

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

**Інститут (факультет) Навчально-науковий інженерно-технічний
інститут ім. академіка Гулого І.С.**

Кафедра електропостачання та енергоменеджменту

«До захисту в ЕК»

Директор інституту(декан факультету)

_____ Сергій БЛАЖЕНКО

(підпис)

(ім'я та прізвище)

«__» _____ 2023 р.

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ Сергій БАЛЮТА

(підпис)

(ім'я та прізвище)

«__» _____ 2023 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
(код та назва спеціальності)

освітньо-професійної програми «Електротехніка та інформаційні технології»
на тему: « Розробка СЕП Звенигородського сироробного комбінату.
Інформаційне забезпечення енергетичного менеджменту молокопереробного
підприємства ».

Виконав: здобувач __4__ курсу, групи __ЕЛ4-3

_____ Геращенко Костянтин Миколайович

(прізвище, ім'я, по батькові повністю)

_____ (підпис)

Керівник доцент Чорний Юрій Аркадійович

(прізвище, ім'я та по батькові повністю)

_____ (підпис)

Консультанти доцент Сірик А.О.

(ім'я та прізвище)

_____ (підпис)

Рецензент Грищенко А.Г.

(ім'я та прізвище)

_____ (підпис)

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

Здобувач _____

(підпис)

Київ - 2023 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Інститут (факультет) **Навчально-науковий інженерно-технічний
інститут ім. академіка Гулого І.С.**

Кафедра електропостачання та енергоменеджменту

Освітній ступінь бакалавр

Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
(код і назва)

Освітньо-професійна програма «Електротехніка та інформаційні технології»
(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри С. БАЛЮТА

“ ” _____ 2023 року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Геращенко Костянтин Миколайович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи « Розробка СЕП Звенигородського сироробного комбінату. Інформаційне забезпечення енергетичного менеджменту молокопереробного підприємства ».

керівник роботи Доцент Чорний Юрій Аркадійович,

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від “ 14 ” 04 2023 р. № 233 к.с. _____

2. Строк подання здобувачем роботи 30 травня 2023 р.

3. Вихідні дані до роботи Призначення підприємства і його розміри., перелік споживачів і їх потужність. Розташування технологічного обладнання в цеху. Освітлення цеху.

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

Вибір силових трансформаторів цеху.

Вибір кількості і потужності силових пунктів. Розрахунок перерізу кабелів.

Вибір автоматичних вимикачів. Розрахунок струмів КЗ.

Розгляд питань охорони праці. Спецпитання.

5. Перелік графічного матеріалу

1. Генплан підприємства з картограмою навантажень .

2. Схема електропостачання сироробного комбінату.

3. Схема розрізу ТП .

4. Схеми до спецпитання.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
ОП	доцент Сірик А.О.		

7. Дата видачі завдання 15 квітня 2023 р. _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ т№	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Отримання завдання на дипломний проект	15.04.2023 р	
2	Вступ	16.04.2023 р	
3	Коротка характеристика електроприймачів .	18.04.2023 р	
4	Розрахунок електричних навантажень цеху	23.04.2023 р	
5	Розрахунок картограми навантажень	28.04.2023 р	
6	Вибір кількості і потужності трансформаторів.	05.05.2023 р	
7	Розрахунок силової мережі цеху	07.05.2023 р	
8	Розрахунок силової мережі на стороні 10 кВ	10.05.2023 р	
9	Розрахунок силової мережі цеху на стороні 0,4 кВ	12.05.2023 р	
10	Вибір силових пунктів	14.05.2023 р	
11	Розрахунок струмів короткого замикання	16.05.2023 р	
12	Розрахунок освітлення .	18.05.2023 р	
13	Спецпитання.	20.05.2023 р	
14	Охорона праці	22.05.2023 р	
15	Список літератури	26.05. 2023 р	
16	Здача дипломного проекту на перевірку	30.05.2023 р	

Здобувач _____

(підпис)

Геращенко К.М.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____

(підпис)

Чорний Ю.А.

(прізвище та ініціали)

Анотація

Геращенко Костянтин Миколайович . Дипломний проект на тему :
« Розробка СЕП Звенигородського сироробного комбінату.
Інформаційне забезпечення енергетичного менеджменту
молокопереробного підприємства.»

Національний Університет Харчових Технологій, Київ -2023
141. «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Додана пояснювальна записка складається із вступу, 12 розділів та списку використаної літератури. Обсяг проекту становить 94 сторінки .

До опису надано графічну частину, яка складається із чотирьох креслень : генплан підприємства, схема електропостачання комбінату, схема розташування трансформаторної підстанції, освітлювальної силове обладнання цеху.

У проекті розглянуто характеристику підприємства і надано опис технологічного процесу. Виконано розрахунки електричних навантажень і побудовано картограму навантажень. Розраховано трансформатори головної понижувальної підстанції, а також розраховані кількість і потужність цехових трансформаторів. Виконано розрахунок робочих струмів і обрано відповідні кабелі. Для системи електропостачання заводу виконано розрахунок струмів короткого замикання. Обрано електричні апарати захисту і управління. Розраховано кількість і тип обладнання для компенсації реактивної потужності.

У розділі охорона праці розглянуто можливі аварійні ситуації та засоби техніки безпеки і захисту обслуговуючого персоналу.

Ключові слова : понижувальна підстанція, силовий трансформатор, струми короткого замикання, апарати захисту, компенсація реактивної потужності.

Abstract

Kostiantyn Mykolaiovych Herashchenko. Diploma project on the topic :
" Development of SEP Zvenigorod cheese factory. Information support of
energy management of dairy processing enterprise."

National University of Food Technologies, Kiev -2023
141. "Electric power engineering, electrical engineering and electromechanics"

The added explanatory note consists of an introduction, 12 sections and a list of used literature. The project is 94 pages .

The description includes a graphical part consisting of four drawings: the general plan of the enterprise, the scheme of power supply of the plant, the scheme of power supply of the coloring workshop, lighting network, power equipment of the workshop.

The project examines the characteristics of the enterprise and provides a description of the technological process. Calculations of electrical loads were performed and load cartogram was built. Transformers of the main substation are calculated, as well as the calculated number and power of the department transformers. The calculation of operating currents was performed and the corresponding cables were selected. For the power supply system of the plant, the calculation of short-circuit currents was performed. Electrical protection and control devices are selected. The number and type of equipment for reactive power compensation was calculated.

The section labor protection considers possible emergencies and safety and protection of service personnel.

Keywords : low-power substation, power transformer, short-circuit currents, protection devices, reactive power compensation.

Зміст

Анотація	4
Зміст	6
Вступ	7
1. Технологічний процес підприємства	10
2. Розрахунок електричних навантажень	12
3. Побудова картограми навантажених, і визначення центра електричних навантажень	15
4. Вибір схеми електропостачання підприємства	21
5. Вибір числа і потужності цехових трансформаторів з урахуванням компенсації реактивної потужності.....	23
6. Розрахунок струмів КЗ.....	28
7. Розрахунок релейного захисту	35
8. Вибір схеми цехової електричної мережі приймального відділення	41
9. Вибір високовольтних комутаційних та електровимірювальних електричних апаратів	47
10. Вибір кабельних ліній 10 кВ	56
11. Спецпитання	60
12. Розробка заходів з охорони праці та техніки безпеки.	86
Література	94

					ДП 2023 141
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	
Розробив		<i>Геращенко К.</i>			Літ.
Перевірив		<i>Чорний Ю.А.</i>			Арк.
					6
Н. Контр.					Аркушів
Затвердив		<i>Балюта С.М</i>			Зміст
					ННПІ ім. акад. І.С.Гулого, ЕЛ4-3

Вступ

Молокопереробна промисловість за загальними обсягами харчової й переробної промисловості займає найбільшу питому вагу $\approx 18\%$ (для порівняння: м'ясна промисловість $=13\%$. кондитерська $\approx 6.5\%$). Потужності з переробки молока в Україні становлять понад 18,5 млн. тон. За офіційним даними, в 2000-2004 роках промисловістю перероблялося в середньому 4,2 млн. тон щороку, у тому числі в 2004 році 5,2 млн. тон молока. При цьому рівень використання потужностей щодо різних видів продукції становить лише від 25% до 35%.

За часів СРСР в Україні щорічно надоювали понад 20 млн. тони молока. Зберігши той потенціал, наша країна могла б бути абсолютним лідером з виробництва молока в Європі. Але за часи незалежності ситуація дуже змінилася. Сільськогосподарські виробники пережили великі проблеми: катастрофічно знижувалося поголів'я худоби, зменшувалася продуктивність молочної череди. В 2000 році в країні надоїли лише 12,6 млн. тонн молока, що майже у два рази нижче показника 1990 року.

В останні роки обсяги виробництва молока в країні стабілізувалися на рівні 13.7-13,8 млн. тон. Процес зниження виробництва молока в Україні припинився за рахунок господарств населення, удої молока сільськогосподарських підприємств скоротився в багато разів.

Згідно з даним Держкомстату, в Україні в останні роки лише близько 40% від усього виробленого молока підлягало промисловій переробці. Шляхом експертних розрахунків на виробництво молокопродуктів українська молочна промисловість повинна була використати близько 50% від загального виробництва.

Кілька років назад найбільші обсяги молока закуповувалися заводами для виробничого процесу з випуску масла, сухого молока або казеїну. Останнім часом за обсягами використання молока на перші позиції вийшли підприємства з виробництва сиру.

Українська молочна промисловість розвивається у трьох основних напрямках діяльності: цільномолочна продукція; сир; масло (а також сухе молоко й казеїн). Найбільш ємними в сировинному вимірі є сир і масло, але найважливішою вважається цільномолочна продукція, оскільки це продукти першої необхідності у споживчому кошику.

					ДП 2023 141		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розробив		<i>Геращенко К.</i>				Літ.	Арк.
Перевірив		<i>Чорний Ю.А.</i>					7
Зав.кафедр.					Вступ ННІТІ ім. акад. І.С.Гулого, ЕЛ4-3		
Н. Контр.							
Затвердив		<i>Балюта С.М</i>					

Незважаючи на важливість виробництва того чи іншого товару, в Україні спостерігається стабільне зростання обсягів виробництва на практично усіх основних молокопродуктів. А випуск деяких товарів за останні роки збільшився у кілька разів. Найістотніше зростання виробництва відзначається щодо сирів. У 2006 році тільки жирних сирів було випущено понад 215 тис. тони, що у 3,2 рази більше виробничого показника 2000 року. Приблизно у 2,5 рази збільшився промисловий випуск цільномолочної продукції. Лише по маслу й казеїну відзначається незначне зростання. Варто зазначити, що в 2006 році виробництво більшості молокопродуктів знизилося через введення Росією, колишнього імпортера даних українських товарів, заборони на імпорт української продукції тваринництва.

Динаміка виробництва основних молокопродуктів в Україні, тис. тон

Назва товару	2013	2014	2015	2016	2017	2018 до 2020, у %
Молоко оброблене (свіже)	263	645	686	828	786	95
Молоко й вершки сухі	72	89	105	113	106	94
Масло вершкове	135	137	138	118	102	86
Сир свіжий неферментований і кисломолочний	27	58	71	83	92	111
Сир жирний	67	173	224	272	215	79
Консерви молочні	49	78	104	104	97	93
Продукти кисломолочні	158	427	467	494	517	105
Казеїн та казеїнати	25	16	21	18	13	72
Морозиво й харчовий лід	98	112	116	121	119	98

Ємність українського ринку молокопродуктів за останні роки істотно збільшилась. Останнім часом найвигіднішим вважається виробництво сиру й окремих видів суцільномолочної продукції. У загальній структурі виробництва само ці товари займають лівову частку.

Споживання молока й молокопродукті в Україні в роки незалежності помітно знизилася у порівнянні з показниками часів СРСР. У той час молокопродукти були одними з найдешевших і загальнодоступних продуктів. Щоправда, в останні роки з ростом добробуту населення й відновлення молочної галузі країни показники щодо споживання молокопродуктів збільшились, про що свідчать дані Держкомстату України.

					ДП 2023 141	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

Незважаючи на істотне скорочення виробництва молока в Україні у порівнянні з часами СРСР, молочно промисловість країни випускає більше молокопродуктів, ніж споживає українське населення. Природно, ці надлишки досить успішно експортуються з країни. Приблизно третина від усього молока, що переробляють українські підприємства, вивозиться за межі країни у вигляді сирів, масла, сухого молока, інших молокопродуктів. Експорт молокопродуктів з України в останні кілька років стабільно збільшився. У 2006 році в країну надійшло понад 328 млн USD валютного виторгу від експорту молокопродуктів.

Вивіз сухого молока й у натуральному вираженні також займає лідируючу позицію у структурі українського експорту. При цьому, з кожним роком обсяги експорту цього товару істотно збільшуються. Раніше стабільно високий показник щодо експорту сиру в 2006 році знизився через російське ембарго.

Експортні поставки масла менш стабільні й показники щодо цього товару щороку змінюються.

Динаміка експорту основних молокопродуктів з України, тис. тон

Найменування товару	2013	2014	2015	2016	2017	2018 до 2020 у %
Сухе знежирене молоко	49	51	63	56	64	114
Сухе незбиране молоко	3	8	18	20	17	85
Молочні консерви	5	15	27	21	11	52
Масло	31	18	42	21	11	52
Сир твердий	8	58	89	111	47	42
Казеїн	27	17	21	14	12	86

Українські експортери здійснюють поставки молокопродуктів у багато країн. Частка поставок молокопродуктів у країни Західної Європи в грошовому еквіваленті в 2016 року склала близько 42% від національного експорту. На захід експортуються майже всі експортно-орієнтовані молокопродукти.

										Арк.
										9
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП 2023 141					

1. Опис технологічного процесу

В основу технологічної схеми заводу покладена прогресивна технологія з застосуванням нового високовиробничого устаткування. Передбачено виготовлення продуктів харчування високої якості.

Технологічні рішення забезпечують безвідходне виробництво, високу споживчу якість виготовленої - продукції при значному зменшенні трудових витрат, матеріальних і паливно-енергетичних ресурсів. Проектом передбачено прогресивні технологічні процеси:

- приймання молока по сортам, в тому числі не сортового молока 10% від молока, що надходить.

Зберігання молока передбачено в резервуарах місткістю 50т..

встановлених за межами будівлі. Передбачені наступні схеми виробництва:

- кисломолочні продукти резервуарним способом в резервуарах з автоматизацією управління технологічними операціями і контролем основних параметрів процесу;

- творог на поточно-механізованих лініях безперервної дії «ЯУОПТ-2.5»

- пастеризація і охолодження сумішей морозива в потоці в автоматичному режимі;

- фрезерування сумішей у фрезерах безперервної дії дозволяють прискорити процес заморожування;

- розфасовка упаковка і загартування морозива;

Застосування цих ліній дозволяє забезпечити комплексну механізацію технологічних процесів, якісну циркуляційну мийку.

Прийом молока.

Прийом молока і мийка автомобільних цистерн здійснюється у прийомно-мийочому відділенні виробничого типу. Мийка автомобільних цистерн передбачена в автоматичному режимі.

Перемішування молока в автомотоцистернах здійснюється пристроєм для перемішування молока, закріплених на поворотних стійках. Лічильники встановлюються в окремому приміщенні, відділенні прийомки молока і мийки автомолочних цистерн.

					ДП 2023 141			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Опис технологічного процесу	Літ.	Арк.	Аркушів
Розробив		<i>Геращенко К.</i>						
Перевірив		<i>Чорний Ю.А.</i>					10	
Н. Контр.						ННІТІ ім. акад. І.С.Гулого, ЕЛ4-3		
Затвердив		<i>Балюта С.М</i>						

Молоко з автомотоцистерн через лічильно-вимірвальний пристрій подається на охолоджувач і далі в резервуари для проміжного зберігання.

Несортове молоко по сортовій лінії через лічильно-вимірвальний пристрій відкачується в резервуар звідки насосом подається на трубчасту установку для підігріву, потім очищується на сепараторі, пастеризується і охолоджується на установці, після чого надходить в резервуар.

Пастеризація і охолодження молока для виготовлення сиру, жирного кефіру, не жирного кефіру здійснюється на пастеризаційно-охолоджувальній установці.

Виготовлення пастеризованого молока 2,5% жирності.

Нормалізоване молоко із резервуарів насосом подається на пастеризаційно-охолоджувальну установку. Гомогенізується молоко на гомогенізаторі.

Пастеризоване охолоджене молоко подається в резервуари для проміжного зберігання перед розливом. На розлив молоко надходить самопливом.

Розливають молоко в пляшки на лінії.

Знежирене молоко з сепаратора надходить для високотемпературної пастеризації і охолодження. Охолоджене і пастеризоване молоко надходить в резервуари для зберігання до реалізації споживачам.

					ДП 2023 141	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

2. Розрахунок електричних навантажень

Електричні навантаження є початковими даними для рішення складного комплексу технічних та економічних питань, які виникають при проектуванні електричного постачання підприємства. По ступеню надійності електропостачання електроприймачі молокозаводу відносять до споживачів II та III категорії.

Споживачами електроенергії є асинхронні електродвигуни технологічного устаткування, а також лампи розжарювання і люмінесцентні лампи електроосвітлення.

Розподіл електроенергії по заводу здійснюється при напрузі 380/220 В, напругу 380 В прийнято для електродвигунів, 220 В - для світильників робочого і аварійного освітлення, 36 В - для ремонтного освітлення.

Живлення силових і освітлювальних електроприймачів здійснюється від різних секцій ТП.

Методи розрахунку електричних навантажень.

Електричні навантаження є вихідними даними.

Розрахунок навантаження здійснюється для вибору і перевірки струмоведучих елементів (шин, кабелів, проводів), силових трансформаторів, а також, для розрахунку витрат, відключень і коливань напруги, вибору релейною захисту, сигналізації і КУ.

Для визначення розрахункових навантажень підприємства використовуємо, як правило, метод коефіцієнту максимуму і коефіцієнту використання. Розрахунок навантажень ведеться за найбільш завантаженою зміною, яка є найбільшим споживачем електроенергії.

Для даного підприємства відома кількість, паспортні дані і режим роботи устаткування. Тому розрахункові навантаження визначаємо за формулою:

$$P_p = K_m \cdot P_{cm} \text{ кВт,}$$

де : P_{cm} - середнє навантаженням та найбільш завантаженою зміною групи електроприймачів однакового режиму, кВт ;

P_{cm} - сумарне навантаження за найбільш завантаженою зміною групи електрприймачив (ЕП) цієї групи, кВт ;

					ДП 2023 141		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розробив		<i>Геращенко К.</i>			Розрахунок електричних навантажень		
Перевірів		<i>Чорний Ю.А.</i>					
						12	
Н. Контр.					ННІТІ ім. акад. І.С.Гулого, ЕЛ4-3		
Затвердив		<i>Балюта С.М</i>					

K_M - коефіцієнт максимуму навантаження:

K_B - коефіцієнт використання.

