7 > n_p = 19$, відповідно приймається $n_e = n_p = 19$.

Середньозважений коефіцієнт використання для ЕП, приєднаних до ТП:

$$K_{и.ТП}^{ср.с.} = \frac{\sum P_n \cdot K_{и.}}{\sum P_n} = \frac{1042,8}{1417,7} = 0,74; \quad (1.65)$$

Знаючи ефективне число електроприймачів і середньозважений коефіцієнт використання для ЕП приєднаних до ТП, по таблиці 2.3 [2] визначається коефіцієнт максимуму $K_m = 1,09$.

Установлена активна потужність електроприймачів у вузлі:

$$P_{у.ТП} = \sum P_n = 93,77 + 94,6 + 95,4 + 59,2 + 36 + 65,66 + 2,33 + 42,18 + 5,34 + 2 \cdot 125 + 2 \cdot 119,2 + 2 \cdot 90,9 + 95 + 2 \cdot 51 + 56 = 1417,7 \text{ кВт}; \quad (1.66)$$

Розрахункова активна потужність:

$$P_{р.ТП} = P_{у.} \cdot K_m \cdot K_{и.} = 1417,7 \cdot 1,09 \cdot 0,74 = 1159 \text{ кВт}; \quad (1.67)$$

Розрахункова реактивна потужність:

$$Q_{р.ТП} = P_{р.} \cdot \text{tg} \varphi_{ср.с.} = 1159 \cdot 0,83 = 962 \text{ кВАр}; \quad (1.68)$$

де $\text{tg} \varphi_{ср.с.} = 0,83$ – значення середньозваженого коефіцієнта реактивної потужності.

Розрахункова повна потужність:

					ДП 2023 141	Арк.
						42
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$S_{pIII} = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2} = \sqrt{1159^2 + 962^2} = 1506,23 \text{кВА};$$

(1.69)

Розрахунковий струм:

$$I_{pIII} = \frac{S_p}{\sqrt{3} \cdot U_{ном}} = \frac{1506,23}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 2288,48 \text{А}; \quad (1.70)$$

					ДП 2023 141	Арк.
						43
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. РОЗРОБКА ТРАНСФОРМАТОРНОЇ ПІДСТАНЦІЇ

Вибір типу, числа і схем живлення трансформаторів підстанції обумовлений величиною і характером електричних навантажень, розміщенням навантажень на генеральному плані підприємства, а також виробничими, архітектурно-будівельними та експлуатаційними вимогами, з огляду на конфігурацію виробничого приміщення, розташування технологічного устаткування, умов навколишнього середовища, умов охолодження, вимоги пожежної і електричної безпеки та типи застосовуваного устаткування.

У даному дипломному проєкті для забезпечення живлення електроприймачів комплексу по виробництву керамічної плитки прийнята до установки вбудована трансформаторна підстанція, розташована в осях Х-21-22, У-Б/1-В2, відповідно до будівельного плану будинку комплексу.

Вбудована трансформаторна підстанція - це електроустановка, що займає частина будинку і призначена для прийому, перетворення та розподілу енергії і складається із трансформаторів, розподільних пристроїв, пристроїв керування, технологічних і допоміжних споруд.

Згідно ПУЕ п.4.2.17 електроустаткування, струмоведучі частини, ізолятори, кріплення, огороження, що несуть конструкції, ізоляційні і інші відстані повинні бути обрані і установлені в такий спосіб щоб:

1. викликані нормальними умовами роботи електроустановки зусилля, нагрівання, електрична дуга або інші відповідні їй роботі явища (іскріння, викид газів і т.п.) не могли заподіяти шкоду обслуговуючому персоналу, а також привести до пошкодження устаткування і виникненню короткого замикання або замикання на землю;

2. при порушенні нормальних умов роботи електроустановки була забезпечена необхідна локалізація пошкоджень, обумовлених дією КЗ;

					ДП 2023 141				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розробив		Гавриленко В.			РОЗРОБКА ТРАНСФОРМАТОРНОЇ ПІДСТАНЦІЇ		Літ.	Арк.	Аркушів
Перевірів		Шестеренко						44	
Н. Контр.							ННІТІ ім. акад. І.С.Гулого, ЕЛ4-3		
Затвердив		Балюта С.М							

3. при знятій напрузі з якого-небудь кола, апарати, які відносяться до нього, струмоведучі частини і конструкції могли піддаватися безпечному технічному обслуговуванню і ремонту без порушення нормальної роботи сусідніх кіл;

4. була забезпечена можливість зручного транспортування устаткування.

2.1. Вибір числа і потужності трансформаторів

Вибір числа і потужності силових трансформаторів для головних знижувальних і цехових трансформаторних підстанцій промислових підприємств повинен бути правильним, технічно і економічно обґрунтованим, тому що він впливає на раціональну побудову схем промислового електропостачання.

При виборі числа і потужності силових трансформаторів важливими критеріями є надійність електропостачання, витрата кольорового металу і потрібна трансформаторна потужність.

Потужність силових трансформаторів у нормальних умовах повинна забезпечувати живлення всіх приймачів електроенергії промислових підприємств. Вибір потужності силових трансформаторів варто здійснювати з обліком економічно доцільного режиму їхньої роботи і відповідного забезпечення резервування живлення споживачів при відключенні одного із трансформаторів. При цьому варто мати на увазі, що навантаження трансформаторів у нормальних умовах не повинне по нагріву викликати скорочення природного терміну його роботи.

Розрахункова потужність трансформаторів повинна задовольняти умові:

$$S_{расч.тр.} \geq \frac{P_{расч.}}{n \cdot \beta} \quad (2.1)$$

де: $P_{расч.}$ – розрахункова активна потужність цеху;

n – кількість трансформаторів цехових ТП;

β – коефіцієнт завантаження трансформатора;

					ДП 2023 141	Арк.
						45
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При виборі цехових трансформаторів необхідно також урахувати втрати потужності в лініях і в трансформаторах, які становлять відповідно:

$$\Delta P_{\text{л}} = 0,03 \cdot S_{\text{ном}} \quad \Delta P_{\text{тр}} = 0,02 \cdot S_{\text{ном}}$$

де: $S_{\text{ном}}$ – номінальна споживана потужність;

Тоді втрати в лініях і в трансформаторах будуть рівні:

$$\Delta P_{\text{л}} = 0,03 \cdot S_{\text{ном}} = 0,03 \cdot 1506,23 = 45,2 \text{ кВА}; \quad (2.2)$$

$$\Delta P_{\text{тр}} = 0,02 \cdot S_{\text{ном}} = 0,02 \cdot 1506,23 = 30,1 \text{ кВА}; \quad (2.3)$$

Тоді сумарна розрахункова потужність, на яку повинні бути вибрані трансформатори складе:

$$\sum P_{\text{расч.}} = \sum P_{\text{расч.ц.}} + \Delta P_{\text{л}} + \Delta P_{\text{тр}} = 1159 + 45,2 + 30,1 = 1234,3 \text{ кВт}; \quad (2.4)$$

Так як споживачі фабрики відносяться до I і II категорій надійності електропостачання, приймається схема живлення від 2-х трансформаторної підстанції. При такій схемі живлення коефіцієнт завантаження трансформатора приймається рівним 0,70.

$$S_{\text{расч.тр}} \geq \frac{1234,3}{2 \cdot 0,70} = 881,64 \text{ кВт}; \quad (2.5)$$

Приймаються до установки два силових трансформатора 2хТМЗ – 1000 – 10/0,4.

Технічні характеристики трансформаторів ТМЗ:

Трансформатори ТМЗ виконані в герметичному виконанні, як конструктивний захист масла використовується сухий азот (принцип азотної подушки між дзеркалом масла і кришкою трансформатора). Магнітопровід трансформатора ТМЗ трехстержневой, плоскошихтованный з холоднокатаної електротехнічної сталі. Обмотки багат шарові, циліндричні, виконані з алюмінієвого проводу. Бак трансформатора ТМЗ звареної, прямокутної форми, заповнюється трансформаторним маслом. Кришка трансформатора ТМЗ виконана плоского типу, кріпитися болтами до обрамлення бака. Ввід ВН знімні, ізоляторні, вводи НН - шинні. Розташовані вводи на бічних стінках бака. За замовленням трансформатори ТМЗ можуть бути постачені

					ДП 2023 141	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

полозками, що забезпечують можливість їхнього переміщення. Трансформатори ТМЗ транспортуються у повністю зібраному виді, заповнені маслом.

При виході одного трансформатора з ладу, що залишився буде працювати з коефіцієнтом завантаження:

$$K_{\text{заг}} = \frac{1234,3}{1000} = 1,23 \quad (2.6)$$

Це є допустимим в умовах аварійного перевантаження на протязі 5 днів за умови що тривалість перевантаження щодоби не повинне перевищувати 6 годин (сумарна тривалість перевантаження підряд або з перервами) що дозволить забезпечити безперебійне живлення електроприемників під час ремонту пошкодженого трансформатора.

2.2. Компенсація реактивної потужності

Одним з основних питань, розв'язуваних як на стадії проектування, так і на стадії експлуатації систем промислового електропостачання, є питання про компенсацію реактивної потужності, що включає вибір доцільних джерел, розрахунок і регулювання їхньої потужності, розміщення джерел у системі електропостачання.

Підвищення $\cos\phi$ електроустановок має велике значення, тому що проходження в електричних мережах реактивних струмів спричиняє додаткові втрати напруги, активної потужності, а отже і електроенергії. При цьому знижується пропускна здатність лінії. При виборі компенсуючих пристроїв підтверджується необхідність їхнього комплексного використання як для підвищення напруги, так і для компенсації реактивної потужності

Для підвищення $\cos\phi$ в електроустановках промислових підприємств використовують два способи: природний і штучний.

До природного методу відносяться наступні заходи:

- при роботі асинхронного двигуна на холостому ходу $\cos\phi \text{ х.х.} = 0,1 - 0,3$, тому застосовують пристрої, що обмежують роботу на холостому ходу;

					ДП 2023 141	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

- заміна малоавантажених двигунів на двигуни з меншою потужністю;
- якщо два трансформатори навантажені в середньому менш ніж на 30 %, то один з них варто відключити;
- там де є можливість використовувати синхронні двигуни замість асинхронних, у них $\cos \varphi$ більший;
- робити якісний ремонт двигунів.

До штучного методу відносяться наступні пристрої:

- статичні конденсатори;
- синхронні компенсатори;
- перезбуджені синхронні двигуни;
- тиристорні джерела реактивної потужності.

Для компенсації реактивної потужності експлуатованих або проєктованих електроустановок споживачів звичайно застосовують генерування реактивної потужності на самому підприємстві. Одним з розповсюджених способів компенсації реактивної потужності є установка статичних конденсаторів.

Реактивна потужність статичних конденсаторів визначається як різниця між фактичною найбільшою реактивною потужністю Q_m навантаження підприємства і граничною реактивною потужністю Q_e , що представляється підприємству енергосистемою за умовами режиму її роботи:

$$Q_k = Q_m - Q_e = P_m (tg \varphi_m - tg \varphi_e); \quad (2.7)$$

де P_m – потужність активного навантаження підприємства в години максимуму енергосистеми, приймається по середній розрахунковій потужності;

$tg \varphi_m$ – фактичний тангенс кута, що відповідає потужностям навантаження P_m и Q_m ;

$tg \varphi_e$ – оптимальний тангенс кута.

Відповідно до розрахунку фактичний коефіцієнт потужності $\cos \varphi = 0,83$ ($tg \varphi = 0,672$), а згідно ПУЕ оптимальний коефіцієнт, що рекомендується, потужності для даного типу підприємств становить: $\cos \varphi = 0,95$ ($tg \varphi = 0,329$).

					ДП 2023 141	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

Тоді потужність компенсуючих пристроїв складе:

$$Q_k = 1159 \cdot (0,672 - 0,329) = 397,6 \text{ кВАр}; \quad (2.8)$$

Приймаються до установки дві конденсаторні установки типу УКМ 58-0,4-200-33,3 УЗ, які підключаються до шин РП-0,4.

Реактивна потужність після компенсації:

$$Q_{n.k.} = Q_{\partial.k.} - Q_{k.y.} = 962 - 400 = 562 \text{ кВАр}; \quad (2.9)$$

Повна потужність після компенсації:

$$S_{n.k.} = \sqrt{P_p^2 + Q_{n.k.}^2} = \sqrt{1159^2 + 562^2} = 1288,07 \text{ кВА}; \quad (2.10)$$

Коефіцієнт реактивної потужності после компенсации:

$$\cos \varphi_{n.k.} = \frac{P_p}{S_{n.k.}} = \frac{1159}{1288,07} = 0,9 \quad (2.11)$$

2.3. Компонування розподільчого пристрою РП-10 кВ

На напругу 10 кВ прийнята одинарна система збірних шин, секціонована на дві секції двома роз'єднувачами.

РП-10 кВ укомплектовано камерами КСО-393.

Камери збірні однобічного обслуговування серії КСО-393 і шинні мости до них призначені для комплектації розподільних пристроїв напругою 6 або 10 кВ змінного струму частотою 50 Гц із ізольованої нейтраллю.

Компонування проектного РП-10кВ

Камера №1, №2 - КСО- 393-0510 - комірка трансформатора;

В комірках трансформаторів установити: вимикач навантаження ВНА-10/ 630-20зп, запобіжник ПКТ- 103-10/100, трансформатор струму ТЛК 100/5, амперметр ЭОА 0302.

Камера №3, №4 - КСО- 393-03106 - Ввідна панель;

На ввідних панелях установлена комутаційна і захисна апаратура - вимикач ВНА-10/ 630-20з.

Камера №5 - КСО- 393-11106; №6 - КСО- 393-13106 - Вимірювальна комірка;

					ДП 2023 141	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

В вимірювальних комірках установлений: роз'єднувач РВЗ-10/630 III, запобіжник ПКН-10, трансформатор напруги - НАМИ-10.

Камера №7 - КСО- 393-16, №8 - КСО- 393-15 - Заземлення збірних шин;

В КСО- 393-15, КСО- 393-16 установлюється роз'єднувач РВЗ-10/630 I, шинний міст - ШМР-1;

Комплектно з камерами КСО із чотири торцеві панелі.

2.4. Компонування розподільчого пристрою РП-0,4 кВ

На напрузі 0,4 кВ прийнята одинарна, секціонована рубильником на дві секції система збірних шин.

Живлення секцій шин здійснюється від силових трансформаторів, підключених до щита 0,4 кВ через автомати.

РП-0,4 кВ укомплектовано панелями ЩО-94.

Панелі розподільних щитів серії ЩО94 призначені для комплектування розподільних пристроїв (щитів) напругою 380/220 В змінного струму частотою 50 Гц із глухозаземленою нейтраллю, яка служить для прийому і розподілу електричної енергії, захисту від перевантажень і струмів короткого замикання.

Компонування проектного РП-0,4 кВ

Вступні панелі - ЩО 94-2327 - шинний ввід;

На ввідних панелях установлені комутаційна і захисна апаратура, трансформатори струму, амперметри і вольтметр.

На ввідній панелі може бути, при наявності вимог запитного аркушу, установлений трансформатор струму на нульовому виводі від силового трансформатора для здійснення захисту від замикання на землю. Вступні панелі можуть комплектуватися щитком з активним і реактивним лічильниками.

На панелях з рубильниками встановлюються рубильник і запобіжники на 630 А; на 1000 А рубильник без запобіжників.

					ДП 2023 141	Арк.
						50
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На панелях з автоматичними вимикачами розташовуються стаціонарні (невисувні) вимикачі серії ВА50 на струми 400, 1000, 1600 А з електромагнітним приводом.

Лінійні панелі - ЩО 94-2308;

На відходячих лінійних панелях встановлюється комутаційна і захисна апаратура, а також трансформатори струму і амперметри в кожній фазі ліній, що відходять.

Панель для освітлення випускається, укомплектована трьома амперметрами і лічильником.

Панелі виготовляються з рубильниками і запобіжниками або автоматичними вимикачами.

На панелях з рубильниками встановлюються рубильники типів РБ, РПБ, Р, РС, РПС, РЕ, ВР і запобіжники на струми 100, 250, 400 і 630 А.

На панелях з автоматичними вимикачами розташовуються вимикачі серії ВА50 на номінальний струм 100, 160, 250, 400 і 630 А стаціонарні з ручним керуванням, а також серії ВА50 з електромагнітним приводом на номінальний струм 1000, 1600 А.

Секційні панелі - ЩО 94-2216;

Секційні панелі призначені для секціонування шин розподільного пристрою в тих випадках, коли кожна із секцій нормально одержує живлення від окремого трансформатора. За допомогою цих панелей комплектуються розподільні пристрої двохтрансформаторних підстанцій.

Панелі виготовляються з рубильниками або автоматичними вимикачами.

На панелі з рубильниками встановлюються рубильники на номінальний струм 630 і 1000 А з важільним приводом на фасаді панелі.

