

Міністерство освіти і науки України
Центральноукраїнський національний технічний університет
Факультет будівництва, транспорту та енергетики
Кафедра «Електротехнічні системи та енергетичний менеджмент»

“Допущено до захисту ”
Зав. кафедрою ЕТС та ЕМ
к.т.н., професор
_____Плешков П.Г.
“ ____ ” _____ 2024 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА ЗА ПЕРШИМ (БАКАЛАВРСЬКИМ) РІВНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ

на тему:

**Модернізація системи енергопостачання котельні
“Полтавська” з розробкою схемно-технологічних
рішень утилізації теплових втрат**

**Modernisation of the energy supply system of the
Poltavska boiler house with the development of
schematic and technological solutions for heat loss
utilisation**

Виконав студент 4 курсу групи ЕНМ-21-3СКЗ
спеціальності 141«Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка»

_____ Андрій ЗУБОВ
« ____ » _____ 2024 р.

Керівник проекту

доцент, канд.техн.наук

_____ Василь КЛИМЕНКО
« ____ » _____ 2024 р.

Рецензент _____

м. Кропивницький

Міністерство освіти і науки України
Центральноукраїнський національний технічний університет

Факультет будівництва транспорту та енергетики

Кафедра електротехнічних систем та енергетичного менеджменту

Освітній ступінь бакалавр

Спеціальність 141«Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Завідувач кафедри

_____ Плешков П.Г.

«_____» _____ 2024 р.

ЗАВДАННЯ НА ВИПУСКНУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТА

Зубова Андрія Міріановича

(прізвище, ім'я, по-батькові)

1. Тема роботи (проекту) Модернізація системи енергопостачання котельні
“Полтавська” з розробкою схемно-технологічних рішень утилізації теплових
втрат

Modernisation of the energy supply system of the Poltavska boiler house with the
development of schematic and technological solutions for heat loss utilisation

2. Керівник роботи (проекту) Клименко Василь Васильович, к.т.н., доцент

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

3. Строк подання студентом роботи до захисту 10.06.2024 р.

4. Мета та завдання випускної кваліфікаційної роботи (проекту) Розробити систему
енергопостачання споживачів котельні «Полтавська, згідно завдання:
Виконати розрахунок електричних та теплових навант. підприємства.
Побудувати графіки та картограму електричних навантажень. Виконати вибір
варіантів схем електропостачання. Виконати розрахунки режимів реактивної
потужності, вибору трансформаторів та струмів КЗ. Вибрати технологічне
обладнання в розподільчому пристрої. Розробити спеціальний розділ.

5. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи

Розділ	Консультант	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
<i>Спеціальний розділ</i>	<i>доцент Гарасьова Н.Ю</i>		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів випускної кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	<i>Розрахунок енергетричних навантажень</i>	8.05.24	
2	<i>Побудова графіків ен. навантажень</i>	10.05.24	
3	<i>Побудова картограм ен. навантажень</i>	16.05.24	
4	<i>Вибір напруги і електричних схем електропостачання</i>	18.05.24	
5	<i>Режими реактивної потужності</i>	18.05.24	
6	<i>Вибір трансформаторів</i>	20.05.24	
7	<i>Розрахунок струмів КЗ</i>	24.04.24	
8	<i>Вибір високовольтного обладнання</i>	26.05.24	
11	<i>Спеціальний розділ</i>	30.05.24	
12	<i>Оформлення пояснювальної записки</i>	5.06.24	
13	<i>Виконання графічної частини</i>	8.06.24	

Дата видачі завдання

Підпис керівника _____

« ____ » _____ 2024 р.

Завдання прийнято до виконання

Підпис студента _____

« ____ » _____ 2024 р.

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота: 81 с.; 9 рис.; 31 табл.; 10 джерел

Зубов А. Модернізація системи енергопостачання котельні “Полтавська” з розробкою схемно-технологічних рішень утилізації теплових втрат – Рукопис.

Modernisation of the energy supply system of the Poltavska boiler house with the development of schematic and technological solutions for heat loss utilisation

Бакалаврська робота за спеціальністю 141 - «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». - Центральноукраїнський національний технічний університет. - м. Кропивницький, 2024 р.

У кваліфікаційній роботі виконано реконструкція енергопостачання котельні “Полтавська”, розробкою схемно-технологічних рішень утилізації теплових втрат.

Визначено рівень зниження теплове навантаження теплового району, що обумовило реконструкцію котельні «Полтавська»

Для схеми електропостачання споживачів теплового району проведений розрахунок струмів КЗ з подальшим вибором кабелів і низьковольтного обладнання а також розглянуте питання компенсації реактивної потужності.

ТЕПЛОВІ НАВАНТАЖЕННЯ, ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ, ТЕПЛОВИЙ РАЙОН, УТИЛІЗАЦІЯ ТЕПЛОВИХ ВТРАТ.

ABSTRACT

Qualification work: 81 p.; 9 Fig.; 31 tables; 10 sources

Zubov A. Modernisation of the energy supply system of the Poltavska boiler house with the development of schematic and technological solutions for heat loss utilization. – Manuscript.

Модернізація системи енергопостачання котельні “Полтавська” з розробкою схемно-технологічних рішень утилізації теплових втрат

Bachelors thesis on specialty 141 - "Electric power engineering, electrical engineering and electromechanics". - Central Ukrainian National Technical University. - Kropyvnytskyi, 2024.

In the qualifying work, the reconstruction of the energy supply of the "Poltavska" boiler house was carried out, with the development of schematic and technological solutions for the utilization of heat losses.

The level of reduction of the thermal load of the thermal district was determined, which caused the reconstruction of the boiler house "Poltavska"

For the power supply scheme of consumers of the thermal district, the calculation of short-circuit currents was carried out with the subsequent selection of cables and low-voltage equipment, as well as the issue of reactive power compensation was considered.

HEAT LOADS, ENERGY SUPPLY, THERMAL DISTRICT, DISPOSAL OF HEAT LOSSES.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1. КОРОТКА ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ПІДПРИЄМСТВА	9
2 РОЗРАХУНОК ЕНЕРГЕТИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ ПІДПРИЄМСТВА ДО РЕКОНСТРУКЦІЇ	10
2.1 Розрахунок електричних навантажень підприємства до реконструкції.....	10
2.1.2 Розрахунок освітлювальних теплового району навантажень до реконструкції	14
2.1.3 Розрахунок електричних навантажень в силових мережах вище 1000 В до реконструкції	16
2.2 Теплові навантаження котельні до реконструкції	18
2.3 Електричні навантаження мікрорайону в силових мережах вище 1000 В.....	20
3 РОЗРАХУНОК ЕНЕРГЕТИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ КОТЕЛЬНОЇ ПІСЛЯ РЕКОНСТРУКЦІЇ	26
3.1 Розрахунок теплового навантаження котельні після реконструкції.....	26
3.1.1 Розрахунок теплових навантажень на опалення	26
3.1.2 Розрахунок теплових навантажень на вентиляцію	28
3.1.3 Розрахунок теплових навантажень на гаряче водопостачання	28
3.2. Вибір системи та джерела теплопостачання	32
3.3 Розрахунок електричних навантажень підприємства після реконструкції..	34
3.3.1 Вибір двигунів для обладнання котельних агрегатів	34
3.3.2 Розрахунок силових і освітлювальних навантажень в мережах до 1000 В після реконструкції для котельні.....	37

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Зубов А.				Модернізація системи енергопостачання котельні "Полтавська" з розробкою схемно-технологічних рішень утилізації теплових втрат	Літера	Аркуш	Аркушів
Перевірів	Клименко В.В						6	77
Н. Контр.						ЦНТУ ЕНМ-21-ЗСК		
Затв.	Плешков П.Г							

3.3.3 Розрахунок електричних навантажень в силових мережах вище 1000 В після реконструкції	39
4 ПОБУДОВА ГРАФІКІВ ЕНЕРГЕТИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ.....	43
4.1 Побудова графіків електричних навантажень.....	43
4.2. Розрахунок та побудова графіків теплового споживання.....	48
5. ВИБІР НАПРУГИ І ЕЛЕКТРИЧНИХ СХЕМ ВНУТРІШНЬОГО ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ	51
6. ПОБУДОВА КАРТОГРАМИ ЕЛЕКТРИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ.....	55
7. РЕЖИМИ РЕАКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ	58
7.1 Розрахунок балансу реактивної потужності та вибір компенсуючих пристроїв в низьковольтних мережах	58
7.2 Вибір кількості, потужності та місця розташування компенсуючих пристроїв.....	58
8 РОЗРАХУНОК СТРУМІВ КОРОТКИХ ЗАМКНЕНЬ ТА ВИБІР ОБЛАДНАННЯ	60
9 РОЗРОБКА СИСТЕМИ УТИЛІЗАЦІЇ ТЕПЛОВИХ ВТРАТ НА КОТЕЛЬНІ “ПОЛТАВСЬКА”	68
9.1 Визначення джерел теплових втрат і способів їх утилізації	68
9.2 Розрахунок горіння природного газу	69
9.3 Тепловий баланс котельного агрегату	74
9.4. Розрахунок і вибір системи утилізації теплових втрат	75
ВИСНОВКИ.....	80
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	81

						Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Сучасний стан обліку енергоресурсів в Україні стримує розвиток ринкових відносин, сприяє їх розкраданню та неефективному використанню, перешкоджає реалізації енергозберігаючих заходів. Організаційні принципи та інфраструктура обліку, сформовані ще в період планової економіки, залишаються майже незмінними. Внаслідок цього значна частина енергоресурсів витрачається неконтрольовано і марнотратно. Існуюча система обліку енергоресурсів передбачає, що понаднормативні втрати, в основному через розкрадання, безгосподарність та неефективне використання, оплачуються споживачами через тарифи, субсидії чи дотації, фінансовані з державного та місцевих бюджетів.

На сьогодні підприємства, які виробляють, передають та розподіляють енергоресурси, мають обмежені можливості для підвищення якості обліку та зменшення понаднормативних втрат. Для належного контролю за використанням енергоресурсів в Україні необхідна цілісна система правових та нормативних документів, які визначали б правову, економічну та технічну політику держави у цій сфері.

Аналіз показує, що незадовільний стан обліку енергоресурсів обумовлений не стільки технічними і технологічними недоліками, скільки відсутністю комплексного підходу до організації обліку ресурсів. Це є головним інструментом для ефективної роботи енергопостачальних та водопостачальних підприємств, які мали б налаштувати управління зменшенням втрат ресурсів на всіх етапах виробництва, транспортування та подачі до споживача. Це підвищило б ефективність паливно-енергетичного комплексу держави та стимулювало б раціональне використання енергоресурсів і води споживачами.

						Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. КОРОТКА ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ПІДПРИЄМСТВА

ДП "Кіровоградтепло" ТОВ "ЦНТІ УНГА" — організація, яка постачає місто Кропивницький тепловою енергією, здійснюючи процеси виробництва, транспортування і продажу енергоресурсів.

Котельня, яка розглядається, є формальною власністю ДП "Кіровоградтепло", розташована за адресою Полтавська 22. Вона забезпечує обігрів споживачів, що мешкають або працюють у будинках на вулицях Полтавська, Маланюка та інших. Котельня оснащена трьома водогрійними котлами КВГ-7,56. Котельня функціонує за температурним графіком 105-70 °С.

За даними екологічної наладки теплопродуктивність котлів становить:

Котлоагрегат № 1 – теплопродуктивністю 6 Гкал/год;

Котлоагрегат № 2 - теплопродуктивністю 6 Гкал/год;

Котлоагрегат № 3 - теплопродуктивністю 6 Гкал/год;

Схема теплових мереж чотирьохтрубна, підземна (частково надземна) у непрохідних каналах зі збірного залізобетону. Компенсація температурних подовжень здійснюється ПМ-подібними компенсаторами і природними поворотами траси. Ізоляція трубопроводів виконана з мінеральної вати.

Зв'язуючими елементами між зовнішньою тепломережею та внутрішніми системами опалення є теплові вводи. Теплові вводи встановлені у підвальних приміщеннях. Схеми підключення споживачів тепломережі: безпосередня (без елеваторна).

Котельня використовує як паливо природний газ. Котельня є клієнтом ПрАТ "Кіровоградобленерго", підключена до розподільчих мереж напругою 0,4 кВ.

						Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 РОЗРАХУНОК ЕНЕРГЕТИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ ПІДПРИЄМСТВА ДО РЕКОНСТРУКЦІЇ

2.1 Розрахунок електричних навантажень підприємства до реконструкції

Визначення розрахункових ел. навантажень споживачів виконується за методом упорядкованих діаграм.

2.1.1 Розрахунок силових навантажень до реконструкції для котельні.

Розрахунок навантажень споживачів котельні наведено в таблиці 2.3:

Розрахункове максимальне навантаження групи електроприймачів:

$$P_p = K_M \cdot K_B \cdot P_H = 1 \cdot 0,8 \cdot 100 = 80 \text{ кВт},$$

де $K_M = 1$ – коефіцієнт, що характеризує максимум активної потужності;

$K_B = 0,8$ – коефіцієнт, що характеризує використання активної потужності;

Середня потужність групи електроприймачів, кВт:

$$P_{cm} = K_B \cdot P_H = 0,8 \cdot 100 = 80 ,$$

Кратність навантаження:

$$m = \frac{P_{\text{нм ax}}}{P_{\text{нм in}}} = \frac{100}{100} = 1 ,$$

де $P_{\text{нм ax}}$, $P_{\text{нм in}}$ – номінальна потужність з групи електроприймачів

Реактивне навантаження при $n_e < 10$:

$$Q_p = 1,1 \cdot Q_{cm} = 1,1 \cdot 60 = 66 \text{ квар},$$

де Q_{cm} – середня реактивна потужність за зміну:

$$Q_{cm} = P_{cm} \cdot \text{tg} \phi = 80 \cdot 0,75 = 60 \text{ квар};$$

Повне навантаження приймачів:

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2} = \sqrt{80^2 + 66^2} = 104,08 \text{ кВА},$$

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

Таблиця 2.1 — Розрахункові значення електричних навантажень в котельні до 1000 В

№	Назва групи споживачів	Кіл-ть ЕС	Встановлена потужність, кВт		m	K _и	cosφ	tgφ	Середнє навантаження		п _{еф}	K _м	Розрахункове навантаження		
			Одного	Сума					P _{см} , кВт	Q _{см} , квар			P _р , кВт	Q _р , квар	S _р , кВА
1	Двигуни ЦН-1	1	100	100	1	0,8	0,75	0,75	88	66	1	1	88	66	110
2	Двигуни ЦН-2	1	110	110	1	0,8	0,6	1,73	60	103,8	1	1	60	103,8	119,9
3	Двигуни ЦН-3	1	110	110	1	0,7	0,78	0,75	9,45	7,08	3	1,35	13	7,1	14,6
4	Двигуни ЦН-4	1	75	75	1	0,8	0,78	0,75	216	162	3	1	216	162	270
5	ПН-1,2,3	3	4,5	13,5	1	0,8	0,78	0,75	33,6	25,2	3	1	33,6	25,2	42
6	ДС-1,2,3	3	90	270	1	0,8	0,78	0,75	0,8	0,6	1	1	0,8	0,6	1
7	ВН-1,2,3	3	14	42	1	0,8	0,78	0,75	1,2	0,9	1	1	1,2	0,9	1,5
8	Токарний станок	1	1	1	1	0,8	0,76	0,85	409,05	365,6	13	1	412,4	365,6	559,0
9	Свердлильний станок	1	1,5	1,5	1	0,8	0,75	0,75	88	66	1	1	88	66	110
Всього по котельні		15	1	270	270	110	0,8	0,6	1,73	60	11	1	1	60	103,8

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Таблиця 2.2 — Розрахункові значення електричних навантажень теплового району																					
					№ з/П	Адреса будинку	Квартири					Ліфти					Санітарно-побутові пристрої					Розрах. навант.				
К-сть	P_0 , кВт/кв	$P_{р.кв.}$, кВт	$tg\phi_{кв}$	$Q_{р.кв.}$, квар			К-сть	$P_{н.л.}$, кВт	$k_{п.л.}$	$P_{р.л.}$, кВт	$tg\phi_{л}$	$Q_{р.л.}$, квар	К-сть	$P_{п.спп.}$, кВт	$k_{п.спп.}$	$P_{р.спп.}$, кВт	$tg\phi_{спп}$	$Q_{р.спп.}$, квар	P_p , кВт	Q_p , квар	S_p , кВА					
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
					1	Маланюка, буд. 3	36	1,25	45,0	0,3	12,6	1	6,5	0,8	5,2	1,2	6,1	1	10	0,5	5,0	0,72	3,6	54,2	21,4	58,2
					2	Маланюка, буд. 5	72	0,99	71,3	0,3	20,0	2	6,5	0,8	10,4	1,2	12,3	2	10	1	20,0	0,72	14,4	98,6	44,0	108,0
					3	Маланюка, буд. 7	72	0,99	71,3	0,3	20,0	2	6,5	0,8	10,4	1,2	12,3	2	10	1	20,0	0,72	14,4	98,6	44,0	108,0
					4	Маланюка, буд. 25	144	0,81	116,6	0,3	32,7	4	6,5	0,7	18,2	1,2	21,5	4	10	0,85	34,0	0,72	24,5	163,6	74,0	179,6
					5	Маланюка, буд. 22	16	1,75	28,0	0,3	7,8	0	6,5	0	0	1,2	0,0	1	10	0,5	5,0	0,72	3,6	32,5	11,1	34,3
					6	Маланюка, буд. 26	16	1,75	28,0	0,3	7,8	0	6,5	0	0	1,2	0,0	1	10	0,5	5,0	0,72	3,6	32,5	11,1	34,3
					7	Маланюка, буд. 28	16	1,75	28,0	0,3	7,8	0	6,5	0	0	1,2	0,0	2	10	1	20,0	0,72	14,4	46,0	20,8	50,5
					8	Полтавська, буд. 28, корп. 1	144	0,81	116,6	0,3	32,7	4	6,5	0,7	18,2	1,2	21,5	4	10	0,85	34,0	0,72	24,5	163,6	74,0	179,6
					9	Полтавська, буд. 28, корп. 2	144	0,81	116,6	0,3	32,7	4	6,5	0,7	18,2	1,2	21,5	4	10	0,85	34,0	0,72	24,5	163,6	74,0	179,6
					10	Полтавська, буд. 32	180	0,79	142,2	0,3	39,8	5	6,5	0,7	22,8	1,2	26,8	5	10	0,8	40,0	0,72	28,8	198,7	89,9	218,1
					11	Полтавська, буд. 24, корп. 1	216	0,77	166,3	0,3	46,6	6	6,5	0,7	25,4	1,2	29,9	6	10	0,78	46,8	0,72	33,7	231,3	103,8	253,5
					12	Полтавська, буд. 24, корп. 2	72	0,99	71,3	0,3	20,0	2	6,5	0,8	10,4	1,2	12,3	2	10	1	20,0	0,72	14,4	98,6	44,0	108,0
					13	Полтавська, буд. 24	144	0,81	116,6	0,3	32,7	4	6,5	0,7	18,2	1,2	21,5	4	10	0,85	34,0	0,72	24,5	163,6	74,0	179,6
					14	Площа. дружби народів, буд. 6	40	1,2	48,0	0,3	13,4	0	6,5	0	0	1,2	0,0	2	10	1	20,0	0,72	14,4	66,0	26,4	71,1
					15	Башкірська, буд. 3А	60	1,05	63,0	0,3	17,6	0	6,5	0	0	1,2	0,0	3	10	0,9	27,0	0,72	19,4	87,3	35,1	94,1
					16	Башкірська, буд. 3Б	60	1,05	63,0	0,3	17,6	0	6,5	0	0	1,2	0,0	3	10	0,9	27,0	0,72	19,4	87,3	35,1	94,1
					17	Пров. Кінний, буд. 6	180	0,79	142,2	0,3	39,8	5	6,5	0,7	22,8	1,2	26,8	5	10	0,8	40,0	0,72	28,8	198,7	89,9	218,1
					18	Кропивницького, буд. 8	216	0,77	166,3	0,3	46,6	6	6,5	0,7	25,4	1,2	29,9	6	10	0,78	46,8	0,72	33,7	231,3	103,8	253,5
					19	Кропивницького, буд. 6	180	0,79	142,2	0,3	39,8	5	6,5	0,7	22,8	1,2	26,8	5	10	0,8	40,0	0,72	28,8	198,7	89,9	218,1
					20	Кропивницького, буд. 4	108	0,84	90,7	0,3	25,4	3	6,5	0,8	15,6	1,2	18,4	3	10	0,9	27,0	0,72	19,4	129,1	59,5	142,1
12	Арк.																									

		Продовження таблиці 2.1																					
Змн.	Арк.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
		21	Кропивницького, буд. 7 корп.1	144	0,81	116,6	0,3	32,7	4	6,5	0,7	18,2	1,2	21,5	4	10	0,85	34,0	0,72	24,5	163,6	74,0	179,6
№ докум.		22	Кропивницького, буд. 7 корп.2	144	0,81	116,6	0,3	32,7	4	6,5	0,7	18,2	1,2	21,5	4	10	0,85	34,0	0,72	24,5	163,6	74,0	179,6
		23	Васнецова, буд. 8	180	0,79	142,2	0,3	39,8	5	6,5	0,7	22,8	1,2	26,8	5	10	0,8	40,0	0,72	28,8	198,7	89,9	218,1
		24	Васнецова, буд. 6	288	0,74	213,1	0,3	59,7	8	6,5	0,6	30,2	1,2	35,6	8	10	0,75	60,0	0,72	43,2	294,3	130,6	321,9
Підпис		25	Васнецова, буд. 5	180	0,79	142,2	0,3	39,8	5	6,5	0,7	22,8	1,2	26,8	5	10	0,8	40,0	0,72	28,8	198,7	89,9	218,1
		26	Васнецова, буд. 3	144	0,81	116,6	0,3	32,7	4	6,5	0,7	18,2	1,2	21,5	4	10	0,85	34,0	0,72	24,5	163,6	74,0	179,6
		27	Васнецова, буд. 1	108	0,84	90,7	0,3	25,4	3	6,5	0,8	15,6	1,2	18,4	3	10	0,9	27,0	0,72	19,4	129,1	59,5	142,1
Дата		28	Полтавська, буд. 58	216	0,77	166,3	0,3	46,6	6	6,5	0,7	25,4	1,2	29,9	6	10	0,78	46,8	0,72	33,7	231,3	103,8	253,5
		29	Полтавська, буд. 83	360	0,72	259,2	0,3	72,6	10	6,5	0,5	32,5	1,2	38,4	10	10	0,7	70,0	0,72	50,4	351,5	152,5	383,1
		30	Полтавська, буд. 35	180	0,79	142,2	0,3	39,8	5	6,5	0,7	22,8	1,2	26,8	5	10	0,8	40,0	0,72	28,8	198,7	89,9	218,1
		31	Полтавська, буд. 37	108	0,84	90,7	0,3	25,4	3	6,5	0,8	15,6	1,2	18,4	3	10	0,9	27,0	0,72	19,4	129,1	59,5	142,1
		32	Полтавська, буд. 73	72	0,99	71,3	0,3	20,0	2	6,5	0,8	10,4	1,2	12,3	2	10	1	20,0	0,72	14,4	98,6	44,0	108,0
		33	Полтавська, буд. 75	80	0,95	76,0	0,3	21,3	0	6,5	0	0	1,2	0,0	4	10	0,85	34,0	0,72	24,5	106,6	43,3	115,1
		34	Полтавська, буд. 69	36	1,25	45,0	0,3	12,6	1	6,5	0,8	5,2	1,2	6,1	1	10	0,5	5,0	0,72	3,6	54,2	21,4	58,2
		35	Полтавська, буд. 65	36	1,25	45,0	0,3	12,6	1	6,5	0,8	5,2	1,2	6,1	1	10	0,5	5,0	0,72	3,6	54,2	21,4	58,2
		36	Полтавська, буд. 61	72	0,99	71,3	0,3	20,0	2	6,5	0,8	10,4	1,2	12,3	2	10	1	20,0	0,72	14,4	98,6	44,0	108,0
		37	Полтавська, буд. 24 корп.3	108	0,84	90,7	0,3	25,4	3	6,5	0,8	15,6	1,2	18,4	3	10	0,9	27,0	0,72	19,4	129,1	59,5	142,1
		38	Пров. Кінний, буд. 6 корп. 1	100	0,85	85,0	0,3	23,8	0	6,5	0	0	1,2	0,0	5	10	0,8	40,0	0,72	28,8	121,0	49,7	130,8
			Всього																		5428,0	2406,4	5937,6
	13	Арк.																					