За цією формулою визначаємо розрахункове активне навантаження групи ЕП. Сумарна встановлена потужність групи ЕП даного цеха, визначається як сума номінальних потужностей окремих ЕП, тобто:

$$P_H = \sum_{i=1}^n P_{Hi}$$

Середня за максимально завантаженою зміною активна і реактивна потужності для групи ЕП одного режиму роботи визначається за формулою:

$$P_{CM} = K_B \cdot P_H$$

$$Q_{CM} = P_{CM} \cdot \operatorname{tg} \varphi_{CM}$$

де $\operatorname{tg} \varphi_{CM}$ функція від характерного $\cos \varphi$ для даної групи ЕП.

Коефіцієнт максимуму K_M активної потужності визначається для різних коефіцієнтів використання по довідковим таблицям в залежності від величини групового коефіцієнту використовуваних і наведеного числа електроприймачів.

В загальному вигляді ефективне число ЕП визначається:

$$n_e = \frac{(\sum_{i=1}^n P_{Hi})^2}{(\sum_{i=1}^n P_H)^2}$$

де P_{Hi} - потужність окремо взятого ЕП.

Для спрощення розрахунків вводиться поняття коефіцієнта m :

$$m = \frac{P_{H\max}}{P_{H\min}}$$

Ефективне число ЕП приймається рівним дійсному їх числу, якщо $m \leq 3$.

При $m \geq 3$ та $K_B \geq 2,0,2$ ефективне число електроприймачів визначається:

$$n_e = \frac{2 \sum_{i=1}^n P_{Hi}}{P_{H\max}},$$

де - потужність найбільшого електроприймача, групи.

Якщо $n_e > n$. то потрібно прийняти $n_e = n$.

ЕП, сумарна потужність, яка не перевищує 5% потужності всієї групи не враховується у виразі для m .

Методика визначення електричної розрахункової реактивної потужності залежить від значення n_e :

									Арк.
									13
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП 2023 141				

$$n_e \geq 10; \quad Q_p = Q_{cm}, \text{ кВАр.}$$

$$n_e \leq 10; \quad Q_p = 1,1 Q_{cm}, \text{ кВАр.}$$

Коефіцієнт максимуму навантаження:

$$K_M = f(K_B; n_e) = f(0,6; 19,7) = 1,15.$$

Дія цеху морозива середнє навантаження за максимально навантажену зміну:

$$P_{cm} = K_B \cdot P_{ном}, \text{ кВт}$$

$$P_{cm} = 0,6 \cdot 226,35 = 135,81 \text{ кВт.}$$

Після визначення активних і реактивних навантажень визначаємо повну розрахункову потужність :

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2}, \text{ квар}$$

Приклад розрахунку:

$$m = \frac{23}{0,4} = 57,5$$

Ефективне число використання n_e :

$$n_e = \frac{2 \cdot 226,35}{23} = 19,7$$

Розрахункова потужність (активне навантаження):

$$P_p = 1,15 \cdot 135,81 = 156 \text{ кВт.}$$

Середнє реактиве навантаження:

$$Q_{cm} = 135,81 \cdot 0,88 = 119,51 \text{ квар.}$$

Розрахункове реактиве навантаження:

$$Q_p = Q_{cm}, \text{ якщо } n_e \geq 10;$$

$$Q_p = 119,51 \text{ квар}$$

Повна розрахункова потужність:

$$S_p = \sqrt{156^2 + 119,51^2} = 196,51 \text{ кВА}$$

Результат розрахунків для приймального відділення і підприємства у цілому заносимо у таблицю таблицю 2.1.

					ДП 2023 141	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

3. Побудова картограми навантажень і визначення центра електричних навантажень підприємства.

Картограма навантажень будується для наглядного визначення центра електричних навантажень і вибору місця розташування підстанції.

Вибір місця розташування підстанції є найважливішим питанням при побудові раціональної системи електропостачання. При раціональному розташуванні підстанції на території підприємства, техніко-економічні показники системи електропостачання є оптимальними. Картограма навантажень представляє собою кола. Центр кола співпадає з центром електричних навантажень цеха.

Картограма наноситься на план підприємства. Площі, обмежені колами у вибраному масштабі дорівнюють розрахунковим навантаженням цехів. Для кожного цеху наноситься відповідне коло. Центр електричних навантажень можна приймати співпадаючим з центром навантаження фігури, що зображує корпус в плані. Підстанції слід розташовувати якнайближче до центру навантаження, так як це дозволяє наблизити високу напругу до центру споживання електричної енергії, значною мірою скоротити довжину розподільчої мережі заводу, зменшити витрати виробничого матеріалу та знизити втрати електроенергії.

Картограма будується для активного навантаження.

Коло поділяється на сектори, площі яких пропорціональні:

- а) розрахунковому навантаженню ЕП;
- б) розрахунковому навантаженню на освітлення.

Самовільно на генплані підприємства проводяться вісі координат, знаходять центри електричних навантажень цехів. З метою спрощення розрахунків електричне навантаження електроприймачів невеликої потужності і зовнішнього освітлення не враховується, тому що воно суттєво не впливає на розташування центру електричних навантажень.

Координати умовного центру електричних навантажень визначаємо виходячи з виразу:

					ДП 2012 6.050701				
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата					
Розроб.		<i>Геращенко К.М.</i>			Побудова картограми навантажень		Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.		<i>Ізволеньський</i>						15	
Реценз.							НУХТ, ЗЕЛ-V		
Н. контр.									
Затверд.		<i>Балюта С.М.</i>							

$$X_{\text{цен}} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i \cdot X_i}{\sum_{i=1}^n P_i};$$

$$Y_i = \frac{\sum_{i=1}^n P_i \cdot Y_i}{P_i}$$

де : n - кількість цехів;

X_i, Y_i - координати центрів навантажені, окремих споруд;

P_i - розрахункове активне навантаження.

Радіус кола визначаємо і виразу:

$$R = \sqrt{\frac{P_p}{\pi t}}$$

де: P_p - розрахункове активне навантаження, кВт;

t - масштаб, кВт/мм²;

Приймаємо t = 10.

Кут сектора для освітлювального навантаження визначається з відношення всього розрахункового навантаження до освітлювального;

$$\gamma = \frac{P_{p0}}{P_p} \cdot 360^\circ$$

Розрахункове навантаження внутрішнього освітлення будівель визначається за формулою:

$$P_{p0} = K_c \cdot P_{но}$$

де : P_{p0} - розрахункова потужність освітлення, кВт;

K_c - коефіцієнт попиту освітлювального навантаження;

$P_{но}$ - номінальна потужність освітлювального навантаження.

Номінальна потужність освітлювального навантаження визначається за формулою:

$$P_{но} = P_y^2 \cdot S_H$$

де: P_y^2 - питома освітлювальне навантаження, Вт/м² ;

S_H - площа приміщення, м².

										Арк.
										16
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП 2012 6.050701					

$$S_n = a \cdot b \cdot m$$

де : а - довжина будівлі, м;
b - ширина будівлі, м;
m - масштаб за генпланом.

Приклад розрахунку.

Розраховуємо центр електричних навантажень підприємства. Маючи розрахункові активні навантаження по цехам, рахуємо:

$$X_{\text{цен}} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i \cdot X_i}{\sum_{i=1}^n P_i} ;$$

$$X_{\text{цен}} = \frac{49 \cdot 4,4 + 156 \cdot 26,6 + 465 \cdot 55,9 + 110 \cdot 49 + 69 \cdot 34,4 + 486 \cdot 44 + 119,6 \cdot 68,5 + 87,22 \cdot 6}{49 + 156 + 465 + 110 + 69 + 486 + 119,6 + 87,22}$$

$$X_{\text{цен}} = 43 \text{ см.}$$

$$Y_{\text{цен}} = \frac{49 \cdot 3,5 + 156 \cdot 17,1 + 465 \cdot 4 + 110 \cdot 4,5 + 69 \cdot 3,5 + 486 \cdot 7,7 + 119,6 \cdot 4,5 + 87,22 \cdot 6}{49 + 156 + 465 + 110 + 69 + 486 + 119,6 + 87,22}$$

$$Y_{\text{цен}} = 6,73 \text{ см.}$$

Таким чином центр електричних навантажень підприємства знаходиться у точці з координатами:

$$X = 43 \text{ см; } Y = 6,73 \text{ см.}$$

Розраховуємо необхідні величини для побудови картограми навантаження на прикладі цеха морозива:

$$R = \sqrt{\frac{156}{3,14 \cdot 10}}$$

$$R = 2,22 \text{ см.}$$

Розраховуємо освітлювальне навантаження. Площа приміщення :

$$S = 0,19 \cdot 0,15 \cdot 400^2 = 4560 \text{ м}^2$$

					ДП 2012 6.050701	Арк.
						17
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Номинальна потужність освітлювального навантаження.

$$P_{\text{но}} = 15 \cdot 10^{-3} \cdot 4560^2 = 68,4 \text{ кВт}$$

де $15 \cdot 10^3 = P_{\text{у0}}$ - частка освітлення виробничого приміщення:

3.1 Розрахункове навантаження.

Для цеху морозива:

$$P_p = 0,95 \cdot 68,4 = 64,98 \text{ кВт.}$$

де: $K_c = 0,95$ коефіцієнт попиту.

Кут сектора для освітлювального навантаження:

$$\gamma = \frac{64,98}{156} \cdot 360^\circ = 150$$

Результати розрахунку по окремим цехам і підприємству в цілому зводимо в таблицю 3.1

Розрахункові навантаження

Таблиця 3.1

№ п/п	Найменування електроприймачів	P_p , кВт	K_p	$P_{\text{ро}}$ кВт	X_i , см	Y_i , см	R_i , см	α_{oi}
1	Приймальне відділення	49	0,95	9,69	54,9	3,5	1,2	71
2	Цех морозива	156	0,95	64,98	26,6	17,1	2,22	150
3	Компресорна	465	0,95	17,43	55,9	4	3,8	13,5
4	Вентеляційні установки	110	0,85	6,24	49	4,5	1,87	20,4
5	Цех розливу	69	0,95	10,35	34,4	3,5	1,48	54
6	Апаратне відділ.	518	0,85	92,24	44	7,7	3,93	64,5
7	Теплопункт	119,6		4,56	68,5	4,5	1,95	13,72
8	Адмін.корпус та Блок підсобних приміщень	87,22	0,95	13,68	8	6	1,7	56,5
	Разом	1573,82		219,17				

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП 2012 6.050701

Арк.

18

Таблиця 2.1-1

№, п/п	Електроприймач	Кількість	$\sum P_{ном}$,	K_v	m	$\cos \varphi /$ $\operatorname{tg} \varphi$	Сер. навантаження за макс. завантаж. зміну		n_e	K_m	Максимальне розрахункове навантаження			$I_p,$ А
							$P_{см},$ кВт	$Q_{см},$ кВАр			P_p кВт	Q_p квар	S_p кВА	
1	Автоматизована установка для мийки резервуарів	1	7,5	0,7		0,75/0,88	5,25	4,62						17
2	Насос ротаційний	1	2,2	0,6		0,75/0,88	1,32	1,16						5,2
3	Насос центробіжний	1	1,5	0,6		0,75/0,88	0,9	0,79						3,5
4	Тегільношліфувальний верс	1	1,8	0,12		0,4/2,29	0,216	0,49						4,2
5	Сепаратор молокоочистки	1	5,5	0,7		0,75/0,88	3,85	3,4						13
6	Насос центробіжний	1	5,5	0,6		0,75/0,88	3,3	2,9						13
7	Пастеризаційна охолоджувальна установка	1	1,5	0,7		0,75/0,88	1,05	0,92						3,5
8	Насос центробіжний	1	5,5	0,6		0,75/0,88	3,3	2,9						13
	Всього	8	31	0,62	5	-	19,2	17,2	8,26	1,3	24,96	18,92	31,32	47,6
9	Автоматизована установка для мийки резервуарів	1	7,5	0,7		0,75/0,88	5,25	4,62						
10	Насос ротаційний	1	2,2	0,6		0,75/0,88	1,32	1,16						
11	Насос центробіжний	1	1,5	0,6		0,75/0,88	0,9	0,79						
12	Настільно-свердл. верстат	1	0,6	0,12		0,4/2,29	0,072	0,16						
13	Насос повернення	1	1,5	0,6		0,75/0,88	0,9	0,79						
14	Насос центробіжний	1	5,5	0,6		0,75/0,88	3,3	2,9						
15	Насос центробіжний	1	5,5	0,6		0,75/0,88	3,3	2,9						
16	Конвеєр	1	7	0,5		0,7/1,02	3,5	3,57						
	Всього	8	31,3	0,6	12,5		18,54	16,89	8,34	1,29	24	18,54	30,33	46

№, п/п	Електроприймач	Кількість	Встановлена потужність		т	К _в	Сер. навантаження за макс. завантаж. зміну		n _e	К _м	Максимальне розрахункове навантаження		
			Одного	Загальна			кВт	кВАр			P, кВт	Q _p ,кВАр	S _p .кВа
1	Цех морозива	63	23/0,4	226,35	57,5	0,6	135,81	119,51	19,7	1,15	156	119,51	196,51
2	Приймальне відділення	16	7,5/0,6	226,35	57,5	0,6	37,4	32,9	16,6	1,23	49	38	62
3	Цех розливу	61	17/0,15	62,3	12,5	0,6	54,6	55,7	13	1,26	69	55,7	88,7
4	Теплопункт	18	40/1,5	109,2	0,5	0,5	83,65	73,62	7,6	1,43	119,6	81	144,4
5	Апаратне відділення	209	37/0,27	152,1	0,55	0,55	434,1	382	39	1,12	486	382	618
6	Цех збагаченої сироватки	56	9,37/0,75	723,5	0,6	0,6	23,5	23,97	10	1,34	32	23,97	40
7	Вентиляц. системи	141	5,5/0,37	47	0,5	0,5	101,4	89,23	56,7	1,085	110	89,23	142
8	Компресорна	7	132/56	156	0,65	0,65	378	333	9	1,23	465	366,3	608
9	Адмін. корпус та блок підсобних приміщень	28	12/0,37	581,6	0,65	0,65	75,84	66,74	21	1,15	87,22	66,74	109,8
	Всього	599		126,4	0,6	0,6	1324,3	1177	33,7	1,12	1573,82	1222,5	1992,8
	Освітлення			2225			219,2				219,17		
	Всього по об'єкту						1543,5	1177			1793	1222,5	2170,1

4. Вибір схеми електропостачання підприємства.

Основним джерелом живлення молокозаводу є ПС 110/35/10 кВ. Будемо позначати її ПС №1, резервне джерело ПС 110/10 кВ - ПС №2. Живлення від ПС №2 здійснюється по КЛ 10 кВ типу ААШв 3х150 довжиною 2 км. Резервна ПС №2 виконана кабелем ААШв 3х150 довжиною 2,2 км. Схема РП молокозаводу (рисунок 4.1): одна несекційована секція шин з розрізом на В - 10 кВ ПС №1 з введеним АВР. Основним недоліком такої схеми є те, що у разі пошкодження в комірках с. ш. 10 кВ чи пошкодженні на самій с. ш., або при „зайвій” роботі захистів на В - 10 кВ ПС №1 підприємство повністю знеструмлюється, що призводить до великих економічних збитків, особливо при серйозних пошкодженнях на с. ш.

З метою покращення надійності електропостачання молокозаводу приводиться реконструкція РП - 10 кВ заводу (рисунок 4.2).

Секція шин 10 кВ секціонується секційним вимикачем (СВ). У нормальному режимі В - 10 кВ ПС №1 включений. СВ-10 кВ виключений з введеним АВР на ньому. А при пошкодженні на одній із секцій ш. 10 кВ молокозаводу, працює АВР-0,4 кВ і електропостачання заводу не порушується.

Також передбачається заміна морально застарілих масляних вимикачів ВМП.10 на сучасні вакуумні вимикачі ВВ/TEL-10, трансформатор напруги НТМИ-10 буде замінений на сучасний антирезонансний трансформатор НАМИТ-10. З метою запобігання можливості виникнення перенапруг при комутації вакуумними вимикачами, паралельно контактам вимикачів включаються обмежувачі перенапруг ОПН-КР/TEL.

Трансформаторна підстанція знаходиться всередині промислового корпусу, що зближує її з струмоприймачем. На заводській підстанції встановлюємо 2КТП х1000. КТП має високу надійність в роботі, безпечний при обслуговуванні, допускає розширення. Експлуатація таких КТП дешевше чим звичайних.

