

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

(повне найменування вищого навчального закладу)

Центр перепідготовки та післядипломної освіти

(назва факультету)

Кафедра електричної інженерії

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(освітній ступінь (освітньо-кваліфікаційний рівень))

на тему:

Розробка системи електропостачання промислового підприємства

для забезпечення надійності роботи

Виконав(ла): студент(ка) II курсу, групи ЕЕД-2
спеціальності 141

електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

(шифр і назва спеціальності)

(підпис) Брич Б. В.
(прізвище та ініціали)

Керівник _____
(підпис) Бабюк С. М.
(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль _____
(підпис) Вакуленко О. О.
(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри _____
(підпис) Тарасенко М. Г.
(прізвище та ініціали)

Рецензент _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

Тернопіль
2020

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет Центр перепідготовки та післядипломної освіти
(повна назва факультету)

Кафедра Електричної інженерії
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

(підпис) Тарасенко М. Г.
(прізвище та ініціали)

« 22 » червня 2020 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня магістр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 141 – електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
(шифр і назва спеціальності)

студенту Бричу Богдану Васильовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка системи електропостачання промислового підприємства для забезпечення надійності роботи

Керівник роботи Бабюк Сергій Миколайович, к.т.н.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 16 » червня 2020 року № 4/7-545

2. Термін подання студентом завершеної роботи 10 грудня 2020 року

3. Вихідні дані до роботи Головна схема електричних з'єднань підприємства, графіки електричних навантажень підприємства, план розташування та технічні характеристики електрообладнання, паспортні дані та технічна документація на комутаційне обладнання.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Аналітичний розділ

2. Розрахунково-дослідницький розділ

3. Проектно-конструкторський розділ

4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

1. Однолінійна схема живлення підприємства 1л. ф – А1

2. План розташування силового електрообладнання у виробничих цехах 1л. ф – А1

3. План розміщення мережі електроосвітлення у виробничих цехах 1л. ф – А1

4. План розміщення силового електрообладнання та мережі освітлення в приміщеннях адміністративного призначення 1л. ф – А1

5. Розміщення силового електрообладнання в трансформаторній підстанції 1л. ф – А1

6. Схема грозозахисту та заземлення трансформаторної підстанції 1л. ф – А1

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Гурик О. Я. к.т.н., доцент		
	Стручок В.С., старший викладач		
Нормоконтроль	Вакуленко О.О., старший викладач		

7. Дата видачі
завдання

24 червня 2020 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	01.08.2020	
2	Аналітичний розділ	01.09.2020	
3	Розрахунково-дослідницький розділ	01.10.2020	
4	Проектно-конструкторський розділ	01.11.2020	
5	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	01.12.2020	
6	Висновки	01.12.2020	
7	Оформлення пояснювальної записки	10.12.2020	
8	Оформлення графічної частини	10.12.2020	

Студент

_____ (підпис)

Брич Б. В.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Бабюк С. М.

_____ (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Брич Б. В. Розробка системи електропостачання промислового підприємства для забезпечення надійності роботи. 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка. Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. Центр перепідготовки та післядипломної освіти. Кафедра електричної інженерії, група ЕЕД-2. – Тернопіль.: ТНТУ, 2020.

Стор.– 72; рис. - ; табл. - 11; креслень - 6; джерел - 18; додатків - _.

В даній роботі здійснено розробку системи електропостачання промислового підприємства для забезпечення надійності роботи.

Проведено розрахунок електричних навантажень фабрики. Виконано вибір числа і потужності трансформаторів. Також вибрано та проведено перевірку високовольтних електричних апаратів. Здійснено вибір низьковольтного обладнання, який включив: вибір типу силових розподільних щитів, вибір кабелів, що живлять силові розподільні щити, вибір автоматів захисту на введенні в силові розподільні щити, вибір кабелів, що живлять окремі електроприймачі і вибір автоматів, що захищають окремі електроприймачі. Виконано вибір схеми зовнішнього електропостачання, в результаті якого як живляча лінія прийнято кабельну лінію КЛ-10 кВ.

Перелік ключових слів: ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ, КАБЕЛЬНА ЛІНІЯ, РОЗПОДІЛЬЧИЙ ПРИСТРІЙ, СПОЖИВАЧІ, ТРАНСФОРМАТОР, ЗАЗЕМЛЕННЯ, ГРОМОЗАХИСТ, КОМУТАЦІЙНИЙ АПАРАТ.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ	9
1.1 Інженерно-технічні характеристики підприємства	9
1.2 Опис технологічного процесу виробництва керамічної плитки	11
1.2.1 Складання сировини	12
1.2.2 Переробка, зволоження і просушування грануляту	12
1.2.3 Сушка грануляту на розпорошувальній сушарці	13
1.2.4 Формування плиток і їх сушка	14
1.2.5 Глазурування і декорування плиток	14
1.2.6 Випалення плиток	16
1.2.7 Сортування і упаковка	16
1.2.8 Складання і відправка готового продукту	17
1.3 Визначення завдань кваліфікаційної роботи	17
1.4 Висновки до розділу	18
2 РОЗРАХУНКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ	19
2.1 Визначення розрахункової потужності технологічного обладнання	21
2.1.1 Розрахунок навантаження вузла РЦ1	23
2.1.2 Розрахунок навантаження вузла РЦ2	23
2.1.3 Розрахунок навантаження вузла РЦ3	24
2.1.4 Розрахунок навантаження вузла РЦ4	25
2.1.5 Розрахунок навантаження вузла РЦ5	26
2.2 Визначення потужності опалювально-вентиляційного обладнання	27
2.2.1 Приведення однофазного навантаження до трифазного	27
2.2.2 Визначення розрахункової потужності	29
2.3 Визначення розрахункової потужності обладнання котельною	30
2.4 Визначення розрахункової потужності освітлювального обладнання	31

2.4.1	Визначення розрахункового навантаження вузла ЩО1	33
2.4.2	Визначення розрахункового навантаження вузла ЩО2	34
2.5	Визначення сумарного розрахункового навантаження на ТП	34
2.6	Висновки до розділу 2	36
3	ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	37
3.1	Розробка трансформаторної підстанції	37
3.1.1	Вибір числа і потужності трансформаторів	38
3.1.2	Компенсація реактивної потужності	39
3.1.3	Компонування розподільного пристроїв РП-10 кВ	42
3.2	Вибір і перевірка високовольного електрообладнання	43
3.3	Вибір схеми внутрішньоцехового електропостачання і низьковольтного електрообладнання	45
3.3.1	Вибір типу корпусу силового розподільного щита РЩ2	46
3.3.2	Вибір автоматів захисту для силового розподільного щита РЩ2	46
3.3.3	Вибір кабелю, що живить силовий розподільний щит ЩР2	47
3.3.4	Вибір автоматичного вимикача, що захищає ЕП СС300	47
3.3.5	Вибір кабелю, що живить ЕП СС300	48
3.4	Вибір схеми зовнішнього електропостачання	51
3.4.1	Вибір кабелю живлячої мережі	52
3.5	Розрахунок заземлення	56
3.6	Грозозахист	59
3.7	Висновки до розділу 3	61
4	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	62
4.1	Небезпечні та шкідливі чинники виробництва	62
4.2	Заходи пожежної профілактики	65
4.3	Вимоги до проектування й побудови промислових підприємств	67
	ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	69
	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	71

ВСТУП

Актуальність проблеми.

Однією з найголовніших проблем в промисловій енергетиці є енергозбереження і економія матеріальних, а також трудових ресурсів. Сюди можна віднести, наприклад випуск менш матеріаломістких, але надійніших і довговічніших виробів, повніше використання вторинних сировинних і енергетичних ресурсів, підвищення ККД енергоустановок, зменшення втрат електричної енергії.

Важливим резервом економії електроенергії в промисловості, на сьогоднішній день, є застосування енергозберігаючих технологій (вдосконалення існуючих і розробка нових).

Економія електроенергії означає передусім зменшення втрат електроенергії в усіх ланках системи електропостачання і в самих електроприймачах. Основними шляхами зниження втрат електроенергії в промисловості є наступні:

- раціональна побудова систем електропостачання при її реконструкції і проектуванні, що включає в себе застосування раціональної напруги, числа і потужності силових трансформаторів, загального числа трансформацій, місця розміщення підстанцій, схеми електропостачання, компенсації реактивної потужності та ін.;

- зниження втрат електроенергії в діючих системах електропостачання, управління, що включає, режимами електроспоживання, регулювання напруги, обмеження холостого ходу електроприймачів, модернізацію існуючого і застосування нового, економічнішого і надійнішого технологічного і електричного обладнання, застосування економічно доцільного режиму роботи силових трансформаторів, заміну асинхронних двигунів на синхронні, де це можливо, автоматичне управління освітленням протягом доби, підвищення якості електричної енергії;

- нормування електроспоживання, розробка науково підтверджених норм питомих витрат електроенергії на одиницю продукції; нормування електроспоживання припускає наявність на підприємствах надійних систем обліку і контролю витрати електроенергії;

- організаційно-технічні заходи, які розробляються конкретно на кожному підприємстві з урахуванням специфіки його роботи.

Мета і завдання дослідження.

Основною метою роботи є розробка та впровадження заходів для підвищення надійності роботи електроенергетичного обладнання, шляхом модернізації системи електропостачання.

Поставлена в роботі мета вимагає вирішення наступних задач:

- аналіз інженерно-технічних характеристик підприємства;
- розрахунок електричних навантажень підприємства;
- вибір числа і потужності трансформаторів;
- вибір та перевірка високовольтних електричних апаратів;
- вибір низьковольтного обладнання, який включає в себе: вибір типу силових розподільних щитів, вибір кабелів, що живлять силові розподільні щити, вибір автоматів захисту на вводах в силові розподільні щити, вибір кабелів, що живлять окремі електроприймачі і вибір автоматів, що захищають окремі електроприймачі;

- вибір схеми зовнішнього електропостачання.

Об'єкт дослідження – розподільна електрична мережа.

Предмет дослідження – заходи підвищення надійності роботи системи електроспоживання промислового підприємства.

Наукова новизна отриманих результатів.

– Дістало подальший розвиток розробка та впровадження заходів для підвищення надійності роботи системи електроспоживання промислового підприємства.

Практичне значення отриманих результатів.

Впровадження запропонованих заходів підвищення надійності роботи

електроенергетичного обладнання дозволить знизити збиток від порушення нормального режиму роботи споживачів електроенергії.

Апробація. Основні положення та результати досліджень доповідались та обговорювались на ІХ Міжнародній науково-технічній конференції молодих вчених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“ (2020), на базі Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя.

Структура роботи. Робота складається зі вступу, 4 розділів, висновків, переліку посилань (18 найменувань).

Загальний обсяг текстової частини – 72 сторінки.

1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Інженерно-технічні характеристики підприємства

Електроприймачі підприємства із виробництва керамічної плитки по мірі надійності електропостачання в основному відносяться до споживачів II категорії, за винятком пункту пожежної сигналізації і пожежних насосів, які відносяться до споживачів I категорії.

Таблиця 1.1 – Перелік технологічного обладнання

№ з/п	Позн. на плані	Найменування обладнання	К-ть	$S, \text{кВА}$	$P, \text{кВт}$	$\cos\varphi$	K_e
1	2	3	8	4	6	5	7
1	СВ007	Щит керування гранулюванням	1	9,8	7,4	0,75	0,8
2	СВ040	Таль електрична	1	3,14	2,2	0,7	0,75
3	СВ370	Система електронного зважування	1	0,3	0,27	0,9	0,6
4	СВ5480	Установка пиловидалення	1	18,9	16,1	0,85	0,5
5	СС001	Дозатор води для ванни	1	-	-	0,9	-
6	СС003	Дозатор води для млина	1	-	-	0,9	-
7	СС300	Пульт керування змішувачем	1	69	55,2	0,8	0,65
8	СС412	Барабанний млин	2	147	125	0,85	0,8
9	CD036	Вежа	1	111,8	95	0,85	0,8
10	CD200		1	16,9	12,2	0,72	
11	СЕ001	Лінія подання прес-порошку	1	9,2	6,4	0,7	0,6
12	СЕ009	Пристрій очищення	2	2,2	1,8	0,8	0,5
13	СЕ075	Прес	2	101	90,9	0,9	0,75
14	СЕ341	Система охолодження пресу	2	9,7	8,2	0,85	0,7
15	СЕ5482	Установка пиловидалення	1	18,9	16,1	0,85	0,5
16	СЕ751	Швидкісна сушарка	2	60	51	0,85	0,8
17	СF001	Таль електрична	1	3,14	2,2	0,7	0,75
18	СF101	Дозатор води	1	-	-	0,85	-
19	СF220	Барабанний млин	3	2,2	1,8	0,8	0,8

продовження таблиці 1.1

1	2	3	4	5	6	7	8
20	CF280	Барабанний млин	4	22	17,6	0,8	0,8
21	CF400	Щит керування змішувачем	1	17,1	13,7	0,8	0,65
22	CG001	Лінія глазурування	2	42,1	29,5	0,7	0,6
23	CG5472	Установка пиловидалення	1	11,8	10	0,85	0,5
24	CH030	Пристрій очищення	2	2	1,8	0,9	0,5
25	CH5001	Лінія переміщення	2	10	8,5	0,85	0,6
26	CH5008	Лінія переміщення	2	5	4,3	0,85	0,6
27	CH5011	Лінія сортування	2	10	8,5	0,85	0,6
28	CH5016	Пристрій розвантаження печі	2	10	8,5	0,85	0,55
29	CH6400	Піч роликів	2	149	119,2	0,8	0,75
30	C15901	Лінія сортування	2	15	12	0,8	0,6
31	C15902	Пакувальна машина	2	6	4,8	0,8	0,6