2.1.2 Розрахунок освітлювальних теплового району навантажень до реконструкції

На промислових підприємствах приблизно 10% споживаної електроенергії витрачається на штучне освітлення. Освітлювальні мережі живляться від виробничих ТП або з шин розподільчих пристроїв з вторинною напругою 0,38/0,22 кВ (чотирипровідні мережі з глухозаземленою нейтраллю).

Розрахунок освітлювальних навантажень наводимо на прикладі території МЗК №14.

Сумарну потужність освітлювальних електроприймачів для освітлення електроприймачів для головного корпусу, кВт:

$$P_{осв} = P_{пит} \cdot F = 16 \cdot 210 = 3,46$$

де $P_{пит} = 16 \text{ Вт/м}^2$ – питома щільність зовнішнього освітлення; $F = 210 \text{ м}^2$ – площа МЗК.

Розрахункова активна і реактивна потужності освітлювальних електроприймачів:

$$P_p = K_1 \cdot K_c \cdot P_{осв} = 1,12 \cdot 0,95 \cdot 3,46 = 3,68 \text{ кВт},$$

де $K_1 = 1,12$ – коефіцієнт, який характеризує рівень втрат потужності в ПРА; $K_p = 0,95$ – коефіцієнт попиту.

$$Q_p = P_p \cdot \operatorname{tg} \varphi = 3,68 \cdot 1,732 = 6,37 \text{ квар},$$

де $\operatorname{tg} \varphi$ – ефективність використання активної потужності $\cos \varphi = 0,5$.

Розрахунки освітлювальних навантажень подаємо у вигляді стандартної таблиці 2.2.

						Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.2 — Розрахунок освітлювальних навантажень.

№ п/п	Назва підрозділів	F, м²	P ₀ , Вт/м²	P _y , кВт	K _c	K ₁	cosφ	tgφ	P _p , кВт	Q _p , квар	S _p , кВА
Результати розрахунку для котельні											
1	Технологічна зала	210	16	3,46	0,95	1,12	0,5	1,732	3,7	6,4	7,4
2	Насосне відділення	64	16	1,04	0,95	1,12	0,5	1,732	1,1	1,9	2,2
3	Хім. очистки води	61	15	0,9	0,95	1,12	0,5	1,732	0,97	1,7	1,9
4	Інструментальне відділ.	45	16	0,74	0,95	1,2	0,9	0,484	0,83	0,4	0,9
5	Побутові приміщення	62	15	0,9	0,95	1,2	0,9	0,484	1,06	0,5	1,2
6	Адмін. приміщення	26	15	0,42	0,95	1,2	0,9	0,484	0,49	0,2	0,5
	Всього			7,46					7,98	7,6	11,1

2.1.3 Розрахунок електричних навантажень в силових мережах вище 1000 В до реконструкції

При визначенні навантаження в мережі напругою вище 1000 В розрахунковими точками навантаження є шини ТП. Рекомендується дотримуватися наступного порядку розрахунку навантажень у мережі напругою вище 1000 В:

- а) сумують номінальні потужності всіх установлених силових електроприладів напругою до 1000 В, які живляться від даного ТП;
- б) визначають середні навантаження і груповий коефіцієнт використання;
- в) визначають ефективне число електроприладів, коефіцієнт максимуму, розрахункові навантаження;
- г) підсумовують освітлювальні навантаження;
- д) підводять спільний підсумок по ТП середніх і розрахункових силових навантажень, освітлювальних навантажень і втрат у трансформаторах.

У таблиці розрахунку електричних навантажень вище 1000 В для котельні проводиться об'єднання освітлювального і силового навантаження до 1000 В для приміщення, отже об'єднуються освітлювальне навантаження для даного приміщення і силове навантаження у вигляді суми навантажень. Результатом розрахунку є значення активної, реактивної і повної потужності на шинах 0,4 кВ теплового району.

Розрахунок електричних навантажень у силових мережах вище 1000 В для котельні до реконструкції оформлюємо у вигляді таблиці 2.3.

						Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.3 — Розрахунок електричних навантажень вище 1000 В для котельні Полтавська до реконструкції

№	Назва групи споживачів	Кіл-ть ЕС	Встановлена потужність, кВт		m	$K_{и}$	$\cos\varphi$	$\operatorname{tg}\varphi$	Середнє навантаження		η_{ef}	K_m	Розрахункове навантаження		
			Одного	Сумарна					$P_{cm}, \text{кВт}$	$Q_{cm}, \text{квар}$			$P_p, \text{кВт}$	$Q_p, \text{квар}$	$S_p, \text{кВА}$
1	Котельний зал														
	силова	6	14-90	312	6,4	0,8	0,8	0,75	252,1	189,1	6	1	252,1	208	326,7
	освітлення								3,5	0,0			3,7	6,4	0
	Всього по прим.								255,6	189,1			255,8	214,4	333,8
2	Насосне відділення								0,0	0,0			0	0	0
	силова	4	101	404	1,5	0,8	0,73	0,93	327,2	304,9	4	1	327,2	335,4	468,5
	освітлення								1,1	0,0			1,1	1,9	0
	Всього по прим.								328,3	304,9			328,4	337,4	470,8
3	Відділ. хім. оч. води								0,0	0,0			0	0	0
	силова	3	4,5	13,5	1	0,7	0,8	0,7	10,2	7,7	3	1,3	13,8	8,4	16,2
	освітлення								0,9	0,0			1	1,7	0
	Всього по прим.								11,1	0,0			14,8	10,1	17,9
4	Інструм. відділення								0,0	0,0			0	0	0
	силова	2	1-1,5	2,5	1,5	0,8	0,8	0,7	2,0	1,5	2	1	2	1,7	2,6
	освітлення								0,8	0,0			0,8	0,4	0
	Всього по прим.								2,8	0,0			2,9	2,1	3,5
5	Побутові прим.								0,9	0,0			1	0,5	1,2
6	Адмін. приміщення								0,4	0,0			0,5	0,2	0,5
	Всього по котельні												603,4	564,7	826,4

2.2 Теплові навантаження котельні до реконструкції

Розрахунок теплових навантажень теплового району складається з розрахунку теплових навантажень на опалення, вентиляцію та ГВП [16].

Значення основних величин що були до реконструкції за даними ДП "Кіровоградтепло" приведені в таблиці 2.4.

Таблиця 2.4 — Загальне теплове навантаження району до реконструкції

№ з/п	Назва будівлі	Q _о , кВт	Q _в , кВт	Q _{ГВП} , кВт	Q _{сум} , кВт
1	2	3	4	5	6
1	Маланюка, буд. 3	145,95	0,00	75,4	221,4
2	Маланюка, буд. 5	257,14	0,00	150,8	408,0
3	Маланюка, буд. 7	257,14	0,00	150,8	408,0
4	Маланюка, буд. 25	444,79	0,00	301,7	746,5
5	Маланюка, буд. 22	72,59	0,00	33,5	106,1
6	Маланюка, буд. 26	72,59	0,00	33,5	106,1
7	Маланюка, буд. 28	72,59	0,00	33,5	106,1
8	Полтавська, буд. 28, буд. к. 1	444,79	0,00	301,7	746,5
9	Полтавська, буд. 28, буд. к. 2	444,79	0,00	301,7	746,5
10	Полтавська, буд. 32	555,98	0,00	377,1	933,1
11	Полтавська, буд. 24, буд. к. 1	667,18	0,00	452,5	1119,7
12	Полтавська, буд. 24, буд. к. 2	257,14	0,00	150,8	408,0
13	Полтавська, буд. 24	444,79	0,00	301,7	746,5
14	Пл. дружби народів, буд. 6	158,30	0,00	83,8	242,1
15	Башкірська, буд. 3А	220,08	0,00	125,7	345,8
16	Башкірська, буд. 3Б	220,08	0,00	125,7	345,8
17	Пров. Кінний, буд. 6	151,39	104,81	57,8	313,9
18	Кропивницького, буд. 8	667,18	0,00	452,5	1119,7
19	Кропивницького, буд. 6	555,98	0,00	377,1	933,1
20	Кропивницького, буд. 4	354,44	0,00	226,3	580,7
21	Кропивницького, буд. 7 к.1	231,22	160,07	50,0	441,2
22	Кропивницького, буд. 7 к.2	204,1	141,3	75,4	221,4
23	Васнецова, буд. 8	218,36	151,17	150,8	408,0
24	Васнецова, буд. 6	328,32	227,3	150,8	408,0
25	Васнецова, буд. 5	250,53	173,44	301,7	746,5
26	Васнецова, буд. 3	297,58	206,02	33,5	106,1
27	Васнецова, буд. 1	354,44	0,00	33,5	106,1

Продовження таблиці 2.4

1	2	3	4	5	6
28	Полтавська, буд. 58	667,2	0,00	452,5	1119,7
29	Полтавська, буд. 83	421,3	291,66	150,9	863,9
30	Полтавська, буд. 35	556,0	0,00	377,1	933,1
31	Полтавська, буд. 37	354,4	0,00	226,3	580,7
32	Полтавська, буд. 73	257,1	0,00	150,8	408,0
33	Полтавська, буд. 75	278,0	0,00	167,6	445,6
34	Полтавська, буд. 69	146,0	0,00	75,4	221,4
35	Полтавська, буд. 65	146,0	0,00	75,4	221,4
36	Полтавська, буд. 61	257,1	0,00	150,8	408,0
37	Полтавська, буд. 24 к.3	354,4	0,00	226,3	580,7
38	Пров. Кінний, буд. 6 к. 1	337,8	0,00	209,5	547,3
39	КІРУЕ, корп.1	140,6	95,00	53,0	288,6
40	Автозаправка ANP	19,0	12,50	2,6	34,1
41	Дошкільний заклад № 43	118,6	76,00	53,0	247,5
42	Автодор	343,2	209,25	187,4	739,8
43	ТОВ «Імперія-Агро»	312,5	186,00	187,4	685,9
44	Супермаркет	62,4	36,25	2,3	100,9
45	Автозаправка ОККО	24,2	13,75	2,6	40,6
	Всього	13145,2	2084,5	7590,2	22819,7

2.3 Електричні навантаження мікрайону в силових мережах вище 1000 В

Так як котельня отримує електричну енергію від районної системи живлення то для побудови картограми електричних навантажень необхідно врахувати параметри споживачів які також живляться від даної системи тому проведемо розрахунок електричних навантажень в силових мережах вище 1000 В для району з котельнею після реконструкції. При визначенні навантаження в мережі напругою вище 1000 В розрахунковими вузлами навантаження є шини ТП [4].

Приводимо приклад розрахунку для житлового будинку по вул. Васнецова , буд. 1:

Розрахункове максимальне активне навантаження групи електроприймачів:

$$P_p = P_{кв} + P_{снс} \cdot K_b = 90,7 + (15,6 + 27) \cdot 0,9 = 129,1 \text{ кВт},$$

де $K_b = 0,8$ – коефіцієнт використання активної потужності;

Розрахункове максимальне активне навантаження групи електроприймачів:

$$Q_p = P_p \cdot \operatorname{tg} \varphi = 129,1 \cdot 0,72 = 59,5 \text{ кВар},$$

$\operatorname{tg} \varphi$ - коефіцієнт реактивної потужності

Розрахунковий максимум повного навантаження

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2} = \sqrt{129,1^2 + 59,5^2} = 142 \text{ кВА},$$

де Q_p , P_p - розрахункове максимальне навантаження групи електроприймачів і розрахункове реактивне навантаження групи електроприймачів.

Розрахунок електричних навантажень в силових мережах вище 1000 В, оформлюємо у вигляді табл. 2.5.

						Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

№ з/п	Адреса будинку	Квартири					Ліфти						Санітарно-побутові пристрої						Розрах. навант.		
		К-сть	P ₀ , кВт/кв	P _{р.кв.} , кВт	tgφ _{кв}	Q _{р.кв.} , квар	К-сть	P _{н.л.} , кВт	к _{пл.}	P _{р.л.} , кВт	tgφ _л	Q _{р.л.} , квар	К-сть	P _{н.спп.} , кВт	к _{п.спп.}	P _{р.спп.} , кВт	tgφ _{спп}	Q _{р.спп.} , квар	P _р , кВт	Q _р , квар	S _р , кВА
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	Маланюка, буд. 3	36	1,25	45,0	0,3	12,6	1	6,5	0,8	5,2	1,2	6,1	1	10	0,5	5,0	0,72	3,6	54,2	21,4	58,2
2	Маланюка, буд. 5	72	0,99	71,3	0,3	20,0	2	6,5	0,8	10,4	1,2	12,3	2	10	1	20,0	0,72	14,4	98,6	44,0	108,0
3	Маланюка, буд. 7	72	0,99	71,3	0,3	20,0	2	6,5	0,8	10,4	1,2	12,3	2	10	1	20,0	0,72	14,4	98,6	44,0	108,0
4	Маланюка, буд. 25	144	0,81	116,6	0,3	32,7	4	6,5	0,7	18,2	1,2	21,5	4	10	0,85	34,0	0,72	24,5	163,6	74,0	179,6
5	Маланюка, буд. 22	16	1,75	28,0	0,3	7,8	0	6,5	0	0	1,2	0,0	1	10	0,5	5,0	0,72	3,6	32,5	11,1	34,3
6	Маланюка, буд. 26	16	1,75	28,0	0,3	7,8	0	6,5	0	0	1,2	0,0	1	10	0,5	5,0	0,72	3,6	32,5	11,1	34,3
7	Маланюка, буд. 28	16	1,75	28,0	0,3	7,8	0	6,5	0	0	1,2	0,0	2	10	1	20,0	0,72	14,4	46,0	20,8	50,5
8	Полтавська, буд. 28, корп. 1	144	0,81	116,6	0,3	32,7	4	6,5	0,7	18,2	1,2	21,5	4	10	0,85	34,0	0,72	24,5	163,6	74,0	179,6
9	Полтавська, буд. 28, корп. 2	144	0,81	116,6	0,3	32,7	4	6,5	0,7	18,2	1,2	21,5	4	10	0,85	34,0	0,72	24,5	163,6	74,0	179,6
10	Полтавська, буд. 32	180	0,79	142,2	0,3	39,8	5	6,5	0,7	22,8	1,2	26,8	5	10	0,8	40,0	0,72	28,8	198,7	89,9	218,1
11	Полтавська, буд. 24, корп. 1	216	0,77	166,3	0,3	46,6	6	6,5	0,7	25,4	1,2	29,9	6	10	0,78	46,8	0,72	33,7	231,3	103,8	253,5
12	Полтавська, буд. 24, корп. 2	72	0,99	71,3	0,3	20,0	2	6,5	0,8	10,4	1,2	12,3	2	10	1	20,0	0,72	14,4	98,6	44,0	108,0
13	Полтавська, буд. 24	144	0,81	116,6	0,3	32,7	4	6,5	0,7	18,2	1,2	21,5	4	10	0,85	34,0	0,72	24,5	163,6	74,0	179,6
14	Площа. дружби народів, буд. 6	40	1,2	48,0	0,3	13,4	0	6,5	0	0	1,2	0,0	2	10	1	20,0	0,72	14,4	66,0	26,4	71,1
15	Башкірська, буд. 3А	60	1,05	63,0	0,3	17,6	0	6,5	0	0	1,2	0,0	3	10	0,9	27,0	0,72	19,4	87,3	35,1	94,1
16	Башкірська, буд. 3Б	60	1,05	63,0	0,3	17,6	0	6,5	0	0	1,2	0,0	3	10	0,9	27,0	0,72	19,4	87,3	35,1	94,1
17	Пров. Кінний, буд. 6	180	0,79	142,2	0,3	39,8	5	6,5	0,7	22,8	1,2	26,8	5	10	0,8	40,0	0,72	28,8	198,7	89,9	218,1
18	Кропивницького, буд. 8	216	0,77	166,3	0,3	46,6	6	6,5	0,7	25,4	1,2	29,9	6	10	0,78	46,8	0,72	33,7	231,3	103,8	253,5
19	Кропивницького, буд. 6	180	0,79	142,2	0,3	39,8	5	6,5	0,7	22,8	1,2	26,8	5	10	0,8	40,0	0,72	28,8	198,7	89,9	218,1
20	Кропивницького, буд. 4	108	0,84	90,7	0,3	25,4	3	6,5	0,8	15,6	1,2	18,4	3	10	0,9	27,0	0,72	19,4	129,1	59,5	142,1
21	Кропивницького, буд. 7 корп.1	144	0,81	116,6	0,3	32,7	4	6,5	0,7	18,2	1,2	21,5	4	10	0,85	34,0	0,72	24,5	163,6	74,0	179,6
22	Кропивницького, буд. 7 корп.2	144	0,81	116,6	0,3	32,7	4	6,5	0,7	18,2	1,2	21,5	4	10	0,85	34,0	0,72	24,5	163,6	74,0	179,6
23	Васнецова, буд. 8	180	0,79	142,2	0,3	39,8	5	6,5	0,7	22,8	1,2	26,8	5	10	0,8	40,0	0,72	28,8	198,7	89,9	218,1
24	Васнецова, буд. 6	288	0,74	213,1	0,3	59,7	8	6,5	0,6	30,2	1,2	35,6	8	10	0,75	60,0	0,72	43,2	294,3	130,6	321,9
25	Васнецова, буд. 5	180	0,79	142,2	0,3	39,8	5	6,5	0,7	22,8	1,2	26,8	5	10	0,8	40,0	0,72	28,8	198,7	89,9	218,1
26	Васнецова, буд. 3	144	0,81	116,6	0,3	32,7	4	6,5	0,7	18,2	1,2	21,5	4	10	0,85	34,0	0,72	24,5	163,6	74,0	179,6
27	Васнецова, буд. 1	108	0,84	90,7	0,3	25,4	3	6,5	0,8	15,6	1,2	18,4	3	10	0,9	27,0	0,72	19,4	129,1	59,5	142,1

Змі.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Продовження таблиці 2.5																					
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
					28	Полтавська, буд. 58	216	0,77	166,3	0,3	46,6	6	6,5	0,7	25,4	1,2	29,9	6	10	0,78	46,8	0,72	33,7	231,3	103,8	253,5
					29	Полтавська, буд. 83	360	0,72	259,2	0,3	72,6	10	6,5	0,5	32,5	1,2	38,4	10	10	0,7	70,0	0,72	50,4	351,5	152,5	383,1
					30	Полтавська, буд. 35	180	0,79	142,2	0,3	39,8	5	6,5	0,7	22,8	1,2	26,8	5	10	0,8	40,0	0,72	28,8	198,7	89,9	218,1
					31	Полтавська, буд. 37	108	0,84	90,7	0,3	25,4	3	6,5	0,8	15,6	1,2	18,4	3	10	0,9	27,0	0,72	19,4	129,1	59,5	142,1
					32	Полтавська, буд. 73	72	0,99	71,3	0,3	20,0	2	6,5	0,8	10,4	1,2	12,3	2	10	1	20,0	0,72	14,4	98,6	44,0	108,0
					33	Полтавська, буд. 75	80	0,95	76,0	0,3	21,3	0	6,5	0	0	1,2	0,0	4	10	0,85	34,0	0,72	24,5	106,6	43,3	115,1
					34	Полтавська, буд. 69	36	1,25	45,0	0,3	12,6	1	6,5	0,8	5,2	1,2	6,1	1	10	0,5	5,0	0,72	3,6	54,2	21,4	58,2
					35	Полтавська, буд. 65	36	1,25	45,0	0,3	12,6	1	6,5	0,8	5,2	1,2	6,1	1	10	0,5	5,0	0,72	3,6	54,2	21,4	58,2
22	Арк.	36	Полтавська, буд. 61	72	0,99	71,3	0,3	20,0	2	6,5	0,8	10,4	1,2	12,3	2	10	1	20,0	0,72	14,4	98,6	44,0	108,0			
		37	Полтавська, буд. 24 корп.3	108	0,84	90,7	0,3	25,4	3	6,5	0,8	15,6	1,2	18,4	3	10	0,9	27,0	0,72	19,4	129,1	59,5	142,1			
		38	Пров. Кінний, буд. 6 корп. 1	100	0,85	85,0	0,3	23,8	0	6,5	0	0	1,2	0,0	5	10	0,8	40,0	0,72	28,8	121,0	49,7	130,8			
		Всього																			5428	2406	5937,6			
Таблиця 2.6. Розрахунок електричних навантажень закладів культурно-побутового призначення до 1 кВ																										
Назва		Од. вим.		К-сть одиниць		М, кВт/од		tgφ		P _p , кВт																
Будівля КІРУЕ, к.1		кВт/чол		1275,0		0,36		0,43		459,0																
Автозаправка "АНР"		кВт/місце		3,0		15,6		0,75		46,8																
Дошкільний заклад № 43		кВт/чол		1100,0		0,355		0,43		390,5																
Будівля КІРУЕ, к.2		кВт/чол		1300,0		0,35		0,43		455,0																
Актодор_Кропивницький		кВт/м²		230,0		0,75		0,43		172,5																
Будівля ТОВ "Імперія-Агро "		кВт/м²		230,0		0,77		0,43		177,1																
Еко-маркет		кВт/м²		20,0		0,755		0,43		15,1																
Автозаправка "ОККО"		кВт/місце		3,0		15,6		0,75		46,8																
Супермаркет "АТБ"		кВт/м²		20,0		0,77		0,43		15,4																
Всього										1778,2																

Таблиця 2.7. Розрахунок електричних навантажень вище 1 кВ

№ з/п	Назва об'єкту	$K_{у.м}$	P_p , кВт	Q_p , квар	S_p , кВА
1	2	3	4	5	6
ТП 1					
1.	Полтавська, буд. 28, корп. 1	1,00	163,62	74,02	179,58
2.	Полтавська, буд. 28, корп. 2	1,00	163,62	74,02	179,58
3.	Полтавська, буд. 32	1,00	198,68	89,90	218,07
4.	Полтавська, буд. 24, корп. 1	1,00	231,26	103,82	253,49
5.	Полтавська, буд. 24, корп. 2	1,00	98,64	43,96	107,99
6.	Полтавська, буд. 24	1,00	163,62	74,02	179,58
7.	Полтавська, буд. 61	1,00	98,64	43,96	107,99
8.	Полтавська, буд. 24 корп.3	1,00	129,06	59,46	142,10
9.	Еко-маркет	0,80	15,10	6,49	16,44
10.	Освітлення МЗК буд. № 13	1,00	0,47	0,81	0,93
11.	Освітлення МЗК буд. № 14	1,00	0,50	0,86	0,99
Всього на шинах 0,4 кВ ТП 1			1260,17	570,03	1383,10
К-сть трансформаторів: 2					
Номинальна потужність тр-рів: 1000 кВА					
Коефіцієнт завантаження тр-ра: 0,63					
Втрати потужності в трансформаторах:			17,68	71,66	
Всього на шинах 10 кВ ТП 1			1277,85	641,68	1429,92
ТП 2					
1.	Маланюка, буд. 25	1,00	163,62	74,02	179,58
2.	Маланюка, буд. 22	1,00	32,50	11,08	34,34
3.	Маланюка, буд. 26	1,00	32,50	11,08	34,34
4.	Маланюка, буд. 28	1,00	46,00	20,80	50,48
5.	Полтавська, буд. 58	1,00	231,26	103,82	253,49
6.	Будівля КІРУЕ, к.2	0,80	455,00	195,65	495,28
7.	Актодор_Кропивницький	0,80	172,50	74,18	187,77
8.	Будівля ТОВ "Імперія-Агро "	0,80	177,10	76,15	192,78
9.	Освітлення МЗК буд. № 9	1,00	1,25	2,16	2,50
10.	Освітлення вул. Полтавська	1,00	105,64	182,97	211,27
Всього на шинах 0,4 кВ ТП 2			1256,44	682,71	1429,94
К-сть трансформаторів: 2					
Номинальна потужність тр-рів: 1000 кВА					
Коефіцієнт завантаження тр-ра: 0,63					
Втрати потужності в трансформаторах:			17,68	71,66	
Всього на шинах 10 кВ ТП 2			1274,12	754,37	1480,70
ТП 3					
1.	Маланюка, буд. 3	1,00	54,18	21,36	58,24
2.	Маланюка, буд. 5	1,00	98,64	43,96	107,99
3.	Маланюка, буд. 7	1,00	98,64	43,96	107,99
4.	Площа. дружби народів, буд. 6	1,00	66,00	26,40	71,08
5.	Башкірська, буд. 3А	1,00	87,30	35,14	94,11

