

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

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

«До захисту в ЕК»

«До захисту допущено»

Директор інституту (декан факультету)

Завідувач кафедри

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

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

«__» _____ 2023 р.

«__» _____ 2023 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
НА ЗДОБУТТЯ ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА**

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

освітньо-професійної програми «Електротехніка та інформаційні технології»

на тему: «Проектування СЕП сталеливарного цеху Львівського машинобудівного заводу з автоматизацією системи розрахунку за електричну енергію»

Виконав: здобувач 4 курсу, групи ЕЛ 4-8 ск

Краєвський Богдан Анатолійович
(прізвище, ім'я, по батькові повністю)

(підпис)

Керівник Шестеренко Володимир Євгенович

(прізвище, ім'я та по батькові повністю)
(підпис)

Консультанти

Аліна СІРИК
(ім'я та прізвище)

(підпис)

(ім'я та прізвище)

(підпис)

Рецензент

(ім'я та прізвище)

(підпис)

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

Здобувач _____
(підпис)

Київ – 2023 р.

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

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

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

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧА

Краєвського Богдана Анатолійовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проектування СЕП сталеливарного цеху Львівського машинобудівного заводу з автоматизацією системи розрахунку за електричну енергію

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

2. Строк подання здобувачем роботи 30 травня 2023 року.

3. Вихідні дані до роботи План сталеливарного цеху Львівського машинобудівного заводу; характеристика споживачів електричної енергії; відомості про джерела живлення; умови проектування

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Коротка характеристика технологічного процесу, умов навколишнього середовища та споживачів електричної енергії цеху; розрахунок електричних навантажень та освітлення цеху; розрахунок числа й потужності силових трансформаторів; вибір провідників напругою 10 кВ; розрахунок високовольтичних і низьковольтичних струмів короткого замикання; вибір і перевірка електрообладнання на напругу 10 і 0,4 кВ; розрахунок і вибір параметрів тролейних ліній і електроапаратури кранів; перевірка електричних мереж за умовою успішного запуску потужних двигунів; розрахунок максимального струмового захисту і струмової відсічки; вибір пристроїв захисту від перенапруг; облік та вимірювання режимних параметрів системи електропостачання; якість електричної енергії в системі електропостачання; охорона праці; індивідуальне завдання. Автоматизована система розрахунку за електричну енергію (білінгова система).

5. Перелік графічного матеріалу

1. План силової мережі сталеливарного цеху.

2. Однолінійна схема електропостачання сталеливарного цеху.

3. План освітлення сталеливарного цеху.

4. Принципова схема РП-2 та КТП.

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

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

_____ (прізвище та ініціали)

Анотація

Краєвський Богдан Анатолійович. Дипломний проєкт на тему:
«Проектування СЕП сталеливарного цеху Львівського машинобудівного заводу
з автоматизацією системи розрахунку за електричну енергію»

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

Додана пояснювальна записка складається із вступу, 17 розділів та списку використаної літератури. Обсяг проєкту становить 126 сторінок.

До опису надано графічну частину, яка складається із чотирьох креслень: план силової мережі сталеливарного цеху, однолінійна схема електропостачання сталеливарного цеху, план освітлення сталеливарного цеху, принципова схема РП-2 та КТП.

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

У результаті виконання проєкту наведено характеристику споживачів електроенергії; виконаний розрахунок електричних і освітлювальних навантажень; визначено число й потужність силових трансформаторів; виконано розрахунок та вибрано високовольтне і низьковольтне електрообладнання та провідники і перевірено їх до дії струмів короткого замикання; розглянуто питання релейного захисту та захисту від перенапруг, питання обліку та якості електричної енергії. Розглянуто індивідуальне завдання «Автоматизована система розрахунку за електричну енергію (білінгова система)».

У розділі охорона праці наведено характеристику шкідливих і небезпечних виробничих факторів у сталеливарному цеху та основні заходи щодо усунення їх впливу на працюючих, загальні вимоги до персоналу ливарних цехів, основні вимоги безпеки при обслуговуванні дугових сталеплавильних печей та виконано розрахунок заземлюючих пристроїв.

Ключові слова: сталеливарний цех, сталеплавильна піч, споживачі електроенергії, електричне навантаження, електричне освітлення, силовий трансформатор, захисна і комутаційна апаратура, струм короткого замикання, проводи і кабелі, розподільчий пункт, білінгова система.

Abstract

KRAEVSKYI BOHDAN. Diploma project on the topic:

"Design of the SEP of the steel foundry of the Lviv Machine-Building Plant
with automation of the electric energy calculation system"

National University of Food Technologies, Kyiv - 2023

141 "Electric power engineering, electrical engineering and electromechanics"

The attached explanatory note consists of an introduction, 17 chapters and a list of references. The volume of the project is 126 pages.

The graphic part, which consists of four drawings, is included in the description: the power network plan of the steelmaking shop, the single-line power supply scheme of the steelmaking shop, the lighting plan of the steelmaking shop, the schematic diagram of RP-2 and KTP.

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

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

In the occupational safety section, the description of harmful and dangerous production factors in the steelworks and the main measures to eliminate their impact on workers, general requirements for the staff of foundries, the main safety requirements for servicing arc steelmaking furnaces and the calculation of grounding devices are given.

Keywords: steel foundry, steel furnace, electricity consumers, electric load, electric lighting, power transformer, protective and switching equipment, short-circuit current, wires and cables, distribution point, billing system.

ЗМІСТ

	Вступ.....	8
1.	Коротка характеристика технологічного процесу, умов навколишнього середовища та споживачів електричної енергії цеху.....	10
1.1.	Коротка характеристика процесу отримання сталених виливків.....	
1.2.	Коротка характеристика цеху та споживачів електричної енергії...	12
2.	Розрахунок електричного освітлення цеху.....	21
3.	Розрахунок електричних навантажень цеху.....	25
4.	Розрахунок числа й потужності силових трансформаторів.....	37
4.1.	Техніко-економічне порівняння вибраних варіантів трансформаторів.....	38
4.2.	Визначення потужності конденсаторних установок.....	43
5.	Вибір провідників напругою 10 кВ.....	44
6.	Розрахунок високовольтних струмів короткого замикання.....	47
7.	Вибір і перевірка електрообладнання на напругу 10 кВ.....	50
8.	Вибір і перевірка електрообладнання на напругу 0,4 кВ.....	55
9.	Розрахунок низьковольтних струмів короткого замикання.....	68
10.	Розрахунок і вибір параметрів тролейних ліній і електроапаратури кранів.....	74
11.	Перевірка електричних мереж за умовою успішного запуску потужних двигунів.....	77

					ДП 2023 141							
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата								
Розробив		Краєвський Б.			Зміст				Літ.	Арк.	Аркушів	
Перевірів		Шестеренко									6	
Зав.кафедр.									ННІТІ ім. акад. І.С.Гулого, ЕЛ4-3			
Н. Контр.												
Затвердив		Балюта С.М										

12.	Розрахунок максимального струмового захисту і струмової відсічки.....	79
13.	Вибір пристроїв захисту від перенапруг.....	82
14.	Облік та вимірювання режимних параметрів системи електропостачання.....	83
14.1.	Обґрунтування систем комерційного та технічного обліку і контролю електроспоживання.....	83
14.2.	Лічильники електричної енергії.....	85
15.	Якість електричної енергії в системі електропостачання.....	88
15.1.	Характеристики показників якості електричної енергії.....	88
15.2.	Характеристика методів та технічних заходів по забезпеченню якості електроенергії.....	89
16.	Охорона праці.....	91
17.	Індивідуальне завдання. Автоматизована система розрахунку за електричну енергію (білінгова система).....	102
17.1.	Поняття білінгу та сучасні тенденції його розвитку.....	102
17.2.	Автоматизована система розрахунку за електроенергію з промисловими споживачами.....	115
17.3.	Автоматизована система розрахунку за електроенергію зі споживачами побутового сектора.....	116
17.4.	Приклади розрахунку по зонним лічильникам для побутових споживачів.....	122
17.5.	Нові ефективні системи розрахунків зі споживачами електроенергії.....	123
	Література.....	125

ВСТУП

На сучасному етапі розвитку людства основним видом енергії є електрична енергія, яка найбільш широко використовується у порівнянні з іншими видами енергії. За допомогою електричної енергії багато видів ручної праці замінено на роботу машин і механізмів, освітлюються приміщення, здійснюється автоматичне керування, і все це живиться і приводиться в рух за допомогою електричної енергії.

Електропостачальна система промислового підприємства, що складається з електричних мереж напругою до 1 кВ та вище, трансформаторних та перетворювальних підстанцій, призначена для подачі електроенергії від джерела живлення до електроспоживачів в достатній кількості й необхідної якості згідно з вимогами виробництва.

Проектування систем електропостачання як промислових підприємств так і окремих їх цехів, є складною і відповідальною задачею. Прийняття проектних рішень безпосередньо впливає на об'єм і трудомісткість монтажних робіт, зручність та безпечність експлуатації електротехнічних установок систем електропостачання.

За цей час в практиці проектування та експлуатації вирішено багато різноманітних задач, таких як визначення розрахункових навантажень, вибір місця розташування трансформаторних підстанцій, визначення схем електричної мережі, визначення номінальної напруги, компенсація реактивної потужності та ін. Але ще багато з'явилося і залишилось питань, які не вирішені або вирішені не до кінця. Насамперед слід відмітити такі актуальні питання, як енергозбереження та якість електричної енергії.

Основною вимогою, що висувається до проектів систем електропостачання, є надійність електропостачання споживачів.

					ДП 2023 141						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Вступ				Літ.	Арк.	Аркушів
Розробив		Краєвський Б.									
Перевірив		Шестеренко								8	
Зав.кафедр.									ННІТІ ім. акад. І.С.Гулого, ЕЛ4-3		
Н. Контр.											
Затвердив		Балюта С.М									

Надійність електропостачання забезпечується вибором найбільш досконалих електричних апаратів, силових трансформаторів, кабельно-провідникової продукції, відповідністю електричних навантажень в нормальних і аварійних режимах номінальним навантаженням цих елементів, використанням структурного резервування, пристроїв автоматики і релейного захисту.

Вибір складових елементів системи електропостачання робиться по розрахунковим електричним навантаженням. Зниження розрахункових навантажень веде до перегріву вибраних елементів системи електропостачання і до прискорення їх зносу, завищення розрахункових навантажень – до зайвих капіталовкладень та збільшенню витрат на системи електропостачання. Таким чином видно, яке значення має розробка і впровадження в практику проектування систем електропостачання науково обгрунтованих і достатньо точних методів розрахунку електричних навантажень.

У даному дипломному проєкті розглядаються питання проектування СЕП сталеливарного цеху та питання щодо застосування автоматизованої системи розрахунку за електричну енергію (білінгової системи).

Всі питання повинні відповідати необхідним рівням надійності, якості електроенергії, зручності в експлуатації і економічності так як розвиток структури системи електрозабезпечення і збільшення потужності електроспоживачів збільшують вимоги до економічності і надійності роботи підприємства із-за зміни структури і характеру споживачів електроенергії.

При проектуванні використовуються сучасні технології, прийняті в проектній практиці, методи розрахунку електричних навантажень, вибору провідників та кабелів, вибору електрообладнання, загальні закони електротехніки тощо.

Застосування сучасних проектних методик дозволить значно покращити інженерні рішення, скоротити час на проектні роботи, обрати обладнання, яке буде працювати в оптимальному режимі, що забезпечить надійну та безвідмовну роботу системи електропостачання підприємства.

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

1. КОРОТКА ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ, УМОВ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ТА СПОЖИВАЧІВ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ ЦЕХУ

1.1. Коротка характеристика процесу отримання сталених виливків

Ливарна сталь – сталь, що під час виробництва пройшла рідкий стан і розлита при цьому у виливниці (для отримання зливків) або ливарні форми (при виробництві виливків). Ливарна сталь протиставляється сталі, яку раніше отримували лише у твердому стані науглецюванням сиродутного, кричного або пудлінгового заліза, а також сучасним залізовуглецевим металокерамічним матеріалам, виготовленим спіканням металічних порошків.

На початку ХХІ ст. практично вся сталь, яка виробляється у світі є ливарною сталлю, яку виплавляють у кисневих конвертерах, мартенівських печах, електродугових печах та інших плавильних агрегатах.

У сталеливарному виробництві основними плавильними агрегатами є трифазні дугові печі.

Електродугові печі (рис. 1.1), застосовують, в основному, для плавки сталі, рідше чавуну або бронзи. Поширені трифазні печі прямого нагріву, в яких електричний струм підводять до трьох фаз. Завантаження шихти проводять зверху, через зведення, що відкривається, баддями з днищами, що розкриваються, або через вікно завалення за допомогою мульд. Розплавлений метал випускають через жолоб, нахилиючи піч.

Місткість дугових печей – від 1 до 100 т. Наприклад, для печі ДСП-25 маса металу, що виплавляється, складає 25 т, продуктивність повного циклу плавки сталі на основному футеруванні – 4,0 години. При кислому футеруванні тривалість виплавки сталі в ДСП-25 – 2,7 години. Встановлена потужність трансформатора в ДСП-25 складає 12500 кВА.

					ДП 2023 141		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КОРОТКА ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ		
Розробив		Краєвський Б.					
Перевірив		Шестеренко					
Зав.кафедр.							
Н. Контр.							
Затвердив		Балюта С.М					
					Літ.	Арк.	Аркушів
						10	
					ННІТІ ім. акад. І.С.Гулого, ЕЛ4-3		

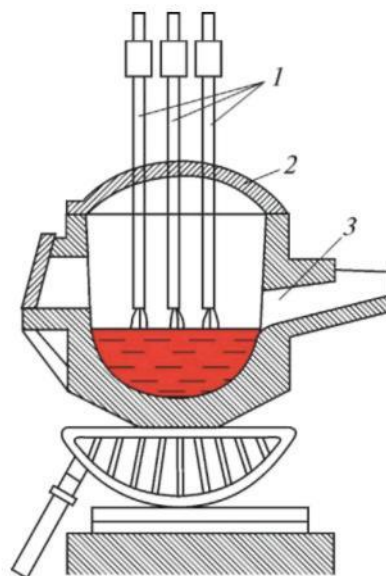


Рис. 1.1. Схема дугової електропечі:

1-графітовані електроди; 2-свод (склепінні) печі; 3-льотка (ливник) для випускання металу

Для отримання виливків із сплавів з особливими фізико-механічними властивостями застосовують плавку у вакуумі, використовуючи індукційні, дугові або електронно-променеві печі. Позапічне вакуумування розплавленого металу можна проводити перед розливанням, відомі способи розливання сталі у вакуумі, вакуумування безпосередньо у виливниці або ливарній формі, рафінування шлаком, заздалегідь розплавленим в печах або легкоплавким шлаком при його введенні на струм металу при випуску з печі. Всі ці методи забезпечують отримання виливків з високими фізико-механічними властивостями.

Ливарні сталі є багатокомпонентними залізовуглецевими сплавами, вміст вуглецю в яких обмежується 2 %. Проте в більшій частині промислових марок концентрація вуглецю складає десятки і соті долі відсотка.

Сталеві виливки мають найбільш високі показники міцності, пластичності і в'язкості в порівнянні зі всіма матеріалами, вживаними в машинобудуванні. Шляхом раціонального легування, модифікування і термічної обробки досягаються оптимальні фізико-механічні властивості.

Залежно від призначення і вимог, що ставляться до сталевих виливків, їх поділяють на 3 групи: виливки загального (І), відповідального (ІІ) і особливо відповідального (ІІІ) призначення.

Виливки загального призначення – це заготовки для деталей, конфігурація і розміри яких визначаються тільки на підставі конструктивними і технологічних міркувань; виливки відповідального призначення – заготовки для деталей, що розраховані на міцність і працюють за статичних навантажень; виливки особливо відповідального призначення – заготовки для деталей, розраховані на міцність і працюють за циклічних і динамічних навантажень.

Для кожної з цих груп виливків передбачено відповідний об'сяг контролю: у групі І контролюють зовнішній вигляд, розміри, хімічний склад; у групі ІІ додатково контролюють механічні властивості (межі текучості або тимчасового опору і відносного видовження); у групі ІІІ крім перелічених вище параметрів контролюють ще й ударну в'язкість.

1.2. Коротка характеристика цеху та споживачів електричної енергії

За умовами навколишнього середовища цехи ливарного виробництва відносять до гарячого виробництва. Сталеливарний цех можна віднести до категорії приміщень із середовищем небезпечним по корозії, тобто – середовище викликає негативний вплив на мережі й електроустаткування. Мережі в приміщеннях не небезпечних по пожежі й вибуху виконують відкритими (доступними для ремонту й обслуговування). У цих приміщеннях застосовують радіальні схеми живлення.

За безпекою ураження електричним струмом ливарні цехи відносять до приміщень з підвищеною безпекою, що характеризуються наявністю відносної вологості понад 75 %; високою температурою повітря, що тривало перевищує + 30 °С; підлога з струмопровідних матеріалів; велика кількість струмопровідного пилю, що осідає на проводах і проникає всередину установок.

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

За пожежною безпекою цехи ливарного виробництва належать до категорії «Г» (помірної пожежної безпеки) – це приміщення, в яких спалюють паливо, у тому числі газ, або обробляють вогнетривкі речовини в гарячому, розжареному або розплавленому стані, процес обробки яких супроводжується виділенням променистого тепла, іскор та полум'я. Характеризуються такими факторами пожежної безпеки: наявністю в обладнанні горючих речовин та масел з температурою спалаху 160 °С, технологічним змащуванням мастилом обладнання; наявністю нагрітого металу, виділенням парів олій; відкладення пилю та олії в трубопроводах системи вентиляції. Будівлі ливарних цехів виконуються не нижче другого ступеня вогнестійкості.

1.2.1. Режим навантаження електроспоживачів

Міжнародною класифікацією передбачаються 8 номінальних режимів, які відповідно до міжнародної класифікації мають умовні позначення S1 - S8.

У цеху є споживачі із тривалим і повторно-короткочасним (ПКР) режимами роботи.

Тривалий режим (режим S1) – це режим, при якому температура ЕП зростає по експоненті й через певний час досягає усталеного значення.

ЕП тривалого режиму роботи характеризуються коефіцієнтом включення:

$$\hat{A} = \frac{t_{\hat{a}}}{t_{\hat{o}}} = \frac{t_{\hat{a}}}{t_{\hat{a}} + t_{\hat{i}}}$$

У тривалому режимі працюють електроприводи насосів, вентиляторів, автоматичних ліній, металообробних верстатів. У тривалому режимі, але зі змінним навантаженням і короткочасним відключенням, працюють електродвигуни верстатів.

ПКР (режим S3) – це режим, при якому температура за час включення підвищується, за час пауз знижується, однак, нагрів за час циклу цього електроспоживача не досягає усталеної температури, а за час паузи температура не досягає температури навколишнього середовища. Режим характеризується величиною тривалості включення (ТВ) у відсотках:

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

Тривалість включення для ПКР:

$$\sigma_{\Delta} = \frac{t_{\delta}}{t_{\delta} + t_{\delta}} \cdot 100\%$$

де $t_{\delta} \leq 10$ хв – середній час циклу.

Нормовані значення тривалості включення: 15, 25, 40, 60%, або відносні значення тривалості робочого періоду: 0,15; 0,25; 0,40; 0,60. Для режиму S3 номінальні дані відповідають лише певному значенню ТВ і відносяться до робочого періоду.

У ПКР працюють електродвигуни мостових кранів, транспортерів, машин дугового зварювання, дугові сталеплавильні печі.

1.2.2. Ступінь безперебійності живлення

Сталеливарний цех можна віднести до споживачів I категорії, перерив в електропостачанні яких пов'язаний з масовим недовідпустком продукції, простоєм робітників і різних механізмів (ЕП усіх основних цехів машинобудівного заводу).

У даному проєкті електропостачання здійснюється від двох незалежних джерел живлення.

Характеристику основного обладнання, що використовується в основному та допоміжних технологічних процесах цеху наведено в табл. 1.1.

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

Таблиця електроприводів

Таблиця 1.1

Номер		Механізми		Електродвигуни та інші електроспоживачі							Додаткові відомості
За технологічним планом	За планом ЕП	Найменування	Кількість	Кількість на один механізм	Тип	Номінальна напруга, В	Потужність, кВт	Частота обертання об/хв	ІВ %	Пускова апаратура	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	1 43 51	Припливна установка	3	1	A02-72-4	~380	30	1500	-	B5130-3874-УХЛ4	7ЩСУ 9ЩСУ 10ЩСУ
	2 7	Повітряна завіса	2	1	4A71B4Y3	~380	18,5	1500	-	B5130-3574-УХЛ4	1ЩСУ 5ЩСУ
	3 8	Ворота	2	1	4A71B4Y3	~380	3	1500	-	B5130-2874-УХЛ4	1ЩСУ 5ЩСУ
	4	Піч ДСП-6-2Н:	8							Комплектно шкаф управління	2ЩСУ 3ЩСУ 4ЩСУ 6ЩСУ 11ЩСУ 12ЩСУ 13ЩСУ 14ЩСУ
	5	1. Привод електродів		3	A02-51-2	~380	0,4	1500	-		
	6	2. Привод засувки		1	A02-51-6	~380	5,5	1000	-		
	9	3. Привод своду		1	A02-51-6	~380	5,5	1000	-		
	54	4. Привод наклону		1	A02-51-4	~380	7,5	1500	-		
	55	5. Пічний трансформатор		1	ЭТЦПК-4200/10	10000			-		
56											РП-2
57											

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	10 17 31 33 47 52	Кран мостовий Q=15/3т.	6								
		1. Привод головного підйому		1	MTB-511-8	~380	30	710	-	Комплектно шкаф управління	1РШ 2РШ
		2. Привод допоміжного підйому		1	MTB-312-8	~380	11	710	-		
		3. Привод моста		2	MTB-312-8	~380	11	710	-		
		4. Привод каретки		1	MTB-112-6	~380	3,5	900	-		
	11 12	Дробометна камера 42246	2							Комплектно шкаф управління	7ЩСУ
		1. Привод дробометного апарату		1	4AM255M4	~380	55	1500	-		
		2. Привод скипового підйомника		1	4AM132M6	~380	7,5	1000	-		
		3. Привод шторки		1	4AM80A4	~380	3	1500	-		
		4. Привод каретки		1	4AM80A4	~380	3	1500	-		
		5. Привод сепаратора		1	4AM112MA2	~380	2,2	3000	-		
	13 15	Витяжка	2	1	AO2-71-4	~380	22	1500	-	B5130-3874- УХЛ4	7ЩСУ

Продовження табл. 1.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	14 16	Барабан голковочний	2	1	АО2-51-4	~380	7,5	1500	-	Б5130-3274- УХЛ4	7ЩСУ
	18 53	Кран настіпний консольний Q=3т	2								
		1. Привод підйому		1	ЛСВ2-51-4	~380	4,5	1500	-	Комплектно шкаф управління	2РЩ
		2. Привод моста		2	МТО11-6	~380	3	940	-		
		3. Привод каретки		1	АОЛ-22-4	~380	0,4	1500	-		
	19	Дробометний барабан 323М	1								
		1. Привод турбіни		1	АО2-62-4	~380	17	1500	-	Комплектно шкаф управління	7ЩСУ
		2. Привод барабану		1	АО2-31-4	~380	2,2	1500	-		
		3. Привод елеватора		1	АО2-31-4	~380	2,2	1500	-		
		4. Привод засувки		1	АО2-21-4	~380	1,1	1500	-		
		5. Привод підйомника		1	АО2-31-4	~380	3	1500	-		
	20 39 46	Аспіраційно- технологічна установка		1	АО2-61-4	~380	10	1500	-	Б5430-3274- УХЛ4	7ЩСУ 9ЩСУ 10ЩСУ

Продовження табл. 1.1

Продовження табл. 1.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	21	Дробометна камера 378-Г12									
		1. Привод елеватора		1	АО2-31-4	~380	2,2	1500	-	Комплектно шкаф управління	7 ЩСУ
		2. Привод дробометного барабану		1	АО2-62-4	~380	17	1500	-		
		3. Привод сепаратора		1	АО2-32-4	~380	3	1500	-		
		4. Привод конвейера		1	АО2-31-4	~380	2,2	1000	-		
	22-29	Рольганги	8	1	АО2-51-6	~380	5,5	1000	-	Б5430-3174-УХЛ4	8 ЩСУ
	30 38 42 44	Бігунці змішувальні	4							Комплектно шкаф управління	8 ЩСУ
		1. Привод обертання		1	4А250М6	~380	55	1000	-		
		2. Привод маслонуасосу		1	4А80А4	~380	1,1	1500	-		
		3. Привод живильника		1	4А80А4	~380	1,5	1500	-		
	32	Установка ЕГУ	1							Комплектно шкаф управління	9 ЩСУ
		1. Привод насосу		2	АО2-72-4	~380	30	1500	-		
		2. Привод насосу		1	АО2-61-4	~380	15	1500	-		
		3. Привод насосу		1	АО2-51-4	~380	7,5	1500	-		
		4. Привод каретки		1	АО2-71-8	~380	15	750	-		

Продовження табл. 1.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	34 35 36 37	Таль електрична Q=1 т.	4								
		1. Привод підйому		1	АО-41-4	~380	1,6	1500	-	Комплектно шкаф управління	10 ЩСУ
		2. Привод каретки		1	АОЛ-22-4	~380	0,4	1500	-		
	40	Електропід опору СНОС-10- 10-13/3	1							Комплектно шкаф управління	10 ЩСУ
		1. Привод підйому шторки		1	ВАО-32-6	~380	2,2	1000	-		
		2. Привод вентилятора		1	ВАО-32-4	~380	3	1500	-		
		3. ТЕН		7		~380	10				
	41	Електропід опору ОКБ- 3197-Б	1							Комплектно шкаф управління	10 ЩСУ
		1. Привод підйому шторки		1	ВАО-32-6	~380	2,2	1000	-		
		2. Привод вентилятора		1	ВАО-32-4	~380	3	1500	-		
		3. ТЕН		10		~380	20		-		
	45 49 50	Наждак підвісний	3	1	АО2-32-4	~380	3	1500	-	Б5130-2874- УХЛ4	9 ЩСУ

Закінчення табл. 1.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	48	Піч термічна з висувним подом	1								
		1. Привод вентилятора витяжного		1	АО2-61-6	~380	10	1000	-	Комплектно шкаф управління	9 ЩСУ
		2. Привод вентилятора високого тиску		1	АО2-62-2	~380	17	3000	-		
		3. Привод каретки		1	АО2-31-6	~380	2,8	1000	-		
		4. Привод засувки		1	АО2-41-6	~380	3	1000	-		
		5. ТЕН		8		~380	3				

2. РОЗРАХУНОК ЕЛЕКТРИЧНОГО ОСВІТЛЕННЯ

Світлотехнічний розрахунок будемо виконувати за методом коефіцієнта використання світлового потоку.

Розрахунок по методу коефіцієнта використання ведеться в наступному порядку:

Визначаємо необхідну норму освітленості. Приймаємо $E=150$ лк.

Прийmemo коефіцієнт відбиття фону середнім $\rho=0,1\ldots 0,4$.

Вміст кіптю, диму й пилу в цеху знаходиться в межах від 1 до 5 мг/м³.

Оскільки, роботи в цеху також ведуться і поблизу стін, то намагаємося витримати співвідношення:

$$a=(0,25-0,3)\cdot L_A \text{ й } b=(0,25-0,3)\cdot L_B,$$

де a – відстань від стіни до першої лампи;

b – відстань від стіни до першого ряду;

L_A – відстань між лампами в ряду;

L_B – відстань між рядами.

Також вихідними даними є довжина приміщення цеху $A_1=63$ м, $A_2=144$ м, його ширина $B=78$ м, висота $h=11$ м (див. рис. 2.1).

Розрахунок виконуємо для кожного відділення окремо, попередньо задаючись типом ламп ДРИ й кількістю ламп $N_1=30$, 6 рядів по 5 ламп і $N_2=60$, 6 рядів по 10 ламп.

Розрахунок для першого відділення:

Задаємося $L_B=14,18$ м, тоді b знаходимо як:

$$\hat{a} = \frac{\hat{A} - L_A(N_A - 1)}{2} = \frac{72 - 14,18(6 - 1)}{2} = 3,55.$$

Перевіряємо умову $b=(0,25-0,3)\cdot L_B$, $b/L_B=3,55/14,18=0,25$.

Умова виконується.

					ДП 2023 141		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розробив		Краєвський Б.			РОЗРАХУНОК ЕЛЕКТРИЧНОГО ОСВІТЛЕННЯ		
Перевірів		Шестеренко					
Зав.кафедр.							
Н. Контр.							
Затвердив		Балюта С.М					
						Літ.	Арк.
							21
						ННІТІ ім. акад. І.С.Гулого, ЕЛ4-3	

Задаємося $L_A=14$ м, тоді a знаходимо як:

$$\dot{a} = \frac{\dot{A} - L_A \cdot (N_A - 1)}{2} = \frac{63 - 14 \cdot (5 - 1)}{2} = 3,5.$$

Перевіряємо умову $a=(0,25-0,3) \cdot L_A$, $a/L_A=3,5/14=0,25$.

Умова виконується.

Знаходимо співвідношення $L_A/L_B=14/14,18=0,99 \approx 1$.