На панелях з автоматичними вимикачами розташовуються вимикачі серії ВА50 на номінальні струми 1000 і 1600 А з електромагнітним приводом і вимикачі "Електрон" Э25С на 2500 А з електродвигунним приводом.

					ДП 2023 141	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

Для двохтрансформаторної підстанції, у якій передбачається автоматичне включення резерву (АВР), необхідно передбачати установку спеціальної панелі з апаратурою АВР.

На ввідних і секційних панелях з автоматичними вимикачами при включенні (відключенні) апаратів загоряється сигнальна лампа.

Панелі з апаратурою АВР

Панель призначена для двохтрансформаторної підстанції, у якій необхідно передбачити автоматичне включення резерву.

У панелі встановлена апаратура керування ввідними і секційними автоматичними вимикачами. Панель рекомендується встановлювати між ввідною і секційною панелями розподільного пристрою.

Схема підключення електрообладнання в РП-0,4 кВ із вказівкою його типів і номінальних параметрів представлена на мал.2.2.

2.5. Електроосвітлення ТП

Живлення мережі електроосвітлення прийнято від групового освітлювального щитка ЩО2, що установлений у коридорі.

У ТП передбачене загальне освітлення на напругу 380/220 В і ремонтне на напругу 42 В.

Електроосвітлення виконане в РП-0,4 кВ світильниками з люмінесцентними лампами, в інших приміщеннях світильниками з лампами розжарювання.

Електропроводка запроектована кабелем ВВГнг, що прокладається відкрито на скобах.

					ДП 2023 141	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

3. ВИБІР І ПЕРЕВІРКА ВИСОКОВОЛЬТНОГО ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ

Електричні апарати, ізолятори і струмоведучі пристрої працюють в умовах експлуатації в трьох основних режимах: у тривалому режимі, у режимі перевантаження і у режимі короткого замикання.

У тривалому режимі надійна робота електроустаткування забезпечується правильним вибором їх по номінальній напрузі й номінальному струмі.

У режимі перевантаження надійна робота електроустаткування забезпечується обмеженням величини і тривалості підвищення напруги або струму в таких межах, при яких ще гарантується нормальна робота електричних установок за рахунок запасу міцності.

У режимі короткого замикання надійна робота електроустаткування забезпечується відповідністю обраних параметрів пристроїв за умовами термічної і електродинамічної стійкості, а для вимикачів, запобіжників і вимикачів навантаження ще й по відмикаючій здатності.

Вибір електричних апаратів напругою вище 1 кВ здійснюється по наступних умовах:

- Вибір по номінальній напрузі:

Зводиться до порівняння номінальної напруги установки і номінальної напруги вимикача з обліком того, що вимикач у нормальних умовах допускає тривале підвищення напруги до 15% номінального:

$$U_{н.у.} + \Delta U_{р.у.} \leq U_{н.а.} + 0,15U_{н.а.}; \quad (3.1)$$

де $U_{н.у.}$ – номінальна напруга установки, кВ;

$U_{н.а.}$ – номінальна напруга апарата, при якому заводом-

					ДП 2023 141		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ВИБІР І ПЕРЕВІРКА ВИСОКОВОЛЬТНОГО ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ		
Розробив	Гавриленко В.						
Перевірив	Шестеренко						
Н. Контр.							
Затвердив	Балюта С.М						
					Літ.	Арк.	Аркушів
						53	
					ННІТІ ім. акад. І.С.Гулого, ЕЛ4-З		

виготовлювачем гарантується нормальна робота даного електричного апарата, кВ;

$\Delta U_{p.y.}$ – підвищення напруги в робочих умовах;

$0,15U_{н.а.}$ – припустиме тривале підвищення напруги для вимикачів;

- Вибір по номінальному струмі:

Зводиться до вибору вимикача, у якого номінальний струм є найближчим більшим стосовно розрахункового струму установки:

$$I_{p.m.} \leq I_{н.а.}; \quad (3.2)$$

де $I_{p.m.}$ – максимальний робочий струм, А;

$I_{н.а.}$ – номінальний робочий струм апарата, А;

- Вибір по типу:

Зводиться до вибору масляного малооб'ємного, багатооб'ємного, повітряного або іншого типів відповідно до умов, у яких допустимо або доцільно застосовувати даний тип вимикача.

- Вибір по роду установки:

Виконується залежно від установки - на відкритому повітрі або в приміщенні (залежно від конструктивного рішення підстанції).

По цих умовах як ввідний вимикач у РП-10 кВ був обраний вимикач навантаження автогазовий із пружинним приводом ПР-10 і заземлюючими ножами типу ВНА-10/ 630-20з із наступними параметрами:

- Номінальна напруга, кВ - 10;

- Найбільша робоча напруга, кВ - 12;

- Номінальний струм, А - 630;

					ДП 2023 141	Арк.
						54
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Номінальна частота, Гц - 50; 60;

- Номінальний струм термічної стійкості (нормоване початкове значення періодичної складової), кА - 20;

- Струм динамічної стійкості, кА - 20;

- Номінальний струм відключення, А - 630;

- Найбільший струм відключення при $\cos\varphi 0,7$, А - 800;

- відмикаючи здатність, кА - 20;

- Час відключення не більше, с - 0,2;

- Власний час включення не більше, с - 0,2;

- Час протікання струму термічної стійкості, с:

для головних ножів - 3;

для заземлюючих ножів - 1;

Номінальний струм електродинамічної стійкості, кА - 52;

- Маса, кг, не більше:

- із заземлюючими ножами - 52;

- із заземлюючими ножами і запобіжниками - 87;

Перевірка обраного автомата здійснюється по наступних умовах:

- Перевірка за відмикаючою здатністю:

Зводиться до перевірки того, щоб розрахунковий струм відключення був не більший за струм відмикаючої здатності вимикача:

$$I_{p.k.z.} = 11,5 \text{ кА} \leq I_{m.o.} = 20 \text{ кА}; \quad (3.3)$$

- Перевірка за електродинамічною стійкістю:

					ДП 2023 141	Арк.
						55
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Зводиться до порівняння струму динамічної стійкості апарата з ударним струмом трифазного короткого замикання:

$$i_{y.pacч.} = 16,1 \text{ кА} \leq i_{н.дин.} = 20 \text{ кА}; \quad (3.4)$$

- Перевірка за термічною стійкістю:

Зводиться до перевірки дотримання умови:

$$I_{\infty} \cdot \sqrt{\frac{t_n}{t_{н.т.у.}}} \leq I_{н.т.у.} \text{ кА}; \quad (3.5)$$

$$11,5 \cdot \sqrt{\frac{0,5}{0,2}} = 18,2 \text{ кА} \leq 20 \text{ кА}; \quad (3.6)$$

Вибраний вимикач типу ВНА-10/630-20з задовольняє всім умовам вибору.

4. ВИБІР СХЕМИ ВНУТРІЦЕХОВОГО ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ І НИЗЬКОВОЛЬТНОГО ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ

Цехові мережі промислових підприємств виконують на напругу до 1 кВ. На вибір схеми і конструктивного виконання цехової мережі впливають такі фактори, як ступінь відповідальності приймачів електроенергії, режими їхньої роботи і розміщення на території цеху, номінальні струми і напруги. Істотне значення має мікроклімат виробничих приміщень.

Цехові мережі розподілу електроенергії повинні:

- забезпечувати необхідну надійність електропостачання приймачів електроенергії залежно від їхньої категорії;
- бути зручними і безпечними в експлуатації;
- мати оптимальні техніко-економічні показники;
- мати конструктивне виконання, що забезпечує застосування індустриальних і швидкісних методів монтажу.

Залежно від прийнятої схеми електропостачання і умов навколишнього середовища цехові електричні мережі виконують шинопроводами, кабельними лініями і проводами.

Як приклад буде здійснений вибір провідників і комутаційної апаратури одного ланцюга від панелі РП-0,4 кВ до електроприймача СС300 - пульт керування змішувачем, по номінальних струмах і робочій напрузі без перевірки за умовам короткого замикання (попередньо).

4.1. Вибір типу корпусу силового розподільного щита РЩ2

Розрахункова потужність $P_{РЩ2}=78,72$ кВт;

Розрахунковий струм $I_{РЩ2}=148,77$ А;

Вибір типу розподільного корпусу здійснюється по робочому струмі, у такий спосіб як розподільний щит РЩ2 прийнятий корпус серії ПР11 типу ПР 11-3060.

					ДП 2023 141						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							
Розробив		Гавриленко В.			ВИБІР СХЕМИ ВНУТРІЦЕХОВОГО ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ			Літ.	Арк.	Аркушів	
Перевірів		Шестеренко								57	
Зав.кафедр.								ННІТІ ім. акад. І.С.Гулого, ЕЛ4-3			
Н. Контр.											
Затвердив		Балюта С.М									

Корпуси ПР використовуються для складання розподільних пунктів, призначених для прийому і розподілу електроенергії, захисту електроустановок напругою 380/220 В при перевантаженнях і коротких замиканнях, а також нечастих (не більше 6 на годину) включень і відключень електричних кіл.

4.2. Вибір автоматів захисту для силового розподільного щита РЩ2

Так як відстань від ТП до РЩ2 більше 5 метрів, те, згідно ПУЕ, необхідно встановити для РЩ2 автомат захисту в ТП і автоматичний вимикач на вводі в силовий розподільний щит РЩ2.

- Вибір апарата захисту на уведенні в силовий розподільний щит виконується по робочому струмі. Як ввідний автомат у РЩ2 прийнятий автомат типу ВА 88- 35, $I_n=250$ А, $I_p=160$ А.

Автоматичні вимикачі серії ВА 88-35 застосовуються для групового захисту в житловому і цивільному будівництві, виробничих об'єктів, електropідстанцій, розподільних пунктів. Вимикачі встановлюють в електрощитах зі ступенем захисту по ГОСТ 14254- 96 не нижче IP30.

- Вибір апарата захисту для РЩ2 на ТП:

При установці більше одного автомата захисту на одній лінії, згідно ПУЕ, повинна бути дотримана селективність. По цій умові вибирається струм розщеплювача автомата на ТП:

$$I_{p. \text{ на вводі}} = 160 \text{ А} \Rightarrow I_{p. \text{ ТП}} = 200 \text{ А.}$$

До установки в ТП для захисту РЩ2 прийнятий автомат типу ВА 06-36 з $I_n = 250$ А, $I_p = 200$ А.

4.3. Вибір живильного кабелю силового розподільного щита ЩР2

Вибір живильних кабелів для внутріщехового електропостачання буде виконуватися по довготривалому допустимому струму.

Розподільний щит РЩ2 живиться від ТП за радіальною схемою.

На підставі значення робочого струму обраний кабель силовий, з мідними жилами з ізоляцією і оболонкою з полівінілхлоридного пластикату, який не

					ДП 2023 141	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58

поширює горіння, без захисного покриття ВВГнг - 5х70 мм² (ГОСТ 16442- 80) для якого довготривалий допустимий струм становить $I_{тр.доп.}=220$ А.

Кабель ВВГ призначений для передачі і розподілу електричної енергії в стаціонарних установках на номінальну змінну напругу до 1кВ з частотою 50 Гц. Кабель застосовується на електростанціях, у місцевих мережах, у промислових, розподільних, освітлювальних пристроях, а також як електропроводка в житлових і господарських приміщеннях.

Прокладка кабелю здійснюється без попереднього підігріву, при температурі не нижче 15°C з необмеженою різницею рівнів по трасі прокладки кабелю. Кабель прокладають у землі, у кабельних каналах, у приміщеннях, під відкритим небом - у всіх випадках повинна бути виключена можливість механічного пошкодження і великих розтяжних зусиль.

4.4. Вибір автоматичного вимикача для захисту ЕП СС300

Вибір автоматичного вимикача буде виконуватися по двох умовах:

1. Номінальному струму електроприймача;
2. Умовам пуску і пусковому струму ЕП.

По номінальному струмі ЕП вибирається номінальний струм автомата, а по пусковому струмі - його характеристика.

1. $I_{ном.ЕП\ СС300}=96,8$ А;
2. пуск легкий, $I_{пуск.} \leq 5I_{ном.ЕП\ СС300}$

По цих умовах був обраний автоматичний вимикач ВА 47-100 ЗР 100А хар-ка С, $I_{ном.авт.}=100$ А, а характеристика С допускає протікання пускових струмів п'ятикратно перевищуючих номінальні.

Автоматичні вимикачі ВА 47 – електричні комутаційні апарати, постачені двома системами захисту від надструму: електротепловий і електромагнітний, із взаємопогоджуваними характеристиками.

ВА 47-100 призначені для захисту розподільних і групових кіл, що мають активне і індуктивне навантаження. Рекомендуються до застосування в відносно розподільних пристроях побутових і промислових електроустановок.

					ДП 2023 141	Арк.
						59
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Матеріал корпусу - самозагасаючий пластик. Контакти рухливі і нерухливі виконані із срібловмісного матеріалу, це збільшує ресурс контактів, збільшує термін служби і знижує перехідний опір контакту, зменшує втрати. Надійна конструкція забезпечує замикання кола навіть при тривалій експлуатації і сильному забрудненні.

Обмотка котушки електромагнітного розщеплювача виконана з високоякісної міді з оптимальною кількістю витків.

Насічки на контактних затисках запобігають перегрів і оплавленню проводів за рахунок більш щільного і більшого по площі контакту. При цьому знижується перехідний опір і, як наслідок, втрати. Крім того збільшується механічна стійкість з'єднання.

4.5. Вибір живильного кабелю ЕП СС300

Вибір живильного проводу ЕП СС300 виконується по номінальному струму електроприймача:

$$I_{\text{ном.ЕП14}} = 96,8 \text{ А}$$

Був обраний кабель ВВГнг 5х35 мм² $I_{\text{дл.доп.}} = 100 \text{ А}$.

Ділянка траси від РЩ2 до ЕП СС300, виконаний кабелем ВВГнг, прокласти в трубі.

Все інше електрообладнання було обрано аналогічно.

Обране для здійснення схеми внутрішнього електропостачання фабрики по виробництву керамічної плитки електрообладнання зведене в таблиці 4.1 - 4.7

					ДП 2023 141	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		60

Таблиця 4.1 Вибір типу силових розподільних щитів

Познач на плані	Тип	Ввідний вимикач			Вимикачі відходячих ліній			
		Марка	Ном. струм, А	Струм розщ. А	Однополюсні		Трьохполюсні	
					Марка	К-сть	Марка	К-сть
РЩ1	ПР11Д-3086А	ВА88-35	250	160	ВА47-100	3	ВА47-100	11
РЩ3	ПР11-3068	ВА88-35	250	200	---	---	ВА47-100	10
РЩ4	ПР11-3068	ВА88-35	250	100	---	---	ВА47-100	10
РЩ5	ПР11-3064	ВА88-35	250	63	ВА47-100	6	ВА47-100	4
РЩК	ШРН-18	ВА47-29	63	6	ВА47-29	18	ВА47-29	---
РЩВ	ШРН-48	ВА47-100	100	100	ВА47-29	48	ВА47-29	---
ЩО1	ШРН-36	ВА47-100	100	100	ВА47-29	36	ВА47-29	---
ЩО2	ШРН-18	ВА47-29	63	16	ВА47-29	18	ВА47-29	---

Таблиця 4.2 – Вибір апаратів захисту і кабелів, які живлять силові розподільні щити РЩ і електроприймачі, що живляться від РУ - 0,4 кВ

Позначення	Розрахунковий струм $I_{роз.}$, А	Апарат захисту, тип	Номинальний струм, А	Струм розщеплювача, А	Тип кабелю, переріз, мм ²	Тривалий допустимий струм $I_{тр.доп.}$, А
РЩ1	141,1	ВА06-36	250	200	ВВГнг-5х70	220
РЩ3	163,6	ВА04-36	400	250	ВВГнг-5х95	260
РЩ4	81,2	ВА06-36	250	160	ВВГнг-5х50	179
РЩ5	57,4	ВА06-36	250	100	ВВГнг-5х25	125
РЩК	2,4	ВА47-29	63	10	ВВГнг-5х1,5	26
РЩВ	68,8	ВА06-36	250	100	ВВГнг-5х25	125
ЩО1	76	ВА06-36	250	160	ВВГнг-5х50	179
ЩО2	8,5	ВА47-29	63	25	ВВГнг-5х4	47
СС412	223,4	ВА04-36	400	250	ВВГнг-5х95	260
СН6400	226,4	ВА04-36	400	250	ВВГнг-5х95	260
СЕ075	153,5	ВА06-36	250	160	ВВГнг-5х50	179
СД036	169,8	ВА06-36	250	200	ВВГнг-5х70	220
СЕ751	91,2	ВА06-36	250	100	ВВГнг-5х25	125
КМ1	100,1	ВА06-36	250	125	ВВГнг-5х35	147

Таблиця 4.3 – Вибір апаратів захисту і кабелів, які живлять електроприймачі розподільного щита РЩ1