Продовження таблиці 2.7

1	2	3	4	5	6
6.	Будівля КІРУЕ, к.1	0,80	459,00	197,37	499,64
7.	Автозаправка "АНР"	0,80	46,80	35,10	58,50
8.	Супермаркет "АТБ"	0,80	15,40	6,62	16,76
9.	Освітлення МЗК буд. № 4	1,00	2,56	4,44	5,13
Всього на шинах 0,4 кВ ТП 3			824,28	366,54	902,11
К-сть трансформаторів: 2					
Номінальна потужність тр-рів: 630 кВА					
Коефіцієнт завантаження тр-ра: 0,65					
Втрати потужності в трансформаторах:			10,96	54,48	
Всього на шинах 10 кВ ТП 3			835,25	421,02	935,36
ТП 4					
1.	Васнецова, буд. 8	1,00	198,68	89,90	218,07
2.	Васнецова, буд. 6	1,00	294,26	130,58	321,94
3.	Полтавська, буд. 83	1,00	351,45	152,45	383,09
4.	Полтавська, буд. 35	1,00	198,68	89,90	218,07
5.	Полтавська, буд. 37	1,00	129,06	59,46	142,10
6.	Освітлення МЗК буд. № 5	1,00	0,54	0,94	1,09
7.	Освітлення МЗК буд. № 6	1,00	2,47	4,28	4,94
8.	Освітлення МЗК буд. № 7	1,00	1,39	2,41	2,78
9.	Освітлення МЗК буд. № 8	1,00	1,52	2,63	3,03
Всього на шинах 0,4 кВ ТП 4			1178,05	532,55	1292,83
К-сть трансформаторів: 2					
Номінальна потужність тр-рів: 1000 кВА					
Коефіцієнт завантаження тр-ра: 0,59					
Втрати потужності в трансформаторах:			16,44	66,29	
Всього на шинах 10 кВ ТП 4			1194,49	598,84	1336,20
ТП 5					
1.	Васнецова, буд. 5	1,00	198,68	89,90	218,07
2.	Васнецова, буд. 3	1,00	163,62	74,02	179,58
3.	Васнецова, буд. 1	1,00	129,06	59,46	142,10
4.	Полтавська, буд. 73	1,00	98,64	43,96	107,99
5.	Полтавська, буд. 75	1,00	106,60	43,31	115,06
6.	Полтавська, буд. 69	1,00	54,18	21,36	58,24
7.	Полтавська, буд. 65	1,00	54,18	21,36	58,24
8.	Дошкільний заклад № 43	0,80	390,50	167,92	425,07
9.	Автозаправка "ОККО"	0,80	46,80	35,10	58,50
10.	Освітлення МЗК буд. № 10	1,00	1,80	3,12	3,60
11.	Освітлення МЗК буд. № 11	1,00	1,47	2,54	2,93
12.	Освітлення МЗК буд. № 12	1,00	5,39	9,34	10,78
Всього на шинах 0,4 кВ ТП 5			1163,45	530,79	1278,81
К-сть трансформаторів: 2					
Номінальна потужність тр-рів: 1000 кВА					

Продовження таблиці 2.7

Коефіцієнт завантаження тр-ра: 0,58				
Втрати потужності в трансформаторах:		16,14	65,00	
Всього на шинах 10 кВ ТП 5		1179,60	595,79	1321,52
Всього на шинах 10 кВ по об'єкту	0,80	5593,49	2918,11	6308,92
Попереднє значення компенсації			-1519,74	
Всього з урахуванням попер. компенс.		5593,49	1398,37	5765,64

						Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 РОЗРАХУНОК ЕНЕРГЕТИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ КОТЕЛЬНОЇ ПІСЛЯ РЕКОНСТРУКЦІЇ

3.1 Розрахунок теплового навантаження котельні після реконструкції

Розрахунок теплових навантажень району складається з аналізу теплових навантажень на опалення, вентиляцію та гаряче водопостачання. Суть реконструкції полягає в тому, що наразі спостерігається тенденція переходу споживачів від централізованих систем гарячого водопостачання на індивідуальні, тому загальне теплове навантаження котельні знижується на 25-30%. Отже, необхідно провести розрахунок з використанням даних таблиці 3.1 для отримання реальних значень теплового навантаження для подальшої перевірки завантаження і ефективної роботи котельних агрегатів.

Таблиця 3.1 — Кліматологічні дані м. Кіровоград за опалювальний період

Тривалість опалюв. періоду, n_o , діб	Температура зовнішнього повітря в холодний період, °C				
	Розрахункова		Середня		Число діб з $t_{p.v.} < t_{p.o.}$, $n_{оп}$
	Опалення, $t_{p.o.}$	Вентиляції, $t_{p.v.}$	Опалювального періоду, $t_{сер.о.}$	Найбільш холодного місяця $t_{сер. х.м.}$	
185	-21	-9	-0,5	-12,6	18

3.1.1 Розрахунок теплових навантажень на опалення

Розрахункове теплове навантаження на опалення:

$$Q_0^p = \alpha \cdot q_o \cdot V \cdot (t_{в.р.} - t_{p.o.}) \cdot 10^{-6} = 1,152 \cdot 0,4 \cdot 9989,5 \cdot (18 - (-21)) \cdot 10^{-6} = 0,179 \text{ Гкал/год},$$

де $\alpha=1,152$ - поправковий коефіцієнт, q_o – питома опалювальна характеристика будівлі, Вт/(м³·°C), V_z – зовнішній об'єм будівлі, м³, $t_{в.р.}$ – розрахункова температура повітря всередині опалювального приміщення, °C, $t_{p.o.}$ – розрахункова температура зовнішнього повітря для опалення, °C.

Розраховані навантаження зводимо в таблицю 3.2.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

Таблиця 3.2. Розрахункове теплове навантаження на опалення

№ з/п	Назва будівлі	V, тис.м ³	q _o , Вт/м ³ °C	t _{o.p.} , °C	Q _{o.p.} , кВт
1	Маланюка, буд. 3	9,045	0,42	18	148,16
2	Маланюка, буд. 5	18,09	0,37	18	261,04
3	Маланюка, буд. 7	18,09	0,37	18	261,04
4	Маланюка, буд. 25	36,18	0,32	18	451,53
5	Маланюка, буд. 22	4,02	0,46	18	72,12
6	Маланюка, буд. 26	4,02	0,46	18	72,12
7	Маланюка, буд. 28	4,02	0,46	18	72,12
8	Полтавська, буд. 28, буд. корп. 1	36,18	0,32	18	451,53
9	Полтавська, буд. 28, буд. корп. 2	36,18	0,32	18	451,53
10	Полтавська, буд. 32	45,225	0,32	18	564,41
11	Полтавська, буд. 24, буд. корп. 1	54,27	0,32	18	677,29
12	Полтавська, буд. 24, буд. корп. 2	18,09	0,37	18	261,04
13	Полтавська, буд. 24	36,18	0,32	18	451,53
14	Пл. дружби народів, буд. 6	10,05	0,41	18	160,70
15	Башкірська, буд. 3А	15,075	0,38	18	223,41
16	Башкірська, буд. 3Б	15,075	0,38	18	223,41
17	Пров. Кінний, буд. 6	45,225	0,32	18	564,41
18	Кропивницького, буд. 8	54,27	0,32	18	677,29
19	Кропивницького, буд. 6	45,225	0,32	18	564,41
20	Кропивницького, буд. 4	27,135	0,34	18	359,81
21	Кропивницького, буд. 7 корп.1	36,18	0,32	18	451,53
22	Кропивницького, буд. 7 корп.2	36,18	0,32	18	451,53
23	Васнецова, буд. 8	45,225	0,32	18	564,41
24	Васнецова, буд. 6	72,36	0,32	18	903,05
25	Васнецова, буд. 5	45,225	0,32	18	564,41
26	Васнецова, буд. 3	36,18	0,32	18	451,53
27	Васнецова, буд. 1	27,135	0,34	18	359,81
28	Полтавська, буд. 58	54,27	0,32	18	677,29
29	Полтавська, буд. 83	90,45	0,32	18	1128,82
30	Полтавська, буд. 35	45,225	0,32	18	564,41
31	Полтавська, буд. 37	27,135	0,34	18	359,81
32	Полтавська, буд. 73	18,09	0,37	18	261,04
33	Полтавська, буд. 75	20,1	0,36	18	282,20
34	Полтавська, буд. 69	9,045	0,42	18	148,16
35	Полтавська, буд. 65	9,045	0,42	18	148,16
36	Полтавська, буд. 61	18,09	0,37	18	261,04
37	Полтавська, буд. 24 корп.3	27,135	0,34	18	359,81
38	Пров. Кінний, буд. 6 корп. 1	25,125	0,35	18	342,96
39	КІРУЕ, к.1	10	0,38	16	140,60
40	Автозаправка АНР	1	0,5	17	19,00
41	Дошкільний заклад № 43	8	0,38	18	118,56
42	КІРУЕ, к.2	8	0,38	19	121,60
43	Автодор	18	0,465	20	343,17
44	Імперія-Агро ТОВ	16	0,465	21	312,48
45	Еко-маркет	2,9	0,5	22	62,35
46	Автозаправка ОККО	1,1	0,5	23	24,20
47	Супермаркет АТБ	2,5	0,5	24	56,25

3.1.2 Розрахунок теплових навантажень на вентиляцію

Розрахункове теплове навантаження на вентиляцію визначають:

$$Q_{\text{в}}^{\text{р}} = \alpha \cdot q_{\text{в}} \cdot V \cdot (t_{\text{в.р.}} - t_{\text{р.в.}}) \cdot 10^{-6} = 1,17 \cdot 0,38 \cdot 10000 \cdot (18 - (-9)) \cdot 10^{-6} = 0,242 \text{ Гкал/год.},$$

де $\alpha=1,17$ -уточн. коефіцієнт, $q_{\text{в}}$ – питома вентиляційна характеристика будівлі, Вт/(м³·°C), $V_{\text{з}}$ – зовнішній об'єм будівлі, м³, $t_{\text{в.р.}}$ – розрахункова температура повітря в опалювальному приміщенні, °C, $t_{\text{р.в.}}$ – розрахункова температура зовнішнього повітря, °C.

Вентиляційна характеристика будівлі $q_{\text{в}}$ залежить від конструкції зовнішніх огорожень, конфігурації і поверхів будівель. Розраховані навантаження громадських і комунальних будинків зводимо в таблицю 3.3.

Таблиця 3.3 — Розрахункове теплове навантаження на вентиляцію

№ з/п	Назва будівлі	V, тис.м ³	q _в , Вт/м ³ °C	t _{в.р.} , °C	Q _{о.р} , кВт
1	КІРУЕ, к.1	10	0,38	16	95,00
2	Автозаправка АНР	1	0,5	16	12,50
3	Дит.садок № 43	8	0,38	16	76,00
4	КІРУЕ, к.2	8	0,38	16	76,00
5	Автодор	18	0,465	16	209,25
6	Імперія-Агро ТОВ	16	0,465	16	186,00
7	Еко-маркет	2,9	0,5	16	36,25
8	Автозаправка ОККО	1,1	0,5	16	13,75
9	Супермаркет АТБ	2,5	0,5	16	31,25

3.1.3 Розрахунок теплових навантажень на гаряче водопостачання

В якості приклада приводимо розрахунок для житлового будинку по вул. Васнецова №8.

Середня витрата теплоти на гаряче водопостачання Гкал/год. ,
розраховується по формулі [18]:

$$Q_{Г.В.}^{CP} = G_{Г.В.}^{CP} \cdot \rho_B \cdot (t_{Г} - t_{Х.З}) \cdot 10^{-6} = 0,54 \cdot 983,24 \cdot (60 - 5) \cdot 10^{-6} = 0,029,$$

де ρ_B - густина води кг/м³, $t_{Г}$ - середня температура в стояках 60 °С, $t_{Х.З}$ - температура води в зимовий період 5 °С, $G_{Г.В.}^{CP}$ - середньогодинна витрата з системи ГВП м³/год., розраховується по формулі:

$$G_{Г.В.}^{CP} = n \cdot g_{cp} / (1000 \cdot T) = 108 \cdot 120 / (1000 \cdot 24) = 0,54$$

де n - розрахункове число споживачів гарячої води, g_{cp} - середня норма витрати води л/добу, T - період споживання гарячої води , для житлових будинків приймається 24 год. , для побутових і промислових споживачів рівний числу годин роботи за добу.

Максимальні часові витрати гарячої води т/год., і теплоти Гкал/год., на ГВП для житлових і побутових споживачів:

$$G_{Г.В.}^{МАКС} = \beta \cdot G_{Г.В.}^{CP} = 2 \cdot 0,54 = 1,08 ,$$

$$Q_{Г.В.}^{МАКС} = \beta \cdot Q_{Г.В.}^{CP} = 2 \cdot 0,029 = 0,058 ,$$

де β - відношення максимального навантаження системи ГВП до її середнього значення, приймається 2-2,5.

Середньогодинна витрата теплоти на ГВП у літній період:

$$Q_{Г.В.}^{Л.СР} = Q_{Г.В.}^{CP} \cdot \frac{t_{Г} - t_{Х.Л}}{t_{Г} - t_{Х.З}} \cdot K_{Л} = 0,029 \cdot \frac{60 - 15}{60 - 5} \cdot 0,8 = 0,028 ,$$

де $t_{Х.Л}$ - температура холодної води влітку, приймається 15 °С, $K_{Л}$ - коефіцієнт витрати води влітку, приймається рівним 0,8.

Результати розрахунку приводимо в таблиці 3.4 , з переводом Гкал в кВт.

						Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.4 — Розрахунок теплових навантажень на гаряче водопостачання

№	Назва об'єкту	а, л/од.	т, од.	$Q_{\text{г.з.}}^{\text{сер.т.}}$, кВт	$Q_{\text{г.л.}}^{\text{сер.т.}}$, кВт	$Q_{\text{г.з.}}^{\text{max}}$, кВт	$Q_{\text{г.л.}}^{\text{max}}$, кВт
1	Маланюка, буд. 3	120	144	50,28	33,52	100,56	67,04
2	Маланюка, буд. 5	120	288	100,56	67,04	201,12	134,08
3	Маланюка, буд. 7	120	288	100,56	67,04	201,12	134,08
4	Маланюка, буд. 25	120	576	201,12	134,08	402,24	268,16
5	Маланюка, буд. 22	120	64	22,35	14,90	44,69	29,80
6	Маланюка, буд. 26	120	64	22,35	14,90	44,69	29,80
7	Маланюка, буд. 28	120	64	22,35	14,90	44,69	29,80
8	Полтавська, буд. 28, буд. корп. 1	120	576	201,12	134,08	402,24	268,16
9	Полтавська, буд. 28, буд. корп. 2	120	576	201,12	134,08	402,24	268,16
10	Полтавська, буд. 32	120	720	251,40	167,60	502,80	335,20
11	Полтавська, буд. 24, буд. корп. 1	120	864	301,68	201,12	603,36	402,24
12	Полтавська, буд. 24, буд. корп. 2	120	288	100,56	67,04	201,12	134,08
13	Полтавська, буд. 24	120	576	201,12	134,08	402,24	268,16
14	Пл. дружби народів, буд. 6	120	160	55,87	37,24	111,73	74,49
15	Башкірська, буд. 3А	120	240	83,80	55,87	167,60	111,73
16	Башкірська, буд. 3Б	120	240	83,80	55,87	167,60	111,73
17	Пров. Кінний, буд. 6	120	720	251,40	167,60	502,80	335,20
18	Кропивницького, буд. 8	120	864	301,68	201,12	603,36	402,24
19	Кропивницького, буд. 6	120	720	251,40	167,60	502,80	335,20
20	Кропивницького, буд. 4	120	432	150,84	100,56	301,68	201,12
21	Кропивницького, буд. 7 корп.1	120	576	201,12	134,08	402,24	268,16
22	Кропивницького, буд. 7 корп.2	120	576	201,12	134,08	402,24	268,16
23	Васнецова, буд. 8	120	720	251,40	167,60	502,80	335,20
24	Васнецова, буд. 6	120	1152	402,24	268,16	804,48	536,32
25	Васнецова, буд. 5	120	720	251,40	167,60	502,80	335,20
26	Васнецова, буд. 3	120	576	201,12	134,08	402,24	268,16
27	Васнецова, буд. 1	120	432	150,84	100,56	301,68	201,12
28	Полтавська, буд. 58	120	864	301,68	201,12	603,36	402,24
29	Полтавська, буд. 83	120	1440	502,80	335,20	1005,60	670,40
30	Полтавська, буд. 35	120	720	251,40	167,60	502,80	335,20
31	Полтавська, буд. 37	120	432	150,84	100,56	301,68	201,12
32	Полтавська, буд. 73	120	288	100,56	67,04	201,12	134,08
33	Полтавська, буд. 75	120	320	111,73	74,49	223,47	148,98
34	Полтавська, буд. 69	120	144	50,28	33,52	100,56	67,04
35	Полтавська, буд. 65	120	144	50,28	33,52	100,56	67,04
36	Полтавська, буд. 61	120	288	100,56	67,04	201,12	134,08
37	Полтавська, буд. 24 корп.3	120	432	150,84	100,56	301,68	201,12
38	Пров. Кінний, буд. 6 корп. 1	120	400	139,67	93,11	279,33	186,22
39	КІРУЕ, к.1	7	1300	26,48	17,65	52,96	35,30
40	Автозаправка АНР	150	3	1,31	0,87	2,62	1,75
41	Дошкільний заклад № 43	7	1300	26,48	17,65	52,96	35,30
42	КІРУЕ, к.2	7	1300	26,48	17,65	52,96	35,30
43	Автодор	140	230	93,69	62,46	187,39	124,92
44	Імперія-Агро ТОВ	140	230	93,69	62,46	187,39	124,92
45	Еко-маркет	20	20	1,16	0,78	2,33	1,55
46	Автозаправка БРСМ	150	3	1,31	0,87	2,62	1,75
47	Супермаркет АТБ	20	20	1,16	0,78	2,33	1,55

						Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.5 — Загальне теплове навантаження котельні після реконструкції

№ з/п	Назва будівлі	Q _о , кВт	Q _в , кВт	Q _{гвп} , кВт	Q _{сум} , кВт
1	Маланюка, буд. 5	261,04	0,00	201,12	462,16
2	Маланюка, буд. 7	261,04	0,00	201,12	462,16
3	Маланюка, буд. 25	451,53	0,00	402,24	853,77
4	Маланюка, буд. 22	72,12	0,00	44,69	116,81
5	Маланюка, буд. 26	72,12	0,00	44,69	116,81
6	Маланюка, буд. 28	72,12	0,00	44,69	116,81
7	Полтавська, буд. 28, буд. корп. 1	451,53	0,00	402,24	853,77
8	Полтавська, буд. 28, буд. корп. 2	451,53	0,00	402,24	853,77
9	Полтавська, буд. 32	564,41	0,00	502,80	1067,21
10	Полтавська, буд. 24, буд. корп. 1	677,29	0,00	603,36	1280,65
11	Полтавська, буд. 24, буд. корп. 2	261,04	0,00	201,12	462,16
12	Полтавська, буд. 24	451,53	0,00	402,24	853,77
13	Пл. дружби народів, буд. 6	160,70	0,00	111,73	272,43
14	Башкірська, буд. 3А	223,41	0,00	167,60	391,01
15	Башкірська, буд. 3Б	223,41	0,00	167,60	391,01
16	Пров. Кінний, буд. 6	564,41	0,00	502,80	1067,21
17	Кропивницького, буд. 8	677,29	0,00	603,36	1280,65
18	Кропивницького, буд. 6	564,41	0,00	502,80	1067,21
19	Кропивницького, буд. 4	359,81	0,00	301,68	661,49
20	Кропивницького, буд. 7 корп.1	451,53	0,00	402,24	853,77
21	Кропивницького, буд. 7 корп.2	451,53	0,00	402,24	853,77
22	Васнецова, буд. 8	564,41	0,00	502,80	1067,21
23	Васнецова, буд. 6	903,05	0,00	804,48	1707,53
24	Васнецова, буд. 5	564,41	0,00	502,80	1067,21
25	Васнецова, буд. 3	451,53	0,00	402,24	853,77
26	Васнецова, буд. 1	359,81	0,00	301,68	661,49
27	Полтавська, буд. 58	677,29	0,00	603,36	1280,65
28	Полтавська, буд. 83	1128,82	0,00	1005,60	2134,42
29	Полтавська, буд. 35	564,41	0,00	502,80	1067,21
30	Полтавська, буд. 37	359,81	0,00	301,68	661,49
31	Полтавська, буд. 73	261,04	0,00	201,12	462,16
32	Полтавська, буд. 75	282,20	0,00	223,47	505,67
33	Полтавська, буд. 69	148,16	0,00	100,56	248,72
34	Полтавська, буд. 65	148,16	0,00	100,56	248,72
35	Полтавська, буд. 61	261,04	0,00	201,12	462,16
36	Полтавська, буд. 24 корп.3	359,81	0,00	301,68	661,49
37	Пров. Кінний, буд. 6 корп. 1	342,96	0,00	279,33	622,29
38	КІРУЕ, к.1	140,60	95,00	52,96	288,56
39	Автозаправка АНР	19,00	12,50	2,62	34,12
40	Дошкільний заклад № 43	118,56	76,00	52,96	247,52
41	КІРУЕ, к.2	121,60	76,00	52,96	250,56
42	Автодор	343,17	209,25	187,39	739,81
43	Імперія-Агро ТОВ	312,48	186,00	187,39	685,87
44	Еко-маркет	62,35	36,25	2,33	100,93
45	Автозаправка ОККО	24,20	13,75	2,62	40,57
46	Супермаркет АТБ	56,25	31,25	2,33	89,83
47	Всього	6447,02	736,00	3593,99	10777,01

3.2. Вибір системи та джерела теплопостачання

Вибір принципової схеми теплопостачання району

Систему теплопостачання утворює сукупність установок, призначених для підготовки (джерело), подавання (система трубопроводів – мережа) і використання теплоносія (теплоприймачі).

Для теплопостачання району обираємо двотрубну закриту водяну систему. Це рішення обумовлене відсутністю потреби постачання пари, а також характером теплового навантаження.

Принципова схема закритої двотрубною водяної системи теплопостачання наведена на рис. 3.1. Максимальна температура води в тепловій мережі зазвичай досягає 150 °С, а в місцевих системах опалення за санітарно-гігієнічними нормами вона не повинна перевищувати 95 °С.