Знаходимо індекс приміщення:

$$i = \frac{\dot{A} \cdot \hat{A}}{(\dot{A} + \hat{A}) \cdot h} = \frac{63 \cdot 78}{(63 + 78) \cdot 11} = 3,5.$$

Знаходимо відношення:

$$\lambda = L_A/h = 14/11 = 1,27.$$

За довідковим даними вибираємо криву сили світла Д1; коефіцієнт запасу $K_3=1,8$; коефіцієнт не рівномірності освітлення $Z=1,15$; коефіцієнт використання $K_b=0,9$.

Визначаємо освітлювану площу:

$$S = A \cdot B = 63 \cdot 78 = 4914 \text{ м}^2.$$

Визначаємо розрахунковий світловий потік:

$$\hat{O} = \frac{E_f \cdot \hat{E}_c \cdot S \cdot Z}{N \cdot \hat{E}_a} = \frac{150 \cdot 1,8 \cdot 4814 \cdot 1,15}{30 \cdot 0,9} = 34226 \text{ лм.}$$

Приймаємо лампу ДРИ5 зі світловим потоком 35000 лм, потужністю 400 Вт.

Визначаємо сумарну потужність:

$$\sum P = E_{\hat{E}} \cdot N = 400 \cdot 30 = 12000 \text{ Вт.}$$

Тоді питома потужність складе

$$\omega = \frac{\sum P}{S} = \frac{12000}{4914} = 2,44 \text{ Вт/м}^2.$$

По КСС приймаємо світильник НСП01.

Світлотехнічний розрахунок для другого відділення виконуємо аналогічно, і отримані результати розрахунку заносимо в табл 2.1.

Схема розташування світильників у цеху наведена на рис. 2.1.

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

Таблиця 2.1

Світлотехнічний розрахунок

№ п/п		Позначення	Одиниця вимірювання	Формула	1-е відділення	2-е відділення
1	Чи виконується робота біля стін	-	-	-	так	так
2	Джерела світла	-	-	-	ДРИ	ДРИ
3	Запиленість, кіпоть	-	мг/м ³	-	Від 1 до 5	Від 1 до 5
4	Коефіцієнт відбиття	ρ	-	-	0,3; 0,1; 0,1	0,3; 0,1; 0,1
5	Довжина	A	м	-	63	144
6	Ширина	B	м	-	78	78
7	Висота	h	м	-	11	11
8	Нормована освітленість	E _н	лк	-	150	150
9	Число рядів	N _p	-	-	6	6
10	Число ламп у всіх світильниках	N	-	-	30	60
11	Відстань між рядами	L _B	м	-	14,18	14,18
12	Відстань між стіною і рядом	e	м	$e = \frac{B - L_B(N_B - 1)}{2}$	3,55	3,55
13	Відношення B/L _B	-	-	e/L_B	0,25	0,25
14	Відстань між лампами в ряду	L _A	м	-	14	15,16
15	Кількість ламп в ряду	N _A	-	-	5	10
16	Відстань між стіною і першою лампою	a	м	$a = \frac{A - L_A(N_A - 1)}{2}$	3,5	3,8
17	Відношення a/L _A	-	-	a/L_A	0,25	0,25
18	Відношення L _A /L _B	-	-	L_A/L_B	0,99	1,07
19	Індекс приміщення	i	-	$i = \frac{A \cdot B}{(A + B)h}$	3,5	4,6
20	Відношення L _A /h	λ	-	$\lambda = \frac{L_A}{h}$	1,27	1,32
21	Крива сили світла	KCC	-	-	Д1	Д1
22	Коефіцієнт запасу	K _з	-	-	1,8	1,8
23	Коефіцієнт нерівномірності освітлення	Z	-	-	1,15	1,15
24	Освітлювальна площа	S	м ²	S=A·B	4914	11232
25	Коефіцієнт використання	K _в	-	-	0,9	0,9
26	Світловий потік розрахунковий	Φ	лм	$\Phi = \frac{E_H \cdot K_3 \cdot S \cdot Z}{N \cdot K_H}$	34226	35880
27	Світловий потік прийнятої лампи	Φ _л	лм	-	35000	35000
28	Тип лампи	-	-	-	ДРИ5	ДРИ5
29	Тип світильника	-	-	-	НСП01	НСП01
30	Потужність однієї лампи	P _л	Вт	-	400	400
31	Сумарна потужність ламп	ΣP	Вт	$\sum P = P_{л} \cdot N$	12000	24000
32	Питома потужність	ω	Вт/м ²	$\omega = \frac{\sum P}{S}$	2,44	2,24

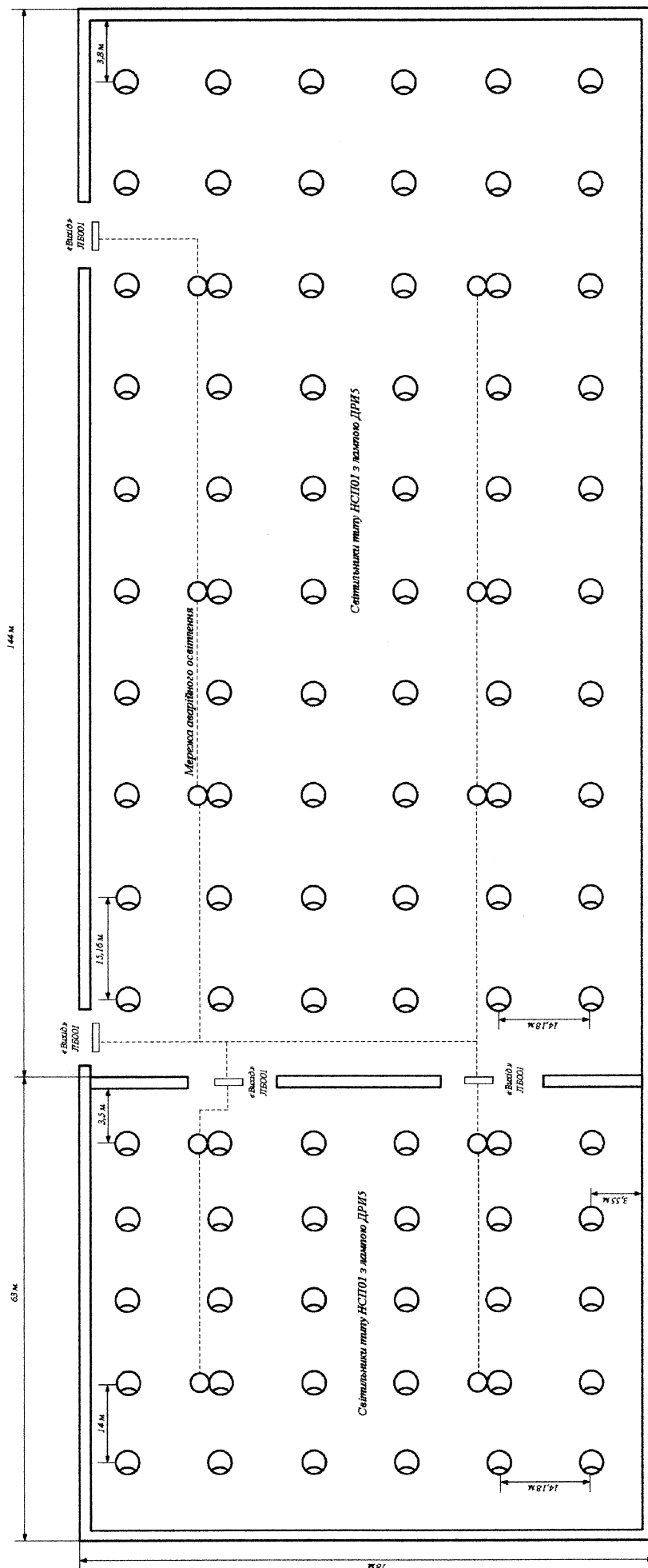


Рис. 2.1. Схема розташування світильників у цеху

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП 2023

141

Арк.

24

3. РОЗРАХУНОК ЕЛЕКТРИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ ЦЕХУ

Розрахунок електричного навантаження груп низьковольтних електропримачів виконаємо за методом середньої потужності й коефіцієнта розрахункового навантаження.

Розрахунок 1ЩСУ:

Від 1ЩСУ заживлені одні ворота й одна повітряна завіса.

Потужність привода воріт $p_n = 3$ кВт, кількість приводів $n=1$, тоді номінальна потужність визначається:

$$p_n = 1 \cdot 3 = 3 \text{ кВт.}$$

За довідковим даними знаходимо коефіцієнт використання $K_\epsilon = 0,1$ і коефіцієнт потужності $\cos\varphi = 0,7$ тоді за $\cos\varphi$ визначаємо $\operatorname{tg}\varphi = 1,02$. Потім визначаємо активну й реактивну середні потужності:

$$P_c = P_n \cdot K_\epsilon = 3 \cdot 0,1 = 0,3 \text{ кВт;}$$

$$Q_c = P_c \cdot \operatorname{tg}\varphi = 0,3 \cdot 1,02 = 0,31 \text{ квар.}$$

Визначаємо проміжну величину $n \cdot p_n^2 = 1 \cdot 3^2 = 9$.

Потужність привода повітряної завіси $p_n = 18,5$ кВт, кількість приводів $n = 1$, тоді номінальна потужність визначається:

$$P_n = 1 \cdot 18,5 = 18,5 \text{ кВт.}$$

За довідковим даними знаходимо коефіцієнт використання $K_\epsilon = 0,6$ і коефіцієнт потужності $\cos\varphi = 0,8$ тоді за $\cos\varphi$ визначаємо $\operatorname{tg}\varphi = 0,75$. Потім визначаємо активну й реактивну середні потужності:

$$P_c = P_n \cdot K_\epsilon = 18,5 \cdot 0,6 = 11,1 \text{ кВт;}$$

$$Q_c = P_c \cdot \operatorname{tg}\varphi = 11,1 \cdot 0,75 = 8,33 \text{ квар.}$$

Визначаємо проміжну величину $n \cdot p_n^2 = 1 \cdot 18,5^2 = 342,25$.

					ДП 2023 141						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата							
Розробив		Красвський Б.			РОЗРАХУНОК ЕЛЕКТРИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ ЦЕХУ			Літ.	Арк.	Аркушів	
Перевірив		Шестеренко								25	
Зав.кафедр.								ННІТІ ім. акад. І.С.Гулого, ЕЛ4-3			
Н. Контр.											
Затвердив		Балюта С.М									

Визначаємо суми P_n , P_c , Q_c і $n \cdot p_n^2$:

$$\Sigma P_n = 18,5 + 3 = 21,5 \text{ кВт};$$

$$\Sigma P_c = 11,1 + 0,3 = 11,4 \text{ кВт};$$

$$\Sigma Q_c = 8,33 + 0,31 = 8,64 \text{ квар.}$$

$$\Sigma n \cdot p_n^2 = 342,25 + 9 = 351,25$$

Потім знаходимо K_ϕ вузла:

$$\hat{E}_\phi = \frac{\Sigma D_N}{\Sigma D_f} = \frac{11,4}{21,5} = 0,53.$$

$\text{tg} \varphi$ вузла й по ньому $\cos \varphi$ вузла:

$$\text{tg} \varphi = \frac{\Sigma Q_N}{\Sigma D_C} = \frac{8,64}{11,4} = 0,76 \Rightarrow \cos \varphi = 0,8.$$

Визначаємо ефективну кількість електроприймачів вузла:

$$n_\phi = \frac{(\Sigma D_f)^2}{\Sigma n \cdot P_f^2} = \frac{21,5^2}{351,25} = 1.$$

За довідковим даними визначаємо коефіцієнт розрахункового навантаження $K_p = 1,55$ і після цього визначаємо розрахункові активну потужність $P_{роз}$, реактивну потужність $Q_{роз}$, повну потужність $S_{роз}$ і розрахунковий струм вузла $I_{роз}$:

$$D_{\phi C} = \hat{E}_\phi \cdot \Sigma D_N = 1,55 \cdot 11,4 = 17,67 \text{ кВт}$$

$$Q_{\phi C} = 1,1 \cdot Q_C = 1,1 \cdot 8,64 = 9,5 \text{ квар}$$

$$S_{\phi C} = \sqrt{D_{\phi C}^2 + Q_{\phi C}^2} = \sqrt{17,67^2 + 9,5^2} = 20,06 \text{ кВА}$$

$$I_{\phi C} = \frac{S_{\phi C}}{\sqrt{3} \cdot U_f} = \frac{20,06}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 30,48 \text{ А}$$

Розрахунок для інших вузлів виконуємо аналогічно наведеному прикладу й всі розрахункові дані заносимо в табл. 3.1.

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

Таблиця 3.1

Розрахунок електричних навантажень цеху

Вихідні дані				За довідниковими даними				Розрахункові величини			Коефіцієнт розрахунокого навантаження, ж., К _р	Розрахункова потужність			
За даними технологічного проектування		Номинальна (встановлена) потужність, кВт		Коефіц. використання, К _в	Коефіцієнт потужності і cos φ	Коефіцієнт реактивної потужності tg φ	Середня потужність			Ефективне значення ЕП, пс		Активна, Р _р , кВт	Реактивна, Q _р , квар	Повна, S _р , кВА	
Характерні категорії ЕП, що приєднуються до вузла живлення	Кількість ЕП, п, шт	Одного ЕП, Р _н	Всіх ЕП, Р _н				Активна, Р _с , кВт	Реактивна, Q _с , квар	Проміжна розрахункова величина						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
5 ЩС															
Повітряна завіса	1	18,5	18,5	0,6	0,8	0,75	11,1	8,33	342,25						
Ворота	1	3	3	0,1	0,7	1,02	0,3	0,31	9						
Всього	2	3-18,5	21,5	0,53	0,8	0,76	11,4	8,64	351,25	1	1,55	17,67	9,5	20,06	30,48
8 ЩС															
Рольганги	8	5,5	44	0,5	0,75	0,88	22	19,36	242						
Бігунці змішувальні 1. Привод обертання	4	55	220	0,6	0,8	0,75	132	99	12100						
2. Привод маслососу	4	1,1	4,4	0,7	0,8	0,75	3,08	2,31	4,84						
3. Привод живильника	4	1,5	6	0,5	0,75	0,88	3	2,64	9						
Всього	20	1,1-55	274,4	0,58	0,79	0,77	160,08	123,31	12355,8	6	1,07	171,29	135,64	218,49	331,96

Зм.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

ДП 2023

141

Арк.

27

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
10 ПСУ															
Припливна установка	1	30	30	0,6	0,8	0,75	18	13,5	900						
Таль електрична															
1. Привод підйому	4	1,6	6,4	0,25	0,6	1,33	1,6	2,13	10,24						
2. Привод каретки	4	0,4	1,6	0,25	0,6	1,33	0,4	0,53	0,64						
Аспіраційно-технологічна установка	1	10	10	0,6	0,8	0,75	6	4,5	100						
Електропіч опору															
1. Привод підйому шторки	1	2,2	2,2	0,1	0,6	1,33	0,22	0,29	4,84						
2. Привод вентилятора	1	3	3	0,7	0,8	0,75	2,1	1,58	9						
3. ТЕН	10	20	200	0,6	1	0	120	0	4000						
Електропіч опору															
1. Привод підйому шторки	1	2,2	2,2	0,1	0,6	1,33	0,22	0,29	4,84						

Продовження табл. 3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
2. Привод вентильатора	1	3	3	0,7	0,8	0,75	2,1	1,58	9						
3. ТЕН	7	10	70	0,6	1	0	42	0	700						
Всього	32	1,6-30	358,4	0,59	0,98	0,18	210,64	37,9	6638,56	19	1	210,64	37,9	214,02	325,17
2 РПШ															
3 Мостові крани Q=15/3	3	30	90	0,25	0,6	1,33	22,5	29,93	2700						
1. Привод головного підйому															
2. Привод допоміжного підйому	3	11	33	0,25	0,6	1,33	8,25	10,97	363						
3. Привод моста	6	11	66	0,25	0,6	1,33	16,5	21,95	726						
4. Привод каретки	3	3,5	10,5	0,25	0,6	1,33	2,63	3,5	36,75						
2 Настінні крани	2	4,5	9	0,25	0,6	1,33	2,25	2,99	40,5						
1. Привод підйому															
2. Привод моста	4	3	12	0,25	0,6	1,33	3	3,99	36						
3. Привод каретки	2	0,4	0,8	0,25	0,6	1,33	0,2	0,27	0,32						
Всього	23	0,4-30	221,3	0,25	0,6	1,33	55,33	73,6	3902,57	13	1,12	61,97	73,6	96,21	146,18

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
2 ЩСУ															
Піч ДСП	3	0,4	1,2	0,75	0,8	0,75	0,9	0,68	0,48						
1.Привод електродів															
2. Привод засувки	1	5,5	5,5	0,1	0,8	0,75	0,55	0,41	30,25						
3. Привод своду	1	5,5	5,5	0,1	0,8	0,75	0,55	0,41	30,25						
4. Привод наклону	1	7,5	7,5	0,1	0,8	0,75	0,75	0,56	56,25						
Всього	6	0,4-7,5	19,7	0,14	0,8	0,75	2,75	2,06	117,23	3	3	8,25	2,27	8,56	13,01
3 РШ															
2ЩСУ	6	0,4-7,5	19,7	0,14	0,8	0,75	2,75	2,06	117,23						
3ЩСУ	6	0,4-7,5	19,7	0,14	0,8	0,75	2,75	2,06	117,23						
4ЩСУ	6	0,4-7,5	19,7	0,14	0,8	0,75	2,75	2,06	117,23						
6ЩСУ	6	0,4-7,5	19,7	0,14	0,8	0,75	2,75	2,06	117,23						
54ЩСУ	6	0,4-7,5	19,7	0,14	0,8	0,75	2,75	2,06	117,23						
55ЩСУ	6	0,4-7,5	19,7	0,14	0,8	0,75	2,75	2,06	117,23						
56ЩСУ	6	0,4-7,5	19,7	0,14	0,8	0,75	2,75	2,06	117,23						
57ЩСУ	6	0,4-7,5	19,7	0,14	0,8	0,75	2,75	2,06	117,23						
Всього	48	0,4-7,5	157,6	0,14	0,8	0,75	22	16,48	937,84	26	1,27	27,94	16,48	32,44	49,29
1 ЩСУ															
Повітряна завіса	1	18,5	18,5	0,6	0,8	0,75	11,1	8,33	342,25						
Ворота	1	3	3	0,1	0,7	1,02	0,3	0,31	9						
Всього	2	3-18,5	21,5	0,53	0,8	0,76	11,4	8,64	351,25	1	1,55	17,67	9,5	20,06	30,48

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
7 ШСУ															
Дробометна камера 1.Привод елеватора	1	2,2	2,2	0,6	0,7	1,02	1,32	1,35	4,84						
2. Привод дробометного барабану	1	17	17	0,8	0,8	0,75	13,6	10,2	289						
3. Привод сепаратора	1	3	3	0,6	0,7	1,02	1,8	1,84	9						
4. Привод конвейера	1	2,2	2,2	0,55	0,7	1,02	1,21	1,23	4,84						
Дробометний барабан 1.Привод турбіни	1	17	17	0,7	0,8	0,75	11,9	8,93	289						
2. Привод барабану	1	2,2	2,2	0,8	0,8	0,75	1,76	1,32	4,84						
3. Привод елеватора	1	2,2	2,2	0,6	0,7	1,02	1,32	1,35	4,84						
4. Привод засувки	1	1,1	1,1	0,15	0,6	1,33	0,17	0,23	1,21						
5. Привод підйомника	1	3	3	0,25	0,6	1,33	0,75	1	9						
Дробометні камери 1.Привод дробометного апарату	2	55	110	0,8	0,8	0,75	88	66	6050						

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------

Продовження табл. 3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
2. Привод скипового підйому	2	7,5	15	0,25	0,6	1,33	3,75	4,99	112,5						
3. Привод шторки	2	3	6	0,1	0,7	1,02	0,6	0,61	18						
4. Привод каретки	2	3	6	0,25	0,6	1,33	1,5	2	18						
5. Привод сепаратора	2	2,2	4,4	0,6	0,7	1,02	2,64	2,69	9,68						
6. Привод елеватора	2	3	6	0,6	0,7	1,02	3,6	3,67	18						
Аспіраційно-технологічна установка	1	10	10	0,6	0,8	0,75	6	4,5	100						
Витяжки	2	22	44	0,7	0,75	0,88	30,8	27,1	968						
Барабани голтовочні	2	7,5	15	0,6	0,8	0,75	9	6,75	112,5						
Приточна установка	1	30	30	0,6	0,8	0,75	18	13,5	900						
Всього	27	1,1-55	296,3	0,67	0,78	0,81	197,72	159,26	8923,25	10	1	197,72	175,19	264,17	401,36

9 ЩСУ

Установка для вибивання стержнів із відливок (ЕГУ)	2	30	60	0,7	0,8	0,75	42	31,5	1800						
1. Привод насоса															
2. Привод насоса	1	15	15	0,7	0,8	0,75	10,5	7,88	225						

Продовження табл. 3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
3. Привод насоса	1	7,5	7,5	0,7	0,8	0,75	5,25	3,94	56,25						
4. Привод каретки	1	15	15	0,25	0,6	1,33	3,75	4,99	225						
Підвісні наждаки	3	3	9	0,4	0,8	0,75	3,6	2,7	27						
Аспіраційно-технологічна установка	1	10	10	0,6	0,8	0,75	6	4,5	100						
Піч термічна															
1. Привод вентилятора витяжного	1	10	10	0,6	0,8	0,75	6	4,5	100						
2. Привод вентилятора високого тиску	1	17	17	0,75	0,85	0,62	12,75	7,91	289						
3. Привод каретки	1	2,8	2,8	0,1	0,6	1,33	0,28	0,37	7,84						
4. Привод засувки	1	3	3	0,1	0,6	1,33	0,3	0,4	9						
5. ТЕН	8	3	24	0,6	1	0	14,4	0	72						
Приточна установка	1	30	30	0,6	0,8	0,75	18	13,5	900						
Всього	22	2,8-30	203,3	0,6	0,83	0,67	122,83	82,19	3811,09	11	1	122,83	82,19	147,79	224,54

Зм.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

ДП 2023

141

Арк.

33

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1 РШ															
3 Мостові крани Q=15/3	3	30	90	0,25	0,6	1,33	22,5	29,93	2700						
1. Привод головного підйому															
2. Привод допоміжного підйому	3	11	33	0,25	0,6	1,33	8,25	10,97	363						
3. Привод моста	6	11	66	0,25	0,6	1,33	16,5	21,95	726						
4. Привод каретки	3	3,5	10,5	0,25	0,6	1,33	2,63	3,5	36,75						
Всього	15	3,5-30	199,5	0,25	0,6	1,33	49,88	66,35	3825,75	10	1,17	58,36	72,99	93,45	141,98
КТП, 1-секція															
5 ЩСУ	2	3-18,5	21,5	0,53	0,8	0,76	11,4	8,64							
8 ЩСУ	20	1,1-55	274,4	0,58	0,79	0,77	160,08	123,31							
10 ЩСУ	32	1,6-30	358,4	0,59	0,98	0,18	210,64	37,9							
2 РШ	23	0,4-30	221,3	0,25	0,6	1,33	55,33	73,6							
3 РШ	48	0,4-7,5	157,6	0,14	0,8	0,75	22	16,48							
Всього: силове навантаження	125	0,4-55	875,6	0,5	0,87	0,56	437,45	243,45		5	0,96	419,95	235,17	481,31	731,27
Навантаження освітлення			12	0,8	0,95	0,29	9,6	2,8				9,6	2,8		
Конденсаторна установка								-150					-150		

Продовження табл. 3.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Всього на шинах 0,4 кВ	125	0,4-55	887,6	0,5	0,98	0,21	447,05	246,25 -150				429,55	(238 -150)		
Втррати в ТСЗ-630							6,03	27,5				5,68	26,33		
Всього на шинах 10 кВ	125	0,4-55	887,6	0,51	0,97	0,27	453,08	273,75 -150				425,23	(264,33 -150)	440	25,4
КТП, 2 секція															
1 ЩСУ	2	3-18,5	21,5	0,53	0,8	0,76	11,4	8,64							
7 ЩСУ	27	1,1-55	296,3	0,67	0,78	0,81	197,72	159,26							
9 ЩСУ	22	2,8-30	203,3	0,6	0,83	0,67	122,83	82,19							
1 ПР	22	1,1-22	240,1	0,52	0,75	0,88	124,9	110,1							
Всього: силове навантаження	73	1,1-55	761,2	0,6	0,78	0,79	456,85	360,19		5	0,94	429,44	339,26	547,28	831,51
Навантаження освітлення			24	0,8	0,95	0,26	22,8	5,9				22,8	5,9		
Конденсаторна установка								-150					-150		
Всього на шинах 0,4 кВ	73	1,1-55	785,2	0,61	0,91	0,45	479,65	366,09 -150				452,24	(345,16 -150)		
Втррати в ТСЗ-630							7,45	32,2				6,76	29,9		
Всього на шинах 10 кВ	73	1,1-55	785,2	0,62	0,89	0,51	487,1	398,29 -150				459	(371,1 -150)	509,48	29,41

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
РП, 1-а секція															
Тр-р Т1 КТП	1	630	630		0,97	0,27	453,08	123,75							
Тр-р ДСП	4	4200	16800	0,75	0,8	0,75	12600	9450							
Всього	5		17430	0,75	0,81	0,73	13053	9573,8		4	1	13053	9528,7	16161	933
РП, 2-а секція															
Тр-р Т2 КТП	1	630	630		0,89	0,51	487,1	248,29							
Тр-р ДСП	4	4200	16800	0,75	0,8	0,75	12600	9450							
Всього	5		17430	0,75	0,8	0,74	13087	9698,3		4	1	13087,1	9684,5	16281	940

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------

4. РОЗРАХУНОК ЧИСЛА Й ПОТУЖНОСТІ СИЛОВИХ ТРАНСФОРМАТОРІВ

Відповідно до нормованої шкали стандартних номінальних потужностей, цехові трансформаторні підстанції мають: 100, 160, 250, 400, 630, 1000, 1600, 2500 кВА.

Не рекомендується використовувати трансформатори одиничною потужністю понад 2500 кВА.

Оскільки цех є електроспоживачем першої категорії, то необхідно використовувати двотрансформаторну підстанцію.

Виберемо трансформаторні підстанції на 0,4 кВ. Приймаємо коефіцієнт завантаження трансформатора K_z рівним 0,775 з перерахованих вище міркувань.

КТП:

Повне середнє навантаження за зміну складе:

$$S_{\bar{n}} = \sqrt{(P_{\bar{n}1} + P_{\bar{n}2})^2 + (Q_{\bar{n}1} + Q_{\bar{n}2})^2} = \sqrt{(447,05 + 479,65)^2 + (246,25 + 366,09)^2} = 1110,74 \text{ кВА.}$$

Розрахункова потужність трансформатора:

$$S_{i.\bar{o}.} \geq \frac{D_{\bar{n}}}{N \cdot K_{\zeta}} = \frac{926,7}{2 \cdot 0,775} = 597,9 \text{ кВА.}$$

Виходячи з отриманих розрахунків до установки можемо прийняти:

I варіант – КТП 2х630/10/0,4, із трансформаторами номінальною потужністю по 630 кВА;

II варіант – КТП 2х1000/10/0,4, із трансформаторами номінальною потужністю по 1000 кВА.

Вибір потужності трансформаторів проведемо на підставі техніко-економічних розрахунків.

					ДП 2023 141		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розробив		Краєвський Б.			РОЗРАХУНОК ЧИСЛА Й ПОТУЖНОСТІ СИЛОВИХ ТРАНСФОРМАТОРІВ		
Перевірив		Шестеренко					
Зав.кафедр.							
Н. Контр.							
Затвердив		Балюта С.М					
						Літ.	Арк.
							37
						ННІТІ ім. акад. І.С.Гулого, ЕЛ4-3	

4.1. Техніко-економічне порівняння вибраних варіантів трансформаторів

При проектуванні системи електропостачання промислового підприємства (цеху), кінцевий варіант схеми електропостачання, вибирають на основі всебічного аналізу технічних і економічних показників.

До технічних можна віднести надійність, зручність в експлуатації, довговічність, об'єм поточних і капітальних ремонтів, ступінь автоматизації тощо.

До основних економічними показників відносять капітальні вкладення (затрати) і щорічні експлуатаційні витрати. Тільки співставлення та аналіз усіх техніко-економічних показників, якими характеризуються можливі варіанти схем електропостачання, дозволить прийняти найбільш оптимальне рішення.

Технічний розрахунок вибору потужності трансформаторів проводимо з урахуванням компенсації реактивної потужності.

Економічний розрахунок вибору кількості і потужності трансформаторів проводимо за укрупненими показниками і за відносно умовними вартостями обладнання, так як ціни на даний час на обладнання фіксовані і залежать від багатьох факторів, в тому числі і від заводу виготовлювача електрообладнання.

Загальновідомим показником економічної ефективності є сумарні приведені затрати. Варіант, у якого сумарні приведені затрати в порівнянні з іншими, при порівняльних показниках, будуть меншими ніж в інших варіантах, то цьому варіанту віддають перевагу.

Приведені затрати визначаємо при будівництві в один етап і при подальшій експлуатації із незмінними річними витратами. При цьому передбачається, що подальша експлуатація буде проходити з незмінними річними витратами, тобто втрати енергії і витрати на ремонт і обслуговування та інші витрати не змінюються на протязі року на період експлуатації, що розглядається.