Позначення	Розрахунковий струм $I_{роз.}, A$	Апарат захисту, тип	Номинальний струм, A	Струм розщеплювача, A	Тип кабелю, переріз, мм ²	Тривалий допустимий струм $I_{тр.доп.}, A$
CB370	0.45	BA47-29	63	2	ВВГнг-5х1,5	15
CB5480	28,2	BA47-29	63	32	ВВГнг-5х6	34
CF280/1	32	BA47-29	63	40	ВВГнг-5х10	50
CF280/2	32	BA47-29	63	40	ВВГнг-5х10	50
CF280/3	32	BA47-29	63	40	ВВГнг-5х10	50
CF280/4	32	BA47-29	63	40	ВВГнг-5х10	50
CC001	---	BA47-29	63	2	ВВГнг-5х1,5	15
CC003	---	BA47-29	63	2	ВВГнг-5х1,5	15
H2	2,8	BA47-29	63	4	ВВГнг-5х2,5	21
CF220/1	3,2	BA47-29	63	4	ВВГнг-5х2,5	21
CF220/2	3,2	BA47-29	63	4	ВВГнг-5х2,5	21
CF220/3	3,2	BA47-29	63	4	ВВГнг-5х2,5	21

Таблиця 4.4 – Вибір апаратів захисту і кабелів, які живлять електроприймачі розподільного щита РЩ2

Позначення	Розрахунковий струм $I_{роз.}, A$	Апарат захисту, тип	Номинальний струм, A	Струм розщеплювача, A	Тип кабелю, переріз, мм ²	Тривалий допустимий струм $I_{тр.доп.}, A$
CC300	96.8	BA47-100	100	100	ВВГнг-5х35	100
CB007	12.76	BA47-29	63	16	ВВГнг-5х4	27
CF400	24.04	BA47-29	63	32	ВВГнг-5х6	34
CE5482	28.2	BA47-29	63	32	ВВГнг-5х6	34
CB040	4.2	BA47-29	63	6	ВВГнг-5х2.5	21

Таблиця 4.5 – Вибір апаратів захисту і кабелів, які живлять електроприймачі розподільного щита РЩ3

Позначення	Розрахунковий струм $I_{роз.}, A$	Апарат захисту, тип	Номинальний струм, A	Струм розщеплювача, A	Тип кабелю, переріз, мм ²	Тривалий допустимий струм $I_{тр.доп.}, A$
CG001/1	51.75	BA47-29	63	63	ВВГнг-5х16	70
CG001/2	51.75	BA47-29	63	63	ВВГнг-5х16	70
CE001/1	11.64	BA47-29	63	16	ВВГнг-5х4	27
CE341/1	14.64	BA47-29	63	16	ВВГнг-5х4	27
CE341/2	14.64	BA47-29	63	16	ВВГнг-5х4	27
CE009/1	3.2	BA47-29	63	6	ВВГнг-5х2.5	21
CE009/2	3.2	BA47-29	63	6	ВВГнг-5х2.5	21
CG5472	17.54	BA47-29	63	20	ВВГнг-5х4	27

Таблиця 4.6 – Вибір апаратів захисту і кабелів, які живлять електроприймачі розподільного щита РЩ4

Позначення	Розрахунковий струм $I_{роз.}, A$	Апарат захисту, тип	Номинальний струм, A	Струм розщеплювача, A	Тип кабелю, переріз, мм ²	Тривалий допустимий струм $I_{тр.доп.}, A$
CH5016/1	14.9	BA47-29	63	16	ВВГнг-5х4	27
CH5016/2	14.9	BA47-29	63	16	ВВГнг-5х4	27
C15901/1	21.05	BA47-29	63	25	ВВГнг-5х6	34
C15902-1	8.42	BA47-29	63	16	ВВГнг-5х4	27
C15901/2	21.05	BA47-29	63	25	ВВГнг-5х6	34
C15902/2	8.42	BA47-29	63	10	ВВГнг-5х2.5	21
CH5008/1	7.5	BA47-29	63	10	ВВГнг-5х2.5	21
CH5008/2	7.5	BA47-29	63	10	ВВГнг-5х2.5	21

Таблиця 4.7 – Вибір апаратів захисту і кабелів, які живлять електроприймачі розподільного щита РЩ5

Позначення	Розрахунковий струм $I_{роз.}, A$	Апарат захисту, тип	Номинальний струм, A	Струм розщеплювача, A	Тип кабелю, переріз, мм ²	Тривалий допустимий струм $I_{тр.доп.}, A$
CH5001/1	14,9	BA47-29	63	16	ВВГнг-5х4	27
CH5001/2	14,9	BA47-29	63	16	ВВГнг-5х4	27
CH5011/1	14,9	BA47-29	63	16	ВВГнг-5х6	34
CH5011/2	14,9	BA47-29	63	16	ВВГнг-5х4	27
K1	9,1	BA47-29	63	12	ВВГнг-5х4	27

5. ВИБІР СХЕМИ ЗОВНІШНЬОГО ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

Відповідно до технічних умов електропостачання фабрики по виробництву керамічної плитки передбачено від існуючої трансформаторної підстанції РТ-604, РП-10 кВ. Як живильна лінія приймається кабельна лінія КЛ-10 кВ.

При проектуванні і монтажу кабельних ліній, згідно ПУЕ, повинні дотримуватися наступні умови:

- проектування і спорудження кабельних ліній повинні виконуватися на основі техніко-економічних розрахунків з урахуванням розвитку мережі, відповідальності і призначення лінії, характеру траси, способу прокладки, конструкції кабелів і т.п.;

- при виборі траси кабельної лінії треба по можливості уникати ділянок із ґрунтами, агресивними стосовно металевих оболонок кабелів;

- траса кабельної лінії повинна вибиратися з урахуванням найменшої витрати кабелю, забезпечення його цілісності при механічних впливах, забезпечення захисту від корозії, вібрації, перегріву і від пошкоджень сусідніх кабелів електричною дугою при виникненні к.з. на одному з кабелів. При розміщенні кабелів варто уникати перехрещувань їх між собою, із трубопроводами та інше.

Перед прокладкою кабелів повинна бути в натурі розмірена довжина кабельної лінії з урахуванням поворотів і обходів і довжини кінців, необхідних для з'єднання і окінцьовування кабелів.

Кабельні лінії повинні виконуватися так, щоб у процесі монтажу і експлуатації було виключене виникнення в них небезпечних механічних напруг і пошкоджень, для чого кабелі повинні бути покладені із запасом по довжині, достатнім для можливих зсувів ґрунту і температурних деформацій самих кабелів і конструкцій, по яких вони прокладені; укласти запас кабелю у

					ДП 2023 141			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ВИБІР СХЕМИ ЗОВНІШНЬОГО ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ			
Розробив		Гавриленко В.						
Перевірив		Шестеренко						
Зав.кафедр.								
Н. Контр.								
Затвердив		Балюта С.М			Літ. Арк. Аркушів			
					64			
					ННІТІ ім. акад. І.С.Гулого, ЕЛ4-3			

вигляді кілець (витків) забороняється.

При прокладці кабелів поруч із іншими кабелями, що перебувають в експлуатації, повинні застосовуватися міри до запобігання пошкоджень останніх.

Після прокладки кінці всіх кабелів повинні бути тимчасово загерметизовані на період до монтажу з'єднувальних муфт і кінцевих закладень.

У місцях перетинання і зближення з інженерними спорудженнями та природними перешкодами для захисту кабелів їх варто прокладати у ПВХ трубах.

Вводи в будинок і виводи із траншеї повинні виконуватися відрізками із ПВХ труб. Кінці труб повинні виступати зі стіни будинку в траншеї, а при наявності вимощення - за лінію останньої не менш чим на 0,6 м і мати ухил убік траншеї.

Найменші відстані, допустимі при зближенні і перетинанні кабельних ліній з підземними спорудженнями повинні прийматися відповідно до ПУЕ і Сніп 3.05. 06-85.

5.1. Вибір кабелю живильної мережі

Так як електроприймачі фабрики в галузі надійності електропостачання відносяться в основному до споживачів II категорії і частково до I, то живильна мережа виконується двома кабельними лініями, прокладеними в траншеї з відстанню між ними 100 мм.

Переріз проводів і жил кабелів повинні вибиратися залежно від ряду факторів. Ці фактори розділяються на технічні і економічні.

Технічні фактори, що впливають на вибір перерізу:

1. нагрівання від тривалого виділення тепла робочим (розрахунковим) струмом;
2. нагрівання від короткочасного виділення тепла струмом короткого замикання;

					ДП 2023 141	Арк. 65
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. втрати (падіння) напруги в жилах кабелю або проводах повітряної лінії від проходячого по них струму в нормальному і аварійному режимах;

4. механічна міцність - стійкість до механічного навантаження (власна вага, ожеледь, вітер);

5. коронування - фактор, що залежить від величини застосовуваної напруги, переріз проводу і навколишнього середовища.

У даному дипломному проєкті приймається до установки кабель марки ААБ, кабель в алюмінієвій оболонці, з паперовою просоченою ізоляцією, броньований двома сталевими стрічками, із зовнішнім покриттям.

Вибір перерізу кабелів по нагріву

Провідники будь-якого призначення повинні задовольняти вимогам відносно гранично припустимого нагрівання з обліком не тільки нормальних, але й післяаварійних режимів, а також режимів у період ремонту й можливих неравномерностей розподілу струмів між лініями, секціями шин і т.п.

Визначаємо розрахункові струми в нормальному I_p і аварійному $I_{\max.p}$ режимах:

$$I_p = \frac{S_p}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U_{ном}} = \frac{1506,23}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 10} = 43,48 \text{ А}; \quad (5.1)$$

$$I_{\max.p} = \frac{S_p}{\sqrt{3} \cdot U_{ном}} = \frac{1506,23}{\sqrt{3} \cdot 10} = 86,96 \text{ А}; \quad (5.2)$$

Вибираємо переріз кабелю по довготривалому допустимому струму:

У цьому випадку необхідно врахувати допустиме перевантаження в аварійному режимі і зниження допустимого струму в нормальному режимі при прокладці кабелів в одній траншеї. Приймаємо час ліквідації аварії максимальним (6 год), згідно ПУЕ, а коефіцієнт завантаження ліній у нормальному режимі 0,8. Відповідно до табл. 3.3 [10] допустиме перевантаження становить 1,20. Коефіцієнт зниження струмового навантаження $K_{с.н.}$ приймаємо по табл. 1.3.26 [1] рівним 0,9.

Допустимий струм кабельних ліній визначаємо зі співвідношення:

					ДП 2023 141	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

$$1,2 \cdot K_{с.н.} \cdot I_{доп} \geq I_{пвх, р};$$

$$I_{доп.} \geq 80,52 \text{ А};$$
(5.3)

По табл. 1.3.16 [1] приймаємо переріз жил трьохжильного кабеля рівним 25 мм^2 ($I_{доп.}=90\text{А}$).

Вибір перерізу кабелів по економічній густині струму

Економічно доцільний переріз S , мм^2 визначається зі співвідношення:

$$S = \frac{I_p}{J_{ек.}}; \text{ мм}^2$$
(5.4)

де $J_{ек.}$ – нормоване значення економічної густини струму, А/мм^2 , для заданих умов роботи;

По табл. 1.3.36 [1] приймаємо $J_{ек.}=1,4 \text{ А/мм}^2$;

Тоді:

$$S = \frac{43,48}{1,4} = 31,06 \text{ мм}^2;$$
(5.5)

Отримане розрахункове значення округляється до найближчого стандартного перерізу. Приймаємо кабель ААБ-3х35 мм^2 .

Вибір перерізу кабелів за умовами короткого замикання

Провідники і струмопроводи в електричних мережах вище 1000 В, як правило підлягають перевірці по умові нагріву струмом к.з.

Підвищення температури жил ізольованих провідників і кабелів у результаті проходження струму к.з. призводить до хімічного розкладання ізоляції і різкому зниженню її електричної та механічної міцності, а отже і до можливості аварії.

Допустимі величини струму к.з. для кабелів визначаються залежно від матеріалу і перерізу кабелю та тривалості проходження струму к.з.

Термічна дія струму к.з. на протязі дійсного часу проходження його t_d , характеризується величиною фіктивного часу t_f проходження сталого струму к.з. з однаковим по термічній дії ефектом.

Фіктивний час визначається залежно від відношення:

					ДП 2023 141	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

$$\beta'' = \frac{I''}{I_{\infty}}; \quad (5.6)$$

де I'' - діюче значення періодичної складової струму к.з. у початковий момент часу, А;

I_{∞} - установлений струм к.з. (діюче значення), А;

Дійсний час t_d складається з витримки часу, установленної на максимально-струмовому захисті лінії і власного часу апарата, що відключає.

При розрахунках струмів к.з. у розподільних мережах 6- 10 кВ досить часте загасання не враховується. У цьому випадку фіктивний час може бути прийнято рівним дійсному.

Переріз, що забезпечує термічну стійкість провідника до струму к.з. при $I_{\infty}=11,5$ кА и $t_{\phi}=t_d=0,5$ с (відповідно до технічних умов) визначається з вираження:

$$F = I_{\infty} \cdot \frac{\sqrt{t_{\phi}}}{C}; \quad (5.7)$$

де F – переріз жили кабелю, мм²;

C – постійна, яка визначається залежно від заданої ПУЕ кінцевої температури нагрівання жил і напруги, (приймається $C=98$).

Тоді:

$$F = 11500 \cdot \frac{\sqrt{0,5}}{98} = 83 \text{ мм}^2; \quad (5.8)$$

По отриманому розрахунковому значенню вибираємо найближче стандартне значення. Вибираємо кабель ААБ-3х95 мм². За результатами розрахунку вибираємо той переріз кабелю, який би задовільняв всім умовам. У такий спосіб до установки прийнятий кабель типу ААБ-3х95 мм².

					ДП 2023 141	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

6. ОБЛІК ТА ВИМІРЮВАННЯ РЕЖИМНИХ ПАРАМЕТРІВ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

6.1. Обґрунтування систем комерційного та технічного обліку і контролю електроспоживання

Прилади обліку і контролю встановлюються, як правило, на всіх основних приєднаннях. В табл. 6.1 приведений перелік приладів, що повинні встановлюватися на основних приєднаннях.

Таблиця 6.1. Перелік приладів

Характеристика приєднання	Прилад
Вводи напругою вище 1 кВ від енергосистеми і для цехових підстанцій	Амперметр, при несиметричному навантаженні — три амперметри, лічильники активної і реактивної енергії, лічильники з вказівкою максимального навантаження
Трансформатори знижуючі двохобмоточні 6-10/0,4-	Амперметр, лічильник активної енергії
0,69 кВ, що живлять одного споживача.	

Вимірювання струму повинно проводитись в колах усіх напруг, де воно потрібне для систематичного контролю технологічного процесу чи обладнання. В колах змінного трифазного струму слід, як правило, вимірювати струм однієї фази.

					ДП 2023 141			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ОБЛІК ТА ВИМІРЮВАННЯ РЕЖИМНИХ ПАРАМЕТРІВ	Літ.	Арк.	Аркушів
Розробив		Гавриленко В.						
Перевірив		Шестеренко					69	
Зав.кафедр.						ННІТІ ім. акад. І.С.Гулого, ЕЛ4-3		
Н. Контр.								
Затвердив		Балюта С.М						

Таблиця 6.2. Прилади, що рекомендовані для встановлення на різних типах приєднань

Характеристика приєднання	Прилад
Конденсаторна батарея при потужності 100 кВар і вище	Три амперметра и лічильник реактивної енергії
Лінії, що сполучають електростанцію споживача з підстанцією енергосистеми або між двома	Амперметр, ватметр активної і реактивної потужності з двосторонньою шкалою, два лічильники активної

Системи вимірювань режимних параметрів повинні забезпечувати наступні можливості:

- контроль оптимального режиму роботи електрообладнання і технологічних процесів;
- передбачення ненормальних і аварійних режимів електрообладнання;
- контроль ізоляції в мережах з ізольованою нейтраллю;
- контроль якості електроенергії;
- швидке орієнтування персоналу при будь-якому режимі роботи.

При проектуванні систем вимірювання і контролю потрібно виходити з необхідного мінімуму приборів таким чином, щоб не виникало безпідставного дублювання.