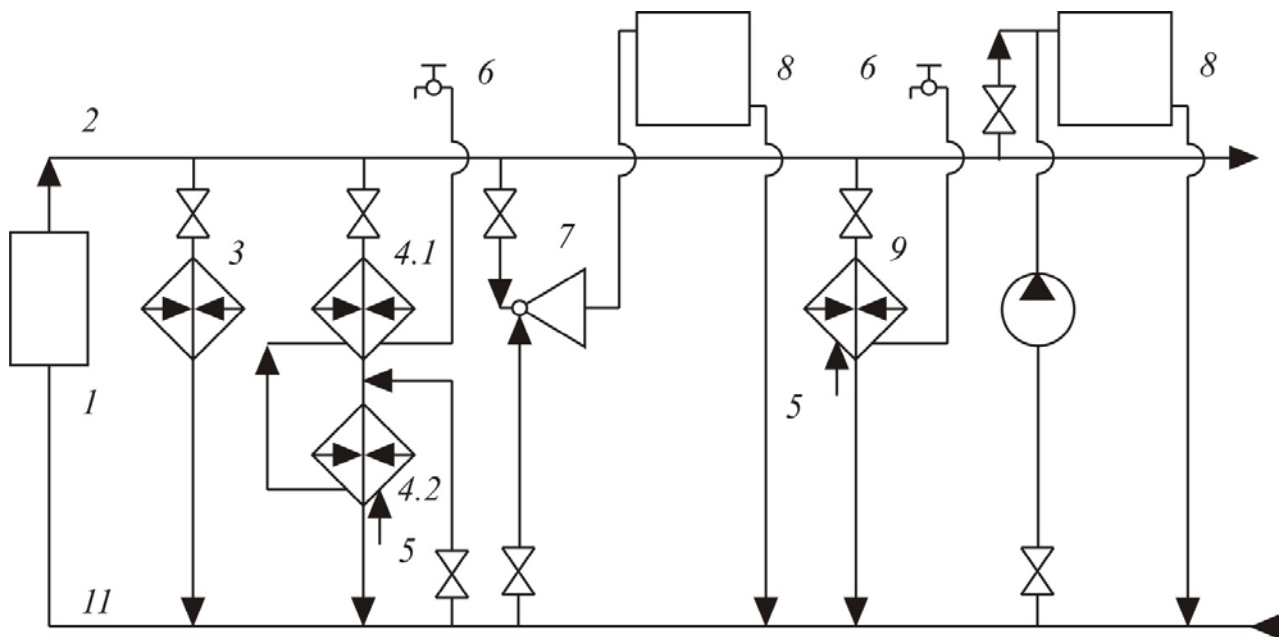


Рис. 3.1 — Принципова схема закритої двотрубною водяної системи теплопостачання

У системах централізованого теплопостачання для опалення, вентиляції та гарячого водопостачання виробничих приміщень використовують гарячу воду.

Температура води в подавальному трубопроводі двотрубних водяних систем теплопостачання при розрахунковій температурі зовнішнього повітря для проектування опалення приймається 150 °С, а в окремих обґрунтованих випадках – 95 °С. Температура води, яка надходить у теплові мережі і для гарячого водопостачання після централізованого теплового пункту, має становити 60 °С. Підготовку мережної води для систем централізованого теплопостачання можливо виконувати у водогрійних котлах або пароповітряних підігрівниках, що встановлені в котельній.

Водогрійні котельні

Водогрійні котельні є опалювальними і проектуються, виходячи з кількості теплоти, що постачається на опалення, вентиляцію та гаряче водопостачання з використанням гарячої води з температурою 150/70 °С (опалення і вентиляція) і 65-75 °С (гаряче водопостачання). Нагрівання мережної води здійснюється безпосередньо у водогрійних котлах. На рис. 3.2 показано принципову схему водогрійної опалювальної котельні з постачанням теплоти при закритій системі теплопостачання..

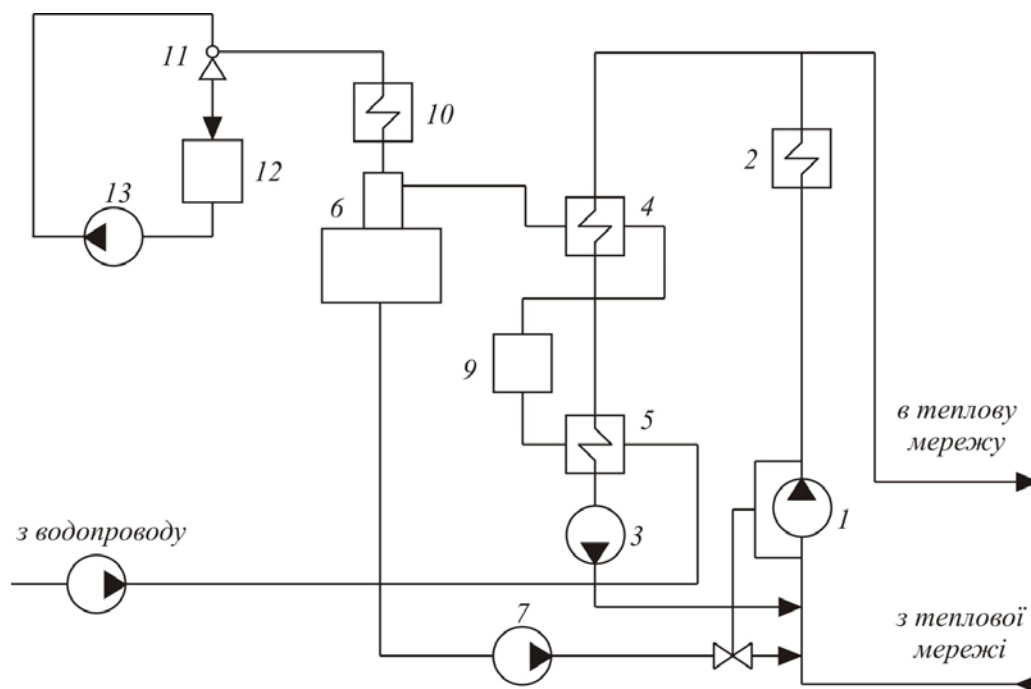


Рис. 3.2 — Принципова схема водогрійної котельні

Проведемо вибір водогрійного котла (теплогенератора) котельні для забезпечення системи теплопостачання. До реконструкції на котельні були встановлені котли 3×КВГ-7,56, розраховані на сумарне теплове навантаження 18 МВт.

Розрахункове сумарне теплове навантаження району після реконструкції становить 10,7 МВт, з яких на опалення 6,4 МВт, а на гаряче водопостачання 3,5 МВт. Обираємо для опалення два (один основний і один резервний) котлоагрегати ТВГ-8 потужністю 8 МВт і для гарячого водопостачання котел КСВ-2,5 потужністю 2,5 МВт.

Технічні характеристики водогрійних котлів ТВГ-8 і КСВ-2,5 наведені в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 — Технічні характеристики водогрійних котлів

Марка	Теплова продуктивність, МВт	Тиск води на вх. і вих., МПа	Температура води, °С		Витрата води, м³ /год.
			на вході	На виході	
ТВГ-8	8	1,0/0,8	70	140	128
КСВ-2,5	2,5	1,0/0,6	70	110	87

В якості палива використовується природний газ

3.3 Розрахунок електричних навантажень підприємства після реконструкції

Перед початком розрахунку електричних навантажень проведемо вибір силового обладнання для нових котельних агрегатів.

3.3.1 Вибір двигунів для обладнання котельних агрегатів

Опір газового тракту:

$$H = \Delta h_{кл} + \Delta h_{уч} + \Delta h_{пов} + \Delta h_{ск} + \Delta h_{диф} + \Delta h_{ак} = 146 + 1 + 79 + 65 + 1 + 18 = 310 \text{ Па};$$

Витрата у димососів:

$$V_{\phi} = B(V_r + \Delta \alpha V^0) \frac{\theta'_{эк} + 273}{273} \cdot 3600 =$$

$$= 0,172(13,197 + 0,01 \cdot 9,57) \cdot \frac{152 + 273}{273} \cdot 3600 = 12800 \text{ м}^3/\text{год}$$

де $\Delta \alpha = 0,01$ присос повітря до димососа.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

Продуктивність димососа:

$$Q = \beta_1 \frac{V_{\delta}}{z} \cdot \frac{760}{h_{\text{бар}} - \frac{\beta_2 \cdot \Delta H_n}{13,6}} = 1,1 \frac{12800}{1} \cdot \frac{760}{750 - \frac{1,2 \cdot 27,9}{13,6}} = 14300 \text{ м}^3/\text{год},$$

де $\beta_1 = 1,1$ коефіцієнт запасу по продуктивності, $\beta_2 = 1,2$ коефіцієнт запасу по тиску, $z = 1$ кількість димососів у одного котла.

Потужність димососа:

$$W = \frac{1}{K_p} \cdot \frac{Q_p \cdot H_p^{\text{np}}}{3670 \cdot \eta_{\text{э}}} = \frac{1}{0,096} \cdot \frac{14300 \cdot 150}{3670 \cdot 90,01} = 67,63 \text{ кВт};$$

Розрахункова потужність двигуна:

$$W_{\text{дв}} = 1,05 \cdot W = 1,05 \cdot 67,63 = 71,01 \text{ кВт};$$

Робота котла забезпечується димососом типу ДН 10. Привід димососа здійснюється електродвигуном змінного струму типу А 101–8М, номінальна напруга якого становить 220/380 В, потужність – 75 кВт, швидкість обертання – 750 об/хв.

Живильні насоси. Живлення котлів водою має бути надійним. При зниженні рівня води нижче допустимих меж теплопередаючі труби можуть оголитися і перегрітися, що в свою чергу може призвести до вибуху котла. Котли з тиском вище 0,07 МПа та паропроductивністю 2 т/год і більше повинні мати автоматичні регулятори живлення.

Продуктивність насосів визначається за формулою:

$$G_{\text{н.н.}} = D_{\text{макс}} \cdot z \cdot k = 312 \cdot 2 \cdot 1,1 = 686,4 \text{ м}^3/\text{год},$$

де z – кіл. котлів, шт, k – коефіцієнт запасу, $D_{\text{макс}}$ – максимальна витрата

					Арк.
					35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

живильної води:

$$D_{\text{мгк}} = D_{\text{к}} + G_{\text{п.р}} = 310 + 127 \cdot 2 \cdot 0,01 = 312 \text{ м}^3/\text{год},$$

де $D_{\text{к}}$ – ном. витрата води, $\text{м}^3/\text{год}$, $G_{\text{п.р}}$ – кількість води для продувки, $\text{м}^3/\text{год}$,

У даній котельні встановлені 4 підживлювальних насоса: 3 марки АД 315-71, один з яких є резервними і насос АД 200-90 для котла КСВ-2,5 (поставляється разом з котлом як допоміжне обладнання). Технічна характеристика насосів 1Д 315-71, 1Д 200-90:

Величина	Насос АД 315-71	Насос АД 200-90
Подача , $\text{м}^3/\text{год}$.	320	200
Напір, м. вод. ст.	71	90
Потужність Е.Д., кВт	80	65
Температура роб. серед.	105	105

Продуктивність конденсаційного насоса дорівнює часовій витраті конденсату від технологічного споживача. Конденсат не можна спрямовувати в деаератор.

$$G_{\text{к.н.}} = G_{\text{к}}^{\text{м}} + D_{\text{п.с.е.}} = 2,17 + 10,7 = 12,87 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Продуктивність підживлювальних насосів вибирається для заповнення можливої аварійної підживлення:

$$G_{\text{под.н.}} = 2 \cdot G_{\text{ут.}} = 4,24 \cdot 2 = 8,48 \text{ м}^3/\text{год}.$$

В котельні Полтавська встановлено три підживлювальних насоса марки К50-32.

						Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.3.2 Розрахунок силових і освітлювальних навантажень в мережах до 1000 В після реконструкції для котельні

Розрахункові навантаження до 1000 В визначаються за методом упорядкованих діаграм і проводяться для нового обладнання котельних агрегатів, яке було вибрано раніше.

Розрахунок і результати освітлювальних навантажень аналогічні розрахунку до реконструкції, оскільки під час реконструкції система освітлення не змінилася. Розрахунок навантажень виконується в стандартній табличній формі (табл. 3.7), наводимо приклад розрахунку для двигуна ЦН-1.

Розрахункове навантаження ЦН-1:

$$P_p = K_M \cdot K_B \cdot P_H = 1 \cdot 0,8 \cdot 80 = 64 \text{ кВт},$$

де $K_M = 1$ – коефіцієнт максимуму ЦН-1;

$K_B = 0,8$ – коефіцієнт використання потужності ЦН-1;

Середня потужність групи ЦН-1 :

$$P_{cm} = K_B \cdot P_H = 0,8 \cdot 80 = 64 \text{ кВт},$$

де $K_B = 0,8$ – коефіцієнт використання активної потужності ЦН-1;

Ефективне число електроприймачів ЦН-1:

$$m = \frac{P_{\text{нmax}}}{P_{\text{нmin}}} = \frac{80}{80} = 1,$$

Розрахункове реактивне навантаження ЦН-1:

$$Q_p = 1,1 \cdot Q_{cm} = 1,1 \cdot 48 = 52,8 \text{ квар},$$

Середнє реактивне навантаження ЦН-1, визначається за формулою:

$$Q_{cm} = P_{cm} \cdot \operatorname{tg} \varphi = 64 \cdot 0,75 = 48 \text{ квар},$$

Розрахунковий максимум повного навантаження:

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2} = \sqrt{64^2 + 52,8^2} = 82,97 \text{ кВА},$$

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

№	Назва групи споживачів	Кіл-ть ЕС	Встановлена потужність, кВт		m	K_u	$\cos\varphi$	$tg\varphi$	Середнє навантаження		n_{ef}	K_m	Розрахункове навантаження		
			Одного	Сумарн					$P_{см},$ кВт	$Q_{см},$ квар			$P_p,$ кВт	$Q_p,$ квар	$S_p,$ кВА
1	Двигуни ЦН-1	1	80	80	1	0,8	0,8	0,75	64,6	48,5	1	1	64,6	53,3	83,8
2	Двигуни ЦН-2	1	80	80	1	0,8	0,8	0,75	64,6	48,5	1	1	64,6	53,3	83,8
3	Двигуни ЦН-3	1	80	80	1	0,8	0,8	0,75	64,6	48,5	1	1	64,6	53,3	83,8
4	Двигуни ЦН-4	1	65	65	1	0,8	0,75	0,88	52,5	46,3	1	1	52,5	51	73,2
5	ПН-1,2,3	3	2,2	6,6	1	0,7	0,8	0,75	5	3,7	3	1,35	5	4,1	7,9
6	ДС-1,2,3	3	75	225	1	0,8	0,8	0,75	181,8	136,4	3	1	181,8	150	235,5
7	ВН-1,2,3	3	8,5	25,5	1	0,8	0,8	0,75	20,6	15,5	3	1	20,6	17	26,7
8	Конденсат. насос	2	3,6-8,5	12,1	2,4	0,8	0,8	0,75	9,8	7,3	2	1	9,8	8,1	12,7
9	Циркуляц. насос	1	2,2	2,2	1	0,8	0,8	0,75	1,8	1,3	1	1	1,8	1,5	2,3
10	Деаератор	1	5,1	5,1	1	0,8	0,8	0,75	4,1	3,1	1	1	4,1	3,4	5,3
11	Токарний станок	1	1	1	1	0,8	0,8	0,75	0,8	0,6	1	1	0,8	0,7	1,1
12	Свердлильний станок	1	1,5	1,5	1	0,8	0,8	0,75	1,2	0,9	1	1	1,2	1	1,6
Всього по котельні		19	1-80	584	80	0,8	0,79	0,76	466,8	471,5	$\frac{360}{6}$	1	466,8	360,6	593,6

3.3.3 Розрахунок електричних навантажень в силових мережах вище 1000 В після реконструкції

При визначенні навантаження в мережі напругою вище 1000 В розрахунковими вузлами навантаження є шини ТП або шини ГРЩ.

У таблиці розрахунку електричних навантажень вище 1000 В для котельні проводиться об'єднання освітлювального і силового навантаження до 1000 В для приміщення, тому для котельного залу об'єднуються освітлювальне навантаження для даного приміщення і силове навантаження у вигляді суми навантажень димососів ДС-1,2,3 і вентиляторів ВН-1,2,3, аналогічно для насосного відділення: освітлення і силове навантаження у вигляді суми навантажень двигунів центральних насосів ЦН-1,2,3,4, підживлюючих насосів ПН-1,2,3 і рециркуляційних насосів, для відділення хімічної очистки води: освітлення і силове навантаження у вигляді суми навантажень конденсатних насосів і деаератора, для інструментального цеху: освітлення і силове навантаження у вигляді суми навантажень токарного верстата і свердлильного верстата, у адміністративних і побутових приміщеннях присутнє лише освітлювальне навантаження.

Результатом розрахунку є значення активної, реактивної і повної потужності на шинах 0,4 кВ котельні до реконструкції. Розрахунок електричних навантажень в силових мережах вище 1000 В для котельні до реконструкції оформлюємо у вигляді таблиці 3.8.

						Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

		Таблиця 3.8 — Розрахунок електричних навантажень більше 1000 В для котельні після реконструкції.																			
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		№	Назва групи споживачів	Кіл-ть ЕС	Встановлена потужність, кВт		m	Kи	cosφ	tgφ	Середнє навантаження		п _{еф}	K _м	Розрахункове навантаження		
									Одног о	Сумарна					P _{см} , кВт	Q _{см} , квар			P _р , кВт	Q _р , квар	S _р , кВА
						1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
						1	Котельний зал														
							силова	6													
							освітлення		8,5-75	250,5	8,8	0,8	0,8	0,7	200,5	150,4	6	1	252,2	165,4	259,9
							Всього по прим.								3,56	0,1			3,8	6,47	0,1
						2	Насосне відділення								203,96	150,4			255,9	171,77	266,7
							силова	8							0,1	0,1			0,1	0,1	0,1
							освітлення		2,2-80	313,8	36,3	0,8	0,79	0,7	250,8	194,9	8	1	327,3	214,4	329,9
							Всього по прим.								1,14	0,1			1,2	2,02	0,1
						3	Відділ. хім. оч. води								251,84	194,9			328,5	216,3	331,9
							силова	3							0,1	0,1			0,1	0,1	0,1
							освітлення		3,6-8,5	17,2	2,36	0,8	0,8	0,7	13,86	10,42	3	1	13,9	11,45	17,94
							Всього по прим.								1	0,1			1,1	1,76	0,1
						4	Інструм. відділення								14,76	10,42			14,9	13,11	19,74
							силова	2							0,1	0,1			0,1	0,1	0,1
							освітлення		1-1,5	2,5	1,5	0,8	0,8	0,7	2,1	1,6	2	1	2,1	1,75	2,69
							Всього по прим.								0,85	0,1			0,9	0,51	0,1
						5	Побутові прим.								2,85	0,1			3	2,16	3,6
						6	Адмін. приміщення								1	0,1			1,1	0,6	1,24
						Всього на шинах 0,4 кВ котельні												475,1	403,79	623,4	
	Арк.	40																			

Таблиця 3.9 — Розрахунок електричних навантажень більше 1000 В для теплового району

№ з/п	Назва об'єкту	$K_{у.м}$	P_p , кВт	Q_p , квар	S_p , кВА
1	2	3	4	5	6
ТП 1, 2					
	БК 0,4 кВ			-399,00	
	Всього на шинах 0,4 кВ ТП 1, 2		1260,17	171,03	1271,73
	К-сть трансформаторів: 3				
	Номінальна потужність тр-рів: 630 кВА				
	Коефіцієнт завантаження тр-ра: 0,67				
	Втрати потужності в трансформаторах:		17,04	84,46	
	Всього на шинах 10 кВ ТП 1, 2		1277,22	255,49	1302,52
ТП 3, 4					
	БК 0,4 кВ			-498,00	
	Всього на шинах 0,4 кВ ТП 3, 4		1256,44	184,71	1269,95
	К-сть трансформаторів: 3				
	Номінальна потужність тр-рів: 630 кВА				
	Коефіцієнт завантаження тр-ра: 0,67				
	Втрати потужності в трансформаторах:		17,04	84,46	
	Всього на шинах 10 кВ ТП 3, 4		1273,49	269,17	1301,62
ТП 5					
	БК 0,4 кВ			-225,00	
	Всього на шинах 0,4 кВ ТП 5		824,28	141,54	836,35
	К-сть трансформаторів: 2				
	Номінальна потужність тр-рів: 630 кВА				
	Коефіцієнт завантаження тр-ра: 0,66				
	Втрати потужності в трансформаторах:		11,16	55,39	
	Всього на шинах 10 кВ ТП 5		835,45	196,93	858,34
ТП 6, 7					
	БК 0,4 кВ			-300,00	
	Всього на шинах 0,4 кВ ТП 6, 7		1214,40	255,55	1241,00
	К-сть трансформаторів: 3				
	Номінальна потужність тр-рів: 630 кВА				
	Коефіцієнт завантаження тр-ра: 0,66				
	Втрати потужності в трансформаторах:		16,74	83,08	
	Всього на шинах 10 кВ ТП 6, 7		1231,15	338,63	1276,87
ТП 8, 9					
	БК 0,4 кВ			-300,00	
	Всього на шинах 0,4 кВ ТП 8, 9		1178,05	232,55	1200,78
	К-сть трансформаторів: 3				
	Номінальна потужність тр-рів: 630 кВА				
	Коефіцієнт завантаження тр-ра: 0,64				
	Втрати потужності в трансформаторах:		16,15	80,38	
	Всього на шинах 10 кВ ТП 8, 9		1194,20	312,93	1234,52

ТП 10, 11				
БК 0,4 кВ			-201,00	
Всього на шинах 0,4 кВ ТП 10, 11		1163,45	329,79	1209,29
К-сть трансформаторів: 3				
Номинальна потужність тр-рів: 630 кВА				
Коефіцієнт завантаження тр-ра: 0,64				
Втрати потужності в трансформаторах:		16,15	80,38	
Всього на шинах 10 кВ ТП 10, 11		1179,60	410,17	1248,88
Всього на шинах 10 кВ по об'єкту	0,80	5592,88	1426,66	5771,97
БК 10 кВ			-900,00	
Всього по об'єкту з урахуванням БК		5592,88	526,66	5617,62

4 ПОБУДОВА ГРАФІКІВ ЕНЕРГЕТИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ

4.1 Побудова графіків електричних навантажень

На підставі замірів на підприємстві будується добовий зимовий і літній графік навантажень $P(t)$, $Q(t)$, $S(t)$ з урахуванням кількості робочих і вихідних днів

Річні витрати активної та реактивної енергії енергії:

$$\begin{aligned} W_p &= P_{зр\Sigma} \cdot 147 + P_{зв\Sigma} \cdot 65 + P_{лр\Sigma} \cdot 105 + P_{лв\Sigma} \cdot 48 = \\ &= 7671 \cdot 147 + 7015,8 \cdot 65 + 6524,6 \cdot 105 + 5963,4 \cdot 48 = 2555023,1 \\ V_p &= Q_{зр\Sigma} \cdot 143 + Q_{зв\Sigma} \cdot 65 + Q_{лр\Sigma} \cdot 105 + Q_{лв\Sigma} \cdot 48 = \\ &= 6525 \cdot 147 + 5976,2 \cdot 65 + 5547 \cdot 105 + 5080 \cdot 48 = 2173913,8. \end{aligned}$$

Максимуму навантаження визначається за виразом:

$$T_{max} = \frac{\sqrt{W_r^2 + Q_r^2}}{S_p} = \frac{\sqrt{2555023^2 + 2173914^2}}{623} = 5381 \text{ год.}$$

Час максимальних втрат визначаємо по формулі:

$$\tau = (0,124 + \frac{T_{max}}{10^4})^2 \cdot 8760 = (0,124 + 5381/10000)^2 \cdot 8760 = 3840,1 \text{ год.}$$