Перевіряємо вибрані нами трансформатори на перевантажувальну здатність.

Час дії максимуму навантаження 2 години.

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

Для першого і другого варіанту визначаємо коефіцієнт завантаження трансформаторів за формулою:

$$\hat{E}_{\varsigma} = \frac{S_{\tilde{n}}}{S_{i.\dot{o}\dot{o}.}};$$

I – й варіант

$$\hat{E}_{\varsigma^1} = \frac{S_{\tilde{n}}}{2 \cdot S_{i.\dot{o}\dot{o}.}} = \frac{1111}{2 \cdot 630} = 0,88.$$

II – й варіант

$$\hat{E}_{\varsigma^2} = \frac{S_{\tilde{n}}}{2 \cdot S_{i.\dot{o}\dot{o}.}} = \frac{1111}{2 \cdot 1000} = 0,56.$$

Норма максимального допустимого навантаження на час дії максимуму навантаження становить:

для I – го варіанту – $1,4 > 0,88$;

для II – го варіанту – $1,63 > 0,56$;

а норма допустимого аварійного первантаження:

для I – го варіанту – $1,7 > 0,88$;

для II – го варіанту – $1,8 > 0,56$.

Технічні показники першого і другого варіантів трансформаторів підходять для застосування на нашій підстанції.

Для безпосереднього електропостачання промислових об'єктів при напрузі 10/0,4 кВ найбільш широко застосовуються комплектні трансформаторні підстанції (КТП), застосовуються в постійних, а також в тимчасових електроустановках промислових підприємств, так як вони трансформабельні і прості для монтажу і демонтажу.

Для порівняння виписуємо технічні дані трансформаторів.

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

Таблиця 4.1

Технічні дані трансформаторів

№ n/n	Тип	S _{ном} , кВА	U _{ном} , кВ		Втрати, кВт		U _к , %	I _х , %	Вартість К, грн
			ВН	НН	P _{х.х.}	P _{к.з.}			
1	ТСЗ – 630/10	630	10	0,4	2	7,3	5,5	1,5	497500
2	ТСЗ – 1000/10	1000	10	0,4	2,45	11,0	5,5	1,4	900000

Виходячи з вище приведеного нам необхідно вибрати з цих двох варіантів – найкращий.

Визначаємо, по варіантах, приведені втрати електричної енергії в трансформаторах за формулою:

$$\Delta W = n \cdot \left[\left(P_{\text{х.х.}} + \hat{E}_{\text{с.д.}} \cdot \frac{U_{\text{с.д.}}^2}{100} \cdot S_{\text{н.тр.}} \right) \cdot \tau + \hat{E}_{\text{с.д.}}^2 \cdot \left(P_{\text{к.з.}} + \hat{E}_{\text{с.д.}} \cdot \frac{U_{\text{с.д.}}}{100} \cdot S_{\text{н.тр.}} \right) \cdot \tau \right], \text{ кВт} \cdot \text{год};$$

де n – кількість працюючих трансформаторів однакової потужності;

$P_{\text{х.х.}}$ – втрати потужності холостого ходу, кВт;

$K_{\text{з.в.}}$ – коефіцієнт втрати потужності електросистеми, для нашого випадку приймаємо $K_{\text{зп}} = 0,06$ кВт/квар;

$I_{\text{х.х.}}$ – струм холостого ходу, %;

$S_{\text{н.тр.}}$ – номінальна потужність трансформатора, кВА;

$T_{\text{д}}$ – дійсний час роботи трансформатора рік, год;

$K_{\text{з}}$ – коефіцієнт завантаження трансформатора;

$P_{\text{к.з.}}$ – потужність короткого замикання, кВт;

$U_{\text{к.з.}}$ – напруга короткого замикання, %;

τ – час максимальних втрат, який визначається із графіку в залежності від $T_{\text{м}}$ год і $\cos \phi$. В даному випадку $\tau = 4365$ год.

Отже проведемо розрахунок по кожному з варіантів:

$$\Delta W_1 = 2 \cdot \left[\left(2 + 0,06 \cdot \frac{1,5}{100} \cdot 630 \right) \cdot 8760 + 0,88^2 \cdot \left(7,3 + 0,06 \cdot \frac{5,5}{100} \cdot 630 \right) \cdot 4365 \right] = 108381 \text{ кВт} \cdot \text{год};$$

$$\Delta W_2 = 2 \cdot \left[\left(2,45 + 0,06 \cdot \frac{1,4}{100} \cdot 1000 \right) \cdot 8760 + 0,56^2 \cdot \left(11 + 0,06 \cdot \frac{5,5}{100} \cdot 1000 \right) \cdot 4365 \right] = 96790 \text{ кВт} \cdot \text{год}.$$

					ДП 2023 141	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

Визначаємо, по варіантах, вартість річних втрат електроенергії за формулою:

$$C_w = \Delta W \cdot C_0, \text{ грн.}$$

де C_0 – вартість 1 кВт·год, яка на даний період складає для заводу

$$C_0 = 4 \text{ \$/кВт\cdotгод} \cdot 0,01 \text{ \$/кВт\cdotгод}.$$

$$\tilde{N}_{w1} = \Delta W_1 \cdot C_0 = 108381 \cdot 4 = 433524 \text{ \$/кВт\cdotгод}.$$

$$\tilde{N}_{w2} = \Delta W_2 \cdot C_0 = 96790 \cdot 4 = 387160 \text{ \$/кВт\cdotгод}.$$

Визначаємо, по варіантах, щорічні амортизаційні витрати за формулою:

$$\tilde{N}_a = \varphi \cdot \hat{E}, \text{ \$/кВт\cdotгод}$$

де φ – процент амортизаційних відрахувань для трансформаторів,

який приймаємо $\varphi = 10 \%$.

$$\tilde{N}_{a1} = 0,1 \cdot 2 \cdot 497500 = 99500 \text{ \$/кВт\cdotгод}.$$

$$\tilde{N}_{a2} = 0,1 \cdot 2 \cdot 900000 = 180000 \text{ \$/кВт\cdotгод}.$$

Визначаємо, по варіантах, щорічні експлуатаційні витрати за формулою:

$$\tilde{N} = \tilde{N}_w + C_a, \text{ \$/кВт\cdotгод};$$

$$\tilde{N}_1 = \tilde{N}_{w1} + C_{a1} = 433524 + 99500 = 533024 \text{ \$/кВт\cdotгод}$$

$$\tilde{N}_2 = \tilde{N}_{w2} + C_{a2} = 387160 + 180000 = 567160 \text{ \$/кВт\cdotгод}$$

По варіантах, визначаємо приведені річні витрати за формулою:

$$Z = C + p \cdot K, \text{ грн}$$

де p – нормативний коефіцієнт економічної ефективності, який приймаємо $p =$

0,15.

$$C_1 = \tilde{N}_1 + 0,15 \cdot \hat{E}_1 = 533024 + 0,15 \cdot 2 \cdot 497500 = 682274 \text{ \$/кВт\cdotгод}$$

$$C_2 = \tilde{N}_2 + 0,15 \cdot \hat{E}_2 = 567160 + 0,15 \cdot 2 \cdot 900000 = 837160 \text{ \$/кВт\cdotгод}$$

Результати техніко-економічних розрахунків зводимо в табл. 4.2.

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

Таблиця 4.2

*Зведені дані техніко-економічних розрахунків
вибору трансформаторів*

№ п/п	Види витрат	Одиниці виміру	Варіант трансформатора	
			I	II
1	Тип трансформатора	-	2хТСЗ-630/10	2хТСЗ-1000/10
2	Капітальні витрати	грн.	995000	1800000
3	Річні втрати електроенергії	кВт·год	108381	96790
4	Вартість річних втрат електроенергії	грн.	433524	387160
5	Амортизаційні витрати	грн.	99500	180000
6	Експлуатаційні річні витрати	грн.	533024	567160
7	Приведені річні витрати	грн.	682274	837160

Виходячи з економічного розрахунку вибираємо варіант у якого менші приведені річні витрати, тобто I варіант, і на трансформаторній підстанції встановлюємо два трансформатори типу ТСЗ-630/10.

ТСЗ – трансформатор сухий, закритий, ізоляція обмотки, як правило, скловолокно, обмотка і магнітопровід можуть засипатися кварцевим піском.

Переваги трансформатора: не може бути причиною пожежі або вибуху. У зв'язку з чим його можна монтувати на будь-якому поверсі будівлі, підвалах, на шахтах, на суднах і підводних човнах. ПУЕ рекомендує встановлювати такий трансформатор у приміщеннях зі значним скупченням людей.

Недоліки трансформатора:

- Найдорожчий тип трансформатора.
- Ізоляція погано витримує імпульсні та грозові перенапруги.
- Трансформатор при роботі створює підвищений рівень шуму.

Приймаємо до установки 2хКТП-630-10/0,4 із трансформаторами ТСЗ 630-10/0,4. Параметри трансформатора: $u_k=5,5\%$, $P_k=7,3$ кВт, $P_{xx}=2$ кВт, $I_{xx}=1,5\%$.

Втрати в трансформаторі визначені в табл. 4.3.

Таблиця 4.3

Втрати в трансформаторі

Втрати	активні, кВт	реактивні, квар
Холостого ходу при $U_{\text{ном}}$:	$P_{\text{xx}}=2$	$Q_{\text{xx}}=S_{\text{io}} \frac{I_{\text{од}}}{100} = 12,6$
Короткого замикання при $I_{\text{ном}}$:	$P_{\text{кз}}=7,3$	$Q_{\text{кз}}=S_{\text{io}} \frac{u_{\text{е.}},\%}{100} = 28,35$
Коефіцієнт завантаження з урахуванням компенсації реактивної потужності β , $S/S_{\text{нт}}$	0,696; 0,782	0,696; 0,782
Повні втрати:	$\Delta P_{\text{T}}=P_{\text{xx}}+\beta^2 P_{\text{кз}}=5,68;$ 6,76	$\Delta Q_{\text{T}}=Q_{\text{xx}}+\beta^2 Q_{\text{кз}}=26,33;$ 29,9

4.2. Визначення потужності конденсаторних установок

Найбільша реактивна потужність, яку доцільно передавати в низьковольтну мережу дорівнює:

$$Q_{\text{пвх.од.}} = \sqrt{(N \cdot K_{\text{с}} \cdot S_{\text{ф.од.}})^2 - P_{\text{н}}^2} = \sqrt{(2 \cdot 0,775 \cdot 630)^2 - 926,7^2} = 307,86 \text{ квар},$$

Визначимо потужність необхідних конденсаторних установок:

$$Q_{\text{іф}} = 612,34 - 307,86 = 304,48 \text{ квар}.$$

Приймаємо дві регульовані конденсаторні установки УКМ58-0.4-150-50 УЗ по одній на кожну секцію шин підстанції. УКМ – установка конденсаторна модернізована; 58 – номер моделі; 0.4 – номінальна напруга; 150 – потужність установки в квар; 50 – номінальна потужність ступеня регулювання; УЗ – кліматичне виконання.

5. ВИБІР ПРОВІДНИКІВ НАПРУГОЮ 10 КВ

Вибір високовольного провідника ВКТП(1)-0, що живить перший трансформатор цехової КТП.

По допустимому нагріванню:

Тривало допустимі струмові навантаження перераховуються по формулі:

$$I_{\text{доп}} = I_{\text{табдоп}} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3$$

Знаходимо коефіцієнти $K_1 = 0,94$, тому що температура навколишнього середовища $30\text{ }^{\circ}\text{C}$; $K_2 = 1$, тому що по близькості немає інших кабелів.

Для тривало допустимого робочого струму $I = 54,81\text{ А}$, приймаємо провідник перерізом 16 мм^2 , тоді:

$$I_{\text{доп}} = 60 \cdot 0,94 \cdot 1 = 56,4\text{ А}.$$

По економічній густині струму:

$$S_{\text{д}} = \frac{I_{\text{дод}}}{j_{\text{д}}} = \frac{54,81}{1,4} = 39,15\text{ мм}^2.$$

де $j_{\text{е}}$ – економічна густина струму $j_{\text{е}} = 1,4\text{ А/мм}^2$, оскільки середнє значення тривалості використання найбільшого активного навантаження протягом року дорівнює 4000 год і кабелі з поліхлорвініловою ізоляцією.

По струму КЗ:

$$S_{\text{MIN}} = \frac{I_{\infty} \sqrt{t_{\text{пр}}}}{\tilde{N}} = \frac{8000 \sqrt{0,8}}{78} = 91,74\text{ мм}^2.$$

де I_{∞} – струм КЗ, $I_{\infty} = 8000\text{ А}$; $t_{\text{пр}} = 0,8\text{ с}$ – приведений час; $C = 78$ – температурний коефіцієнт.

Остаточно приймаємо кабель АВВГ 3х95.

Інші кабелі вибираємо аналогічно і їх результати заносимо в табл. 5.1.

					ДП 2023 141		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розробив		Красевський Б.			ВИБІР ПРОВІДНИКІВ НАПРУГОЮ 10 КВ		
Перевірив		Шестеренко					
Зав.кафедр.							
Н. Контр.							
Затвердив		Балюта С.М					
						Літ.	Арк.
							44
						Аркушів	
						ННІТІ ім. акад. І.С.Гулого, ЕЛ4-3	

Таблиця 5.1

Вибір високовольтних кабелів

Розрахункові величини				Позначення формули, од. вимір.	Ввод КТП ВКТП(1)-0	Ввод КТП ВКТП(2)-0	1й ввод ВРП2(1)-0	2й ввод ВРП2(2)-0	
Вихідні дані	Навантажен- ня установи	Потужність		S _p , кВА	440	509,48	16161	16281	
		Струм		I _p , А	25,4	29,41	933	940	
	Число ліній, що живить установку			n, шт	1	1	1	1	
	Навантажен- ня однієї найбільш завантаженої лінії в режимі	Нормальному		I _p , А	25,4	29,41	933	940	
		Аварійному	Тривало	I _{дп} , А	54,81	54,81	1873	1873	
			Корот- кочасно	I _{кр} , А	-	-	-	-	
	Довжина ділянки			l, км	0,01	0,01	0,5	0,5	
	Спосіб прокладання				в коробі	в коробі	в коробі	в коробі	
Розрахунок	По допустимому нагріванню	Кількість кабелів в траншеї		n, шт	1	1	2	2	
		Номер групи блоку		(I-XI)	-	-	-	-	
		Коефіцієнти		K ₁ , K ₂ , K ₃ ,	0,94; 1; 1	0,94; 1; 1	0,94; 1; 1	0,94; 1; 1	
		Переріз		S _н , мм ²	16	16	8x185	8x185	
	По економічній густині струму	Час максимуму навантаження		T _м , год/рік	4000	4000	4000	4000	
		Економічна густина струму		j _е А/мм ²	1,4	1,4	1,4	1,4	
		Переріз		S _е , мм ²	39,15	39,15	1337,857	1337,857	
	По струму КЗ	Приведений час		t _п , с	0,8	0,8	0,8	0,8	
		Струм КЗ		I _∞ , А	8000	8000	8000	8000	
		Переріз		S _т , мм ²	91,74	91,74	91,74	91,74	
	По втраті напруги	$\Delta U_{\%} = \frac{\sqrt{3} \cdot I_{\text{ED}} \cdot l \cdot (r_0 \cdot \cos \varphi + \delta_0 \cdot \sin \varphi) \cdot 100}{U_i}$				0,0031	0,0031	0,67	0,67
	Кабель	Марка				АВВГ	АВВГ	АВВГ	АВВГ
Кількість кабелів і жил (шт x мм ²)				3x95	3x95	4(3x185)	4(3x185)		
Допустиме навантаження, А				159,8	159,8	2030	2030		
					ДП 2023 141			Арк.	
								45	
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Розрахункові величини				Позначення формули, од. вимір.	ДСП9 B9TV-0 ДСП57 B57TV-0	ДСП6 B6TV-0 ДСП56 B56TV-0	ДСП5 B5TV-0 ДСП55 B55TV-0	ДСП4 B4TV-0 ДСП54 B54TV-0	
Вихідні дані	Навантажен- ня установки	Потужність		S _p , кВА	4200	4200	4200	4200	
		Струм		I _p , А	242,5	242,5	242,5	242,5	
	Число ліній, що живлять установку			n, шт	1	1	1	1	
	Навантажен- ня однієї найбільш завантаженої лінії в режимі	Нормальному		I _p , А	242,5	242,5	242,5	242,5	
		Аварійному	Тривало	I _{дп} , А	242,5	242,5	242,5	242,5	
			Коротко- часно	I _{кр} , А					
	Довжина ділянки			l, км	0,025	0,08	0,1	0,125	
Розрахунок	По допустимому нагріванню	Кількість кабелів в траншеї		n, шт	4	4	4	4	
		Номер групи блоку		(I-XI)	-	-	-	-	
		Коефіцієнти		K ₁ , K ₂ , K ₃ ,	0,94; 1; 1	0,94; 1; 1	0,94; 1; 1	0,94; 1; 1	
		Переріз		S _н , мм ²	185	185	185	185	
	По економічній густині струму	Час максимуму навантаження		T _м , год/рік	4000	4000	4000	4000	
		Економічна густина струму		j _е А/мм ²	1,4	1,4	1,4	1,4	
		Переріз		S _е , мм ²	173,214	173,2143	173,214	173,214	
	По струму КЗ	Приведений час		t _п , с	0,8	0,8	0,8	0,8	
		Струм КЗ		I _∞ , А	8000	8000	8000	8000	
		Переріз		S _т , мм ²	91,74	91,74	91,74	91,74	
	По втраті напруги	$\Delta U_{\%} =$ $= \frac{\sqrt{3} \cdot I_{\Sigma D} \cdot l \cdot (r_0 \cdot \cos \varphi + \delta_0 \cdot \sin \varphi) \cdot 100}{U_f}$					0,0589	0,0755	0,0929
	Кабель	Марка				АВВГ	АВВГ	АВВГ	АВВГ
Кількість кабелів і жил (шт x мм ²)				3x185	3x185	3x185	3x185		
					ДП 2023 141				
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Арк. 46				

6. РОЗРАХУНОК ВИСОКОВОЛЬТНИХ СТРУМІВ КОРОТКОГО ЗАМИКАННЯ

Розрахунковий струм КЗ ВВ визначається з умов пошкодження в такій точці кола, у якій апарати й провідники знаходяться у найбільш важких умовах.

Вихідними даними є струми КЗ на шина РП-1.

$$I_{\text{КЗ max}} = 8 \text{ кА};$$

$$I_{\text{КЗ min}} = 6,3 \text{ кА}.$$

Розрахунок опорів ведеться у відносних одиницях. Схема заміщення показана на рис. 6,1. Базова потужність $S_6 = 100 \text{ МВА}$.

Розрахунок максимального струму для точки К2:

Знаходимо базисний струм

$$I_A = \frac{S_A}{\sqrt{3} \cdot U_A} = \frac{100}{\sqrt{3} \cdot 10,5} = 5,5 \text{ кА}.$$

Знаходимо результуючий відносний базисний опір:

$$X^*_{\text{ДАС}} = X^*_C + X^*_2 = 0,687 + 0,00437 = 0,69137.$$

Знаходимо $I_{\text{КЗ}}$:

$$I_{\text{ЕС}} = \frac{I_A}{X^*_{\text{ДАС}}} = \frac{5,5}{0,69137} = 7,96 \text{ кА}.$$

Знаходимо ударний струм:

$$i_0 = 2,55 \cdot I_{\text{ЕС}} = 2,55 \cdot 7,96 = 20,3 \text{ кА}.$$

Потужність КЗ буде дорівнювати:

$$S_{\text{ЕС}} = \sqrt{3} \cdot I_{\text{ЕС}} \cdot U_A = \sqrt{3} \cdot 7,96 \cdot 10,5 = 144,76 \text{ МВА}.$$

Інші розрахунки виконуємо аналогічно, і результати заносимо в табл. 6.1.

					ДП 2023 141			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Краєвський Б.			РОЗРАХУНОК ВИСОКОВОЛЬТНИХ СТРУМІВ КЗ		Літ.	Арк.
Перевірів		Шестеренко						47
Зав.кафедр.							ННІТІ ім. акад. І.С.Гулого, ЕЛ4-3	
Н. Контр.								
Затвердив		Балюта С.М						

Таблиця 6.1

Розрахунок високовольтних струмів КЗ

№ п/п	Точка КЗ	Режим КЗ	U _н , кВ	I _б , кА	X*рез(б)	Генеруючі вітки		Струми КЗ, кА		Скз, МВА
						Найме- нуван- ня	Sn, МВ А	I _{кз}	i _y	
1	K1	MAX	10	-	0,687	система	∞	8	20,4	145,49
2		MIN	10	-	0,873	система	∞	6,3	16,07	114,58
3	K2	MAX	10	5,5	0,69137	система	∞	7,96	20,3	144,76
4		MIN	10	5,5	0,87737	система	∞	6,27	15,99	114,03
5	K3	MAX	10	5,5	0,692123	система	∞	7,95	20,27	144,58
6	K12	MIN	10	5,5	0,878123	система	∞	6,26	15,96	113,85
7	K4	MAX	10	5,5	0,69319	система	∞	7,93	20,22	144,22
8	K11	MIN	10	5,5	0,87919	система	∞	6,26	15,96	113,85
9	K5	MAX	10	5,5	0,69682	система	∞	7,89	20,12	143,49
10	K10	MIN	10	5,5	0,88282	система	∞	6,23	15,89	113,3
11	K6	MAX	10	5,5	0,69835	система	∞	7,88	20,09	143,31
12	K9	MIN	10	5,5	0,88435	система	∞	6,22	15,86	113,12
13	K7	MAX	10	5,5	0,69996	система	∞	7,86	20,04	142,95
14	K8	MIN	10	5,5	0,88596	система	∞	6,21	15,84	112,94

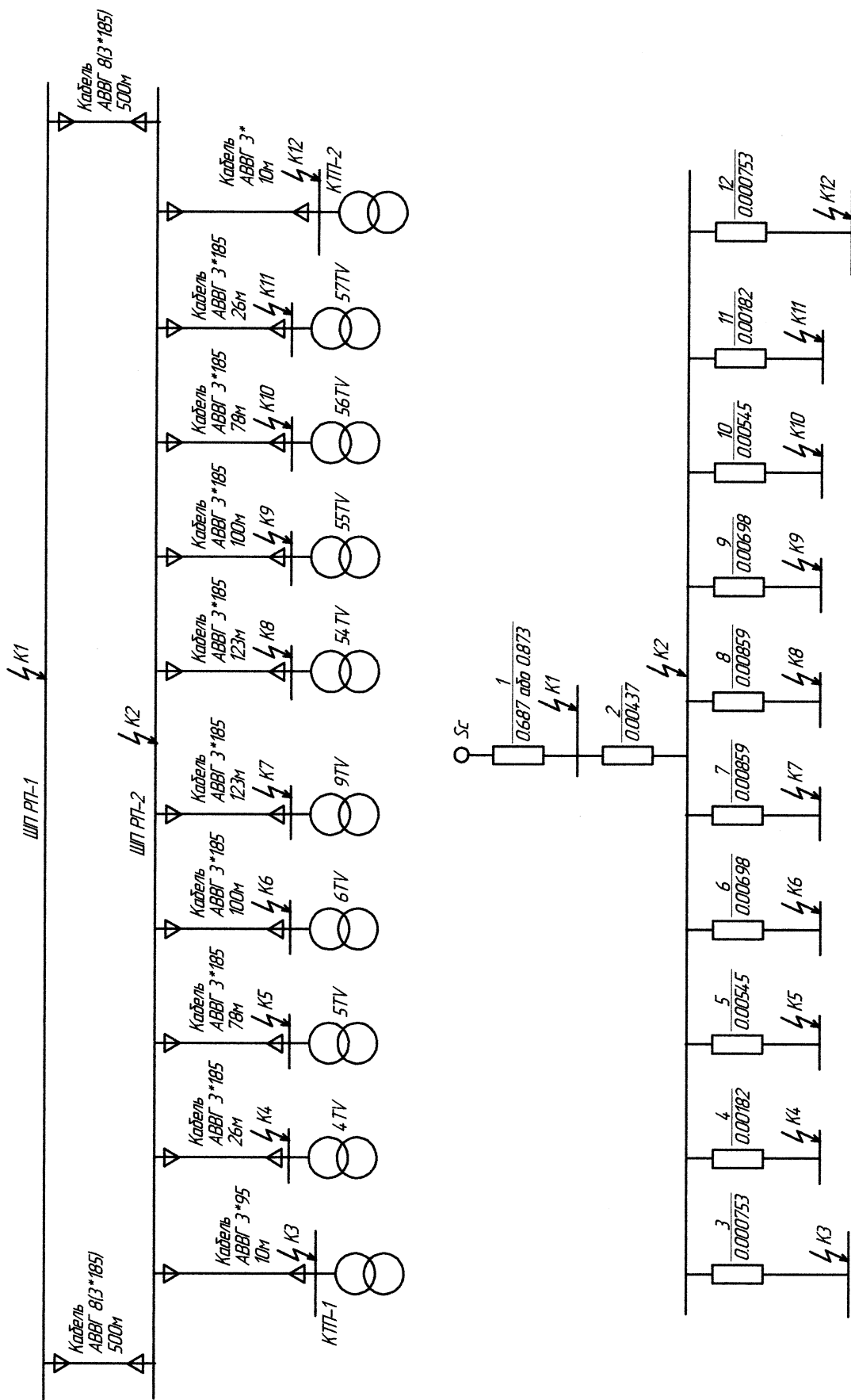


Рис. 6.1. Розрахункова схема і схема заміщення до розрахунку високовольтних струмів короткого замикання

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------

7. ВИБІР І ПЕРЕВІРКА ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ НА НАПРУГУ 10 КВ

При виборі високовольного електрообладнання, враховується велика кількість ліній, що відходять і надійність споживачів електроенергії. Найбільш ефективно використовувати розподільчі пристрої (КРУ).

Приймаємо до установки комплектні розподільчі пристрої серії КМ1.

Основні технічні показники КМ1:

Номінальна напруга, кВ.....10

Номінальний струм шаф КРУ, А.....2000

Електродинамічна стійкість, кА.....81

Термічна стійкість трьохсекундна, кА.....31,5

Типи вимикачів високої напруги.....ВЭ

Типи трансформаторів струму.....ТОЛ-10

Типи трансформаторів напруги.....АМИ

Типи трансформаторів власних потреб.....ТСКС

Умови вибору та вибір електрообладнання напругою 10 кВ наведено в табл. 7.1.