Таблиця 1.2 – Перелік опалювально-вентиляційного обладнання

Позначення на плані	Тип установки	Найменування обслуговуваного приміщення (технологічного обладнання)	К-ть	<i>U, В</i>	<i>P, кВт</i>
П1, П2	EOLO 30 AC	Склад сировини	2	230	0,68
П3, П4	EOLO 70 AC	Приготування глазури	2	230	1,26
П5-П7	EOLO 115 AC	Ділянка млинів	3	400	2,48
П8	EOLO 140 AC	Ділянка атомізатора	1	400	2,81
П9	EOLO 90 AC	Ділянка пресування	1	230	1,8
П10	EOLO 140 AC	Вивантаження з печей	1	400	2,81
П11	EOLO 50 AC	Те ж (душирування)	1	230	1,04
К11	КТ 70-40-4		1	400	3,6
П12	EOLO 140 AC	Лінія глазурування	1	400	2,81
КТ12/1, КТ12/2	КТ 100-50-6		2	400	3,8
П13, П14	EOLO 50 AC	Глазурування, завантаження печей (душирування)	2	230	1,04
КТ13, КТ14	КТ 70-40-4		2	400	3,6

продовження таблиці 1.2

1	2	3	4	5	6
П15-П18	EOLO 140 AC	Сортування упаковок	4	400	2,81
П19	EOLO 140 AC	Глазурування	1	400	2,81
П20	EOLO 140 AC	Упаковка	1	400	2,81
П21	КТ 60-35-4	АБК роздягальні, коридори	1	400	2,46
В1, В4-В7	К125 XL	Шафи одягу, комора	5	230	0,062
В2	До 315 L	С/В 1-й і 2-й поверх	1	230	0,32
В3	КТ 60-35-4	Роздягальні	1	400	2,46
В8	Кт 80-50-6	Компресорна установка	1	400	2,67
	З 4F 20	Автоматична насосна станція пожежогасіння			2,0

1.2 Опис технологічного процесу виробництва керамічної плитки

Виробництво керамічної плитки за технологією одноразового випалення засноване на переробці мінералогічної сировини, такої як глина, каолін, шпат, кварцевий пісок, крейда, доломіт на рідку керамічну масу, потім на сушці цієї маси з метою отримання гранулату. З отриманого гранулата на спеціалізованих пресах формуються плитки під високим тиском, а потім сушать. Висушені і сформовані плитки піддаються глазуруванню і декоруванню, які потім обпалюються. Температура випалення залежить від використовуваної сировини, типу керамічної маси, а також параметрів, яким повинна відповідати плитка. Обпалена плитка сортується, упаковується в коробки і встановлюється на піддони, які групуються, фольгуються і встановлюються на складі, готові до відвантаження.

Процес виробництва керамічної плитки за технологією одноразового випалення можна розділити на декілька етапів, які тісно зв'язані:

- складання сировини;
- переробка, зволоження і просушування грануляту;
- формування плиток та їх сушка;
- глазурування і декорування плиток;

- випалення плиток;
- сортування і упаковка готового продукту;
- складання;
- відправка споживачеві.

Далі представимо детальний опис основних етапів, безпосередньо пов'язаних з виробничим процесом.

1.2.1 Складання сировини

Сировина доставляється залізничними вагонами і вантажівками. По залізниці планується доставка композиту – відповідно до технологічної рецептури роздроблені і перемішані в певній пропорції сировинні складові. Постачання композиту здійснюватиметься з Донбасу (Україна). Сировина з шахт Кишинева доставлятиметься вантажним автотранспортом.

Фрити і барвники з європейських країн доставлятимуться також з-д і авто транспортом.

Розвантаження з-д вагонів робитиметься безпосередньо на заводі на спеціально спорудженій рампі.

Розвантажена сировина перевантажується в спеціальні бетонні бокси.

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

1.2.2 Переробка, зволоження і просушування грануляту

Зважена і завантажена у бункер-живильник суміш транспортується стрічковим конвеєром у барабанні млини через рухоме з'єднання, виготовлене з нержавіючої сталі. У млини окрім сировини заливається вода і добавки – рідке скло і поліфосфат натрію.

У млини заливається технологічна стічна вода, яка після використання в атомізаторі накопичується у бетонних підземних ваннах і по металевих трубах

подається у бункер-накопичувач. У воду додаються добавки-згущувачі і цей розчин подається в млини. Згущувачі протидіють седиментації (осіданні роздрібнених часток сировини на дні ємності) і через підтримку часток сировини у водній суспензії полегшують і укорочують промел у млинах. Промол маси робиться у барабанних млинах з футеруванням зі стійкої до стирання гуми. Обертальний рух здійснюється через привід електричного двигуна за допомогою клинових ременів на кожух млина. Кожен млин має лічильник обертів, на якому можна запрограмувати його роботу. Після отримання потрібних параметрів перемолу шлікер заливається через вібраційні сита в підземні залізобетонні ванни. Щоб протидіяти осіданню часток маси з шлікера на дні ємності він повинен безперервно перемішуватися лопатями змішувача. З великих накопичувачів шлікер перекачується в з-б ванну, яка знаходиться перед розпорошувальною сушаркою. З цієї ємності насоси подають шлікер в сушарку, в якій робиться гранулят.

1.2.3 Сушка грануляту на розпорошувальній сушарці

В результаті горіння газу в газовому пальнику нагрівається повітря, яке вентилятори подають в камеру згорання. Це повітря рухається через приводи з жаротривкої сталі і розганяється всередині сушарки через спеціально спрямовані отвори. Температура гарячого повітря має бути 550-600 °С. Після досягнення цієї температури починають роботу помп, які під тиском 12-20 атм. подають шлікер у внутрішньорозподільчу сушарку. Розпорошені через сопла краплі шлікера опускаються вниз під власною вагою, втрачаючи воду, що міститься в них. Гранулат формується у вигляді сфер, які складаються з роздроблених часток сировини. Падаючі вниз гранули потрапляють на клапан, що укладає конус сушарки, який під впливом ваги гранул відхиляється, гранули виходять назовні і потрапляють на вібросито, на якому відбувається сепарація надрешетного продукту. Просіюючись на віброситі гранулят падає на стрічковий конвеєр, яким він транспортується в 4 силоси зберігання.

У конусній частині сушарки знаходиться труба, що засмоктує зсередини сушарки повітря, насичене водяною парою. Тиск всмоктувального вентилятора такий, що він також засмоктує частки пилу, який виник під час сушки. Частки пилу потрапляють на гідроциклон, в якому здійснюється відділення повітря, яке вентилятор через димар виводить назовні. Пил з циклону повторно завантажується в млини, щоб отримати гранулат необхідного діаметру. Збережений гранулат за допомогою системи конвеєра йде в завантажувальний отвір гідравлічного пресу, на якому відбувається формування плиток.

1.2.4 Формування плиток і їх сушка

Формування плиток відбувається на гідравлічному пресі. Формування відбувається під тиском 200 атм. Такий високий тиск отримуємо завдяки високопродуктивному масляному насосу, який змонтований на пресі та 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, в якій прорізають вікна для плитки, де знаходяться нижні пуансони. Нижні пуансони змонтовані на гідравлічних стовпчиках, які роблять можливим підйом і спуск пуансонів в різних фазах циклу формування. Ззаду пресу знаходиться завантажувальний візок, який приєднаний до траверсу. У передній частині завантажувального візка знаходиться виштовхуюча планка. Завантажувальні ґрати завантажувального візка виготовлені з тефлону і сконструйовані у вигляді мідного пласта.

1.2.5 Глазурування і декорування плиток

Глазурування плиток є накладенням на їх площу тонкого нашарування ангоби і глазури, завдяки якому плитка набуває відповідних властивостей і споживчих параметрів. Декорування – це накладення на площу плитки з глазур'ю

керамічних паст через спеціальні силіконові барабани або нейлонові сериграфічні сітки. Глазурування і декорування плитки ділиться на етапи:

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

Приготування керамічної глазури, ангоби, паст відбувається в цеху приготування глазури, який має бути чистим і захищеним від пилу. Усі забруднення, які можуть знаходитися в глазури і керамічних пастах, роблять неможливою високу якість плитки.

Процес приготування глазури заснований на помелі у барабанних млинах продуктів і сировини відповідно до технології для отримання водної суспензії з необхідними параметрами. Помел здійснюється у барабанних млинах МТД. Млини мають футерування з алубіту (високотемпературний сплав оксиду глини Al_2O_3 – температура випалення $1450\text{ }^\circ\text{C}$) і тіл, що мелють, з алубіту. Під час удару і розтирання відбувається процес дроблення сировини, що знаходиться в глазури.

Після отримання необхідних параметрів глазур зливається через вібраційне сито, і перекачується в ємності, з яких її використовують для виробництва. Резервуари, вібраційні сита та інше обладнання, яке контактує з глазурю або її компонентами, мають бути виготовлені з нержавіючої сталі для забезпечення чистоти, що є запорукою високої якості продукту.

Процес приготування ангоби такий же, як глазури.

Виробництво керамічних паст засноване на перемелюванні фрит, загущувачів, СМС і барвників в спеціалізованому млині для помелу керамічних паст.

Глазурування і декорування плиток відбувається на лінії глазурування, сполученій з вертикальною сушкою. Лінія глазурування – металева рама, споруджена з кутників. Під лінією глазурування виготовлений канал технологічної стічної води, сполучений з ємністю. На рамі лінії глазурування знаходяться набори шківів, на яких знаходиться клинові ремені, які транспортують плитки. Рух шківів дають моторедуктори з електричним

приводом. На рамі лінії глазурування вбудовано обладнання, яке на транспортуючу плитку накладає ангобу, глазур та ін. аплікації.

Далі глазурована плитка поступає в роликову піч.

1.2.6 Випалення плиток

Випалення – технологічний процес, під час якого плитка отримує бажані параметри.

Випалення відбувається в одноканальній роликовій печі. Використання такого обладнання дає гарантію отримання потрібних параметрів випалення і запланованої продуктивності. Час циклу випалення 38 хв. У зв'язку з таким коротким циклом, перед піччю побудована одноканальна горизонтальна сушарка. Вихід з сушарки є входом в піч.

У стіни печі вмонтовані витяжні вентилятори – газового згорання, повітрезгорання, гарячого повітря і швидкого охолодження. Усі перераховані вентилятори обладнані високоякісними фільтрами, які роблять неможливим виділення пилу в повітря.

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

Керування піччю здійснюється за допомогою комп'ютерної шафи, де визначені усі параметри печі. Тут концентрується уся інформація про реальні дані роботи усіх агрегатів і коригуються навіть незначні відхилення від запрограмованих даних. Обладнання печі дозволяє точно діагностувати усі технічні параметри і отримання високоякісного продукту.

Після випалення плитка по лінії транспортування поступають на лінію сортування і упаковки.

1.2.7 Сортування і упаковка

Сортування обпалених плиток відбувається на спеціалізованій керованій комп'ютером лінії сортування, яка робить можливою швидку і якісну класифікацію зроблених плиток і визначення їх сортності за європейськими

стандартами PN TB ISO 10545-2. Сортування відбувається візуально. При цьому не береться до уваги такі параметри, як механічна міцність на злам, водопоглинання і стійкість до дії хімікатів домашнього користування. Вищезгадані параметри визначаються в лабораторних умовах. Сортування є тільки оцінюванням поверхні плиток. Плитки, визначені не першим сортом, маркуються спеціальними флуорисцентними олівцями.

Просуваючись по лінії сортування, плитка підходить до пристрою, що називається декодер, який відрізняє марковані плитки і посилає інформацію в комп'ютер, керівнику роботою лінії. Плитки одного сорту йдуть в склад-накопичувач, звідки поступають на пакувальний пристрій, де вони упаковуються в коробки. Потім за допомогою пневматичних щипців коробки встановлюються на піддони відповідно до сорту. Заповнені піддони перевозяться на місце упаковки термоусадочною фольгою (фольгування). У такому вигляді палети поступають на склад готової продукції з якого завантажуються в залізничні вагони або автомобільний транспорт і відправляють споживачеві.

1.2.8 Складання і відправка готового продукту

Піддони з плиткою складуються на складі готової продукції. Відстань між рядами має бути достатньою для проходу людини. Для швидкого завантаження в одному ряду має бути тільки один сорт і один тип плиток. При завантаженні ще раз контролюється якість і цілісність упаковки.

Завантаження здійснюється дизельними підйомниками, а в закритих будівлях – електропідйомниками.

1.3 Визначення завдань кваліфікаційної роботи

Для підвищення надійності роботи електроенергетичного обладнання підприємства необхідно виконати наступні завдання:

- провести розрахунок електричних навантажень підприємства;
- здійснити вибір числа і потужності трансформаторів;

- вибрати та провести перевірку високовольтних електричних апаратів;
- здійснити вибір низьковольтного обладнання, який включає в себе: вибір типу силових розподільних щитів, вибір кабелів, що живлять силові розподільні щити, вибір автоматів захисту на введенні в силові розподільні щити, вибір кабелів, що живлять окремі електроприймачі і вибір автоматів, що захищають окремі електроприймачі;
- провести вибір схеми зовнішнього електропостачання.

1.4 Висновки до розділу

В даному розділі проведено аналіз інженерно-технічних характеристик підприємства із виготовлення керамічної плитки. Здійснено детальний аналіз технологічного процесу виробництва керамічної плитки.

Здійснено визначення ряду завдань для підвищення надійності роботи електроенергетичного обладнання підприємства.

2 РОЗРАХУНКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ

Одним із основних етапів проектування системи електропостачання – є визначення електричних навантажень. Необхідність визначення розрахункових електричних навантажень промислових підприємств викликана неповним завантаженням деяких ЕП, неодноразовістю їх роботи, імовірнісним випадковим характером включення і відключення ЕП, залежним від особливостей технологічного процесу і організаційно-технічних заходів по забезпеченню належних умов праці робітників і службовців цього виробництва. Правильне визначення розрахункових електричних навантажень і забезпечення необхідної міри безперебійності їх живлення мають велике народногосподарське значення. Від цього розрахунку залежать початкові дані для вибору усіх елементів СЕП промислового підприємства і грошові витрати при встановленні, монтажі і експлуатації вибраного електрообладнання. Завищення розрахункових навантажень призводить до дорожчання будівництва, перевитрати провідникового матеріалу мереж і невиправданого збільшення потужності трансформаторів та іншого електрообладнання. Зниження призведе до зменшення пропускної спроможності електричної мережі, до зайвих втрат потужності, перегрівання струмоведучих частин і трансформаторів, а отже до скорочення терміну їх служби.