Отримані значення використовуємо для техніко-економічного порівняння варіантів електропостачання та вибору силових мереж.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

Таблиця 4.1 — Активне навантаження

Години	Навантаження робочої доби				Навантаження вихідної доби			
	%	Зима (Р _{зр}), кВт	%	Літо (Р _{лр}), кВт	%	Зима (Р _{зв}), кВт	%	Літо (Р _{лв}), кВт
1	70	332,5	70	282,6	70	332,5	59	282,63
2	51	242,3	51	205,9	51	242,3	43	205,91
3	42	199,5	44	177,7	38	180,5	32	153,43
4	42	199,5	42	169,6	35	166,3	29	141,31
5	42	199,5	42	169,6	34	161,5	28	137,28
6	50	237,5	50	201,9	34	161,5	28	137,28
7	55	261,3	55	222,1	35	166,3	29	141,31
8	60	285,0	60	242,3	42	199,5	35	169,58
9	55	261,3	55	222,1	45	213,8	38	181,7
10	48	228,0	47	189,8	47	223,3	39	189,8
11	49	232,8	49	197,8	49	232,8	41	197,8
12	51	242,3	51	205,9	51	242,3	43	205,9
13	61	289,8	61	246,3	61	289,8	51	246,3
14	67	318,3	67	270,5	67	318,3	56	270,5
15	71	337,3	71	286,7	71	337,3	60	286,7
16	78	370,5	78	314,9	78	370,5	66	314,9
17	88	418,0	88	355,3	79	375,3	67	319,0
18	93	441,8	93	375,5	78	370,5	66	314,9
19	92	437,0	92	371,5	78	370,5	66	314,9
20	100	475,0	100	403,8	88	418,0	74	355,3
21	98	465,5	98	395,7	93	441,8	79	375,5
22	93	441,8	93	375,5	90	427,5	76	363,4
23	83	394,3	83	335,1	83	394,3	70	335,1
24	76	361,0	76	306,9	80	380,0	68	323,0
Σ _{добове}		7671,3		6524,6		7015,75		5963,388

Таблиця 4.2 — Реактивне навантаження без врахування КП

Години	Навантаження робочої доби				Навантаження вихідної доби			
	%	Зима ($Q_{зр}$), кВар	%	Літо ($Q_{лр}$), кВар	%	Зима ($Q_{зв}$), кВар	%	Літо ($Q_{лв}$), кВар
1	70	2061,5	70	1752,3	70	2061,5	59	1752,3
2	51	1502,0	51	1276,7	51	1502,0	43	1276,7
3	44	1295,8	44	1101,4	38	1119,1	32	951,2
4	42	1236,9	42	1051,4	35	1030,8	29	876,1
5	42	1236,9	42	1051,4	34	1001,3	28	851,1
6	50	1472,5	50	1251,6	34	1001,3	28	851,1
7	55	1619,8	55	1376,8	35	1030,8	29	876,1
8	60	1767,0	60	1502,0	42	1236,9	35	1051,4
9	55	1619,8	55	1376,8	45	1325,3	38	1126,5
10	47	1384,2	47	1176,5	47	1384,2	39	1176,5
11	49	1443,1	49	1226,6	49	1443,1	41	1226,6
12	51	1502,0	51	1276,7	51	1502,0	43	1276,7
13	61	1796,5	61	1527,0	61	1796,5	51	1527,0
14	67	1973,2	67	1677,2	67	1973,2	56	1677,2
15	71	2091,0	71	1777,3	71	2091,0	60	1777,3
16	78	2297,1	78	1952,5	78	2297,1	66	1952,5
17	88	2591,6	88	2202,9	79	2326,6	67	1977,6
18	93	2738,9	93	2328,0	78	2297,1	66	1952,5
19	92	2709,4	92	2303,0	78	2297,1	66	1952,5
20	100	2945,0	100	2503,3	88	2591,6	74	2202,9
21	98	2886,1	98	2453,2	93	2738,9	79	2328,0
22	93	2738,9	93	2328,0	90	2650,5	76	2252,9
23	83	2444,4	83	2077,7	86	2532,7	73	2152,8
24	76	2238,2	76	1902,5	80	2356,0	68	2002,6
Σдобове		47591,2		40452,5		43586		37048,1

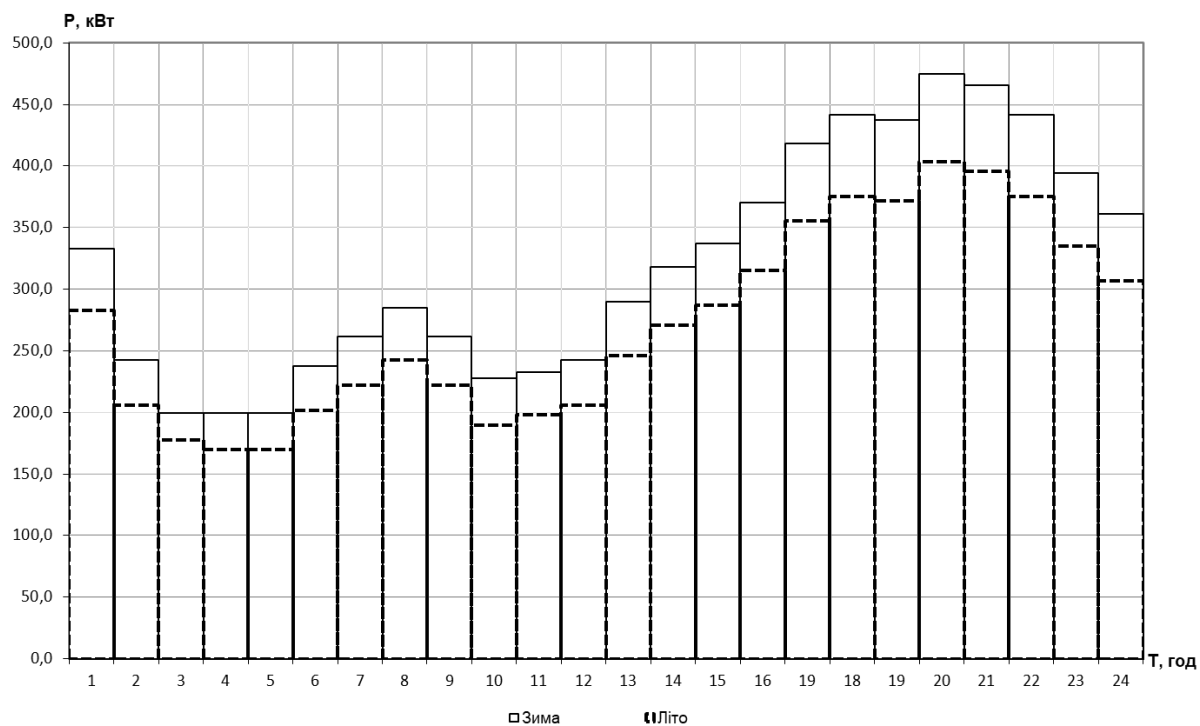


Рис. 4.1 Споживання активної потужності в робочий день

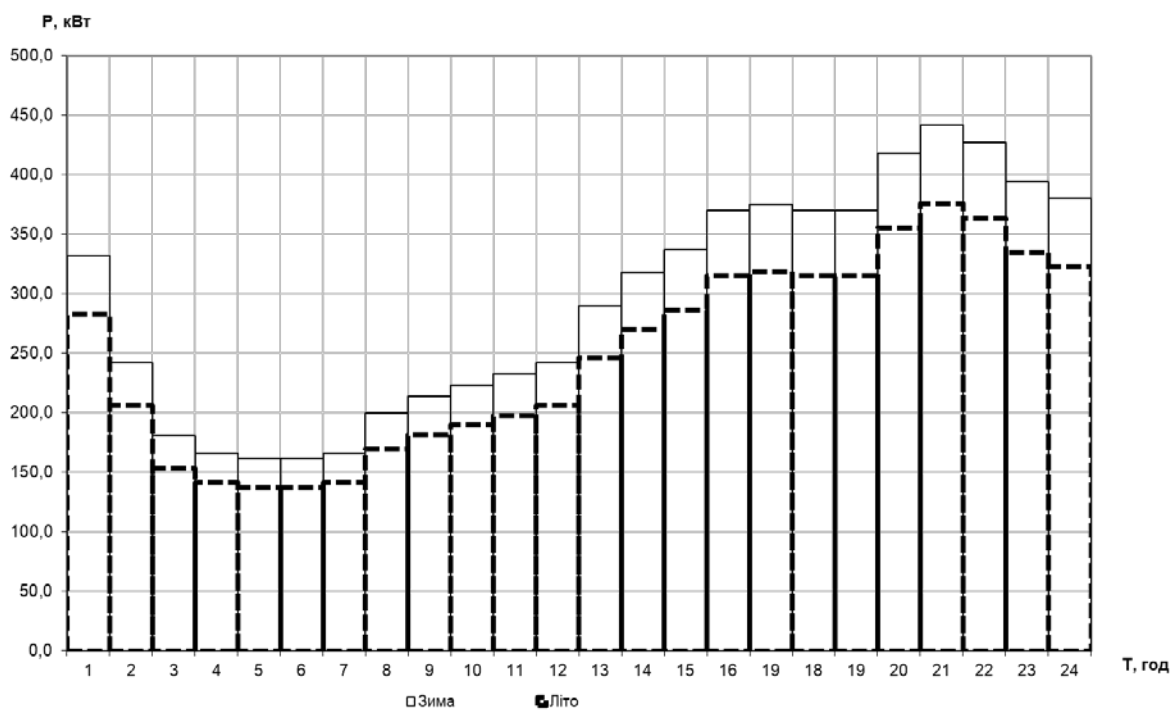


Рис. 4.2 Споживання активної потужності у вихідний день

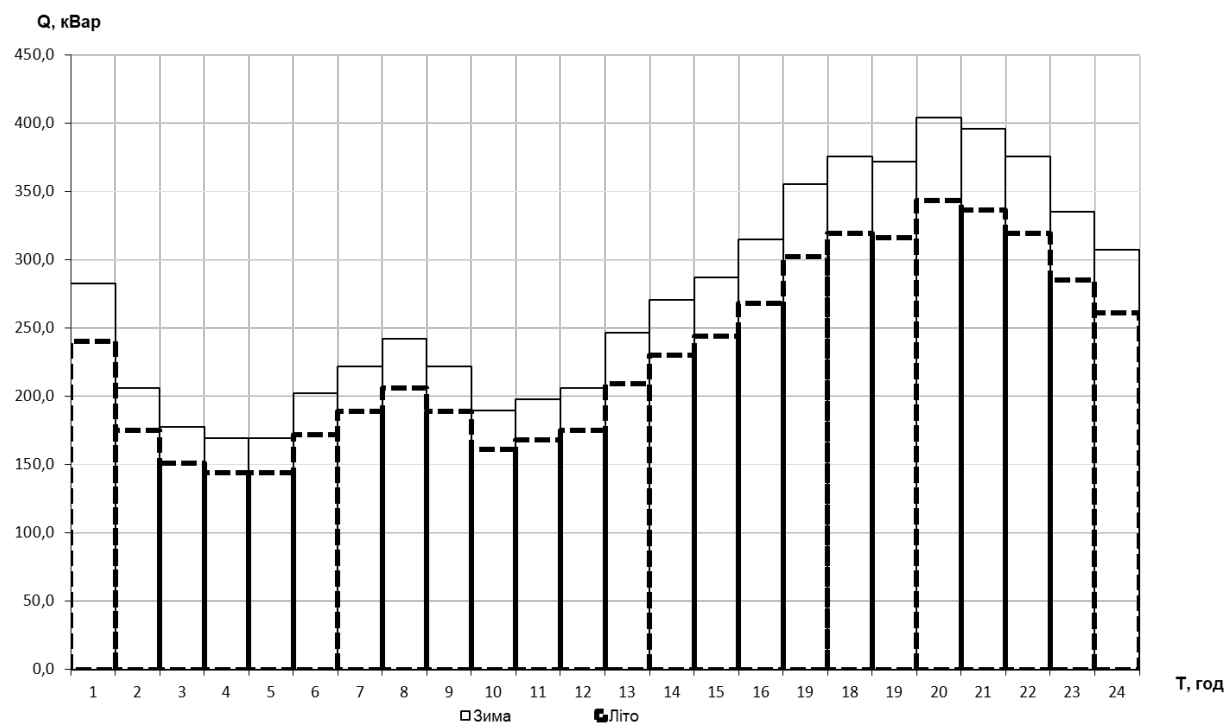


Рис. 4.3 Споживання реактивної потужності в робочий день

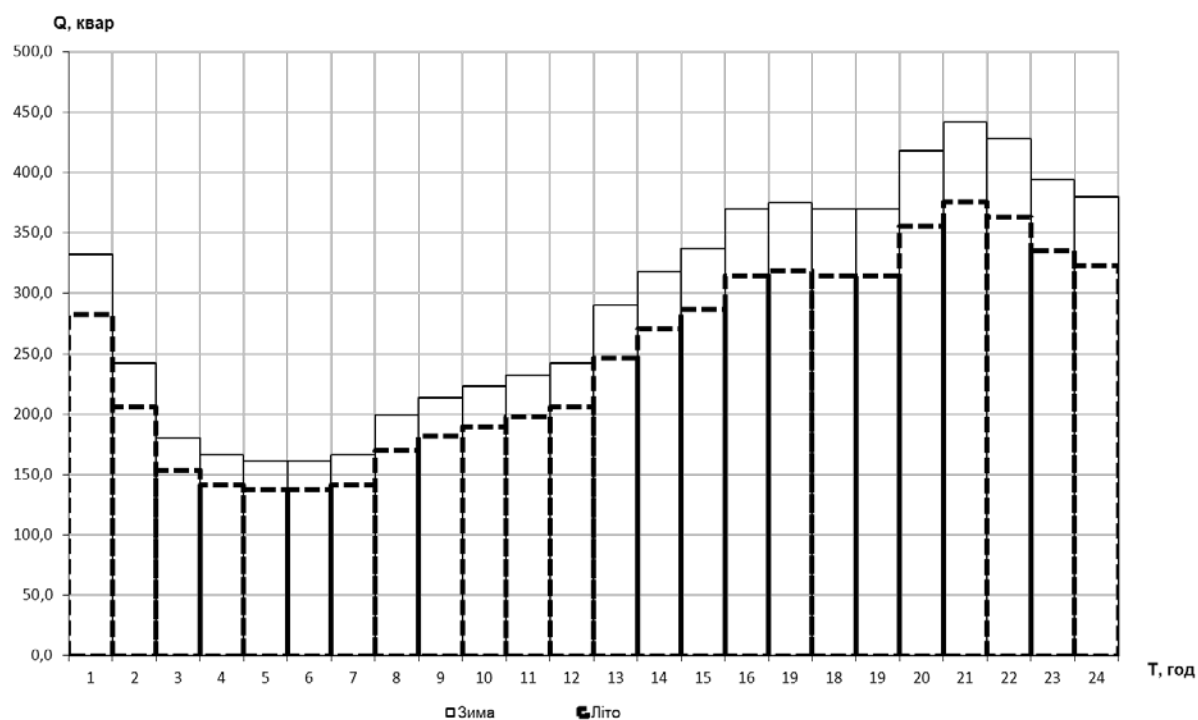


Рис. 4.4 Споживання реактивної потужності у вихідний день

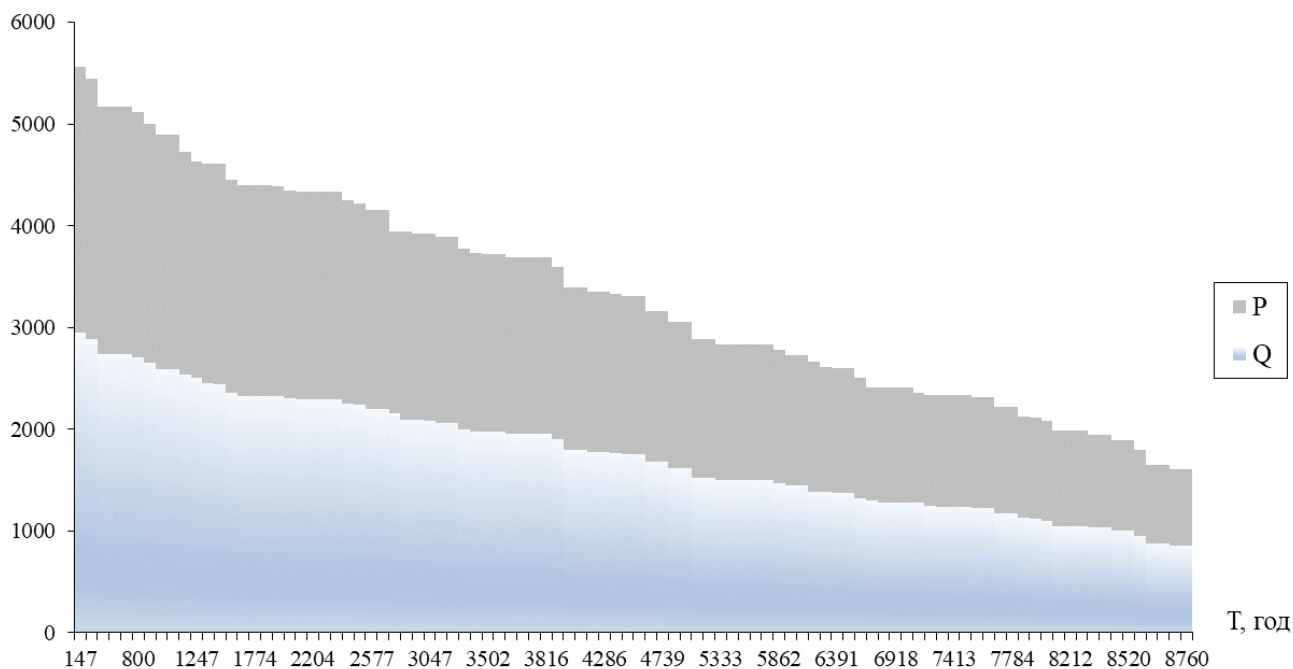


Рис. 4.5 Річний графік навантаження за тривалістю

4.2. Розрахунок та побудова графіків теплового споживання

Графіки теплового споживання створюються для значень таблиці після реконструкції. Для побудови годинних графіків витрати теплоти на опалення достатньо використати два значення теплового навантаження при температурах 8 і 10 °С.

Для побудови річного графіку теплового навантаження за тривалістю теплового навантаження знаходимо тривалість стояння температур зовнішнього повітря в годинах з інтервалом 5 °С і тривалість опалювального сезону для м. Кропивницький, що становить $n = 6836$ год. Результати зводимо в таблицю 4.3.

Таблиця 4.3 — Тривалість стояння температур зовнішнього повітря

Величина	Температура зовнішнього повітря, °С							
	-35 -30	-30 -25	-25 -20	-20 -15	-15 -10	-10 -5	-5 0	0 +8
Тривал., n , год.	1	5	36	166	502	1128	2352	4484
Темпер., °С	-30 і нижче	-25 і нижче	-20 і нижче	-15 і нижче	-10 і нижче	-5 і нижче	0 і нижче	+8 і нижче
$\sum n$, год.	1	6	41	202	668	1630	3480	6836

Графіки споживання теплової енергії за тривалістю приведені на рис. 4.4.

								Арк.
								48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

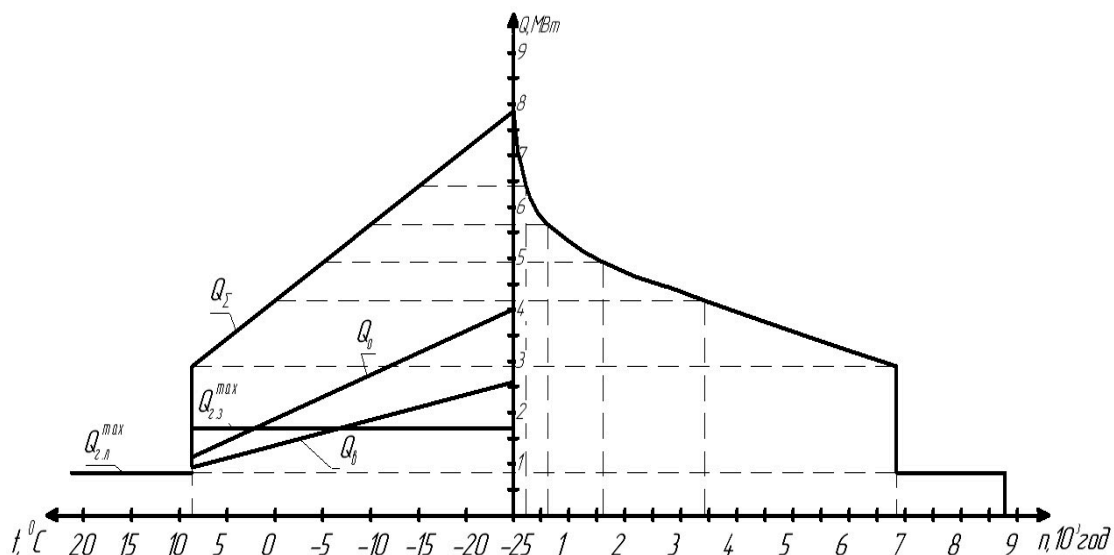


Рис. 4.4 — Графіки споживання теплової енергії за тривалістю
Середньогодинне значення витрати теплоти на опалення в січні, кВт:

$$Q_{O}^{сичн.} = Q_{O}^P \cdot \left(\frac{t_{B.P} - t_{сп}^{сич}}{t_{B.P} - t_{P.O}} \right) = 8222,06 \cdot \left(\frac{18 + 5,9}{18 + 21} \right) = 5038,64 .$$

Середньогодинне значення витрати теплоти на вентиляцію в січні, кВт:

$$Q_{B}^{сичн.} = Q_{B}^P \cdot \left(\frac{t_{B.P} - t_{сп}^{сич}}{t_{B.P} - t_{P.B}} \right) = 736 \cdot \left(\frac{18 + 5,9}{18 + 9} \right) = 451 .$$

Сумарне значення витрати теплоти на опалення, вентиляцію і гаряче водопостачання в січні, кВт:

$$Q_{\Sigma}^{сичн.} = Q_{O}^P \cdot Q_{B}^P \cdot Q_{Г.B.}^{max} = 5038,6 + 451 + 1330,4 = 6820 .$$

Розрахунок витрати теплоти для інших місяців проводиться аналогічно.
Річний графік споживання теплової енергії по місяцям приведено на рис. 4.5.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

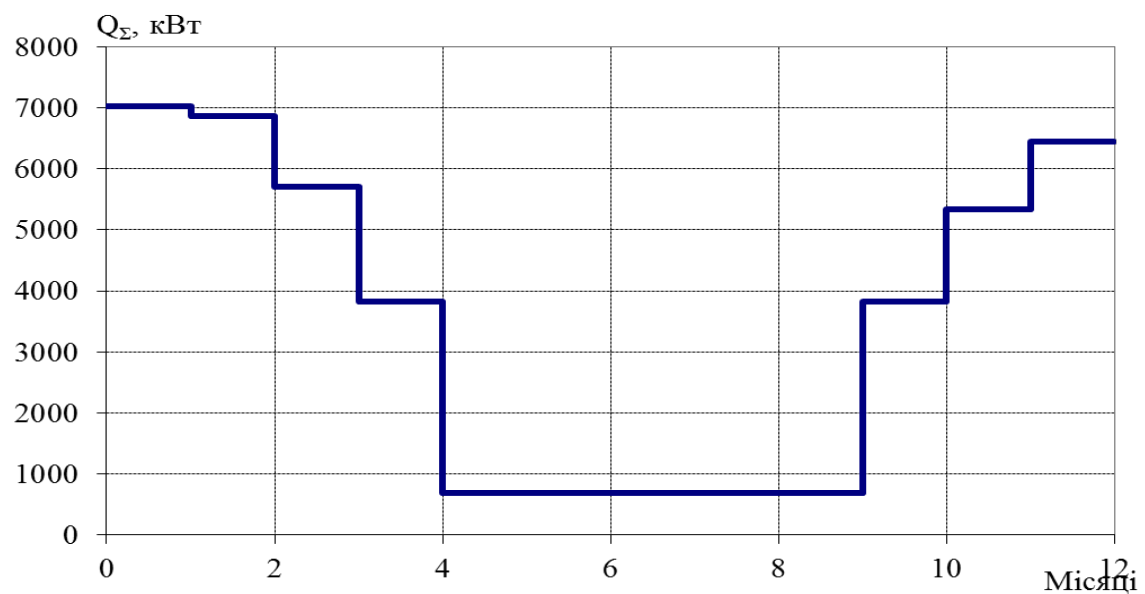


Рис. 4.5 — Річний графік споживання теплової енергії по місяцям

5. ВИБІР НАПРУГИ І ЕЛЕКТРИЧНИХ СХЕМ ВНУТРІШНЬОГО ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

Рациональна побудова системи зовнішнього електропостачання промислового підприємства значною мірою залежить від правильного вибору напруги та схеми електропостачання.