					ДП 2023 141					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Вибір схеми електропостачання підприємства.					
Розробив		<i>Герашенко К.</i>						Літ.	Арк.	Аркушів
Перевірив		<i>Чорний Ю.А.</i>							21	
Н. Контр.								ННІТІ ім. акад. І.С.Гулого, ЕЛ4-3		
Затвердив		<i>Балюта С.М</i>								

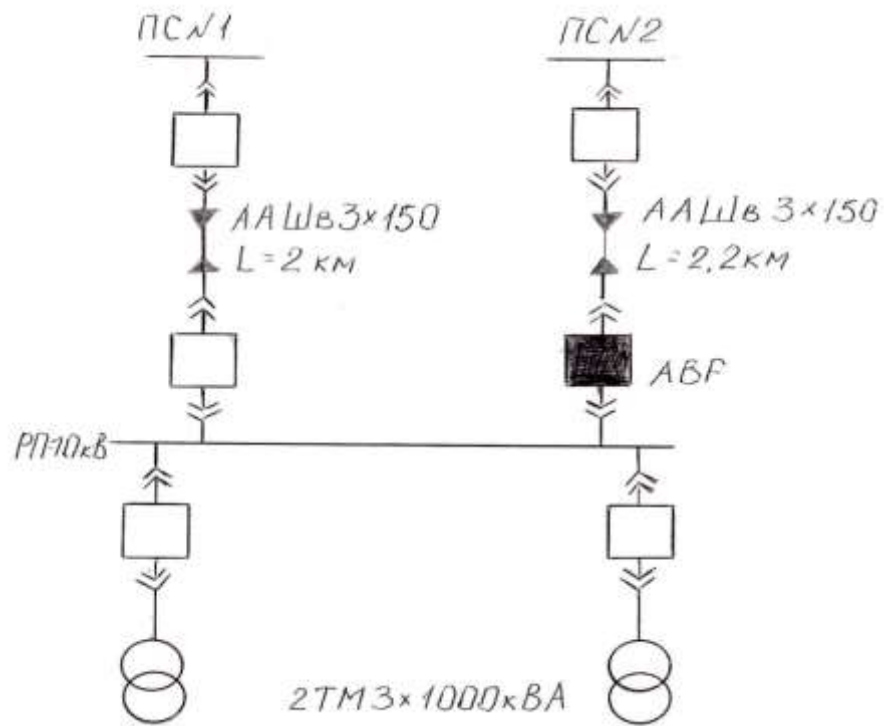


Рисунок 4.1 - Однолінійна схема РП молокозаводу

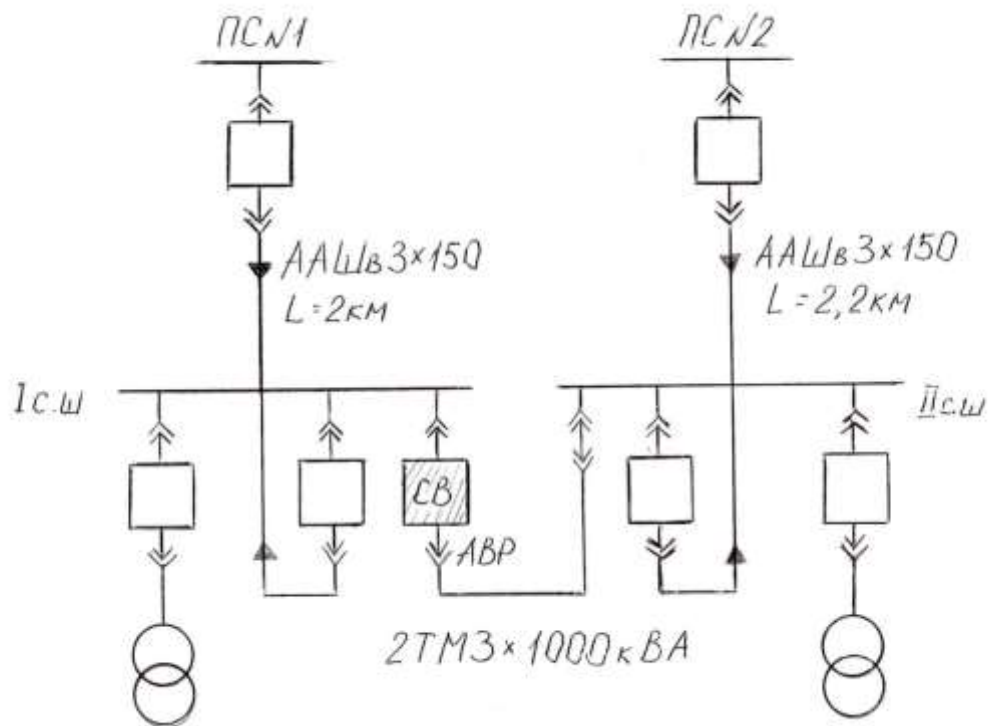


Рисунок 4.2 - Однолінійна схема реконструкції РП – 10 кВ.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

5.1 Вибір оптимальної кількості цехових трансформаторів

Мінімальна кількість цехових трансформаторів $N_{\text{мін}}$ однакової потужності $S_{\text{ком.т}}$, призначені для живлення технологічно зв'язаних навантажень визначаються за формулою:

$$N_{\text{мін}} = \frac{P_{\text{см}}}{(K_3 \cdot S_{\text{ком.т}}) + \Delta N}$$

де: $P_{\text{см}}$ - середня активна потужність технологічно зв'язаних навантажень за найбільш завантажену зміну;

K_3 - рекомендований коефіцієнт завантаження трансформатора;

ΔN - добавка до найближчого цілого числа.

Економічно оптимальне число трансформаторів $N_{\text{опт}}$ визначається питомими затратами на передачу реактивної потужності і відрізняється від $N_{\text{мін}}$ на величину m .

$$N_{\text{опт}} = N_{\text{мін}} + m$$

де: m - додатково встановлені трансформатори.

Значення його приймаємо в залежності від $N_{\text{мін}}$ та ΔN .

При трьох і менше трансформаторах їх потужність обирається по середній активній потужності за найбільш завантажену зміну $P_{\text{см}}$.

$$S \geq \frac{P_{\text{см}}}{K_3 \cdot N_{\text{опт}}}$$

Найбільшу реактивну потужність, яку доцільно передати через трансформатори в мережу напругою до 1 кВ визначають за формулою:

$$Q_{\text{мак}} = \sqrt{(N_{\text{опт}} \cdot K_3 \cdot S_{\text{ном.т}})^2 - P_{\text{см}}^2}$$

Сумарна потужність конденсаторних батарей напругою до 1 кВ складає:

$$Q_{\text{НК1}} = Q_{\text{см}} - Q_{\text{мак}}$$

де: $Q_{\text{см}}$ - сумарна середня реактивна потужність за найбільш завантажену зміну напругою до 1кВ.

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

5.2. Вибір потужності конденсаторних батарей .

Додаткова потужність $Q_{\text{НКГ}}$ ННБ для даної групи трансформаторів визначається за формулою

$$Q_{\text{НКГ}} = Q_{\text{СМ}} - Q_{\text{НК1}} - j \cdot N_{\text{ОПТ}} \cdot S_{\text{КОМ.Т.}}$$

де: j - розрахунковий коефіцієнт, залежить від параметрів K_p 1 (табл. 4.6 [1] та (табл. 4.7 [1]) і схеми живлення цехової ТП.

Приклад розрахунку.

Так як електричні навантаження проектуемого заводу розташовані в 2-х пунктах, для покриття потужності передбачаємо встановлення двох трансформаторів.

Розраховуємо потужність силових трансформаторів з урахуванням компенсації реактивної потужності. За найбільш завантажену зміну активна і реактивна потужності дорівнюють:

$$P_{\text{СМ}} = 1543,5 \text{ кВт}$$

$$Q_{\text{СМ}} = 1177 \text{ кВАр}$$

Розрахована повна потужність $S_p = 2170,1 \text{ кВА}$:

Площа $S = 660200 \text{ м}^2$;

Напруга живлячої мережі $U = 10 \text{ кВ}$;

Число робочих змін - 2.

Трансформатори живляться по радіальній схемі, довжина живильних ліній 0,2 км і менше. За умовою договору з енергопостачальною компанією реактивна потужність на шинах 10 кВ молокозаводу не повинна перевищувати 500 кВАр.

Питома щільність навантаження :

$$\delta = \frac{2170,1}{660200} = 3,3 \cdot 10^{-3} \text{ кВА/м}^2$$

Виходячи з цього обираємо трансформатор потужністю 1000 кВА з коефіцієнтом навантаження $K_3 = 0,8$

Мінімальне число трансформаторів :

$$N_{\text{min}} = \frac{1543,5}{0,8 \cdot 1000} + \Delta N = 1,93 + 0,07 = 2 \text{ шт.}$$

										Арк.
										25
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

Оптимальне число трансформаторів:

$$N_{\text{опт}} = 2 + 0 = 2 \text{ шт,}$$

Потужність трансформаторів:

$$1000 \geq \frac{1543,5}{0,8 \cdot 2} ;$$

$$1000 \geq 965 ;$$

Найбільша реактивна потужність, яку доцільно передати через два трансформатори :

$$Q_{\text{max.т}} = \sqrt{(2 \cdot 0,8 \cdot 1000)^2 - 1543^2} = 421,4 \text{ кВАр}$$

Потужність $Q_{\text{НК1}}$ складає :

$$Q_{\text{НК1}} = 1177 - 421,4 = 755,6 \text{ кВАр ;}$$

Додаткова потужність $Q_{\text{НК2}}$

$$Q_{\text{НК2}} = 1177 - 755,6 - 0,52 \cdot 2 \cdot 1000 = -618,6 \text{ кВАр}$$

де : $j = 0,52$

$$j = f(K_{P2} ; K_{P1}) = f(2 ; 12) .$$

Сумарна потужність ННБ складає :

$$Q_{\text{НК}} = 755,6 + 0 = 755,6 \text{ кВАр}$$

На с.ш. 0,4 кВ :

$$Q_{\text{НОМ}} = 755,6 / 2 = 377,8 \text{ кВАр.}$$

Отже, обираємо на 1 с.ш. 0,4 кВ одну регулюємо конденсаторну установку УКМ-0,4-337,5-37,5У3 з $Q_{\text{НОМ}} = 337,5$ кВАр, зі ступенем регулювання 37,5 кВАр, та одну нерегулюємо установку УК-0,4-50-У3 з $Q_{\text{НОМ}}=50$ кВАр

$$\Sigma Q_{\text{НОМ}} = 50 + 337,5 = 387,5 \text{ кВАр}$$

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

Визначення потужності КУ на стороні 10 кВ:

$$Q_{\text{ВН}} = Q_{\text{см}} - Q_{\text{нк}} + \Delta Q_{\text{т}}$$

де : $Q_{\text{ВН}}$ - некомпенсована потужність на стороні ВН:

$\Delta Q_{\text{т}}$ - втрати реактивної потужності в трансформаторі, табл. І9.4 [І2]

$$Q_{\text{ВН}} = 1177 - 2 \cdot 387,5 + 2 \cdot 49 = 500 \text{ кВАр.}$$

Отже, встановлювати КУ на стороні 10 кВ не потрібно, так як $Q_{\text{ВН}} = Q_{\text{ЕК}} = 500 \text{ кВАр.}$

					ДП 2023 141	Арк.
						27
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6. Розрахунок струмів короткого замикання

При проектуванні складних електричних систем враховуються не тільки нормальні, тривалі режими роботи електричних установок, але і аварійні режими. Одним з аварійних режимів є коротке замикання (КЗ).

Коротким замиканням називається будь-яке непередбачене нормальними умовами роботи з'єднання двох точок електричної мережі (безпосереднє: або через маленький опір).

Причинами КЗ є механічні пошкодження ізоляції, її пробій у наслідок перенапруження і старіння, обриви і переплетення дротів повітряних ліній, помилкові дії персоналу і т. д.

Внаслідок КЗ в електричних мережах виникають небезпечні для елементів мережі струми, які можуть вивести їх з ладу. Тому для забезпечення надійної роботи електричної мережі, електроустаткування, пристроїв релейного захисту виконують розрахунок струмів КЗ.

Місце розташування точок КЗ вибирають так, щоб при КЗ електроустаткування, яке перевіряється, знаходилося в найбільш важких умовах. Так, для вибору комутаційної апаратури необхідно вибирати місця КЗ безпосередньо на їх початкових затисках, вибір перетину кабельної лінії виконують по струму КЗ на початку лінії. Місце розташування точок КЗ при розрахунку релейного захисту визначають по їх призначенню - на початку або в кінці ділянки, яка захищається.

Визначаємо струми КЗ в трьох характерних точках. Живлення споживачів заводу здійснюється від енергосистеми. Параметри, необхідні для розрахунку наведені рисунку 6.1.

					ДП 2023 141			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розрахунок струмів короткого замикання			
Розробив		<i>Геращенко К.</i>				Літ.	Арк.	Аркушів
Перевірив		<i>Чорний Ю.А.</i>					28	
Н. Контр.						ННІТІ ім. акад. І.С.Гулого, ЕЛ4-3		
Затвердив		<i>Балюта С.М</i>						

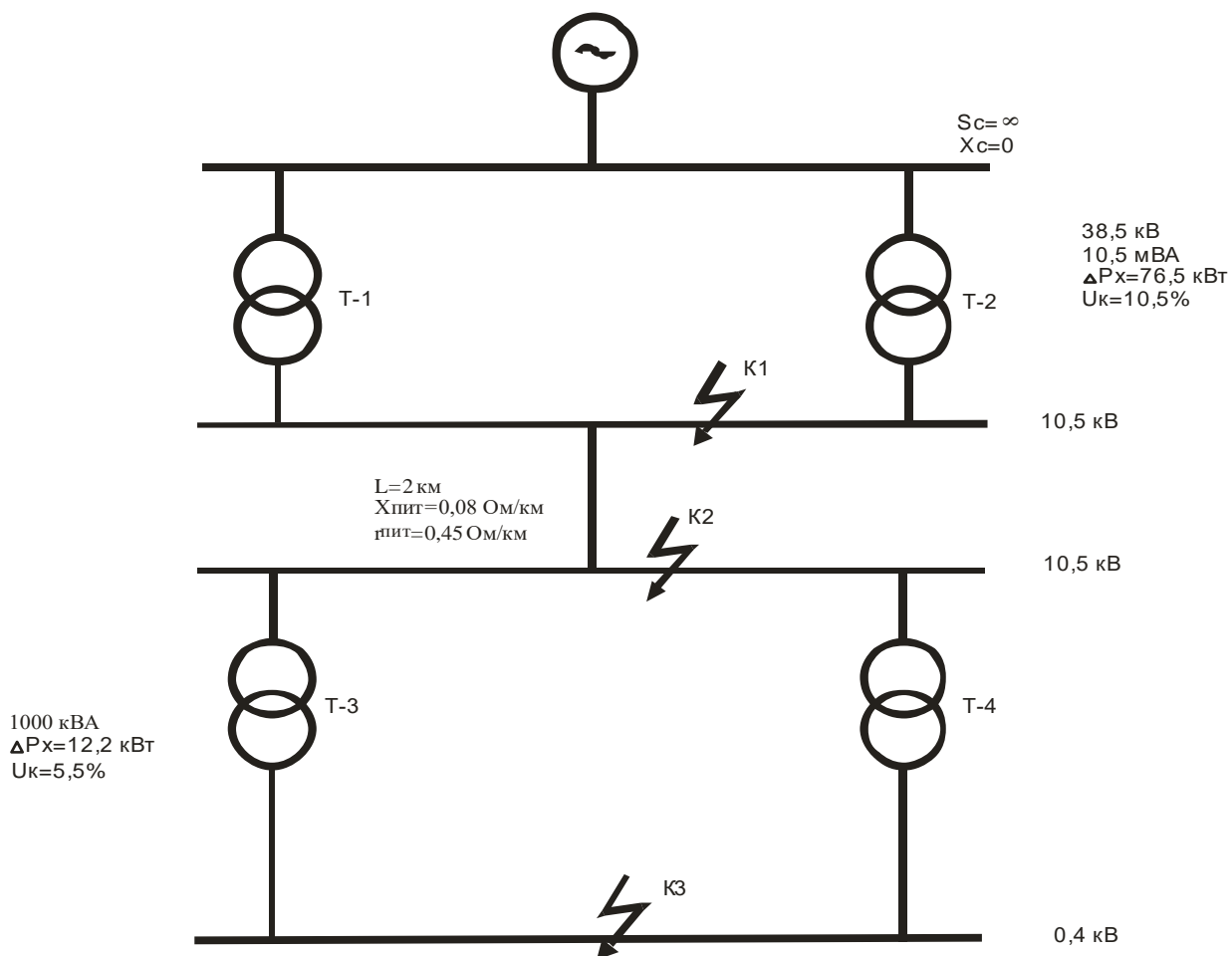


Рисунок 6.1. Розрахункова схема визначення струмів КЗ.

Визначаємо струм КЗ в точці К1-3. Приймаємо за базисні одиниці номінальну потужність трансформатора.

Визначаємо базисний струм;

$$I_{\delta} = \frac{S_{\delta}}{\sqrt{3} \cdot U_{\delta}},$$

$$I_{\delta} = \frac{10,5}{1,73 \cdot 10,5} = 0,578 \text{ кА}$$

Складаємо схему заміщення (рисунок 6.2) і нумеруємо її елементи в порядку їх розташування від джерела живлення в напрямку до точки КЗ.

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

Визначаємо струм КЗ в точці К1-3. Приймаємо за базисні одиниці номінальну потужність трансформатора.

Визначаємо базисний струм;

$$I_6 = \frac{S_6}{\sqrt{3} \cdot U_6},$$

$$I_6 = \frac{10,5}{1,73 \cdot 10,5} = 0,578 \text{ кА}$$

Складаємо схему заміщення (рисунок 6.2) і нумеруємо її елементи в порядку їх розташування від джерела живлення в напрямку до точки КЗ.

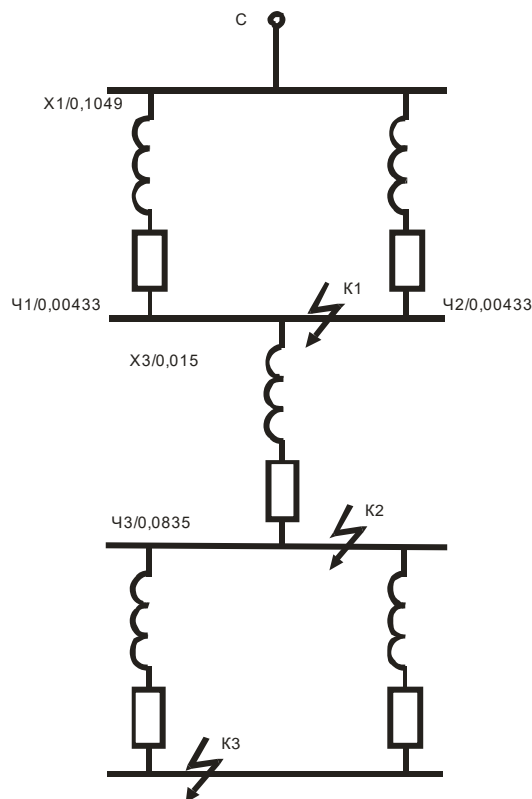


Рисунок 6.2 Еквівалентна схема заміщення розрахунку струмів КЗ

Визначаємо опір елементів схеми заміщення для К1 в базисних одиницях:

$$r1^* \cdot r2^* = \frac{\Delta P_K}{S_{НОМ}} \cdot \frac{S_6}{S_{НОМ}},$$

$$r1^* \cdot r2^* = \frac{46,5 \cdot 10^{-3}}{10,5} = 0,00443 \text{ Ом}$$

$$X1^* = X2^* = \sqrt{\frac{U_K^2}{100} - r1^2 \cdot \frac{S_6}{S_{НОМТ}}},$$

$$X1^* = X2^* = \sqrt{\frac{10,5^2}{100} - 0,00443^2 \cdot \frac{10,5}{10,5}} = 0,1049 \text{ Ом.}$$

Сумарний опір до точки К1 :

$$X_{\Sigma}1^* = \frac{X1^*}{2},$$

$$X_{\Sigma}1^* = \frac{0,1094}{2} = 0,0547 ;$$

$$r_{\Sigma}1^* = \frac{r1^*}{2},$$

$$r_{\Sigma}1^* = \frac{0,00443}{2} = 0,0022 \text{ Ом.}$$

Так як умова $r_{\Sigma} < \frac{X_{\Sigma}}{3}$, ($0,0022 < 0,0174$) виконується, то в розрахунках активний опір не враховується.

$$I_{ккі} = \frac{I_6}{r_{\Sigma 1}} ;$$

$$I_{ккі} = \frac{0,578}{0,0547} = 11,03 \text{ кА.}$$

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

Визначимо ударний струм в точці К1:

$$I_{уд1} = \frac{X_{\Sigma 1^*}}{r_{\Sigma 1^*}} ;$$

$$I_{уд1} = \frac{0,0547}{0,0022} = 24,8 \text{ кА}$$

По кривій (рис. 6.2 [1]) визначаємо $K_{уд1}=1,86$;
Ударний струм в точці К1:

$$I_{уд} = K_{уд1} \cdot \sqrt{2} \cdot I_{кк1} ;$$

$$I_{уд1} = 1,86 \cdot \sqrt{2} \cdot 11,03 = 29 \text{ кА.}$$

Визначаємо струм К3 в точці К2:

$$X_3 = X_{уд1} \cdot \frac{S_6}{U_6} ;$$

$$X_3 = 0,08 \cdot 1,95 \cdot \frac{10,5}{1,5^2} = 0,015 ;$$

$$r_{3^*} = r_{уд1} \cdot \frac{S_6}{U_6}$$

$$r_{3^*} = 0,45 \cdot 1,95 \cdot \frac{10,5}{1,5^2} = 0,0835 ;$$

$$r_{\Sigma 2^*} = r_{\Sigma 1^*} + r_{\Sigma 3^*} ;$$

$$r_{\Sigma 2^*} = 0,0021 + 0,0835 = 0,0857$$

Так як $r_{\Sigma} > X_{\Sigma} / 3$, то знаходимо Z :

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

$$I_{\text{ккг}} = \frac{0,578}{\sqrt{0,0674^2 + 0,0257^2}} = 8 \text{ кА.}$$

$$I_{\text{пит.ч}} = \frac{0,0674}{0,0257} = 2,67 ;$$

$$K_{\text{пит}} = 1,35 \text{ кА ;}$$

$$i_{\text{пит.}} = 1,35 \cdot \sqrt{2} \cdot 8 = 15,2 \text{ кА .}$$

Визначаємо струм КЗ в точках КЗ.