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

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

- «метод впорядкованих діаграм» – по цьому методу розрахункове активне навантаження ЕП на усіх ступенях живлячих і розподільчих мереж визначають по середній потужності і коефіцієнту максимуму;

- «метод коефіцієнта попиту» – для визначення розрахункових навантажень по цьому методу необхідно знати потужність групи приймачів, а також коефіцієнти потужності $\cos\varphi$ і попиту K_n .
- «метод питомої потужності».

Розрахунок електричних навантажень ЕП напругою до 1 кВ виконується для кожного вузла живлення (розподільного пункту, шафи, зборки, розподільного шинопроводу, щита станцій керування, тролей, магістрального шинопроводу, цехової ТП), а також по цеху, корпусу в цілому.

Основними електроприймачами фабрики є:

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

Приймаємо живлення електроприймачів фабрики від силових шаф які отримують живлення від розподільного шинопроводу ТП.

Проведемо групування ЕП в групи та вузли з врахуванням їх номінальної потужності та режиму роботи та територіального розташування.

Розподіл технологічного обладнання по вузлах виконаємо наступним чином:

- РЩ-1 – СВ-370, СВ-5480, CF-280/1, CF-280/2, CF-280/3, CF-280/4, СС-001, СС-003, Н-2, CF-220/1, CF-220/2, CF-220/3;
- РЩ-2 – СС-300, СВ-007, CF-400, СЕ-5482, С-В040;
- РЩ-3 – СГ-001/1, СГ-001/2, СЕ-001, СЕ-341/1, СЕ-341/2, СЕ--009/1, СЕ009/2, СГ-5472;
- РЩ-4 – СН-5016/1, СН-5016/2, С15901/1, С15902/1, С15901/2, С15902/2, СН5008/1, СН5008/2;
- РЩ-5 – СН-5001/1, СН-5001/2, СН-5011/1, СН-5011/2, К-1;
- вентиляційне обладнання отримуватиме живлення від щита РЩВ ;
- обладнання котельною отримуватиме живлення від щита РЩК;
- освітлювальне обладнання отримуватиме живлення від щитів ЩО-1, ЩО-2;

2.1 Визначення розрахункової потужності технологічного обладнання

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

2.1.1 Розрахунок навантаження вузла РЩ1

Ефективне число електроприймачів може бути знайдене шляхом визначення співвідношення m :

$$m = \frac{P_{н.макс.}}{P_{н.мін.}}, \quad (2.1)$$

де $P_{н.макс.}$ – максимальна номінальна потужність ЕП групи, кВт;

$P_{н.мін.}$ – мінімальна номінальна потужність ЕП групи, кВт.

Якщо $m < 3$, то приймається

$$n_e = n_p,$$

де n_e – еквівалентне число електроприймачів, шт;

n_p – реальне число електроприймачів, шт.

$$m_{РЩ1} = \frac{17,6}{0,27} = 65,2.$$

$m > 3$, отже розрахунок ефективного числа споживачів визначимо за виразом:

$$n_e = \frac{2 \cdot \sum P_n}{P_{н.макс.}}, \quad (2.2)$$

де $\sum P_n$ – сумарна номінальна потужність ЕП, приєднаних до вузла РЩ1.

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

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

$n_e = 10,65 > n_p = 10$, отже приймається $n_{e.РЩ1} = n_p = 10$.

Середньозважений коефіцієнт використання для ЕП, приєднаних до вузла РЩ1 :

$$K_{\text{в.РЩ1}}^{\text{ср.зв.}} = \frac{\sum P_n \cdot K_{\text{в}}}{\sum P_n}; \quad (2.3)$$

$$K_{\text{в.РЩ1}}^{\text{ср.зв.}} = \frac{0,27 \cdot 0,6 + 16,1 \cdot 0,5 + 17,4 \cdot 4 \cdot 0,75 + 1,6 \cdot 0,9 + 1,8 \cdot 3 \cdot 0,75}{0,27 + 16,1 + 4 \cdot 17,6 + 1,6 + 3 \cdot 1,8} = 0,71.$$

Знаючи ефективне число електроприймачів і середньозважений коефіцієнт використання для ЕП приєднаних до вузла РЩ1, по табл. 2.3 [2] визначається коефіцієнт максимуму $K_M = 1,16$.

Встановлена активна потужність електроприймачів у вузлі:

$$P_{\text{уст.РЩ1}} = \sum P_n; \quad (2.4)$$

$$P_{\text{уст.РЩ1}} = 0,27 + 16,1 + 4 \cdot 17,6 + 1,6 + 3 \cdot 1,8 = 93,77 \text{ кВт.}$$

Розрахункова активна потужність:

$$P_{\text{роз.РЩ1}} = P_{\text{уст.}} \cdot K_M \cdot K_{\text{в}}; \quad (2.5)$$

$$P_{\text{роз.РЩ1}} = 93,77 \cdot 1,16 \cdot 0,71 = 76,14 \text{ кВт.}$$

Розрахункова реактивна потужність:

$$Q_{\text{роз.РЩ1}} = P_{\text{роз.РЩ1}} \cdot \text{tg}\varphi_{\text{ср.зв.}}; \quad (2.6)$$

$$Q_{\text{роз.РЩ1}} = 76,14 \cdot 0,73 = 55,58 \text{ кВАр,}$$

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

Розрахункова повна потужність:

$$S_{\text{роз.РЩ1}} = \sqrt{P_{\text{роз.РЩ1}}^2 + Q_{\text{роз.РЩ1}}^2}; \quad (2.7)$$

$$S_{\text{роз.РЩ1}} = \sqrt{76,14^2 + 55,58^2} = 94,27 \text{ кВА.}$$

Розрахунковий струм:

$$I_{\text{роз.РЩ1}} = \frac{S_{\text{роз.РЩ1}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}}}; \quad (2.8)$$

$$I_{\text{роз.РЩ1}} = \frac{94,27}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 143,23 \text{ А.}$$

2.1.2 Розрахунок навантаження вузла РЩ2

Ефективне число електроприймачів знайдемо по (2.1):

$$m_{РЩ2} = \frac{55,2}{2,2} = 25,1.$$

$m > 3$, отже розрахунок виконаємо наступним чином:

$$n_e = \frac{2 \cdot (55,2 + 7,4 + 13,7 + 16,1 + 2,2)}{55,2} = 3,43.$$

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

$$n_{e.РЩ2} = \frac{(\sum P_n)^2}{\sum n \cdot p_n^2}; \quad (2.9)$$

$$n_{e.РЩ2} = \frac{(55,2 + 7,4 + 13,7 + 16,1 + 2,2)^2}{1 \cdot 55,2^2 + 1 \cdot 7,4^2 + 1 \cdot 13,7^2 + 1 \cdot 16,1^2 + 1 \cdot 2,2^2} = 2,52.$$

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

Середньозважений коефіцієнт використання для ЕП, приєднаних до вузла РЩ2 визначаємо за (2.3):

$$K_{в.РЩ2}^{ср.зв.} = \frac{55,2 \cdot 0,65 + 7,4 \cdot 0,8 + 13,7 \cdot 0,65 + 16,1 \cdot 0,5 + 2,2 \cdot 0,75}{55,2 + 7,4 + 13,7 + 16,1 + 2,2} = 0,64$$

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

Встановлена активна потужність електроприймачів у вузлі за (2.4):

$$P_{уст.РЩ2} = 55,2 + 7,4 + 13,7 + 16,1 + 2,2 = 94,6 \text{ кВт.}$$

Розрахункова активна потужність за (2.5):

$$P_{роз.РЩ2} = 94,6 \cdot 1,3 \cdot 0,64 = 78,71 \text{ кВт.}$$

Розрахункова реактивна потужність за (2.6):

$$Q_{роз.РЩ2} = 78,71 \cdot 0,74 = 58,25 \text{ кВАр;}$$

$$\operatorname{tg} \varphi_{ср.зв.} = 0,74.$$

Розрахункова повна потужність за (2.7):

$$S_{роз.РЩ2} = \sqrt{78,71^2 + 58,25^2} = 97,92 \text{ кВА.}$$

Розрахунковий струм за (2.8):

$$I_{роз.РЩ.2} = \frac{S_{роз.РЩ2}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном}} = \frac{97,92}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 148,77 \text{ А.}$$

2.1.3 Розрахунок навантаження вузла РЩЗ

Ефективне число електроприймачів знайдемо за відношенням (2.1):

$$m_{РЩЗ} = \frac{29,5}{1,8} = 16,4.$$

$m > 3$, отже розрахунок виконаємо за (2.2):

$$n_e = \frac{2 \cdot (2 \cdot 29,5 + 6,4 + 2 \cdot 8,2 + 2 \cdot 1,8 + 10)}{29,5} = 6,47.$$

$n_e = 6,47 < n_p = 8$, отже ефективне число електроприймачів визначається по (2.9):

$$n_{e.РЩЗ} = \frac{(2 \cdot 29,5 + 6,4 + 2 \cdot 8,2 + 2 \cdot 1,8 + 10)^2}{2 \cdot 29,5^2 + 1 \cdot 6,4^2 + 2 \cdot 8,2^2 + 2 \cdot 1,8^2 + 1 \cdot 10^2} = 2,33.$$

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

Середньозважений коефіцієнт використання для ЕП, приєднаних до вузла РЩЗ визначаємо за (2.3):

$$K_{в.РЩЗ}^{ср.зв.} = \frac{2 \cdot 29,5 \cdot 0,6 + 6,4 \cdot 0,6 + 2 \cdot 8,2 \cdot 0,7 + 2 \cdot 1,8 \cdot 0,5 + 10 \cdot 0,5}{2 \cdot 29,5 + 6,4 + 2 \cdot 8,2 + 2 \cdot 1,8 + 10} = 0,6.$$

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

Встановлена активна потужність електроприймачів у вузлі за (2.4):

$$P_{уст.РЩЗ} = 2 \cdot 29,5 + 6,4 + 2 \cdot 8,2 + 2 \cdot 1,8 + 10 = 95,4 \text{ кВт.}$$

Розрахункова активна потужність за (2.5):

$$P_{роз.РЩ3} = 95,4 \cdot 1,46 \cdot 0,6 = 83,57 \text{ кВт.}$$

Розрахункова реактивна потужність за (2.6):

$$Q_{роз.РЩ3} = 83,57 \cdot 0,9 = 75,21 \text{ кВАр;}$$

$$\operatorname{tg}\varphi_{ср.зв.} = 0,9.$$

Розрахункова повна потужність за (2.7):

$$S_{роз.РЩ3} = \sqrt{83,57^2 + 75,21^2} = 112,43 \text{ кВА.}$$

Розрахунковий струм за (2.8):

$$I_{роз.РЩ3} = \frac{112,43}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 170,82 \text{ А.}$$

2.1.4 Розрахунок навантаження вузла РЩ4

Ефективне число електроприймачів може бути знайдене за співвідношенням (2.1):

$$m_{РЩ4} = \frac{12}{4,3} = 2,79.$$

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

Середньозважений коефіцієнт використання для ЕП, приєднаних до вузла РЩ4 визначаємо за (2.3):

$$K_{в.РЩ4}^{ср.зв.} = \frac{2 \cdot 8,5 \cdot 0,55 + 2 \cdot 12 \cdot 0,6 + 2 \cdot 4,8 \cdot 0,6 + 2 \cdot 4,3 \cdot 0,6}{2 \cdot 8,5 + 2 \cdot 12 + 2 \cdot 4,8 + 2 \cdot 4,3} = 0,59.$$

Знаючи ефективне число електроприймачів і середньозважений коефіцієнт використання для ЕП приєднаних до вузла РЩ4, по табл. 2.3 [2] визначається коефіцієнт максимуму $K_m = 1,3$.

Встановлена активна потужність електроприймачів у вузлі за (2.4):

$$P_{уст.РЩ4} = 2 \cdot 8,5 + 2 \cdot 12 + 2 \cdot 4,8 + 2 \cdot 4,3 = 59,2 \text{ кВт.}$$

Розрахункова активна потужність за (2.5):

$$P_{роз.РЩ4} = 59,2 \cdot 1,3 \cdot 0,59 = 45,41 \text{ кВт.}$$

Розрахункова реактивна потужність за (2.6):

$$Q_{роз.РЩ4} = 45,41 \cdot 0,69 = 31,33 \text{ кВАр;}$$

$$\operatorname{tg}\varphi_{\text{ср.зв.}} = 0,69.$$

Розрахункова повна потужність за (2.7):

$$S_{\text{роз.РЩ4}} = \sqrt{45,41^2 + 31,33^2} = 55,17 \text{ кВА.}$$

Розрахунковий струм за (2.8):

$$I_{\text{роз.РЩ4}} = \frac{55,17}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 83,82 \text{ А.}$$

2.1.5 Розрахунок навантаження вузла РЩ5

Ефективне число електроприймачів обчислимо за (2.1):

$$m_{\text{РЩ4}} = \frac{8,5}{2} = 4,25.$$

$m > 3$, отже розрахунок виконаємо за виразом (2.2):

$$n_e = \frac{2 \cdot (2 \cdot 8,5 + 2 \cdot 8,5 + 2)}{8,5} = 8,47;$$

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

Середньозважений коефіцієнт використання для ЕП, приєднаних до вузла РЩ5 обчислимо за (2.3):

$$K_{\text{ср.зв.}}^{\text{РЩ5}} = \frac{2 \cdot 8,5 \cdot 0,6 + 2 \cdot 8,5 \cdot 0,6 + 1 \cdot 2 \cdot 0,75}{2 \cdot 8,5 + 2 \cdot 8,5 + 2} = 0,61.$$

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

Встановлена активна потужність електроприймачів у вузлі за (2.4):

$$P_{\text{уст.РЩ5}} = 2 \cdot 8,5 + 2 \cdot 8,5 + 2 = 36 \text{ кВт.}$$

Розрахункова активна потужність за (2.5):

$$P_{\text{роз.РЩ5}} = 36 \cdot 1,41 \cdot 0,61 = 30,96 \text{ кВт.}$$

Розрахункова реактивна потужність за (2.6):

$$Q_{\text{роз.РЩ5}} = 30,96 \cdot 0,76 = 23,53 \text{ кВАр;}$$

$$\operatorname{tg}\varphi_{\text{ср.зв.}} = 0,76.$$

Розрахункова повна потужність за (2.7):

$$S_{роз.РЩ5} = \sqrt{30,96^2 + 23,53^2} = 38,89 \text{ кВА.}$$

Розрахунковий струм за (2.8):

$$I_{роз.РЩ.3} = \frac{38,89}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 59,09 \text{ А.}$$

2.2 Визначення розрахункової потужності опалювально-вентиляційного обладнання

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

Усе опалювально-вентиляційне обладнання отримуватиме живлення від силової шафи РЩВ.