Вибір напруги системи зовнішнього електропостачання зводиться до визначення такого стандартного значення, яке задовольняє усі технічні вимоги і є найбільш економічним. Практично, при виконанні курсового проекту, кількість можливих варіантів вибору обмежується до двох або трьох, залежно від існуючих напруг у найближчих можливих точках приєднання до енергосистеми. На стадії орієнтовних розрахунків величини раціональних напруг можуть бути визначені за допомогою номограм. Використання номограм дозволяє попередньо оцінити можливі варіанти і в деяких випадках виключити деякі з них без проведення спеціальних розрахунків.

Кінцеве проектне рішення обирається шляхом порівняння зведених витрат по варіантах.

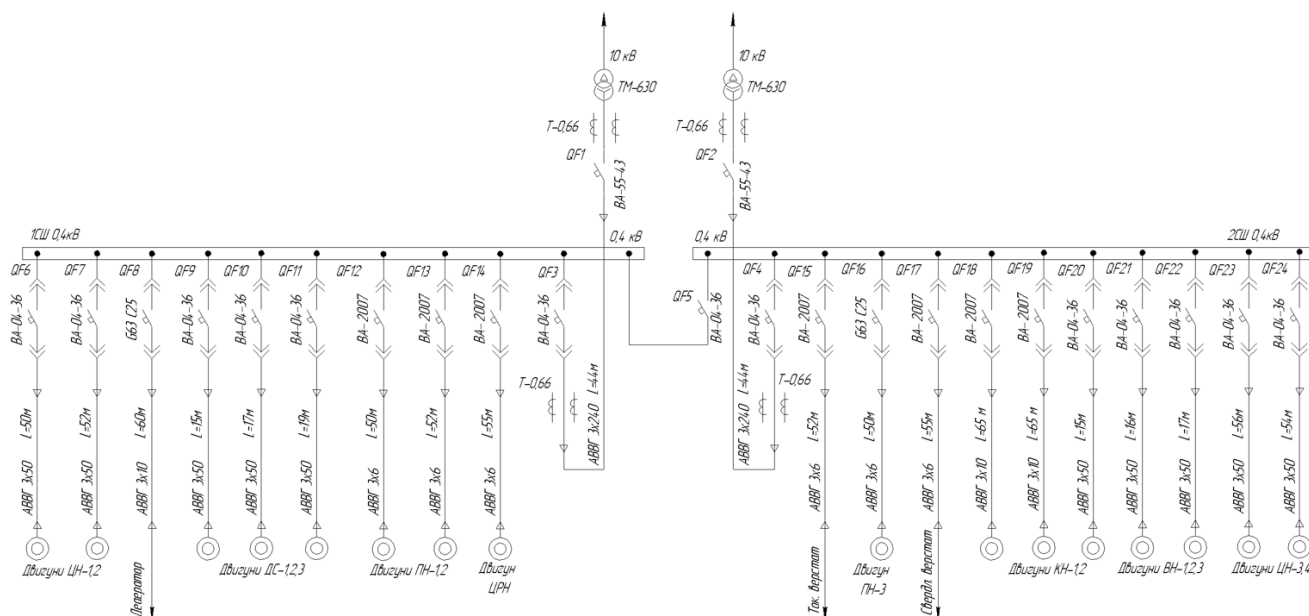


Рис. 5.1. Схема електропостачання радіальними лініями

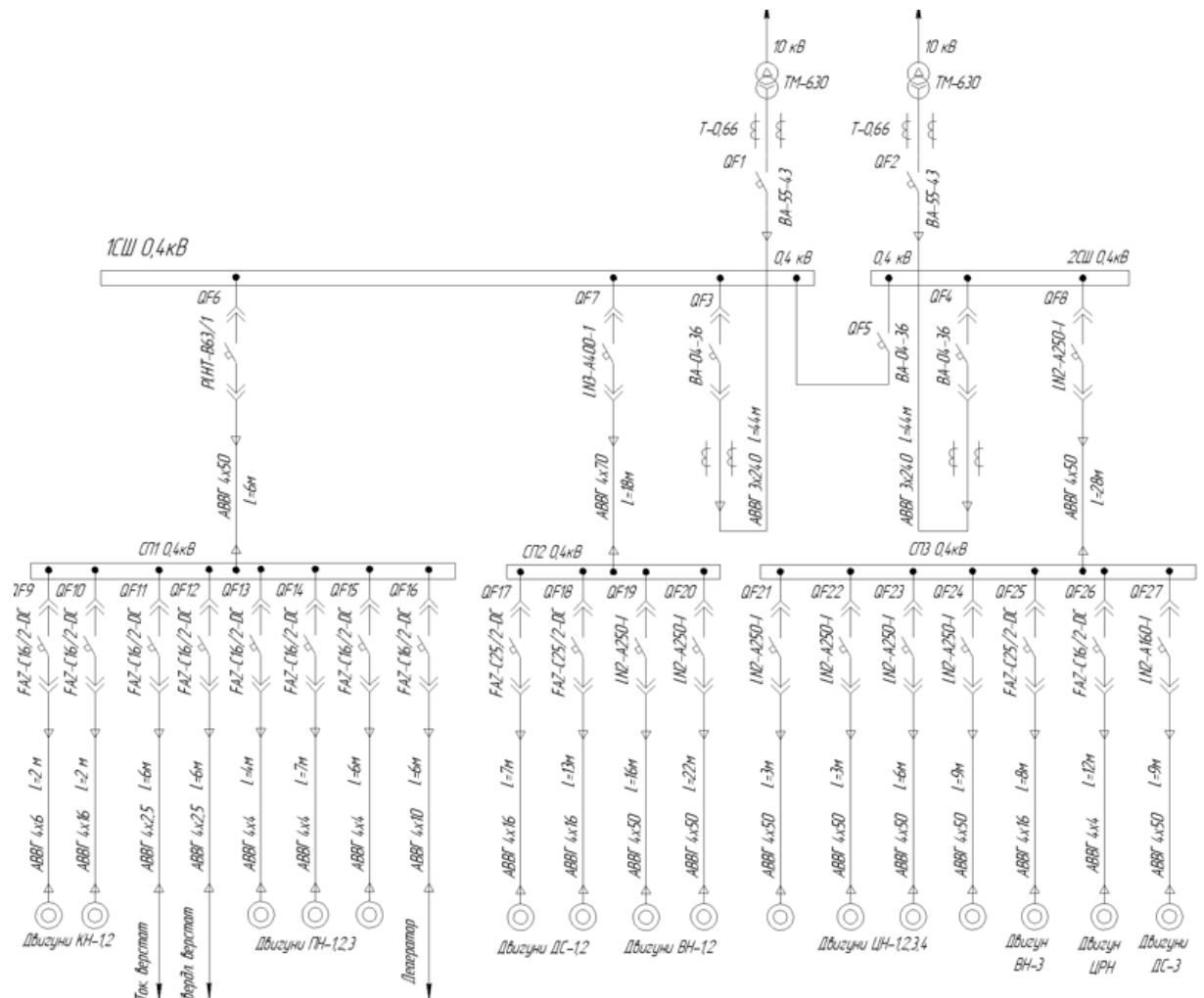


Рис. 5.2. Схема електропостачання з встановленням силових пунктів

Живлення споживачів котельні здійснюється радіальними кабельними лініями 10 кВ безпосередньо від шин ТП напругою $U_H = 0,4$ кВ; віддаленість від котельні 0,055 км. Результати розрахунку зведені в таблиці 5.1-5.5.

Таблиця 5.1. Розрахунок параметрів кабельних ліній радіальної схеми

№ КЛ на схемі	I_p , А	$I_{ф.р.}$, А	$F_{ек}$, мм ²	$F_{ст}$, мм ²	Марка кабеля
КЛ1, 2	33,9	45,7	159,9	50	АВВГ (4 × 50)
КЛ3, 4	22,5	39,8	108,9	50	АВВГ (4 × 50)
КЛ5	12,5	15,5	8,2	10	АВВГ (4 × 10)
КЛ6, 7	14,3	17,2	8,7	10	АВВГ (4 × 10)
КЛ8	15,5	15,5	14,2	16	АВВГ (4 × 16)
КЛ9, 10	6,3	5,3	4,5	6	АВВГ (4 × 6)

Таблиця 5.2. Розрахунок параметрів кабельних ліній для схеми з силовими пунктами

№ КЛ на схемі	I_p , А	$I_{ф.р.}$, А	$F_{ек}$, мм ²	$F_{ст}$, мм ²	Марка кабеля
КЛ1, 2	123,93	247,86	49,95	50	АВВГ(4 × 50)
КЛ3,4,5	15,48	76,45	18,20	25	АВВГ(4 × 25)
КЛ6,7,8	25,42	36,27	9,16	10	АВВГ(4 × 10)
КЛ9,10	14,09	28,18	7,21	10	АВВГ(4 × 10)
КЛ11,12,13	15,44	36,31	8,17	10	АВВГ(4 × 10)
КЛ14,15,16	15,49	36,46	8,21	10	АВВГ(4 × 10)

Таблиця 5.3. Розрахунок капітальних втрат

№ п/п	Найменування об'єкту	Одиниця	Кількість	Вартість одиниці, тис. грн	Вартість всього, тис. грн
I варіант	Шафи РП-0,4	шт	4	48	384
	Кабельна лінія типу				
	АВВГ(4 × 50)	м	105	0,64	33,992
	ААШв(4 × 16)	м	102	0,49	11,04
	ААШв(4 × 10)	м	146	0,32	33,264
	ААШв(4 × 6)	м	165	0,15	48,75
	Всього по КЛ				680,88
	Всього				1264,9
II варіант	Шафи РП-0,4	шт	2	48	96
	АВВГ(4 × 50)	м	104	0,64	135,71
	АВВГ(4 × 25)	м	156	0,531	405
	АВВГ(4 × 10)	м	256	0,32	405
	Всього по КЛ				696,21
	Шафи з силовими збірками	шт	3	48	384,00
	Всього				1176,21

Таблиця 5.4. Розрахунок поточних витрат

№ п/п	Найменування об'єкту	K _i , тис грн	P _a , %	C _a , %	P _с , %	C _с , %	C _п , тис грн
I варіант	Шафи РП	384	4	57,60	5	19,20	76,80
	Кабельні лінії з урахуванням траншеї	680,88	5	34,04	5	34,04	88,09
	Всього	1264,88		91,64		53,24	154,89
II варіант	Шафи РП	96	2	14,40	5	4,80	19,20
	Кабельні лінії з урахуванням траншеї	696,21	5	34,81	5	34,81	69,62
	Шафи з силовими збірками	384	3	57,60	5	19,20	76,80
	Всього	1176,21		106,81		58,81	165,62

Таблиця 5.5. Розрахунок приведених витрат

Показники	Варіант	
	1	2
Капіталовкладення	1064,88	1176,21
Поточні затрати	154,89	165,62
Вартість втрат електроенергії	166,16	178,24
Приведені витрати	358,83	385,01

6. ПОБУДОВА КАРТОГРАМИ ЕЛЕКТРИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ

Для побудови картограми навантажень цехів і підприємства. Для прикладу приводимо розрахунок для будинку за адресою Васнецова, 8:

$$R_1 = \sqrt{\frac{P_1}{\pi m}} = \sqrt{\frac{162}{3,14 \cdot 0,2}} = 51 \text{ мм},$$

Кут α відповідає площі, яка при обраному мірилі дорівнює площі освітлюваного навантаження:

$$\alpha_1 = \frac{P_{\text{осв}} \cdot 360^\circ}{P_1} = \frac{45 \cdot 360^\circ}{162} = 101^\circ.$$

Координати центру електричних навантажень :

$$Y_0 = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i P_i}{\sum_{i=1}^n P_i} = \frac{738883}{1249} = 591 ;$$
$$X_0 = \frac{\sum_{i=1}^n X_i P_i}{\sum_{i=1}^n P_i} = \frac{509926}{1249} = 408 ;$$

де X_i та Y_i – координати центру електричного навантаження i -го споживача.

Розрахунок картограми навантажень приведено у вигляді таблиці 6.1.

Координати умовного центру теплових навантажень:

$$X = 11102877,52/30777,01 = 360,75 \text{ м}$$

$$Y = 10132523,36/30777,01 = 329,22 \text{ м}$$

						Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 6.1 — Розрахункові дані для побудови картограми та умовного центру електричних навантажень

№ з/п	Назва цеху	$P_{р.кв}$ ($P_{р.кп}$), кВт	$P_{р.сил}$, кВт	P_{Σ} , кВт	R , мм	α , °	X_i , м	Y_i , м	$P_{\Sigma} \cdot X_i$	$P_{\Sigma} \cdot Y_i$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ТП 1										
	Всього по ТП 1			1263,2					748115,8	516686,0
	x = 592,24 м; y = 409,03 м									
ТП 2										
	Всього по ТП 2			1417					540555	546272
	x = 381,38 м; y = 385,41 м									
ТП 3										
	Всього по ТП 3			929					187877	346179
	x = 202,34 м; y = 372,83 м									
ТП 4										
	Всього по ТП 4			1178					370552	351850
	x = 314,55 м; y = 298,67 м									
ТП 5										
	Всього по ТП 5			1251					505282	368442
	x = 403,93 м; y = 294,54 м									
Всього				7340					2611063	2457872

Таблиця 6.2 — Розрахункові дані для побудови картограми та умовного центру теплових навантажень

№ з/П	Назва об'єкту	R, мм	αв, °	αгз, °	Xi, м	Yi, м	QΣ·Xi	QΣ·Yi	
1	2	7	8	9	10	11	12	13	
1	Маланюка, буд. 3	28,1	0,0	145,6	175,8	398,9	43724,5	99213,3	
2	Маланюка, буд. 5	38,4	0,0	156,7	210,1	403,9	97099,5	186665,9	
3	Маланюка, буд. 7	38,4	0,0	156,7	242,4	416,8	112027,3	192627,7	
4	Маланюка, буд. 25	52,1	0,0	169,6	343,4	413,3	293183,4	352861,7	
5	Маланюка, буд. 22	19,3	0,0	137,7	414,03	380,5	48363,7	44447,0	
6	Маланюка, буд. 26	19,3	0,0	137,7	441,3	374,08	51549,2	43697,1	
7	Маланюка, буд. 28	19,3	0,0	137,7	464,7	369,6	54282,6	43173,8	
8	Полтавська, буд. 28, буд. корп. 1	52,1	0,0	169,6	561,2	387,01	479133,7	330416,1	
9	Полтавська, буд. 28, буд. корп. 2	52,1	0,0	169,6	554,2	415,8	473157,3	354996,1	
10	Полтавська, буд. 32	58,3	0,0	169,6	527,4	377,06	562845,5	402401,4	
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					Арк.
									562

Продовження таблиці 6.2

1	2	7	8	9	10	11	12	13
11	Полтавська, буд. 24, буд. корп. 1	63,8	0,0	169,6	665,6	433,7	852400,4	555417,7
12	Полтавська, буд. 24, к. 2	38,4	0,0	156,7	626,8	437,2	289681,1	202055,8
13	Полтавська, буд. 24	52,1	0,0	169,6	630,3	405,9	538129,0	346543,8
14	Пл. дружби народів, буд. 6	29,4	0,0	147,6	167,8	353,6	45714,2	96332,2
15	Башкірська, буд. 3А	35,3	0,0	154,3	142,5	320,8	55719,1	125436,5
16	Башкірська, буд. 3Б	35,3	0,0	154,3	117	276	45748,3	107919,2
17	Пров. Кінний, буд. 6	58,3	0,0	169,6	154,9	271,6	165310,5	289853,7
18	Кропивницького, буд. 8	63,8	0,0	169,6	172,8	218,9	221296,3	280334,2
19	Кропивницького, буд. 6	58,3	0,0	169,6	201,6	266,6	215149,1	284517,7
20	Кропивницького, буд. 4	45,9	0,0	164,2	219,09	313,9	144925,9	207641,7
21	Кропивницького, 7 корп.1	52,1	0,0	169,6	254,4	212,9	217198,2	181766,9
22	Кропивницького, 7 корп.2	52,1	0,0	169,6	280,7	205,4	239652,2	175363,6
23	Васнецова, буд. 8	58,3	0,0	169,6	301	239,3	321229,6	255382,9
24	Васнецова, буд. 6	73,7	0,0	169,6	317,06	261	541390,3	445666,1
25	Васнецова, буд. 5	58,3	0,0	169,6	387	258,7	413009,5	276086,7
26	Васнецова, буд. 3	52,1	0,0	169,6	417,01	286,5	356029,1	244604,1
27	Васнецова, буд. 1	45,9	0,0	164,2	435,4	304,9	288012,8	201688,3
28	Полтавська, буд. 58	63,8	0,0	169,6	321,04	385,02	411139,7	493075,7
29	Полтавська, буд. 83	82,4	0,0	169,6	283,7	333,8	605533,8	712468,1
30	Полтавська, буд. 35	58,3	0,0	169,6	337,9	321,8	360609,6	343427,5
31	Полтавська, буд. 37	45,9	0,0	164,2	368,7	336,7	243891,4	222723,7
32	Полтавська, буд. 73	38,4	0,0	156,7	431,4	334,2	199375,3	154453,4
33	Полтавська, буд. 75	40,1	0,0	159,1	393,6	322,8	199032,0	163230,5
34	Полтавська, буд. 69	28,1	0,0	145,6	458,7	320,8	114086,5	79788,4
35	Полтавська, буд. 65	28,1	0,0	145,6	477,6	320,8	118787,3	79788,4
36	Полтавська, буд. 61	38,4	0,0	156,7	539,8	351,7	249473,3	162541,2
37	Полтавська, буд. 24 корп.3	45,9	0,0	164,2	610,9	451,1	404104,3	298398,2
38	Пров. Кінний, буд. 6 корп. 1	44,5	0,0	161,6	168,8	294,5	105042,5	183264,3
39	КІРУЕ, к.1	30,3	118,5	66,1	204,6	365,6	59038,8	105496,4
40	Автозаправка АНР	10,4	131,9	27,6	236,9	355,1	8082,7	12115,6
41	Дошкільний заклад № 43	28,1	110,5	77,0	360,8	280,5	89304,1	69428,5
42	КІРУЕ, к.2	28,2	109,2	76,1	367,7	384,0	92129,8	96218,9
43	Автодор	48,5	101,8	91,2	385,6	380,5	285269,2	281496,2
44	Імперія-Агро ТОВ	46,7	97,6	98,4	430,4	377,1	295196,8	258612,7
45	Еко-маркет	17,9	129,3	8,3	535,3	397,4	54026,6	40108,7
46	Автозаправка ОККО	11,4	122,0	23,2	492,6	326,8	19984,2	13257,9
47	Магазин АТБ	16,9	125,2	9,3	253,9	395,4	22807,3	35517,9
Всього							11102878	10132523,4

								Арк.
								57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

7. РЕЖИМИ РЕАКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

7.1 Розрахунок балансу реактивної потужності та вибір компенсуючих пристроїв в низьковольтних мережах

При роботі електродвигунів і трансформаторів виникає індуктивне навантаження – в мережах циркулюють струми реактивної потужності, що призводять до додаткових активних втрат.

Для компенсації реактивної потужності, яку оцінюють за величиною $\cos\varphi$, використовуються конденсаторні батареї.

Компенсацію реактивної потужності здійснюємо для котельні Полтавська на шинах 0,4 кВ, оскільки на ТП, до яких підключені міські споживачі, компенсація реактивної потужності не проводиться.

7.2 Вибір кількості, потужності та місця розташування компенсуючих пристроїв

Вибір пристроїв компенсації на котельній після реконструкції:

Визначаємо реальний коефіцієнт реактивної потужності на котельній Полтавська:

$$\operatorname{tg} \varphi_{\text{роЗР}} = \frac{Q_p}{P_p} = \frac{403,69}{474,95} = 0,84 ,$$

де $P_p = 475$ кВт – активна розрахункова потужність котельні після реконструкції, $Q_p = 403,7$ кВар – реактивна розрахункова потужність котельні після реконструкції .

Так як рівний $\operatorname{tg} \varphi_{\text{роЗР}} = 0,84$ то на котельній необхідно проводити компенсацію реактивної потужності щоб уникнути надбавки за недостатнє оснащення котельні компенсуючи ми пристроями до плати за спожиту електроенергію.

Потужність КП, що встановлюються в мережі 380 В визначається із умови балансу реактивної потужності:

$$Q_{\text{КП}} = P_p (\operatorname{tg} \varphi_{\text{роЗР}} - \operatorname{tg} \varphi_{\text{СИСТ}}) = 474,95 \cdot (0,84 - 0,15) = 327,71 \text{ квар,}$$

					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	
					58

де $P_p = 475$ кВт – активна розрахункова потужність котельні.

$\operatorname{tg} \varphi_{\text{сист}}$ – коефіцієнт реактивної потужності енергосистеми.

За визначеним $Q_{\text{кп}}$ вибираємо статичні батареї конденсаторів, сумарно 350 квар:

2 шт - УКРП-0,4-150-20 УЗ $2 \cdot 150 = 300$ квар.

2 шт - УКРП-0,4-25-5 УЗ $2 \cdot 25 = 50$ квар

Проведемо перевірку значення коефіцієнт реактивної потужності на котельній, який повинен бути $\operatorname{tg} \varphi_{\text{розр}} \leq 0,15$:

$$\operatorname{tg} \varphi_{\text{розр}} = \frac{(Q_p - Q_{\text{кп}})}{P_p} = \frac{(403,69 - 350)}{474,95} = 0,113 .$$

Так-як $\operatorname{tg} \varphi_{\text{розр}} = 0,113$ знаходиться в рекомендованих межах то надбавка за недостатнє оснащення котельні компенсуючи ми пристроями до плати за спожиту електроенергію не нараховується.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

8 РОЗРАХУНОК СТРУМІВ КОРОТКИХ ЗАМКНЕНЬ ТА ВИБІР ОБЛАДНАННЯ

Струми КЗ розраховуються для схеми з реконструкцією. Розрахункова схема і схема заміщення показані на рис 8.1 і 8.2.