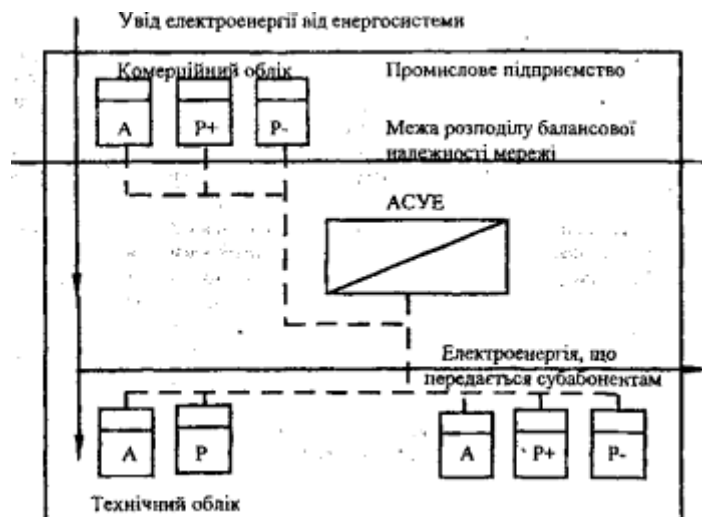
6.2. Вибір комплексних систем обліку та контролю електроспоживання, багатофункціональних електронних лічильників і т.д.

Досвід роботи енергетичних систем і органів енергетичного контролю в умовах ринку вказує на важливість вдосконалення як економічних, правових взаємовідносин виробника, постачальника і користувача електроенергії, так і інформаційного та інструментального їх забезпечення. З огляду на це основним принципом організації системи комерційного обліку електроспоживання є створення загального інформаційного простору для всіх суб'єктів взаємовідносин.

На практиці це положення реалізується у вигляді єдиної інтегрованої мережі збору, накопичення і обробки інформації про виробіток и використання електроенергії. Вказана інтегрована мережа повинна бути багатофункціональною, тобто бути основою для забезпечення обліку, планування, управління і зв'язку між верхніми рівнями (Міненерго, НДЦ, РДЦ), енергокомпаніями (обленерго, виробники електроенергії), нижніми рівнями системи (районні органи, користувачі).

Розробка та впровадження систем обліку електроспоживання в мережі користувачів також є об'єктом активного моніторингу з боку органів енергетичного контролю. Перш за все вона включає організацію робіт по створенню автоматизованої системи контролю і обліку електроспоживання (АСКОЕ) і узгодження відношень замовника (користувача електроенергією), розробника і органів Держстандарту (метрологічної служби). Останні при цьому повинні мати відповідну ліцензію на право реалізації даного виду діяльності.

Зразки структурних схем організації комерційного обліку у споживачів наведені на рис. 6.1.



- прилади обліку активної і реактивної електроенергії;



- автоматизована система обліку і контролю електроспоживання.

Рис. 6.1. Узагальнена структурна схема організації обліку електроспоживання на промисловому об'єкті.



Рис. 6.2. Узагальнена структурна схема організації обліку електроспоживання на комунально-побутовому об'єкті.

Багатофункціональні мікропроцесорні лічильники серії “Альфа” та подібні до них призначені для обліку активної та реактивної енергії в ланцюгах змінного струму, а також для використання в складі автоматизованих систем контролю та обліку електроенергії, для передачі вимірянних та розрахованих параметрів на диспетчерський пункт по контролю, обліку та розподілу електричної енергії. В якості лічильників для комерційного обліку електроенергії обираються лічильники типу АЛЬФА компанії АВВ.

Даний лічильник забезпечує вимірювання одночасно активної і реактивної

енергії та максимальної потужності в класах точності 0,2 і 0,5 при напругах 100, 220 і 380 В трансформаторного та прямого включення при номінальних струмах 1, 5, 40 та 100 А в 4-х тарифних зонах в 3-х проводних та 4-х проводних мережах.

З допомогою встановлення додаткових плат можна вимірювати активну та реактивну енергії та максимальну потужність в обох напрямках, керувати споживанням електроенергії, записувати та зберігати графік електроспоживання, включати лічильники в комплексні системи обліку електроенергії.

Таблиця 6.3. Технічні характеристики

Технічні характеристики	Значення
Діапазон вимірювання струмів: – для лічильників трансформаторного включення, може бути з ряду $I_{ном}$: 1 А 5А 10А 1 – для лічильників прямого включення $I_{ном} = 40$ А .	 0.5 мА – 24 А 2.5 мА – 24 А 5мА – 24 А 20 мА – 150 А
Робоча напруга	80 – 456 В
Діапазон частот мережі	47.5 – 52.5 Гц
Робочий діапазон температур	$-40^{\circ}C + 60^{\circ}C$
Вологість	0 – 95 %
Клас точності	0.2 та 0.5
Потужність, яка споживається кожним паралельним ланцюгом	менше 0.1 Вт
Потужність, яка споживається до живлення	3.6 ВА
Опір кожного послідовного ланцюга	$0.5 \cdot 10^{-3}$ Ом
Коефіцієнт передачі по частотним параметрам	1000 – 10000 імп./кВт·г
Кількість тарифів	4
Самодіагностика лічильника	1 раз в добу
Пам'ять при зникненні живлення	збереження накопиченої інформації до подачі живлення не більше 5р
Гарантійний термін експлуатації	3 роки
Термін служби	30 років
Інтервал між перевірками	8 років

7. ЯКІСТЬ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ В СИСТЕМІ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

Під якістю електричної енергії розуміють відповідність її показників, що характеризують напругу і частоту в мережі, деяким нормованим значенням. В даний час на території України діє міждержавний стандарт [12], що встановлює показники і норми якості електричної енергії в електричних мережах систем електропостачання загального призначення змінного трифазного і однофазного струму частотою 50 Гц в точках, до яких приєднуються електричні мережі, що знаходяться у власності різних споживачів електричної енергії, чи приймачі електричної енергії.

7.1. Показники якості електричної енергії

Розрізняють такі властивості електричної енергії як: відхилення напруги; коливання напруги; провал напруги; тимчасова перенапруга (рис. 7.1); несинусоїдальність напруги (рис. 7.2); несиметрію трифазної системи напруг; відхилення частоти; імпульс напруги (рис. 8.3). Цим властивостям відповідають наступні показники якості електричної енергії:

- стале відхилення напруги δU_y ;
- розмах зміни напруги δU_t ;
- доза флікера $f P_t$;
- коефіцієнт спотворення синусоїдальності кривої напруги K_U ;
- коефіцієнт n -ї гармонійної складової напруги $K_{U(n)}$;
- коефіцієнт несиметрії напруг за зворотною послідовністю K_{2U} ;
- коефіцієнт несиметрії напруг за нульовою послідовністю K_{0U} ;
- відхилення частоти Δf ;
- тривалість провалу напруги $\Delta t_{\text{п}}$;
- імпульсна напруга $U_{\text{имп}}$;
- коефіцієнт тимчасової перенапруги $K_{\text{пер}U}$.

					ДП 2023 141			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЯКІСТЬ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ	Літ.	Арк.	Аркушів
Розробив		Гавриленко В.						
Перевірив		Шестеренко					74	
Зав.кафедр.						ННІТІ ім. акад. І.С.Гулого, ЕЛ4-3		
Н. Контр.								
Затвердив		Балюта С.М						

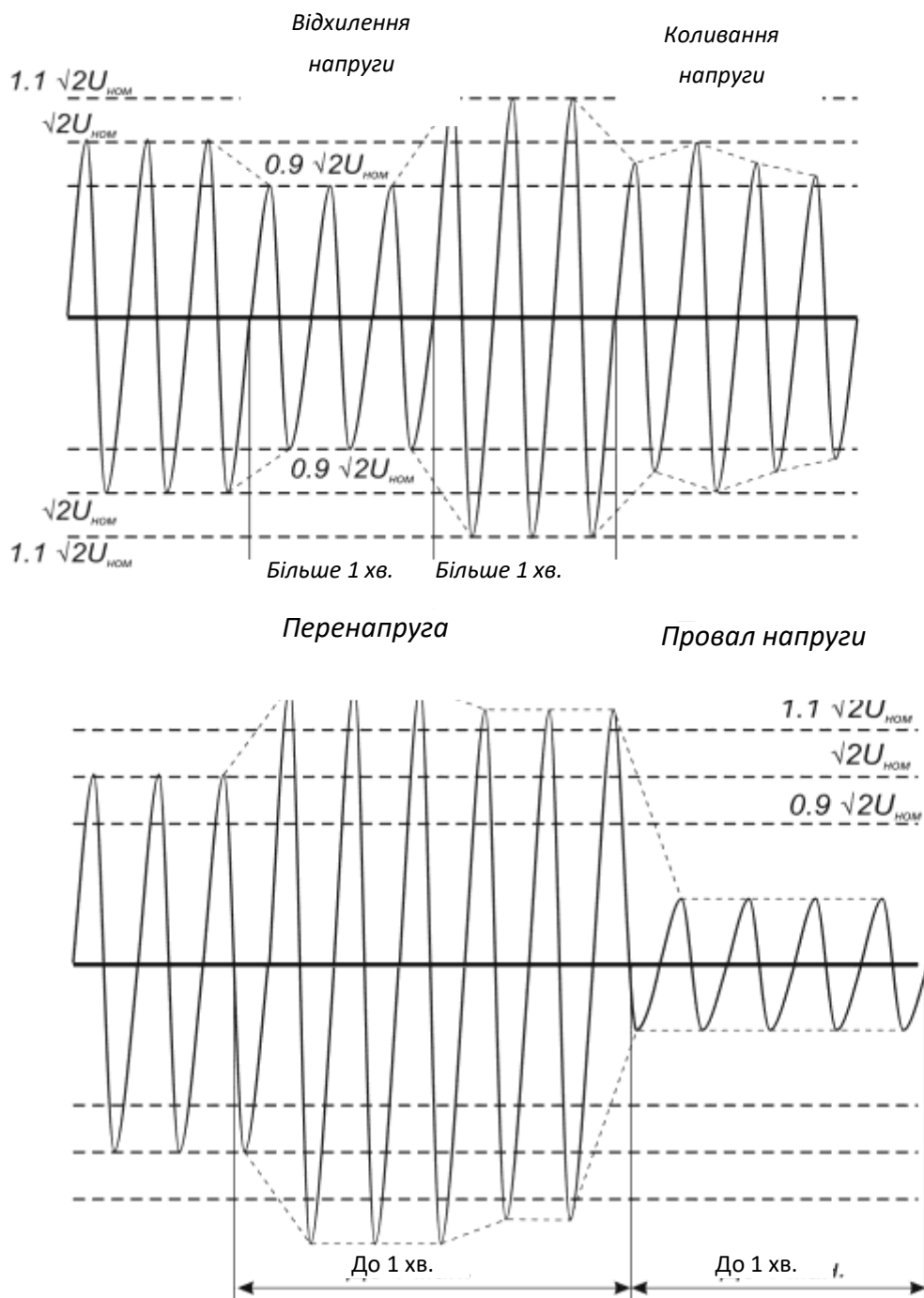


Рисунок 7.1 – Відхилення напруги, коливання напруги, провал напруги і тимчасова перенапруга

Відхилення напруги – відхилення фактичної напруги в сталому режимі роботи системи електропостачання від його номінального значення. Воно характеризується таким показником якості електричної енергії, як стале відхилення напруги.

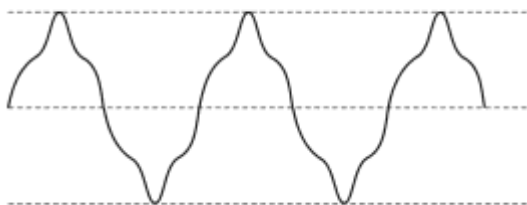


Рисунок 7.2 – Несинусоїдальність напруги

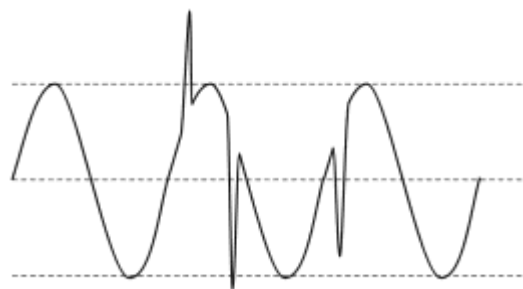


Рисунок 7.3 – Імпульс напруги

Коливання напруги – швидко змінне відхилення напруги тривалістю від півперіоду до декількох секунд. Його характеризують розмах зміни напруги і **доза флікера**, де під дозою флікера розуміють міру сприйнятливості людини до впливу коливань світлового потоку джерел освітлення, викликаних коливанням напруги (рис. 7.4).



Рисунок 7.4 – Коливання світлового потоку штучних джерел освітлення, викликаних коливаннями напруги

Несинусоїдальність напруги – спотворення синусоїдальної форми кривої напруги. Дана властивість нормується коефіцієнтом спотворення синусоїдальності кривої напруги і коефіцієнтом n -ї гармонійної складової напруги.

Несиметрія напруг – несиметрія трифазної системи напруг. Вона характеризується коефіцієнтами несиметрії напруг за зворотною і нульовою послідовностями.

Відхилення частоти – відхилення фактичної частоти змінної напруги від номінального значення в сталому режимі роботи системи електропостачання. Воно характеризується однойменним показником.

Провал напруги – раптове зниження напруги нижче $0,9U_{ном}$ за яким слідує відновлення напруги до первісного чи близьких до нього рівнів через

проміжок часу від десяти мілісекунд до декількох десятків секунд. Він характеризується тривалістю провалу напруги.

Імпульс напруги – різка зміна напруги, за яким слідує відновлення напруги до первісного чи близьких до нього рівнів за проміжок часу до декількох мілісекунд. Характеризується величиною його напруги $U_{\text{імп}}$.

Тимчасова перенапруга – підвищення напруги вище $1,1U_{\text{ном}}$ тривалістю більше 10 мілісекунд, що виникає в системах електропостачання при коротких замиканнях. Воно характеризується коефіцієнтом тимчасової перенапруги.

7.2. Визначення показників якості електричної енергії і допоміжних параметрів

Для визначення показників якості електричної енергії, таких як стале відхилення напруги, розмах зміни напруги, доза флікера, коефіцієнт спотворення синусоїдальності кривої напруги, коефіцієнт n -ї гармонійної складової напруги, коефіцієнт несиметрії напруг за зворотною послідовністю, коефіцієнт несиметрії напруг за нульовою послідовністю, відхилення частоти, встановлений мінімальний інтервал часу вимірів, рівний 24 години. Визначення інших показників якості електричної енергії (провала напруги, імпульсної напруги і коефіцієнта тимчасової перенапруги) необхідно робити шляхом тривалого спостереження і реєстрації. Крім цього для деяких показників встановлені також інтервали усереднень результатів вимірів, що наведені в таблиці 7.1.

Таблиця 7.1 – Інтервали усереднення результатів вимірів показників якості електричної енергії

Показник якості електричної енергії	Інтервал усереднення, с
Стале відхилення напруги	60
Розмах зміни напруги	-
Доза флікера	-
Коефіцієнт спотворення синусоїдальності кривої напруги	3
Коефіцієнт n -ї гармонійної складової напруги	3
Коефіцієнт несиметрії напруг за зворотною послідовністю	3
Коефіцієнт несиметрії напруг за нульовою послідовністю	3
Відхилення частоти	20
Тривалість провалу напруги	-
Імпульсна напруга	-
Коефіцієнт тимчасової перенапруги	-

8. ОХОРОНА ПРАЦІ

8.1. Міри захисту від ураження електричним струмом

При обслуговуванні електроустановок небезпеку представляють не тільки неізольовані струмоведучі частини, що перебувають під напругою, але й ті конструктивні частини електроустаткування, які нормально не перебувають під напругою, але можуть виявитися під напругою при пошкодженні ізоляції (корпуса електродвигунів, пускачів, баки трансформаторів, кожухи шинопроводов, металеві каркаси щитів і т.д.).

Струмоведучі частини електроустановки не повинні бути доступні для випадкового дотику, а доступні дотику відкриті і сторонні провідні частини не повинні перебувати під напругою, яка представляє небезпеку ураження електричним струмом як у нормальному режимі роботи електроустановки, так і при пошкодженні ізоляції.

Міри захисту від ураження електричним струмом повинні бути передбачені в електроустановці або її частині або застосовані до окремих електроприймачів і можуть бути реалізовані при виготовленні електроустаткування, або в процесі монтажу електроустановки, або в обох випадках.

Для захисту від ураження електричним струмом, згідно ПУЕ п.1.7.50 у нормальному режимі повинні бути застосовані окремо або в сполученні наступні міри захисту від прямого дотику:

- основна ізоляція струмоведучих частин;
- огороження і оболонки;
- установка бар'єрів;
- розміщення поза зоною досяжності;
- застосування наднизької (малої) напруги.

					ДП 2023 141			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ОХОРОНА ПРАЦІ	Літ.	Арк.	Аркушів
Розробив		Гавриленко В.						
Перевірив		Шестеренко					78	
Н. Контр.						ННІТІ ім. акад. І.С.Гулого, ЕЛ4-3		
Затвердив		Балюта С.М						

Для захисту від ураження електричним струмом у випадку пошкодження ізоляції повинні бути застосовані окремо або в сполученні наступні міри захисту при непрямому дотику:

- захисне заземлення;
- автоматичне відключення живлення;
- вирівнювання потенціалів;
- подвійна або посилена ізоляція;
- наднизька (мала) напруга;
- захисний електричний поділ кіл;
- ізолюючі (непровідні) приміщення, зони, площадки.