По таблиці 8,10 [2] для трансформатора 1000 кВА:

$$r_{4m} = 2 \text{ мОм ;}$$

$$X_{4m} = 8,5 \text{ мОм ;}$$

$$Z_{4m} = 8,8 \text{ мОм ;}$$

Для точки КЗ :

$$X_{\Sigma} = \frac{8,5}{2} = 4,25 \text{ мОм ;}$$

$$K_{\Sigma} = \frac{r_{4m}}{2} + r_{\text{дод}} ;$$

$$K_{\Sigma} = 1 + 15 = 16 \text{ мОм ;}$$

де $r_{\text{дод}} = 15 \text{ мОм}$ – додатковий опір на шинах ТП.

$$I_{\text{ккз}} = \frac{U_{\text{ном}}}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{X_{\Sigma}^2 + r_{\Sigma}^2}} ;$$

$$I_{\text{ккз}} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{4,25^2 + 16^2}} = 13,96 \text{ кА.}$$

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

$$I_{уд} = K_{уд} \cdot \sqrt{2} \cdot I_{ккз} ;$$

$$I_{уд} = 1 \cdot \sqrt{2} \cdot 13,96 = 19,74 \text{ кА} ,$$

де : $K_{уд} = 1$, $x/z \quad K_{уд} \leq 0,5 \quad (4,25/16 < 0,5)$.

Отримані дані зводимо в таблицю 6.1

Результати розрахунків струмів КЗ.

Таблиця 6.1

Точка КЗ	I_k , кА	$I_{уд}$, кА
К1	11,03	29,00
К2	8,03	15,20
К3	13,96	19,74

7. Розрахунок релейного захисту

7.1 Релейний захист в системі електропостачання

У енергетичних системах можуть виникати пошкодження і ненормальні режими роботи електроустаткування електростанцій і підстанцій, їх розподільчих пристроїв, ліній, електроустановок споживачів електроенергії.

Для забезпечення нормальної роботи енергетичної системи і споживачів електроенергії необхідно якнайскоріше виявляти і локалізувати місце пошкодження від непошкодженої частини мережі, відновлюючи таким чином нормальні умови їх роботи і припиняти руйнування в місці пошкодження.

В зв'язку з цим виникає необхідність у створенні і застосуванні автоматичних пристроїв - пристроїв, які виконують названі операції і захищають систему і її елементи від небезпечних наслідків, пошкоджень і ненормальних режимів.

На початку, як подібний захист, застосовувалися запобіжники. Проте із зростанням потужностей і рівня напруги електроустановок і ускладнення їх схем комутації, такий спосіб захисту став неефективним, внаслідок чого були створені захисні пристрої, виконані на базі реле, що одержали назву релейного захисту.

Релейний захист є основним видом електричної автоматики, без якої неможлива нормальна і настійна робота сучасних енергетичних систем. Вона здійснює безперервний контроль за станом і режимом роботи всіх елементів енергосистеми і реагує на виникнення пошкоджень і ненормальних режимів.

При виникненні пошкоджень захист виявляє і відключає від системи пошкоджені ділянки, діючи на спеціальні силові вимикачі для відключення струмів, небезпечних для електроустаткування. При виникненні ненормальних режимів захист реагує на них залежно від характеру порушення, виконує необхідні відновлення якісного електропостачання споживачів.

Основними параметрами схеми релейного захисту є :

$I_{сз}$, $I_{ср}$ – струми спрацювання захисту і реле відповідно, представляють собою мінімальні струми, при яких надійно спрацювує захист і реле :

$$I_{ср} = \frac{K_{сх} \cdot K_{н}}{K_{пов} \cdot K_{тт}} \cdot I_{св}$$

де $K_{н}$ – коефіцієнт надійності, враховує похибку роботи реле і трансформатора струму, можливі короткочасні перенавантаження в ланцюгу і неточності розрахунків ;

					ДП 2023 141		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Розрахунок релейного захисту		
Розробив		<i>Геращенко К.</i>					
Перевірив		<i>Чорний Ю.А.</i>				35	
Н. Контр.					ННІТІ ім. акад. І.С.Гулого, ЕЛ4-3		
Затвердив		<i>Балюта С.М</i>					

$$I_{с.з} = \frac{K_{зап} \cdot K_{сз} \cdot K_{сх}}{K_{в} \cdot K_{тт}} \cdot I_{н}$$

Дані для розрахунку захисту трансформатора 1000 кВА, 10/0,4 кВ (92/460 А; $U_{н}=5.5\%$) нейтраль зі сторони нижчої напруги заземлена.

За результатами раніше виконаних розрахунків значення струму КЗ на шинах 0,4 кВ складає 13,96 кА, на вводах трансформатора 11,03 кА.

$$I_{с.з} = \frac{1,15 \cdot 2,25 \cdot 1}{0,85 \cdot 30} \cdot 92 = 9,4 \text{ А.}$$

Приймаємо уставку реле $I_{ср} - 10\text{А}$, тоді початковий струм спрацювання захисту:

$$I_{с.з} = I_{ср} \cdot K_{тт},$$

$$I_{сз} = 10 \cdot 30 = 300 \text{ А.}$$

Коефіцієнт чутливості до струмів зовнішніх КЗ:

$$K_{ч} = \frac{13,96 \cdot 10^3}{300} = 46,5$$

$t = 0,5\text{с}$ в незалежній частині характеристики реле. Струмова відсічка виконується та допомогою електромагнітного елемента реле РТ-80. Струмова відсічка є простим швидкодіючим захистом від пошкоджень в трансформаторі з витримкою часу $t = 0$. Основними її недоліками є неповний захист трансформаторів (частина обмотки не входить в зону дії захисту) і неможливо ліквідувати КЗ на відходячих лініях сторони НН.

Початковий струм спрацювання реле:

$$I_{ср} = \frac{K_{зап} \cdot K_{сх} \cdot I_{к}}{K_{тт}} ;$$

$$I_{ср} = \frac{1,45 \cdot 11 \cdot 13,96 \cdot 10^3}{30} = 7422 \text{ А.}$$

Кратність струмів спрацювання :

$$I_{сп} = \frac{I_{ср}^{від}}{I_{ср}},$$

$$I_{сп} = \frac{7422}{10} = 742,2 .$$

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

Коефіцієнт чутливості трансформатора:

$$K_{\text{ч}} = \frac{1103}{222062} = 4,95 \cdot 10^{-2} .$$

Струм спрацювання захисту від перевантажень визначається за формулою:

$$I_{\text{СЗП}} = \frac{K_{\text{П}} \cdot I_{\text{Н}}}{K_{\text{В}}} ,$$

$$I_{\text{СЗП}} = \frac{1,05 \cdot 95}{0,85} = 114 \text{ А}$$

Струм спрацювання реле:

$$I_{\text{сп.р}} = \frac{I_{\text{СЗП}} \cdot K_{\text{СХ}}}{K_{\text{ГТ}}} ,$$

$$I_{\text{сп.р}} = \frac{114 \cdot 1}{30} = 3,8 \text{ А}$$

Обираємо переріз проводів захисту. Визначаємо за каталожними кривими допустиме Z_2 для трансформаторів струму ТПЛ - 10/0,5 Р_{обм} класу "Р", $Z_2 = 0,6$ Ом. Тоді :

$$I_{\text{пров}} = \frac{Z_2 - (Z_{\text{р}} + Z_{\text{пр}} + Z_{\text{к}})}{2} ,$$

$$I_{\text{пров}} = \frac{0,6 - (0,1 + 0,05)}{2} = 0,225 \text{ Ом.}$$

$$Z_{\text{р}} = \frac{P_{\text{р}}}{I_{\text{р}}^2} ;$$

$$Z_{\text{р}} = \frac{10}{11,03^2} = 0,082 \text{ Ом.}$$

Для струмових ланцюгів захисту обираємо провід з алюмінієвими жилами, площею перерізу 4 мм². Для живлення струмових ланцюгів, пристроїв релейного захисту застосовуємо трансформатори струму ТА.

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

Управління, сигналізація.

Передбачене дистанційне управління вимикачами вводів 10 кВ, секційним вимикачем 10 кВ, за допомогою ключів управління, встановлених в шафах КРП.

Передбачена аварійна та попереджувальна сигналізація. На панелях центральної сигналізації встановлена апаратура, що оповіщає оперативний персонал в період його знаходження на підстанції

Автоматичне включення резервного джерела.

У системах електропостачання за наявності двох (і більше) джерел живлення часто доцільно працювати та розімкненою схемою. При цьому всі джерела включені, але не зв'язані між собою, кожний і них забезпечує живлення віддалених споживачів.

Такий режим роботи мережі пояснюється необхідністю зменшити струм короткого замикання, спростити релейний захист, створити необхідний режим по напрузі, зменшити втрати електроенергії і т. п. Електропостачання споживачів, що втратили живлення, можна відновити автоматичним підключенням до іншого джерела живлення за допомогою пристрою автоматичного включення резервного джерела (АВР).

Застосовують різні схеми АВР, проте всі вони повинні задовольняти викладеним нижче основним вимогам.

1. Знаходитися в стані постійної готовності до дії і спрацьовувати при припиненні живлення споживачів з будь-якої причини і наявності нормальної напруги на іншому, резервному для даних споживачів джерелі живлення.

Щоб не допустити включення резервного джерела на коротке замикання, лінія робочого джерела до моменту дії АВР повинна бути відключена вимикачем з боку шин споживачів. Відключений стан цього вимикача контролюється його допоміжними контактами або реле положення, і ці контакти

повинні бути використані в схемі включення вимикача резервного джерела.

Ознакою припинення живлення є зникнення напруги на шинах споживачів, тому впливовою величиною пристрою АВР звичайно є напруга. При зниженні напруги до певного значення АВР приходить в дію.

2. Мати мінімально можливий час спрацьовування $t_{\text{АВР}}$. Це необхідно для скорочення тривалості перерви живлення споживачів і забезпечення самозапуску електродвигунів.

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

8. Вибір схеми цехової електричної мережі.

Цехова мережа молокозаводу виконується напругою 0,4 кВ. На вибір схеми і конструктивне виконання цехової мережі здійснюють вплив такі фактори, як ступінь відповідальності приймачів електроенергії, режим їх роботи і розміщення по території цеху, номінальні струми і напруги.

Цехові мережі розподілу електроенергії повинні:

1. Забезпечувати необхідне електропостачання приймачів електроенергії в залежності від їх категорії;
2. Мати конструктивне виконання, яке забезпечує зручність монтажу та експлуатації.

В проекті розглянемо схему електропостачання приймального відділення молокозаводу. Для електропостачання силового устаткування приймального відділення застосовуємо радіальну схему. Вона представляє сукупність ліній цехової електричної мережі, відходячих від РУ нижчої напруги ТП і призначених для живлення розташованих в різних місцях цеху невеликих груп електроприймачів. Такі схеми забезпечують високу надійність електропостачання.

8.1. Розрахунок цехової мережі приймального відділення.

У приймальному відділенні молокозаводу розміщено 16 електроприймачів, номінальні потужності яких наведено в таблиці 9.1.

Всі приймачі розраховані на трифазний змінний струм і напругу - 380 В промислової частоти. За надійністю електропостачання споживачі відносяться II та III категорії.

Для розподілу електроенергії встановлюємо 2 силових пункти.

Розглянемо групу електроприймачів, яку виділяємо для СП-1

					ДП 2023 141			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Вибір схеми цехової електричної мережі.	Літ.	Арк.	Аркушів
Розробив		<i>Геращенко К.</i>						
Перевірив		<i>Чорний Ю.А.</i>					41	
Н. Контр.						ННІТІ ім. акад. І.С.Гулого, ЕЛ4-3		
Затвердив		<i>Балюта С.М</i>						

Номінальні потужності електроприймачів.

Таблиця 8.1

№, п/п	Потужність, кВт
1	7,5
2	2,2
3	1,5
4	1,8
5	5,5
6	5,5
7	1,5
8	5,5

Розрахунок міологічний розрахунку електричних навантажень підприємства, за винятком:

$$I_p = \frac{S_p}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{НОМ}}},$$

де: S_p - розрахункова потужність групи електроприймачів;

$U_{\text{НОМ}}$ - номінальна напруга групи електроприймачів.

$$I_p = \frac{31,32}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 47,6 \text{ А}.$$

Розрахунковий струм електроприймача :

$$I_{\text{макс}} = \frac{P_p \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{НОМ}} \cdot \cos \varphi \cdot \eta}$$

Всі розрахунки по силовим пунктам № 1,2 зводимо в таблицю 8.3.

8.2. Вибір запобіжників.

Струм плавкої вставки :

$$I_{\text{ПВ}} \geq \frac{I_{\text{пуск}}}{2,5}, \text{ А}$$

Пусковий струм :

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

$$I_{\text{пуск}} = 5 \cdot I_p$$

$$I_{\text{пуск}} = 5 \cdot 17,8 = 89 \text{ А.}$$

$$I_{\text{пв}} \geq \frac{89}{2,5} = 35,6 \text{ А.}$$

За довідником [1] стор. 83 вибираємо стандарті значення плавких вставок запобіжників і зводимо в таблицю 8.2.

Вибір запобіжників

Таблиця 8.2

№ СП	№ п/п	I пуск, А	5.I _{пуск} /2,5, А	I _{пвном} , А	Iз.ном А	I відкл, А	Тип запобіжника
СП- 1	1	89,00	35,60	40	60	10	НПН-60
	2	26,10	10,40	15	60	10	
	3	17,80	7,12	10	60	10	
	4	21,35	8,56	10	60	10	
	5	65,00	26,00	30	60	10	
	6	65,00	26,00	30	60	10	
	7	17,80	7,12	10	60	10	
	8	65,00	26,00	30	60	10	
СП - 2	9	89,00	36,60	40	60	10	НПН-60
	10	26,10	10,40	15	60	10	
	11	17,80	7,12	10	60	10	
	12	7,10	2,84	6	60	10	
	13	17,80	7,12	10	60	10	
	14	65,00	26,00	30	60	10	
	15	65,00	26,00	30	60	10	
	16	83,00	32,20	40	60	10	

8.3 Вибір силового пункту.

Для прийняття і розподілу електроенергії для груп споживачів трьохфазного змінного струму промислової частини, напругою 380 В, приймаємо силові розподільчі пункти [1] стор. 187 і зводимо в таблицю 8.3.

Вибір силового пункту

Таблиця 8.3

№ СП	Тип	I _{ном} рубильника	Кількість груп і номінальні струми запобіжників
СП - 1	Закрите СПУ 62-5/1	280	8 x 60
СП - 2	Закрите СПУ 62-5/1	280	8 x 60

8.4 Вибір рубильників та запобіжників на вводі СП.

На вводах СП типу СПУ встановлені рубильники РПС-1 УЗ зміщеного важильного типу з $I_{ном} = 100$ А, цей рубильник укомплектований запобіжником ПН-2 з $I_{ном} = 100$ А.

Розрахунковий струм на вводі СП-1: $I_p = 47.6$ А; СП- 1: $I_p = 46$ А

Піковий струм на вводі СП : $I_{пик} = 124,14$ А ,

$$I_{пв} \geq \frac{I_{пик}}{2,5} = \frac{124,14}{2,5} = 50 \text{ А}, \leq I_{ном} = 100 \text{ А}$$

8.5 Вибір щита освітлення.

Навантаження освітлення 9,7 кВт. Для освітлювального навантаження вибираємо щит типу ЩА-611. Щит має 6 відходящих ліній з автоматичними вимикачами АЕ 1031, $I_{ном} = 16$ А, на вводі встановлено автоматичний вимикач АЕ 2046 з $I_{ном} = 63$ А. Щит заживлено кабелем АВВГ 3x35+1x16 від СП-2.

Освітлювальна мережа виконана кабелем АВВГ 2x4.

8.6. Вибір КЛ між СП-1 та СП-2.

Згідно ч ПУЕ, переріз провідників у цехових мережах визначають виходячи з умови :

$$I_{пр} = \frac{K_3 \cdot I_3}{K_{прок}} ,$$

де : $K_{прок}$ - коефіцієнт прокладки;

K_3 - кратність струму для провідника відносно струму апарата захисту;

I_3 - струм апарата захисту (для запобіжника $I_3 = I_{ном.ПВ}$ для автоматичного вимикача $I_3 = I_{ном.розч.}$) .

$$I_{пр} = \frac{1 \cdot (100 + 63)}{1} = 163 \text{ А}$$

Обираємо кабель типу АВВГ 3x95 + 1x50 з $I_{доп} = 170$ А.

8.7. Вибір КЛ від КТП до СП.

$I_3 = 250$ А.

$$I_{пр} = \frac{1 \cdot 250}{1} = 250 \text{ А}$$

					ДП 2023 141	Арк.
						44
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вибираємо два кабеля типу АВВГ 3х95+1х50 з $I_{\text{доп}} = 2 \cdot 170 = 340 \text{ А}$.