					ДП 2023 141						
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ВИБІР І ПЕРЕВІРКА ЕЛЕКТРООБЛАДНАН НЯ	Літ.		Арк.	Аркушів		
Розробив	Краєвський Б.							50			
Перевірів	Шестеренко					ННІТІ ім. акад. І.С.Гулого, ЕЛ4-3					
Зав.кафедр.											
Н. Контр.											
Затвердив	Балюта С.М										

Вибір і перевірка електрообладнання на напругу 10 кВ

Місце установки		Найменування обладнання	Умови вибору і перевірки						
			за номінальною напругою	за номінальним струмом	за електродинамічною стійкістю	за термічною стійкістю	гранично відмікаючий струм	потужність відмикання	
Місце установки		Найменування обладнання	Вимикачі						
			$U_{ном} \geq U_{роб}$	$I_{ном} \geq I_{трив.роб}$	$i_{max} \geq i_{уд}$	$I_t^2 t \geq I_\infty^2 t_\phi$	$I_{відм} \geq I_k$	$S_{відм} \geq S_k$	
			Роз'єднувач						
			$U_{ном} \geq U_{роб}$	$I_{ном} \geq I_{трив.роб}$	$i_{max} \geq i_{уд}$	$I_t^2 t \geq I_\infty^2 t_\phi$	-	-	
			Трансформатори струму						
			$U_{ном} \geq U_{роб}$	$I_{ном} \geq I_{трив.роб}$	$\sqrt{2} I_{ном} k_{дин} \geq i_{уд}$	$I_{ном} k_{тер} \geq I_\infty \sqrt{t_\phi}$	-	-	
1		2	Запобіжники						
			$U_{ном} \geq U_{роб}$	$I_{ном} \geq I_{трив.роб}$	-	-	$I_{отд} \geq I_\epsilon^{(3)}$	-	
			3	4	5	6	7	8	
			10=10	2000>1873	100>20,4	1200>19,2	31,5>8	350>145,49	
			10=10	2000>1873	100>20,4	400>4,38	-	-	
			10=10	-	-	-	-	-	
Ячейка № 1 1й ввід РП-2 КМ1-10-44-УХЛ4		Вимикач ВВЭ-10-2000 Трансформатор струму ТОЛ-10 2000/5	10=10	2000>1873	100>20,4	1200>19,2	31,5>8	350>145,49	
Ячейка № 2 КМ1-10-301-УХЛ4		Розрядник РВО-10	10=10	-	-	-	-	-	
Ячейка № 3 Резерв КМ1-10-38-УХЛ4		Вимикач ВВЭ-10-630 Трансформатор струму ТОЛ-10 300/5	10=10	630>	50>20,3	1200>19	31,5>7,96	350>144,76	
		Трансформатор струму ТОЛ-10 300/5	10=10	300>	81>20,3	400>4,37	-	-	

Продовження табл. 7.1

1	2	3	4	5	6	7	8
Ячейка № 4 КТП, 1 секція КМ1-10-38- УХЛ4	Вимикач ВВЭ-10-630	10=10	630>54,81	50>20,27	1200>18,96	31,5>7,95	350>144,58
	Трансформатор струму ТОЛ-10 300/5	10=10	300>54,81	81>20,27	400>4,35	-	-
Ячейка № 5, 6, 7, 8. Пічний тр-р КМ1-10-38- УХЛ4	Вимикач ВВЭ-10-630	10=10	630>242,5	50>20,22	1200>18,9	31,5>7,93	350>144,22
	Трансформатор струму ТОЛ-10 300/5	10=10	300>242,5	81>20,22	400>4,3	-	-
Ячейка № 9 Тр-р власних потреб ТСКС- 10 КМ1-10-601- УХЛ4	Запобіжник ІПКТ101-10-31,5	10=10	100 > 71	-	-	31,5>7,96	-
Ячейка № 10 Вимірювальний тр-р НАМИТ-10 КМ1-10-211- УХЛ4	Запобіжник ІПKN-001-10-40	10=10	100 > 71	-	-	31,5>7,96	-
Ячейка № 11 Секційний вимикач КМ1-10-46- УХЛ4	Вимикач ВВЭ- 10-2000	10=10	2000>1873	100>20,4	1200>19,2	31,5>8	350>145,49
	Трансформатор струму ТОЛ-10 2000/5	10=10	2000>1873	100>20,4	400>4,38	-	-

Продовження табл. 7.1

1	2	3	4	5	6	7	8
Ячейка № 12 Секція вставка КМ1-10-120- УХЛ4	-	-	-	-	-	-	-
Ячейка № 13 Вимірювальний тр-р НАМИТ-10 КМ1-10-211- УХЛ4	Запобіжник ПКТ101-10-31,5	10=10	100 > 71	-	-	31,5>7,96	-
Ячейка № 14 Тр-р власних потреб ТСКС- 10 КМ1-10-601- УХЛ4	Запобіжник ПКН-001-10-40	10=10	100 > 71	-	-	31,5>7,96	-
Ячейка № 15, 16, 17, 18 Пічної тр-р КМ1-10-38- УХЛ4	Вимикач ВВЭ-10-630	10=10	630>242,5	50>20,22	1200>18,9	31,5>7,93	350>144,22
	Трансформатор струму ТОЛ-10 300/5	10=10	300>242,5	81>20,22	400>4,3	-	-
Ячейка №19 КТП, 2 секція КМ1-10-38- УХЛ4	Вимикач ВВЭ-10-630	10=10	630>54,81	50>20,27	1200>18,96	31,5>7,95	350>144,58
	Трансформатор струму ТОЛ-10 300/5	10=10	300>54,81	81>20,27	400>4,35	-	-

Закінчення табл. 7.1

1	2	3	4	5	6	7	8
Ячейка № 20 Резерв КМ1-10-38- УХЛ4	Вимикач ВВЭ-10-630	10=10	630>	50>20,3	1200>19	31,5>7,96	350>144,76
	Трансформатор струму ТОЛ-10 300/5	10=10	300>	81>20,3	400>4,37	-	-
Ячейка № 21 КМ1-10-301- УХЛ4	Розрядник РВО-10	10=10	-	-	-	-	-
Ячейка № 22 1й ввод РП-2 КМ1-10-46- УХЛ4	Вимикач ВВЭ- 10-2000	10=10	2000>1873	100>20,4	1200>19,2	31,5>8	350>145,49
	Трансформатор струму ТОЛ-10 2000/5	10=10	2000>1873	100>20,4	400>4,38	-	-

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------

ДП 2023

141

Арк.

54

8. ВИБІР І ПЕРЕВІРКА ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ НА НАПРУГУ 0,4 КВ

В якості захисних апаратів використовуємо автоматичні вимикачі серії АЕ та ВА.

Автоматичні вимикачі забезпечують одночасно функції комутації силових кіл і захисту від перевантаження й коротких замикань. Апарати мають тепловий і електромагнітний розщеплювач.

Автоматичні вимикачі вибираються за умовами:

а) номінальний струм автомата $I_{н.а.}$ і номінальний струм розщеплювача $I_{н.р.}$ повинні бути більше розрахункового струму кола, що захищається у робочому режимі $I_{ном}$.

$$I_{н.а.} \geq I_{ном}$$

$$I_{н.р.} \geq I_{ном}$$

б) вставка сили струму миттєвого спрацьовування (відсічки) електромагнітного розщеплювача $I_{ср}$ приймається по миттєвому максимальному струму лінії $I_{мгн}$

$$I_{ср} \geq I_{мгн}$$

$$I_{ср} = K_{у(емр)} \cdot I_{н.р.},$$

де $I_{ном}$ – номінальний струм електроприймача, А, визначений по формулі

$$I_{ном} = \frac{D_{III}}{\sqrt{3} \cdot U_{\bar{e}} \cdot \cos \varphi \cdot \eta},$$

Миттєвий максимальний струм лінії $I_{мгн}$ визначається по формулах:

для одного електроприймача

$$I_{мгн} = 1,1 \cdot I_{пуск},$$

$$I_{пуск} = 6 \cdot I_{ном}$$

для групи електроприймачів, приєднаних до РП

$$I_{мгн.рп} = 1,25 \cdot (I_{пуск} + I_{рп} - K_B \cdot I_{ном})$$

					ДП 2023 141		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ВИБІР І ПЕРЕВІРКА ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ		
Розробив		Краєвський Б.					
Перевірив		Шестеренко					
Зав.кафедр.							
Н. Контр.							
Затвердив		Балюта С.М			Літ. Арк. Аркушів		
					55		
					ННІТІ ім. акад. І.С.Гулого, ЕЛ4-3		

для захисту ділянки (на стороні НН трансформатора)

$$I_{\text{МГН.діл}} = 1,25 \cdot (I_{\text{пуск}} + I_{\text{об}} - K_{\text{в}} \cdot I_{\text{ном}}),$$

де $I_{\text{пуск}}$ – пусковий струм найбільш потужного електроприймача;

$I_{\text{рп}}$ – максимальний розрахунковий струм лінії групи електроприймачів;

$I_{\text{об}}$ – максимальний розрахунковий струм лінії ділянки;

$K_{\text{в}}$, $I_{\text{ном}}$ – коефіцієнт використання й номінальний струм найбільш потужного електроприймача.

Магнітні пускачі і теплові реле вибирають по номінальному струму.

Умови вибору проводів і кабелів:

1) номінальний струм електроприймача ($I_{\text{ном}}$) має бути менше, ніж допустимий струм провідникового матеріалу ($I_{\text{доп}}$);

2) спад напруги не повинен перевищувати $\pm 5\%$.

Вибір блоків керування, автоматичних вимикачів, магнітних пускачів, реле теплового захисту й кабелів по допустимому нагріванню зведений у табл. 8.2.

Перевірка провідників по втраті напруги наведена в табл. 8.3.

Розрахунок втрати напруги показаний у табл. 8.1, а принципова схема розподілу втрат по ділянках на рис. 8.1.

					ДП 2023 141	Арк.
						56
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахунок втрати напруги

Розрахункові величини і формули		Номер КТП	
		КТП, 1 секція	КТП, 2 секція
Розрахунковий струм навантаження $I_{\delta} = \frac{S_{\delta}}{\sqrt{3}U_i}$, А		25,4	29,41
Номінальний струм трансформатора $I_{i0} = \frac{S_{i0}}{\sqrt{3}U_i}$, А		36,4	36,4
Коефіцієнт завантаження трансформатора $\beta = I_p/I_{HT}$		0,7	0,81
Параметри трансформатора	P_{K3} , кВт	7,3	7,3
	S_{HT} , кВА	630	630
	U_{K3} , %	5,5	5,5
Втрата напруги в трансформаторі	$U_{a\%} = 100 \frac{P_{K3}}{S_{HT}}$, %	1,35	1,35
	$U_{p\%} = \sqrt{U_{K3\%}^2 - U_{a\%}^2}$, %	5,66	5,66
	$\Delta U_{m\%} = \beta(U_{a\%} \cos \varphi + U_{p\%} \sin \varphi)$, %	1,6	1,85
Передбачувана втрата напруги в мережі	$\Delta U_{c\%} = 10 - \Delta U_{m\%}$ або $\Delta U_{c\%} = 7,5 - \Delta U_{m\%}$	8,4 або 5,9	8,15 або 5,65

Плануємо втрату напруги:

на ділянках від КТП до ЩСУ – 2,5 %;

на ділянках від ЩСУ до ЕП – 2,5%.

Сумарна планована втрата напруги – 5 %.

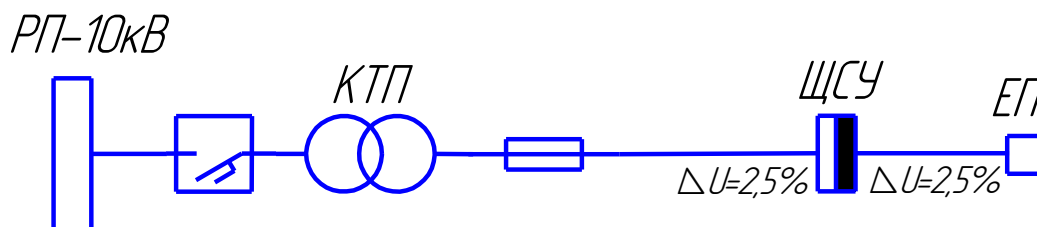


Рис. 8.1. Принципова схема розподілу втрат

Таблиця 8.2

Вибір блоків керування, автоматичних вимикачів, магнітних пускатів, реле теплового захисту
й кабелів по допустимому нагріванню

№ п/п	Номер ділянки мережі	Електроприймач				Апаратура комутації, управління і захисту									
		Найменування електроприймача, тип, номер на плані силової мережі	P _p 60 P _н , кВт	I _p 60 I _н , А	I _н 60 I _{кр} , А	Тип шафи, ящика або блока	Номинальний струм пристрою, А	Тип автоматичного вимикача	Вставка розщеплювача, А	Тип магнітного пускача	Тип теплового реле	Номинальний струм вставки теплового реле, А	Плавкий запобіжник		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	H1-1 H43-1 H51-1	A02-72-4	30	61,8	350	B5130-3874-УХЛ4	63	AE2066M-100У3-Б	80	ПМА5202-УХЛ4	РТЛ-100	65	-	-	
2	H2-1 H7-1	4A71B4У3	18,5	31,7	174	B5130-3574-УХЛ4	32	AE2056M-100У3-Б	40	ПМА3202-УХЛ4	РТЛ-100	35	-	-	
3	H3-1 H7-1	4A71B4У3	3	5,7	50	B5430-2874-УХЛ4	6	AE2026-10НУ3-Б	8	ПМЛ-1100, 0,4 В	РТЛ-100	6	-	-	
4	H11-0 H12-0	Дробометні камері	57,1	109,5	-		160	BA51-33	125	-	-	125	-	-	
5	H13-1 H15-1	AO2-71-4	22	50	327	B5130-3874-УХЛ4	63	AE2066M-100У3-Б	80	ПМЛ250-УХЛ4	РТЛ-100	65	-	-	
6	H14-1 H16-1	AO2-51-4	7,5	15	80	B5130-3274-УХЛ4	16	AE2046-10РУ3-Б	20	ПМЛ-1100, 0,4 В	РТЛ-100	16	-	-	
7	H19-0	Дробометний барабан	18,1	34,9	-		100	BA51-31	40			40	-	-	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
8	Н20-1 Н39-1 Н46-1	АО2-61-4	10	19,3	98	Б5430- 3274-УХЛ4	25	АЕ2046- 10РУЗ-Б	31,5	ПМЛ250- УХЛ4	РТЛ- 100	20	-	-
9	Н21-0	Дробомет- на камера	20,4	39,5	-		100	ВА51-31	40			40	-	-
10	Н22-1 Н29-1	АО2-51-6	5,5	9,6	51	Б5130- 3074-УХЛ4	10	АЕ2026- 10НУЗ-Б	12,5	ПМЛ-1100, 0,4 В	РТЛ- 100	10	-	-
11	Н30-0 Н38-0 Н42-0 Н44-0	Бігуниці	45,9	82,2	-		100	ВА51-31	100			100	-	-
12	Н32-0	ЕГУ	61,5	124	-		160	ВА51-33	125			125	-	-
13	Н34-0 Н35-0 Н36-0 Н37-0	Талі електричні	1,6	2,67	-		25	ВА51Г-25	3,15			3,15	-	-
14	Н40-0	Піч СНОС	44,3	67,4	-		100	ВА51-31	80			80		
15	Н41-0 Н45-1 Н49-1 Н50-1	Піч ОКБ АО2-32-4	122,3	186	-		250	ВА51-35	200			200	-	-
16	Н45-1 Н49-1 Н50-1	АО2-32-4	3	5,5	41	Б5130- 2874-УХЛ4	6	АЕ2026- 10НУЗ-Б	8	ПМЛ-1100, 0,4 В	РТЛ- 100	6	-	-
17	Н48-0	Піч ТП	35,4	58,2	-		100	ВА51-31	63			63	-	-
18	Н3ШТМ-0 Н6ШТМ-0	3ШТМ 6ШТМ	3,85	9,8	-		25	ВА51-25	12,5	-	-	12,5		

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
19	Н1ШТМ-0 Н2ШТМ-0 Н4ШТМ-0 Н5ШТМ-0 Н7ШТМ-0 Н8ШТМ-0	1ШТМ 2ШТМ 4ШТМ 5ШТМ 7ШТМ 8ШТМ	23,5	60	-		100	BA51-31	63	-	-	63		
20	Н1ЩСУ-0 Н5ЩСУ-0	1ЩСУ 5ЩСУ	17,67	30,48	-	на КТП	100	BA51-31-1	31,5	-	-	31,6		
21	Н7ЩСУ-0	7ЩСУ	197,7	402,4	-	на КТП	630	BA51-39	400	-	-	400	-	-
22	Н8ЩСУ-0	8ЩСУ	171,3	332	-	на КТП	400	BA51-37	400	-	-	400	-	-
23	Н9ЩСУ-0	9ЩСУ	122,8	224,5	-	на КТП	250	BA51-35	250	-	-	250	-	-
24	Н10ЩСУ-0	10ЩСУ	210,6	325,2	-	на КТП	400	BA51-37	400	-	-	400	-	-
25	Н2ЩСУ-0 Н3ЩСУ-0 Н4ЩСУ-0 Н6ЩСУ-0 Н11ЩСУ-0 Н12ЩСУ-0 Н13ЩСУ-0 Н14ЩСУ-0	2ЩСУ 3ЩСУ 4ЩСУ 6ЩСУ 11ЩСУ 12ЩСУ 13ЩСУ 14ЩСУ	8,25	13,01	-		25	BA51-25	16	-	-	16	-	-
26	Н1РШ	1РШ	58,36	141,98	-	на КТП	160	BA51-33	160	-	-	160	-	-
27	Н2РШ	2РШ	61,97	146,18	-	на КТП	160	BA51-33	160	-	-	160	-	-
28	Н1ЩО	Н1ЩО	12	31,57	-	на КТП	100	BA51-31	40	-	-	40	-	-
29	Н2ЩО	Н2ЩО	24	63,16	-	на КТП	100	BA51-31	80	-	-	80	-	-
30	Н3РШ	Н3РШ	27,94	49,29	-	на КТП	100	BA51-31	63	-	-	63	-	-

№ пп	Розрахунок перерізу проводів і кабелів						Прийнятий кабель		
	Струм провідника за умовою спрацювання захисту			Струм провідника за умовою нагрівання тривалим струмом					
	Струм спрацювання $I_{\Delta A}$	Коефіцієнт захисту K_{Δ}	Розрахунковий струм провідника $I_{\text{пр}} > K_{\Delta} I_{\Delta A}$	характеристика середовища і умов прокладки	поправочні коефіцієнти	Розрахунковий струм провідника	допустимий струм по нормам І.м. А	марка	переріз і кількість жил
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1	65	1	65	в коробі +30 °C, 1 кабель	0,94·1,0	70,5	75	АВВГ	4х25
2	35	1	35	в коробі +30 °C, 1 кабель	0,94·1,0	39,5	42	АВВГ	4х10
3	6	1	6	в коробі +30 °C, 1 кабель	0,94·1,0	17,8	19	АВВГ	4х2,5
4	125	1	125	в коробі +30 °C, 6 кабелів	0,94·0,85	135,8	170	АВВГ	4х95
5	65	1	65	в коробі +30 °C, 1 кабель	0,94·1,0	70,5	75	АВВГ	4х25
6	16	1	16	в коробі +30 °C, 1 кабель	0,94·1,0	17,8	19	АВВГ	4х2,5
7	40	1	40	в коробі +30 °C, 1 кабель	0,94·1,0	56,4	60	АВВГ	4х16
8	20	1	20	в коробі +30 °C, 1 кабель	0,94·1,0	25,38	27	АВВГ	4х4
9	40	1	40	в коробі +30 °C, 4 кабелі	0,94·1,0	56,4	60	АВВГ	4х16
10	10	1	10	в коробі +30 °C, 6 кабелів	0,94·0,85	15,2	19	АВВГ	4х2,5
11	100	1	100	в коробі +30 °C, 6 кабелів	0,94·0,85	111,9	140	АВВГ	4х70
12	125	1	125	в коробі +30 °C, 5 кабелів	0,94·0,85	135,8	170	АВВГ	4х95
13	3,15	1	3,15	в коробі +30 °C, 7 кабелів	0,94·0,75	13,4	19	АВВГ	4х2,5
14	80	1	80	в коробі +30 °C, 3 кабелі	0,94·1	84,6	90	АВВГ	4х35
15	200	1	200	в коробі +30 °C, 3 кабелі	0,94·1	221	235	АВВГ	4х150
16	6	1	6	в коробі +30 °C, 1 кабель	0,94·1,0	17,8	19	АВВГ	4х2,5
17	63	1	63	в коробі +30 °C, 5 кабелів	0,94·0,85	72	90	АВВГ	4х35
18	12,5	1	12,5	в коробі +30 °C, 1 кабель	0,94·1,0	17,9	19	АВВГ	4х2,5
19	63	1	63	в коробі +30 °C, 1 кабель	0,94·1,0	70,5	75	АВВГ	4х25
20	31,6	1	31,6	в коробі +30 °C, 1 кабель	0,94·1,0	39,5	42	АВВГ	4х10

Закінчення табл. 8.2

16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
21	400	1	400	в коробі +30 °C, 1 кабель	0,94·1,0	441,8	2х235	ABBГ	2(4х150)
22	400	1	400	в коробі +30 °C, 1 кабель	0,94·1,0	441,8	2х235	ABBГ	2(4х150)
23	250	1	250	в коробі +30 °C, 1 кабель	0,94·1,0	253,8	270	ABBГ	4х185
24	400	1	400	в коробі +30 °C, 1 кабель	0,94·1,0	441,8	2х235	ABBГ	2(4х150)
25	16	1	16	в коробі +30 °C, 4 кабелі	0,94·1,0	17,86	19	ABBГ	4х2,5
26	160	1	160	в коробі +30 °C, 1 кабель	0,94·1,0	160	95	ABBГ	4х95
27	160	1	160	в коробі +30 °C, 1 кабель	0,94·1,0	160	95	ABBГ	4х95
28	40	1	40	в коробі +30 °C, 1 кабель	0,94·1,0	56,4	16	ABBГ	4х16
29	80	1	80	в коробі +30 °C, 1 кабель	0,94·1,0	84,6	35	ABBГ	4х35
30	63	1	63	в коробі +30 °C, 4 кабелі	0,94·1,0	70,5	75	ABBГ	4х25

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП 2023	141	Арк.
							62

Таблиця 8.3

Перевірка кабелів по втраті напруги

№ п/п	Вихідні дані						Розрахункові коефіцієнти			Розрахункова потужність ЕП або груп ЕП		
	Номер ділянки мережі	Найменування ЕП або груп ЕП	Напруга U_n , кВ	Довжина ділянки l , км	$\cos\phi/\text{tg}\phi$	Середній індуктивний опір ділянки, X_{ep} , Ом/км	a_1	a_2	P_p , кВт	Q_p , квар	S_p , кВА	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	H1-1 H43-1 H51-1	A02-72-4	0,38	0,05	0,8/0,75	0,08	21,9	0,69	30	22,5	37,5	
2	H2-1 H7-1	4A71B4Y3	0,38	0,007	0,8/0,75	0,08	21,9	0,69	18,5	13,88	23,13	
3	H3-1 H7-1	4A71B4Y3	0,38	0,007	0,7/0,102	0,08	21,9	0,69	3	0,31	3,02	
4	H11-0 H12-0	Дробометні камери	0,38	0,045	0,79/0,77	0,08	21,9	0,69	57,06	44	72,05	
5	H13-1 H15-1	A02-71-4	0,38	0,03	0,75/0,88	0,08	21,9	0,69	22	19,36	29,31	
6	H14-1 H16-1	A02-51-4	0,38	0,03	0,8/0,75	0,08	21,9	0,69	7,5	5,63	9,38	
7	H19-0	Дробометний барабан	0,38	0,045	0,79/0,77	0,08	21,9	0,69	18,13	14,11	22,97	
8	H20-1 H39-1 H46-1	A02-61-4	0,38	0,075	0,8/0,75	0,08	21,9	0,69	10	7,5	12,5	
9	H21-0	Дробометна камера	0,38	0,05	0,79/0,79	0,08	21,9	0,69	20,4	16,08	25,98	
10	H22-1 H29-1	A02-51-6	0,38	0,065	0,75/0,88	0,08	21,9	0,69	5,5	4,84	7,33	

Зм.

Арк.

№ докум.

Підпис

Дата

ДП 2023

141

Арк.

63

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
11	Н30-0 Н38-0 Н42-0 Н44-0	Бігунці	0,38	0,025	0,84/0,62	0,08	21,9	0,69	45,91	28,59	54,08
12	Н32-0	ЕГУ	0,38	0,06	0,76/0,86	0,08	21,9	0,69	61,5	53,14	81,28
13	Н34-0 Н35-0 Н36-0 Н37-0	Талі електричні	0,38	0,07	0,92/0,45	0,08	21,9	0,69	1,6	0,72	1,75
14	Н40-0	Піч СНОС	0,38	0,05	0,99/0,05	0,08	21,9	0,69	44,3	2,06	44,35
15	Н41-0	Піч ОКБ	0,38	0,05	0,99/0,02	0,08	21,9	0,69	122,3	2,06	122,32
16	Н45-1 Н49-1 Н50-1	АО2-32-4	0,38	0,05	0,8/0,75	0,08	21,9	0,69	3	2,25	3,75
17	Н48-0	Піч ТП	0,38	0,05	0,93/0,41	0,08	21,9	0,69	35,42	14,5	38,27
18	Н3ШТМ-0 Н6ШТМ-0	3ШТМ 6ШТМ	0,38	0,04	0,6/1,33	0,08	21,9	0,69	3,85	5,12	6,41
19	Н1ШТМ-0 Н2ШТМ-0 Н4ШТМ-0 Н5ШТМ-0 Н7ШТМ-0 Н8ШТМ-0	1ШТМ 2ШТМ 4ШТМ 5ШТМ 7ШТМ 8ШТМ	0,38	0,05	0,6/1,33	0,08	21,9	0,69	23,5	31,26	39,11
20	Н1ЩСУ-0 Н5ЩСУ-0	1ЩСУ 5ЩСУ	0,38	0,2	0,8/0,75	0,08	21,9	0,69	20,14	9,5	20,06
21	Н7ЩСУ-0	7ЩСУ	0,38	0,15	0,78/0,81	0,08	21,9	0,69	12,2	175,19	264,17
22	Н8ЩСУ-0	8ЩСУ	0,38	0,03	0,79/0,77	0,08	21,9	0,69	41,47	135,64	218,49

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
23	H9ЩСУ-0	9ЩСУ	0,38	0,15	0,83/0,67	0,06	21,9	0,69	132,6	82,19	147,79
24	H10ЩСУ-0	10ЩСУ	0,38	0,03	0,98/0,18	0,06	21,9	0,69	95,3	37,9	214,02
25	H2ЩСУ-0	2ЩСУ	0,38	0,12	0,8/0,75	0,06	21,9	0,69	8,25	2,27	8,56
	H3ЩСУ-0	3ЩСУ									
	H4ЩСУ-0	4ЩСУ									
	H6ЩСУ-0	6ЩСУ									
	H11ЩСУ-0	11ЩСУ									
26	H12ЩСУ-0	12ЩСУ	0,38	0,15	0,6/1,33	0,06	21,9	0,69	58,36	72,99	93,45
	H13ЩСУ-0	13ЩСУ									
	H14ЩСУ-0	14ЩСУ									
	H1РЩ	1РЩ									
27	H2РЩ	2РЩ	0,38	0,02	0,6/1,33	0,06	21,9	0,69	61,97	73,6	96,21
28	H1ЩО	H1ЩО	0,38	0,2	1/0	0,06	21,9	0,69	12	0	12
29	H2ЩО	H2ЩО	0,38	0,05	1/0	0,06	21,9	0,69	24	0	24
30	H3РЩ	H3РЩ	0,38	0,01	0,8/0,75	0,06	21,9	0,69	27,94	16,48	32,44

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------

№ п/п	Розрахунковий струм I_p , А	Моменти навантаження		Втрати напруги на ділянці мережі			Розрахункове значення		Перевірка перерізу			Прийнятий кабель		
		активні $M_a=\sum P_i$, кВт·км	реактивні $M_p=\sum Q_i$, квар·км	план ΔU_c , %	$a_2 X_{op} M_p$, %	активна ΔU_a , %	S_{min} , мм ²	$S_{каб}$, мм ²	$\Delta U_{a.ф.}$, %	$\Delta U_{a.ф.} < \Delta U_c$	марка	кількість і переріз жил		
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	
1	30	1,5	1,13	2,5	0,0468	2,45	13,41	25	1,31	1,36	<	2,5	АВВГ	4x25
2	18,5	0,13	0,1	2,5	0,0041	2,5	1,14	10	0,28	0,28	<	2,5	АВВГ	4x10
3	3	0,02	0	2,5	0	2,5	0,18	2,5	0,18	0,18	<	2,5	АВВГ	4x2,5
4	57,1	2,57	1,98	2,5	0,082	2,42	23,26	95	0,59	0,67	<	2,5	АВВГ	4x95
5	22	0,66	0,58	2,5	0,024	2,48	5,83	25	0,58	0,6	<	2,5	АВВГ	4x25
6	7,5	0,23	0,17	2,5	0,007	2,49	2,02	2,5	2,01	2,02	<	2,5	АВВГ	4x2,5
7	18,1	0,82	0,63	2,5	0,0261	2,47	7,27	16	1,12	1,15	<	2,5	АВВГ	4x160
8	10	0,75	0,56	2,5	0,0232	2,48	6,62	35	0,47	0,49	<	2,5	АВВГ	4x35
9	20,4	1,02	0,8	2,5	0,0331	2,47	9,04	16	1,4	1,43	<	2,5	АВВГ	4x16
10	5,5	0,12	0,12	2,5	0,005	2,5	1,05	2,5	1,05	1,06	<	2,5	АВВГ	4x2,5
11	45,9	2,98	1,86	2,5	0,077	2,42	26,97	70	0,93	1,01	<	2,5	АВВГ	4x70
12	61,5	3,69	3,19	2,5	0,1321	2,37	34,1	300	0,27	0,4	<	2,5	АВВГ	2(4x150)
13	1,6	0,11	0,05	2,5	0,0021	2,5	0,96	2,5	0,96	0,96	<	2,5	АВВГ	4x2,5
14	44,3	2,22	0,1	2,5	0,0041	2,5	19,45	35	1,39	1,39	<	2,5	АВВГ	4x25
15	122,3	6,12	0,1	2,5	0,0041	2,5	53,61	150	0,89	0,89	<	2,5	АВВГ	4x150
16	3	0,12	0,09	2,5	0,0037	2,5	1,05	2,5	1,05	1,05	<	2,5	АВВГ	4x2,5
17	35,4	1,42	0,58	2,5	0,024	2,48	12,54	35	0,89	0,91	<	2,5	АВВГ	4x35
18	3,85	0,15	0,2	2,5	0,0083	2,49	1,32	2,5	1,31	1,32	<	2,5	АВВГ	4x2,5
19	23,5	1,18	1,56	2,5	0,0646	2,44	10,59	25	1,03	1,09	<	2,5	АВВГ	4x25
20	17,67	4,03	1,9	2,5	0,0787	2,42	36,47	50	1,77	1,85	<	2,5	АВВГ	4x50
21	197,7	1,83	26,28	2,5	1,088	1,41	28,42	600	0,07	1,16	<	2,5	АВВГ	4(4x150)
22	171,3	1,24	4,07	2,5	0,1685	2,33	11,65	300	0,09	0,26	<	2,5	АВВГ	2(4x150)

Закінчення табл. 8.3

13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
23	122,8	19,89	12,33	2,5	0,5105	1,99	218,9	240	1,81	2,32	<	2,5	2(4x120)
24	210,6	2,86	1,14	2,5	0,0472	2,45	25,56	300	0,21	0,26	<	2,5	2(4x150)
25	8,25	0,99	0,27	2,5	0,0112	2,49	8,71	10	2,17	2,18	<	2,5	4x10
26	58,36	8,75	10,95	2,5	0,4533	2,05	93,48	95	2,02	2,47	<	2,5	4x95
27	61,97	1,24	1,47	2,5	0,0609	2,44	11,13	95	0,29	0,35	<	2,5	4x95
28	12	2,4	0	2,5	0	2,5	21,02	25	2,1	2,1	<	2,5	4x25
29	24	1,2	0	2,5	0	2,5	10,51	35	0,75	0,75	<	2,5	4x35
30	49,29	0,28	0,16	2,5	0,0066	2,49	2,46	25	0,25	0,26	<	2,5	4x25

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП 2023

141

Арк.