Заземлення - навмисне електричне з'єднання якої-небудь точки мережі, електроустановки або устаткування із заземлюючим пристроєм.

Захисне заземлення - заземлення, виконуване з метою електробезпеки.

Вирівнювання потенціалів - електричне з'єднання провідних частин для досягнення рівності їхніх потенціалів.

Захисне вирівнювання потенціалів - вирівнювання потенціалів, виконуване з метою електробезпеки.

Вирівнювання потенціалів - зниження різниці потенціалів (крокової напруги) на поверхні землі або підлоги за допомогою захисних провідників, прокладених у землі, у підлозі або на їхній поверхні і приєднаних до заземлюючого пристрою, або шляхом застосування спеціальних покриттів землі.

Наднизька (мала) напруга - напруга, що не перевищує 50 В змінного і 120 В постійного струму.

Захисний електричний поділ кіл - відділення одного електричного кола від інших ланцюгів в електроустановках напругою до 1 кВ за допомогою:

- подвійної ізоляції;
- основної ізоляції і захисного екрана;
- посиленої ізоляції.

Ізолюючі (непровідні) приміщення, зони, площадки - приміщення, зони, площадки, у яких (на які) захист при непрямому дотику забезпечується високим опором підлоги і стін у яких відсутні заземлені провідні частини.

					ДП 2023 141	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		79

Застосування двох і більше заходів захисту в електроустановці не повинне робити взаємного впливу, що знижує ефективність кожної з них. Для заземлення електроустановок можуть бути використані штучні і природні заземлювачі.

8.2. Розрахунок заземлення

У даному дипломному проєкті для забезпечення безпеки людей від ураження електричним струмом виконується розрахунок заземлюючого пристрою для трансформаторної підстанції 10/0,4 кВ і електроприймачів комплексу по виробництву керамічної плитки.

Заземлення електроприймачів комплексу

Для заземлення електроустановок можуть бути використані штучні і природні заземлювачі. Якщо при використанні природних заземлювачів опір заземлюючих пристроїв або напруга дотику має допустиме значення, а також забезпечуються нормовані значення напруги на заземлюючому пристрої та допустимої густини струмів у природних заземлювачах, виконання штучних заземлювачів у електроустановках до 1 кВ не обов'язкове. Використання природних заземлювачів як елементів заземлюючих пристроїв не повинне приводити до їхнього пошкодження при протіканні по них струмів короткого замикання або до порушення роботи пристроїв, з якими вони зв'язані.

Заземлення електроприймачів фабрики, що відносяться до технологічного устаткування, здійснюється природними заземлювачами. Це є допустимим так як при цьому дотримуються вимоги ПУЕ п.1.7.54 по частині природних заземлювачів. З'єднання підлягаючому заземленню частин електроприймачів фабрики із природними заземлювачами: з металоконструкціями будинку, з металевими трубами водопроводу, з металевими трубами опалення здійснюється сталевими стержнями перерізом 25х4 мм².

Заземлення РП-10 кВ і РП-0,4 кВ

Допустимий опір нейтралі трансформатора приймається по двох умовах:

					ДП 2023 141	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		80

1. забезпечення безпеки у випадку замикання обмотки вищої напруги на сторону нижчої. Ця умова дотримується, якщо опір заземлення нейтралі задовільняє умові:

$$R_N \leq \frac{125}{I_3}; \text{ але не більше } 10 \text{ Ом}; \quad (8.1)$$

де I_3 – струм замикання на землю, А.

Якщо ця умова виконується то в зазначеному аварійному режимі напруга нульового проводу щодо землі:

$$U_N = I_3 \cdot R_N \leq 125 \text{ В}; \quad (8.2)$$

Тобто вона не перевищить допустиме для таких аварійних режимів значення.

Необхідне значення заземлення по першій умові буде:

$$R_N \leq \frac{125}{20} = 6,25 \text{ Ом}; \quad (8.3)$$

2. Запобігання підвищення напруги різних проводів нижчої напруги вище 250 В при замиканні однієї з фаз безпосередньо на землю. Опір заземлюючого пристрою, до якого приєднана нейтраль трансформатора електроустановки напругою до 1000 В повинен бути не більше: $R_N \leq 4 \text{ Ом};$

У такий спосіб приймаємо менше значення опіру заземлення із цих двох умов:

$$R_N \leq 4 \text{ Ом}; \quad (8.4)$$

У якості вертикальних заземлювачів приймаємо круглу сталь Ø12мм і довжиною 3м, у якості горизонтальних заземлювачів - круглу сталь Ø10мм.

Глибину закладання заземлювачів приймаємо $H_H=0,5\text{м}.$

Визначаємо опір розтіканню одного вертикального заземлювача:

$$R_{\epsilon} = \frac{\rho_p}{2\pi l} \left(\ln \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4H+l}{5H-l} \right); \quad (8.5)$$

де ρ_p - розрахунковий питомий опір землі;

$$\rho_p = K_c \cdot \rho; \quad (8.6)$$

де K_c – коефіцієнт сезонності;

					ДП 2023 141	Арк.
						81
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

По табл.10 приймаємо $K_c=1.1$;

Таким чином:

$$\rho_p = 1.1 \cdot 70 = 77 \text{ Ом} \cdot \text{м}; \quad (8.7)$$

Підставляючи чисельні значення у формулу для розрахунку одного вертикального заземлителя одержуємо:

$$R_{\epsilon} = \frac{77}{2 \cdot 3.14 \cdot 3} \left(\ln \frac{2 \cdot 3}{0.012} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot 2 + 3}{5 \cdot 2 - 3} \right) = 17.14 \text{ Ом}; \quad (8.8)$$

Так як, відповідно до проекту, трансформаторна підстанція є вбудована, то немає можливості здійснити зовнішній контур її заземлення. У такий спосіб заземлення підстанції здійснюється по внутрішньому контурі, який необхідно приєднати до зовнішнього контуру заземлення всього будинку.

Приймаємо 3 вертикальних заземлювача, розташованих по контурі.

Загальний еквівалентний опір трьох вертикальних заземлювачів буде:

$$R_{\gamma} = \frac{R_{\epsilon}}{n \cdot \eta_{\epsilon}}; \quad (8.9)$$

де $n=3$ – число вертикальних заземлювачів;

η_{ϵ} - коефіцієнт використання вертикальних заземлювачів;

η_{ϵ} визначається залежно від відношення відстані між заземлювачами

до їхньої довжини $\frac{a}{l}$ і числа заземлювачів.

$$\frac{a}{l} = \frac{10}{5} = 2; \quad (8.10)$$

$$\eta_{\epsilon} = 0.73;$$

Тоді:

$$R_{\gamma} = \frac{17.14}{3 \cdot 0.73} = 7.83 \text{ Ом}; \quad (8.11)$$

Це еквівалентний опір вертикальних заземлювачів без обліку горизонтального зв'язку, тобто горизонтальних заземлювачів.

Визначаємо опір розтікання горизонтальних заземлювачів:

Сумарна довжина горизонтальних заземлювачів дорівнює 30 м. Тоді опір горизонтальних заземлювачів буде:

					ДП 2023 141	Арк.
						82
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$R_z = \frac{\rho_p}{2\pi l} \lg \frac{l^2}{\alpha \cdot H_0} = \frac{77}{2 \cdot 3.14 \cdot 30} \cdot \lg \frac{30^2}{0.48 \cdot 0.5} = 3,36 \text{ Ом}; \quad (8.12)$$

Опір розтіканню заземлюючого контуру:

$$R_{зк} = \frac{R_z \cdot R_z}{R_z + R_z} = \frac{7,83 \cdot 3,36}{7,83 + 3,36} = 2,35 \text{ Ом}; \quad (8.13)$$

Таким чином, опір розтіканню заземлюючого контуру задовольняє умові:

$$R_{зк} = 2,35 \text{ Ом} \leq R_N = 4 \text{ Ом}.$$

План розташування внутрішнього контуру заземлення трансформаторної підстанції і його приєднання до зовнішнього контуру представлений листі графічної частини.

8.3. Блискавкозахист

Відповідно до призначення будинків і споруд необхідність виконання блискавкозахисту і його категорії, а при використанні стрижневих і тросових блискавковододів - тип зони захисту визначаються залежно від середньорічної тривалості гроз у місці знаходження будинку або споруди, а також від очікуваної кількості ураження його блискавкою в рік.

Проектований комплекс по виробництву керамічної плитки відноситься до III категорії по блискавкозахисту.

Будинки і споруди, віднесені до III категорії блискавкозахисту, повинні бути захищені від прямих ударів блискавки і заносу високого потенціалу через наземні (надземні) металеві комунікації.

З метою захисту будинків і споруджень будь-якої категорії від прямих ударів блискавки варто максимально використовувати як природні блискавковододи, існуючі високі спорудження (димарі, водонапірні башти, прожекторні щогли, повітряні лінії електропередачі і т.п.), а також блискавковододи інших сусідніх споруд.

У якості заземлювачів блискавкозахисту допускається використовувати всі, що рекомендуються ПУЕ заземлювачі електроустановки, за винятком нульових проводів повітряних ліній електропередачі напругою до 1 кВ.

Залізобетонні фундаменти будинків, споруд, зовнішніх установок, опор блискавководводів треба, як правило, використовувати в якості заземлювачів блискавкозахисту за умови забезпечення безперервного електричного зв'язку по їхніх арматурах і приєднання його до закладних деталей за допомогою зварювання.

Захист від прямих ударів блискавки будинку III категорії з неметалічною покрівлею і при ухилі покрівлі не більше 1/8 може бути здійснена шляхом використання блискавкоприймальної сітки із кроком комірок не більше 12х12 м. Блискавкоприймальна сітка повинна бути виконана зі сталевго доту діаметром не менш 6 мм і покладена на покрівлю зверху або під негорючі або важкозапалюючі утеплювачі або гідроізоляції. Вузли сітки повинні бути з'єднані зварюванням. Виступаючі над дахом металеві елементи (труби, шахти, вентиляційні пристрої) повинні бути приєднані до блискавкоприймальної сітки, а виступаючі неметалічні елементи - обладнані додатковими блискавкоприймальниками, також приєднаними до блискавкоприймальної сітки.

Блискавкозахист будинку проектованого комплексу по виробництву керамічної плитки здійснюється блискавкоприймальною сіткою зі сталевго доту діаметром 6 мм із кроком осередків 12х12 м, що укладається на даху будинку. У якості заземлювачів захисту використовуються металеві конструкції будинку, які, по периметрі блискавкоприймальної сітки приєднуються до неї через 25 м зварюванням. Металеві конструкції будинку, використовувані в якості заземлювачів захисту, повинні бути приєднані до контуру заземлення, виконуваному по периметрі будинку зі сталевго доту діаметром 12 мм, яка укладена глибині 0,5 м.

Перевірка стану пристроїв блискавкозахисту для будинків і споруд III категорії повинна виконуватися не рідше 1 разу в 3 роки. Перевірці підлягають

					ДП 2023 141	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		84

цілісність і захищеність від корозії доступних огляду частин блискавкоприймачів і струмовідводів і контактів між ними, а також значення опору струму промислової частоти заземлювачів окреmostоячих блискавковідводів.

8.4. Пожежна безпека

Пожежі наносять величезний матеріальний збиток і в ряді випадків супроводжуються загибеллю людей. Тому захист від пожеж є найважливішим обов'язком кожного члена суспільства і проводиться в загальнодержавному масштабі.

Протипожежний захист має своєю метою вишукування найбільш ефективних, економічно доцільних і технічно обґрунтованих способів і засобів попередження пожеж і їхньої ліквідації з мінімальним збитком при найбільш раціональному використанні сил і технічних засобів гасіння.

Пожежна безпека - це стан об'єкта, при якому виключається можливість пожежі, а у випадку її виникнення використовуються необхідні заходи щодо усунення негативного впливу небезпечних факторів пожежі на людей, споруд і матеріальних цінностей.

Пожежна безпека може бути забезпечена мірами пожежної профілактики і активного пожежного захисту. Пожежна профілактика включає комплекс заходів, спрямованих на попередження пожежі або зменшення її наслідків. Активний пожежний захист міри, що забезпечують успішну боротьбу з пожежами або вибухонебезпечною ситуацією.

Причини виникнення пожеж на підприємствах

Пожежа на підприємстві наносить великий матеріальний збиток народному господарству і дуже часто супроводжується нещасними випадками з людьми.

Основними причинами, що сприяють виникненню і розвитку пожежі, є:

- порушення правил застосування і експлуатації приладів і устаткування з низьким протипожежним захистом;
- використання при будівництві в ряді випадків матеріалів, що не відповідають вимогам пожежної безпеки;

					ДП 2023 141	Арк.
						85
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- відсутність на багатьох об'єктах народного господарства і у підрозділах пожежної охорони ефективних засобів боротьби з вогнем.

Причини виникнення пожеж, пов'язані з експлуатацією електроустановок

При експлуатації електроустановок різного призначення можливі виникнення наступних аварійних ситуацій:

- короткі замикання;
- перевантаження;
- підвищення перехідних опорів в ел. контактах;
- перенапруга;
- виникнення струмів розтікання.

При виникненні аварійних ситуацій відбувається різке виділення теплової енергії, що може з'явитися причиною виникнення пожежі.

На частку пожеж, що виникають в електроустановках доводиться 20%.

Статистичні дані про пожежі

Основні причини:

- коротке замикання – 43%;
- перевантаження проводів/кабелів – 13%;
- утворення перехідних опорів – 5%.

Пожежна небезпека при коротких замиканнях - поява в результаті різкого зростання сили струму, ел. іскор, часток розплавленого металу, ел. дуги, відкритого вогню.

Пожежна небезпека при перевантаженнях - надмірне нагрівання окремих елементів, що може відбуватися при помилках проектування у випадку тривалого проходження струму, що перевищує номінальне значення.

Пожежна небезпека перехідних опорів - можливість запалення ізоляції або інших прилеглих горючих матеріалів від тепла, що виникає в місці аварійного опору (у перехідних клемах, перемикачах і ін.).

Пожежна небезпека перенапруги - нагрівання струмоведучих частин за рахунок збільшення струмів, що проходять через них, за рахунок збільшення перенапруги між окремими елементами електроустановок. Виникає при виході з ладу або зміні параметрів окремих елементів.

					ДП 2023 141	Арк.
						86
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Пожежна небезпека струмів розтікання - локальне нагрівання ізоляції між окремими струмоведучими елементами і заземленими конструкціями.

Міри пожежної профілактики

- організаційні;
- режимні;
- експлуатаційні;
- будівельно-планувальні;
- технічні;
- способи і засоби гасіння пожеж.

Організаційні заходи: передбачають правильну експлуатацію машин і внутрішньозаводського транспорту, правильний догляд будинків, території, протипожежний інструктаж тощо.

Режимні заходи – заборона паління в невстановлених місцях, заборона зварювальних і інших вогневих робіт у пожежонебезпечних приміщеннях тощо.

Експлуатаційні заходи – своєчасна профілактика, огляди, ремонти і випробування технологічного устаткування.

Будівельно-планувальні – визначаються вогнестійкістю будинків і споруд (вибір матеріалів конструкцій: горючі, негорючі, важкогорючі) і межа вогнестійкості - це кількість часу, протягом якого під впливом вогню не порушується несуча здатність будівельних конструкцій аж до появи першої тріщини.

Технічні заходи – це дотримання протипожежних норм при евакуації систем вентиляції, опалення, освітлення, ел. забезпечення і т.д.

- використання різноманітних захисних систем;
- дотримання параметрів технологічних процесів і режимів роботи устаткування.

Способи і засоби гасіння пожеж

- Зниження концентрації кисню в повітрі;
- Зниження температури горючої речовини, нижче температури запалення.
- Ізоляція горючої речовини від окислювача.

					ДП 2023 141	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		87

- Вогнегасні речовини: вода, пісок, піна, порошок, газоподібні речовини не підтримуючі горіння (хладон), інертні гази, пара.

Засоби пожежогасіння

Ручні

- вогнегасники хімічної піни;
- вогнегасник пінний;
- вогнегасник порошковий;
- вогнегасник вуглекислотний, брометиловий.

Протипожежні системи

- система водопостачання;
- піногенератор.

Системи автоматичного пожежогасіння з використанням засобів автоматичної сигналізації:

- пожежний оповіщувач (тепловий, світловий, димовий, радіаційний).

Електроприймачі комплексу по виробництву керамічної плитки по ступені надійності електропостачання в основному відносяться до споживачів II категорії, за винятком пункту пожежної сигналізації і пожежних насосів, які відносяться до споживачів I категорії.