2.2.1 Приведення однофазного навантаження до трифазного

Оскільки від цього вузла живляться чотирнадцять однофазних ЕП, необхідно таке навантаження привести до трифазного. Однофазні ЕП, ввімкнені на фазну і лінійну напруги і розподілені за фазами з нерівномірністю не вище 15% до відношення до загальної потужності трифазних ЕП в групі, враховуються як трифазні ЕП такої ж потужності. Коли перевищенні вказані межі нерівномірності розрахункове навантаження приймається рівним потрібному значенню найбільш завантаженої фази.

Розподіл електроприймачів по фазах показаний в табл. 2.1

Визначення нерівномірності розподілу навантаження по фазах:

$$N = \frac{P_{ном.мін}^{1\phi}}{P_{ном.макс}^{1\phi}}; \quad (2.10)$$

$$N = \frac{3,1}{3,22} = 0,96,$$

де N – нерівномірність розподілу однофазного навантаження по фазах;

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

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

Таблиця 2.1 – Розподіл однофазних ЕП, приєднаних до вузла РЩВ по фазах

Споживач	Фаза до якої підключений споживач		
	А	В	С
П-1			0,68
П-2	0.68		
П-3	1.26		
П-4			1.26
П-9		1.8	
П-11	1.04		
П-13		1.04	
П-14			1.04
В-1	0.062		
В-2		0.32	
В-4	0.062		
В-5		0.062	
В-6			0.062
В-7			0.062
$\sum P_{\phi}$, кВт	3.1	3.22	3.1

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

$$\Delta P^{1\phi} = \frac{N}{\sum P^{3\phi}} \cdot 100\% ; \quad (2.11)$$

$$\Delta P^{1\phi} = \frac{0,96}{2 \cdot 2,48 + 9 \cdot 2,81 + 3 \cdot 3,6 + 2 \cdot 3,8 + 2 \cdot 2,46 + 2,67} \cdot 100\% = 1,7\% ,$$

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

1,7% < 15%, отже однофазні навантаження приймається як трифазні ЕП тієї ж сумарної потужності:

$$P_{\text{прив}}^{3\phi} = P_A^{1\phi} + P_B^{1\phi} + P_C^{1\phi}; \quad (2.12)$$

$$P_{\text{прив}}^{3\phi} = 3,1 + 3,22 + 3,1 = 9,42 \text{ кВт},$$

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

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

2.2.2 Визначення розрахункової потужності

Визначення активного розрахункового навантаження здійснюється за виразом:

$$P_p = (P_{\text{прив}}^{3\phi} + \sum P^{3\phi}) \cdot K_n, \quad (2.13)$$

де $K_n = 0,6$ – коефіцієнт попиту, що визначається по табл. 6.9 СПЗ1-110-2003.

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

Визначення реактивного розрахункового навантаження здійснюється за (2.6):

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

$$\text{tg}\varphi = 0,75.$$

Визначення повної розрахункової потужності здійснюється за виразом:

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2} = \frac{P_p}{\cos\varphi}; \quad (2.14)$$

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

Визначення розрахункового струму здійснюється за виразом:

$$I_p = \frac{S_p}{\sqrt{3} \cdot U_n}, \quad (2.15)$$

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

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

2.3 Визначення розрахункової потужності обладнання котельною

Усе обладнання котельною отримуватиме живлення від силової шафи РЩК.

Перелік обладнання котельною:

- насос підвищувальний – $P_y = 0,75$ кВт, $U_n = 380$ В; к-сть – 2 шт.;
- насос циркуляційний – $P_y = 0,16$ кВт; $U_n = 220$ В; к-сть 1 шт.;
- котел газовий – $P_y = 0,2$ кВт; $U_n = 220$ В; к-сть – 1 шт.;
- робоче освітлення – $P_y = 0,144$ кВт; $U_n = 220$ В.

Робоче освітлення котельною розраховується методом питомої потужності.

$$N = \frac{e \cdot S \cdot \omega}{\rho_{св}}, \quad (2.16)$$

де N – кількість світильників;

$e = \frac{E}{100}$ – коефіцієнт освітленості, що враховує той чинник, що питома

потужність освітлення на одиницю поверхні дана для освітленості 100лк;

$E = 100$ лк (згідно СП31-110-2003) – освітленість приміщення;

$S = 11\text{м}^2$ – площа приміщення;

$\omega = 10,4$ Вт/м² – питома потужність освітлення на одиницю площі, визначається по табл. 5.4 [7], також враховує коефіцієнт запасу $k = 1,5$ і коефіцієнти відбивання поверхонь $\rho_{ст.} = 70\%$, $\rho_{с.} = 50\%$, $\rho_{р.н.} = 10\%$;

$\rho_{св}$ – номінальна потужність одного світильника.

Відповідно вимогам ПУЕ до встановлення в котельній приймаються світильники ЛПП12-2х36, IP54, потужністю 72Вт.

$$N_k = \frac{1 \cdot 11 \cdot 10,4}{72} = 1,6.$$

N_k заокруглюється до найближчого більшого цілого значення, таким чином $N_k = 2$ шт.

Встановлена потужність робочого освітлення котельні:

$$P_{y.роб.осв.} = N \cdot p_{св}; \quad (2.17)$$

$$P_{y.роб.осв.} = 2 \cdot 72 = 144 \text{ Вт.}$$

Котельня, відповідно до визначення ПУЕ є пожежо- і вибухонебезпечним приміщенням, тому в котельній також має бути передбачений вибухозахищений світильник типу ВСГ-1х60, а також має бути встановлений ящик зі знижувальним трансформатором типу ЯТП-0,25-220/12В, що перетворює напругу 220 В в 12 В для ремонтного освітлення.

Розрахункова потужність вузла котельної буде визначена по методу коефіцієнта попиту :

$$P_{p.РЩК} = P_{y.РЩК} \cdot K_n = \sum P_y \cdot K_n; \quad (2.18)$$

$$P_{p.РЩК} = (2 \cdot 0,75 + 0,16 + 0,2 + 0,144 + 0,06 + 0,25) \cdot 0,6 = 1,4 \text{ кВт.}$$

Розрахункова реактивна потужність за (2.6):

$$Q_{p.РЩК} = 1,4 \cdot 0,75 = 1,05 \text{ кВАр.}$$

Розрахункова повна потужність за (2.14):

$$S_{p.РЩК} = \sqrt{1,4^2 + 1,05^2} = 1,47 \text{ кВА.}$$

Розрахунковий струм за (2.15):

$$I_{p.РЩК} = \frac{1,47}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 2,23 \text{ А.}$$

2.4 Визначення розрахункової потужності освітлювального обладнання

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

Для проєктованої фабрики приймається система загального рівномірного освітлення.

Освітлення у виробничих приміщеннях приймається на основі ламп ДРЛ (світильник типу РСП-048-513 – IP54), в адміністративно-побутових

приміщеннях з люмінесцентними лампами (світильники типів ЛПП12-2x36, ЛПО12-2x36, ЛПО12-4x18) і частково з лампами розжарення (світильник типу НПП05-1x60).

Величини освітленостей прийняті відповідно до СНиП-II - 4-79.

Проектом передбачається:

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

Принцип розрахунку освітлювального навантаження по методу питомої потужності показаний в п.2.3 на прикладі котельної. Розрахунок освітлення для інших приміщень проводиться аналогічно і результати розрахунку зводяться в табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Дані для розрахунку освітлювального навантаження

Найменування приміщення	Норма освітлення, E , лк	Тип світильника	Номінальна потужність одного світильника P_n , кВт	Кількість світильників, N , шт	Сумарна потужність групи світильників, $\sum P_n$, кВт
1	2	3	4	5	6
ЩО1					
Склад сировини	75	РСП-048-513	0,25	12	3
Ділянка приготування глазури	75	РСП-048-513	0,25	4	1,0
		НСП-11-200	0,20	5	1,0
Ділянка приготування шлікера	75	РСП-048-513	0,25	5	1,25
		НСП-11-200	0,20	14	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
Станція насосна пожежогасіння	75	НПП05-1x60	0,06	4	0,24

Продовження таблиці 2.2

1	2	3	4	5	6
Допоміжні приміщення	20	НПП05-1x60	0,06	6	0,36
Зовнішнє освітлення	-	РКУ-01-125	1,25	8	10
		ГО038-121-01	0,25	10	2,5
		НПП05-1x60	0,06	3	0,18
Всього по ЩО1					42,18
ЩО2					
на відм. 0.000		ЛПО12-2x18	0,036	7	0,252
		ЛПО12-4x18	0,072	4	0,288
		ЛПО12-2x36	0,072	2	0,144
		ЛПП12-2x36	0,072	2	0,144
		НСП09-1x100	0,1	2	0,2
		НПП05-1x60	0,06	8	0,48
на відм. 3.300		ЛПО12-2x18	0,036	7	0,252
		ЛПО12-4x18	0,072	19	1,368
		ЛПП12-2x36	0,072	6	0,432
		НПП05-1x60	0,06	3	0,18
на відм. 6.350		НСП-11-200	0,2	8	1,6
Всього по ЩО2					5,34

Нормована освітленість, розташування світильників, їх типи і розподіл їх по групах вказані на планах приміщень (графічна частина).

2.4.1 Визначення розрахункового навантаження вузла ЩО1

Розрахункова активна потужність за (2.18):

$$P_{p.ЩО1} = 42,18 \cdot 0,95 = 40,1 \text{ кВт},$$

$K_n = 0,95$ згідно с.336 [7].

Розрахункова реактивна потужність за (2.6):

$$Q_{p.ЩО1} = 40,1 \cdot 0,2 = 8 \text{ кВАр}.$$

Розрахункова повна потужність за (2.7):

$$S_{p.ЩО1} = \sqrt{40,1^2 + 8^2} = 40,9 \text{ кВА}.$$

Розрахунковий струм за (2.8):

$$I_{p.ЩО1} = \frac{40,9}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 62,14 \text{ А}.$$

2.4.2 Визначення розрахункового навантаження вузла ЩО2

Розрахункова активна потужність за (2.18):

$$P_{p.ЩО2} = P_{y.ЩО2} \cdot K_c = 5,34 \cdot 0,95 = 5,1 \text{ кВт},$$

$K_n = 0,95$ згідно с.336 [7].

Розрахункова реактивна потужність за (2.6):

$$Q_{p.ЩО2} = 5,1 \cdot 0,2 = 1,0 \text{ кВАр}.$$

Розрахункова повна потужність за (2.7):

$$S_{p.ЩО2} = \sqrt{5,34^2 + 1,0^2} = 3,01 \text{ кВА}.$$

Розрахунковий струм за (2.8):

$$I_{p.ЩО2} = \frac{3,01}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 4,57 \text{ А}.$$

2.5 Визначення сумарного розрахункового навантаження на ТП

Оскільки до шин ТП приєднані як розподільні вузли:

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

так і поодинокі ЕП:

- СС412 – к-сть – 2 шт.; $P_n = 125$ кВт; $K_e = 0,80$; $\text{tg}\varphi = 0,62$;
- СН6400 – к-сть – 2 шт.; $P_n = 119,2$ кВт; $K_e = 0,75$; $\text{tg}\varphi = 0,75$;
- СЕ075 – к-сть – 2 шт.; $P_n = 90,9$ кВт; $K_e = 0,75$; $\text{tg}\varphi = 0,48$;
- CD036 – к-сть – 1 шт.; $P_n = 95$ кВт; $K_e = 0,8$; $\text{tg}\varphi = 0,62$;

- СЕ751 – к-сть – 2 шт.; $P_H = 51$ кВт; $K_e = 0,8$; $\operatorname{tg}\varphi = 0,62$;
- КМ1 – к-сть – 1 шт.; $P_H = 56$ кВт; $K_e = 0,75$; $\operatorname{tg}\varphi = 0,75$;

розрахунок навантаження на ТП будемо виконувати методом впорядкованих діаграм.

Ефективне число електроприймачів знайдемо за співвідношенням (2.1):

$$m_{ТП} = \frac{125}{2,33} = 53,6.$$

$m > 3$, отже розрахунок виконаємо за (2.2):

$$n_e = 2 \cdot (93,77 + 94,6 + 95,4 + 59,2 + 36 + 65,66 + 2,33 + 42,18 + 5,34 + 2 \cdot 125 + 2 \cdot 119,2 \cdot 90,9 + 95 + 2 \cdot 51 + 56) / 125 = 22,7$$

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

Середньозважений коефіцієнт використання для ЕП, приєднаних до ТП визначаємо за (2.3):

$$K_{e.ТП}^{cp.зв.} = \frac{1042,8}{1417,7} = 0,74.$$

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

Встановлена активна потужність електроприймачів у вузлі по (2.4):

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

Розрахункова активна потужність за (2.5):

$$P_{p.ТП} = 1417,7 \cdot 1,09 \cdot 0,74 = 1159 \text{ кВт.}$$

Розрахункова реактивна потужність за (2.6):

$$Q_{p.ТП} = 1159 \cdot 0,83 = 962 \text{ кВАр;}$$

$$\operatorname{tg}\varphi_{cp.зв.} = 0,83.$$

Розрахункова повна потужність за (2.7):

$$S_{p.ТП} = \sqrt{1159^2 + 962^2} = 1506,23 \text{ кВА.}$$

Розрахунковий струм за (2.8):

$$I_{pIII} = \frac{1506,23}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 2288,48 \text{ А.}$$

2.6 Висновки до розділу 2

В даному розділі проведений розрахунок електричних навантажень підприємства. Основними електроприймачами підприємства є: технологічне обладнання, опалювально-вентиляційне обладнання. Деякі з електроприймачів є однофазними тому було виконано рівномірний розподіл їх по фазах. Розрахунок електричних навантажень фабрики виконано методом впорядкованих діаграм і частково методом коефіцієнта попиту. Підсумком розрахунку електричних навантажень став розрахунок сумарного навантаження трансформаторної підстанції, яке склало 1506 кВА.