8. 8. Вибір пускачів.

Для пуску та зупинення двигунів приймального відділення набираємо пускачі ПМЕ 1, та ПМЕ 2 з $I_{\text{ном}} - 10$ та 25 А відповідно.

8.9. Вибір КЛ що живлять двигуни.

Згідно ПУЕ практично всі цехові мережі розраховуються за умовами допустимого нагрівання:

$$I_{\text{пр}} = \frac{I_p}{K_p},$$

де: K_p - коефіцієнт прокладки, $K_p = 1$

Отримані значення СП-1 і СП- 2 зводимо в таблицю 9.5 . Вибраний переріз провода перевіряємо по мінімальному струму апарату захисту (запобіжника) :

$$I_{\text{пр1}} = \frac{I_3 \cdot K_3}{K_p},$$

$$I_{\text{пр1}} = \frac{40 \cdot 1,25}{1} = 50$$

За найбільшим значенням $I_{\text{пр}}$ за ПУЕ (стор. 20) обираємо стандартні перерізи проводів.

Таблиця 8.4

Вибір перерізу проводів

№ СП	$I_{\text{пр}}, \text{А}$	$I_{\text{пр1}}, \text{А}$	Стандартні перерізи проводів	№СП	$I_{\text{пр}}, \text{А}$	$I_{\text{пр1}}, \text{А}$	Стандартні перерізи проводів
1	17,80	50,00	4х16	2	17,80	50,00	4х16
	5,22	18,75	4х4		5,22	18,75	4х4
	3,56	12,50	4х2,5		3,56	12,50	4х2,5
	4,27	12,50	1х2,5		1,42	7,50	4х2,5
	13,00	37,50	4х10		3,56	12,50	4х2,5
	13,00	3730	4х10		13,00	37,50	4х10
	3,56	12,50	4х2,5		13,00	37,50	4х10
	13,00	37,50	4х10		16.60	50.00	4х16

Згідно і обраним перерізом проводів для їх прокладки обираємо труби ([4] стор. 167) і зводимо в таблицю 8.5 і 8.6

Вибір труб

Таблиця 8.5

№ СП	Стандартні перерізи проводів	Діаметр провода, мм	Діаметр труби, мм	
			Умовний прохід	Зовнішній
1	4x16	48	50	60,0
	4x4	12	15	21,3
	4x2,5	6	15	21,3
	4x2.5	6	15	21,3
	4x10	30	32	42,3
	4x10	30	32	42,3
	4x2,5	6	15	21,3
	4x10	30	32	42,3

Вибір труб

Таблиця 8.6

№ СП	Стандартні перерізи проводів	Діаметр провода, мм	Діаметр труби, мм	
			Умовний прохід	Зовнішній
2	4x16	48	50	60,0
	4x4	12	15	21,3
	4x2,5	6	15	21,3
	4x2.5	6	15	21,3
	4x2,5	6	15	21,3
	4x10	30	32	42,3
	4x10	30	15	42,3
	4x16	48	50	60,0

9. Вибір високовольтних комутаційних та електровимірювальних електричних апаратів.

9.1. Вибір вимикачів

Всі види апаратів повинні вибиратися у відповідності з максимальними розрахунковими величинами для нормального режиму та короткого замикання. Для їх вибору проводиться порівняння вказаних розрахункових величин з припустимими значеннями для струмоведучих частин та високовольтного обладнання. Складається таблиця вказаних розрахункових та допустимих величин.

Знайдемо максимальний струм лінії I_{\max} :

$$I_{\max} = \frac{1,4 \cdot S_{\text{ном}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}}} = \frac{1,4 \cdot 1000}{\sqrt{3} \cdot 10} = 81 \text{ кА.}$$

Періодична складова струму КЗ $I_{\text{п}} = 8 \text{ кА}$, $i_{\text{y}} = 15,2 \text{ кА}$.

Знайдемо аперіодичну складову струму КЗ :

$$i_{\text{а}} = \sqrt{2} \cdot I_{\text{п}} \cdot e^{-\frac{\tau_{\text{пр}}}{T_{\text{а}}}}$$

де : $\tau_{\text{пр}} = \tau_{\text{рз}} + \tau_{\text{вв}}$,

$\tau_{\text{вв}}$ - власний час відключення вимикача, $\tau_{\text{вв}} = 0,08 \text{ с}$.

$T_{\text{а}}$ - стала часу затухання аперіодичної складової:

$$T_{\text{а}} = - \frac{0,01}{\ln(K_{\text{y}} - 1)}$$

де : $K_{\text{уд}}$ – ударний коефіцієнт, $K_{\text{уд}} = 1,85$

$$T_{\text{а}} = - \frac{0,01}{\ln(1,85 - 1)} = 0,062 .$$

					ДП 2023 141					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Вибір високовольтних комутаційних електричних апаратів.					
Розробив		<i>Геращенко К.</i>						Літ.	Арк.	Аркушів
Перевірив		<i>Чорний Ю.А.</i>							47	
Н. Контр.								ННІТІ ім. акад. І.С.Гулого, ЕЛ4-3		
Затвердив		<i>Балюта С.М</i>								

Тепловий імпульс струму КЗ B_k знаходимо за формулою:

$$B_k = B_{\Pi} + B_A$$

$$B_{\Pi} = I_{\Pi}^2 \cdot (\tau_{p.pz} + \tau_{пв})$$

де: $\tau_{p.pz}$ - час дії резервного релейного захисту, $\tau_{p.pz} = 1$ с ;

$\tau_{пв}$ - повний час відключення вимикача, $\tau_{пв} = 0,2$ с

$$B_{\Pi} = 8^2 \cdot (1 + 0,2) = 76,8 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$$

$$B_A = I_{\Pi}^2 \cdot T_A ,$$

$$B_A = 8^2 \cdot 0,062 = 4 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$$

$$B_k = 76,8 + 4 = 80,8 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$$

Умови вибору устаткування, розрахункові та довідникові дані зводимо в таблицю 9.1.

Вибір високовольтних вимикачів .

Таблиця 9.1

Приєднання	Тип вимикача	Умови вибору і перевірки	Довідникові дані	Розрахункові дані
Трансформатор	ВВ/TEL - 10-20/630/-У2	$U_{\max} \geq U_{\text{ср}} , \text{ кВ}$	12	10,5
		$I_{н.в.} \geq I_{\max} , \text{ А}$	630	81
		$I_{н.відкл} \geq I_{\Pi} , \text{ кА}$	20	8
		$\sqrt{2} \cdot I_{н.відкл} \cdot \left(1 + \frac{\beta_{н}}{100}\right) \geq \sqrt{2} \text{с} \cdot I_{\Pi} + i_A , \text{ кА}$	40	14
		$I_d \geq I_{\Pi} , \text{ кА}$	20	8
		$i_d \geq i_y , \text{ кА}$	52	15,2
		$I_t^2 \cdot \tau \geq B_k , \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$	520	80,8
Секційний вимикач	ВВ/TEL - 10-20/630/-У2	$U_{\max} \geq U_{\text{ср}} , \text{ кВ}$	12	10,5
		$I_{н.в.} \geq I_{\max} , \text{ А}$	630	58
		$I_{н.відкл} \geq I_{\Pi} , \text{ кА}$	20	8

Таблиця 9.1 (продовження)

Приєднання	Тип вимикача	Умови вибору і перевірки	Довідникові дані	Розрахункові дані
Секційний вимикач	ВВ/TEL - 10-20/630/-У2	$\sqrt{2} \cdot I_{н.відкл} \cdot \left(1 + \frac{\beta_H}{100}\right) \geq \sqrt{2}c \cdot I_{п} + i_A, \text{кА}$	40	14
		$I_d \geq I_{п}, \text{кА}$	20	8
		$i_d \geq i_y, \text{кА}$	52	15,2
		$I_t^2 \cdot \tau \geq B_k, \text{кА}^2\text{с}$	520	80,8
Живильні лінії	ВВ/TEL - 10-20/630/-У2	$U_{max} \geq U_{ср}, \text{кВ}$	12	10,5
		$I_{н.в.} \geq I_{max}, \text{А}$	630	162
		$I_{н.відкл} \geq I_{п}, \text{кА}$	20	8
		$\sqrt{2} \cdot I_{н.відкл} \cdot \left(1 + \frac{\beta_H}{100}\right) \geq \sqrt{2}c \cdot I_{п} + i_A, \text{кА}$	40	14
		$I_d \geq I_{п}, \text{кА}$	20	8
		$i_d \geq i_y, \text{кА}$	52	15,2
		$I_t^2 \cdot \tau \geq B_k, \text{кА}^2\text{с}$	520	80,8

9.2. Вибір вимірювальних трансформаторів струму (ТС) та напруги (ТН)

1. Вибір ТС в приєднанні КЛ до трансформаторів.

Вихідні дані розрахунків:

$$I_{max} = 82 \text{ А};$$

$$I_{п} = 8 \text{ кА};$$

$$I_{уд} = 15.2 \text{ кА};$$

$$B_k = 80,8 \text{ кА}^2\text{с}.$$

За табл. 4.1 [12] визначаємо прилади приєднані до ТС. Схема з'єднань ТС-неповна зірка. Так як в приєднанні ТС є лічильники то клас точності повинен

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

Технічні дані приладів.

Таблиця 9.4

Прилад	Тип	Навантаження, ВА		
		А	В	С
Амперметр	Э-335	0,5	-	-
Лічильник активної енергії	И-672М	2,5	-	2,5
Лічильник реактивної енергії	И-673М	2,5	-	2,5
Разом		5,5		5

Визначаємо опір найбільш навантаженої фази :

$$Z_{\text{прил}} = \frac{5,5}{25} = 0,22 \text{ Ом}$$

$I_{\text{НОМ}} = 5 \text{ А}$, опір контактів $Z_{\text{к}} = 0,05 \text{ Ом}$ [1], так як кількість приладів не більша 3.

Умови вибору ТС

Таблиця 9.3

Умови вибору і перевірки	Довідникові дані ТЛ10-1	Розрахункові дані
$U_{\text{НОМ}} \geq U_{\text{уст}}$, кВ	$U_{\text{НОМ}} = 12$	$U_{\text{уст}} = 10$
$I_{\text{НОМ1}} \geq I_{\text{мах}}$, А	$I_{\text{НОМ1}} = 100$	$I_{\text{мах}} = 82$
$Z_{\text{НОМ}} \geq Z_{\text{р}}$, Ом	$Z_{\text{НОМ}} = 0,4$	$Z_{\text{р}} = 0,22$
$I_{\text{дин}} \geq I_{\text{уд}}$, кА	$I_{\text{дин}} = 51$	$I_{\text{уд}} = 15,2$
$I_{\text{т}}^2 \cdot t \geq V_{\text{к}}$, $\text{кА}^2 \cdot \text{с}$	$I_{\text{т}}^2 \cdot t = 20^2 \cdot 3 = 1200$	$V_{\text{к}} = 80,8$
Вид установки	Внутрішня	Внутрішня

Визначимо розрахунковий опір :

$$Z_{\text{р}} = Z_{\text{прил}} + Z_{\text{пр}} + Z_{\text{к}}$$

де : $Z_{\text{пр}}$ – опір монтажного провoda.

$$Z_{\text{пр}} = Z_{\text{НОМ}} - Z_{\text{прил}} - Z_{\text{к}}$$

$$Z_{\text{пр}} = 0,4 - 0,22 - 0,05 = 0,13 \text{ Ом.}$$

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

Визначаємо мінімальний переріз монтажного провoda:

$$S_m = \frac{\rho \cdot l_p}{z_p},$$

де: ρ - питомий опір міді, $\rho = 0,0172 \text{ Ом}\cdot\text{мм}^2/\text{м}$;

l_p - розрахункова до довжина провoda від ТС до приладів, для

схеми неповна зірка $l_p = l \cdot \sqrt{3}$.

$$S_m = \frac{4 \cdot \sqrt{3}}{0,13} \cdot 0,0172 = 0,92 \text{ мм}^2$$

За умовою механічної міцності переріз провodi повинен бути не менше $2,5 \text{ мм}^2$, вибираємо провід із стандартним перерізом $2,5 \text{ мм}^2 > 0,92 \text{ мм}^2$

3. Вибір ТС в приєднанні СВ.

Вихідні дані розрахунків:

$I_{\text{мах}} = 162 \text{ А}$;

$I_{\text{п}} = 8 \text{ кА}$;

$i_{\text{уд}} = 15,2 \text{ кА}$;

$Вк = 80,8 \text{ кА}^2\cdot\text{с}$

За табл. 4.1 [12] визначаємо прилади приєднані до ТС. Схема з'єднань ТС-

повна зірка. Так як в приєднаній ТС є лічильники, то клас точності повинен бути

0.5. На рисунку 4.1 [12] показана схема з'єднань ТС та приладів. Визначаємо навантаження найбільш завантаженої фази, дані по приладах беремо з [2] табл.

6.26. Розрахунок ведемо в табличній формі, дані заносимо в таблицю 9.6

Технічні дані приладів.

Таблица 9.6

Прилад	Тип	Навантаження, ВА		
		А	В	С
Амперметр	Э-335	0,5	0,5	0,5
Разом		0,5	0,5	0,5

					ДП 2023 141	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

Визначаємо опір найбільш навантаженої фази :

$$Z_{\text{прил}} = \frac{5,5}{25} = 0,22 \text{ Ом}$$

$I_{2\text{НОМ}} = 5 \text{ А}$, опір контактів $Z_{\text{к}} = 0,05 \text{ Ом}$ [1], так як кількість приладів не більша 3.

Умови вибору ТС

Таблиця 9.7

Умови вибору і перевірки	Довідникові дані ТЛ10-1	Розрахункові дані
$U_{\text{НОМ}} \geq U_{\text{уст}}$, кВ	$U_{\text{НОМ}} = 12$	$U_{\text{уст}} = 10$
$I_{\text{НОМ1}} \geq I_{\text{мах}}$, А	$I_{\text{НОМ1}} = 75$	$I_{\text{мах}} = 52$
$Z_{\text{НОМ}} \geq Z_{\text{р}}$, Ом	$Z_{\text{НОМ}} = 0,4$	$Z_{\text{р}} = 0,02$
$I_{\text{дин}} \geq I_{\text{уд}}$, кА	$I_{\text{дин}} = 25$	$I_{\text{уд}} = 15,2$
$I_{\text{т}}^2 \cdot t \geq B_{\text{к}}$, $\text{кА}^2 \cdot \text{с}$	$I_{\text{т}}^2 \cdot t = 45^2 \cdot 3 = 6075$	$B_{\text{к}} = 80,8$
Вид установки	Внутрішня	Внутрішня

Визначимо розрахунковий опір :

$$Z_{\text{р}} = Z_{\text{прил}} + Z_{\text{пр}} + Z_{\text{к}},$$

де : $Z_{\text{пр}}$ – опір монтажного провoda.

$$Z_{\text{пр}} = Z_{\text{НОМ}} - Z_{\text{прил}} - Z_{\text{к}}$$

$$Z_{\text{пр}} = 0,4 - 0,02 - 0,05 = 0,33 \text{ Ом.}$$

Визначаємо мінімальний переріз монтажного провoda:

$$S_{\text{м}} = \frac{\rho \cdot l_{\text{р}}}{Z_{\text{р}}},$$

де: ρ - питомий опір міді, $\rho = 0,0172 \text{ Ом}\cdot\text{мм}^2/\text{м}$;

$l_{\text{р}}$ - розрахункова до довжина провoda від ТС до приладів, для

схеми неповна зірка $l_{\text{р}} = l \cdot \sqrt{3}$.

$$S_{\text{м}} = \frac{4 \cdot \sqrt{3}}{0,33} \cdot 0,0172 = 0,208 \text{ мм}^2$$

									Арк.
									54
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

За умовою механічної міцності переріз проводів повинен бути не менше $2,5 \text{ мм}^2$, вибираємо провід із стандартним перерізом $2,5 \text{ мм}^2 > 0,208 \text{ мм}^2$

9.3. Вибір трансформаторів напруги.

ТН встановлюється на кожній секції збірних шин. Для вибору ТН визначаємо навантаження однієї секції. Розрахунок робимо в табличній формі і вносимо в таблицю 10.8. Дані по приладах беремо з [1] табл. 4,5.

Технічні дані приладів

Таблиця 9.8

Приєднання	Прилад	Тип	S_k , Вт	Кільк-ть катушок	$\cos \varphi$	Кіль-ть прилад.	S_p	
							P, Вт	Q, ВАр
Трансформатор	Wh	И-672М	8	2	0,25	1	4	15,5
	Varh	И-673М	8	2	0,25	1	4	15,5
КЛ-10	Wh	И-672М	8	2	0,25	2	8	31
	Varh	И-673М	8	2	0,25	2	8	31
СШ	V	Э-378	2	1	1	1	2	0
Разом							24	93

$$S_p = \sqrt{P^2 + Q^2},$$

$$S_p = \sqrt{24^2 + 93^2} = 96 \text{ В} \cdot \text{А},$$

де : S_p - розрахункове навантаження обмотки НН трансформатора напруги.

Обираємо ТН типу НАМИТ-10 з такими параметрами:

$$U_{\text{НОМ1}} = 10 \text{ кВ}; \quad K_T = 0,5; \quad S_{\text{НОМ}} = 200 \text{ В} \cdot \text{А}.$$

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

10. Вибір кабельних ліній 10 кВ.

Для нормальної передачі електроенергії необхідно правильно вибрати переріз кабелів.

Кабельні лінії повинні забезпечувати постачання приймачів електроенергії, забезпечувати необхідну пропускну здатність, при цьому температура не повинна перевищувати межі допустимих значень, відповідати умовам нагріву струмів короткого замикання.

10.1. Вибір перерізу кабелю живлячої лінії.

Визначаємо струми нормального та максимального режимів:

$$I_{\text{норм}} = \frac{S_{\text{ном}}^{\Gamma}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}}} \text{ А,}$$

$$I_{\text{норм}} = \frac{1000}{\sqrt{3} \cdot 10} = 58 \text{ А.}$$

$$I_{\text{мах}} = 2 I_{\text{норм}} \text{ А;}$$

$$I_{\text{мах}} = 2 \cdot 58 = 116 \text{ А.}$$

За табл. 10.1 [14] визначаємо економічну густину струму при $T_{\text{мах}} = 5700$ год для кабельної лінії ($j_{\text{ЕК}}^{\text{КЛ}} = 1,2 \text{ А/мм}^2$).