Визначимо струми навантаження для споживачів.

$$I_{p1} = \frac{P_{pcn1}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном}} = \frac{237}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 360 A;$$

$$I_{p2} = \frac{P_{pcn2}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot \cos \varphi} = \frac{80}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,8} = 151 A;$$

$$I_{p3} = \frac{P_{pcn3}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot \cos \varphi} = \frac{2,2}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,8} = 4,7 A;$$

Переріз провідників по нагріву допустимим струмом:

$$\text{СП1: } F = 240 \text{ мм}^2; I_{доп} = 440 \text{ А}; r_0 = 0,129; x_0 = 0,071; z_{\Pi} = 0,37 \frac{\text{МОм}}{\text{м}}.$$

$$I_p = 360 \text{ А} \leq K_{пр} \cdot I_{доп} = 440 \cdot 0,9 = 396 \text{ А};$$

$$\text{СП2: } F = 50 \text{ мм}^2; I_{доп} = 180 \text{ А}; r_0 = 0,48 \text{ МОм/м}; x_0 = 0,06 \text{ МОм/м}; z_{\Pi} = 1,59 \frac{\text{МОм}}{\text{м}}.$$

$$I_p = 151 \text{ А} \leq K_{пр} \cdot I_{доп} = 180 \cdot 0,9 = 162 \text{ А};$$

$$\text{СП3: } F = 6 \text{ мм}^2; I_{доп} = 55 \text{ А}; r_0 = 3,1; x_0 = 0,11; z_{\Pi} = 7,71 \frac{\text{МОм}}{\text{м}}.$$

$$I_p = 4,7 \text{ А} \leq K_{пр} \cdot I_{доп} = 55 \cdot 0,9 = 49,5 \text{ А};$$

Визначимо струми КЗ:

$$\text{Потужність КЗ: } S_k = \sqrt{3} \cdot I_{кз} \cdot U_{ср} = \sqrt{3} \cdot 7,802 \cdot 10,5 = 141,814 \text{ ВА}.$$

Результуючий опір, приведений до низької сторони:

$$X_{кз} = U_{ср}^2 / S_k = 0,4^2 / 141,81 = 1,1 \text{ МОм}.$$

$$\text{Опір трансформатора: } x_T = \frac{U \cdot U_{нсп}^2}{100 \cdot S_{т-н}} = \frac{5,5 \cdot 0,4^2}{100 \cdot 0,63} = 1,3 \text{ МОм};$$

						Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$R_T = \frac{\Delta P_{K3} \cdot U_{HHCp}^2}{S_{T-H}} = \frac{7,6 \cdot 0,4^2}{0,63} = 1,93 \text{ МОм}.$$

Знайдемо результуючий опір для точки K₁:

$$X_{K1} = X_{K3} + X_{Tp} + X_{Oш} + X_{кат} + X_{TT} = 1,1 + 1,3 + 0,06 + 0,03 + 0,05 = 2,54 \text{ МОм},$$

$$r_{K1} = r_T + r_{Oш} + r_{кат} + r_K + r_{TT} = 1,93 + 0,11 + 0,15 + 0,4 + 0,07 = 2,66 \text{ МОм};$$

Опір шинівки: $r_{Oш} = 0,1 \text{ МОм}$; $x_{Oш} = 0,06 \text{ МОм}$. Ошиновка 80x8 мм. Опір трансформатора струму ТА1: $x_{TT1} = 0,05 \text{ МОм}$; $r_{TT1} = 0,07 \text{ сОм}$. Опір автомата: $r_{кат} = 0,15 \text{ МОм}$; $x_{кат} = 0,1 \text{ МОм}$; $r_K = 0,4 \text{ МОм}$.

$$Z_{K1} = \sqrt{R_{K1}^2 + X_{K1}^2} = \sqrt{2,54^2 + 2,66^2} = 3,67 \text{ МОм};$$

Струм КЗ:

$$I_{K1}^{(3)} = I_{K1}^{(1)} = \frac{U_H}{\sqrt{3 \cdot Z_1}} = \frac{400}{\sqrt{3 \cdot 3,67}} = 62,92 \text{ кА};$$

Постійна часу затухання аперіодичної складової:

$$T_a = \frac{X_\Sigma}{\omega \cdot Z_\Sigma} = \frac{2,54}{314 \cdot 2,66} = 0,003 \text{ с};$$

$$\text{Ударний струм: } i_{уд} = \sqrt{2} \cdot 62,92 \cdot (1 + e^{-0,01/0,009}) = 92,15 \text{ кА}.$$

Визначимо струм в точці K₂:

$$r_2 = r_K + r_{кат} + r_{KL} + r_{K1} = 0,15 + 0,4 + 5,67 + 2,66 = 8,88 \text{ МОм},$$

$$X_2 = X_{K12} + X_{KL} + X_{кат} = 2,54 + 3,1 + 0,1 = 5,74 \text{ МОм},$$

$$Z_{K2} = \sqrt{8,88^2 + 5,74^2} = 10,57 \text{ МОм},$$

де $r_{KL} = r_0 \cdot l = 0,129 \cdot 44 = 5,67 \text{ МОм}$; $x_{KL} = x_0 \cdot l = 0,071 \cdot 44 = 3,1 \text{ МОм}$; $Z_\Pi = Z_{\Pi 0} \cdot l = 0,37 \cdot 44 = 16,28 \text{ МОм}$.

$$I_{K2}^{(3)} = \frac{U_H}{\sqrt{3 \cdot Z_{K13}}} = \frac{400}{\sqrt{3 \cdot 10,57}} = 21,84 \text{ кА},$$

$$I_{K2}^{(3)} = \frac{U_\phi}{\frac{Z_m^{(1)}}{3} + Z_n} = \frac{220}{\frac{7,6}{3} + 16,28} = 11,69 \text{ кА},$$

$$T_a = \frac{5,74}{314 \cdot 8,88} = 0,002 \text{ с}; i_{уд} = \sqrt{2} \cdot 21,84 \cdot (1 + e^{-0,01/0,002}) = 31,09 \text{ кА};$$

					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	61

Визначимо струми КЗ в точці К₃:

$$r_3 = r_k + r_{кат} + r_{кл2} + r_{к2} = 0,15 + 0,4 + 8,88 + 24 = 33,43 \text{ мОм},$$

$$x_3 = x_{к2} + x_{кл2} + x_{кат} = 5,74 + 0,1 + 3 = 8,84 \text{ мОм},$$

$$Z_{к3} = \sqrt{8,84^2 + 33,43^2} = 34,57 \text{ мОм},$$

де $r_{кл2} = 0,48 \cdot 50 = 24 \text{ мОм}$; $x_{кл2} = 0,06 \cdot 50 = 3 \text{ мОм}$; $Z_{п12} = 1,59 \cdot 50 = 79,5 \text{ мОм}$.

$$I_{к3}^{(3)} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 34,57} = 6,68 \text{ кА}, ; I_{к3}^{(1)} = \frac{220}{\frac{7,6}{3} + 79,5} = 2,68 \text{ кА},$$

$$T_a = \frac{8,81}{314 \cdot 33,43} = 0,001 \text{ с}; i_{уд} = \sqrt{2} \cdot 8,06 \cdot (1 + e^{-0,01/0,001}) = 9,44 \text{ кА};$$

Визначимо струм КЗ в точці К₄:

$$r_4 = r_k + r_{кат} + r_{кл3} + r_{к3} = 0,15 + 0,4 + 170,5 + 33,43 = 204,48 \text{ мОм},$$

$$x_4 = x_{к3} + x_{кл3} + x_{кат} = 8,84 + 6,05 + 0,1 = 14,99 \text{ мОм},$$

$$Z_{к4} = \sqrt{204,48^2 + 14,99^2} = 205 \text{ мОм},$$

де $r_{кл3} = 3,1 \cdot 55 = 170,5 \text{ мОм}$; $x_{кл3} = 0,11 \cdot 55 = 6,05 \text{ мОм}$; $Z_{п3} = 7,71 \cdot 55 = 424,05 \text{ мОм}$.

$$I_{к4}^{(3)} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 205} = 1,12 \text{ кА}, ; I_{к4}^{(1)} = \frac{220}{\frac{7,6}{3} + 424} = 0,51 \text{ кА},$$

$$T_a = \frac{14,99}{314 \cdot 204,48} = 0,001 \text{ с}; i_{уд} = \sqrt{2} \cdot 1,12 \cdot (1 + e^{-0,01/0,001}) = 1,58 \text{ кА};$$

Вибір вимикачів

Трансформаторна підстанція на стороні 0,4 кВ комплектується розподільчими графами, в яких встановлені вимикачі [3]. Визначимо тип автоматичного вимикача QF1.

						Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Номінальний струм вводного автомату вибираємо по найбільш важкому режиму роботи трансформатора з урахуванням його 40-ка відсоткового перевантаження в аварійному режимі:

$$I_{н.а.} \geq I_{\max} \quad 1600 \text{ A} > 1273,05 \text{ A},$$

$$I_{\max} = \frac{1,4 \cdot S_{н.тр}}{\sqrt{3} \cdot U_{н.}} = \frac{1,4 \cdot 630}{\sqrt{3} \cdot 0,4} = 1273,05 \text{ A},$$

2. Номінальний струм розціплювача $I_{н \text{ розц}} = 1600 \text{ A}$.

$$I_{к}^{(3)} > I_{н \text{ розц}};$$

$$62,92 \text{ кА} > 81 \text{ кА};$$

3. Струм установки спрацювання в зоні струмів перевантаження (теплового розціплювача): $I_{у \text{ тепл}} = 1,25 I_{н \text{ розд}} = 1,25 \cdot 1600 = 2000 \text{ A}$.

Час перевантаження по захисні характеристики можна регулювати на розціплювачі від 3 до 10 сек.

4. Струм уставки спрацювання розціплювача (відсічки) в зоні КЗ знаходимо по кратності спрацювання:

$$I_{у \text{ розц}} = 5 \cdot 2000 = 10000 \text{ A}.$$

$$I_{к}^{(1)} > I_{у \text{ розц}}$$

$$62,92 \text{ кА} > 10 \text{ кА}.$$

Приймаємо до встановлення вимикача ВА55-43: $I_{н} = 1600 \text{ A}$.

Вибір вимикача QF2:

$$I_{р2} = \frac{S_{рст2}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot \cos \varphi} = \frac{80}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,8} = 151 \text{ A},$$

Приймаємо до встановлення вимикача типу ВА04-36; $I_{н} = 250 \text{ A}$.

$$I_{н.а} = 250 \text{ A} \geq I_{р} = 151 \text{ A};$$

Номінальний струм розціплювача: $I_{н \text{ розд}} = 250 \text{ A}$,

$$I_{н \text{ розд}} = 250 \text{ A} \geq I_{р} = 151 \text{ A}$$

						Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Струм уставки спрацювання в зоні перевантажень:

$$I_{y \text{ тепл}} = 1,25 I_{\text{нрозд.}} = 1,25 \cdot 250 = 312,5 \text{ A.}$$

Струм установки спрацювання в зоні КЗ:

$$I_{y \text{ розц}} = 2,5 \cdot I_{\text{нрозд}} = 2,5 \cdot 250 = 625 \text{ A.}$$

Перевірка:

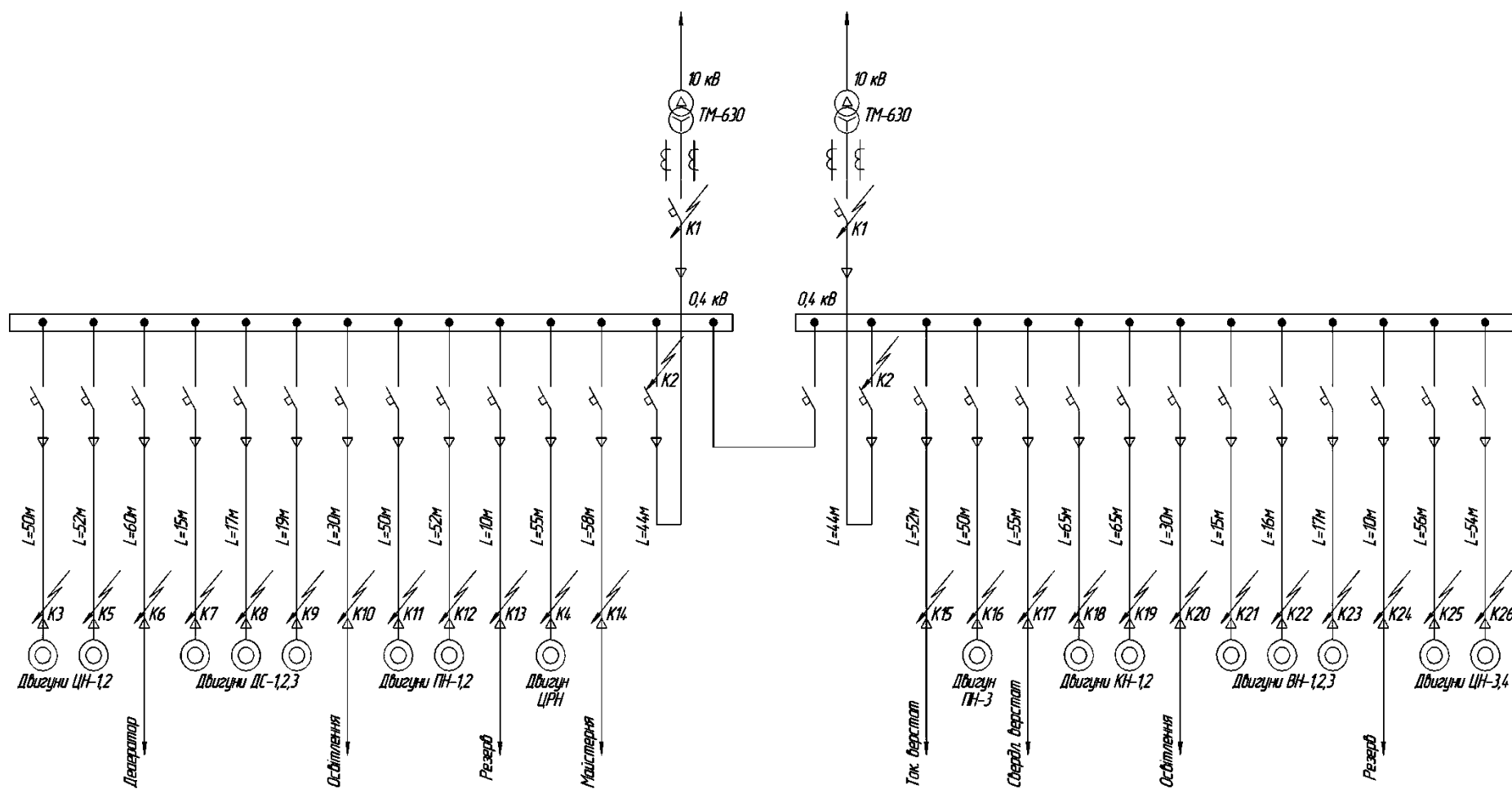
$$I_{\kappa 3}^{(3)} = 6,68 \text{ кА} \geq I_{y \text{ розц}} = 0,625 \text{ кА}$$

$$I_{\kappa 3}^{(1)} = 2,68 \text{ кА} \geq I_{y \text{ розц}} \cdot 1,3 = 1,3 \cdot 0,625 = 0,81 \text{ кА.}$$

Розрахунок струмів та вибір вимикачів для інших точок аналогічний, результати зведено до таблиці 8.1.

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

ЗМН.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата



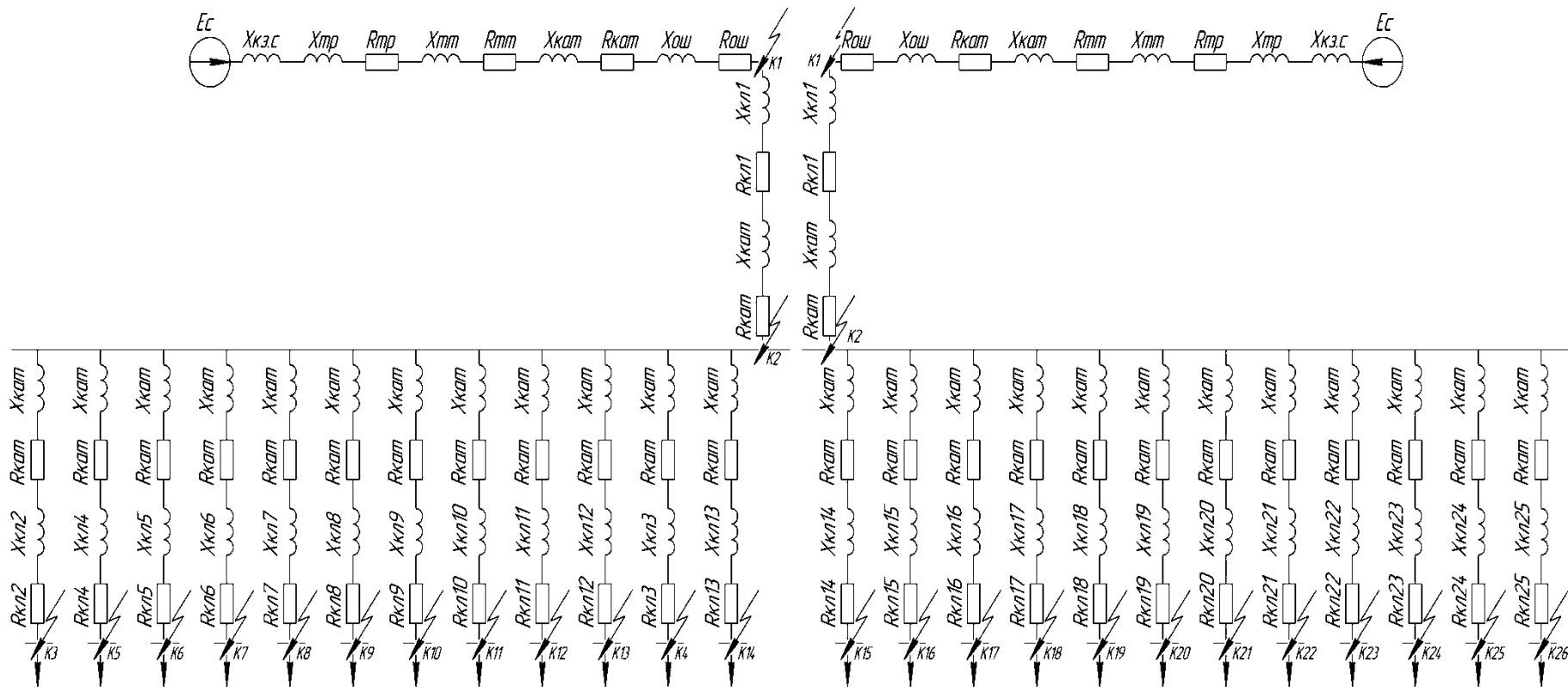


Рис. 8.2 — Схема заміщення

9 РОЗРОБКА СИСТЕМИ УТИЛІЗАЦІЇ ТЕПЛОВИХ ВТРАТ НА КОТЕЛЬНІ “ПОЛТАВСЬКА”

На розглянутій котельні основним джерелом втрат теплової енергії є котли, встановлені для системи опалення та гарячого водопостачання (ГВП). Як зазначено у пункті вибору системи та джерела тепlopостачання, на котельні "Полтавська" встановлено два котли ТВГ-8 для опалення і котел КСВ-2,5 для ГВП.

У цьому пункті буде розроблено систему утилізації теплових втрат лише для котлів ТВГ-8, оскільки котли КСВ-2,5 є сучасними високопродуктивними котлоагрегатами з високим коефіцієнтом корисної дії (ККД) і незначними тепловими втратами.

9.1 Визначення джерел теплових втрат і способів їх утилізації

Водогрійні котли ТВГ призначені для централізованого тепlopостачання міст та окремих районів. Ці секційні зварні котли, призначені для роботи на газі з нагріванням води не більше 150 ° С [7-10].

Модифіковані котли ТВГ для спалювання мазуту відрізняються від газових тим, що з їх топки видалені один або два екрани.

Котли ТВГ-4Р і ТВГ-8М обладнають подовими дифузійними пальниками рис. 8.1. Без примусової подачі повітря до пальників, котли задовільно працюють при навантаженнях до 40% номін.

Водогрійні котли ТВГ комплектуються арматурою (засувки, клапани, крани), приладами контролю (манометри, термометри), повітроводами з шиберами (4 шт.), Вибуховими клапанами (2 шт.), Сходи з майданчиками, заготовки каркаса, рама опорна.

						Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

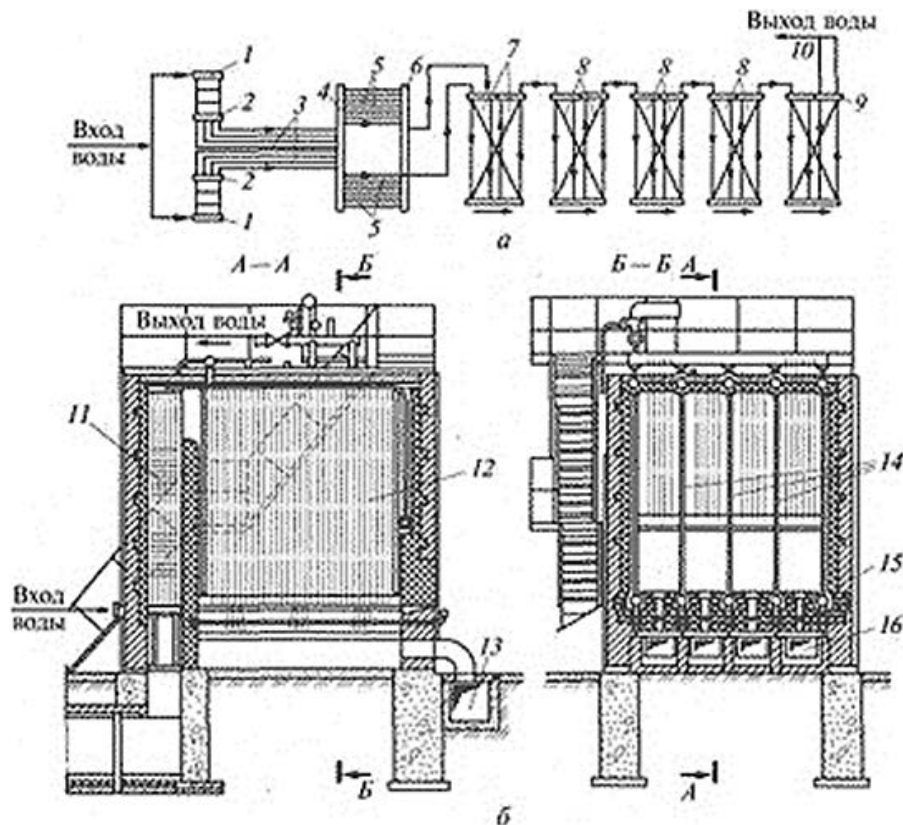


Рис. 9.1 — Схема водогрійного котла опалення ТВГ-8
а - схема циркуляції води; б - пристрій котла;

9.2 Розрахунок горіння природного газу

Вважається, що повітря, горючий газ і відхідні гази є ідеальними газами, тому для них справедливе слідство з закону Авогадро, згідно з яким один кіломоль газу при нормальних умовах ($P=760$ мм рт. ст. $= 1,0132 \cdot 10^5$ Па, $t = 0$ °C) займає об'єм $22,4$ нм³. Розрахунок проводиться на 1 нм³ газоподібного палива.

Хімічний склад палива наведено в таблиці 8.1.

Таблиця 9.1 — Хімічний склад палива, %

CH ₄	CO ₂	C ₂ H ₂	C ₃ H ₃	C ₄ H ₁₀	N ₂	Σ	Теплота згоряння МДж/м ³
98,7	0,23	0,33	0,11	0,11	1,51	100	37,3

Розрахунок кількості повітря

Розрахункова витрата кисню, м³/м³газу:

$$V_{O_2} = 0,01 \cdot (0,5 \cdot (H_2 + CO + 3H_2S) + \sum (m + n/4)C_m H_n - O_2) ,$$

$$V_{O_2} = 0,01 \cdot ((\frac{4}{4} + 1) \cdot 98,9 + (2 + \frac{2}{4}) \cdot 0,3 + (3 + \frac{3}{4}) \cdot 0,1 + (4 + \frac{10}{4}) \cdot 0,1) = 1,996 .$$

Розрахункова густина сухого повітря, м³/м³газу:

$$L_0^c = (1 + K) \cdot V_{O_2} = (1 + 3,762) \cdot 1,996 = 9,504 ,$$

де K – відношення вмісту азоту у повітрі до вмісту в ньому кисню $K = 79/21 = 3,762$).