3 ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 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 і експлуатаційними вимогами, враховуючи конфігурацію виробничого приміщення, розташування технологічного обладнання, умови довкілля, умови охолодження, вимоги пожежної і електричної безпеки і типи використовуваного обладнання.

У цьому дипломному проєкті для забезпечення живлення електроприймачів фабрики по виробництву керамічної плитки прийнято до встановлення вбудовану трансформаторну підстанцію.

Вбудована трансформаторна підстанція – це електроустановка, що займає частину будівлі і призначена для прийому, перетворення і розподілу енергії і складається з трансформаторів, розподільчих пристроїв, пристроїв керування, технологічних і допоміжних споруд.

Згідно «ПУЕ п.4.2.17 електрообладнання, струмоведучі частини, ізолятори, кріплення, огороження, несучі конструкції, ізоляційні та інші відстані мають бути вибрані і встановлені таким чином щоб»:

при роботі електроустановки зусилля, що викликаються нормальними умовами, нагрів, електрична дуга або інші супутні її роботі явища (іскріння, викид газів і т. п.) не могли завдати шкоди обслуговуючому персоналу, а також привести до пошкодження обладнання і виникнення короткого замикання або замикання на землю;

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

при знятій напрузі з якого-небудь кола, апарати, що відносяться до неї, струмоведучі частини і конструкції могли піддаватися безпечному технічному обслуговуванню і ремонту без порушення нормальної роботи сусідніх кіл; була забезпечена можливість зручного транспортування обладнання.

3.1.1 Вибір числа і потужності трансформаторів

Розрахункова потужність трансформаторів повинна задовольняти умові:

$$S_{роз.тр.} \geq \frac{P_{роз.}}{n \cdot \beta}, \quad (3.1)$$

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

n – кількість трансформаторів цехових ТП;

β – коефіцієнт завантаження трансформатора.

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

$$\Delta P_l = 0,03 \cdot S_{ном}; \quad (3.2)$$

$$\Delta P_{тр} = 0,02 \cdot S_{ном}, \quad (3.3)$$

де $S_{ном}$ – номінальна споживана потужність.

Тоді втрати в лініях і в трансформаторах будуть рівні:

$$\Delta P_l = 0,03 \cdot 1506,23 = 45,2 \text{ кВА};$$

$$\Delta P_{тр} = 0,02 \cdot 1506,23 = 30,1 \text{ кВА}.$$

Тоді сумарна розрахункова потужність, на яку повинні бути вибрані трансформатори визначимо за виразом:

$$\sum P_{расч.} = \sum P_{роз.ц.} + \Delta P_l + \Delta P_{тр}; \quad (3.4)$$

$$\sum P_{расч.} = 1159 + 45,2 + 30,1 = 1234,3 \text{ кВт}.$$

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

Виконаємо перевірку за (3.1)

$$S_{роз.тр} \geq \frac{1234,3}{2 \cdot 0,70} = 881,64 \text{ кВт.}$$

Приймаються до встановлення два силові трансформатори ТМЗ-1000-10/0,4.

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 тристрижневий, плоскошихтований з холоднокатаної електротехнічної сталі. Обмотки багат шарові, циліндричні, виконані з алюмінієвого проводу. Бак трансформатора ТМЗ зварний, прямокутної форми, заповнюється трансформаторним маслом. Кришка трансформатора ТМЗ виконана плоскою, кріпитися болтами до обрамлення бака. Введення ВН знімні, ізоляторні, введення НН – шинні. Розташовані введення на бічних стінках бака. За замовленням трансформатори ТМЗ можуть бути забезпечені візком, що забезпечують можливість їх переміщення. Трансформатори ТМЗ транспортуються в повністю зібраному вигляді, заповнений маслом.

При виході одного трансформатора з ладу, інший працюватиме з коефіцієнтом завантаження :

$$K_{зав.} = \frac{1234,3}{1000} = 1,23 .$$

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

3.1.2 Компенсація реактивної потужності

Одним з основних питань, що вирішуються як на стадії проектування, так і на стадії експлуатації систем промислового електропостачання, є питання про компенсацію реактивної потужності, включаючи вибір доцільних джерел,

розрахунок і регулювання їх потужності, розміщення джерел в системі електропостачання.

Підвищення $\cos\varphi$ електроустановок має велике значення, оскільки проходження в електричних мережах реактивних струмів обумовлює додаткові втрати напруги, активної потужності, а отже і електроенергії. При цьому знижується пропускна спроможність лінії. При виборі компенсуючих пристроїв підтверджується необхідність їх комплексного використання як для підвищення напруги, так і для компенсації реактивної потужності

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

До природного методу відносяться наступні заходи:

- при роботі асинхронного двигуна на холостому ході $\cos\varphi_{х.х.} = 0,1 - 0,3$, тому застосовують пристрої, що обмежують роботу на холостому ходу;
- заміна малозавантажених двигунів на двигуни з меншою потужністю;
- якщо два трансформатори завантажені в середньому менш ніж на 30 %, то один з них слід відключити;
- використовувати синхронні двигуни замість асинхронних, там де є можливість, у них $\cos\varphi$ більший;
- виконувати якісний ремонт двигунів.

До штучного методу відносяться наступні пристрої:

- статичні конденсатори;
- синхронні компенсатори;
- синхронні двигуни в режимі перезбудження;
- тиристорні джерела реактивної потужності.

Для компенсації реактивної потужності експлуатованих або проєктованих електроустановок споживачів зазвичай застосовують генерування реактивної потужності на самому підприємстві. Одним з поширених способів компенсації реактивної потужності є встановлення статичних конденсаторів.

Реактивна потужність статичних конденсаторів знайдемо як різницю між фактичним значенням найбільшої реактивної потужності Q_m навантаження

електричних приймачів підприємства і граничним значенням реактивної потужності Q_e , яка надається підприємству енергомережею згідно умов режиму її роботи :

$$Q_k = Q_m - Q_e = P_m (tg\varphi_m - tg\varphi_e), \quad (3.5)$$

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

$tg\varphi_m$ – фактичне значення тангенса кута, яке відповідає потужностям навантаження P_m і Q_m ;

$tg\varphi_e$ – оптимальний тангенс кута.

Згідно з розрахунком фактичний коефіцієнт потужності $\cos\varphi = 0,83$ ($tg\varphi = 0,672$), а згідно ПУЕ рекомендований оптимальний коефіцієнт потужності для цього типу підприємств складає: $\cos\varphi = 0,95$ ($tg\varphi = 0,329$).

Тоді потужність пристроїв компенсації реактивної потужності складе:

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

Приймаються до встановлення дві конденсаторні установки типу УКМ 58-0,4-200-33,3 УЗ, РУ, що підключаються до шин 0,4 кВ.

Реактивну потужність після компенсації знайдемо за виразом:

$$Q_{n.k.} = Q_{d.k.} - Q_{k.y.}; \quad (3.6)$$

$$Q_{n.k.} = 962 - 400 = 562 \text{ кВАр.}$$

Повну потужність після компенсації знайдемо за виразом:

$$S_{n.k.} = \sqrt{P_p^2 + Q_{n.k.}^2} \quad (3.7)$$

$$S_{n.k.} = \sqrt{1159^2 + 562^2} = 1288,07 \text{ кВА.}$$

Коефіцієнт реактивної потужності після компенсації знайдемо за формулою:

$$\cos\varphi_{n.k.} = \frac{P_p}{S_{n.k.}}; \quad (3.8)$$

$$\cos\varphi_{n.k.} = \frac{1159}{1288,07} = 0,9.$$

3.1.3 Компонування розподільного пристроїв РП-10 кВ

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

РП-10 кВ укомплектовано камерами КСО-393.

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

Нижче наведено комплектування проектного РП-10кВ.

Камера №1, №2 – КСО-393-0510 – комірки трансформатора.

У комірках трансформаторів встановити: 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 встановлено комутаційне і захисне обладнання – вимикач ВНА-10/630-20з.

Камера №5 – КСО-393-11106, ;№6 – КСО-393-13106 – вимірювальні комірки.

У вимірювальних комірках встановлено: 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.

У КСО-393-15, КСО-393-16 встановлюється роз'єднувач РВЗ 10/630 I, шинний міст – ШМР-1;

Комплектно з камерами КСО поставити чотири торцеві панелі.

Схема підключення електрообладнання в РП-10 кВ з вказівкою його типів і номінальних параметрів представлена у графічній частині.

3.2 Вибір і перевірка високовольтного електрообладнання

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

У тривалому режимі надійна робота електрообладнання забезпечується правильним вибором їх по номінальній напрузі і номінальному струму.

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

У режимі короткого замикання надійна робота електрообладнання забезпечується відповідністю вибраних параметрів пристроїв за умовами термічної і електродинамічної стійкості, а для вимикачів, запобіжників і вимикачів навантаження ще і по відключаючій здатності.

Вибір електричних апаратів напругою вище 1 кВ здійснюється за наступними умовами:

- Вибір по номінальній напрузі:

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

$$U_{н.у.} + \Delta U_{р.у.} \leq U_{н.п.} + 0,15U_{н.п.}, \quad (3.9)$$

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

$U_{н.п.}$ – номінальна напруга приладу, при якому заводом-виробником гарантується нормальна робота цього електричного приладу, кВ;

$\Delta U_{р.у.}$ – підвищення напруги в робочих умовах;

$0,15U_{н.п.}$ – допустиме тривале підвищення напруги для вимикачів.

- Вибір по номінальному струму:

Зводиться до вибору вимикача, у якого номінальний струм є найближчим великим по відношенню до розрахункового струму установки :

$$I_{p.m.} \leq I_{н.п.}, \quad (3.10)$$

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

$I_{н.п.}$ – номінальний робочий струм приладу, А;

- Вибір за типом

Зводиться до вибору масляного малооб'ємного, багатооб'ємного, повітряного або інших типів відповідно до умов, в яких допустимо або доцільно застосовувати цей тип вимикача.

- Вибір по роду встановлення:

Робиться залежно від встановлення – на відкритому повітрі або в приміщенні (залежно від конструктивного рішення підстанції).

За цими умовами в якості ввідного вимикача в РП-10 кВ був вибраний вимикач навантаження автогазовий з пружинним приводом ПР-10 і заземлюючими ножами типу ВНА-10/630-20з з параметрами:

- Номінальна напруга – 10 кВ;
- Найбільша робоча напруга – 12 кВ;
- Номінальний струм – 630 А;
- Номінальна частота – 50, 60 Гц;
- Номінальний струм термічної стійкості (нормоване початкове значення періодичної складової) – 20 кА;
- Струм динамічної стійкості – 20 кА;
- Номінальний струм відключення – 630 А;
- Найбільший струм відключення при $\cos\varphi = 0,7$ – 800 А;
- Відключаюча здатність – 20 кА;
- Час відключення не більший – 0,2 с;
- Власний час включення не більший – 0,2 с;
- Час протікання струму термічної стійкості:
 - для головних ножів – 3 с;
 - для заземлюючих ножів – 1 с;
- Номінальний струм електродинамічної стійкості – 52 кА;
- Маса, не більше:

- із заземлюючими ножами – 52 кг;
- із заземлюючими ножами і запобіжниками – 87 кг;

Перевірка вибраного автомата здійснюється за наступними умовами:

- Перевірка по відключаючій здатності:

Зводиться до перевірки того, щоб розрахунковий струм відключення був не більше відключаючої здатності вимикача :

$$I_{р.к.з.} \leq I_{т.о.} ; \quad (3.11)$$

$$11,5 \text{ кА} \leq 20 \text{ кА.}$$

- Перевірка по електродинамічній стійкості:

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

$$i_{у.роз.} \leq i_{н.дин.} ; \quad (3.12)$$

$$16,1 \text{ кА} \leq 20 \text{ А.}$$

- Перевірка по термічній стійкості:

Зводиться до перевірки дотримання умови:

$$I_{\infty} \cdot \sqrt{\frac{t_n}{t_{н.т.у.}}} \leq I_{н.т.у.} ; \quad (3.13)$$

$$11,5 \cdot \sqrt{\frac{0,5}{0,2}} = 18,2 \leq 20 \text{ кА.}$$

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

3.3 Вибір схеми внутрішньоцехового електропостачання і низьковольтного електрообладнання

Цехові мережі промислових підприємств виконують на напругу до 1 кВ. На вибір схеми і конструктивне виконання цехової мережі роблять вплив такі чинники, як міра відповідальності приймачів електроенергії, режими їх роботи і розміщення на території цеху, номінальні струми і напругу. Істотне значення має мікроклімат виробничих приміщень.

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

Як приклад буде здійснено вибір провідників і комутаційної обладнання одного кола від панелі РП-0,4 кВ до електроприймача СС300 – пульт керування змішувачем, по номінальних струмах і робочій напрузі без перевірки за умовами короткого замикання (заздалегідь).

3.3.1 Вибір типу корпусу силового розподільного щита РЩ2

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

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

Вибір типу розподільчого корпусу здійснюється по робочому струму, таким чином як розподільний щит РЩ2 прийнятий корпус серії ПР11 типу ПР11-3060.

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

3.3.2 Вибір автоматів захисту для силового розподільного щита РЩ2

Оскільки відстань від ТП до РЩ2 більше 5 метрів, то, згідно ПУЕ, необхідно встановити для РЩ2 автомат захисту в ТП і автоматичний вимикач на введенні в силовий розподільний щит РЩ2.

Вибір апарату захисту на введенні в силовий розподільний щит виконується по робочому струму. В якості ввідного автомата в РЩ2 прийнятий автомат типу ВА 88-35, $I_n = 250$ А, $I_p = 160$ А.

Автоматичні вимикачі серії ВА88-35 застосовуються для групового захисту в житловому і цивільному будівництві, виробничих об'єктів, електростанцій, розподільчих пунктів. Вимикачі встановлюють в електрощитах з мірою захисту по ГОСТ 14254-96 не нижче ІР30.