67

9. РОЗРАХУНОК НИЗЬКОВОЛЬТНИХ СТРУМІВ КОРОТКОГО ЗАМИКАННЯ

Розрахункова схема наведена на рис. 9.1.

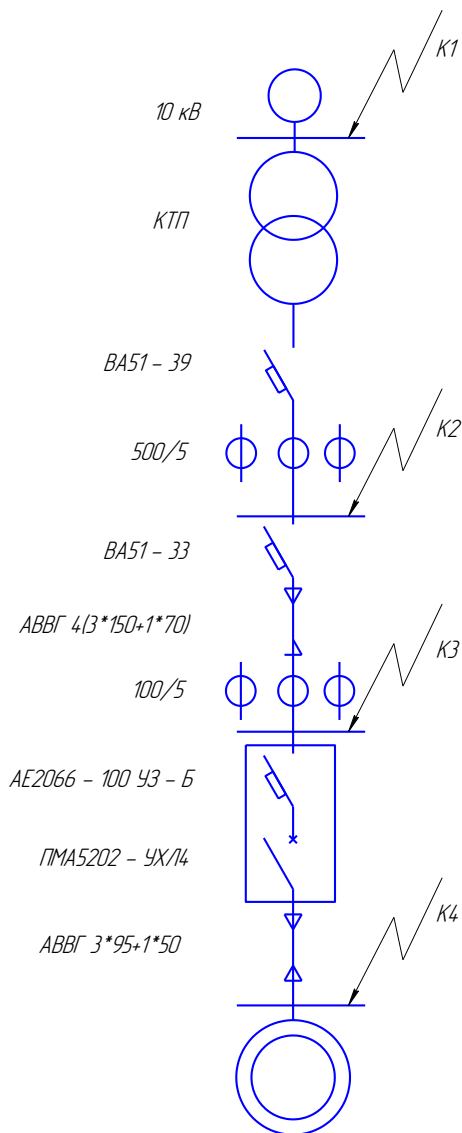


Рис. 9.1. Розрахункова схема для розрахунку КЗ НН

					ДП 2023 141							
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	РОЗРАХУНОК НИЗЬКОВОЛЬТНИХ СТРУМІВ КЗ			Літ.	Арк.	Аркушів		
Розробив	Краєвський Б.									68		
Перевірів	Шестеренко											
Зав.кафедр.												
Н. Контр.												
Затвердив	Балюта С.М							ННІТІ ім. акад. І.С.Гулого, ЕЛ4-3				

Розрахунок струму КЗ для точки К2:

Система забезпечує на стороні 10 кВ трансформатора потужність короткого замикання $S_{\dot{e}_{\zeta}, \max} = 144,58$ МВА; $S_{\dot{e}_{\zeta}, \min} = 113,58$ МВА.

Розрахунок параметрів схеми заміщення

Опір системи (X_0):

$$\tilde{o}_0 = \frac{U_{\tilde{n}\tilde{o},\tilde{i}\tilde{i}}^2}{\sqrt{3} \cdot I_{\dot{e}_{\zeta},\tilde{a}\tilde{i}} \cdot U_{\tilde{n}\tilde{o},\tilde{i}\tilde{i}}} = \frac{U_{\tilde{n}\tilde{o},\tilde{i}\tilde{i}}^2}{S_{\dot{e}_{\zeta}}} \cdot 10^3$$

$$\tilde{o}_{0\max} = \frac{0,4^2}{144,58} \cdot 10^3 = 1,11 \text{ } \hat{\Omega}$$

$$\tilde{o}_{0\min} = \frac{0,4^2}{113,85} \cdot 10^3 = 1,405 \text{ } \hat{\Omega}$$

Активний і індуктивний опір трансформатора:

$$r_{\dot{o}} = \frac{P_{\dot{e}_{\zeta}} \cdot U_{\tilde{i}\tilde{i},\tilde{i}}^2}{S_{\dot{o},\tilde{i}}^2} \cdot 10^6 = \frac{7,3 \cdot 0,4^2}{630^2} \cdot 10^6 = 1,11 \text{ мОм};$$

$$x_{\dot{o}} = \sqrt{U_{\dot{e}_{\zeta}}^2 - \left(\frac{100 \cdot D_{\dot{e}_{\zeta}}}{S_{\dot{o},\tilde{i}}} \right)^2} \cdot \frac{U_{\tilde{i}\tilde{i},\tilde{i}}^2}{S_{\dot{o},\tilde{i}}^2} \cdot 10^4 = \sqrt{5,5^2 - \left(\frac{100 \cdot 7,3}{630} \right)^2} \cdot \frac{0,4^2}{630} \cdot 10^4 = 1,405, \text{ мОм}$$

Опори вимикача трансформатора струму й з'єднання:

$$x_{QF1} = 0,13; r_{QF1} = 0,41; r_{\dot{e}_1} = 0,25; x_{\dot{o}\tilde{a}} = 0,02; r_{\dot{o}\tilde{a}} = 0,02 \text{ мОм}$$

Розрахунок струмів трифазного КЗ

Результуючі опори прямої послідовності:

$$r_{1\Sigma} = r_{\dot{o}} + r_{1\dot{o}\tilde{a}} + r_{QF1} + r_{\dot{e}_1} = 1,11 + 0,02 + 0,41 + 0,25 = 4,11 \text{ } \hat{\Omega};$$

$$X_{1\Sigma \max} = X_{c, \max} + X_{1\dot{o}} + X_{1\dot{o}\tilde{a}} + X_{1QF1} = 1,11 + 1,405 + 0,02 + 0,13 = 12,6 \text{ } \hat{\Omega};$$

$$X_{1\Sigma \min} = X_{c, \min} + X_{1\dot{o}} + X_{1\dot{o}\tilde{a}} + X_{1QF1} = 1,11 + 1,405 + 0,02 + 0,13 = 12,455 \text{ } \hat{\Omega};$$

$$Z_{\dot{e}_{\zeta}, \max}^{(3)} = \sqrt{r_{1\Sigma}^2 + X_{1\Sigma \max}^2} = \sqrt{4,11^2 + 12,6^2} = 13,116 \text{ мОм}$$

$$Z_{\dot{e}_{\zeta}, \min}^{(3)} = \sqrt{r_{1\Sigma}^2 + X_{1\Sigma \min}^2} = \sqrt{4,11^2 + 12,455^2} = 12,836 \text{ мОм}$$

Металеве трифазне КЗ

Струми:

$$I_{\tilde{i}0\tilde{i}, \min}^{(3)} = \frac{U_{\tilde{n}\tilde{o},\tilde{i}\tilde{i}}}{\sqrt{3} Z_{\dot{e}_{\zeta}, \max}^{(3)}} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 13,116} = 17,608 \text{ кА}$$

					ДП 2023 141	Арк. 69
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$I_{i0i \cdot \max}^{(3)} = \frac{U_{\tilde{n}\tilde{o},i\tilde{i}}}{\sqrt{3}Z_{\tilde{e}\tilde{c},\min}^{(3)}} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 12,836} = 17,992 \text{ кА}$$

Кут зсуву по фазі напруги або ЕРС джерела й періодичної складової струму КЗ

$$\varphi_{\tilde{e}} = \arctg \frac{x_{1\Sigma \min}}{r_{1\Sigma}} = \arctg \frac{12,455}{4,11} = 1,252 \text{ рад};$$

Час появи ударного струму:

$$t_{\tilde{o}\tilde{a}} = 0,01 \frac{\frac{\pi}{2} + \varphi_{\tilde{e}}}{\pi} = 0,01 \frac{\frac{\pi}{2} + 1,252}{\pi} = 0,009 \text{ с}$$

Постійна часу загасання аперіодичної складової струму КЗ:

$$T_a = \frac{x_{1\Sigma \min}}{\omega r_{1\Sigma}} = \frac{12,455}{314 \cdot 4,11} = 0,0097.$$

Ударний коефіцієнт

$$k_{\tilde{o}\tilde{a}} = 1 + \sin \varphi_{\tilde{e}} e^{-\frac{t_{\tilde{o}\tilde{a}}}{T_a}} = 1 + \sin 1,252 e^{-\frac{0,009}{0,0097}} = 1,478$$

Максимальний ударний струм металевого трифазного КЗ

$$i_{\tilde{o}\tilde{a},i \cdot \max}^{(3)} = \sqrt{2} I_{i0i \cdot \max}^{(3)} k_{\tilde{o}\tilde{a}} = \sqrt{2} \cdot 17,992 \cdot 1,478 = 37,61 \text{ кА}$$

Розрахунок дугового струму трифазного КЗ

Поправочні коефіцієнти для струму дугового КЗ:

$$\begin{aligned} \hat{e}_{\tilde{n},\tilde{i}\tilde{i}\tilde{z}} &= 0,6 - 0,0025 Z_{\tilde{e}\tilde{c},\min}^{(3)} + 0,114 \sqrt{Z_{\tilde{e}\tilde{c},\min}^{(3)}} - 0,13 \sqrt[3]{Z_{\tilde{e}\tilde{c},\min}^{(3)}} = \\ &= 0,6 - 0,0025 \cdot 12,836 + 0,114 \sqrt{12,836} - 0,13 \sqrt[3]{12,836} = 0,672 \\ \hat{e}_{\tilde{n},\tilde{o}\tilde{n}\tilde{o}} &= 0,55 - 0,002 Z_{\tilde{e}\tilde{c},\min}^{(3)} + 0,1 \sqrt{Z_{\tilde{e}\tilde{c},\min}^{(3)}} - 0,12 \sqrt[3]{Z_{\tilde{e}\tilde{c},\min}^{(3)}} = \\ &= 0,55 - 0,002 \cdot 12,836 + 0,1 \sqrt{12,836} - 0,12 \sqrt[3]{12,836} = 0,602 \end{aligned}$$

Періодична складова дугового максимального трифазного струму КЗ:

$$I_{i \cdot \tilde{o}\tilde{o}\tilde{a}\tilde{i}\tilde{a}\tilde{z} \cdot \max}^{(3)} = I_{i0i \cdot \max}^{(3)} k_{\tilde{n},\tilde{i}\tilde{i}\tilde{z}} = 17,992 \cdot 0,672 = 12,09 \text{ кА};$$

$$I_{i \cdot \tilde{o}\tilde{o}\tilde{a}\tilde{o}\tilde{n}\tilde{o} \cdot \max}^{(3)} = I_{i0i \cdot \max}^{(3)} k_{\tilde{n},\tilde{o}\tilde{n}\tilde{o}} = 17,992 \cdot 0,588 = 10,83 \text{ кА}.$$

Розрахунок струмів однофазного КЗ

Результуючі опори нульової послідовності:

$$\begin{aligned} r_{0\Sigma} &= r_{\tilde{o}} + r_{0\tilde{o}\tilde{a}} + r_{QF1} + r_{\tilde{E}1} = 1,11 + 0,02 + 0,41 + 0,25 = 4,11 \text{ } \hat{\Omega}; \\ x_{0\Sigma} &= x_{1\tilde{o}} + x_{1\tilde{o}\tilde{a}} + x_{1QF1} = 1,11 + 1,405 + 0,02 + 0,13 = 11,49 \text{ } \hat{\Omega}; \end{aligned}$$

					ДП 2023 141	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		70

Повний опір ланцюга при однофазному короткому замиканні:

$$Z_{\hat{e}_{\zeta}, \max}^{(1)} = \frac{1}{3} \sqrt{(2r_{1\Sigma} + r_{0\Sigma})^2 + (2x_{1\Sigma \max} + x_{0\Sigma})^2} = 12,49 \text{ МОм}$$

Мінімальний струм металевого КЗ:

$$I_{\hat{i} 0 \hat{i}, \min}^{(1)} = \frac{U_{\hat{n} \hat{\delta}, \hat{i} \hat{i}}}{\sqrt{3} Z_{\hat{e}_{\zeta}, \max}^{(1)}} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 12,49} = 18,49 \text{ кА}$$

Поправочні коефіцієнти для струму дугового КЗ:

$$\begin{aligned} \hat{e}_{\hat{n}, \hat{i} \hat{i} \hat{\div}} &= 0,6 - 0,0025 \cdot 12,49 + 0,114 \sqrt{12,49} - 0,1312,49 = 0,67 \\ \hat{e}_{\hat{n}, \hat{o} \hat{n} \hat{\delta}} &= 0,55 - 0,002 \cdot 12,49 + 0,1 \sqrt{12,49} - 0,12 \sqrt[3]{12,49} = 0,6 \end{aligned}$$

Дугові струми:

$$\begin{aligned} I_{\hat{i}, \hat{\delta} \hat{o} \hat{\delta} \hat{i} \hat{i} \hat{\div}, \min}^{(1)} &= I_{\hat{i} 0 \hat{i}, \min}^{(1)} k_{\hat{n}, \hat{i} \hat{\delta} \hat{\div}} = 18,49 \cdot 0,67 = 12,39 \text{ кА}; \\ I_{\hat{i}, \hat{\delta} \hat{o} \hat{\delta} \hat{o} \hat{n} \hat{\delta}, \min}^{(1)} &= I_{\hat{i} 0 \hat{i}, \min}^{(1)} k_{\hat{n}, \hat{o} \hat{n} \hat{\delta}} = 18,49 \cdot 0,6 = 11,09, \text{ кА.} \end{aligned}$$

Розрахунки для інших точок зроблені аналогічно й розрахунки зведені в табл. 9.1.

Схеми заміщення для розрахунків струмів низьковольтних струмів КЗ наведені на рис. 9.2.

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

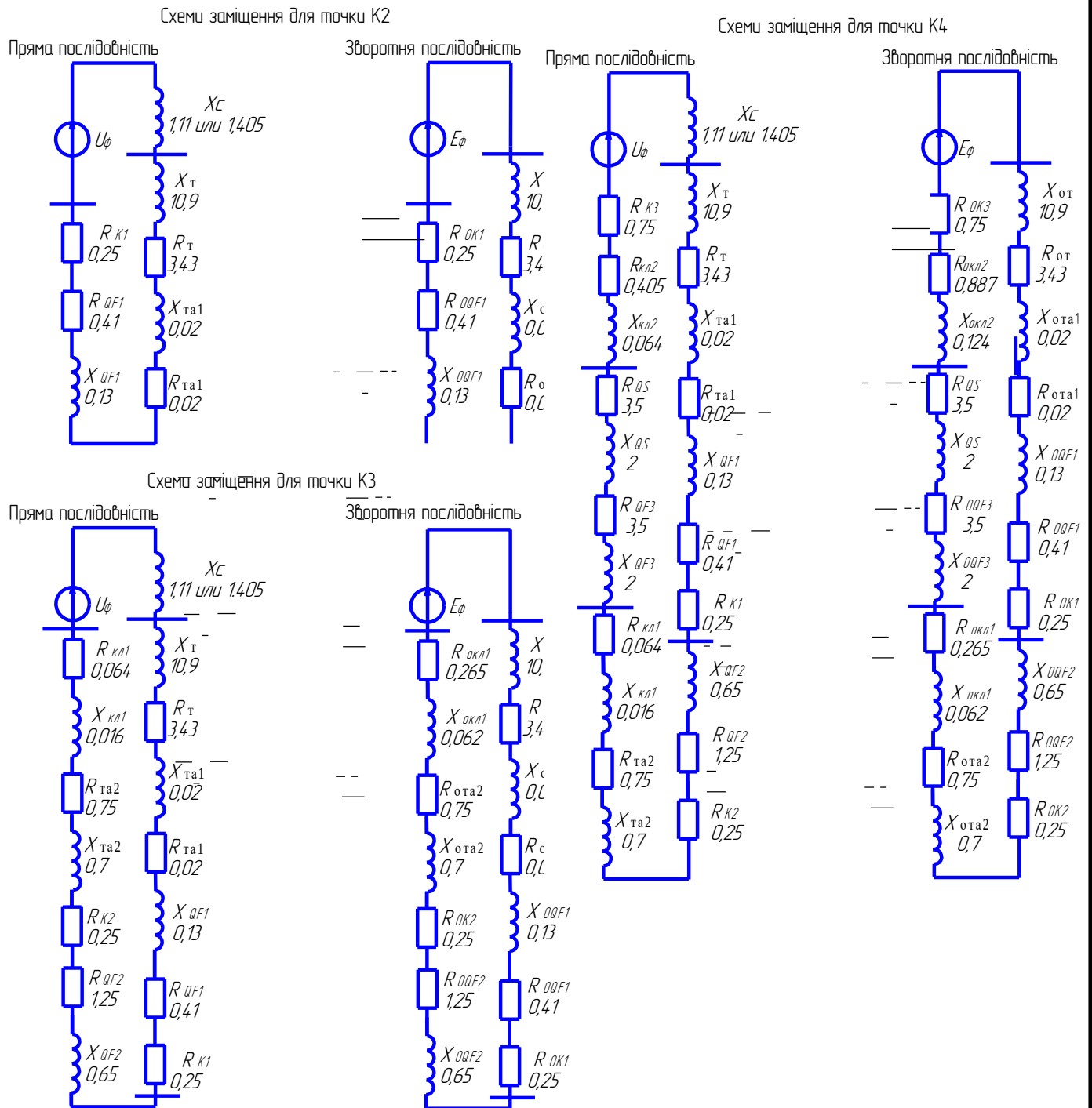


Рис. 9.2. Схеми заміщення для розрахунків низковольтних струмів КЗ

Таблиця 9.1

Розрахунок низьковольтних струмів КЗ

1	№ точки КЗ	Результуючі опори до точки КЗ, мОм							$I^{(3)}_{\text{ПОМ MAX, кА}}$	$I^{(3)}_{\text{ПОМ MIN, кА}}$	фк, рад	$t_{\text{уд, с}}$
		$X_{1\Sigma \text{ MAX}}$	$X_{1\Sigma \text{ MIN}}$	$X_{0\Sigma}$	$R_{1\Sigma}$	$R_{0\Sigma}$	$Z^{(3)}_{\text{КЗ MIN}}$	$Z^{(3)}_{\text{КЗ MAX}}$				
2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
3	K ₂	12,16	12,455	11,05	4,11	4,11	12,836	13,116	17,992	17,608	1,252	0,009
4	K ₃	13,526	13,821	12,462	6,424	6,625	14,974	15,241	15,423	15,153	1,136	0,0086
5	K ₄	17,59	17,885	16,586	14,379	15,262	22,719	22,948	10,165	10,064	0,894	0,0078

Продовження табл. 9.1

1	T _a	k _{уд}	$i^{(3)}_{\text{УД MAX}}$	K _{СПОЧ}	K _{СУСТ}	$I^{(3)}_{\text{ПДУТ ПОЧ MAX, кА}}$	$I^{(3)}_{\text{ПДУТ УСТ MAX, кА}}$	$Z^{(1)}_{\text{КЗ MAX, мОм.}}$	$I^{(1)}_{\text{ПОМ MIN, кА}}$	K _{СПОЧ}	K _{СУСТ}	$I^{(1)}_{\text{ПДУТ ПОЧ MIN, кА}}$	$I^{(1)}_{\text{ПДУТ УСТ MIN, кА}}$
2	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
3	0,0097	1,478	37,61	0,672	0,602	12,09	10,83	12,49	18,49	0,67	0,6	12,39	11,09
4	0,0069	1,323	28,86	0,683	0,611	10,53	9,42	14,68	15,73	0,682	0,61	10,73	9,6
5	0,004	1,129	16,23	0,718	0,641	7,3	6,52	22,65	10,2	0,718	0,641	7,32	6,54

10. РОЗРАХУНОК І ВИБІР ПАРАМЕТРІВ ТРОЛЕЙНИХ ЛІНІЙ І ЕЛЕКТРОАПАРАТУРИ КРАНІВ

У цеху встановлені 6 мостових кранів вантажопідйомністю 15/3 тон і 2 настінних крани 3 тони. Потужність двигунів:

Крани $Q = 15/3$ т: пересування моста – 2 двигуни по 11 кВт; пересування візка – 3,5 кВт; підйому вантажу (головний/допоміжний) – 30/11 кВт;

Крани $Q = 3$ т: пересування моста – 2 двигуни по 3 кВт; пересування каретки – 0,4 кВт; підйому вантажу – 4,5 кВт.

Розрахунок електричних навантажень для вибору тролейних ліній виконуємо методом коефіцієнта використання й максимуму навантаження.

Розрахунок кранів $Q=15/3$ т

Знаходимо при числі електроспоживачів у групі $n > 3$ і

$$m = \frac{P_{i.\dot{a}}}{P_{i.\dot{n}}} = \frac{30}{3,5} = 8,57, \text{ тобто } m > 3,$$

а також при

$$n_{\dot{a}} = \frac{2 \cdot \Sigma P_i}{P_{i.\dot{a}}} = \frac{2 \cdot (2 \cdot 11 + 3,5 + 30 + 11)}{30} = 4,43, \text{ тобто } n_e < 5, \text{ приймаємо } n_e = 4.$$

Коефіцієнт використання для кранів $K_v = 0,15$, знаходимо $K_p = 2,35$. Середнє навантаження за найбільш завантажену зміну:

$$P_{\dot{n}i} = \hat{E}_{\dot{a}} \Sigma P_i = 0,15 \cdot 66,5 = 10 \text{ кВт.}$$

Розрахункові навантаження складуть $P_p = K_p \cdot P_{cm} = 2,35 \cdot 10 = 23,5$ кВт.

Розрахунковий струм

$$I_p = \frac{P_p}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \eta \cdot \cos \varphi} = \frac{23,5 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,85 \cdot 0,7} = 60 \text{ А.}$$

					ДП 2023 141		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розробив		Краєвський Б.			РОЗРАХУНОК І ВИБІР ПАРАМЕТРІВ ТРОЛЕЙНИХ ЛІНІЙ		
Перевірів		Шестеренко					
Зав.кафедр.							
Н. Контр.							
Затвердив		Балюта С.М					
						Літ.	Арк.
							74
						ННІТІ ім. акад. І.С.Гулого, ЕЛ4-3	

Піковий струм

$$I_i = I_{i,ia} \cdot \hat{E}_i + (I_p - \hat{E}_a \cdot I_{i,ia}) = 76,6 \cdot 5,5 + (60 - 0,15 \cdot 76,6) = 372,8 \text{ А},$$

де
$$I_{i,ia} = \frac{30 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,85 \cdot 0,7} = 76,6 \text{ А}.$$

Для розрахункового струму 60 А

В 1-му відділенні цеху для трьох кранів приймаємо до установки стандартний куток 40х40х4 із допустимим струмом 250 А. Тоді втрата напруги в тролейній лінії складе:

$$\Delta U_{\delta} = \frac{\Delta e \cdot I_i \cdot L}{10000} = \frac{8,7 \cdot 372,8 \cdot 57}{10000} = 18,5 \text{ В, або}$$

$$\Delta U_{\delta} \% = \frac{\Delta U_{\delta} \cdot 100}{U_i} = \frac{18,5 \cdot 100}{380} = 4,87 \%, \text{ що менше допустимої втрати напруги в}$$

тролеях, рівній 5 %.

В 2-му відділенні цеху для 3 кранів приймаємо до установки сталевий куток 50х50х5, тоді втрата напруги:

$$\Delta U_{\delta} = \frac{7,0 \cdot 372,8 \cdot 140}{10000} = 36,5 \text{ В, або}$$

$$\Delta U_{\delta} \% = \frac{\Delta U_{\delta} \cdot 100}{U_i} = \frac{36,5 \cdot 100}{380} = 9,6\%, \text{ що менше допустимої втрати напруги в}$$

тролеях, рівній 10 %.

Розрахунок кранів Q=3 т

Знаходимо при числі електроспоживачів у групі $n > 3$ і

$$m = \frac{P_{i,ia}}{P_{i,ii}} = \frac{4,5}{0,4} = 11,25, \text{ тобто } m > 3,$$

а також при

$$n_a = \frac{2 \cdot \Sigma P_i}{P_{i,ia}} = \frac{2 \cdot (2 \cdot 3 + 4,5 + 0,4)}{4,5} = 4,83, \text{ тобто } n_e > 5, \text{ приймаємо } n_e = 4.$$

Коефіцієнт використання для кранів $K_B=0,15$, знаходимо $K_p=2,35$. Середнє навантаження за найбільш завантажену зміну:

$$P_{ni} = \hat{E}_a \Sigma P_i = 0,15 \cdot 10,9 = 1,64 \text{ кВт}.$$

					ДП 2023 141	Арк.
						75
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Розрахункові навантаження складуть $P_p = K_p \cdot P_{cm} = 2,35 \cdot 1,64 = 3,85$ кВт.

Розрахунковий струм

$$I_p = \frac{P_p}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \eta \cdot \cos \varphi} = \frac{3,85 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,85 \cdot 0,7} = 9,8 \text{ А.}$$

Піковий струм

$$I_i = I_{i,ia} \cdot \hat{E}_i + (I_p - \hat{E}_a \cdot I_{i,ia}) = 11,5 \cdot 5,3 + (9,8 - 0,15 \cdot 11,5) = 69 \text{ А,}$$

де
$$I_{i,ia} = \frac{4,5 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,85 \cdot 0,7} = 11,5 \text{ А.}$$

Для розрахункового струму 9,8 А приймаємо до установки стандартний куток 25х25х3 із допустимим струмом 150 А. Тоді втрата напруги в тролейній лінії складе:

$$\Delta U_{\delta} = \frac{\Delta e \cdot I_i \cdot L}{10000} = \frac{9,5 \cdot 69 \cdot 60}{10000} = 3,9 \text{ В, або}$$

$$\Delta U_{\delta} \% = \frac{\Delta U_{\delta} \cdot 100}{U_i} = \frac{3,9 \cdot 100}{380} = 17\%, \text{ що менше допустимої втрати напруги в}$$

тролеях, рівній 5 %.

					ДП 2023 141	Арк.
						76
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

11. ПЕРЕВІРКА ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ ЗА УМОВОЮ УСПІШНОГО ЗАПУСКУ ПОТУЖНИХ ДВИГУНІВ

На рис. 11.1 показана розрахункова схема можливості прямого пуску електродвигуна.

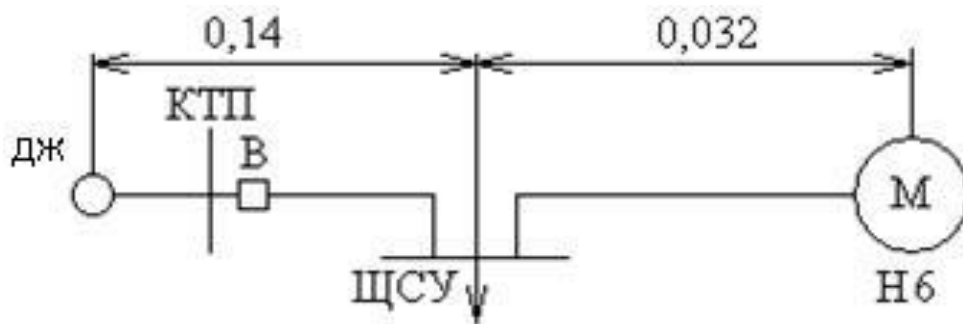


*Рис. 11.1. Розрахункова схема для розрахунку
можливості прямого пуску двигуна*

Розрахунок та умови можливості успішного пуску двигуна приводу обертання бігунця наведений у табл. 11.1.