У завдання в галузі водопостачання входить:

1. Установка пожежогасіння 2KDN 65-250/230SETS, Q=60.0 м³/год, H=60.0 м - 1 комплект - фірма "DAB" у складі:

- а) насос жокей KV3/10, N=1.5 кВт;
- б) два насоси RDN (1 робочий, 1 резервний), N=40.0 кВт;

Установка працює в автоматичному режимі, включення насосів автоматичне при зниженні тиску в мережі протипожежного водопроводу.

Насос поставляється в комплекті із шафою керування.

Передбачити:

- а) звуковий сигнал про вихід насоса з ладу;
- б) автоматичне введення резервного насоса.

					ДП 2023 141	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		88

9. ІНДИВІДУАЛЬНЕ ЗАВДАННЯ. ВПРОВАДЖЕННЯ АСКОВЕ НА ПІДПРИЄМСТВІ

Актуальність питання

На нашій планеті безперервно і дуже бурхливо відбувається процес зростання чисельності населення, що призводить до скорочення числа доступних енергетичних і природних ресурсів. Розвиток техніки викликає збільшення споживання енергоресурсів, аз іншого боку - збільшення їх вартості. У цих умовах стає актуальним об'єктивним облік спожитих ресурсів, посилення контролю за їх раціональним використанням, зручність обліку і оплати комунальних послуг і прийняття ефективних заходів щодо попередження їх несанкціонованого відбору.

Дієвим методом використання зазначених завдань є створення системи, яка відображає в реальному часі поточне споживання електроенергії, води, газу і теплової енергії. Наявність такої інформації дозволяє здійснити регулювання потужностей подачі енергоносії, тим самим, зменшити питомі втрати на їх транспортування, своєчасно виявляти і усувати несправності лічильників, визначати спроби розкрадання, контролювати сплату за споживання енергоресурсів абонентами[12,13].

Встановлення приладів обліку (ПО) є важливими приладами покращення достовірності процесу обліку. Але прилади обліку, розповсюджені по місцеву, не дають можливості вести запис та опитування поточних показників і тим самим вести контроль роботи, забезпечити одночасне зчитування показників і проводити обробку отриманих даних. У кращому варіанті, можливий лише щотижневий обхід приладів обліку з виконанням напівавтоматичного збору накопичених даних, що вимагає невиправних втрат з боку виконавчої організації.

					ДП 2023 141			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Гавриленко В.			ІНДИВІДУАЛЬНЕ ЗАВДАННЯ.		Літ.	Арк.
Перевірів		Шестеренко						89
Зав.кафедр.							ННІТІ ім. акад. І.С.Гулого, ЕЛ4-3	
Н. Контр.								
Затвердив		Балюта С.М						

В наслідок цього, стає актуальною тема реалізації системи, яка створила б умовні об'єднання в локальні вузли обліку, щоб створити єдиний вимірювально-інформаційний простір для одноразового, безперервного, автоматичного контролю над технологічними процесами вироблення, транспортування та споживання енергоресурсів, а також організацій комерційних рахунків між споживачами і постачальниками ресурсів[13,14].

Використання автоматизованих систем комерційного обліку електричної енергії, що дозволяє звести до мінімуму участь людини на етапі вимірювання, збору і обробки даних і забезпечує точний, швидкий і доступний, адаптований до різних тарифних систем обліку електричної енергії. Розроблена у роботі система створена для вирішення, що вже існують і знову виникаючих задач в сучасних умовах енергоринку[13,14]:

- усунення без облікового споживання електричної енергії побутовим сектором;
- контроль побутових мереж для виявлення нечесного забору теплової енергії, води, газу та електричної енергії;
- спостереження споживання і своєчасної оплати побутового за споживання теплової енергії, води, електроенергії та газу;
- регулювання споживання енергоресурсів шляхом відключення боржників від електромереж, мереж водопостачання і теплопостачання та газових мереж;
- створення балансу електроенергії по будинкам, районам, підстанціям;
- планування енергоспоживання;
- «полегшення» і здешевлення конфігурацій систем зберігання, збору і передачі даних про фактичне споживання води, електричної енергії і теплової енергії на верхній рівень;
- збір даних обліку електричної енергії з лічильників за наступними каналами зв'язку: радіоканал, Ethernet, PLC, RS485;
- можливість збору інформації без втрачання точності показань

					ДП 2023 141	Арк.
						90
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

незалежно від кількості споживачів в ньому;

- дистанційний моніторинг балансу;
 - наявність в використовуваних приладах обліку незалежній пам'яті, що запам'ятовує всі несанкціоновані дії;
 - віддалене керування підключенням або відключенням абонентів до і від мереж постачання енергоресурсів;
- можливості безмежного розширення мережі опитування.

9.1. Аналіз структурної схеми АСКОЕ

9.1.1. Порівняльна характеристика АСКОЕ/ЛУЗОД

ЛУЗОД (локальне устаткування збору і обробки даних) – це система для проведення розрахунків за спожитою електричною енергією сукупність засобів обліку, що забезпечують вимірювання, накопичення, збір та оброблення інформації, її обсяги і параметри обліку електричної енергії та значення споживаної потужності за відповідними періодами часу на окремій площадці вимірювання та мають інтерфейс дистанційного зчитування інформації для роботи у складі автоматизованої системи комерційного обліку[14].

Основні переваги даного рішення:

- ✓ Простота монтажу обладнання;
- ✓ Надійність промислового обладнання заводського виготовлення того ж виробника, що і лічильники електроенергії, що дозволяє уникнути конфліктів в процесі роботи комунікаційного обладнання;
- ✓ Періодичне перезавантаження обладнання зв'язку;
- ✓ Мінімальна кількість контактних з'єднань;
- ✓ Обмеження зовнішнього доступу до SIM-картки (захищена пломбою енергокомпанії);
- ✓ Широкий температурний діапазон;
- ✓ Економія коштів і часу за рахунок відсутності монтажу окремих шаф для ЛУЗОД, додаткових комутаційних апаратів, прокладки кабельних ліній живлення, узгодження точки підключення обладнання ЛУЗОД.

					ДП 2023 141	Арк.
						91
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

АСКОЕ (автоматизована система комерційного обліку електричної енергії) – це скупчення в єдину систему локального устаткування збору і обробки даних (ЛУЗОД) приладів обліку, пристроїв приймання, обробки, відображення, каналів передачі інформації та реєстрації інформації[14].

Різниця між цими двома системами полягає в тому, що споживач, у якого встановлено ЛУЗОД дає можливість віддалено моніторити дані щодо використання електричної енергії. Тоді як система АСКОЕ надає можливість переглядати та контролювати дані щодо споживання або передавання енергії та потужності дистанційно, користуючись встановленим програмним забезпеченням, яке встановлюється під час налаштування АСКОЕ[14]. На рис. 9.1. відображений комплексний бокс який використовують як головну частину даних систем.



Рис. 9.1- Система ЛУЗОД/АСКОЕ[3]

З пункту 3.35 Правил користування електричною енергією (ПКЕЕ), відомо що підприємства з середньомісячним обсягом споживання від 50 тис. кВт год приєднаною і потужністю електроустановок від 150кВт повинні мати встановлені автоматичні системи комерційного обліку для кращої передачі даних (АСКОЕ)[14].

Система АСКОЕ являє собою сукупність устаткування і програмних засобів, робота яких дає можливість комплексного дистанційного збору, зберігання і обробку даних. Завдяки АСКОЕ появляється можливість самостійно переглядати дані по енергоспоживанню в будь-який час.

Сучасне АСКОЕ потрібно розглядати як єдину систему, що включає в себе чотири пов'язаних між собою рівні обладнання а також програмне забезпечення, що працюють одночасно:

- Перший рівень – прилади вимірювання (лічильники електричної енергії), які дають можливість безперервного вимірювання.
- Другий рівень – прилади збору та підготовки даних (ПЗПД), які цілодобово збирають, накопичують, обробляють отриману інформацію а також надсилають її на наступний рівень.
- Третій рівень – мережевий сервер для збору даних, який постійно збирає, нагромаджує, переробляє і передає інформацію.
- Четвертий рівень – комп'ютер з налаштованим та встановленим програмним забезпеченням, який виконує остаточне перетворення отриманої інформації.

На той момент як система ЛУЗОД - це спрощена система обліку енергії з тим же базовим принципом роботи, який має більш сучасніша система АСКОЕ. Різниця полягає у відсутності в ЛУЗОД останніх двох рівнів, які присутні в АСКОЕ. Отже система ЛУЗОД включає в свою складову лише два початкових рівня: вимір і збір даних. Тобто конкретним завданням даної системи являється збір і передача даних в єдину систему для моніторингу.

Тобто ці системи комерційного обліку мають єдину структуру роботи. Різниця між ними полягає в кількості обладнання, а також в можливості самостійній організації складання звітів, перегляду, аналізуванню та оптимізації.

9.1.2. Етапи створення АСКОЕ та ЛУЗОД

До етапів створення цих систем обліку належать:

1. Отримання технічних рекомендацій від енергопостачальної компанії.
Для отримання вказівок замовнику потрібно надіслати в організацію енергопостачальнику письмову заяву про видання технічних рекомендацій для даної системи[15].

					ДП 2023 141	Арк.
						93
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Проектування робочого проекту (РП) і технічного завдання (ТЗ) згідно з поданими технічними умовами. На основі отриманих технічних умов створюється проект і технічне завдання. Всі подальші роботи мають виконуватися згідно технічного рішення[15].

3. Погодження робочого проекту та технічного завдання з організацією енергопостачання: тоді як робочий проект і технічне завдання готові, їх узгоджують з компанією енергопостачальника, а також із замовником[15].

4. Надання обладнання:

На цьому етапі надається обладнання підрядчику, яке вказано в робочому проекті.

5. Виконання монтажних робіт:

Монтаж систем комерційного обліку здійснюється тільки після узгодження з розпломбування точки комерційного обліку (ТКО)[15].

6. Пусконаладжувальні роботи:

Потім для повноти збору і правильної передачі даних виконується налагодження устаткування[15].

7. Введення системи АСКОЕ в експлуатацію:

По завершенню етапу створення складається акт про введення в експлуатацію даної системи, який підписується усіма сторонами для уникнення конфліктів.

8. Державна метрологічна атестація (ДМА) системи АСКОЕ[15]:

Подається заявка в організацію, яка уповноважена виконувати ДМА системи. Після виконання перевірки по держстандарту даної системи а також всіх приладів які включаються в дану систему. Замовник отримує свідоцтво про державну метрологічну атестацію яка підтверджує справність та достовірність системи обліку[15].

9. Введення в промисловість системи АСКОЕ:

Після проходжень всіх структурних перевірок складається акт про введення в експлуатацію. Даний документ є підтвердженням успішної перевірки приладів

					ДП 2023 141	Арк.
						94
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

обліку. Прийнята в експлуатацію система повинна використовуватися для проведення комерційних розрахунків між замовником та енергопостачальною компанією[15].

9.1.3. Основні функції автоматичної системи комерційного обліку:

- Автоматичний збір параметрів із заданим інтервалом часу, первинна обробка та зберігання інформації з точок обліку[16];
- Формування графіків навантаження потужності та витрат з можливістю встановлення періоду інтеграції;
- Ручна реєстрація даних по точках обліку;
- Діагностика системи та індикація позаштатних ситуацій;
- Обмеження доступу до АСКОЕ та захист інформації[16];
- Експорт копії первинної бази даних;
- Забезпечити точний облік, своєчасність, правильність і повноту платежів за спожиту електроенергію шляхом впливу на цей процес в рамках закону;
- Виявляти і запобігати розкраданню електроенергії[16];
- Забезпечити функції оперативного, дистанційного, індивідуального диспетчерського управління в системі;
- Контролювати технологічні параметри мережі електропостачання і при необхідності захистити електрообладнання споживачів в аварійних режимах[16];
- Отримувати дані з приладів обліку без вторгнення на територію споживача або без його безпосередньої участі;
- Забезпечити достатню технологічну надійність і захист від несанкціонованих впливів на систему;
- Забезпечити ефективну роботу незалежно від концентрації абонентів на території, що обслуговується;
- Економити кошти на етапі створення та експлуатації[16].

Також дана система має допоміжні функції такі як:

- У абонентів встановлюються багатофункціональні електронні лічильники

					ДП 2023 141	Арк.
						95
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

електроенергії з можливістю комутації навантаження. Лічильники управляються індивідуально по радіоканалу з одного передавального центру;

- Функція ведення особового рахунку абонента делегована лічильнику;
- Телеметрична інформація не збирається. Основний зворотний зв'язок здійснюється безпосередньо з фінансового потоку;
- Забезпечення точного обліку, своєчасності, правильності і повноти платежів за спожиту електроенергію[16].

9.1.4. Основні види АСКОВЕ

При постійному підвищенню цін на електроенергію виконується постійний нагляд за її використанням, а також розробляються нові ефективні заходи для ефективності обліку електроенергії. Галузь застосування автоматизованих систем управління і контролю енергоносіїв постійно розширюється. Це дає можливість ефективно і постійно спостерігати, та оптимізувати кількість витрат, що припадають на частку енергетичних ресурсів. Автоматизовані системи обліку зазвичай застосовуються в наступних сферах[17]:

- У житлових секторах, в тому числі і приватних;
- В мережах споживчої сфери;
- У заміських будинках, господарствах і на дачах.
- Системи з можливістю обслуговувати до 1000 абонентів.

Вимірювально-обчислювальний комплекс входить до складу всіх інформаційно-вимірювальних систем, які встановлюються в секторах обліку та обробки інформації[17].

9.2. Склад автоматизованої системи комерційного обліку електричної енергії

Для сучасної комерційної системи потрібні точні мікропроцесорні лічильники. Практично, це ПК, який знаходиться в точці обліку. Від інноваційних лічильників залежить половина успіху системи обліку.

Лічильники відрізняються, по класу точності: 0,2S, 0,5S, 1,0. На комерційний

					ДП 2023 141	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		96

облік краще ставити високий клас 0,2S і 0,5S[18].

Також відрізняються, за своїми функціональними можливостями.

Майже всі цифрові лічильники в своїй максимальній конфігурації мають можливість рахувати за тарифами активну та реактивну енергію, потужність у двох напрямках, фіксувати максимальну потужність навантаження на заданому інтервалі часу, зберігати дані в своїй пам'яті до року, вимірювати деякі параметри якості електроенергії (напруга, електричний струм, частоту, кути зсуву фаз, провали напруги і так далі)[18].

Найважливіше – це наявність цифрових виходів, або інтерфейсів лічильника, через які дані будуть передаватися в систему АСКОЕ. Нові лічильники передають вже готові дані. Якщо зв'язку немає, то вся інформація протягом декількох місяців зберігається в пам'яті лічильника. При передачі даних комп'ютер обмінюється з лічильником спеціальними командами, які підтверджують правильність переданої і прийнятої інформації. Тому достовірність зібраних даних гарантована на 100%[18].

Цифровий інтерфейс лічильник, залежить в основному від конфігурації системи і визначається постачальником на етапі проектування.

Пристрої збору і передачі даних (ПЗПД), такі як телесуматори, мультиплексори і т.д.[18].

ПЗПД - це теж комп'ютер, але в спеціальному виконанні для промислових та комерційних систем обліку. Він призначений не тільки для збору даних з лічильників, але і для самостійної обробки і передачі даних на верхній рівень. ПЗПД, зазвичай використовується в більш складних системах. Наприклад, якщо потрібно отримувати дані з лічильників кожну годину або хвилину для спостереження за графіком витрати та навантаження[18].

Крім цифрових лічильників до ПЗПД можна підключити й індукційні лічильники з імпульсними виходами. Це уможливорює здешевлення системи і при цьому не треба змінювати всі лічильники. В такому випадку всі дані залишаються на закритому рівні, а наверх віддається тільки необхідна інформація про

					ДП 2023 141	Арк.
						97
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

споживання електроенергії.

ПЗПД передає дані зі значно меншою швидкістю, це призводить до особливих вимог до каналів передачі даних. Також ПЗПД спрощує завдання об'єднання системи АСКОЕ із системою управління виробництвом, за рахунок використання різних протоколів зв'язку. У багатьох випадках застосування ПЗПД дозволяє підвищити гнучкість системи. Комунікаційні мережі і апаратура зв'язку[19].

Персональний комп'ютер з встановленим спеціалізованим програмним забезпеченням (ПЗ) для збору і аналізу даних з лічильників або груп споживачів. ПЗ обміну з іншими підприємствами або постачальником електроенергії даними про виміри[18,19].

Основним завданням АСКОЕ є точне вимірювання кількості спожитої і переданої енергії та потужності (можливо, з урахуванням добових, зонних та інших тарифів), забезпеченні можливості зберігання цих вимірювань (наприклад, протягом місяця, року і т.д.) і доступу до цих даних для проведення розрахунків з постачальником та споживачем. Крім того, важливою складовою являється аналіз споживання (передачі) енергії і потужності. Також аналіз режимів споживання за декілька місяців дозволяє виявити суттєві помилки в організації роботи підприємства з боку споживання електроенергії[18,19].