При встановленні більше одного автоматичного вимикача на одній лінії, згідно ПУЕ, повинна дотримуватися селективність. Згідно цієї умови проводиться вибір струму розчеплювача автоматичного вимикача на ТП:

$$I_{p, \text{на введенні}} = 160 \text{ A} \geq I_{p, \text{ТП}} = 200 \text{ A}.$$

До встановлення в ТП для захисту РЩ 2 прийнятий автомат типу ВА06-36 з $I_n = 250 \text{ A}$, $I_p = 200 \text{ A}$.

3.3.3 Вибір кабелю, що живить силовий розподільний щит ЩР2

Вибір живлячих кабелів для внутрішньоцехового електропостачання виконується по тривало допустимому струму.

Розподільний щит РЩ2 живиться від ТП за радіальною схемою.

За значенням робочого струму вибраний кабель силовий, з мідними жилами з ізоляцією та оболонкою з полівінілхлоридного пластикату що не поширює горіння, без захисного покриття ВВГнг - 5х70 мм² (ГОСТ 16442-80) для якого тривало допустимий струм складає $I_{тр. доп.} = 220 \text{ A}$.

Прокладення кабелю здійснюється без попереднього підігрівання, при температурі не нижче 15 °С з необмеженою різницею рівнів на трасі прокладення кабелю. Кабель прокладають в землі, в кабельних каналах, в приміщеннях, просто неба – в усіх випадках має бути унеможливлені механічні пошкодження та великі розтягуючі зусилля.

3.3.4 Вибір автоматичного вимикача, що захищає ЕП СС300

Вибір автоматичного вимикача здійснюється за двома умовами:

- номінальним струмом електроприймача;
- умовами пуску і пусковим струмом ЕП.

По номінальному струму ЕП вибирається номінальний струм автомата, а по пусковому струму – його характеристика.

$$I_{ном. ЕП СС300} = 96,8 \text{ A}.$$

Умови пуску легкі

$$I_{пуск.} \leq 5 \cdot I_{ном. ЕП СС300}$$

За цими умовами був вибраний автоматичний вимикач ВА-47-100 ЗР 100 А характеристика С, $I_{ном.авт.} = 100$ А, а характеристика С допускає протікання пускових струмів, які п'ятикратно перевищують номінальні.

Автоматичні вимикачі ВА 47 – електричні комутаційні апарати, забезпечені двома системами захисту від надструму: електротепловою і електромагнітною, зі взаємоузгодженими характеристиками.

ВА-47-100 призначені для захисту розподільчих і групових кіл, що мають активне та індуктивне навантаження. Рекомендуються до застосування у ввідно-розподільчих пристроях побутових і промислових електроустановок.

Матеріал корпусу – самозатухаючий пластик. Рухомі та нерухомі контакти виконані зі срібловмісного матеріалу, це збільшує ресурс контактів, збільшує термін служби і знижує перехідний опір контактів, зменшує втрати. Надійна конструкція забезпечує замикання кіл навіть при тривалій експлуатації і сильному забрудненні.

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

Насічки на контактних затискачах запобігають перегріванню і оплавленню проводів за рахунок щільнішого і більшого по площі контакту. При цьому знижується перехідний опір і, як наслідок, втрати. Крім того збільшується механічна стійкість з'єднань.

3.3.5 Вибір кабелю, що живить ЕП СС300

Вибір кабелю, що живить ЕП СС300 проводиться по номінальному струму електроприймача:

$$I_{ном.ЕП14} = 96,8 \text{ А.}$$

Вибираємо кабель ВВГнг 5х35 мм² $I_{тр.дон.} = 100$ А.

Ділянку траси від РЩ2 до ЕП СС300 виконати кабелем ВВГнг, прокладеним в трубі.

Решта електрообладнання було вибрано за тими ж умовами.

Вибране для здійснення схеми внутрішнього електропостачання фабрики по виробництву керамічної плитки електрообладнання зведене в табл. 3.1 - 3.7

Таблиця 3.1 – Вибір типу силових розподільчих щитів

Позн. на плані	Тип	Ввідний вимикач			Вимикачі відходячих ліній			
		М а р к а	$I_{розч.}, А$	$I_{ном.}, А$	Однополюсні		Триполюсні	
					К-сть	М а р к а	К-сть	М а р к а
РЩ-1	ПР-11Д-3086А	ВА88-35	160	250	3	ВА-47-100	11	ВА-47-100
РЩ-3	ПР--11-3068	ВА88-35	200	250	-	-	10	ВА-47-100
РЩ-4	ПР11-3068	ВА88-35	100	250	-	-	10	ВА-47-100
РЩ-5	ПР-11-3064	ВА88-35	63	250	6	ВА-47-100	4	ВА-47-100
РЩ-К	ШРН-18	ВА-47-29	6	63	18	ВА-47-29	-	ВА-47-29
РЩ-В	ШРН-48	ВА-47-100	100	100	48	ВА-47-29	-	ВА-47-29
ЩО-1	ШРН-36	ВА-47-100	100	100	36	ВА-47-29	-	ВА-47-29
ЩО-2	ШРН-18	ВА-47-29	16	63	18	ВА-47-29	-	ВА-47-29

Таблиця 3.2 – Вибір апаратів захисту і кабелів що живлять силові розподільні щити РЩ і електроприймачі, які живляться від РП-0,4 кВ

Позн. на плані	$I_{розч.}, А$	Тип апарату захисту	$I_{розч.}, А$	$I_{ном.}, А$	$I_{тр.доп.}, А$	Марка кабелю, переріз, мм ²
РЩ-1	141.1	ВА-06-36	200	250	220	ВВГнг-5х70
РЩ-3	163.6	ВА-04-36	250	400	260	ВВГнг-5х95
РЩ-4	81.2	ВА-06-36	160	250	179	ВВГнг-5х50
РЩ-5	57.4	ВА-06-36	100	250	125	ВВГнг-5х25
РЩ-К	2.4	ВА-47-29	10	63	26	ВВГнг-5х1,5
РЩ-В	68.8	ВА-06-36	100	250	125	ВВГнг-5х25
ЩО-1	76	ВА-06-36	160	250	179	ВВГнг-5х50
ЩО-2	8.5	ВА-47-29	25	63	47	ВВГнг-5х4
СС-412	223.4	ВА-04-36	250	400	260	ВВГнг-5х95
СН-6400	226.4	ВА-04-36	250	400	260	ВВГнг-5х95
СЕ-075	153.5	ВА-06-36	160	250	179	ВВГнг-5х50
СД-036	169.8	ВА-06-36	200	250	220	ВВГнг-5х70
СЕ-751	91.2	ВА-06-36	100	250	125	ВВГнг-5х25
КМ-1	100.1	ВА-06-36	125	250	147	ВВГнг-5х35

Таблиця 3.3 – Вибір апаратів захисту і кабелів, що живлять електроприймачі розподільного щита РЩ-1

Позн. на плані	$I_{роз.}, A$	Тип апарату захисту	$I_{розч.}, A$	$I_{ном.}, A$	Марка кабелю, переріз, мм ²	$I_{тр.доп.}, A$
СВ-370	0.45	ВА-47-29	2	63	ВВГнг-5х1.5	15
СВ-5480	28.2	ВА-47-29	32	63	ВВГнг-5х6	34
CF--280/1	32	ВА-47-29	40	63	ВВГнг-5х10	50
CF280/2	32	ВА-47-29	40	63	ВВГнг-5х10	50
CF-280/3	32	ВА-47-29	40	63	ВВГнг-5х10	50
CF-280/4	32	ВА-47-29	40	63	ВВГнг-5х10	50
СС-001	-	ВА-47-29	2	63	ВВГнг-5х1.5	15
СС-003	-	ВА-47-29	2	63	ВВГнг-5х1.5	15
Н-2	2.8	ВА-47-29	4	63	ВВГнг-5х2.5	21
CF-220/1	3.2	ВА-47-29	4	63	ВВГнг-5х2.5	21
CF-220/2	3.2	ВА-47-29	4	63	ВВГнг-5х2.5	21
CF-220/3	3.2	ВА-47-29	4	63	ВВГнг-5х2.5	21

Таблиця 3.4 – Вибір апаратів захисту і кабелів, що живлять електроприймачі розподільного щита РЩ2

Позн. на плані	$I_{роз.}, A$	Тип апарату захисту	$I_{розч.}, A$	$I_{ном.}, A$	Марка кабелю, переріз, мм ²	$I_{тр.доп.}, A$
СС-300	96.8	ВА-47-100	100	100	ВВГнг-5х35	100
СВ-007	12.76	ВА-47-29	16	63	ВВГнг-5х4	27
CF-400	24.04	ВА-47-29	32	63	ВВГнг-5х6	34
СЕ-5482	28.2	ВА-47-29	32	63	ВВГнг-5х6	34
СВ-040	4.2	ВА-47-29	6	63	ВВГнг-5х2.5	21

Таблиця 3.5 – Вибір апаратів захисту і кабелів, що живлять електроприймачі розподільного щита РЩ3

Позн. на плані	$I_{роз.}, A$	Тип апарату захисту	$I_{розч.}, A$	$I_{ном.}, A$	Марка кабелю, переріз, мм ²	$I_{тр.доп.}, A$
CG-001/1	51.75	ВА-47-29	63	63	ВВГнг-5х16	70
CG-001/2	51.75	ВА-47-29	63	63	ВВГнг-5х16	70
СЕ-001/1	11.64	ВА-47-29	16	63	ВВГнг-5х4	27
СЕ-341/1	14.64	ВА-47-29	16	63	ВВГнг-5х4	27
СЕ-341/2	14.64	ВА-47-29	16	63	ВВГнг-5х4	27
СЕ-009/1	3.2	ВА-47-29	6	63	ВВГнг-5х2.5	21
СЕ-009/2	3.2	ВА-47-29	6	63	ВВГнг-5х2.5	21
CG-5472	17.54	ВА-47-29	20	63	ВВГнг-5х4	27

Таблиця 3.6 – Вибір апаратів захисту і кабелів, що живлять електроприймачі розподільного щита РЩ4

Позн. на плані	$I_{роз.} \text{ А}$	Тип апарату захисту	$I_{розч.} \text{ А}$	$I_{ном.} \text{ А}$	Марка кабелю. переріз. мм ²	$I_{тр.доп.} \text{ А}$
СН-5016/1	14.9	ВА-47-29	16	63	ВВГнг-5х4	27
СН-5016/2	14.9	ВА-47-29	16	63	ВВГнг-5х4	27
С-15901/1	21.05	ВА-47-29	25	63	ВВГнг-5х6	34
С-15902 - 1	8.42	ВА-47-29	16	63	ВВГнг-5х4	27
С-15901/2	21.05	ВА-47-29	25	63	ВВГнг-5х6	34
С-15902/2	8.42	ВА-47-29	10	63	ВВГнг-5х2.5	21
СН-5008/1	7.5	ВА-47-29	10	63	ВВГнг-5х2.5	21
СН-5008/2	7.5	ВА-47-29	10	63	ВВГнг-5х2.5	21

Таблиця 3.7 – Вибір апаратів захисту і кабелів, що живлять електроприймачі розподільного щита РЩ5

Позн. на плані	$I_{роз.} \text{ А}$	Тип апарату захисту	$I_{розч.} \text{ А}$	$I_{ном.} \text{ А}$	Марка кабелю. переріз. мм ²	$I_{тр.доп.} \text{ А}$
СН-5001/1	14.9	ВА-47-29	16	63	ВВГнг-5х4	27
СН-5001/2	14.9	ВА-47-29	16	63	ВВГнг-5х4	27
СН-5011/1	14.9	ВА-47-29	16	63	ВВГнг-5х6	34
СН-5011/2	14.9	ВА-47-29	16	63	ВВГнг-5х4	27
К-1	9.1	ВА-47-29	12	63	ВВГнг-5х4	27

3.4 Вибір схеми зовнішнього електропостачання

Згідно з технічними умовами електропостачання фабрики по виробництву керамічної плитки передбачено від існуючої трансформаторної підстанції, РП-10 кВ. Як живляча лінія приймається кабельна лінія КЛ-10 кВ.

При проектуванні і монтажі кабельних ліній, згідно ПУЕ, необхідно дотримуватися наступних умов:

- проектування і спорудження кабельних ліній повинні виконуватись на основі техніко-економічних розрахунків з урахуванням розвитку мережі, надійності і призначення лінії, характеру траси, способу прокладення, конструкції кабелів і тому подібне;

- при виборі траси кабельної лінії слід по можливості уникати ділянок з агресивними ґрунтами по відношенню до металевих оболонки кабелів;
- траса кабельної лінії повинна вибиратися з урахуванням найменшої витрати кабелю, забезпечення його збереження при механічних діях, забезпечення захисту від корозії, вібрації, перегрівання і від пошкоджень сусідніх кабелів електричною дугою при виникненні К.З. на одному з кабелів. При розміщенні кабелів слід уникати перехрещень їх між собою, з трубопроводами та інше.

Перед прокладенням кабелів повинна бути виміряна натуральна величина довжини кабельної лінії з урахуванням поворотів, обходів та довжини кінців, необхідних для з'єднання і окінцевання кабелів.

При прокладенні кабелів поряд один з одним, що знаходяться в експлуатації, повинні застосовуватися заходи до запобігання пошкодження.

Після прокладення кінці усіх кабелів мають бути тимчасово загерметизовані на період до монтажу сполучних муфт і кінцевих закладень.

У місцях перетину і зближення з інженерними спорудами і природними перешкодами для захисту кабелів їх слід прокладати в ПВХ трубах.

Введення у будівлю і виводи з траншей повинні виконуватися відрізками з ПВХ труб. Кінці труб повинні виступати зі стіни будівлі в траншею, а за наявності опалубки – за лінію останньої не менше чим на 0,6 м і мати нахил у бік траншеї.

Найменші відстані, допустимі при зближенні і перетині кабельних ліній з підземними спорудами, повинні прийматися відповідно до ПУЕ і СНиП 3.05.06-85.

3.4.1 Вибір кабелю живлячої мережі

Оскільки електроприймачі фабрики по частині надійності електропостачання відносяться в основному до споживачів II категорії і частково до I, то живляча мережа виконується двома кабельними лініями, прокладеними в траншеї з відстанню між ними 100 мм.

Перерізи проводів і жил кабелів повинні вибиратися залежно від ряду чинників. Ці чинники розділяються на технічні і економічні.