					ДП 2023 141		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розробив		Краєвський Б.			ПЕРЕВІРКА ЕЛЕКТРИЧНИХ МЕРЕЖ		
Перевірів		Шестеренко					
Зав.кафедр.							
Н. Контр.							
Затвердив		Балюта С.М					
						Літ.	Арк.
							77
						Аркушів	
						ННІТІ ім. акад. І.С.Гулого, ЕЛ4-3	

Таблиця 11.1

Розрахунок прямого пуску електродвигуна

Найменування розрахункових величин		Одиниці вимірювання	Розрахункова формула або джерело довідникової інформації	Номер ЕП за планом та його числові значення
1. Вихідні дані				
1.1. Потужність силового трансформатора джерела		кВА		630
1.2. Ділянка мережі НЩСУ8	довжина	м	L_{K1}	30
	марка кабеля переріз жил	мм ²		АВВГ 2х(4х150)
1.3. Ділянка мережі Н4401	довжина	м	L_{K2}	25
	марка кабеля переріз жил	мм ²		АВВГ 4х70
1.4. Приводний механізм				Привод обертання бігунця
1.5. Тип електродвигуна				4А250М6
1.6. Частота обертання		об/хв		1000
1.7. Пусковий струм		А	I_{Π}	670
1.8. Коефіцієнт потужності при пуску			$\cos \varphi_{\Pi}$	0,31
2. Опір кола двигуна				
2.1. Трансформатор КТП		Ом	R_T	0,0031
		мОм	X_T	0,0136
2.2. Ділянка мережі Н8ЩСУ	питомий	Ом/км	R_{0K1}	0,105
	ділянки	Ом/км	X_{0K1}	0,03
		Ом	$R_{K1} = R_{0K1} \cdot L_{K1}$	0,00315
		Ом	$X_{K1} = X_{0K1} \cdot L_{K1}$	0,0009
2.3. Ділянка мережі Н4401	питомий	Ом/км	R_{0K2}	0,46
	ділянки	Ом/км	X_{0K2}	0,06
		Ом	$R_{K2} = R_{0K2} \cdot L_{K2}$	0,0115
		Ом	$X_{K2} = X_{0K2} \cdot L_{K2}$	0,0015
2.4. Сумарний опір	активний	Ом	$R_M = R_T + R_{K1} + R_{K2}$	0,018
	індуктивний	Ом	$X_M = X_T + X_{K1} + X_{K2}$	0,016
3. Розрахунок величини коливання напруги при пуску двигуна М				
3.1. Втрати напруги до шин ЩСУ1 у елементах мережі	в трансформаторі	%	$\Delta U_T \%$	1,85
	в кабелі Н8ЩСУ	%	$\Delta U_{НЩСУ8} \%$	0,55
	сумарна	%	$\Delta U_T \% + \Delta U_{НЩСУ} \%$	2,4
3.2. відносна напруга на шинах ЩСУ1		відн.од.	$U_{*НЩСУ} = 1,05 - 0,0535$	0,9919
3.3. Розрахункова величина A_M		Ом/В	$A_M = \frac{\sqrt{3}(R_M \cos \varphi_{\Pi} + X_M \sin \varphi_{\Pi})}{U_H}$	$4,38 \cdot 10^{-5}$
3.4. Відносна напруга на зажимах двигуна М при пуску		відн.од.	$U'_{*i} = \frac{U_{*НЩСУ}}{1 + A_i I_i}$	0,964
4. Перевірка успішності запуску двигуна М				
4.1. Кратність пускового моменту	двигуна	відн.од.	m_{Π}	1,2
	механізму	відн.од.	$m_{\Pi, мех}$	0,6
4.2. Умова успішного запуску двигуна М		відн.од.	$U'^2_{*i} \cdot m_i \geq 1,1 \cdot m_{i, AO}$	$1,115 > 0,66$ виконується

12. РОЗРАХУНОК МАКСИМАЛЬНОГО СТРУМОВОГО ЗАХИСТУ І СТРУМОВОЇ ВІДСІЧКИ

Максимальний струмовий захист (МСЗ) організовується за допомогою датчиків струму (трансформаторів струму, струмових реле, електронних), пристрою відліку часу (реле часу). Сучасні електронні реле та мікропроцесорні термінали можуть суміщувати різні функції в одному пристрої.

Робота МСЗ виглядає наступним чином:

- перевищення струмом в електричному ланцюзі струму уставки захисту;
- спрацювання струмового органу – початок відліку часу;
- закінчення відліку часу – видача команди на відключення комутаційного апарату.

Як і у будь-якого захисту у МСЗ визначена зона дії. Вона починається від датчика струму.

Струмова відсічка (ВС) – захист, який відстроєний від зовнішніх струмів короткого замикання є першим ступенем захисту і працює, звичайно, без витримки часу. Принципова відмінність струмової відсічки від максимального струмового захисту полягає у тому, що його відстроюють не від робочих струмів, а від струмів короткого замикання при зовнішньому КЗ. Для забезпечення селективності, ВС відстроюється від струму короткого замикання наприкінці лінії (КЗ за трансформатором). За принципом дії струмова відсічка використовує зменшення величини струму при віддаленні точки к. з. від джерела живлення.

Таким чином, захист лінії виконується двохступінчастим: максимальний струмовий захист і струмова відсічка.

Розрахунок максимального струмового захисту і струмової відсічки приведений в табл. 12.1.

					ДП 2023 141		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	РОЗРАХУНОК МАКСИМАЛЬНОГО СТРУМОВОГО ЗАХИСТУ		
Розробив		<i>Краєвський Б.</i>					
Перевірив		<i>Шестеренко</i>					
Зав.кафедр.							
Н. Контр.							
Затвердив		<i>Балюта С.М</i>			ННІТІ ім. акад. І.С.Гулого, ЕЛ4-3		
					Літ. Арк. Аркушів		
						79	

Таблиця 12.1

Розрахунок максимального струмового захисту і струмової відсічки

Найменування		Позначення і розрахун- кові формули	Лінії		
			ввод РП-2	ввод КТП	пічні транс- форма- тори
1	2	3	4	5	6
Вихідні дані					
Максимальний робочий струм, А		$I_{\max}$	1873	54,81	242,5
Коефіцієнт трансформації ТС		$K_{\text{тс}}$	2000/5	300/5	300/5
Мінімальне значення струму 3- фазного КЗ при КЗ в зоні захисту	основний, А	$I_{\text{к1}}^{(3)}$	6270	6260	6260
	за трансформатором, А	$I_{\text{к2}}^{(3)}$	-	-	-
Максимальне значення струму 3- фазного КЗ при КЗ в зоні захисту	основний, А	$I_{\text{к4}}^{(3)}$	7960	7950	7930
	за трансформатором, А	$I_{\text{к3}}^{(3)}$	-	-	-
Струм КЗ, що генерується синхронним двигуном при КЗ на шинах або пусковий від повної напруги, А		$I_{\text{гп}}^{(3)}$	-	-	-
Максимальний струмовий захист					
Розрахункові коефіцієнти	кратності максимального струму	$K_{\text{р}}$	1,4	1,4	1,4
	схеми включення реле	$K_{\text{сх}}$	1	1	1
	відлаштування	$K_{\text{відл}}$	1,2	1,2	1,2
	повернення реле	$K_{\text{в}}$	0,85	0,85	0,85
Струм спрацювання захисту $I_{\text{с.з.}}$, реле $I_{\text{с.р}}$	первинний, А	$I_{\text{с.з.}} = K_{\text{відл}} K_{\text{р}} I_{\text{м}} / K_{\text{в}}$	3702	108,3	479,3
	розрахунковий, А	$I_{\text{с.р}} = I_{\text{с.з.}} K_{\text{сх}} / K_{\text{тс}}$	9,26	1,805	7,99
	прийнятий, А	$I_{\text{с.р}} = I_{\text{уст}}$	9	2	8

Закінчення табл. 12.1

1	2	3	4	5	6
Коефіцієнти $K_{сч}$ при визначенні чутливості	від збірних шин до трансформатора і ін. ЕП	$K_{сч-1}$	0,87	0,87	0,87
	за трансформатором Y/Y і Δ/Y	$K_{сч-2}$	-	-	-
Чутливість захисту при 2-фазному КЗ	від збірних шин до трансформатора і ін. ЕП	$K_{ч}=K_{сч1}I_{k1}^{(3)}/I_{с.з}$	1,5	50,3	14,4
	за трансформатором в зоні захисту	$K_{ч}=K_{сч}-2I_{к3}^{(3)}/I_{с.з}$	-	-	-
Вибране струмове реле	кількість і тип	-	РТ40/10	РТ40/10	РТ40/10
	межі вставки струму реле, А	-	1-10	1-10	1-10
Вибране реле часу	тип і межі вставки	-	PB 124 0,25..3,5	PB 124 0,25..3,5	PB 124 0,25..3,5
	прийнята вставка часу, с	-	0,5	0,5	0,5
Струмова відсічка					
Розрахункові коефіцієнти	схеми включення реле	$K_{сх}$	1	1	1
	відлаштування	$K_{відл}$	1,2	1,2	1,2
Струм спрацювання захисту $I_{с.з.}$, реле $I_{с.р}$	первинний, А	$I_{сзо}=5I_{нт}$	3500	180	1212
	розрахунковий, А	$I_{сро}=K_{сх}I_{сзо}/K_{тт}$	8,75	3	20,2
	прийнятий, А	$I_{сро}$	9	3	20
Чутливість захисту (відсічки)		$K_{сч1}I_{k1}^{(3)}/I_{сзо}$	1,52	30,2	4,49
Вибрано струмове реле	кількість і тип	-	РТ10/50	РТ40/10	РТ40/20
	межі вставки реле, А	-	1-10	1-10	5-20

13. ВИБІР ПРИСТРОЇВ ЗАХИСТУ ВІД ПЕРЕНАПРУГ

Захист від перенапруг містить у собі комплекс заходів, що обмежують перенапруги при грозі, комутаціях і пошкодженнях до рівня, безпечного для ізоляції. Основними апаратами для захисту від перенапруг є вентильні розрядники, обмежувачі перенапруг нелінійні й трубчасті розрядники.

Для захисту від перенапруг на шинах РП-1 застосовуються вентильні розрядники типу РВО-10:

Номінальна напруга, кВ 10

Найбільша допустима напруга на розряднику

(діюче значення), кВ 12,7

Пробивна напруга на розряднику при частоті 50 Гц у сухому

стані й під дощем (діюче значення), кВ

– не менше 26

– не більше 30,5

Імпульсна пробивна напруга розрядника при передзарядному

часу 2-20 мкс і при повній хвилі 1,5/40 мкс, кВ 48

Відстаюча напруга розрядника кВ, не більше, при імпульсному

струму з довжиною фронту хвилі 8 мкс із амплітудою, А

– 3000.....43

– 5000.....45

					ДП 2023 141			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ВИБІР ПРИСТРОЇВ ЗАХИСТУ ВІД ПЕРЕНАПРУГ	Літ.	Арк.	Аркушів
Розробив		Краєвський Б.						
Перевірив		Шестеренко					82	
Зав.кафедр.						ННІТІ ім. акад. І.С.Гулого, ЕЛ4-3		
Н. Контр.								
Затвердив		Балюта С.М						

14. ОБЛІК ТА ВИМІРЮВАННЯ РЕЖИМНИХ ПАРАМЕТРІВ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

14.1. Обґрунтування систем комерційного та технічного обліку і контролю електроспоживання

Основні вимоги, пропоновані до обліку електроенергії, регламентовані Правилами улаштування електроустановок (ПУЕ). Вони рекомендують два види обліку електроенергії:

- розрахунковий (комерційний), що фіксує вироблену і відпущену електроенергію для визначення її вартості;
- технічний (внутрішньозаводський), що контролює витрату електроенергії споживачами, наприклад промисловим підприємством.

Відповідно до цього прилади обліку (лічильники) електроенергії поділяються на розрахункові і технічні. При потужності споживача понад 750 кВ·А установка автоматизованої системи обліку активної і реактивної електроенергії є обов'язковою умовою при наявності двох і більше пунктів обліку, що характерно для більшості промислових підприємств. Відповідно до ПУЕ необхідно передбачати установку приладів технічного обліку в госпрозрахункових підрозділах, на технологічних лініях, енергоємних агрегатах для розрахунку питомих норм витрати електроенергії.

Юридичні взаємини, що оформлюються договором між енергопостачальною організацією і споживачем, визначаються Правилами користування електричною і тепловою енергією. Відповідно до договору споживач зобов'язаний забезпечити облік електроенергії, регулювати добовий графік навантаження, дотримуючись режиму електроспоживання, не перевищувати питомі норми витрати електроенергії на одиницю продукції.

					ДП 2023 141		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ОБЛІК ТА ВИМІРЮВАННЯ РЕЖИМНИХ ПАРАМЕТРІВ		
Розробив		Краєвський Б.					
Перевірив		Шестеренко					
Зав.кафедр.							
Н. Контр.							
Затвердив		Балюта С.М			Літ. Арк. Аркушів		
					83		
					ННІТІ ім. акад. І.С.Гулого, ЕЛ4-3		

Економії електроенергії сприяє розробка відповідних організаційно-технічних заходів, реалізованих споживачем. При дефіциті електричної потужності й енергії в енергосистемі необхідно на виробництві вводити графіки обмежень і відключень, виконання яких обов'язково для споживача. Показники витрати електроенергії по розрахункових періодах і питомих нормах, графіки споживання активної і реактивної потужності за характерний робочий зимовий і літній дні, витрати за добу і кожні 30 хв під час максимуму навантаження енергосистеми й інших даних фіксуються в звітних формах споживачем і енергопостачальною організацією.

Перевищення споживачем витрати електроенергії, порушення режиму електроспоживання, зміна схем обліку електроенергії, завищення осередненої за 30 хв потужності над встановленою в години максимуму навантаження енергосистеми й інших порушень надають право енергопостачальній організації знизити, а в окремих випадках і припинити подачу електроенергії.

Розрахунки за користування електроенергією здійснюють відповідно до преїскуранта. При потужності споживача до 750 кВ·А розрахунки здійснюють по одноставочному тарифу, що враховує плату за 1 кВт·год відпущеної споживачу активної електроенергії. Споживачі з приєднаною потужністю понад 750 кВ·А розраховуються з енергопостачальною організацією по двоставочному тарифу, що передбачає основну ставку річної плати за 1 кВт заявленої максимальної потужності в період максимуму навантаження енергосистеми і додаткову ставку за 1 кВт·год відпущеної активної електроенергії. Це в значній мірі визначило необхідність створення систем обліку, контролю і регулювання електроспоживанням.

Крім основної і додаткової ставки тарифи на електроенергію можуть бути диференційовані також по зонах добового графіка навантаження при наявності у споживача спеціальних приладів обліку.

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

Години роботи споживачів-регуляторів поза межами максимуму навантаження енергосистеми за узгодженням з енергопостачальною організацією враховуються тільки додатковою ставкою двоставочного тарифу.

Умови оплати за компенсацію реактивної потужності в електроустановках споживачів регламентуються шкалою знижок і надбавок до тарифу на електроенергію. За підвищене фактичне споживання реактивної потужності в порівнянні з заданим енергопостачальною організацією в години максимуму активного навантаження енергосистеми передбачається надбавка до оплати за електроенергію. Також передбачаються надбавки або знижки до тарифу за дотримання заданого режиму роботи пристроїв, що компенсують, у години мінімуму активного навантаження енергосистеми. Надбавка або знижка за компенсацію реактивної потужності відноситься як до заявленої потужності, так і до спожитої електроенергії.

14.2. Лічильники електричної енергії

Для обліку електроенергії використовують різні лічильники, що відрізняються за принципом роботи, призначенням й способами включення. Це індукційні й статичні пристрої, які дозволяють здійснювати облік активної й реактивно електроенергії щодо однофазних або трифазних споживачів при безпосередньому або трансформаторному включенні.

Статичні лічильники електроенергії. Статичні лічильники електроенергії на відміну від індукційних не мають рухливих систем і в основі своєї роботи використовують не електромагнітний принцип перемножування струмів і напруг, а аналоговий або цифровий. У зв'язку із цим розрізняють електронні й цифрові лічильники електроенергії.

Функціональна схема електронного лічильника електроенергії, що пояснює його роботу, наведена на рис. 14.1. Миттєві значення вхідних сигналів струму й напруги надходять на входи відповідних датчиків, що здійснюють масштабні перетворення вхідних величин. Далі вихідні сигнали датчиків передаються на

аналоговий перемножник, вихідний сигнал якого пропорційний миттєвій потужності. Для визначення кількості, електроенергії що враховується, використовується інтегратор. Відображення і зберігання інформації про електроспоживання здійснюється за допомогою дисплея й обладнання пам'яті.

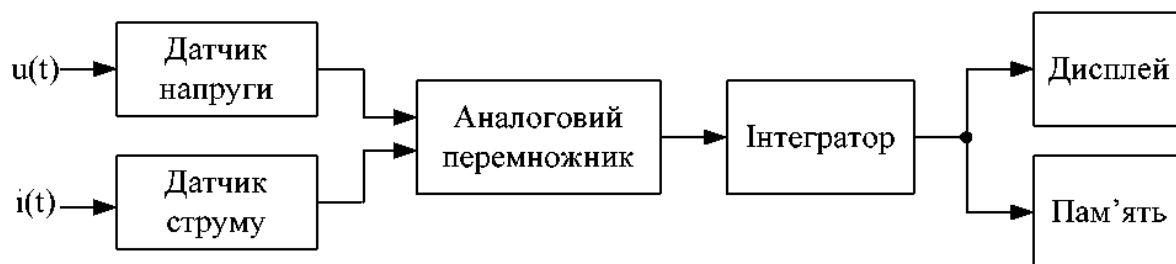


Рис. 14.1. Функціональна схема електронного лічильника електроенергії

Функціональна схема цифрового лічильника електроенергії наведена на рис. 14.2. На відміну від електронного в цифровому лічильнику електроенергії вихідні сигнали датчиків струму й напруги перетворюються в цифровий код за допомогою аналого-цифрових перетворювачів. Подальше перемножування й інтегрування здійснюється в цифровому виді за допомогою мікропроцесора.

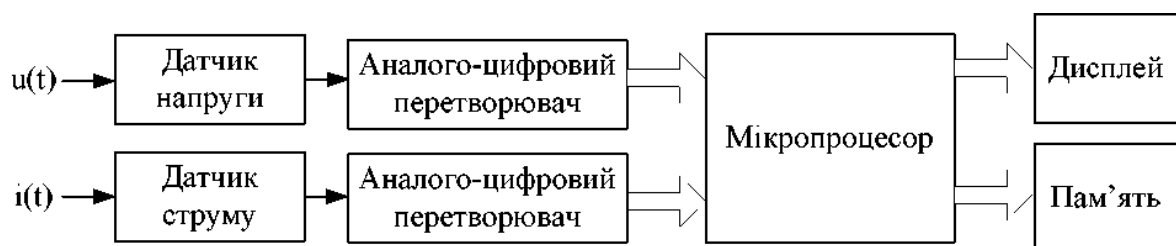


Рис. 14.2. Функціональна схема цифрового лічильника електроенергії

Слід зазначити, що цифрові пристрої мають більші переваги в порівнянні з іншими засобами обліку електроенергії, які полягають у можливості одержання додаткової інформації про спектральний склад струмів і напруг, їх симетричних складових, різних фазових співвідношеннях. Можливе визначення показників якості електроенергії й відповідальності суб'єктів енергоринку за їхнє порушення. Визначення графіків навантажень, складання балансів електроенергії в місці проведення обліку й багато чого іншого.

В якості лічильників для комерційного обліку електроенергії вибираємо лічильники типу АЛЬФА компанії АВВ.

Багатофункціональні мікропроцесорні лічильники серії “Альфа” та подібні до них призначені для обліку активної та реактивної енергії в ланцюгах змінного струму, а також для використання в складі автоматизованих систем контролю та обліку електроенергії, для передачі виміряних та розрахованих параметрів на диспетчерський пункт по контролю, обліку та розподілу електричної енергії.

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

15. ЯКІСТЬ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ В СИСТЕМІ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

15.1. Характеристики показників якості електричної енергії

Технологічні процеси будь-якого виробництва в значній мірі залежать від якості електроенергії. У загальному випадку низька якість електроенергії може бути охарактеризоване як будь-які зміни в енергопостачанні, що призводять до порушень нормального ходу виробничого процесу або до пошкодження обладнання, трансформаторів, електродвигунів.

Як відомо, існує дві основні групи спотворень якості електричної енергії: стаціонарні (або квазістаціонарні) і спотворення, що змінюються у часі. Гармоніки та інтергармоніки, коливання напруги і небаланс напруг відносяться до першої групи, а перехідні процеси напруги (voltage transient), зниження/перевищення напруги, переривання напруги та інші високочастотні спотворення складають другу групу.

Розрізняють основні і додаткові показники якості електроенергії. До основних показників якості електроенергії, що визначає властивості електричної енергії, які характеризують її якість, відносяться:

- 1) відхилення напруги (δU , %);
- 2) розмах зміни напруги (δU_t , %);
- 3) доза коливань напруги (ψ , %);
- 4) коефіцієнт несинусоїдальності кривої напруги ($k_{\text{нс}U}$, %);
- 5) коефіцієнт n -ої гармонійної складової напруги непарного (парного) порядку ($kU(n)$, %);
- 6) коефіцієнт зворотної послідовності напруги (k_{2U} , %);
- 7) коефіцієнт нульової послідовності напруг (k_{0U} , %);

					ДП 2023 141		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЯКІСТЬ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ		
Розробив	Краєвський Б.						
Перевірив	Шестеренко						
Зав.кафедр.							
Н. Контр.							
Затвердив	Балюта С.М				Літ. Арк. Аркушів		
					88		
					ННІТІ ім. акад. І.С.Гулого, ЕЛ4-3		

8) тривалість провалу напруги ($\Delta t_{\text{пр}}$, с);

9) імпульсна напруга ($U_{\text{імп}}$, кВ);

10) відхилення частоти (Δf , Гц).

Додаткові показники якості електроенергії, що представляють собою форми записи основних показників якості електроенергії та використовувані в інших нормативно-технічних документах:

1) коефіцієнт амплітудної модуляції напруги ($k_{\text{мод}}$);

2) коефіцієнт небалансу міжфазних напруг ($k_{\text{неб.м}}$);

3) коефіцієнт небалансу фазних напруг ($k_{\text{неб.ф}}$).

Відзначимо допустимі значення названих показників якості електроенергії, вирази для їх визначення і області застосування. Протягом 95% часу доби (22,8 год) показники якості електроенергії не повинні виходити за межі нормально допустимих значень, а протягом всього часу, включаючи післяаварійні режими, вони повинні знаходитися в межах максимально допустимих значень.

Контроль якості електроенергії в характерних точках електричних мереж здійснюється персоналом підприємства електричних мереж. При цьому тривалість вимірювання показника якості електроенергії повинна становити не менше доби.

15.2. Характеристика методів та технічних заходів по забезпеченню якості електроенергії

Велика кількість методів обробки інформаційних сигналів використовується для визначення показників якості електричної енергії. Так одним із найбільш поширених є, так званий, метод середньоквадратичних значень на основі апроксимації кривої вхідного сигналу спеціальною функцією, яка забезпечує задовільну апроксимацію амплітуди основної частоти електричної мережі. Перевагою даного методу є його простота, швидкість обчислень, незначний об'єм пам'яті для зберігання результатів обчислень. Але його результати дуже залежать від розміру обчислювального вікна і при цьому не розрізняються гармоніки та компоненти шуму. На даний час цей метод використовується

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

тільки для визначення середньоквадратичного значення напруги електричної мережі та для автоматичної класифікації сигналів.

Необхідно також відмітити широке застосування для визначення показників якості електричної енергії фільтрів Калмана, які визначають просторовий стан моделі сигналу для визначення амплітуди і фази основної частоти і гармонік навіть за наявності шуму. Недоліком є велика похибка при визначенні короткочасних і високочастотних спотворень.

Найбільш широко використовуваним апаратом для аналізу параметрів якості електричної енергії є швидке перетворення Фур'є (ШПФ), яке трансформує сигнал із часового простору у частотний його декомпозицією на декілька частотних компонент. Але алгоритм Фур'є має декілька джерел методичних похибок, які призводять до зниження точності результатів аналізу та його якісного спотворення. Головним недоліком є обмеженість частотної роздільності та недостатня точність оцінки частоти окремої гармонічної компоненти. У першому випадку – це роздільна здатність розділення двох спектральних компонент із близькими частотами, а в другому – правильність визначення частоти відокремленої гармонічної компоненти.

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

16. ОХОРОНА ПРАЦІ

16.1. Характеристика шкідливих і небезпечних виробничих факторів у сталеливарному цеху та основні заходи щодо усунення їх впливу на працюючих

В сталеливарному цеху основними небезпечними і шкідливими виробничими факторами є: пил, пари і газів, надлишкова теплота, підвищений рівень шуму, вібрації та електромагнітних випромінювань, рухомі машини і механізми, рухомі частини виробничого обладнання, небезпека ураження електричним струмом, пожежна небезпека тощо. Коротка характеристика цеху по електро- та пожежонебезпеці наведена в пункті 1 кваліфікаційної роботи.

Пил ливарних цехів дрібнодисперсний. До 90 % порошинок мають розміри менше 2 мкм. При плавленні легованих сталей у повітря робочої зони можуть виділятися аерозолі конденсації оксидів марганцю, цинку, ванадію, нікелю та багатьох інших металів та їх сполук. До газів та парів, якими забруднюється повітря робочої зони ливарних цехів, відносяться акролеїн, ацетон, ацетилен, бензол, окис азоту, окису вуглецю, двоокис сірки, уротропін, вуглекислий газ, фенол, формальдегід, хлор, етиловий спирт та ін.

Окис вуглецю є основним шкідливим виробничим фактором у сталеливарних цехах. Джерела виділення окису вуглецю – вагранки та інші плавильні агрегати, а також залиті форми в процесі остивання, сушильні печі, агрегати поверхневого підсушування форм тощо.

Одним з основних заходів щодо оптимізації параметрів мікроклімату та чистоти повітря у виробничих приміщеннях є забезпечення належного повітрообміну. У цеху застосовується змішаний тип вентиляції. Механічна вентиляція виконана у вигляді припливно-витяжної. Центральна система опалення поєднана з припливно-витяжною системою.

					ДП 2023 141		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ОХОРОНА ПРАЦІ		
Розробив	Краєвський Б.						
Перевірів	Шестеренко						
Зав.кафедр.							
Н. Контр.							
Затвердив	Балюта С.М				Літ. Арк. Аркушів		
					91		
					ННІТІ ім. акад. І.С.Гулого, ЕЛ4-3		

Надмірне виділення тепла здійснюється основним технологічним обладнанням – плавильними агрегатами та становить від 14 до 62 % від загальної витрати тепла на розплавлення металу, що становить близько 3000 МДж на тонну металу.

Захист від дії теплового випромінювання: зниження тепла у джерелі; обмеження часу перебування; захист відстанню; індивідуальний захист; екранування (теплоізомерні матеріали); повітряне душення.

Джерелами загальної вібрації у ливарних цехах є ударні дії вибивних грат, пневматичні формувальні, відцентрові та інші машини, а джерелами локальної вібрації – пневматичні рубальні молотки, трамбування тощо.

Віброізоляція виконана з відповідним пристроєм підлоги із застосуванням віброізоляційних плит та прокладок (килимків). Клепальні молотки забезпечені пневматичними амортизаторами та еластичними рукоятками, що змінюють амплітуди коливань на більш сприятливі. У конструкції пневматичних ручних машин використані повітряні віброгасники різних систем. Зменшення вібрацій робочих машин обертальної дії забезпечене ретельним балансуванням деталей, що обертаються. Якісним балансуванням ротора рівень вібрацій можна знизити на 10 - 20дБ.

Найбільші рівні шуму характерні для ділянок формування, вибивання виливків, зачистки, обрубки та деяких інших.

Ультразвук у ливарних цехах застосовується для обробки рідких розплавів, очищення виливків, а також в установках та системах очищення газів. Для цього використовують генератори із діапазоном частот 18-22 кГц.

У цеху застосовуються такі заходи щодо захисту від шуму: покриття стін та стелі звукопоглинаючим матеріалом; застосування звукопоглинаючих екранів; установка шумозахисних зон та кімнат відпочинку.

Електромагнітні поля в ливарних цехах генеруються електротермічними установками для плавки та нагрівання металу, сушіння форм та електродів.

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

Основними засобами захисту від впливу електромагнітних полів є екранування та використання засобів індивідуального захисту.

Джерела іонізуючих випромінювань у ливарному виробництві застосовують для плавки, виявлення дефектів у виливках, контролі та автоматизації технологічних процесів тощо.

Основними джерелами небезпеки ураження електричним струмом у ливарних цехах є електропечі, машини та механізми з електроприводом. Електрообладнання, що застосовується, в основному працює на напрузі до 1000 В.

Ливарні цехи оснащені транспортними та вантажопідйомними механізмами; машинами для приготування формувальних та стрижневих сумішей та складів, форм та стрижнів; пристроями для вибивання виливків; різноманітними механізмами для фінішних операцій та ін. Виконання будь-якої з операцій на вказаному устаткуванні пов'язане з небезпекою травмування обслуговуючого персоналу через наявність небезпечних зон у машинах та механізмах.

Електробезпека

Електробезпека на ділянці забезпечується такими основними заходами: ізоляція струмопровідних елементів, захисне відключення електроустановок та використання засобів індивідуального захисту. Заземлювальний пристрій складається із заземлювача (одного або кількох металевих елементів, закладених на певну глибину в ґрунт) та заземлювальних провідників, що з'єднують заземлене обладнання із заземлювачем. Конструктивними елементами захисного заземлення є заземлювачі – металеві провідники, що знаходяться в землі, і провідники, що з'єднують заземлене обладнання з заземлювачем. Крім заземлення в цеху використовується ще й занулення. Занулення є одним із засобів, що забезпечують безпечну експлуатацію електроустановок. Воно виконується приєднанням до неодноразово заземленого нульового проводу корпусів та інших конструктивних металевих частин електроустаткування, які

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

нормально не перебувають під напругою, але можуть опинитися під напругою у разі пошкодження ізоляції. Занулення, як і захисне заземлення, призначене для усунення небезпеки ураження людини електричним струмом під час пробою ізоляції та появи напруги на корпусі. Але виконується це завдання іншим способом – автоматичним відключенням обладнання пошкодженої установки від мережі. Захисне відключення забезпечує автоматичне відключення електроустановки при виникненні небезпеки ураження струмом. Принцип захисту людини у цьому випадку полягає у обмеженому часі протікання через тіло людини небезпечного струму. Пристрій захисного відключення постійно контролює мережу і при зміні її параметрів, викликаним підключенням людини в мережу, відключає мережу або її ділянку.

Пожежна безпека

На випадок пожежі в цеху передбачені такі системи та первинні засоби пожежогасіння:

1. сплинерна система пожежогасіння (ППА), яка є системою труб, наповнених водопінним складом під тиском і обладнаних сплинерними головками, що є отворами, закритими спеціальними легкоплавкими сплавами, розрахованими на певну температуру;

2. пожежні крани, вуглекислотні та порошкові вогнегасники типів ОХВП-2, ВВК-25;

3. ящики з піском та пожежні щити для швидкої ліквідації невеликих осередків займання;

4. у разі пожежі складено план швидкої евакуації людей, які працюють у цеху.