Визначаємо економічно вигідний переріз КЛ:

$$S_{\text{ЕК}} = \frac{I_{\text{мах}}}{j_{\text{ЕК}}^{\text{КЛ}}} \text{ мм}^2$$

$$S_{\text{ЕК}} = \frac{116}{1,2} = 96,7 \text{ мм}^2$$

За табл. 7.10 [14] вибираємо кабель типу ААШв-10-3х120, прокладений в землі.
Перевіряємо КЛ за умовами нагріву :

					ДП 2023 141		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Вибір кабельних ліній 10 кВ.		
Розробив		<i>Геращенко К.</i>					
Перевірив		<i>Чорний Ю.А.</i>				56	
Н. Контр.					ННІТІ ім. акад. І.С.Гулого, ЕЛ4-3		
Затвердив		<i>Балюта С.М</i>					

$$S_{ст} = 120 \text{ мм}^2 > S_{ек} = 96,7 \text{ мм}^2$$

$$I_{доп} \cdot k_n \geq I_{маx}$$

$$240 \cdot 0,9 = 216 \text{ А} > 116 \text{ А} ;$$

де : $k_n = 0,9$ - поправочний коефіцієнт (табл. 7.17 [2]),

Перевіряємо кабель на термічну стійкість. При перевірці шин на термічну стійкість обчислимо мінімальний переріз, що термічно стійкий до струмів короткого замикання

$$S_{min} = \frac{\sqrt{B_k}}{c} ,$$

де : $C = 90 \text{ А} \cdot \text{с}^{0,5}/\text{мм}^2$, B_k – тепловий імпульс на шинах 10 кВ живильної підстанції.

$$B_k = B_{п} + B_{а} ,$$

$$B_{п} = I_{п}^2 \cdot (\tau_{р,рз} + \tau_{пв}) ,$$

де : $\tau_{р,рз}$ – час дії резервного релейного захисту, $\tau_{р,рз} = 1 \text{ с}$.

$\tau_{пв}$ – повний час відключення вимикача, $\tau_{пв} = 0,2 \text{ с}$.

$$B_{п} = 11,03^2 \cdot (1 + 0,2) = 146 \text{ кА}^2 \cdot \text{с} ;$$

$$B_{а} = I_{п}^2 \cdot T_{а} ,$$

$$B_{а} = 11,03^2 \cdot 0,062 = 7,5 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$$

$$B_k = 146 + 7,5 = 153,5 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$$

$$S_{min} = \frac{\sqrt{153,5 \cdot 10^6}}{90} = 137,7 \text{ мм}^2$$

Оскільки $S_{ст} = 120 \text{ мм}^2$ то умова $S_{ст} \geq S_{min}$ не виконується, остаточно вибираємо КЛ ААШВ 3х150 з 150 мм^2 відповідно кабель термічно стійкий до струмів короткою замикання.

10.2. Вибір перерізу КЛ-10 від РП до КТП

Визначаємо струми нормального та максимального режимів :

$$I_{норм} = \frac{S_{ном}^{\Gamma}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном}} \text{ А} ,$$

									Арк.
									57
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

$$I_{\text{норм}} = \frac{1000}{\sqrt{3} \cdot 10} = 58 \text{ А.}$$

$$I_{\text{мах}} = 1,4 \cdot I_{\text{норм}} \text{ А;}$$

$$I_{\text{мах}} = 1,4 \cdot 58 = 81 \text{ А.}$$

За табл. 10.1 [14] визначаємо економічну густину струму при $T_{\text{мах}} = 5700$ год для кабельної лінії ($j_{\text{ЕК}}^{\text{КЛ}} = 1,2 \text{ А/мм}^2$).

Визначаємо економічно вигідний переріз КЛ :

$$S_{\text{ЕК}} = \frac{I_{\text{мах}}}{j_{\text{ЕК}}^{\text{КЛ}}} \text{ мм}^2$$

$$S_{\text{ЕК}} = \frac{81}{1,2} = 68 \text{ мм}^2$$

За табл. 7,10 [14] вибираємо кабель типу ААШВ-10-3х95, прокладений в землі.

Перевіряємо КЛ та умовами нагріву:

$$S_{\text{ст}} = 95 \text{ мм}^2 > S_{\text{ек}} = 68 \text{ мм}^2$$

$$I_{\text{доп}} \cdot k_n \geq I_{\text{мах}}$$

$$205 \cdot 0,9 = 185 \text{ А} > 81 \text{ А};$$

де : $k_n = 0,9$ - поправочний коефіцієнт (табл. 7.17 [14]).

Перевіряємо кабель на термічну стійкість. При перевірці шин на термічну стійкість обчислимо мінімальний переріз, що термічно стійкий до струмів короткого замикання.

$$S_{\text{min}} = \frac{\sqrt{B_k}}{c},$$

де : $C = 90 \text{ А} \cdot \text{с}^{0,5}/\text{мм}^2$, B_k – тепловий імпульс на шинах 10 кВ живильної підстанції.

$$B_k = B_{\text{П}} + B_{\text{А}},$$

$$B_{\text{П}} = I_{\text{П}}^2 \cdot (\tau_{\text{р.рз}} + \tau_{\text{ПВ}}),$$

де : $\tau_{\text{р.рз}}$ – час дії резервного релейного захисту, $\tau_{\text{р.рз}} = 1 \text{ с.}$

$\tau_{\text{ПВ}}$ – повний час відключення вимикача, $\tau_{\text{ПВ}} = 0,2 \text{ с.}$

										Арк.
										58
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

$$W_{II} = 8^2 \cdot (1 + 0,2) = 76,8 \text{ кА}^2 \cdot \text{с} ;$$

$$W_a = I_n^2 \cdot T_a ,$$

$$W_a = 8^2 \cdot 0,062 = 4 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$$

$$W_K = 76,8 + 4 = 80,8 \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$$

$$S_{\min} = \frac{\sqrt{80,8 \cdot 10^6}}{90} = 100 \text{ мм}^2$$

Оскільки $S_{ст} = 95 \text{ мм}^2$ то умова $S_{ст} \geq S_{\min}$ не виконується, остаточно вибираємо КЛ ААШв 3х120 .

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

11. СПЕЦПИТАННЯ

11.1 Інформаційне забезпечення енергетичного менеджменту молокопереробного підприємства.

Розробку інформаційного забезпечення енергетичного менеджменту будь-якого підприємства слід проводити з означень термінів, яких бажано притримуватись. Подібні роботи проводились у різних галузях промисловості, тому ми скористуємось деякими основними визначеннями [11] :

Енергоефективність - це характеристика устаткування, технології, виробництва або системи в цілому, що свідчить про ступінь використання енергії на одиницю кінцевого продукту. Енергоефективність оцінюється як кількісними показниками (кількість енергії на одиницю кінцевого продукту), так і якісними (низька, висока). Підвищення енергоефективності досягається внаслідок реалізації системи організаційних і технічних заходів.

Енергетичний менеджмент - це управлінська і технічна діяльність персоналу об'єкту господарювання, що направлена на раціональне використання енергії, із врахуванням соціальних, технічних, економічних і екологічних аспектів. Основною метою енергоменеджменту є забезпечення ефективних шляхів реалізації енергозберігаючої стратегії суб'єкту господарювання.

Енерговикористання - природне або цілеспрямоване використання енергії різних видів на стадіях життєвого циклу об'єкту (виробу, продукції, процесу) і при наданні послуг на даному рівні розвитку суспільства.

Енергетичний аудит - це вид діяльності, який направлений на зменшення споживання енергетичних ресурсів суб'єктами господарювання внаслідок підвищення ефективності використання енергії. Ця діяльність орієнтована на дослідження об'єкта щодо його енерговикористання, виявлення фактів нераціонального використання енергії, визначення заходів, які сприяють

					ДП 2023 141						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	СПЕЦПИТАННЯ			Літ.	Арк.	Аркушів	
Розробив		<i>Геращенко К.</i>								60	
Перевірив		<i>Чорний Ю.А.</i>									
Н. Контр.											
Затвердив		<i>Балюта С.М</i>									
					ННІТІ ім. акад. І.С.Гулого, ЕЛ4-3						

енергозбереженню та оцінки технічних і економічних можливостей їх реалізації.

З метою забезпечення ефективного використання енергоносіїв на підприємстві створюється служба енергетичного менеджменту, яку очолює енергоменеджер підприємства. Його функцією є управління функціонуванням служби та забезпечення досягнення запланованих ефектів енергозбереження.

Система енергетичного менеджменту (СЕМ) промислового підприємства - це комплекс організаційних, технічних засобів і програмно-методичного забезпечення, що у сукупності дозволяють у такий спосіб керувати виробничим процесом, щоб споживалася тільки мінімально необхідна кількість ПаливоЕР для виробництва визначеної кількості продукції або послуг.

Для того, щоб сформулювати завдання управління, необхідно визначити наступні його компоненти: об'єкт управління; мету і критерії управління; керуючі впливи; обмеження на процес управління; некеровані впливи на об'єкт; засоби управління. Ці складові процесу управління представлені на рис. 11.1

Об'єктом управління є промислове підприємство в цілому, окремі його підрозділи, паливо- і енергоспоживаючі (ПіЕС) агрегати, а також персонал підприємства, діяльність якого пов'язана з питаннями ефективності використання ПЕР, експлуатацією, ремонтом і технічним обслуговуванням устаткування.

Молокопереробне підприємство відноситься до числа складних систем, тому для його опису необхідно використовувати не одне, а кілька представлень залежно від характеру розв'язуваних завдань. До числа найбільш загальних представлень розглянутого об'єкта варто віднести:

1. Структурну схему підприємства, на якій відображені вузли введення і виведення ПЕР (трансформаторні підстанції, газорозподільні пункти, трубопроводи пари і гарячої води), підрозділи підприємства, найбільші ПіЕС агрегати, а також прилади для обліку споживання і відпуску ПЕР.

										Арк.
										61
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

2. Схеми матеріальних потоків підприємства (потоки енергії, сировини і готової продукції), які зручно представити як орієнтовані графи, дугами яких є матеріальні потоки, а вузлами - пристрої для їхнього використання, переробки, транспортування та зберігання.

3. Схеми загальнозаводських енерго- і водопостачальних систем, зокрема опалення, паропостачання, газопостачання, водопостачання, електропостачання, повітропостачання тощо, з зазначенням їх основних контрольованих параметрів.

4. Перелік найбільших ПіЕС агрегатів: парові і водогрійні котли, паливні та електричні печі, компресори, великі електроприводи та інші ПіЕС агрегати.

Метою управління є мінімізація питомого споживання ПЕР у розрахунку на одиницю продукції (послуг):

$$P = \frac{E}{\Pi} \rightarrow \min ,$$

де P - обсяг виробництва (послуг) за звітний період у натуральних показниках, E- споживання ПЕР за звітний період у т.у.о.

Засоби управління включають адміністративно-організаційні, технічні та програмно-методичні.

Адміністративно-організаційні засоби - це організаційні схеми, накази, посадові інструкції, положення про матеріальне стимулювання працівників і підрозділів, а також заходи щодо підвищення кваліфікації.

До технічних відносяться такі: вимірювання обчислювальної техніки, передачі інформації, автоматизація енергетичних і технологічних процесів.

Слід зазначити, що за рівнем розвитку технічні засоби істотно випереджають програмно-методичні й адміністративно-організаційні засоби управління.

Енергоменеджер відноситься до адміністрації підприємства(організації), однак він не керує людьми, а контролює енергоспоживання. Посада енергоменеджера відноситься до керівника середньої ланки з безпосереднім підпорядкуванням директору або головному інженеру підприємства(організації).

Енергоменеджер повинен вміти:

					ДП 2023 141	Арк.
						63
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- складати таблиці споживання енергії на підприємстві (організації), по підрозділах і устаткуванню та паливно-енергетичний баланс підприємства (організації);
- проводити аналіз споживання енергії з врахуванням оцінки заходів економії енергоспоживання та готувати пропозиції щодо вдосконалення виробничого процесу;
- визначати ефективність роботи споживачів енергії та здійснювати контроль за інвестуванням заходів економії енергії;
- надавати консультаційні послуги щодо питань економії енергії на підприємстві (організації);
- проводити внутрішній енергетичний аудит і знати методикку оцінки енергетичного менеджменту на підприємстві (організації) та заохочення працівників підприємства (організації), які економлять енергію;
- розробляти пропозиції з метою залучення персоналу економити енергію;
- перевіряти та оцінювати рахунки оплати за спожиту енергію і договори, що пов'язані з енергоспоживанням;
- детально аналізувати потоки енергії та визначати і постійно контролювати питомі норми енергоспоживання;
- проводити розрахунки капіталовкладень, експлуатаційних витрат і аналізувати можливості субсидій та їх практичного використання;
- виносити на розгляд адміністрації пропозиції, що стосуються нової інвестиційної політики;
- уміти керувати персоналом.
- проводити розрахунки капіталовкладень, експлуатаційних витрат і аналізувати можливості субсидій та їх практичного використання;
- виносити на розгляд адміністрації пропозиції, що стосуються нової інвестиційної політики;

					ДП 2023 141	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

11.2. Методологія побудови системи енергетичного менеджменту

Одна з найважливіших загальнолюдських проблем — проблема енергозабезпечення, раціонального енергоспоживання та скорочення викидів на навколишнє середовище, розв’язання якої потребує узгоджених дій урядових установ, організацій і окремих людей. Розв’язання цієї проблеми становить суть системи енергетичного менеджменту (СЕМ) — нової галузі знань, яка акумулює досвід, прогрес і підвищення відповідальності людства щодо ефективного використання енергії та досягнення менеджменту як сформованої системи теоретичних знань, практичних методів та інструментарію управління.

На різних ієрархічних рівнях управління цілі СЕМ різні: на рівні родини - мінімізація витрат на оплату за спожиту енергію за умов збереження комфортного існування; на рівні окремого підприємства — зниження енергетичної складової в собівартості продукції та забезпечення конкуретоспроможності продукції за енергетичними та екологічними характеристиками на внутрішньому та світовому ринках; на рівні області, міста — мінімізація витрат енергоресурсів для забезпечення їх раціонального споживання, які забезпечуватимуть необхідну якість надання енергоресурсів з дотримання екологічних норм; на галузевому рівні — енергоефективне та екологічно безпечне функціонування в рамках національної економіки; на державному (національному) рівні — енергетична незалежність та безпека, перехід від енерговитратної до енергоефективної економіки; на міждержавному рівні — збереження та раціональне використання світових запасів енергетичних ресурсів, пошук нових джерел і форм енергії, підтримання та збереження навколишнього середовища для наступних поколінь.

У практиці економічно розвинених країн світу функціонування систем енергетичного менеджменту базується на застосуванні, зокрема, таких відомих концепцій управління як:

- управління енергоспоживанням через регулювання попиту споживачем (Demand Side Management, DSM);

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

- управління енергоспоживанням з боку енергопостачальної компанії (Supply Side Management, SSM);
- інтегроване ресурсне планування (Integrated Resource Planning, IRP);
- управління навантаженням (Load Management), яке являє собою складову частину концепції DSM;
- управління енергоспоживанням кінцевого споживача (End User Consumption Management), яке також є частиною концепції DSM.

Встановлено, що впровадження на вітчизняних підприємствах прогресивних принципів організації виробництва і методів управління може забезпечити до 20% скорочення енерговитрат. Виявлений потенціал зменшення енерговитрат без значних капіталовкладень становить 10—15%.

Таким чином, енергоменеджмент є дієвим інструментом підвищення ефективності енерговикористання, енергозбереження та енергоефективності будь-якого підприємства.

Технологічна структура СЕМ включає такі взаємозумовлені як планування постачання та виробництва компоненти енергоресурсів і управління енерговикористанням (попитом на енергоресурси), разом вони забезпечують узгоджене планування та управління енергоресурсами, а у цілому — прогнозоване енергоспоживання [12].

Схематично структура системи управління енергоресурсами та взаємозв'язок її компонентів має вигляд, як на рис. 11.2.

В основі функціонування системи енергоменеджменту присутня спіраль (цикл РЭСА), яка має періодичну циклічність, спрямовану на послідовне удосконалювання системи менеджменту в цілому.

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

процесів та процесів із значним рівнем споживанням.

На основі зібраної інформації формується інформаційна база системи енергоменеджменту підприємства.

Початковий збір інформації повинен включати:

- Реєстрацію законів та правил, що стосуються категорії енергії. Правила, фінансові ресурси повинні бути ідентифіковані та зареєстровані.

- Енергетичний аудит як збір інформації про споживання енергії має базуватися на результатах енергозберігаючих заходів, їх ефективності та запланованих заходів у регіоні та рівня енергетичного моніторингу [13].

- Розподіл ключового персоналу. Підприємство повинно розподіляти владу, відповідальність, ресурси та місця серед працівників, які впливають на споживання енергії на підприємстві. Це також стосується працівників, які мають непрямий вплив на споживання енергії.

Енергетичні аудити та початкові дослідження допомагають визначити сфери впровадження енергетичного менеджменту. Це підвищує конкурентоспроможність компанії. Ця інформація може бути передана власниками підприємства, працівниками та іншими зацікавленими сторонами, яка формулюється у формі енергетичної політики компанії.

Об'єктами енергетичного обстеження виступають: підприємства та організації, будинки, будівлі, споруди, енергоспоживаюче обладнання, устаткування, системи опалення та вентиляції, системи водопостачання та водовідведення, використання вторинних енергоресурсів, системи комунальної інфраструктури тощо. Більш докладно про об'єкти енергоаудиту за системами наведено на рис.11.4. Енергетичне обстеження (або енергоаудит) може проводитися до продукції, технологічного процесу, а також юридичної особи або індивідуального підприємця.