Технічні чинники, що впливають на вибір перерізу :

- нагрів від тривалого виділення тепла робочим (розрахунковим) струмом;
- нагрів від короткочасного виділення тепла струмом короткого замикання;
- втрати (падіння) напруги в жилах кабелю або проводах повітряної лінії від струму, що проходить по них, в нормальному і аварійному режимах;
- механічна міцність – стійкість до механічного навантаження (власна вага, ожеледь, вітер);
- втрати на корону – фактор, який залежить від величини використовуваної напруги, перерізу проводу і довкілля.

У цьому дипломному проекті приймається до встановлення кабелів марки ААБ, кабель в алюмінієвій оболонці, з паперовою просоченою ізоляцією, броньований двома сталевими стрічками, із зовнішнім покривом.

Вибір перерізу кабелів по нагріву

Провідники будь-якого призначення мають задовільняти вимогам відносно гранично-допустимого нагріву з урахуванням не лише нормальних, але і післяаварійних режимів, а також у період ремонту та можливих нерівномірностей розподілу струмів між секціями шин, лініями.

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

$$I_p = \frac{S_p}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U_{ном}}; \quad (3.14)$$

$$I_p = \frac{1506,23}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 10} = 43,48 \text{ А};$$

$$I_{max.p} = \frac{S_p}{\sqrt{3} \cdot U_{ном}}; \quad (3.15)$$

$$I_{max.p} = \frac{1506,23}{\sqrt{3} \cdot 10} = 86,96 \text{ А}.$$

Вибираємо переріз кабелю по тривало допустимому струму.

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

Допустимий струм кабельних ліній визначається зі співвідношення:

$$1,2 \cdot K_{з.н.} \cdot I_{дон} \geq I_{\max p}; \quad (3.16)$$

$$I_{дон} \geq 80,52 \text{ А.}$$

По табл. 1.3.16 [1] приймаємо переріз жил трижильного кабелю рівним 25 мм² ($I_{дон} = 90 \text{ А}$).

Вибір сечення кабелів по економічній щільності струму.

Економічно доцільний переріз S , мм² визначається згідно формули:

$$S = \frac{I_p}{J_{ек.}}, \quad (3.17)$$

де $J_{ек.}$ – значення економічної щільності струму, А/мм², для заданих умов.

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

Тоді:

$$S = \frac{43,48}{1,4} = 31,06 \text{ мм}^2.$$

Отримане розрахункове значення заокруглюється до найближчого стандартного перерізу. Приймаємо кабель ААБ-3х35 мм².

Вибір перерізу кабелів за умовами короткого замикання

Провідники і струмопроводи в електричних мережах вище 1000 В, як правило підлягають перевірці по умові нагрівання струмом К.З.

Підвищення температури жил ізолюваних провідників і кабелів в результаті проходження струму К.З. веде до хімічного розкладання ізоляції і різкого зниження її електричної і механічної міцності, а отже і до можливості аварії.

Допустимі величини струму К.З. для кабелів визначаються залежно від матеріалу і перерізу кабелю і тривалості проходження струму К.З.

Термічна дія струму К.З. на протязі дійсного часу його проходження t_d , характеризується величиною фіктивного часу t_ϕ проходження усталеного струму К.З. з однаковим по термічній дії ефектом.

Фіктивний час визначається по відношенню:

$$\beta'' = \frac{I''}{I_\infty}, \quad (3.18)$$

де I'' – діюче значення періодичної складової струму К.З. в початковий момент часу, А;

I_∞ – усталений струм К.З. (діюче значення), А;

Дійсний час t_d складається з витримки часу, встановленої на максимально-струмовому захисті лінії і власного часу відключаючого апарату.

При розрахунках струмів К.З. в розподільних мережах 6-10 кВ дуже часто загасання не враховується. В цьому випадку фіктивний час може бути прийнятий рівним дійсному.

Переріз, що забезпечує термічну стійкість провідника до струму К.З. при $I_\infty = 11,5$ кА і $t_\phi = t_d = 0,5$ с (згідно з технічними умовами) визначається з виразу:

$$F = I_\infty \cdot \frac{\sqrt{t_\phi}}{C}, \quad (3.19)$$

де F – переріз жили кабелю, мм²;

C – постійна, що визначається залежно від заданої в ПУЕ кінцевої температури нагрівання жил і напруги, $C = 98$;

Тоді:

$$F = 11500 \cdot \frac{\sqrt{0,5}}{98} = 83 \text{ мм}^2.$$

По отриманому розрахунковому значенню вибираємо найближче стандартне значення.

Вибираємо кабель ААБ-3х95 мм².

За результатами розрахунку вибираємо той переріз кабелю, який би задовольняв усім умовам. Таким чином до встановлення приймаємо кабель марки ААБ-3х95 мм².

3.5 Розрахунок заземлення

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

Заземлення електроприймачів фабрики

Заземлення електроприймачів фабрики, що відносяться до технологічного обладнання, здійснюється природними заземлювачами. Це є допустимим оскільки при цьому дотримуються вимоги ПУЕ п.1.7.54 по частині природних заземлювачів. З'єднання частин, які підлягають заземленню, електроприймачів фабрики з природними заземлювачами: з металоконструкціями будівлі, 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 за двома умовами:

- Забезпечення безпеки у разі замикання обмотки вищої напруги на сторону нижчого. Ця умова дотримується, якщо опір заземлення нейтралі задовольняє умові:

$$R_N \leq \frac{125}{I_3}, \quad (3.20)$$

де I_3 – струм замикання на землю, А.

Але цей опір повинен бути не більшим 10 Ом.

Якщо ця умова виконується то у вказаному аварійному режимі напруга нульового проводу відносно землі визначається за виразом:

$$U_N = I_3 \cdot R_N \leq 125 \text{ В.} \quad (3.21)$$

тобто воно не перевищить допустиме для таких аварійних режимів значення.

Необхідне значення заземлення по першій умові буде:

$$R_N \leq \frac{125}{20} = 6,25 \text{ Ом.}$$

- Запобігання підвищенню напруги різних провідників 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 більшим:

$$R_N \leq 4 \text{ Ом.} \quad (3.22)$$

В якості вертикальних заземлювачів приймаємо круглу сталь діаметром 12мм і завдовжки 3м, в якості горизонтальних заземлювачів – круглу сталь діаметром 10мм.

Глибину заставляння заземлювачів приймаємо $H = 0,5\text{м}$.

Визначимо опір розтіканню одного вертикального заземлювача:

$$R_g = \frac{\rho_p}{2\pi l} \left(\ln \frac{2l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4H+l}{5H-l} \right), \quad (3.23)$$

де ρ_p – розрахунковий питомий опір землі.

$$\rho_p = K_c \cdot \rho, \quad (3.24)$$

де K_c – коефіцієнт сезону.

По довідникових даних приймаємо $K_c = 1,1$;

Таким чином:

$$\rho_p = 1,1 \cdot 70 = 77 \text{ Ом}\cdot\text{м.}$$

Підставляючи чисельні значення у формулу для розрахунку одного вертикального заземлювача отримуємо:

$$R_g = \frac{77}{2 \cdot 3,14 \cdot 3} \left(\ln \frac{2 \cdot 3}{0,012} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot 2 + 3}{5 \cdot 2 - 3} \right) = 17,14 \text{ Ом.}$$

Оскільки, згідно з проектом, трансформаторна підстанція є вбудованою, то немає можливості здійснити зовнішній контур її заземлення. Таким чином

заземлення підстанції здійснюється по внутрішньому контуру, який необхідно приєднати до зовнішнього контура заземлення усієї будівлі.

Приймаємо 3 вертикальних заземлювача, розташованих по контуру.

Загальний еквівалентний опір трьох вертикальних заземлювачів знайдемо за формулою:

$$R_e = \frac{R_g}{n \cdot \eta_g}, \quad (3.25)$$

де $n = 3$ – число вертикальних заземлювачів;

η_g – коефіцієнт використання вертикальних заземлювачів.

η_g визначається залежно від відношення відстані між заземлювачами до їх довжини $\frac{a}{l}$ і числа заземлювачів.

$$\frac{a}{l} = \frac{10}{5} = 2;$$

$$\eta_g = 0,73.$$

Тоді:

$$R_e = \frac{17,14}{3 \cdot 0,73} = 7,83 \text{ Ом.}$$

Цей еквівалентний опір вертикальних заземлювачів без урахування горизонтального зв'язку, тобто горизонтальних заземлювачів.

Визначимо опір розтікання горизонтальних заземлювачів.

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

$$R_z = \frac{\rho_p}{2\pi l} \lg \frac{l^2}{\alpha \cdot H_0}; \quad (3.26)$$

$$R_z = \frac{77}{2 \cdot 3,14 \cdot 30} \cdot \lg \frac{30^2}{0,48 \cdot 0,5} = 3,36 \text{ Ом.}$$

Опір розтіканню заземлюючого контура:

$$R_{зк} = \frac{R_e \cdot R_z}{R_e + R_z}; \quad (3.27)$$

$$R_{зк} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} = \frac{7,83 \cdot 3,36}{7,83 + 3,36} = 2,35 \text{ Ом.}$$

Таким чином, опір розтіканню заземлюючого контура задовольняє умові:

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

План розташування внутрішнього контура заземлення трансформаторної підстанції і його приєднання до зовнішнього контура представлений в графічній частині дипломного проекту.

3.6 Грозозахист

Відповідно до призначення будівель і споруд необхідність виконання грозозахисту і її категорія, а при використанні стержневих і тросових грозовідводів – тип зони захисту визначаються залежно від середньорічної тривалості гроз в місці знаходження будівлі або споруди, а також від очікуваної кількості ураженням його блискавкою в рік.

Згідно РД 34.21.122-87 «Інструкцій по пристроях грозозахисту будівель і споруд» проектувана фабрика по виробництву керамічної плитки відноситься до III категорії по пристроях грозозахисту.

Будівлі і споруди, віднесені по пристроях грозозахисту до III категорії, мають бути захищені від прямих попадань блискавки і занесення високого потенціалу через металеві комунікації.

Для захисту будівель і споруд від прямих уражень блискавки слід максимально використати в якості природніх грозовідводів існуючі високі споруди, а також грозовідводи інших близько розташованих споруд.

Для заземлювачів грозозахисту допускається використовувати всі рекомендовані ПУЕ заземлювачі електроустановок, за винятком нульових проводів повітряних ЛЕП напругою до 1 кВ.

Залізобетонні фундаменти необхідно, як правило, використати в якості заземлювачів грозозахисту за умови забезпечення безперервного електричного

зв'язку по їх арматурі і приєднання її до заставних деталей за допомогою зварювання.

Захист від попадання прямих ударів блискавки споруди III категорії з неметалічною покрівлею і при ухилі покрівлі не більше $1/8$ може бути здійснена шляхом використання грозоприймальної сітки з кроком омірок не більше за 12×12 м. Грозоприймальна сітка виконується із сталевому проволу діаметром якого, не менше 6 мм і укладена на покрівлю вгорі або під негорючі або важкогорючі утеплювачі або гідроізоляцію. Вузли сітки повинні сполучатися зварюванням. Металеві елементи (труби, шахти, вентиляційні пристрої), що виступають над дахом, мають бути приєднані до грозоприймальної сітки, а неметалеві елементи, що виступають, повинні бути обладнані додатковими грозоприймачами, також приєднаними до грозоприймальної сітки.

Грозозахист будівлі проекрованої фабрики по виробництву керамічної плитки здійснюється грозоприймальною сіткою зі сталевому дроту діаметром 6 мм з кроком комірок 12×12 м, що укладається на даху будівлі. Як захисні заземлювачі використовуються металеві конструкції будівлі, які по периметру грозоприймальної сітки приєднуються до неї через 25 м зварюванням. Металеві конструкції будівлі, що використовуються як захисне захисні заземлювачі, мають бути приєднані до контуру заземлення, що виконується по периметру будівлі зі сталевому проволу діаметром 12 мм і укладається на глибині $0,5$ м.

Перевірка стану пристроїв грозозахисту для будівель і споруд III категорії повинна проводитись не рідше одного раз в 3 роки. Перевірці підлягають цілість і захищеність від корозії доступних огляду частин грозоприймача, струмопроводу і контактів між ними, а також значення опору струму промислової частоти заземлювачів окремо розташованих грозовідводів.

3.7 Висновки до розділу 3

Виконано вибір числа і потужності трансформаторів. До встановлення прийнято два трансформатори 2ТМЗ-1000-10/0,4. Компонування трансформаторної підстанції включило вибір обладнання розподільних пристроїв РП-10 кВ і РП-0,4 кВ. РП-10 кВ укомплектовано камерами КСО-393, а РП-0,4 кВ – панелями ЩО94.

Наступним етапом проектування став вибір і перевірка високовольтних електричних апаратів, в ході виконання якого в якості ввідного автомата в РП-10 кВ вибрано вимикач ВНА-10/630-20з. Виконана перевірка показала, що цей вимикач до встановлення придатний, оскільки він задовольняє усім вимогам, що висуваються до вимикачів.

Після вибору високовольтного обладнання здійснено вибір низьковольтного обладнання, який включив: вибір типу силових розподільних щитів, вибір кабелів, що живлять силові розподільні щити, вибір автоматів захисту на введенні в силові розподільні щити, вибір кабелів, що живлять окремі електроприймачі і вибір автоматів, що захищають окремі електроприймачі.

Також виконано вибір схеми зовнішнього електропостачання, в результаті якого як живляча лінія прийнято кабельну лінію КЛ-10 кВ. Вибір кабелю живлячої мережі зроблений за трьома умовами: по тривалому струму, по економічній щільності струму і по струму короткого замикання. За отриманими результатами прийнято до встановлення кабель з паперовою ізоляцією ААБ-10 кВ, перерізом 3×95 мм².

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Небезпечні та шкідливі чинники виробництва

Небезпечний виробничий чинник - чинник середовища і виробничого процесу, який може бути причиною травми, гострого захворювання або раптового різкого погіршення здоров'я, смерті.

До небезпечних фізичних чинників відносяться: рухомі машини і механізми; різні підйомно-транспортні пристрої і переміщувані вантажі; незахищені рухливі елементи виробничого обладнання (приводні і передавальні механізми, різальні інструменти, обладнання, які обертаються і переміщаються); відлітаючі частки оброблюваного матеріалу і інструменту, електричний струм, підвищена температура поверхонь обладнання і оброблюваних матеріалів.