9.2.1. Структурна схема АСКОЕ

Вирішення проблеми обліку енергоресурсів вимагає застосування автоматизованих систем обліку і контролю енергоресурсів, на рис. 9.2 зазначено три рівні АСКОЕ:

					ДП 2023 141	Арк.
						98
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

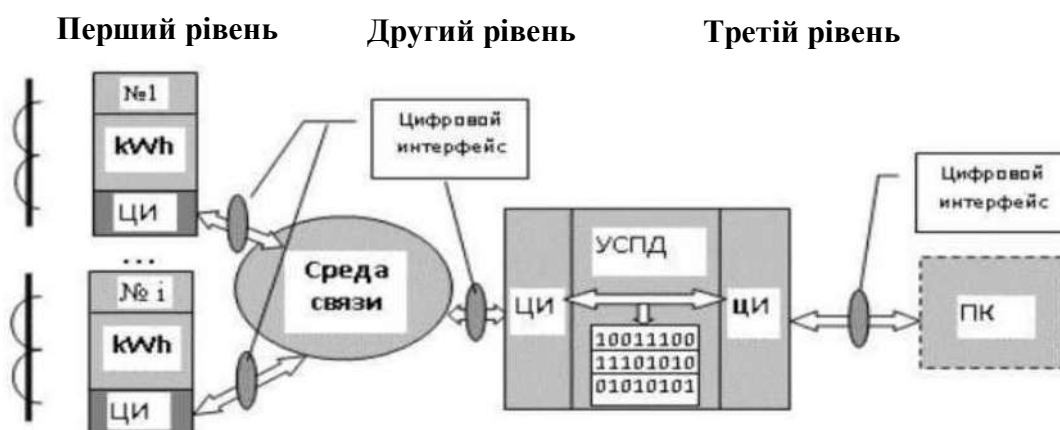


Рис.9.2- Загальна структурна схема автоматизованих систем.

Перший рівень - первинні вимірювальні прилади (ПВП) з цифровими або телеметричним виходами, що здійснюють з мінімальним інтервалом часу або безперервно з усередненням виміру параметрів енергообліку споживачів (споживання електроенергії, температуру, кількість енергоносія, потужність, тиск, кількість теплоти з енергоносієм) по точках обліку[19,20,21];

Другий рівень - пристрої збору та передачі даних (ПЗПД), спеціальні вимірювальні та контролюючі системи або багатофункціональні перетворювачі з вбудованим програмним забезпеченням енергообліку. Ці пристрої здійснюють усереднення добового та місячного збору вимірювальних даних з первинних вимірювальних приладів, обробку, накопичення та передачу цих даних на інші рівні[19,20,21];

Третій рівень - прилад або персональний комп'ютер (ПК) для збору та обробки даних із спеціалізованим програмним забезпеченням АСКОВЕ, який здійснює збір інформації з ПЗПД (або групи ПЗПД), остаточну обробку всієї інформації по точкам обліку і по групам - по підрозділам і об'єктам виробництва, відображення та запис в архів даних обліку у вигляді, зручному для аналізу і управління[19,20,21];

Четвертий рівень - сервер центру збору та обробки даних, який здійснює збір

інформації з ПК або стеку серверів центрів збору і обробки даних третього рівня, структурування і перерозподілення інформації по групах об'єктів обліку, відображення та документування даних обліку у вигляді, зручному для аналізу і управління, формування платіжних документів для розрахунків за енергоресурси [19,20,21].

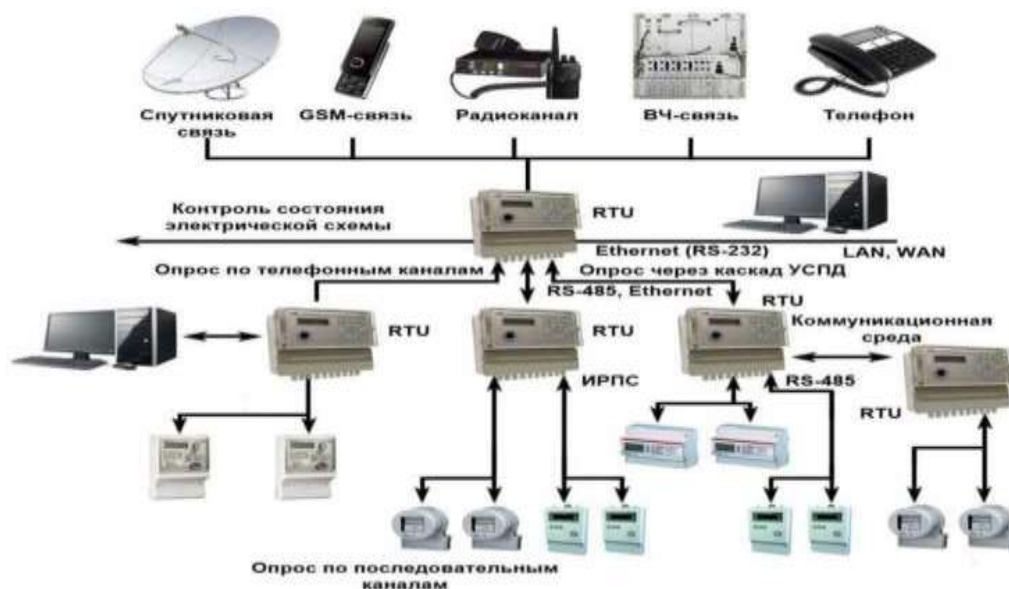


Рис. 9.3 Приклад структурної схеми АСКОЕ

На рис. 9.3 показана система АСКОЕ яка має забезпечувати гнучке налаштування та покращену діагностику з виводом даних в сервер та на екран. ПЗПД здійснює збір даних з імпульсних та цифрових лічильників, їх обробку та зберігання, передачу накопичених даних на верхній рівень. Також дає можливість вимірювання електричних величин та аналізування споживаної потужності.

Опитування даних здійснюється через каскад ПЗПД і по безпроводних каналах. Можливі передача даних за допомогою різних модемних з'єднань з використанням GSM-модемів і по виділених та комутованих лініях зв'язку, радіомодемів, супутникових модемів. Ethernet-з'єднання з лічильниками виконуються через Ethernet-сервер TCP / IP-COM[14].

9.2.2. Технічні засоби АСКОЕ

Основний компонент АСКОЕ є лічильник. Тільки він забезпечує вимір споживаних енергоресурсів і служить первинним джерелом даних для інших елементів системи.

Види і принцип дії лічильників

На даний момент автоматизований облік може застосовуватись до самих різних видів енергоресурсів. Це вимагає використання різних видів лічильників.

Найпоширенішими з них є:

- лічильники електричної енергії;
- лічильники газу;
- лічильники (вимірювачі) теплової енергії;
- лічильники гарячої та холодної води.

Найбільше використовуваними являються лічильники електроенергії[22].

Автоматизація обліку енергоресурсів перш за все, електроенергії стала можливою з появою і вдосконаленням електронних лічильників. У таких лічильниках використовуються твердо тільні датчики, що не мають рухомих елементів. Датчики перетворюють струм, що проходить в електричному колі, в вимірювальні імпульси, за допомогою яких визначається не тільки кількість спожитої електроенергії, а й інші числові параметри мережі, що дозволяє отримувати важливу аналітичну інформацію. Ключовим елементом електронного лічильника є мікропроцесор, який забезпечує високоточне вимірювання електричної енергії і безлічі параметрів електричної мережі: напруги, струмів, частоти, зрушень фаз та інших, реалізацію багато тарифного обліку. Лічильники АСКОЕ забезпечують автоматичну передачу інформації на наступний рівень системи, що виключає необхідність людської участі в зборі даних[22].

Лічильники для АСКОЕ можуть бути одно- і трифазними, останні - безпосереднього (прямого) і трансформаторного включення. Вони можуть мати різний клас точності, номінальну напругу, а також можуть відрізнятися за іншими ключовими параметрами. На рис. 9.4 показаний лічильний який відповідає всім

					ДП 2023 141	Арк.
						101
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

стандартам для підключення в систему АСКОЕ. Це дозволяє підібрати оптимальні пристрої для комплектації системи обліку в кожному конкретному випадку, виходячи з необхідної функціональності і економічної доцільності[22].



Рис.9.4 Лічильник електроенергії.

9.2.3. Переваги впровадження АСКОЕ

Для покращення ефективності роботи підприємства енергопостачання потребує максимальної оптимізації виробництва енергії, звідки виходить необхідність впровадження енергозберігаючих технологій, що можливо лише при використанні автоматизованої системи контролю та обліку енергоресурсів [19].

В енергетиці АСКОЕ - найточніша система вимірювання. Система створює налагоджений комерційний облік, локалізує втрати і розкрадання енергоресурсів, дозволяє аналізувати роботу кожного об'єкта, відповідно планувати дії з максимальною ефективністю. На додаток - це незамінний інструмент для вирішення спорів між енергопостачальними організаціями та споживачами[19].

Впровадження АСКОЕ може забезпечити значну економію коштів на оплату енергоресурсів. Це дозволяє зняти не обґрунтоване економічне навантаження з усіх груп споживачів і в першу чергу з підприємств бюджетної сфери. АСКОЕ веде до максимального скорочення втрат, а це в свою чергу дає можливість знайти ресурси на подальший розвиток[19].

					ДП 2023 141	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		102

АСКОЕ дає можливість автоматизації розрахунків зі споживачами, організації білінгу, що як правило, призводить до збільшення збору платежів з населення. Перспектива інтеграції з фінансово-розрахунковими структурами відкриває також великі перспективи: є можливість контролювати платежі і скорочувати терміни виставлення платіжних документів[19].

АСКОЕ створює порядок розрахунків за енергоресурси прозорим, як для постачальника, так і для споживача. Економічний ефект від АСКОВЕ по всіх техніко- економічних обґрунтуванням та висновками експертів - 10-15%.

Крім економічного ефекту, впровадження АСКОВЕ дозволяє значно поліпшити діяльність теплопостачальних підприємств і в інженерно-технічному аспекті. Інтегруючи АСКОВЕ в виробничу діяльність, можна реалізувати автоматизоване оперативне диспетчерське управління і контроль, підвищити оперативність аварійних служб, використовуючи непрямі розрахункові методики і аналіз - організовувати планово-попереджувальні ремонти і планувати технічне оновлення підприємства[19].

Система АСКОВЕ дозволяє отримати повну картину енергоспоживання і розподілу енергоресурсів, створює інвестиційну привабливість підприємства і надає можливість вирішити весь комплекс завдань по оптимізації енергопостачання об'єктів.

На додаток можна відзначити, що можливості сучасних комунікаційних систем та інформаційних технологій дозволяють реалізувати потужні, розгалужені АСКОВЕ в досить короткі терміни, а ефективність від впровадження АСКОВЕ підтверджена багаторічною практикою промислових підприємств[19].

9.2.4. Огляд протоколів передачі даних АСКОВЕ

Технологія Modbus - використовується в різних галузях автоматизації, в тому числі і в приладах обліку електроенергії. Даний протокол виконаний на архітектурі ведучий/ведений, він може використовуватися для передачі даних через послідовні інтерфейси RS 485/422/232, а також через мережі TCP / IP.

					ДП 2023 141	Арк.
						103
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Використовує типи даних - одно бітові (Coils/discrete inputs) і цілочисельні (Input/holding registers). До переваг цього протоколу належать: відкритість, простота, масове поширення, не велика цінність технології[23].

Але, для поставлених задач обліку цей протокол підходить не повністю. Його недоліки:

- 1) впізнає метод передачі тільки двох типів даних;
- 2) не регламентує початкову ініціалізацію системи. Прописування мережесовіадрес в системі параметрів потрібно виконувати в ручну;
- 3) не має передачі повідомлень з ініціативи підлеглого пристрою (переривань);
- 4) масштаб запиту обмежений, а дані можуть бути опитані тільки з послідовно розташованих реєстрів[23];
- 5) не передбачений спосіб, за допомогою якого підлеглий пристрій могло б виявити втрату зв'язку з провідним;
- 6) відповідність реєстрів типам вимірювань і вимірювальним каналам не регламентовано[23].

Практично це може призводити до несумісності протоколів лічильників різних типів навіть одного виробника і до необхідності підтримки великого числа протоколів і їх модифікацій вбудованим ПО ПЗПД (при дворівневої моделі опитування - ПО сервера збору) з обмеженою можливістю повторного використання програмного коду[23].

З використанням виборчого проходження протоколу виробниками (використання нерегламентованих алгоритмів підрахунку контрольної суми, зміна порядку проходження байтів і т. д.) Ситуація складається не в користь даного протоколу [23].

RTU фрейм

У режимі **RTU** усі сповіщення повинні починатися та закінчуватися інтервалом тиші - тривалістю передачі не менше 3,5 символів при заданій швидкості в мережі[24].

Першим передається адреса пристрою. Далі переходить у інтервал тиші

					ДП 2023 141	Арк.
						104
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

тривалістю не менше 3,5 символів. Фрейм сповіщення передаються безперебійно. Нове сповіщення починається після інтервалу тиші. Якщо інтервал тиші тривалістю 1,5 виник під час передачі фрейму, приймаючий пристрій ігнорує цей фрейм. Тобто, нове сповіщення має починатися не раніше 3,5 інтервалу, оскільки в цьому випадку буде виникати помилка. При швидкості 9600 біт / с і 11 бітах в кадрі (стартовий біт + 8 біт даних + біт контролю парності + стоп-біт): $3,5 * 11 / 9600 = 0,00401041[s]$, тобто більше 4 мс; $1,5 * 11 / 9600 = 0,00171875[s]$, тобто більше 1 мс. Для швидкостей більше 19200 біт допускається використовувати інтервали 1,75 і 0,75 мс відповідно [24].

Протокол M BUS

Характерною галуззю його використання являється переважно облік тепла та води, також можливий облік електроенергії та газу. Архітектура шини ведучий/ведений[24].

Використовується стандартний телефонний кабель, шина напівдуплексна, допустимі швидкості передачі даних 300 ... 9600 біт / с. Кількість пристроїв в мережі - до 250 од. Дальність роботи в стандартній конфігурації до 1000 м. Логічна одиниця передається рівнем 36 В, з можливістю споживання від лінії струму до 1,5 мА, логічний нуль передається напругою 24 В на мастер пристрої. Майстер передає дані змінюючи напругу на лінії: логічної «1» відповідає 36 В, логічно «0» відповідає 12 ... 24 В[24].

Ведений пристрій передає дані навантаженням лінії: в пасивному стані (логічна «1») струм навантаження на лінію зв'язку повинен бути <1,5 мА і не мінятися під час відсутності передачі. Для передачі логічного «0» ведений пристрій збільшує струм споживання до 11 ... 20 мА. Відповідно майстер відстежує зміну струму навантаження, визначаючи логічний «1» як незмінний струм, а збільшення струму споживання - як логічний «0»[24].

Стандарт ретельно оптимізований для зниженого споживання і дозволяє обходитися без окремого зовнішнього джерела живлення кінцевого пристрою, використовуючи внутрішню батарею та живлення від самої лінії, також відсутня

					ДП 2023 141	Арк.
						105
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

необхідність дотримуватися полярності. Специфікований також варіант M Bus для бездротових мереж - Wireless M Bus (частота пристроїв 868,95 МГц)[24].

Протокол добре опрацьований, його основними плюсами є:

- 1) архітектура мережі (кручена пара) може бути практично в будь-якій топології (крім закільцьованих);
- 2) гарантована передача даних щодо невеликого обсягу від великого числа приладів обліку на відстань до декількох кілометрів в умовах високого рівня перешкод;
- 3) помірна вартість обладнання і витрати на установку та експлуатацію;
- 4) простота розширення системи протягом експлуатації;
- 5) пасивне електроживлення інтерфейсу Slave- пристроїв;
- 6) з розвитком стандарту пропонується криптографічний захист даних за допомогою симетричного шифру AES[24].

Недоліки протоколу:

- 1) застосування тільки в тих завданнях, де не критична низька швидкість переданих даних;
- 2) достовірність даних, що передаються типам вимірювань і вимірювальним каналам не регламентовано;
- 3) обмежений вибір обладнання на енергетичному ринку для побудови мереж M Bus. Недолік довідкової та технічної документації.[24]

Стандарт PLC

Галузь застосування протоколу PLC в основному є збір даних з електролічильників. Також інколи допускається підключення витратомірів, тепло лічильників, газових коректорів. Середовище передачі даних - електромережі середнього (4 ... 30 кВ) і низької напруги (0,2 ... 0,4 кВ). Для обміну даних використовуються різні види модуляції електричного сигналу (S FSK, SS-FFH, OFDM, DCSK). Існують мережі PLC-I і PLC-II. Мережі PLC-I можуть виконувати статистичні функції, тобто збір та обробку інформації за певні часові відрізки, на підставі якої виробляються аналіз і розрахунки за спожиті види енергії[25].