Енергоаудит підприємства базуються на порівняльному аналізі фактичних і нормалізованих (визначених експертом, як таких, що відповідають науково-обґрунтованому (нормалізованому) протіканню виробничих процесів) показників витрат ПЕР з урахуванням поточного стану відповідного виробництва [1

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

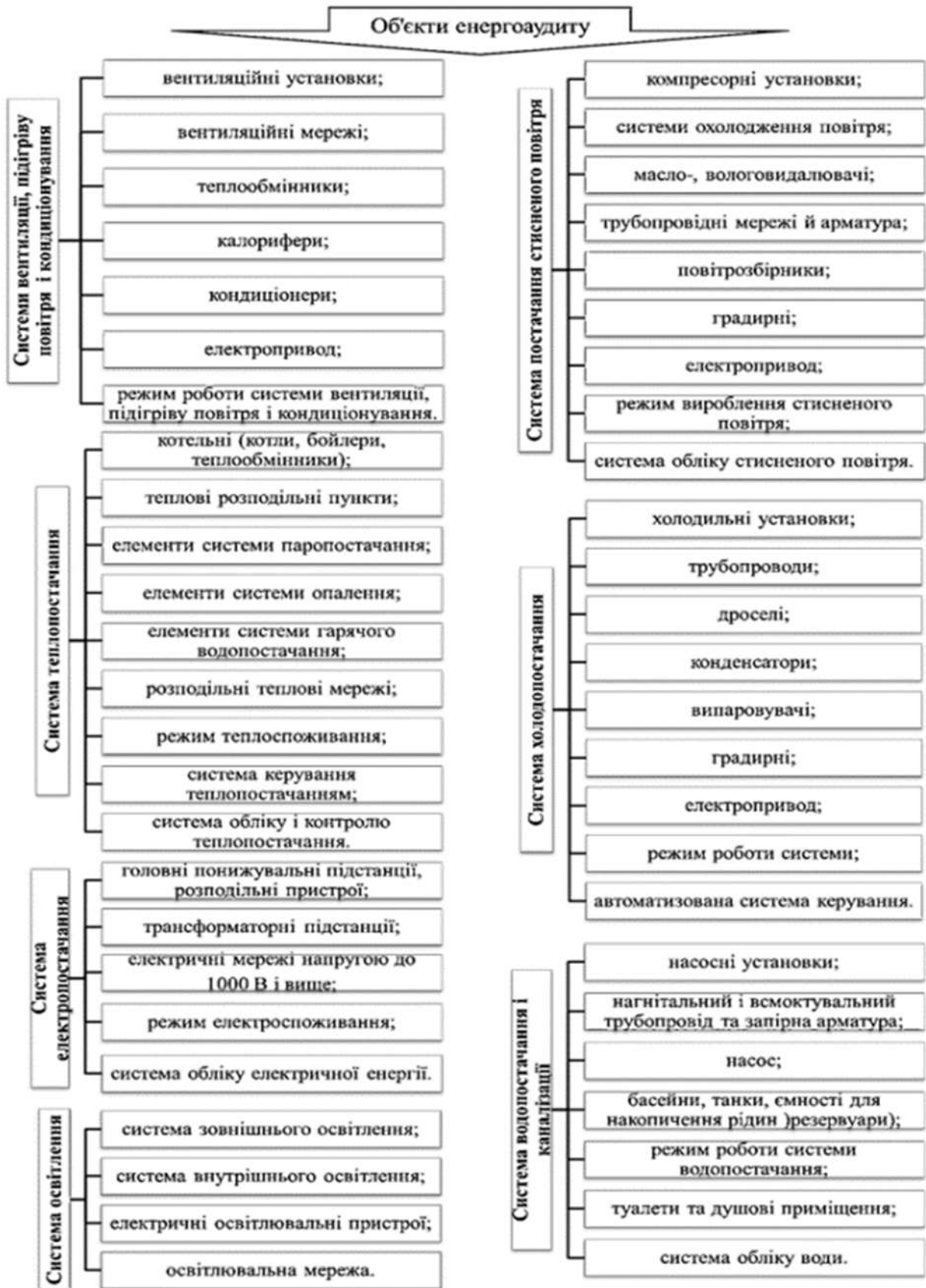


Рис.11.4. Об'єкти енергетичного аудиту

Для кожного етапу енергоаудиту існують належні цілі та перелік відповідних робіт, які зазначено у таблиці 2.

Суб'єкти великого підприємництва зобов'язані проводити енергетичний аудит з такою періодичністю:

- перший енергетичний аудит повинен бути проведений до 5 листопада 2021 року;
- наступні енергетичні аудити проводяться з періодичністю один раз на чотири роки після здійснення першого енергетичного аудиту.

Загалом можна виділити два види енергетичного аудиту: експрес-енергоаудит та комплексний енергоаудит. Експрес-аудит передбачає поверхневе обстеження будівлі та виявлення найбільш очевидних недоліків, а також намічає план робіт для комплексного енергоаудиту. Зазвичай точність рекомендацій такого аудиту оцінюється на рівні 10-20%.

Комплексний енергоаудит передбачає поглиблене вивчення конструкції будівлі та інженерних мереж, проведення інструментальних замірів та підготовку детального плану впровадження енергоефективних заходів в тому числі економічний аналіз [17].

Починається енергетичний аудит з детального вивчення існуючої інформації про будівлю:

- проектної документації;
- інформації про встановлені вузли обліку та датчики;
- статистики енергоспоживання за попередні періоди;
- скарг та бачення до реконструкції мешканців та персоналу;
- особливостей регіону (джерела енергоспоживання, види палива, погодні умови тощо).

Зібравши достатню кількість матеріалів, зазвичай енергоаудитор або група енергоаудиторів, будує баланс споживання енергоресурсів, вибирає заходи, що можуть бути впроваджені та розраховує їх ефективність. Зазвичай заходи поділяються на організаційні та швидкоокупні (до 1-2 років), заходи з середнім терміном окупності (3-6 років) та довгоокупні (більше 7 років).

Результатом стає звіт з енергоаудиту, що дозволяє замовнику прийняти рішення про подальшу реконструкцію будівлі.

					ДП 2023 141	Арк.
						71
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

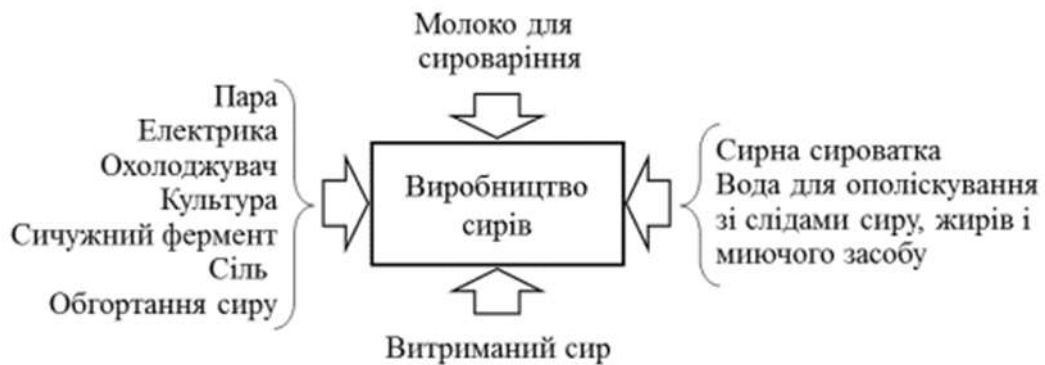


Рис.11.5. Вхідні і вихідні потоки сировини і матеріалів при виробництві сиру.

Підбір сировини полягає у відборі партій сиру, масла та інших молочних продуктів в камерах зберігання. При відборі здійснюється органолептичний аналіз і контроль фізико-хімічних показників сировини.

Підготовка сировини (обробка і подрібнення) включає видалення плівки з сирів, парафіну або латексні покриття за допомогою гарячої води або струменю пари, потім витримують у гарячій воді для розм'якшення скоринки, яку згодом зрізають. Очищені сири розрізають на сирорізці, подрібнюють на дзиги або розтирають на вальцювальних машинах до тонкого помелу.

Вершкове масло розморожують, очищають від штафа, розрізають на шматки 1-2 кг. Вершки та сметану фільтрують. Сухі молочні продукти просівають.

Дозрівання сирної маси забезпечує рівномірне плавлення, покращити консистенцію готового продукту та знизити розхід солі-плавителя. Для дозрівання використовують металічні баки. Тривалість витримки 1...3 години в залежності від зрілості вихідної маси

Важливою технологічною операцією і основною особливістю технологічного процесу, є плавлення - процес термічного впливу на сировину, що супроводжується переходом його з твердого стану у рідке. Плавлення здійснюють у спеціальних закритих котлах або інших апаратах з паровою сорочкою і мішалкою. Сирну масу нагрівають поступово подачею гострого пара у міжстінний простір котла, а також введенням пари безпосередньо у сирну масу.

					ДП 2023 141	Арк.
						73
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Температуру плавлення сирної маси, тривалість нагрівання і витримки нагрітої сирної маси встановлюють з урахуванням застосовуваного вихідної сировини, ступеня його зрілості, виду емульгує солі і виду вироблюваного продукту. При цьому беруть до уваги також вид продукції, що випускається і обладнання. Температура плавлення сиру коливається у межах 75... 80°C (рідше 85... 95°C).

Тривалість плавлення (при контактному нагріванні через стінку котла) при температурі 75... 80°C становить 15-20 хвилин; при 85... 95°C - 10-12 хвилин. При плавленні інжекцією пари у сирну масу тривалість плавлення зменшується до 10-15 хвилин.

Чим нижче температура плавлення, тим більше ризик того, що на фасування надійде продукт з температурою нижче температури пастеризації, що вкрай небажано, з міркувань мікробіологічної безпеки.

Для поліпшення емульгування жиру і отримання більш ніжної структури плавлення сирної масу піддають гомогенізації. Процес емульгування полягає в наступному: на плавники відкривається кран зливного отвору і гаряча сирна маса по трубопроводах за допомогою роторного насоса подається на емульсор. Після емульсора, якщо сирна маса недостатньо емульгована, вона може бути повернута у плавитель, або спрямована на фасування.

Дана технологічна операція обов'язкова при виробництві пастоподібних сирів. При виробництві скибкових сирів вона недоцільна, оскільки призводить надалі до значного ущільнення структури і отримання грубої гумової консистенції. Гомогенізацію проводять при температурі 75... 80°C і тиску 9,8 ... 14,7 МПа.

Розплавлену сирну масу у гарячому стані подають на фасувально- пакувальні автомати, де сир фасується у алюмінієву фольгу, туби з полімерних матеріалів, коробочки з полімерних матеріалів, полімерні плівки тощо.

Після фасування плавлені сири відразу піддають охолодженню різними способами: на стелажах у спеціальних холодильних приміщеннях, у

охолоджувачах тунельного або стрічкового типу. Тривалість охолодження залежить від виду вироблюваного продукту і коливається від 30-ти хвилин до

					ДП 2023 141	Арк.
						74
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

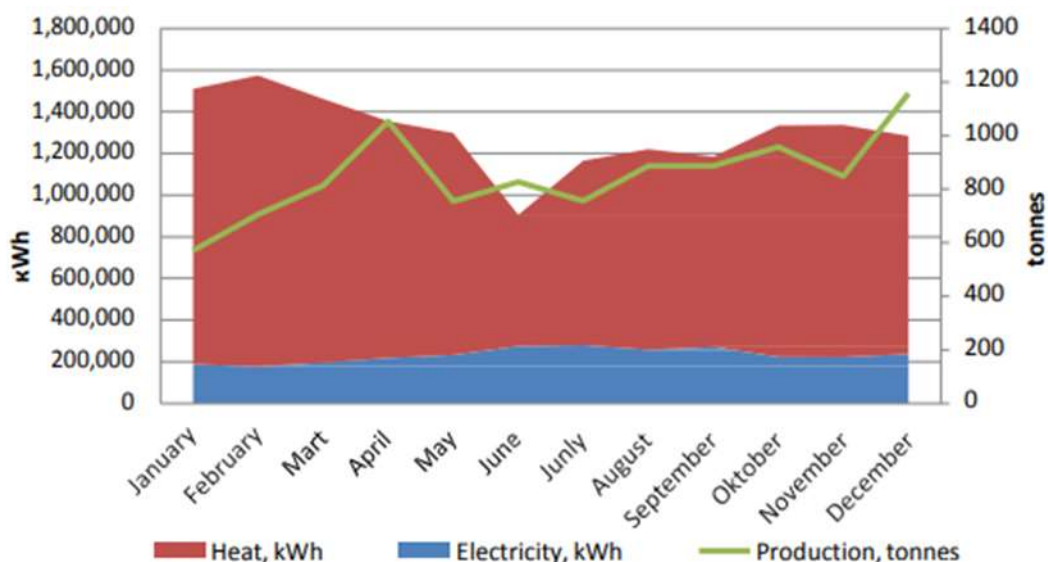


Рис.11.6. Сезонне питоме споживання енергії на підприємстві

Найбільшим споживачем електричної енергії є компресорна системи охолодження, яка у загальному обсязі складає 56%. На рис. 11.7 представлені частки споживачів електричної енергії від загального обсягу.

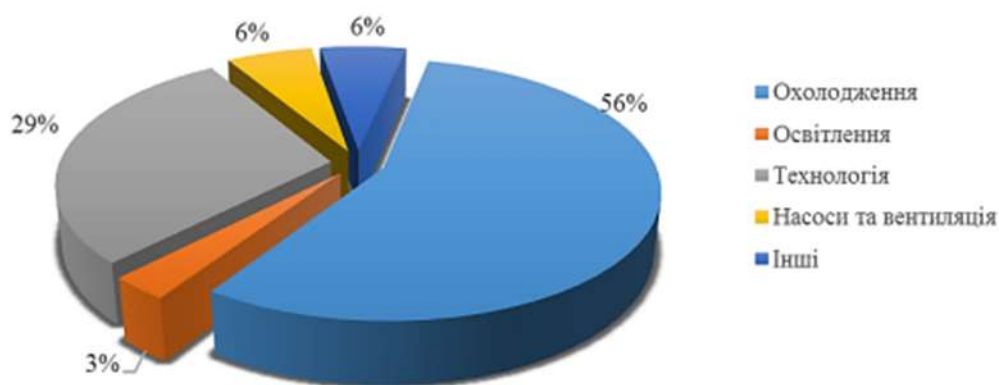


Рис. 11.7. Частка споживання електроенергії у загальному обсязі енергоспоживання від загального обсягу, %

Встановлено, що заводом влітку споживається більше електроенергії, так як збільшується навантаження на систему охолодження, а пік споживання тепла припадає на зиму. На рисунку 11.8 зазначено частки споживачів теплової енергії від загального обсягу.

11. 5. Визначення потенціалу з енергозбереження

За даними таблиці 7 побудовано лінію енергоспоживання, визначена графічним шляхом і описувана відповідним рівнянням регресії (рис. 10), щодо якої проводять аналіз фактичних витрат енергії для обраного об'єкта.

Визначено, що найбільш високе споживання електричної енергії приходить на липень місяць, в якому обсяг виробництва не самий зависокий за розглянутий рік.

При порівнянні базової лінії та відповідного рівняння регресії з дійсними теперішніми даними, й відповідно рівняння регресії, можна визначити потенціал енергозбереження, у даному випадку електроенергії.

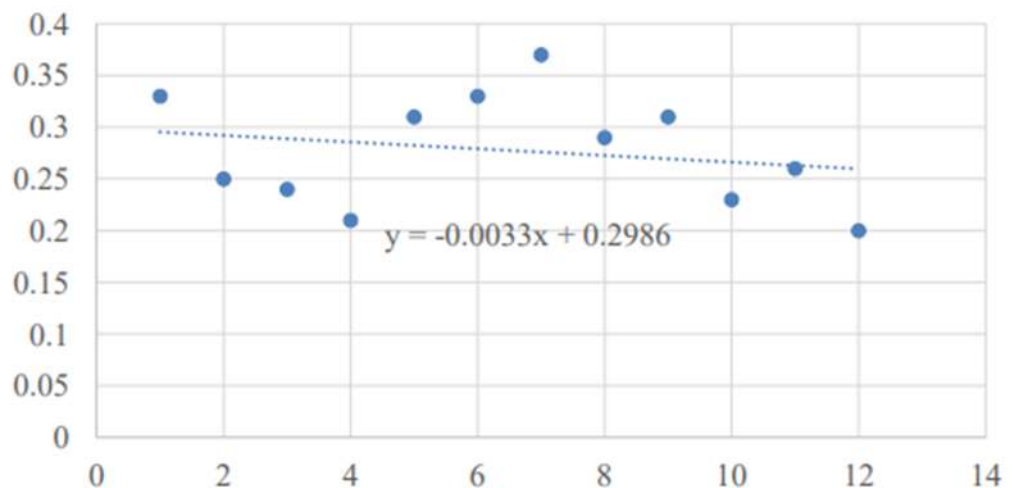


Рис. 9. Регресійний аналіз фактичних витрат енергії

Проте інформація щодо визначення базового рівня споживання енергетичних ресурсів була для нас недоступною.

11.6. Результати аналізу запропонованих заходів

За даними енергетичного обстеження підприємства з виготовлення плавлених сирів було запропоновано декілька заходів з енергозбереження.

Заходи та технічні рішення щодо підвищення енергоефективності підприємства наведено у табл.8.

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

Таблиця 8 - Результати розрахунків технічних рішень

№	Заходи	Інвестиція, грн	Період окупності роки
1	Заміна котлів на нові 2 котла на деревній трісці	2.500.000	3,4
2	Ізоляція гарячих поверхонь	18.750	1,0
3	Оптимізація освітлення	107.725	1,1
4	Впровадження системи енергетичного менеджменту	937.500	1,8

Розглянемо варіант 1:

З метою підвищення ефективності виробництва пара, був оцінений ряд заходів. Захід 1 має відношення до заміни існуючих котлів двома більш ефективними котлами на деревній трісці з потужністю 2т за годину кожний. З даного заходу виходить наступна економія: Зниження споживання деревини і вугілля (підвищення ефективності); Скорочення кількості персоналу.



Пар для виробництва і опалення поставляється чотирма ідентичними котлами (Е 1/8), які працюють одночасно - вони управляються тільки вручну, шляхом збільшення або зменшення подачі повітря в топку.

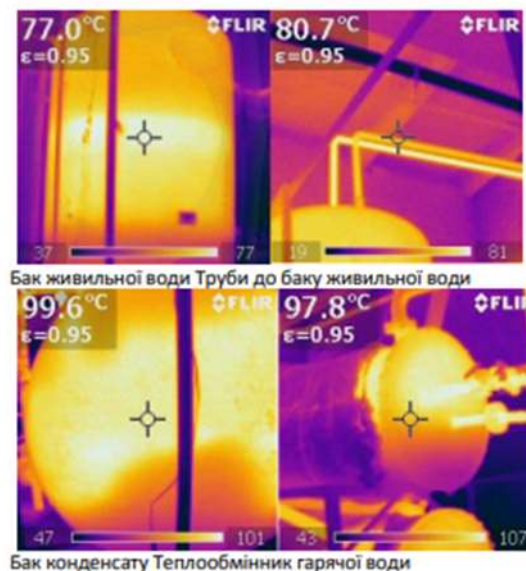
Ці котли раніше були газовими котлами, які спочатку були переведені на

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

Варіант 2. Ізоляція гарячих поверхонь

Під час відвідування заводу можна було спостерігати, що багато гарячі поверхні, такі як бак конденсату, теплообмінники гарячої води, бак живильної води і т. д. , Не ізольовані належним чином. Інфрачервоні знімки нижче показують температуру гарячих поверхонь (жовтий колір - висока температура, синій або чорний - низька).

З огляду на високу температуру поверхні, великі втрати тепла пов'язані з відсутністю ізоляції.



Для того, щоб скоротити втрати тепла, гаряча поверхня, яка містить пар або конденсат, повинна бути ізольована належним чином.

З даного заходу виходить наступна економія: Скорочення споживання вугілля і деревини.