Розрахункова витрата вологого повітря, м³/м³газу:

$$L_0^g = L_0^c (1 + 0,001244g) = 9,504 \cdot (1 + 0,001244 \cdot 15) = 9,681 ,$$

де g – вологість повітря, величина g змінюється в межах 10...30 г/нм³.

Значення дійсної витрати повітря, м³/м³газу:

$$L_d = \alpha L_0^g = 1,61 \cdot 9,681 = 15,587 ,$$

Розрахунок кількості і хімічного складу відхідних газів. Для газоподібного палива, м³/м³:

$$V_0 = 0,01 \cdot (CO_2 + CO + \sum mC_m H_n + SO_2 + H_2S + \sum (n/2)C_m H_n + H_2 + 0,001244(g + gL_0) + H_2S + N_2) + K \cdot V_{O_2} ,$$

$$V_0 = 0,01 \cdot (1,1 + 1,1 \cdot 98,9 + 198,75 + 0,001244 \cdot (20 + 15 \cdot 9,681) + 0,4) + 2,762 \cdot 1,996 = 10,705$$

Вихід продуктів згорання палива для фактичного значення α , м³/кг м³:

$$V_g = V_0 + 0,001244g(\alpha - 1)(1 + K)V_{O_2} + (\alpha - 1)KV_{O_2} + (\alpha - 1)V_{O_2}$$

$$V_g = 10,705 + 0,001244 \cdot 15(1,61 - 1)(1 + 3,762) \cdot 1,996 + (1,61 - 1) + (1,61 - 1) \cdot 1,996 = 16,611$$

						Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Знаючи кількість кожного компонента в продуктах згорання, а також загальну кількість останніх, визначають вміст кожного компонента в них. Хімічний склад продуктів згорання природного газу наведено в таблиці 9.2.

Таблиця 9.2 - Хімічний склад продуктів згорання природного газу

Компонент	Частка, %
N ₂	73,19%
H ₂ O	14,31%
O ₂	7,1%
RO ₂	6,1 %
Разом	100 %

Розрахунок температури горіння

Калориметрична температура горіння, °C:

$$t_k = \frac{Q_H^P}{V_0 \cdot C_D} = \frac{37300}{10,705 \cdot 1,42} = 2453.$$

Розрахункова температура визначається за формулою, °C:

$$t_T = \frac{Q_H^P}{V_0 \cdot C_D} = \frac{37300}{16,61 \cdot 1,42} = 1581.$$

Дійсна температура горіння визначається за формулою, °C:

$$t_D = \frac{Q_H^P - 0,2 \cdot Q_H^P}{V_0 \cdot C_D} = \frac{37300 - 0,2 \cdot 37300}{16,61 \cdot 1,42} = 1265.$$

Надлишок повітря в кінці топки $\alpha_m = 1,10$.

Повний обсяг продуктів згорання при горінні палива з надлишком повітря, з урахуванням присосів, м³/ м³:

$$V_{\Gamma}^0 = V_{\text{RO}_2}^0 + V_{\text{N}_2}^0 + V_{\text{H}_2\text{O}}^0 + (\alpha_{\text{cp}} - 1) V_{\text{B}}^0.$$

Обсяг водяної пари при горінні палива з надлишком повітря, з урахуванням присосів, м³/ м³

						Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

$$V_{H_2O} = V_{H_2O}^0 + 0,0161 (\alpha_{cp} - 1) V_{\Gamma}^0 .$$

Об'ємна частка водяної пари

$$r_{H_2O} = V_{H_2O} / V_{\Gamma}^0 .$$

Об'ємна частка трьохатомних газів

$$r_{RO_2} = V_{RO_2}^0 / V_{\Gamma}^0 .$$

Чисельні значення величин, підрахованих за наведеними вище формулами, вказані в таблиці 9.3.

Таблиця 9.3 — Об'ємні характеристики продуктів згоряння

Найменування величина та її позначення	Газоходи котла		
	топка	конвективний пучок	економайзер
Коефіцієнт надлишку повітря, α	1,1	1,2	1,3
Середній коефіцієнт надлишку повітря в газоході, α_{cp}	1,1	1,15	1,24
Об'єм водяних парів в продуктах згорання, $V_{H_2O}, \text{м}^3/\text{м}^3$	2,22	2,22	2,8
Повний беєм продуктів згорання, $V_{\Gamma}, \text{м}^3/\text{м}^3$	11,84	12,3	13,2
Об'ємна доля водяних парів, r_{H_2O}	0,189	0,182	0,171
Об'ємна доля трьохатомних газів, r_{RO_2}	0,09	0,087	0,081

Ентальпія газоподібних продуктів згоряння при горінні з теоретичним об'ємом повітря в інтервалі тих же температур, МДж/м³

$$I_{\Gamma}^0 = [(cv)_{RO_2} \cdot V_{RO_2} + (cv)_{N_2} \cdot V_{N_2}^0 + (cv)_{H_2O} \cdot V_{H_2O}^0] \cdot 10^{-3}$$

Чисельні значення ентальпій, підрахованих за наведеними вище формулами, вказані в таблиці 8.4

Таблиця 9.4 — Ентальпії повітря та продуктів згоряння в газоходах котла

v, °C	I _в ^о , кДж/кг	I _г ^о , кДж/кг	α « _т =1,1	α « _{к.п.} =1,2	α « _{эк} =1,28
			топка	котельний пучок	водяний економайзер
100	1267,424	966,5408			
200	2550,1891	1958,54			
300	3858,424	2978,809			3904,831
400	5190,021	4031,752			5277,357
500	6553,705	5114,213			6687,103
600	7949,476	6214,105		7406,527	8121,979
700	9385,355	7346,704		8754,507	
800	10829,26	8510,854		10135,24	
900	12273,16	9701,861	10929,18	11542,83	
1000	13757,17	10905,06	12280,78		
1100	15281,28	1213,42	13641,54		
1200	16805,4	13329,27	15009,81		
1300	18329,52	15840,63	17673,58		
1400	19893,74	16468,8	18458,17		
1500	21457,97	19379,5	21525,3		
1600	23022,2	20836,03	23138,25		
1700	24586,42	22314,26	24772,91		
1800	26150,65	23792,5	26407,56		
1900	27754,98	25273,07	28048,57		
2000	29359,32	26773,01	29708,96		
2100	30963,65	28275,29	31371,66		

9.3 Тепловий баланс котельного агрегату

Теплота згоряння одиниці об'єму сухого газу:

$$Q_{\text{н}}^{\text{с}}=37,300 \text{ МДж/м}^3.$$

На котлі ТВГ-8 що встановлений на котельні підігрів палива і повітря поза котельного агрегату не передбачений. Наявна теплота від згоряння палива :

$$Q_{\text{р}}^{\text{р}}= Q_{\text{н}}^{\text{с}} + Q_{\text{тл}} + Q_{\text{в.вн.}} + Q_{\text{ф}} = 37,300 + 0 + 0 + 0 = 37,300 \text{ МДж/м}^3.$$

Для подальшого розрахунку втрати теплоти і коефіцієнт корисної дії (ККД) необхідно привести деякі необхідні дані:

Температура холодного повітря $t_{\text{х.в.}}=15 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

Ентальпія теоретично необхідного повітря $I_{\text{х.в.}}^{\text{о}}= 191,448 \text{ кДж/м}^3$.

Температура вихідних газів $v_{\text{yx}}=200 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

Коефіцієнт надлишку повітря в димових газах $\alpha_{\text{yx}}=1,28$.

Ентальпія продуктів згоряння при цій температурі $I_{\text{yx}}=2,20 \text{ МДж/м}^3$.

Для визначення ККД котла використаємо формулу:

$$\eta_{\text{к.о.}}=100- \Sigma q_{\text{втр}} = 100-(q_2+ q_3+ q_4+ q_5) ,$$

Втрати теплоти з відхідними газами:

$$q_2=[(I_{\text{yx}}- \alpha_{\text{yx}} \cdot I_{\text{х.в.}}^{\text{о}})/ Q_{\text{р}}^{\text{р}}]\cdot 100 = [(2,2-1,28\cdot 0,191)/37,3]\cdot 100 = 5,22 \text{ } \%$$

При використанні в якості палива природного газу втрата теплоти від хімічної неповноти згоряння $q_3=0,5 \text{ } \%$.

При використанні в якості палива природного газу втрата теплоти від механічного недопалу $q_4=0 \text{ } \%$.

З паспортних даних втрата теплоти поверхнями котла (1,2%) і економайзера (1,6%) отже $q_5=2,8\%$

Сумарна втрата теплоти котельним агрегатом:

$$\Sigma q_{\text{втр}} = q_2+ q_3+ q_4+ q_5 = 5,22+0,5+0+2,8 = 8,02 \text{ } \%$$

Коефіцієнт корисної дії котельного агрегату:

$$\eta_{\text{к.о.}}=100- \Sigma q_{\text{втр}} = 100-8,02=91,98 \text{ } \%$$

					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	74

Теплове навантаження при роботі котла в номінальному водогрійному режимі $Q_k=8$ МВт.

Витрата палива котлом при номінальному навантаженні:

$$B = Q_k \cdot 100 / Q_p \cdot \eta_{k.o.} = 8 \cdot 100 / 37,3 \cdot 91,98 = 0,2331 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Необхідно мати на увазі, що зміна витрати палива проходить швидше ніж зміна ККД котельного агрегату. Так при збільшенні ККД котла від 80% до 83,5% тобто на 3% витрата палива зменшиться на величину 3,7%.

9.4. Розрахунок і вибір системи утилізації теплових втрат

Проведемо розрахунок змієподібного економайзера.

Кількість теплоти що передається в економайзері, МДж/м³:

$$Q_{EK.} = Q_k / B_p - Q_T - Q_{ПН} - Q_{КП} = 9,65 / 0,223 - 20,311 - 9,323 - 10,66 = 1,122 ,$$

За паспортними даними витрата води через економайзер становить:

$$G_{EK} = 6,667 \text{ л/с}.$$

З температурного графіка за яким працює котел відомо що температура води на вході в економайзер становить:

$$t'_{EK} = t'_B = 70 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

Ентальпія води при цій температурі:

$$i'_{EK} = i'_B = 293 \text{ кДж/кг}.$$

Ентальпія води на виході з економайзера:

$$i'''_{EK} = i'_{EK} + B \cdot (Q_{EK.} / G_{EK}) = 293 + 0,233 \cdot (1,122 / 6,667) = 330 \text{ кДж/кг}$$

Температура води при цій ентальпії:

$$t''_{EK} = 78^{\circ}\text{C}.$$

Температура газів на вході в економайзер:

$$\vartheta'_{EK} = \vartheta''_{Bx.G.} = 305^{\circ}\text{C}.$$

						Арк.
						75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ентальпія газів при цій температурі:

$$I'_{EK} = I''_{Bx, \Gamma} = 3,46 \text{ МДж/м}^3.$$

З паспортних даних відомо що значення присоса повітря в газохід економайзера становить:

$$\Delta\alpha_{\text{эк}} = 0,08 .$$

Ентальпія газів на виході з економайзера, МДж/м³:

$$I''_{EK} = I'_{EK} - (Q_{\text{эк.б.}} / \varphi) + \Delta\alpha_{\text{эк}} \cdot I''_{EK} = 3,46 - (1,122 / 0,98) + 0,08 \cdot 0,330 = 2,34 .$$

Температура газів на виході з економайзера:

$$g''_{EK} = 205 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Кількість теплоти що передається в економайзері, МДж/м³:

$$Q_{EK.} = 1,75 .$$

За паспортними даними витрата води через модернізований економайзер становить:

$$G_{EK} = 7,5 \text{ л/с.}$$

З температурного графіка за яким працює котел відомо що температура води на вході в економайзер становить:

$$t'_{EK} = t'_B = 70 \text{ }^{\circ}\text{C.}$$

Ентальпія води при цій температурі:

$$i'_{EK} = i'_B = 293 \text{ кДж/кг.}$$

Ентальпія води на виході з економайзера:

$$i'''_{EK} = i'_{EK} + B \cdot (Q_{EK.} / G_{EK}) = 293 + 0,233 \cdot (1750 / 7,5) = 345 \text{ кДж/кг.}$$

Температура води при цій ентальпії:

$$t''_{EK} = 83^{\circ}\text{C.}$$

Температура газів на вході в економайзер:

$$g'_{EK} = g''_{Bx, \Gamma.} = 305^{\circ}\text{C.}$$

Ентальпія газів при цій температурі:

						Арк.
						76
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$I'_{EK} = I''_{Bx, \Gamma} = 3,46 \text{ МДж/м}^3.$$

З паспортних даних відомо що значення присоса повітря в газохід економайзера становить:

$$\Delta\alpha_{\text{эк}} = 0,08 .$$

Ентальпія газів на виході з економайзера, МДж/м³:

$$I''_{EK} = I'_{EK} - (Q_{\text{эк.б.}} / \varphi) + \Delta\alpha_{\text{эк}} \cdot I'_{EK} = 3,46 - (1750 / 0,98) + 0,08 \cdot 0,345 = 1,702 .$$

Температура газів на виході з економайзера:

$$g''_{EK} = 150 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

Отже після проведення розрахунків ми отримали основні і тепер ми можемо провести порівняння стандартного і модернізованого економайзерів, отже:

1. Кількість теплоти що передається в економайзері :

$$\text{Стандартний } Q_{EK.} = 1,122 \text{ МДж/м}^3 < \text{Модернізований } Q_{EK.} = 1,75$$

2. Температура води на виході з економайзера :

$$\text{Стандартний } t''_{EK} = 78 \text{ }^{\circ}\text{C} < \text{Модернізований } t''_{EK} = 83 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

3. Температура газів на виході з економайзера g''_{EK} .

$$\text{Стандартний } g''_{EK} = 205 \text{ }^{\circ}\text{C} < \text{Модернізований } g''_{EK} = 150 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

Теплове навантаження при роботі котла в номінальному водогрійному режимі $Q_k=8$ МВт.

Витрата палива котлом в номінальному навантаженні:

$$B = Q_k \cdot 100 / Q_p \cdot \eta_{k.o.} = 8 \cdot 100 / 37,3 \cdot 94,86 = 0,226 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Зменшення витрати палива, %:

$$\Delta B = \eta''_{k.o.} - \eta'_{k.o.} / \eta''_{k.o.} \cdot 100\% = 94,56 - 91,98 / 94,56 \cdot 100 = 3,04 \text{ } \%$$

Річне споживання газу котлом до модернізації:

$$B_{p1} = 0,233 \text{ м}^3/\text{с} = 838,8 \text{ м}^3/\text{год} \cdot 6836 \text{ год.} = 5734036 \text{ м}^3/\text{рік} = \\ = 2580316 \text{ у.о.} = 20688871 \text{ грн.}$$

						Арк.
						77
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де 6836 год. – кількість годин роботи котла на рік, 2580316 у.о. вартість спожитої кількості природного газу в умовних одиницях з урахуванням що $1000 \text{ м}^3 = 450 \text{ у.о.}$

Річне споживання газу котом після модернізації:

$$B_{p2} = 0,226 \text{ м}^3/\text{с} = 813,6 \text{ м}^3/\text{год} \cdot 6836 \text{ год.} = 5561769 \text{ м}^3/\text{рік} = \\ = 2502796 \text{ у.о.} = 20067318 \text{ грн.}$$

Річна економія коштів за рахунок модернізації:

$$E = B_{p1} - B_{p2} = 20688871 - 20067318 = 621603 \text{ грн.}$$

Строк окупності: $E_p = 621553 \text{ грн./рік}$, $E_{\text{міс}} = E_p / 12 = 621603 / 12 = 51796 \text{ грн./міс}$ враховуючи те що ціна модернізованого економайзера приблизно 40000грн то строк окупності приблизно дорівнює 1 місяцю. Нижче, на рис. 9.2 і 9.3 приведені діаграми теплових балансів котельних агрегатів до і після реконструкції.

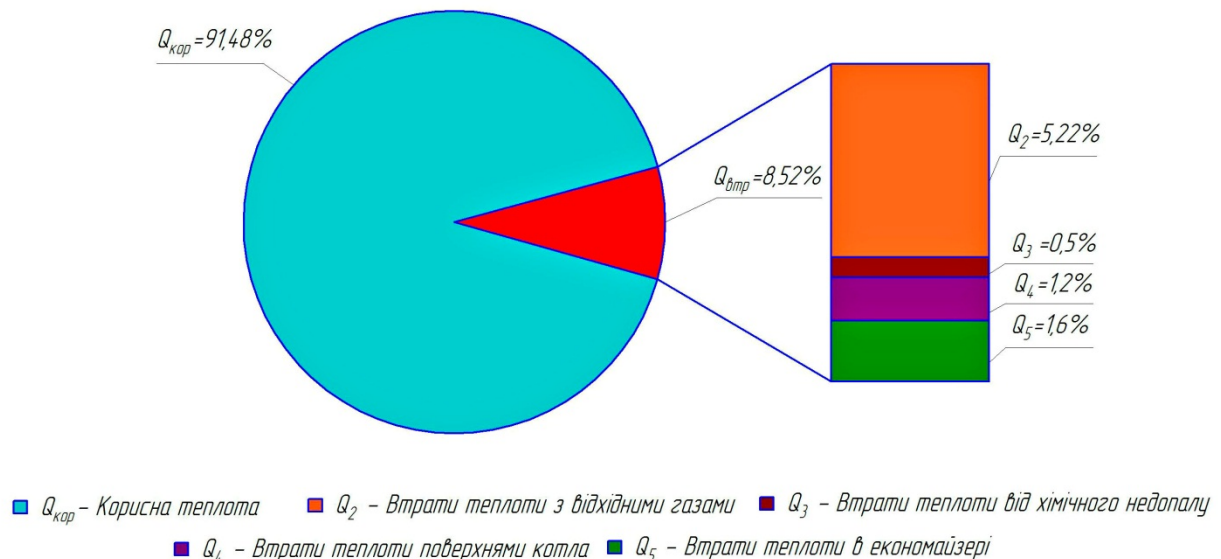


Рис. 9.2 – Діаграма балансу котельного агрегату до реконструкції

					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	78

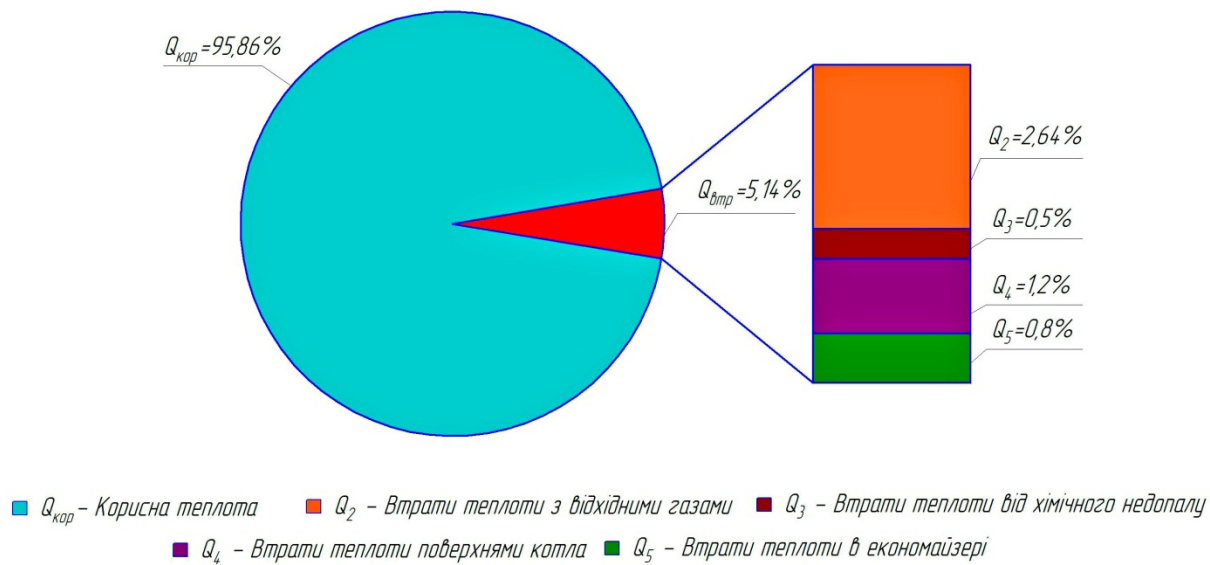


Рис. 9.3 – Діаграма балансу котельного агрегату після реконструкції

						Арк.
						79
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

При виконанні кваліфікаційної роботи проведено реконструкцію енергопостачання котельні “Полтавська”, розробкою схемно-технологічних рішень утилізації теплових втрат.

В процесі вивчення питання було виявлено, що котельня розрахована на загальне теплове навантаження 21,8 МВт, а під час проведення розрахунків виявлено зниження споживання теплового навантаження району на 10 МВт, для чого проведено заміну котлів КВГ-7,65 і ТВГ-10 на котли ТВГ-8 і КСВ-2,5, що значно покращило енергоефективність роботи котлоагрегатів.

У пункті розрахунку електричних навантажень до реконструкції загальна потужність котельні становила 808 МВА, і після заміни котлів і силового обладнання для них загальне навантаження становить 623 МВА.

Для нової схеми електропостачання проведено розрахунок струмів КЗ з подальшим вибором кабелів і низьковольтного обладнання, а також розглянуто питання компенсації реактивної потужності.

При виконанні спеціального розділу було розглянуто способи модернізації котлів ТВГ-8, визначено ККД і значення втрат теплоти котлом. Основною системою утилізації теплових втрат є модернізований економайзер для котлів ТВГ-8 і система видалення накипу з нагрівних трубопроводів, що значно покращили ККД котла з 91% до 95% і зменшили споживання палива котлом на 2,7 що дає річну економію природного газу на 621560 грн.

						Арк.
						80
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Плешков П.Г. Орлович А.Ю., Котиш А.І. Електропостачання промислових підприємств: Навчальний посібник для курсового та дипломного проектування. – Кіровоград: РВЛ КНТУ, 2007. – 386 с.
2. П.Г. Плешков, А.І. Котиш, А.Ю. Орлович - Методичні вказівки до виконання дипломного проекту (електропостачання заводу). – Кіровоград: КДТУ, 2004. – 133 с.
3. Щекин Р.В., Корневский С.М., Беєв Г.Е. Справочник по теплоснабжению и вентиляции. Бакалін Ю.І. Енергозбереження та енергетичний менеджмент: Навчальний посібник – Харків: ХІУ, 2002.
2. Закладний О.М., Праховник А.В., Соловей О.І. Енергозбереження засобами електропривода: Навчальний посібник.
4. Шидловський А.К. Енергозбереження - пріоритетний напрямок державної політики України / Ковалко М.П., Денисюк С.П.; Відпов. ред. Шидловський .К. - К.: УЕЗ, 1998.- 506с.
5. Управління ресурсами підприємства: Навч. посіб. / Під ред. к.е.н. Ю.М.Воробйова і д.е.н. Б.І.Холода – К.: Будівельник, 1976. – 352 с.
6. ДСТУ 5078:2008 Енергозбереження. Обладнання промислової призначеності енергоспоживальне. Вимоги до показників енергетичної ефективності.
7. ДСТУ 2804-94 Енергобаланс промислового підприємства. Загальні положення. Терміни та визначення.
8. ДСТУ 4714:2007 Енергозбереження. Паливно-енергетичні баланси промислових підприємств. Методика побудови та аналізу.
9. ДСТУ 3818-98 Енергозбереження. Вторинні енергетичні ресурси. Терміни та визначення.
10. ДСТУ 4090-2001 Енергозбереження. Ресурси енергетичні вторинні. Методика визначення показників виходу та використання (ГОСТ 31188-2003, ІДТ).

						Арк.
						81
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		