					ДП 2023 141	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		106

Система побудована на основі обладнання PLC-II, окрім можливості статистичного обліку, також має можливість виконувати оперативно - вимірювальні функції, тобто в режимі наближеному до режиму реального часу, відслідковувати споживання та якість енергоносіїв. Також через PLC-II можна управляти навантаженням (вмикати / вимикати споживачів). Основне призначення обладнання PLC-I - побудова недорогий АСКОЕ побутових споживачів. При необхідності отримання більш широкого набору даних необхідно розгортати більш дорогі мережі PLC-II. На більшості об'єктів зв'язок для PLC-I забезпечується на відстані 400 ... 800 м; на нових мережах, виконаних самонесучим проводом, - до 1000 метрів. Для збільшення цієї відстані потрібні ретранслятори. Застосування ретрансляторів збільшує відстань упевненого прийому в 1,5 ... 1,8 рази[25].

До переваг цього способу зв'язку відносяться:

- здешевлення і спрощення монтажу за рахунок відсутності необхідності прокладати додаткові інформаційні кабелі для збору даних. Це особливо важливо, коли потрібно зберегти інтер'єр приміщень, або якщо збір даних ведеться з територіально розкиданих лічильників[25];

- пусконаладжувальні роботи не вимагають певної особливої кваліфікації можуть виконуватися силами місцевих працівників. При правильному монтажі обладнання PLC зв'язку не потребує налагодження[25].

Недоліки:

- максимальна довжина лінії зв'язку сильно залежить від якості силового кабелю і від наявності перешкод від підключеного обладнання. У разі неякісної силової лінії інколи унеможлиблюється використання для передачі даних[25];

- Вузький вибір переданих даних в найбільш поширених недорогих мережах PLC-II[25];

- незважаючи на наявність стандарту, кожен виробник використовує свої закриті протоколи обміну даними, а часто і свої способи модуляції сигналу. Тому застосування різних PLC- пристроїв в рамках однієї мережі 0,4 кВ

					ДП 2023 141	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		107

проблематично, а часто і просто неможливо. Відповідно з один раз обраним постачальником доведеться працювати довгі роки[25];

- досить складні технічні рішення при необхідності встановлення зв'язку між приладами, що знаходяться на декількох понижуючих підстанціях, підключених до однієї лінії і базовою станцією, також знаходиться на одній з цих підстанцій.[25]

GSM

Протокол GSM застосовується для передачі даних про енергоспоживання як від ПЗПД в Енергозбут, так і від лічильників в УСПД. У системах застосовуються як зовнішні GSM-модеми (Cinterion MC52i, Conel ER75i (Siemens), УСД-01 (02), Комунікатор GSM/GPRS, GSM-GPRS комунікатор «Гран-GPRS» та ін.) так і вбудовані в лічильники електроенергії і УСПД («Гран-Електро СС-301», «MTX 3Rxx.xx.xxx- GO4», «Альфа A1140, A1700, A1800», «Енергоміра СЕ301, СЕ303», УСПД «СЕМ- 3», «164-01Б», «Роутер MTX RT6L1E5 / G-3», «Роутер RTR LV / GSM» і ін.)[26].

Велика кількість мереж GSM працюють у межах 900 МГц - 1800 МГц. Деякі країни Америки Використовують діапазоні 850 МГц та 1900 МГц, оскільки стандартні діапазони 900 та 1800 МГц зайняті іншими системами. Діапазони 400 та 450 МГц використовують у деяких країнах [26].

Смуга у 25 МГц ділиться на 124 канали (несучі), кожен має ширину у 200 кГц. Часове розділення каналів (TDMA) дає можливість у кожному каналі розміщувати 8 повно-швидкісних (full-rate) чи 16 напів-швидкісних (half-rate) голосових каналів[26].

Переваги:

Велике покриття території та великий вибір обладнання.

Недоліки:

Оператором знімається плата за послугу передачі даних в залежність від працездатності обладнання оператора зв'язку, рівень GSM-сигналу в спец-приміщеннях часто низький, що вимагає змін в монтажу системи додавати певні

					ДП 2023 141	Арк.
						108
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

компоненти [26].

9.3. Автоматизація обліку електричної енергії

Об'єкти господарювання повинні впроваджувати АСКОЕ згідно Інструкції і інших нормативних документів з метою[27]:

1. «Точність передавання інформації з приладів обліку електроенергії за рахунок автоматизації процесів передавання»[27];
2. «Погодинний облік споживання, вироблення, передавання електроенергії членами об'єднаного ринку електроенергії України[27]»;
3. «Достовірність даних щодо обліку спожитої електричної енергії за допомогою верифікації даних та складання балансу електроенергії на електростанціях[27]»;
4. Зниження втрат електроенергії[27];
5. Збільшення швидкості передачі, комфорту та оброблення інформації[27];
6. Контроль за виконанням графіка навантаження кожного блоку електростанцій[27];
7. Проведення розрахунків за електроенергію.

«Після повного встановлення АСКОЕ та завершення монтажних робіт всіх необхідних складових, функціонування системи в цілому повинно пройти дослідну експлуатацію з терміном перевірки не менше одного кварталу та протягом якого необхідно усунути виявлені недоліки після чого в порядку необхідності провести метрологічну атестацію окремих складових устаткувань АСКОЕ. Повна перевірка на правильність функціонування системи АСКОЕ відбувається при її введення в експлуатацію та проведенні приймальних випробувань з оформленням відповідного акту»[27].

«Допускається поетапне введення в експлуатацію систем АСКОЕ з можливістю тимчасової роботи окремих її елементів».

Експлуатацію ремонт та обслуговування АСКОЕ здійснює Оператор на якого зареєстрована дана система.

					ДП 2023 141	Арк.
						109
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

«Під час виконання робіт у системах вимірювальної техніки, трансформаторів струму, напруги та приладів обліку в результаті чого може бути порушено функціонування системи комерційного обліку, або внесені похибки то в даному випадку слід дотримуватися необхідного порядку їх виконання відповідно до затверджених правил[27]».

При завершенні облікової доби Оператор повинен:

1. Організовувати збір даних та занесення до бази облікової інформації від лічильників, які включені в АСКОЕ;
2. Створювати за встановленою формою дані перетікання електроенергії та передавати їх до головного Оператора[27];
3. «Узгоджувати дані по встановленим точкам обліків об'єднаного ринку електроенергії України»[27];
4. «Провести перевірку достовірності та повноти даних отриманої з облікових лічильників[27]».

Основне призначення методики є визначення втрат електричної енергії на різних елементах мережі, трансформаторах, лініях передач. Дану інформацію про втрати в устаткуваннях електричної мережі враховують при фінансових розрахунках між енергопостачальними організаціями та споживачами електроенергії для складання балансів перетікання електроенергії.

Втрати електричної енергії в мережі чи її елементах визначають як різницю показників лічильників встановлених на ввіді та виході електричної мережі в встановлений термін по результатам вимірювань[28].

При визначенні втрат електроенергії в мережі чи її елементах необхідно також зазначати перетікання як активної так і реактивної електроенергії. Коли встановлені лічильники обліку електроенергії, що не враховують реактивну електроенергію то її перетікання до моменту заміни лічильника обліку активно/реактивної електроенергії слід визначати за Методикою обчислення плати за перетікання реактивної енергії[28].

Однолінійна розрахункова схема електропостачання ділянки електричної

					ДП 2023 141	Арк.
						110
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

мережі від точки вимірювання до межі балансової належності із необхідними параметрами для розрахунків, а також формули з контрольним розрахунком електричної енергії повинні зазначатися в договорі про постачання електричної мережі, що підписується сторонами договірних відносин[28].

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ

АСКОЕ (автоматизована система комерційного обліку електричної енергії) – це скупчення в єдину систему локального устаткування збору і обробки даних (ЛУЗОД) приладів обліку, пристроїв приймання, обробки, відображення, каналів передачі інформації та реєстрації інформації. В даному розділі розглянуто різницю між двома суміжними та схожими між собою системами. Описана вся структурна характеристика даної системи. Описані всі складові які відносяться сюди, розписані їх характеристики. Описані всі процеси які система АСКОВ охоплює. Також описані всі нормативні документи які потрібно дотримуватися про проектуванні системи, всі вимоги які стосуються і потребують виконання для проектування та встановлення даної системи в комерційну систему, всі етапи які АСКОВ проходить перед отриманням дозволу для встановлення в комерційні кола.

					ДП 2023 141	Арк.
						111
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВОК

У даному дипломному проєкті було виконане проектування системи електропостачання Львівського комплексу по виробництву керамічної плитки.

На першому етапі проектування був здійснений розрахунок електричних навантажень комплексу. Основними електроприймачами комплексу є: технологічне устаткування, опалювально-вентиляційне устаткування. Деякі з електроприймачів є однофазними, тому був виконаний рівномірний розподіл їх по фазах. Розрахунок електричних навантажень фабрики був виконаний методом упорядкованих діаграм і частково методом коефіцієнта попиту. Підсумком розрахунку електричних навантажень став розрахунок сумарного навантаження трансформаторної підстанції, яке становить 1506 кВА.

Після розрахунку навантажень, на підставі сумарної потужності, яка була визначена при розрахунку навантажень, був виконаний вибір числа і потужності трансформаторів. Були прийняті до установки два трансформатори 2хТМЗ - 1000 - 10/0,4. Компонування трансформаторної підстанції включило в себе вибір устаткування розподільних пристроїв РП-10 кВ і РП-0,4 кВ. РП-10 кВ було укомплектовано камерами КСО-393, а РП-0,4 кВ - панелями ЩО94.

Наступним етапом проектування став вибір і перевірка високовольтних електричних апаратів, у ході виконання якого як ввідний автомат у РП-10 кВ був обраний вимикач ВНА-10/630-20з. Виконана перевірка показала, що даний вимикач до установки придатний, тому що він задовольняє всім умовам вибору.

Після вибору високовольтного устаткування був здійснений вибір

					ДП 2023 141			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ВИСНОВОК	Літ.	Арк.	Аркушів
Розробив		Гавриленко В.						
Перевірив		Шестеренко					112	
Зав.кафедр.						ННІТІ ім. акад. І.С.Гулого, ЕЛ4-3		
Н. Контр.								
Затвердив		Балюта С.М						

низьковольтного устаткування, що включив у себе: вибір типу силових розподільних щитів, вибір кабелів, що живлять силові розподільні щити, вибір автоматів захисту на вводі в силові розподільні щити, вибір кабелів, що живлять окремі електроприймачі та вибір автоматів, що захищають окремі електроприймачі.

У наступному розділі даного дипломного проекту був виконаний вибір схеми зовнішнього електропостачання, у результаті якого як живильна лінія була прийнята кабельна лінія КЛ-10 кВ. Вибір кабелю живильної мережі був зроблений по трьох умовах: по тривалому струмі, по економічній густині струму і по струму короткого замикання. За отриманими результатами був прийнятий до установки кабель із паперовою ізоляцією ААБ-10 кВ, перерізом 3х95 мм².

В економічній частині даного дипломного проекту були розглянуті можливі варіанти виконання схеми зовнішнього електропостачання - кабельна і повітряна лінії. Методом приведених витрат були розраховані витрати на експлуатацію кабельної і повітряної ліній. У результаті порівняння отриманих значень був зроблений висновок, що кабельна лінія є економічно вигідна.

Завершальна частина дипломного проекту представлена розділом «Охорона праці». У цьому розділі були описані міри захисту від ураження електричним струмом, заходи пожежної безпеки, також був зроблений розрахунок заземлення трансформаторної підстанції і виконаний блискавкозахист будівлі комплексу по виробництву керамічної плитки.

					ДП 2023 141	Арк.
						113
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Шестеренко В.Є. Системи електроспоживання та електропостачання промислових підприємств. Підручник. – Вінниця: Нова книга, 2004 р. – 656 с.
2. Сірий О.М. Системи електроспоживання: розрахунки, вибір обладнання: навч. посіб. /О.М.Сірий; М-во освіти і науки, молоді та спорту України, Нац. ун-т харч. технол. – К.: НУХТ, 2011. – 319 с.
3. Рудницький В.Г. Внутрішньоцехове електропостачання. Курсове проектування: Навчальний посібник. – Суми: ВТД «Університетська книга», 2007 р. – 280 с.
4. 6. Правила улаштування електроустановок (ПУЕ). Затверджено Наказом Міністерства енергетики та вугільної промисловості України від 21.07.2017 р. № 476.
5. ПУЕ «Правила улаштування електроустановок».
6. Коновалова Л.Л, Рожкова Л.Д. «Электроснабжение промышленных предприятий и электроустановок» Москва, Энергоатомиздат 1989г.
7. Федоров А.А., Каменева В.В. «Основы электроснабжения промышленных предприятий» Москва, Энергоатомиздат 1984г.
8. Справочник по проектированию электроснабжения под ред. Барыбина Ю.Г., Федорова Л.Е., Зименкова М.Г., Смирнова А.Г, Москва Энергоатомиздат 1990г.
9. Справочник по электроснабжению и электрооборудованию под общей ред. Федорова А.А, Москва Энергоатомиздат, 1987г.
10. Справочник по электроснабжению промышленных предприятий под общей ред. Федорова А.А, Сербиновского Г.В., в двух книгах, Москва Энергия, 1973г.

					ДП 2023 141			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Список літератури	Літ.	Арк.	Аркушів
Розробив		Гавриленко В.						
Перевірив		Шестеренко					114	
						ННІТІ ім. акад. І.С.Гулого, ЕЛ4-3		
Н. Контр.								
Затвердив		Балюта С.М						

- 11.Справочная книга для проектирования электрического освещения под ред. Кнорринга Г.М., Ленинград, Энергия, 1976г.
- 12.Федоров А.А, Старкова Л.Е «Учебное пособие для курсового и дипломного проектирования», Москва Энергоатомиздат, 1987г.
- 13."NovaSys. Advanced Metering Infrastructure" (Автоматизированная система контроля и учета энергоресурсов). Бытовой сектор. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: URL; <http://www.nik.net.ua/ru/category/AMI-residential>.
- 14.Современные способы автоматического управления энергосбережением на промышленных предприятиях [Электронный ресурс]. - Режим доступа: URL:<http://masters.donntu.org/2012/etf/khara/diss/index.htm>.
- 15.Системы ЛУЗОД/АСКОЕ [Электронный ресурс]. - Режим доступа: URL: https://kyivenergo.ua/ee-company/sistemi_luzodaskoe
- 16.Внедрение систем учета АСКУЭ/ЛОСОД [Электронный ресурс]. - Режим доступа: URL: <http://eneko.ua/ru/p/vnedrenie-sistem-ucheta-askuelosod/>.
- 17.Системы аискуэ и аскуэ: функции, виды и достоинства [Электронный ресурс]. - Режим доступа: URL: <https://elektro.guru/dlya-proizvodstva/sistemy-aiskue-i-askue-funkcii-vidy-i-dostoinstva.html#hcq=UaO7gRq>.
- 18.Автоматизовані системи комерційного обліку електроенергії [Электронный ресурс] - Режим доступа: URL: <http://masters.donntu.org/2013/etf/dolgikh/diss/indexu.htm>.
- 19.Что такое АСКУЭ? [Электронный ресурс]. - Режим доступа: URL: <http://stack-it.ru/cto-takoe-askue/>.
- 20.Гельман Г.А. Автоматизированные системы управления электроснабжением промышленных предприятий. [Текст] / - М.: Энергоатомиздат, 1984. - 255 с.

					ДП 2023 141	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		115

- 21.Лекція № 14 автоматична система контролю та обліку електроенергії [Електронний ресурс]. - Режим доступу: URL: <http://uadoc.zavantag.com/text/30740/index-4.html>.
- 22.Счетчики электроэнергии аську [Електронний ресурс]. - Режим доступу: URL: <http://www.ackye.ru/activities/schetchiki-elektroenergii-askue/>.
- 23.Обзор протоколов передачи данных приборов учета [Електронний ресурс]. - Режим доступу: URL: <http://www.mzta.ru/mzta/items/obzor-protokolov-peredachi-dannykh-priborov-ucheta-dlya-rossijskogo-rynka>
- 24.Modbus [Електронний ресурс]. – Режим доступу: URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Modbus>.
- 25.Обзор протоколов передачи данных приборов учета [Електронний ресурс]. - Режим доступу: URL: <http://www.mzta.ru/mzta/items/obzor-protokolov-peredachi-dannykh-priborov-ucheta-dlya-rossijskogo-rynka>
- 26.GSM [Електронний ресурс]. - Режим доступу: URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/GSM>.
- 27.Наказ Міністерства енергетики та вугільної промисловості України, «Визначення технологічних втрат електричної енергії в трансформаторах і лініях електропередавання», 2011, №532, ст.65.
- 28.Наказ Міністерства енергетики та вугільної промисловості України «Про затвердження правил улаштування електроустановок», 2017, №476, ст.759.

					ДП 2023 141	Арк.
						116
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		