5. на різних ділянках цеху є пожежна сигналізація типу ДТЛ (датчик температурний лінійний), що спрацьовує при температурі понад 60 °С і сигнал на систему автоматичного пожежогасіння. Потім до місць займання, по трубопроводах подається склад, що гасить. Крім того, на ділянках є такі засоби

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

пожежогасіння: ручні вогнегасники, пожежні рукави, цебра, лопати, багри, сокири, ящики з піском.

Будівельні матеріали та конструкції будівлі за їх здатністю до займання відносяться до вогнетривких. Цех відноситься до першого ступеня вогнестійкості, оскільки будівля цілком складається з вогнетривких конструкцій (металевих і залізобетонних).

16.2. Загальні вимоги до персоналу ливарних цехів

До роботи допускаються особи не молодші 18 років. При прийнятті на роботу на роботу необхідно пройти попередній медичний огляд, а потім – періодичні медогляди згідно з порядком, встановленим МОЗ України.

Усі працівники цеху, в установленому законодавством порядку мають пройти навчання, інструктаж і перевірку знань з питань охорони праці.

Повторний інструктаж робітників має проводитися не рідше одного разу на квартал.

Для електротехнічного персоналу, який обслуговує електроплавильні та електротермічні установки, наявність кваліфікаційної групи з електробезпеки не нижче третьої, для операторів-термістів – не нижче другої. Цей персонал має пройти стажування на робочому місці протягом 6-11 днів. До робіт з обслуговування парових котлів та посудин, що працюють під тиском, а також підйомно-транспортного обладнання допускаються особи, які мають необхідну теоретичну та практичну підготовку та відповідне посвідчення на право обслуговування зазначених об'єктів.

Жінки не допускаються до робіт, пов'язаних з обслуговуванням плавильних агрегатів, установок електротермічного нагріву (при використанні генераторів УВЧ та НВЧ), з розливом металу, з вибиванням та обрубкою виливків.

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

16.3. Основні вимоги безпеки при обслуговуванні дугових сталеплавильних печей

Електропечі повинні бути обладнані ефективними пристроями для видалення димових газів, що відходять, і очищення їх від пилу.

Конструкція фундаменту електропечі повинна забезпечувати можливість зручного огляду її нижньої частини та ремонту механізмів, розташованих під робочою зоною печі.

Механізм нахилу електропечі повинен мати блокування, що виключає можливість нахилу електропечі при піднятому зводі, повинен бути обладнаний пристроєм, що виключає як нахил електропечі для зливу металу, так і нахил у протилежну сторону (для скачування шлаків) на кути більше припустимого значення, зазначеного у паспорті печі, а також блокуванням, що виключає нахил печі на кут 15° за наявності напруги на електродах, мати обмежники нахилу як на передню, так і на задню сторони. Справність обмежників нахилу печі повинна перевірятися не рідше двох разів на тиждень.

Механізм повороту напівпорталу електропечі повинен бути обладнаний блокуванням, що допускає його поворот тільки при піднятому зводі та крайньому верхньому положенні електродів, а механізм повороту корпусу електропечі, подачі електродів і підйому зводу повинен бути заблокований таким чином, щоб поворот був можливий тільки при верхньому положенні електродів та піднятому зводі.

Керування печами у процесі плавлення повинно бути дистанційним або автоматичним.

На щитах і пультах керування електропечей повинні бути встановлені сигнальні лампи, що вказують на вмикання або вимикання нагрівальних елементів печі. Підлога перед щитами або пультами керування, а також перед пусковими пристроями електродвигунів нахилу електропечі повинна мати діелектричні коврики.

На електропечах завантаження шихти, підшихтовка, введення присадок, перемішування розплавленого металу, зняття шлаків і відбір проб повинні проводитися при знятій напрузі з нагрівальних елементів печі. Вмикання й вимикання напруги під час плавки у дугових печах повинні проводитися при піднятих електродах.

Зміна електродів повинна проводитися за допомогою вантажопідіймального обладнання. При заміні електродів нарізка металевго ніпеля повинна бути повністю вкручена в електрод.

Гак крана, що застосовується при нарощуванні й заміні електродів, повинен забезпечуватися пристосуваннями, що виключають мимовільне випадання з нього дужки металевго ніпеля електрода.

Контрвантажі електродів повинні бути обгороджені суцільним або ґратчастим кожухом з розмірами осередків не більше 40 x 40 мм. Дверцята для доступу усередину огороження контрвантажів мають бути замкнені.

У випадку припинення подачі електроенергії електропечі повинні бути негайно відключені від електромережі.

У випадку припинення подачі води в охолоджувальну систему, сильної течії води, пароутворення або зривання паром шланга варто негайно зняти напругу з нагрівальних елементів. Для попередження працівників під робочою зоною та у ливарному прольоті про майбутній нахил печі для скачування шлаків або випуску плавки повинна бути влаштована світлозвукова сигналізація. Сигнал повинен подаватися не пізніше ніж за одну хвилину до нахилу печі.

Робоча зона пічного прольоту по всьому периметру повинна мати поручневе огороження із суцільним обшиванням по низу.

Зазор між робочою зоною пічного прольоту й пічним майданчиком, що нахиляється, з бічних сторін печі повинен бути не більше 80 мм для печей ємністю менш 50 т і не більше 150 мм для печей ємністю 50 т і більше.

У робочій зоні біля печей повинні бути пристрої для повітряного душування робочих місць.

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

Електропечі ємністю 20 т і більше повинні мати спеціальні пристрої для перемішування розплавленого металу.

Узяття проб металу з печі повинно здійснюватися за допомогою сухого і прогрітого інструменту.

Газовідвідний тракт повинен бути обладнаний підйомно-транспортними засобами для механізації ремонтних робіт, а також механізмами для підйому працівників.

При зупинці електропечі на ремонт у зимовий період вся система водоохолодження та живлення газовідвідного тракту повинна бути звільнена від води або забезпечена обігрівом. При аварійній зупинці димососа повинно бути забезпечене автоматичне перекриття газовідвідного тракту від печі.

Електропечі повинні мати автоматичне керування регулюванням електричного режиму печі, подавання кисню та газокисневої суміші, регулювання тиску газів під склепінням та регулювання положення електродів.

У зоні легкої досяжності моторного поля (0,2 - 0,4 м) повинні бути розташовані органи керування підніманням та опусканням електродів, вимикачі напруги на електродах.

На пульті керування електропечі мають бути встановлені засоби відображення інформації про наявність напруги й значення сили струму у кожній фазі, витрату електроенергії, наявність напруги на статорі магнітного перемішування, температуру подини, температуру охолоджувальної води (панелей, економайзерів, фурм), температуру масла у трансформаторі.

На пульті керування електропечю в межах кута огляду у вертикальній площині $\pm 15^\circ$ від нормальної лінії погляду, а в горизонтальній - $\pm 15^\circ$ від сагітальної площини повинні бути розташовані та чітко видні з робочого місця оператора засоби інформації, що показують витрату електроенергії, температуру розплаву, кількість сипучих матеріалів, що завантажують.

Основні й допоміжні пульти керування повинні бути обладнані пристроями для аварійної зупинки приводів нахилу електропечі.

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

Основний пульт керування електропечами повинен бути обладнаний перемикачами аварійного відключення напруги.

Для захисту працівників печі від можливих аварійних викидів пари з кристалізатора та піддона необхідно передбачати відповідні захисні екрани.

Перед кожним вмиканням печі повинні бути перевірені справність всіх механізмів, блокувань, електроживлення та водяного охолодження, а також відсутність працівників і сторонніх предметів у бронекамері печі та на робочих місцях.

Піч повинна бути обладнана кнопкою аварійного відключення.

Користуватися відкритим вогнем при огляді внутрішніх частин печі забороняється.

16.4. Розрахунок заземлюючих пристроїв

Використання будівельних конструкцій виробничих будинків у якості природних заземлювачів.

З геологічних даних відомо, що ґрунт верхнього шару землі складається з наступних шарів (у порядку заглиблення): чорнозему, глини, суглинку й піску. Вологість, товщина й питомий електричний опір цих шарів наведений в табл. 16.1.

Таблиця 4.1

Вологість, товщина й питомий опір верхнього шару

Найменування	Вологість, %	Товщина шару, м	Питомий опір ρ , Ом · м
Чорнозем	60	0,5	10
Глина	40	1	40
Суглинок	30	0,5	100
Пісок	10-20	3	400

Приводимо багат шарову структуру ґрунту до еквівалентної двошарової моделі.

По й геологічним і кліматичним даним визначаємо тип кліматичної зони – III, товщину шару сезонних змін $h_0 = 2$ м і коефіцієнт сезонності $\Psi = 2,7$.

Приймаємо товщину верхнього шару $h_1 = h_0 = 2$ м.

Питомі опори шарів, що потрапили у верхній шар збільшуємо в Ψ раз.

Розрахункові опори верхнього ρ_{1p} і нижнього ρ_{2p} шарів землі:

$$\rho_{1\delta} = \frac{h_1 + h_2 + h_3}{\frac{h_1}{\rho_1} + \frac{h_2}{\rho_2} + \frac{h_3}{\rho_3}} = \frac{0,5 + 1 + 0,5}{\frac{0,5}{10 \cdot 2,7} + \frac{1}{40 \cdot 2,7} + \frac{0,5}{100 \cdot 2,7}} = 67,5 \text{ } \hat{\Omega} \cdot \text{м}$$

$$\rho_{2\delta} = \frac{h_1}{\frac{h_1}{\rho_1}} = \frac{3}{400} = 400 \text{ } \hat{\Omega} \cdot \text{м}$$

Визначимо еквівалентний питомий електричний опір $\rho_{\text{екв}}$:

$$\rho_{\text{екв}} = \rho_1 \left(1 - e^{-\alpha h \sqrt{S}} \right) + \rho_2 \left(1 - e^{-\beta \sqrt{S}/h} \right) = 67,5 \cdot \left(1 - e^{-110 \cdot 2 \cdot \sqrt{3024}} \right) + 400 \cdot \left(1 - e^{-0,003 \cdot \sqrt{3024}/2} \right) = 33,1$$

де ρ_1 – питомий електричний опір верхнього шару землі, Ом·м; ρ_2 – питомий електричний опір нижнього шару Ом·м; $h = 2$ – потужність (товщина) верхнього шару землі; α , β – безрозмірні коефіцієнти, що залежать від співвідношення питомих електричних опорів шарів землі: якщо $\rho_1 < \rho_2$, то $\alpha = 1,1 \cdot 10^2$, $\beta = 0,3 \cdot 10^{-2}$.

Опір природного заземлювача

$$R_{\text{нр}} = 0,52 \cdot \frac{\rho_{\text{екв}}}{\sqrt{S}} = 0,52 \cdot \frac{33,1}{\sqrt{16146}} = 0,135 \text{ } \hat{\Omega}$$

де S – площа, обмежена периметром будинку, м²;

$\rho_{\text{екв}}$ – еквівалентний питомий електричний опір землі, Ом·м.

$R_{\text{нр}} < R_{\text{доп}}$ ($0,135 \text{ Ом} < 4 \text{ Ом}$) => вимоги виконуються.

План розташування заземлювальних провідників наведено на рис. 16.1.

					ДП 2023 141	Арк.
						100
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

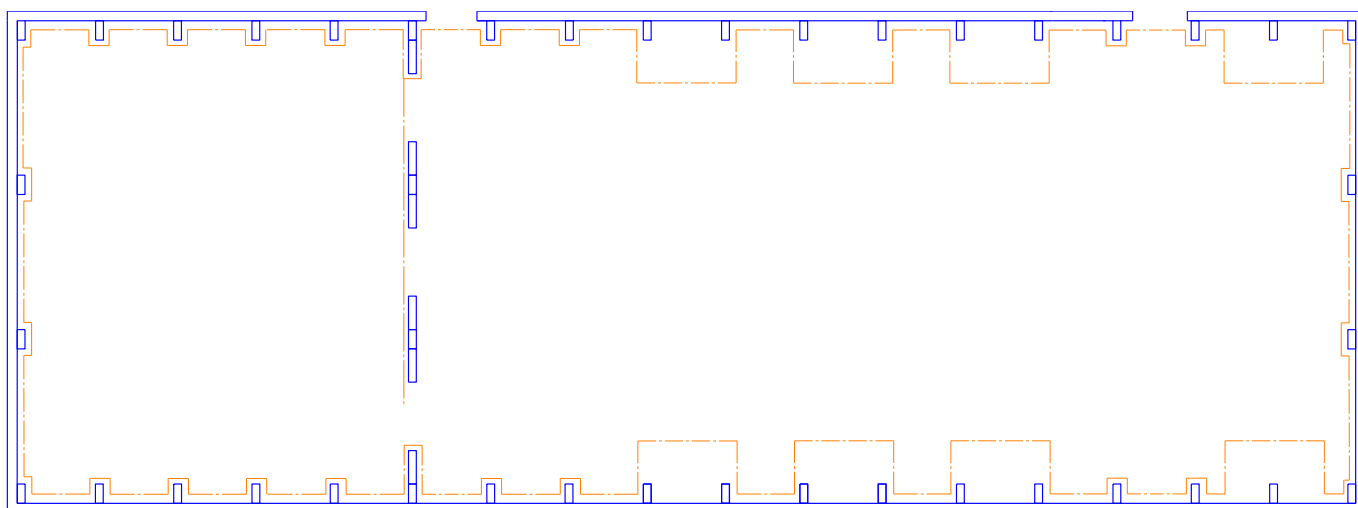


Рис. 16.1. План розташування заземлюючих провідників

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

17. ІНДИВІДУАЛЬНЕ ЗАВДАННЯ. АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА РОЗРАХУНКУ ЗА ЕЛЕКТРИЧНУ ЕНЕРГІЮ (БІЛІНГОВА СИСТЕМА)

17.1. Поняття білінгу та сучасні тенденції його розвитку

Сучасні тенденції розвитку економіки у світі та в Україні демонструють зростання кількості підприємств, зайнятих у сфері послуг. Надання будь-яких послуг на комерційній основі передбачає використання білінгових систем. Значне зростання цього сектору економіки визначає суттєве підвищення ролі білінгу в управлінні підприємствами, так чи інакше пов'язаними з цією сферою діяльності.

Впровадження й використання білінгової системи на підприємстві вимагає застосування сучасних підходів і технологій. В умовах жорсткої конкуренції та кризових явищ в економіці особливо актуальними є питання ефективності роботи та ступеня інтеграції різних інформаційних систем підприємства, а також використання прогресивних інформаційних технологій [11].

Термін «білінг» доволі поширений у світі, але в українських наукових публікаціях він трапляється рідко, тому стисло зупинимося на тому, що таке білінг.

Система управління компанією, яка надає регулярні й масові послуги, має свою унікальну специфіку. Мова йде про підприємства, які надають житлово-комунальні послуги (постачання газу, води, електроенергії тощо), а також – інформаційні, телекомунікаційні та будь-які інші платні послуги.

Умовою ефективного управління такими компаніями є автоматизація основного технологічного процесу підприємства, а саме: укладання договорів з клієнтами, надання їм послуг, розрахунків зі споживачами, обліку реалізації послуг та платежів за послуги.

					ДП 2023 141			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ІНДИВІДУАЛЬНЕ ЗАВДАННЯ.	Літ.	Арк.	Аркушів
Розробив		Краєвський Б.						
Перевірив		Шестеренко					102	
Зав.кафедр.						ННІТІ ім. акад. І.С.Гулого, ЕЛ4-3		
Н. Контр.								
Затвердив		Балюта С.М						

Інформаційні системи, що реалізують дані функції, прийнято називати білінговими. У класичному формулюванні «білінг» трактується як похідна від англійського слова «bill» – рахунок. Отже, сфера застосування білінгових систем – це підприємства, які надають такі платні послуги:

- житлово-комунальні (оренда та обслуговування житлової площі, постачання газу, води, електроенергії тощо);
- телекомунікаційні (стаціонарний та стільниковий зв'язок, проводове мовлення, кабельне телебачення, IP-телефонія, пейджинг, всі види доступу до мережі Інтернет);
- будь-які інші послуги (наприклад, платні довідки).

Чим більше клієнтів має компанія і чим більшу частку у її фінансових обігах займає надання послуг, тим важливішу роль відіграє білінг для успішного функціонування й ефективного управління цим підприємством.

Традиційно білінг – це поняття, що включає:

- «accounting» – підрахунок: збір інформації про надані послуги;
- «charging» – розрахунок ціни: тарифікація наданих послуг;
- власне «billing» – процес виставлення рахунків клієнтам.

До недавнього часу поняття «білінг» зводилося лише до процесу формування та виставлення рахунків клієнтам – споживачам послуг. Білінг у класичному розумінні реалізує обов'язкову білінгову функціональність, а саме:

1) облік даних про клієнтів підприємства (прізвища і паспортні дані фізичних осіб, назви юридичних осіб, адреси, податкові та юридичні реквізити тощо);

2) облік та супровід договорів з клієнтами;

3) облік і тарифікація (розрахунок вартості) наданих клієнтам послуг;

4) облік нарахувань та оплат за кожним клієнтом;

5) періодичне формування і надсилання клієнтам рахунків на оплату послуг.

Без автоматизації цих базових функцій надання будь-яких послуг на комерційній основі неможливе.

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

Проте в сучасних умовах жорстка конкуренція, з одного боку, та бурхливий розвиток інформаційних технологій – з іншого, обумовлюють необхідність та можливість реалізації додаткових, не властивих «класичному» білінгу можливостей, які значно розширюють його функціональність. Зупинимось на цих додаткових функціях детальніше.

Однією з основних інформаційних систем кожного підприємства є бухгалтерський облік. У базі даних сучасної білінгової системи реєструються всі нарахування та платежі за надані послуги кожного клієнта компанії. Цей факт, а також сучасне українське законодавство, яке вимагає формувати податкові накладні не лише юридичним, а й фізичним особам, визначають обов'язкове включення в білінг певних функцій та модулів, які ще недавно були властиві лише системам бухгалтерському обліку. До них можна зарахувати: формування та облік податкових накладних на суми наданих послуг (для юридичних і фізичних осіб), розрахунки за ПДВ, формування довідок про доходи підприємства тощо.

Наявність в Україні пільг і дотацій для соціально незахищених категорій населення (за комунальними й телекомунікаційними послугами) визначає необхідність включення в білінг функцій періодичних взаєморозрахунків підприємства з державою за компенсаційними субрахунками для пільгових категорій клієнтів.

Доволі часто в сучасних умовах підприємство надає послуги не самотійно, а в партнерстві з іншими компаніями. Це може бути співпраця між дочірніми компаніями (наприклад, підприємства з енергогенерування та енергопостачання), між незалежними компаніями (наприклад, між підприємствами, які постачають холодну та гарячу воду) або навіть між конкурентами (наприклад, між різними підприємствами стаціонарного чи стільникового зв'язку при дзвінках із однієї мережі на іншу).

У всіх цих випадках білінгова система повинна реалізувати модулі взаєморозрахунків між партнерами – за певними правилами, які обумовлені партнерськими договорами.

Перераховані вище, та деякі інші, специфічні для конкретних галузей економіки функції, до недавнього часу не реалізувалися в білінгових системах, а були характерні лише для бухгалтерського обліку.

Проте сутність цих функцій така, що всі первинні дані для їхньої реалізації зберігаються в базі даних білінгової системи, причому з максимальним ступенем деталізації – за кожним клієнтом і кожною окремо взятою послугою. Реалізація таких функцій в системі бухгалтерського обліку передбачала:

- 1) вибірку інформації з бази даних білінгової системи у певний проміжний (тимчасовий) набір даних;
- 2) узагальнення цього проміжного набору даних у площинах, необхідних для реалізації конкретної бухгалтерської функції чи звіту;
- 3) завантаження узагальнених даних у бухгалтерську систему;
- 4) отримання необхідних вихідних документів безпосередньо в системі бухгалтерського обліку.

Сучасна потужність обчислювальних засобів дає змогу реалізувати в білінговій системі будь-якого масштабу всі необхідні розрахунки – без формування проміжних масивів даних (а значить – швидше й достовірніше). Таким чином, сучасний білінг бере на себе певні функції бухгалтерського обліку.

Не менш важливою інформаційною системою багатьох підприємств є система управління технологічними процесами. Це найбільш специфічна система, оскільки вона дуже залежить від виду діяльності, проте в сучасних умовах і вона має бути тісно інтегрована з іншими системами, в тому числі з білінгом.

Надання майже всіх видів послуг здійснюється за допомогою технічних засобів. В сучасних умовах зростає кількість технічних засобів, які мають засоби дистанційного доступу та керування. Розрізняють пасивні технічні засоби, які

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

дають змогу дистанційно зафіксувати факт надання послуги та її обсяг, та активні, які, крім виміру параметрів послуги, дають змогу обмежити надання послуг чи взагалі заблокувати можливість їхнього надання.

У сфері надання комунальних послуг рівень використання сучасних автоматизованих систем виглядає дещо складніше. Українські підприємства не мають достатньо коштів для використання технічних засобів з дистанційним доступом. Натомість закордонні компанії вже мають у своєму розпорядженні, наприклад, дистанційно керовані цифрові лічильники електроенергії. Вони дають змогу цілодобово фіксувати показники використання енергії без присутності представника компанії, дистанційно обмежувати потужність або час споживання користувачем електроенергії і взагалі відключати боржника від електромережі. Існують аналогічні розробки лічильників газу, теплової енергії, води, в тому числі українські [13].

Тарифікація (розрахунок вартості) наданих клієнтам послуг вимагає фіксації в білінговій системі факту надання кожної послуги та її параметрів (тривалості і напрямку телефонної розмови, показників електричного чи газового лічильника, швидкості й тривалості з'єднання з мережею Інтернет тощо).

Традиційно реєстрацією цієї інформації та її передачею в білінгову систему займалися технічні служби підприємства. Відповідні працівники готували первинну інформацію для білінгу (розкодовували магнітні стрічки з нецифрових телефонних станцій, відвідували квартири та офіси для зняття показників лічильників, зчитували статистику з'єднань з маршрутизаторів і серверів авторизації Інтернет) та передавали цю інформацію в білінг у вигляді файлів або вводили її інтерактивно. Використання сучасних технічних засобів з дистанційним доступом дозволяє відмовитися від проміжних операцій, уникнувши пов'язаних з ними затримок та помилок, і повністю автоматизувати роботу. Для цього необхідно включити у білінг нові функціональні модулі, які періодично будуть зчитувати інформацію про надані послуги з технічних засобів

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

підприємства й автоматично завантажувати її в базу даних білінгу – для подальшої тарифікації.

Рішення про обмеження або припинення надання послуг конкретному клієнту в разі виникнення заборгованості, і навпаки – про відновлення надання йому послуг в разі погашення боргу, – може бути прийняте лише на основі інформації, що зберігається в білінговій системі – згідно з умовами договору з цим клієнтом, та згідно із залишком коштів на рахунку даного клієнта. Традиційно така робота проводилася вручну: списки клієнтів на обмеження, припинення і відновлення послуг формувалися білінговою системою й передавалися технічним службам, які здійснювали необхідні технологічні процедури. Проте використання сучасних технічних засобів з дистанційним керуванням дозволяє відмовитися від проміжних операцій, уникнути пов'язаних з ними помилок та затримок і повністю автоматизувати таку роботу, включивши у білінгову систему нові функціональні модулі з керування технічними засобами.

Піонерами у впровадженні такої функціональності є білінгові системи телефонного зв'язку. Якщо клієнт користується передплаченими скетч-картками (тобто наперед сплачує за всі розмови), то розмови з його мобільного телефону будуть обмежені за секунду після того, як закінчатся кошти на рахунку, а можливість телефонувати на всі напрямки відновиться одразу після поповнення рахунку. У випадку, якщо клієнт має договір на післяоплачене користування послугами (контрактні абоненти стільникового або всі абоненти стаціонарного зв'язку), то залежно від умов договору він буде обмежений в отриманні послуг через місяць або навіть через два місяці після закінчення коштів на особовому рахунку, проте це буде зроблено також автоматично. В перспективі багато білінгових систем у різних сферах надання послуг включатимуть подібні функціональні модулі.

Такий зрозумілий і «природний» сервіс досягається суттєвим розширенням функціональності білінгу тобто включенням у білінг функцій, властивих

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

системам управління технологічними процесами, а саме функцій керування технічними засобами, за допомогою яких здійснюється надання послуг.

Впровадження такої функціональності білінгу в сфері житлово-комунальних послуг України гальмують нестача коштів на модернізацію парку лічильників й відсутність законодавчої бази і конкуренції в цій сфері діяльності.

В сучасних умовах високої конкуренції надзвичайно важливою є роль маркетингової системи підприємства, яке займається наданням послуг. Привабити клієнта можна, запропонувавши йому більш вигідні тарифи, пакет цікавих саме для нього послуг тощо. В будь-якому випадку кожен вдалий маркетинговий хід базується на глибокому і всебічному аналізі великого обсягу інформації. Далеко не останнє місце займає аналіз структури послуг, які надаються підприємством, та аналіз динаміки її змін. Терміном «структура послуг» фахівці з білінгу називають кількість та вартість наданих послуг у різноманітних площинах: за кожним типом послуги, за узагальненими групами послуг, за статтю та віковими групами клієнтів, за рівнем достатку клієнтів, за географічним розташуванням клієнтів та за розмірами населених пунктів, у яких вони проживають, за порою року, за днями тижня або за часом упродовж доби, коли клієнт користується послугами.

Вичерпну інформацію для аналізу структури послуг можна отримати лише з бази даних білінгу, оскільки лише в ній зберігається інформація про час надання, обсяг і вартість кожної послуги, і кожна послуга «прив'язана» до клієнта, який її отримав. До недавнього часу подібна маркетингова аналітика передбачала:

- 1) вибірку інформації з бази даних білінгової системи у певний проміжний (тимчасовий) набір даних;
- 2) узагальнення цього проміжного набору даних у площинах, необхідних для реалізації конкретного маркетингового аналізу;
- 3) завантаження узагальнених даних у маркетингову систему;
- 4) отримання необхідних даних безпосередньо в системі маркетингу.

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

Сучасна потужність обчислювальних засобів дозволяє реалізувати необхідний маркетологам аналіз безпосередньо в білінговій системі – без формування проміжних масивів даних (а значить – швидше і достовірніше). Ці функції називаються «моніторинг структури послуг» та «аналіз структури послуг».

Таким чином, сучасний білінг бере на себе певні функції маркетингового аналізу ринку.

На жаль, ці функції білінгу в Україні актуальні лише для сфери телекомунікаційних та інформаційних послуг. Житлово-комунальна сфера працює переважно не в конкурентних умовах, тому підприємства не мають стимулів для підвищення якості, зниження вартості або розширення спектру послуг. У розвинених країнах світу одному і тому ж клієнтові можуть пропонувати послуги постачання електроенергії, газу чи води одразу кілька незалежних компаній, тому і білінгові системи цих компаній передбачають функції маркетингового аналізу.

Доволі важливою для багатьох підприємств у сучасних умовах є інформаційні системи підтримки юридичних служб. Більшість послуг, за винятком передплаченого стільникового зв'язку, надається в кредит: спершу клієнти отримують послуги, білінгова система їх тарифікує, формує та надсилає рахунки на оплату послуг, і вже потім клієнт може їх оплатити. В таких умовах завжди є певний відсоток клієнтів-боржників, які не повною мірою сплачують за послуги або взагалі відмовляються платити.

Тому на більшості підприємств, що працюють у сфері надання послуг, функціонують юридичні служби, які надсилають дебіторам претензії, судові позови, ініціюють розірвання договорів, а також ініціюють передачу боргів колекторським фірмам. Особливо актуальні ці питання для країн з високими цінами і низькими доходами населення, до яких належить Україна.

З огляду на це дедалі більше сучасних білінгових систем запроваджують так звані модулі «претензійно-позовної роботи». Виходячи зі суми і дати виникнення

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

заборгованості та умов договору з кожним конкретним дебітором, білінгова система може запропонувати юристу:

- 1) список клієнтів, яким можна надсилати юридичні претензії;
- 2) список кандидатів на розірвання договору й на оформлення судових позовів;
- 3) список безнадійних боргів для їхньої передачі колекторським фірмам.

Для оформлення претензій і судових позовів необхідна не лише сума боргу, а й пеня за невчасно оплачені послуги, яка може бути розрахована за доволі складним алгоритмом лише на основі даних з білінгу. Крім цього, всі юридичні документи містять інформацію про клієнта-дебітора, яка є в базі даних білінгової системи: прізвище або назву дебітора, адресу, паспортні дані, податкові та юридичні реквізити тощо. Тому однією із функцій модуля претензійно-позовної роботи білінгу є формування пакета документів для передачі в суд. Таким чином, сучасні системи білінгу включають певні функції юридичної системи підприємства.

Крім розширення функціональності білінгу, в світі й в Україні спостерігаються інші тенденції його розвитку. Одна з них – це відмова від укладання класичних «паперових» договорів з клієнтами. З розвитком інформаційних технологій з'явилися нові різновиди договорів:

1) електронний договір, укладений через мережу Інтернет: клієнт читає і, можливо, заповнює веб-форму на сайті підприємства, та замість підпису натискає кнопку «я ознайомився і погоджуюся з умовами»;

2) віртуальний договір: клієнт купує скетч-картку, поповнює свій рахунок, після чого підприємство має надати послуги на суму поповнення; після закінчення на рахунку коштів договір автоматично призупиняється.