Залежно від кількісної характеристики і тривалості дії небезпечними можуть стати окремі шкідливі виробничі чинники.

Шкідливий виробничий чинник - чинник середовища і виробничого процесу, який може викликати професійну патологію, тимчасове або стійке зниження працездатності, підвищити частоту соматичних і інфекційних захворювань, привести до порушення здоров'я потомства.

Шкідливими для здоров'я фізичними чинниками є: підвищена або знижена температура повітря робочої зони; висока вологість і швидкість руху повітря; підвищені рівні шуму, вібрації, ультразвуку і різних випромінювань - теплових, іонізуючих, електромагнітних, інфрачервоних та ін. До шкідливих фізичних чинників відноситься також запилена і загазованість повітря робочої зони; недостатня освітленість робочих місць, проходів і проїздів; підвищена яскравість світла і пульсація світлового потоку.

На підприємствах працюючі можуть піддаватися дії різних небезпечних і шкідливих виробничих чинників.

Фізичні небезпечні і шкідливі виробничі чинники поділяються на наступні:

- рухомі машини і механізми; рухливі частини виробничого обладнання; вироби, що пересуваються, заготовки, матеріали; конструкції, що руйнуються; гірські породи, що обриваються;

- підвищена запилена і загазованість повітря робочої зони;
- підвищена або знижена температура поверхонь обладнання, матеріалів;
- підвищена або знижена температура повітря робочої зони;
- підвищений рівень шуму на робочому місці;
- підвищений рівень вібрації;
- підвищений рівень інфразвукових коливань;
- підвищений рівень ультразвуку;

підвищений або знижений барометричний тиск в робочій зоні і його різка

зміна

- підвищена або знижена вологість повітря;
- підвищена або знижена рухливість повітря;
- підвищена або знижена іонізація повітря;
- підвищений рівень іонізуючих випромінювань в робочій зоні;
- підвищене значення напруги в електричному колі, замикання якого може статися через тіло людини;
- підвищений рівень статичної електрики;
- підвищений рівень електромагнітних випромінювань;
- підвищена напруженість електричного поля;
- підвищена напруженість магнітного поля;
- відсутність або нестача природного світла;
- недостатня освітленість робочої зони;
- підвищена яскравість світла;
- знижена контрастність;
- пряма і відбита блискочість;
- підвищена пульсація світлового потоку;
- підвищений рівень ультрафіолетової радіації;
- підвищений рівень інфрачервоної радіації;

- гострі кромки, задирки і шорсткість на поверхнях заготівель, інструментів і обладнання;

- розташування робочого місця на значній висоті відносно поверхні землі (пола);

- невагомість.

Хімічні небезпечні і шкідливі виробничі чинники підрозділяються:

за характером дії на людину на:

- токсичні;

- дратівливі;

- сенсibiliзуючі;

- канцерогенні;

- мутагенні;

- що впливають на репродуктивну функцію;

шляхом проникнення в організм людини через:

- органи дихання;

- шлунково-кишковий тракт;

- шкірні покриви і слизові оболонки.

Біологічні небезпечні і шкідливі виробничі чинники включають наступні біологічні об'єкти:

- патогенні мікроорганізми (бактерії, віруси, рикетсії, спірохети, гриби, прости) і продукти їх життєдіяльності;

- мікроорганізми (рослини і тварини).

Психофізіологічні небезпечні і шкідливі виробничі чинники за характером дії підрозділяються на наступні:

- фізичні перевантаження;

- нервово-фізичні перевантаження.

Нервово-психічні перевантаження підрозділяються на:

- розумове перенапруження;

- перенапруження аналізаторів;

- монотонність праці;

- емоційні перевантаження.

Один і той же небезпечний і шкідливий виробничий чинник за природою своєї дії може відноситися одночасно до різних груп.

Така класифікація потрібна для виявлення небезпечних і шкідливих виробничих чинників, які можуть мати або мають місце на виробництві і, зрештою, для повної нейтралізації або зменшення цих чинників.

Вибір методів і засобів забезпечення безпеки повинен здійснюватися на основі виявлення цих чинників, властивих тому або іншому виробничому обладнанню або технологічному процесу. Дуже важливо уміти виявити небезпеку і визначити її характеристики.

4.2 Заходи пожежної профілактики

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

Організаційні заходи: передбачають правильну експлуатацію машин і внутрішньозаводського транспорту, правильний зміст будівель, території, протипожежний інструктаж і тому подібне.

Режимні заходи (заборона паління в невизначених, заборона зварювальних і інших вогневих робіт в пожежонебезпечних приміщеннях і тому подібне.

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

Будівельно-планувальні визначаються вогнестійкістю будівель і споруд (вибір матеріалів конструкцій : що згорають, не згорають, важкоспалимі) і межа вогнестійкості — ця кількість часу, впродовж якого під впливом вогню не

порушується здатність будівельних конструкцій, що несе, аж до появи першої тріщини.

Технічні заходи — це дотримання протипожежних норм при евакуації систем вентиляції, опалювання, освітлення, ел. забезпечення і так далі

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

Способи і засоби гасіння пожеж

- Зниження концентрації кисню в повітрі;
- Пониження температури горючої речовини, нижче температури займання.

- Ізоляція горючої речовини від окисника.

- Огнегасительные речовини : вода, пісок, піна, порошок, газоподібні речовини не підтримують горіння (хладон), інертні гази, пару.

Засоби пожежогасінні :

Ручні

- вогнегасники хімічної піни;
- вогнегасник пінний;
- вогнегасник порошковий;
- вогнегасник углекислотный, бромэтиловый

Протипожежні системи

- система водопостачання;
- піногенератор

Системи автоматичної пожежогасінні з використанням засобів автоматичної сигналізації

- пожежний сповіщувач (тепловий, світловий, димовий, радіаційний)

4.3 Вимоги до проектування й побудови промислових підприємств

Нові промислові підприємства повинні будуватися з врахуванням вимог, виконання яких сприяє підвищенню стійкості інженерно-технічного комплексу об'єкту.

Будівлі і споруди на об'єкті необхідно розміщувати розосереджено. Відстань між будівлями повинна забезпечувати протипожежні розриви. При забезпеченні таких розривів виключається можливість перенесення вогню з однієї будівлі на іншу навіть, якщо гасіння пожежі не проводиться.

Ширина протипожежного розриву L_p , м, визначається за формулою:

$$L_p = H_1 + H + 15 \text{ м,}$$

де H і H_1 – висота сусідніх будинків.

Будівлі адміністративно-господарського і обслуговуючого призначення повинні розміщуватись окремо від основних цехів.

Найбільш важливі виробничі споруди треба будувати заглибленими або пониженої висоти, прямокутної форми в плані. Це зменшить парусність будівлі і збільшить її опір ударній хвилі будь-якого вибуху. Висока стійкість до дії ударної хвилі властива залізобетонній будівлі з металевими каркасами в бетонній опалубці.

Для підвищення стійкості до пожеж в будинках повинні застосовуватись вогнестійкі конструкції, а також вогнезахисна обробка горючих елементів будівлі. В кам'яних будинках перекриття повинно бути виготовлене з армованого бетону або з бетонних плит. Велика за розмірами будівля повинна поділятися на секції з негорючими стінами.

В ряді випадків при проектуванні і будівництві промислових будівель і споруд повинна бути передбачена можливість герметизації приміщень від проникнення радіоактивного порошку. Це особливо важливо для підприємств харчової промисловості і продовольчих складів.

В складських приміщеннях повинно бути якомога менше вікон та дверей. Складські приміщення для зберігання легкозаймистих речовин (бензин, нафта,

мазут та ін.) повинні розміщуватись в окремих блоках заглибленого або напівзаглибленого типу біля кордонів об'єкту або за його межами.

Деякі унікальні види технологічного обладнання потрібно розміщувати в більш міцних спорудах (підвалах, підземних спорудах) або будівлях з легких негорючих конструкцій павільйонного типу, під навісами або відкрито. Це обумовлюється тим, що в багатьох випадках обладнання може витримати набагато більший надлишковий тиск ударної хвилі, ніж будівля, в якій воно знаходиться. При зруйнуванні будівлі внаслідок падіння конструкцій розміщене в них обладнання буде виходити з ладу.

На підприємствах, які виготовляють або споживають сильнодіючі отруйні і вибухонебезпечні речовини, при будівництві чи реконструкції необхідно передбачати захист ємностей і комунікацій від зруйнування ударною хвилею або падаючими конструкціями, а також заходи, які виключають розливання отруйних і вибухонебезпечних речовин.

Душові приміщення необхідно проектувати з врахуванням використання їх для санітарної обробки людей, а місця для миття машин - з врахуванням використання їх для знезаражування автотранспорту.

Дороги на території об'єкту повинні бути з твердим покриттям і забезпечувати зручний і найкоротший шлях між виробничими будівлями, спорудами і складами. В'їздів на територію об'єкту повинно бути не менше, ніж два з різних напрямків. Внутрішні залізниці повинні забезпечувати найпростішу схему рух та займати мінімальну площу території об'єкту і мати обгінні ділянки. Вводи залізниці в цехи повинні бути, як правило, тупикові.

Системи побутової і виробничої каналізації повинні мати не менше двох випусків в міську каналізаційну мережу і пристосування для аварійних викидів в підготовлені для цього місця.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В даній роботі здійснено розробку та впровадження заходів для підвищення надійності роботи електроенергетичного обладнання промислового підприємства, шляхом модернізації системи електропостачання, що дозволить знизити збиток від порушення нормального режиму роботи споживачів електроенергії.

Отримані наступні результати:

1. Проведено аналіз інженерно-технічних характеристик підприємства із виготовлення керамічної плитки.

2. Проведений розрахунок електричних навантажень підприємства, так як деякі з електроприймачів є однофазними – виконано рівномірний розподіл їх по фазах. Розрахунок електричних навантажень фабрики виконано методом впорядкованих діаграм і частково методом коефіцієнта попиту. Підсумком розрахунку електричних навантажень став розрахунок сумарного навантаження трансформаторної підстанції, яке склало 1506 кВА.

3. На підставі сумарної потужності, яка була визначена при розрахунку навантажень, виконано вибір числа і потужності трансформаторів. До встановлення прийнято два трансформатори 2ТМЗ-1000-10/0,4. Компонування трансформаторної підстанції включило вибір обладнання розподільних пристроїв РП-10 кВ і РП-0,4 кВ. РП-10 кВ укомплектовано камерами КСО-393, а РП-0,4 кВ – панелями ЩО94.

4. Здійснено вибір і перевірку високовольтних електричних апаратів, в ході виконання якого в якості ввідного автомата в РП-10 кВ вибрано вимикач ВНА-10/630-20з.

5. Здійснено вибір низьковольтного обладнання, який включив: вибір типу силових розподільних щитів, вибір кабелів, що живлять силові розподільні щити, вибір автоматів захисту на введенні в силові розподільні щити, вибір кабелів, що живлять окремі електроприймачі і вибір автоматів, що захищають окремі електроприймачі.

6. Виконано вибір схеми зовнішнього електропостачання, в результаті якого як живляча лінія прийнято кабельну лінію КЛ-10 кВ. Вибір кабелю живлячої мережі зроблений за трьома умовами: по тривалому струму, по економічній щільності струму і по струму короткого замикання. За отриманими результатами прийнято до встановлення кабель з паперовою ізоляцією ААБ-10 кВ, перерізом 3×95 мм².

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Економіка енергетики [Електронний ресурс] // Навчальні матеріали онлайн. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: http://pidruchniki.com/73741/ekonomika/energetika_strukturi_natsionalnogo_gospodarstva#58.
2. <http://electricalschool.info/main/ekspluat/10-kakie-factory-vlijajut-na-nadezhnost.html>
3. <http://electricalschool.info/main/ekspluat/1386-povyshenie-nadezhnosti.html>
4. Правила улаштування електроустановок. - Видання офіційне. Міненерговугілля України. - Х. : Видавництво "Форт", 2017. - 760 с.
5. Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів [Текст] : [затв. ... Наказ М-ва палива та енергетики України 25.07.2006 № 258] / М-во палива та енергетики України. - Х. : Індустрія : Енергетичні рішення, 2012. - 318 с.
6. Маліновський А.А., Хохулін Б.К. «Основи електропостачання», Національний університет «Львівська політехніка», 2005.
7. Маліновський А.А., Хохулін Б.К. «Основи електроенергетики та електропостачання». Підручник – Львів. Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2007.
8. Б.Н. Неклепаєв, И.П. Крючков «Электрическая часть станций и подстанций: Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования», М:«Энергоатомиздат», 1989.
9. Б.А. Князевський, Б.Ю.Липкин «Электроснабжение промышленных предприятий», М: «Энергия» 1986.
10. М.С. Сегеда «Електричні мережі та системи». Підручник - Львів. Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2007.
11. Л.Л. Коновалова «Электроснабжение промышленных предприятий и установок». М:«Высшая школа» 1986.

12. С.С .Рокотян, И.М .Шапиро «Справочник по проектированию электроэнергетических систем», М:« Энергоатомиздат» 1985.
13. Л.Д. Рожкова, В.С. Козулин « Электрооборудование станций и подстанций», М:«Энергоатомиздат» 1989.
14. С.А. Мандарикин, А.А. Филатов «Эксплуатация и ремонт электрооборудования станций и подстанций», М:«Энергоатомиздат» 1989.
15. Правила улаштування електроустановок. - Видання офіційне. Міненерговугілля України. - Х. : Видавництво "Форт", 2017. - 760 с.
16. Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів [Текст] : [затв. ... Наказ М-ва палива та енергетики України 25.07.2006 № 258] / М-во палива та енергетики України. - Х. : Індустрія : Енергетичні рішення, 2012. - 318 с.
17. ДНАОП 0.00-2.32-2001 Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок.
18. Фактори, що впливають на надійність електропостачання : Матеріали ІХ Міжн. наук.-техн. конф. молодих учених та студентів ["Актуальні задачі сучасних технологій "], (Тернопіль, 25-26 лист. 2020 р.) / М-во освіти і науки України, Терн. нац. техн. універ.