Щоб провести необхідні розрахунки по витратах на ізоляцію гарячих поверхонь, сумарна площа поверхонь була позначена в 70 кв. м. Економія деревини / вугілля при зменшенні втрат тепла:

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

Площа гарячої поверхні	75	м ²	
Втрати тепла	0,15	кВ/м ²	
Втрати тепла	10	кВ	
Втрати тепла	88	МВтч/год	
Економія пара	1578	Долл. США/год	
Інвестиції	Економія електроенергії	Економія палива	Окупність
У дол. США	кВтч	%	роки
1500	-	1700000	1,0

Варіант 3 - Модернізація системи освітлення

Для освітлення використовуються 36-ти ватні лампи типу TD-8. У складах 88 ламп працюють в режимі 24/7, хоча персонал знаходиться в приміщенні не більше 3-ох годин в день. У деяких місцях освітленість перевищує нормовані значення.

Рекомендується замінити існуючі лампи на світлодіодні. Також, рекомендується скоротити кількість ламп в фасувальному ділянці. На складах слід встановити датчики руху.



Розрахунок економічної доцільності заміни ламп

					ДП 2023 141	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		83

Параметри		До	Після
Тип ламп		TL-D 36W	IDTM-96
Ефективність, Лм/Вт		69	100
Кількість ламп, шт		266	119
Час роботи ламп, год		24	3
Кількість ламп з датчиками, шт		0	44
Встановлена потужність, кВт		9576	5950
Плата за електричну енергію, грн/рік		1426058	47952
Економія, грн/рік		-	94653
Ціна заміни ламп і датчиків, грн		-	107720
Термін окупності, років			1,14
Інвестиції	Економія електроенергії	Економія палива	Окупність
У дол. США	кВтч	%	роки
8618	69598		1,1

Варіант 4 - Впровадження системи енергетичного менеджменту Для того, щоб стати ефективним інструментом управління використання енергії та вдосконалення енергоефективності, повинна бути впроваджена правильна система енергетичного менеджменту. Поряд з іншими, рекомендуються такі методи оптимізації:

- Встановлення лічильників на головних агрегатах споживання
- Складання енергетичних звітів для моніторингу, наприклад на місячній основі
- Визначення та облік енерговитрат на окремих цехах (виробничих потужностях) підприємства
- Визначення контрольних індикаторів для оцінки специфічної енергоефективності
- Визначити особа відповідальна за складання та аналіз даних по енергоспоживанню і оцінці енергоефективності
- Повинні мати місце регулярні засідання по енергоспоживанню
- Координація техобслуговування

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

12. Розробка заходів з охорони праці та техніки безпеки

Нормативно-технічна документація з безпечної експлуатації електроспоживачів

На кожному підприємстві повинна знаходитись технічна документація, у відповідності з якою електроустановки допущені до експлуатації.

В її склад входять:

- акти прийому робіт;
- генеральний план ділянки, на якому нанесені споруди і підземні електротехнічні комунікації;
- затверджена технічна документація;
- акти випробувань і наладки електрообладнання;
- акти прийому електроустановок в експлуатацію;
- виконавчі робочі схеми первинних і вторинних електричних з'єднань;
- технічний паспорт електрообладнання;
- інструкції по обслуговуванню електроустановок, а також посадові інструкції по кожному робочому місцю.

Крім того, по кожному робочому місці необхідно мати:

- паспортні карти або журнали з описанням електрообладнання і засобів захисту, і вказаними технічними даними, а також присвоєння ім. інвентарних номерів;
- креслення електрообладнання, електроустановок і споруд, комплекти креслень запасних частин, виконавчі креслення повітряних і кабельних трас;

					ДП 2023 141			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		<i>Геращенко К.</i>			Розробка заходів з охорони праці	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевірив		<i>Сірик А.О.</i>					86	
Н. Контр.					ННІТІ ім. акад. І.С.Гулого, ЕЛ4-3			
Затвердив		<i>Балюта С.М</i>						

- креслення підземних кабельних трас і заземлюючих пристроїв
- з прив'язками до будівельних споруд, а також з вказаними місцями установок з'єднувальних муфт і перетинань з іншими комунікаціями;
- загальні схеми електропостачання, складені по підприємству в цілому, і по окремим цехам та ділянкам;
- комплект експлуатаційних інструкцій по обслуговуванню електроустановок цеха, ділянки і комплект посадових інструкцій по кожному робочому місцю та інструкцій з охорони праці.

Всі зміни в електроустановках , які вносяться в процесі експлуатації, повинні відобразитися в схемах і кресленнях відразу за підписом особи, яка відповідає за електрогосподарство, з вказанням його посади і дати внесення змін.

До складу нормативної документації входять:

- правила влаштування електроустановок;
- правила техніки безпеки експлуатації електроустановок;
- правила технічної експлуатації електроустановок;
- будівельні норми і правила.

Заходи з електробезпеки

Роботи в електроустановках проводяться по наряду, розпорядженню та в порядку поточної експлуатації.

Організаційними заходами, що забезпечують безпеку виконання робіт в електроустановках є:

- оформлення робіт нарядом-допуском, розпорядженням або переліком робіт, що виконуються в порядку поточної експлуатації;
- допуск до роботи;
- нагляд під час виконання робіт;
- оформлення перерв в роботі, перевід бригади на інше робоче місце, закінчення роботи.

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

Наряд – це письмове завдання на роботу в електроустановках, оформлене на спеціальному бланку встановленої форми, де вказується місце роботи, час початку і закінчення, умови безпечного проведення, склад бригади і осіб відповідальних за безпеку виконання робіт.

Оформлення наряду потрібно для тих видів робіт, які виконуються:

- із повним зняттям напруги;
- без зняття напруги на струмоведучих частинах і поблизу них;
- без зняття напруги оподалік від струмоведучих частин, що знаходяться під напругою.

Розпорядження – це завдання на виконання робіт в електроустановках, оформлене в оперативному журналі особою, яка передала розпорядження або особою оперативного персоналу.

За розпорядженням можуть виконуватися наступні види робіт:

- роботи без зняття напруги з струмопровідних частин оподалік від струмоведучих частин, що знаходяться під напругою тривалістю не більше однієї зміни;
- позапланові і незначні по об'єму роботи тривалістю до однієї години, викликані виробничою необхідністю, з повним або частковим зняттям напруги поблизу або на самих струмоведучих частинах, що знаходяться під напругою;
- деякі види робіт в електроустановках до 1000 В з повним або частковим зняттям напруги, тривалістю не більше однієї зміни.

Поточна експлуатація – це проведення оперативним (оперативно-ремонтним) персоналом самостійно на закріпленій за ним ділянці на протязі однієї зміни робіт за переліком, оформленому у відповідності із параграфом ”Виконання робіт по розпорядженню і в порядку поточної експлуатації” правил техніки безпеки експлуатації електроустановок.

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

Для підготовки робочого місця при роботах із зняттям напруги повинні бути виконані наступні технічні заходи:

- відключення напруги і прийняття заходів, які роблять неможливими подачу напруги до робочого місця внаслідок помилкового або самовільного ввімкнення комутаційної апаратури;
- на проводах ручного і ключах дистанційного керування повинні бути вивішені заборонні плакати;
- перевірити відсутність напруги на струмопровідних частинах, на які повинно бути накладено переносне заземлення для захисту персоналу від ураження електричним струмом;
- вивішені попереджувальні і вказівні плакати, захисні огорожі для відокремлення робочого місця від струмоведучих частин, що залишаються під напругою.

При оперативному обслуговуванні електроустановок декількома особами перелічені заходи повинні виконуватися двома особами. При одноосібному обслуговуванні перелічені заходи може виконувати одна особа, крім накладання переносних заземлень в електроустановках вище 1000 В і виконувати перемикання, що виконуються на двох або більше приєднаннях в електроустановках напругою вище 1000 В, що не мають діючих пристроїв блокування роз'єднувачів від неправильних дій. Все обладнання, що ремонтується повинно бути відключено з усіх сторін звідки може бути подана напруга. Це відключення необхідно виконати з видимим розривом електричного кола, для цього необхідно крім масляного вимикача відключити і роз'єднувач, вимикач навантаження або зняти вставки плавких запобіжників. В комплектних розподільчих пристроях (КРП) достатньо викатити комірку з вимикачем, що забезпечує видимий розрив кола.

Для запобігання небезпеки зворотної трансформації напруги силовими і вимірювальними трансформаторами необхідно відключити їх, як з сторони низької так і з сторони високої напруги.

					ДП 2023 141	Арк.
						89
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для запобігання випадкового ввімкнення відключених апаратів їх приводи повинні бути замкнені на механічний замок. В електромагнітних приводах з дистанційним керуванням повинні бути зняті плавкі вставки запобіжників в колі оперативного струму.

Відключати необхідно не лише струмопровідні частини, на яких передбачається виконання робіт, але й також з сусідніх з ними струмопровідних частин, якщо від них до працюючого відстань буде менше ніж вказана в наступній таблиці.

Таблиця 15.1.

Напруга електро-установки	Відстань від людей і інструменту, що ними використовуються від тимчасових огорож до струмопровідних частин, м	Відстань від механізмів і вантажно-підйомних машин в робочому і транспортному положенні до струмопровідних частин, м
До 1000 В	на ПЛ 0,6	1,0
	в РУ (без дотику не нормується)	1,0
6-35 кВ	0,6	1,0
35-110 кВ	1,0	1,5
150 кВ	1,5	2,0
220 кВ	2,0	2,5

Струмопровідні частини, які залишаються під напругою огорожуються тимчасовими переносними огорожами.

Виключення електрообладнання в установках до 1000 В здійснюється рубильниками, автоматичними вимикачами або контакторами.

Якщо робота, що виконується не передбачає переносних заземлень – закоротко, то повинні бути прийняті додаткові засоби проти випадкового ввімкнення апаратів. Такими засобами можуть бути встановлення ізолюючих прокладок між контактами вимикача або рубильника в електроустановках до 1000 В або від'єднанням живлячих проводів.

Заходи з пожежної безпеки

Всі працівники підприємства зобов'язані знати та неухильно виконувати правила пожежної безпеки, з якими їх знайомлять під час проведення протипожежних інструктажів.

З робітниками підприємства проводиться пожежо-технічний мінімум, де їх знайомлять з методами гасіння пожеж і засобів, що використовуються для цього. Для ліквідації займання, попередження пожеж та вибухів на кожному підприємстві, що має пожежо та вибухонебезпечні процеси розробляється план пожежо-технічних заходів, в якому передбачається: порядок оповіщення керівників підприємств та виклик пожежних підрозділів; перелік пожежо та вибухонебезпечних приміщень та обладнання, можливі причини пожежі та вибуху; дії персоналу підприємств щодо попередження пожежі або вибуху, а також способи евакуації персоналу та обладнання.

Всі підприємства харчової промисловості повинні бути забезпечені первинними засобами пожежогасіння, до яких належать пожежні стволи (водні та повітряно-пінні), внутрішні пожежні водопроводи, відра, багри, сокири, вогнегасники: вуглекислотні типів ОУ-2, ОУ-5 і ОУ-8 – призначені для гасіння невеликих займань усіх видів; вуглекислотно-бромтилові вогнегасники типу ОУБ-7 застосовуються для гасіння твердих і рідких

горючих рідин, а також електроустановок, що знаходяться під напругою; порошкові вогнегасники типу ОПС-10 призначений для гасіння невеликих займань лужних матеріалів; широко розповсюджене використання вогнегасника типу ОХП-10 (хімічно-пінний), а також повітряно-пінні вогнегасники типу ОВП-5 і ОВП-10.

Захист ТП від атмосферної перенапруги

Зовнішня або атмосферна перенапруга виникає внаслідок впливу на електроустановки грозових розрядів і залежить від значення робочої напруги електроустановки.

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

Атмосферна перенапруга, що виникає в результаті удару блискавки, яка влучає в проводи лінії електропередач або в обладнання станції чи підстанції, є найнебезпечнішою. Дуже високі потенціали, що виникають при прямому ударі блискавки, яка влучає у проводах, у більшості випадків зумовлюють імпульсне перекриття ізоляції. Саме по собі останнє не становить небезпеки, оскільки його тривалість не перевищує 100 мкс і не спричиняє вимкнення лінії. Але під дією робочої напруги імпульсне перекриття може перейти в силову дугу. В цьому разі виникає коротке замикання і релейний захист вимикає лінію.

На підстанціях напругою 6 кВ та вище мають бути захищені трансформатори, закриті розподільчі пристрої та інші пожежо та вибухонебезпечні споруди.

Захист від ударів блискавки виконується окремо встановленими або встановленим на будівлі стрижневим чи тросовими блискавковідводами, що забезпечують зону захисту або блискавко сприймальною заземленою сіткою розміром бхб м, яку накладають на металеву покрівлю або заземлення металеві покрівлі.

Стрижневий блискавковідвід являє собою конструкцію, що складається з блискавко приймача, струмопроводу та заземлювача. Блискавко приймачем слугує сталеві труба, приєднана до струмопроводу.

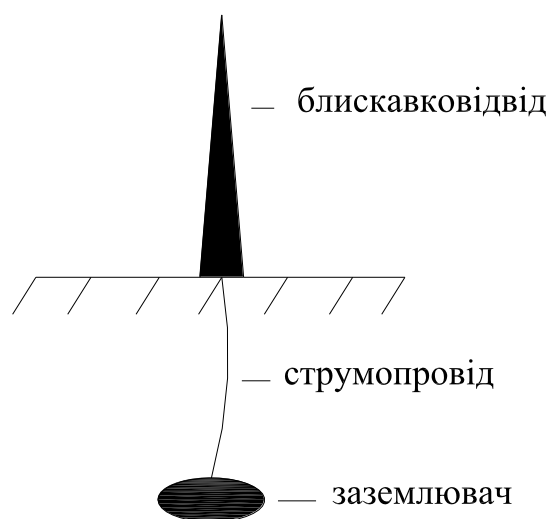


Рис.15.1.Стрижневий блискавковідвід

					ДП 2023 141	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		92

У металевих блискавковідводів струмопроводом є сама конструкція блискавковідводу. Струмопровід необхідно надійно заземлювати.

Блискавковідвід утворює навколо себе певний простір, захищений від ураження блискавкою, який називають зоною захисту. Розміри захисної зони залежать від висоти та взаємного розташування блискавковідводів, висоти орієнтації блискавки тобто висоти, з якої розряд блискавки, що розвивається, починає орієнтуватися на блискавковідвід, а також від атмосферних та геологічних умов.

Розрахунок зони захисту окремого стрижньового блискавковідводу.

Радіус зони захисту:

$$r_x = \frac{16 \cdot h_a}{1 + \frac{h_x}{h}} \cdot p = \frac{16 \cdot 9}{1 + \frac{6}{15}} \cdot 1 = 10,3 \text{ м}$$

де h_a – активна висота блискавковідводу; $h_a = h - h_x = 15 - 6 = 9$ м; h – висота блискавковідводу; h_x – рівень обладнання; p – коефіцієнт, що залежить від величини h_a , при $h \leq 30$ м, $p = 1$.

Отже, окремо встановлений стрижневий блискавковідвід захищає всю трансформаторну підстанцію.

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

Література

- 1 А.А. Федоров, Л.Е. Старкова. Учебное пособие для курсового и дипломного проектирования. М. Энергоатомиздат 1987 г.
2. Правила устройства электроустановок. М.Энергоатомиздат 1987 г.
3. Справочник по электроснабжению и электрооборудованию под общей редакцией А. А.Федорова т.1. М. Энергоатомиздат 1986 г..
4. Справочник по электроснабжению и электрооборудованию под общей редакцией А.А.Федорова т.2 М. Энергоатомиздат 1987 г.
5. Электротехнический справочник под общей редакцией Орлова И.Н. т.1 М. Энергоатомиздат 1985 г.
6. Электротехнический справочник под общей редакцией Орлова И.Н. т.2 М. Энергоатомиздат 1986г.
7. Электротехнический справочник под общей редакцией Орлова И.Н. 1 Книга 2. М. Энергоатомиздат; 1986 г.
8. Справочник по проектированию электроснабжения промышленных предприятий. А.С. Овчаренко и др. Киев, Техника 1985 г.
9. Повышение эффективности электроснабжения промышленных предприятий. Л.С. Овчаренко, Д.И. Розинский. Киев, Техника 1989 г.
10. Розрахунки при проектуванні та реконструкції систем електропостачання промислових підприємств; Навч. Посібник/ О. М. Сірий. В. С. Шестеренко .- К.: ІСДО, 1993.592 с..
11. Электрическая часть электростанций и подстанций: Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования: Учеб. Пособие для вузов. Неклепаев 4-е изд., перераб. и доп.- М: Энергоатомиздат. 1980.-608 с.: ил.

					ДП 2023 141		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розробив		<i>Геращенко К.</i>			Літ.	Арк.	Аркушів
Перевірив		<i>Чорний Ю.А.</i>				94	
Н. Контр.					Література		
Затвердив		<i>Балюта С.М</i>			ННІТІ ім. акад. І.С.Гулого, ЕЛ4-3		

12. “Енергетичний менеджмент” / Ю.В. Дзядикевич, М.В. Буряк, Р.І. Розум – Тернопіль : Економічна думка, 2010. – 295 с.

13. Закон України від 01.07.1994 № 74/94 «Про енергозбереження» [Електронний ресурс]: Верховної Ради України. - редакція від 01.01.2013 [Електронний ресурс]. - Режим доступу <http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/74/94-%D0%B2%D1%80>

14. Розпорядження КМУ від 25 листопада 2015 р. № 1228-р «Про Національний план дій з енергоефективності на період до 2020 року» [Електронний ресурс] Кабінет Міністрів України. - Офіц. вид. : <http://zakon5.rada.gov.ua/laws/show/1228-2015-%D1%80>

15. Закон України від 22.06.2017 № 2118-19 «Про енергетичну ефективність будівель» [Електронний ресурс]. - Режим доступу : |Щр://гакопЗ .rada.gov.Ua/laws/show/2118-19

16. Волинець А.В., Черевашко Д.І., Медведева Н.А. Шляхи підвищення енергоефективності підприємств харчової промисловості // "Науковий вісник НУБіП України. Серія: Біоресурси і природокористування 10, № 1-2 (2018). - С.124-128

17. Волинець А.В., Черевашко Д.І., Медведева Н.А. Механізм ефективного використання енергетичних ресурсів // Стандартизація, сертифікація, якість. - 2018. -№ 1 (108).-С. 58-68.

18. Д.І. Черевашко, Н.А. Медведева. Механізм ефективного використання енергетичних ресурсів // Інфраструктура якості: перспективи та тенденції розвитку: матеріали IV Міжнародної науково-практичної конференції. - К.: ДП «УкрНДНЦ», 2018. - С. 18

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