Обидві форми договорів не передбачають реєстрації в білінговій системі достовірних даних про клієнта (прізвища, адреси, паспортних даних і т. ін.), тому ці види договорів застосовуються лише для повністю передплачених видів послуг – стільниковий зв'язок та мобільний доступ до мережі Інтернет.

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

Інша тенденція – це використання сучасних веб-технологій при реєстрації платежів за надані послуги.

На даний час стрімко розвиваються різноманітні електронні платіжні системи. Світова практика передбачає оплату будь-яких послуг через Інтернет та банкомати з допомогою кредитних карток.

Також у деяких країнах, у т. ч. в Україні, набули популярності платежі готівкою через різноманітні інтелектуальні термінали. Дедалі більше людей не бажають відвідувати офіси компаній, чийми послугами вони користуються, або стояти в черзі у банку, щоб сплатити рахунки. Заради швидкості й зручності такі споживачі послуг готові сплатити додаткову комісію і піти на певний ризик втратити свої кошти (або в разі помилки при введенні реквізитів платежу, або в разі використання сумнівних інтелектуальних терміналів).

Сучасна система білінгу має реалізовувати функції обміну з різними платіжними системами за допомогою сучасних технологій. Існують два варіанти такого обміну: робота в реальному часі та в пакетному режимі.

Робота в реальному часі передбачає розроблення, підтримку та надання посередникам, які мають ліцензії на збір платежів (банкам і платіжним системам), доступу до веб-сервісів (WEB-Services) білінгової системи – для ідентифікації клієнтів та внесення коштів на їхні особові рахунки. Ідентифікація клієнта проводиться зазвичай за одним чи двома алфавітно-цифровими реквізитами, введеними клієнтом при здійсненні платежу, наприклад: за номером мобільного телефону або за комбінацією особового рахунка клієнта та номера його стаціонарного телефону. В разі успішної ідентифікації (тобто при однозначному визначенні клієнта білінгової системи по введених реквізитах) кошти приймаються платіжною системою (тобто знімаються з кредитної картки або забираються у вигляді готівки інтелектуальним терміналом) та вносяться на білінговий рахунок щойно ідентифікованого клієнта.

Перевагою використання технології веб-сервісів є оперативність, а головним недоліком – потенційна загроза для безпеки внутрішньої мережі підприємства та

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

необхідність перевірки достовірності інформації. Оскільки через веб-сервіс відкривається шлюз між мережею Інтернет і базою даних підприємства, то веб-сервісом можуть скористатися не лише платіжні системи, а й зловмисники – для внесення фіктивних платежів. Вирішення проблеми безпеки та достовірності інформації потребує капіталовкладень: закупівлі спеціальних пристроїв захисту, оплати кваліфікованих програмістів, використання ліцензованих та сертифікованих за відповідними рівнями захисту програм.

Більш дешево, і з огляду на фінансову ситуацію в Україні, оптимальне рішення – це робота з платіжними системами в пакетному режимі (тобто в режимі обміну файлами). Періодично (принаймні раз на місяць або частіше) посередники мають отримувати з білінгової системи актуальну базу даних з реквізитами клієнтів підприємства – для коректної ідентифікації платників. Білінгова система повинна щоденно отримувати від посередників реєстри (файли) платежів і автоматично їх обробляти. При пакетному обміні реалізувати захист інформації та перевірку її достовірності набагато простіше й дешевше, ніж при роботі в реальному часі.

На жаль, однією з негативних тенденцій розвитку білінгових систем в Україні є використання ще одного (третього) варіанту обміну з платіжними системами, а саме одностороннього пакетного обміну, або як кажуть фахівці – «роботи всліпу». Існує певний відсоток посередників, які не мають технічної можливості реалізувати ідентифікацію платника, або ж не мають бажання турбуватися про достовірність інформації, натомість мають бажання прийняти якомога більше платежів. Причому це стосується не лише дрібних підприємців, які займаються експлуатацією інтелектуальних терміналів, а й деяких доволі великих банків. При такій схемі в момент здійснення платежу ніяких перевірок не виконується.

За відсутності функції ідентифікації (перевірки коректності реквізитів клієнта) платник може ввести будь-яку некоректну інформацію, його кошти будуть у будь-якому випадку прийняті платіжною системою, а сам платник

					ДП 2023 141	Арк.
						112
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

змушений буде довго (інколи безуспішно) їх шукати. Щоб запобігти таким ситуаціям, підприємствам – власникам білінгу не потрібно заключати договори з такими посередниками, а користувачам послуг, тобто користувачам, потрібно з пересторогою ставитися до терміналів, які приймають «будь-які платежі».

З точки зору побудови інформаційної системи важливою є тенденція білінгу до централізації бізнес-логіки та обробки даних.

Сучасні ринкові умови характеризуються жорсткою конкуренцією. Підприємства, які займаються наданням послуг, змушені боротися за кожного клієнта (в Україні це поки що не стосується сфери житлово-комунальних послуг). Для залучення нових та втримання наявних клієнтів підприємства постійно впроваджують нові тарифні плани, знижки, маркетингові акції, об'єднують окремі послуги в пакети. Для білінгу це означає постійне ускладнення бізнес-логіки, регулярну, інколи доволі суттєву зміну бізнес-правил тарифікації послуг, а отже – постійне внесення змін у білінгову систему. Зростає кількість підприємств, які прагнуть постійно розширювати спектр надаваних послуг. Крім цього, для України властива постійна зміна законодавства стосовно оподаткування, стосовно обов'язкової звітності в різноманітні органи контролю, стосовно відшкодування державою вартості послуг для пільгових категорій споживачів. Всі ці фактори вимагають регулярно й оперативно модифікувати бізнес-логіку функціонування системи білінгу.

В результаті цього спостерігається тенденція до централізованої реалізації бізнес-логіки та обробки даних у білінгових системах. Причини цієї тенденції такі:

1) значно легше контролювати і змінювати бізнес-логіку, якщо вона реалізована і зберігається в єдиній централізованій базі даних, а не на робочих місцях фахівців, відповідальних за ті чи інші бізнес-процеси;

2) набагато швидше, і головне – надійніше – внести зміни в єдину процедуру, яка визначає те чи інше бізнес-правило, і надати цю процедуру у використання всім зацікавленим у ній користувачам.

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

Така технологія гарантує, що з моменту заміни версії відповідної процедури на нову ніхто не зможе скористатися старою версією, а отже – централізовано встановлені бізнес-правила не будуть порушені;

3) значно легше забезпечити надійність збереження та захищеність централізованої, ніж розподіленої бази даних підприємства, особливо в умовах великої корпорації з диференційованим рівнем кваліфікації та дисципліни персоналу. Для підприємств, які займаються масовим наданням послуг, навіть часткова втрата бази даних білінгової системи може призвести до значних фінансових збитків;

4) дешевше утримувати централізовану групу програмістів, які підтримують складну білінгову систему, ніж розподіляти цих фахівців по філіях.

Централізація білінгових систем в інформаційному плані означає створення єдиної бази даних та перенесення в центр усієї бізнес-логіки підприємства. Це може бути реалізовано кількома шляхами, кожен з яких має свої переваги й недоліки.

В економічному плані централізація білінгу означає підвищення оперативності внесення змін у систему, швидшу реакцію підприємства на мінливі зовнішні умови, і як результат – більш високу конкурентоспроможність підприємства.

Отже, в сучасних умовах розвитку світової та української економіки (жорстка конкуренція й нестача коштів через кризові явища) керівники підприємств зіштовхуються з необхідністю підвищення ефективності діяльності компанії. Для підприємств, основним видом діяльності яких є надання послуг, базисом ефективного функціонування є сучасний та гнучкий білінг.

Розглянемо функціонування автоматизованих систем розрахунку за електроенергію з промисловими АСРС(П) та побутовими споживачами АСРС(поб).

					ДП 2023 141	Арк.
						114
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

17.2. Автоматизована система розрахунку за електроенергію з промисловими споживачами

АСРС(П) – це система, що поєднує функції збору, передачі, зберігання, обробки й відображення інформації. Вона реалізує технологію розрахунків зі споживачами й забезпечує: ведення довідників і картотек; збір і обробку інформації про споживання електроенергії; збір і обробку інформації про платежі; ведення особових рахунків; підготовку статистичної звітності й аналітичної інформації; адміністрування й налаштування системи.

Централізована обробка й зберігання, розподілене використання даних – один з основних принципів побудови системи. Кожний користувач системи, незважаючи на своє місцезнаходження, навіть якщо за сотні кілометрів від обласного центру, має рівні можливості у використанні всіх функцій системи, а єдина інформаційна база забезпечує надійне зберігання, повноту й вірогідність інформації.

Оскільки АСРС(П) є системою для проведення комерційних розрахунків, особлива увага в ній приділяється надійності зберігання й захисту інформації. Уся інформація системи зберігається в єдиній базі даних, що працює під керуванням СУБД Oracle і розташована на центральному сервері даних. Відновлення даних користувачів здійснюється тільки через процедури, які зберігають на сервері бази даних, що унеможлиблює несанкціонований доступ до інформації навіть кваліфікованого фахівця. Система паролів, розмежування повноважень і реєстрація доступу користувачів до бази даних гарантують конфіденційність інформації.

Для забезпечення схоронності інформації при відмовах чи перебоях апаратури або програмних засобів використовують щоденне резервне копіювання інформації на резервний диск і періодичне архівування інформації на змінних носіях (наприклад, на магнітооптичних дисках).

АСРС(П) призначена для роботи в такій динамічній сфері, як роздрібний ринок електроенергії. Технічна реалізація системи забезпечує підключення нових

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

робочих місць, перевизначення посадових повноважень, реорганізацію структури та схем розрахунку силами обслуговуючого персоналу.

Застосовані при АСРС(П) принципи побудови створюють можливість без значних витрат масштабувати систему для застосування як на малих, так і на великих енергозбутових підприємствах, що мають територіально розподілену структуру, а також поєднувати окремі системи в ієрархічні структури.

АСРС(П) – централізована система, в якій усі навантаження з керування та обробки даних лежить на сервері бази даних, а робочі станції забезпечують тільки інтерфейс користувачів з базою. Тому система висуває досить високі вимоги до сервера бази даних і не критична до робочих станцій. Сервер і робочі станції системи поєднує корпоративна мережа підприємства, створена на базі локальних обчислювальних мереж (або відособлених комп'ютерів) окремих підрозділів і об'єднаних у межах міста та області за допомогою телефонних або будь-яких інших каналів зв'язку.

АСРС(П) призначена для автоматизації діяльності персоналу підрозділів енергозбутових підприємств і забезпечує вирішення завдань проведення розрахунків із промисловими й прирівняними до них споживачами електроенергії.

Функціями системи є ведення договорів з абонентами; ведення довідників; автоматичне введення показань щодо пунктів обліку з бази даних АСКОВЕ й ручне введення щодо звітів абонентів і інспекторів; проведення обчислень з урахуванням зонних тарифів на підставі інформації АСКОВЕ, розрахунок нарахувань, пені, КРЕ, штрафів, розрахунок корисної спожитої електроенергії; автоматичне введення банківських електронних реєстрів платежів і ручне введення платежів; рознесення платежів за видами нарахувань (за рахунками); ведення особових рахунків; облік адресних поставок; формування звітних документів; формування заявок на обсяги споживання електроенергії області; формування обсягів споживання електроенергії адміністративними районами області; формування договірних величин споживання електричної енергії й

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

потужності споживачами; контроль споживання електроенергії по області; контроль за дотриманням граничних величин споживання електроенергії по адміністративних районах; контроль за дотриманням договірних величин споживання електричної енергії й потужності споживачами; керування режимами споживання електроенергії.

Користувачами системи є відділ розрахунку з промисловими споживачами; служба державної інспекції енергонагляду; відділ розподілу й контролю; керівництво.

Ведення договорів з абонентами АСРС(П) містить усю необхідну інформацію про абонентів і платників: банківські реквізити й фізичні адреси, належність до галузей, міністерства, адміністративних районів, агенств і груп споживачів, за пунктами обліку й приладами обліку абонента, його субабоненти, схеми розрахунку й параметри споживання.

Система забезпечує багатокритерійний пошук абонента. Інформація про об'єкти обліку (споживачі, підстанції, пункти обліку), а також про абонентів, що здійснюють розрахунок з підприємством енергозбуту, представлена у вигляді деревоподібних структур.

Система електронних довідників допоможе швидко знайти необхідну інформацію. АСРС(П) містить довідники за наступними категоріями: населені пункти; вулиці; міністерства; банки; постачальники; курси валют; пільги; тарифи.

АСРС(П) забезпечує автоматичне завантаження даних з енергоспоживання з бази даних АСКОВЕ й ручне введення показань за звітами абонентів або інспекторів енергонагляду. З огляду на великий обсяг обробки інформації екранні форми оптимізовані для ручного введення. При відсутності фактичних даних щодо споживання електроенергії передбачені системи нарахування витрат «за встановлену потужність» або «за середнім споживанням».

АСРС(П) здійснює автоматичний розрахунок за видами нарахувань. Під час розрахунків автоматично враховують всі особливості тарифікації конкретного абонента (узгоджені договором), при необхідності нараховують штрафи й пеню.

При обчисленні враховують: тарифні зони; споживання й генерацію реактивної енергії; категорію споживача за рівнем напруги й потужності; належність до промислового або непромислового сектора; лімітні обмеження, пільги, джерела фінансування споживача.

АСРС(П) передбачає автоматичне ведення платежів з банківських електронних реєстрів платників, реалізацію різних схем взаємозаліків, ручне ведення платежів: розрахунок дебіторської й кредиторської заборгованості; перетарифікацію витрат та облік змін на особових рахунках; зняття пені, КЕР, штрафів; аналіз стану рахунків і ухвалення рішення про застосування санкцій; формування інформації про боржників; підготовка довідок про стан рахунків за вимогами абонентів; формування й друкування платіжних вимог-доручень.

АСРС(П) містить потужну систему аналізу параметрів споживання й стану рахунків абонентів для підготовки статистичних і звітних матеріалів. У системі більше сорока форм і шаблонів звітних документів, за допомогою яких за лічені хвилини може бути підготовлений будь-який звіт або відомість для подання в облдержадміністрацію, енергонагляд, регіональний або національний диспетчерські центри, дирекції, бухгалтерії або абонентам. Наявний список може бути розширений або змінений як самим замовником, так і розроблювачем за завданням замовника.

Підготовка статистичних даних формується в розрізі тарифів, галузей, районів електромереж і в цілому для всіх категорій споживачів.

17.3. Автоматизована система розрахунку за електроенергію зі споживачами побутового сектора

АСРС(поб) призначена для автоматизації діяльності персоналу підрозділів енергозбутових підприємств і забезпечує вирішення завдань щодо проведення

					ДП 2023 141	Арк.
						118
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

розрахунків зі споживачами електроенергії побутового сектора. З огляду на великий обсяг ручних операцій при роботі з абонентами й контролю за платежами, форми введення АСРС(поб) спеціально адаптовані для ручного введення інформації.

Функціями системи є ведення довідників і картотек; ведення особових рахунків абонентів; контроль платежів; розрахунок платежів; робота з квитанціями; ведення приладів обліку; формування звітних документів.

Користувачі системи є відділ розрахунку з побутовими споживачами; служба держінспекції енергонагляду; керівники.

Ведення довідників і картотек в АСРС(поб) організовано централізоване ведення електронних довідників і картотек, які використовують операторами при вирішенні функціональних завдань системи. Система довідників і картотек включає ведення лінійних або ієрархічних довідників і класифікаторів: банків, адміністративно-територіальних одиниць з адресою.

При роботі з особовими рахунками АСРС(поб) забезпечує виконання таких функцій: відкриття особових рахунків; переоформлення або закриття особових рахунків; визначення й коригування пільгових знижок; реєстрацію договорів з погашення заборгованості; перегляд особових рахунків.

Контроль платежів в АСРС(поб) проводиться вручну за квитанціями або в напівавтоматичному режимі при завантаженні електронних реєстрів платежів, які надходять із розрахункових центрів, або електронних реєстрів субсидій, що надходять із районних відділів субсидій. Форми введення оптимізовані для ручного введення інформації.

АСРС(поб) здійснює автоматичний розрахунок платежів з урахуванням тарифів, пільг, категорій споживачів, пені й виду оплати, дає змогу редагувати сплачені показання, робити розрахунок і нарахування щодо непрацюючих приладів обліку.

Частина квитанцій, що надходять у розрахунковий відділ, може містити помилки, неточності або пропуски в заповненні, що не дозволяє однозначно

					ДП 2023 141	Арк.
						119
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ідентифікувати квитанцію. З такими квитанціями в АСРС(поб) передбачений особливий режим роботи, завдяки якому можна однозначно визначити власника квитанції.

АСРС(поб) дає змогу здійснювати повний контроль за парком і рухом приладів обліку. База даних приладів обліку і їхніх власників, контроль заходів щодо установки, заміни, ремонту й перевірки лічильників з реєстрацією відповідальних осіб дає змогу перешкоджати крадіжкам і несанкціонованому втручанням в роботу приладів обліку.

АСРС(поб) має потужну систему аналізу параметрів споживання й стану рахунків абонентів для підготовки статистичних і звітних матеріалів. За допомогою наявних шаблонів можна за лічені хвилини підготувати будь-який звіт або відомість для подання в облдержадміністрацію, енергонагляд, дирекції, бухгалтерії й абонентам. Шаблони звітів розроблені засобами Microsoft Excel, що створює користувачеві можливість самостійно розробляти нові звітні форми. Підготовка статистичних даних формується в розрізі тарифів, категорій споживачів, районами електромереж і в цілому по компанії за задані періоди години. Усі звітні форми виконані українською мовою.

Враховуючи вище наведене, можна запропонувати таку структурну схему автоматизованої системи розрахунку за електроенергію зі споживачами побутового сектора для населеного пункту, в якому розташований Львівський машинобудівний завод (рис. 17.1).

					ДП 2023 141	Арк.
						120
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

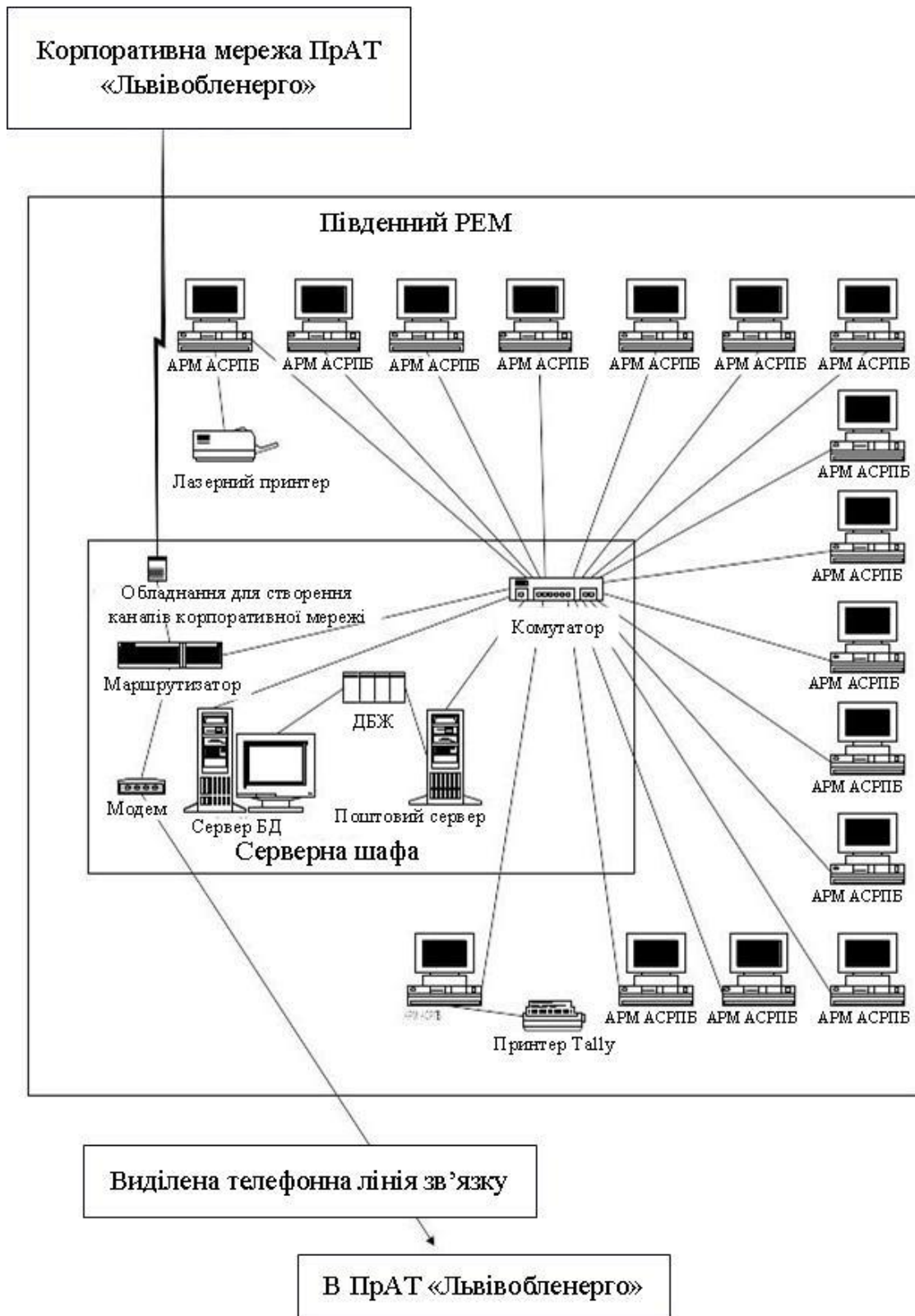


Рис.17.1. Структурна схема АСРС(ноб) Південного РЕМ
ПрАТ «Львівобленерго»

17.4. Приклади розрахунку по зонним лічильникам для побутових споживачів

Приклади проведення розрахунків за спожиту електричну енергію за умови наявності двозонних або тризонних лічильників (відповідно до Постанови Кабінету Міністрів України № 859 «Про внесення змін до постанови Кабінету Міністрів України від 5 червня 2019 р. N 483 та визнання такими, що втратили чинність, деяких постанов Кабінету Міністрів України») з урахуванням встановлених фіксованих цін на електроенергію з 01.10.2021 р. по сьогоднішній день.

Розрахунок вартості електричної енергії для населення за умови використання двозонних тарифів.

Ціна на електричну енергію під час розрахунку фіксується автоматично після введення Вами обсягів спожитої електричної енергії.

Якщо загальний обсяг спожитої електроенергії складає:

250 кВт/год та менше – застосовується ціна 1,44 грн за 1 кВт/год

251 кВт/год та більше – застосовується ціна 1,68 грн за 1 кВт/год.

Вводимо вхідні дані (*)

Споживання за періодами часу, кВт·год:

Ніч	450*
День	200*
Разом	650

Зонний коефіцієнт:

Нічний	0,5
Денний	1,0

Тарифи, грн:

Нічний	0,84
Денний	1,68

Розрахунок, що виконується в автоматизованій системі розрахунку:

1. Розрахуємо вартість нічного обсягу спожитої електричної енергії:

$$450 \cdot 0,84 = 378,00 \text{ грн};$$

2. Розрахуємо вартість денного обсягу спожитої електричної енергії:

$$200 \cdot 1,68 = 336,00 \text{ грн};$$

					ДП 2023 141	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		122

3. Розрахуємо кінцеву суму до сплати:

$$378,00 + 336,00 = 714,00 \text{ грн.}$$

Розрахунок вартості електричної енергії для населення за умови використання тризонних тарифів

Вводимо вхідні дані (*)

Споживання за періодами часу, кВт·год:

Пік	150*
Напівпік	200*
Ніч	300*
Разом	650

Зонний коефіцієнт:

Пік	1,5
Напівпік	1,0
Ніч	0,4

Тарифи, грн:

Пік	2,52
Напівпік	1,68
Ніч	0,672

Розрахунок, що виконується в автоматизованій системі розрахунку:

1. Розрахуємо вартість пікового обсягу спожитої електричної енергії:

$$150 \cdot 2,52 = 378,00 \text{ грн;}$$

2. Розрахуємо вартість полупікового обсягу спожитої електричної енергії:

$$200 \cdot 1,68 = 336,00 \text{ грн;}$$

3. Розрахуємо вартість нічного обсягу спожитої електричної енергії:

$$300 \cdot 0,672 = 201,60 \text{ грн;}$$

4. Розрахуємо кінцеву суму до сплати:

$$378,00 + 336,00 + 201,60 = 915,60 \text{ грн.}$$

17.5. Нові ефективні системи розрахунків зі споживачами електроенергії

Фахівцями підприємств НПП «ОКТАВА ЛТД» і «СИГМА-ПРОФІ» розроблено дослідний варіант системи продажу електроенергії на основі інтелектуальних лічильників з реєстрацією оплати (відомих як лічильники

«Кешпауер», або лічильники з передплатою). Системи такого типу успішно експлуатують в Великобританії та інших країнах і забезпечують високу ефективність розрахунків у відносинах між постачальником і споживачем електроенергії. Електролічильники типу «Кешпауер» належать до нового покоління засобів обліку, ефективнішого, ніж лічильники з електронною картою.

Система платежів, складовою частиною якої є лічильник, побудована на основі криптографічного методу захисту інформації й забезпечує необхідну зручність для постачальника електроенергії й простоту використання для споживача. Розрахунки зі споживачами електроенергії можуть здійснюватися за двома схемами: у кредит і передплатою. Передбачено можливість розширення функцій системи та її інтеграція з будь-якою існуючою системою платежів верхнього рівня.

Абонент у пункті розрахунку вносить передплату (або одержує кредит) за якийсь (середньомісячний) обсяг кіловат-годин і одержує квитанцію з 15-розрядним кодом, що містить індивідуальну шифровану інформацію про величину внесеного платежу. Набравши код за допомогою кнопок на лицьовій панелі лічильника, абонент повинен ввести в лічильник інформацію про сплату. Лічильник автоматично розшифровує повідомлення й додає суму платежу до величини залишку, збереженого в пам'яті лічильника. Коли сплачений ліміт вичерпано, лічильник протягом контрольного рядок видає попереджувальний сигнал (блимає індикатор, звуковий сигнал). Після закінчення контрольного строку (ліміту кіловат-годин) настає автоматичне вимкнення електроенергії. Подачу електроенергії відновлюють після сплати й введення кодової інформації в лічильник.

ЛІТЕРАТУРА

1. Шестеренко В.Є. Системи електроспоживання та електропостачання промислових підприємств. Підручник. – Вінниця: Нова книга, 2004 р. – 656 с.
2. Сірий О.М. Системи електроспоживання: розрахунки, вибір обладнання: навч. посіб. /О.М.Сірий; М-во освіти і науки, молоді та спорту України, Нац. ун-т харч. технол. – К.: НУХТ, 2011. – 319 с.
3. Василега П.О. Електропостачання: навчальний посібник /П.О.Василега. – Суми: Університетська книга, 2019. – 415 с.
4. Мілих В.І. Електропостачання промислових підприємств: Підручник для студентів електромеханічних спеціальностей /В.І. Мілих, Т.П. Павленко. – Київ: Каравела, 2018. – 272 с.
5. Рудницький В.Г. Внутрішньоцехове електропостачання. Курсове проектування: Навчальний посібник. – Суми: ВТД «Університетська книга», 2007 р. – 280 с.
6. Правила улаштування електроустановок (ПУЕ). Затверджено Наказом Міністерства енергетики та вугільної промисловості України від 21.07.2017 р. № 476.
7. ДБН В .2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення. К. – Мінрегіон України, 2018 р.
8. Карпалюк І.Т. Комп'ютерні інформаційні технології в енергетиці: конспект лекцій для студентів спеціальності 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка. – Харків: ХНУМГ ім. О.М.Бекетова, 2018. – 118 с.
9. Інтелектуальні системи в електроенергетиці. Теорія та практика: навчальний посібник. /Стаднік М.І., Видмиш А.А., Штуць А.А., Колісник М.А. – Вінниця: ТОВ «ТВОРИ», – 2020. – 332 с.

					ДП 2023 141		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розробив		<i>Краєвський Б.</i>			ЛІТЕРАТУРА		
Перевірив		<i>Шестеренко</i>					
Зав.кафедр.							
Н. Контр.							
Затвердив		<i>Балюта С.М</i>					
						Літ.	Арк.
							125
						Аркушів	
						ІННІТІ ім. акад. І.С.Гулого, ЕЛ4-3	

10. Правила охорони праці у ливарному виробництві. Затверджено Наказом Міністерства енергетики та вугільної промисловості України від 03.11.2014 р. № 779, зареєстровано в Міністерстві юстиції України 20 листопада 2014 р. за N 1476/26253.

11. Сіماشко В. Й. Місце білінгу в сучасних корпоративних інформаційних системах /В. Й. Сіماشко //Вісник національного університету «Львівська політехніка»: Комп'ютерні науки та інформаційні технології. – Львів: НУЛП, 2009. – № 638. – С. 223–228.

12. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.ukrelcom.com>.

13. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.samgas.com.ua/ua/4clients/products/216.html>.

					ДП 2023 141	Арк.
						126
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		