

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
_____ П. Плешков
“ ____ ” _____ 2025 р.

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
ЗА ПЕРШИМ (БАКАЛАВРСЬКИМ) РІВНЕМ
ВИЩОЇ ОСВІТИ**

на тему:

**«Енергетичний аудит системи електропостачання
компресорної станції**

**Energy audit of the compressor station power supply
system»**

Виконав здобувач вищої освіти
IV курсу, групи ЕЕ-22мб
ОПП «Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка»
спеціальності 141 «Електроенергетика,
електротехніка та електромеханіка»
_____ О. Охотнік
« ____ » _____ 2025 р.

Керівник роботи
доцент, канд. техн. наук
_____ О. Сіріков
« ____ » _____ 2025 р.

Рецензент _____

Міністерство освіти і науки України
Центральноукраїнський національний технічний університет

Факультет *будівництва, транспорту та енергетики*

Кафедра *електротехнічних систем та енергетичного менеджменту*

Рівень вищої освіти *перший (бакалаврський)*

Галузь знань *14 «Електрична інженерія»*

Спеціальність

141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Освітньо-професійна програма

Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Завідувач кафедри ЕТС та ЕМ

_____ П. Плєшков

« _____ » _____ 2025 р.

**ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗА
ПЕРШИМ (БАКАЛАВРСЬКИМ) РІВНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ
ЗДОБУВАЧА ВИЩОЇ ОСВІТИ**

_____ *Охотніку Олегу Олеговичу*

(прізвище, ім'я, по-батькові)

1. Тема роботи *Енергетичний аудит системи електропостачання компресорної станції*

Energy audit of the compressor station power supply system

2. Керівник роботи *Сіріков Олександр Іванович, к.т.н., доцент*

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

3. Строк подання роботи до захисту 05.06.2025 р.

4. Мета та завдання кваліфікаційної роботи *Мета: проведення енергетичного аудиту системи електропостачання компресорної станції.*

Завдання: 1. Вступ; 2. Опис технологічного процесу та карти розподілу електроенергії на підприємстві; 3. Визначення фактичних параметрів споживання електричної енергії; 4. Розрахунок втрат в системі електропостачання; 5. Представлення фактичного балансу електроенергії; 6. Розробка заходів електрозбереження в силовому обладнанні; 7. Розробка заходів економії електроенергії в освітлювальних установках; 8. Спеціальний розділ. Аудит компресорних установок; 9. Оцінка ефективності режимів роботи системи компенсації реактивної потужності; 10. Визначення параметрів споживання електроенергії з урахуванням енергозберігаючих заходів; 11. Розрахунок втрат в системі електропостачання; 12. Представлення нормалізованого балансу електроенергії; 13. Техніко-економічна оцінка заходів електрозбереження; 14. Висновки; 15. Література.

5. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи

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

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	<i>Вступ. Опис технологічного процесу та карти розподілу електроенергії на підприємстві</i>	<i>03.03</i>	
2	<i>Визначення фактичних параметрів споживання електричної енергії</i>	<i>10.03</i>	
3	<i>Розрахунок втрат в системі електропостачання</i>	<i>17.03</i>	
4	<i>Представлення фактичного балансу електроенергії</i>	<i>24.03</i>	
5	<i>Розробка заходів електрозбереження в силовому обладнанні</i>	<i>31.03</i>	
6	<i>Розробка заходів економії електроенергії в освітлювальних установках</i>	<i>07.04</i>	
7	<i>Спеціальний розділ. Аудит компресорних установок</i>	<i>14.04</i>	
8	<i>Оцінка ефективності режимів роботи системи компенсації реактивної потужності</i>	<i>21.04</i>	
9	<i>Визначення параметрів споживання електроенергії з урахуванням енергозберігаючих заходів</i>	<i>28.04</i>	
10	<i>Розрахунок втрат в системі електропостачання</i>	<i>05.05</i>	
11	<i>Техніко-економічна оцінка заходів електрозбереження</i>	<i>12.05</i>	
12	<i>Висновки</i>	<i>19.05</i>	
13	<i>Література</i>	<i>26.05</i>	
14	<i>Оформлення розрахунково-пояснювальної записки</i>	<i>29.05</i>	
15	<i>Виконання презентації</i>	<i>02.06</i>	

Дата видачі завдання

«___» _____ 2025 р.

Підпис керівника

_____ Сіріков О.І.
(прізвище та ініціали)

Завдання прийнято до виконання

«___» _____ 2025 р.

Підпис здобувача

_____ Охотнік О.О.
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Кваліфікаційна робота: 79 с.; 25 рис.; 37 табл.; 8 джерел

Охотнік О.О. Енергетичний аудит системи електропостачання компресорної станції. – Рукопис.

Кваліфікаційна робота першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка», ОПП «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». – ЦНТУ, Кропивницький, 2025 рік.

В даній кваліфікаційній роботі проведений енергетичний аудит системи електропостачання компресорної станції.

В другому розділі приведена коротка характеристика технологічного процесу виробництва стислого повітря, а також досліджені енергопотоки на підприємстві. В третьому розділі визначені фактичні параметри електроспоживання розрахунковим методом. Проведений світлотехнічний розрахунок з якого визначені освітлювальні навантаження та фактична освітленість приміщень. В четвертому розділі розраховані втрати електроенергії в трансформаторах, лініях електропередачі, а також втрати в системі освітлення. В п'ятому розділі представлений фактичний баланс електроенергії в аналітичній формі. В шостому розділі запропоновані заходи з енергозбереження в силовому обладнанні. В сьомому розділі запропоновано модернізувати систему освітлення. В спеціальному розділі розглянута методика проведення енергоаудиту компресорної станції. Запропоновані енергозберігаючі заходи такі, як заміна поршневих компресорів на більш ефективні турбокомпресори, використання рекуперації тепла для обігріву приміщення компресорної станції. Для побудови нормалізованого балансу електроенергії в дев'ятому розділі визначенні параметри споживання електроенергії з урахуванням заходів енергозбереження. В десятому розділі проведений повторний розрахунок втрат електроенергії в системі електропостачання за новими параметрами енергоспоживання. В одинадцятому розділі представлений нормалізований баланс електроенергії, який включає запропоновані заходи енергозбереження.

Ключові слова: енергетичний баланс, заходи з енергозбереження, енергетичний аудит, система електропостачання

ABSTRACT

Qualification work: 79 p.; 25 Fig.; 37 tables; 8 sources

**Okhotnik O.O. Energy audit of the compressor station power supply system.
- Manuscript.**

Qualification work of the first (bachelor's) level of higher education in specialty 141 "Electrical Power Engineering, Electrical Engineering and Electromechanics", EPP "Electrical Power Engineering, Electrical Engineering and Electromechanics". – Central National Technical University, Kropyvnytskyi, 2025.

In this qualification work, an energy audit of the compressor station power supply system is conducted.

The second section provides a brief description of the technological process of compressed air production, and energy flows at the enterprise are studied. The third section determines the actual parameters of electricity consumption by the calculation method. A lighting calculation is carried out, from which the lighting loads and actual illumination of the premises are determined. The fourth section calculates electricity losses in transformers, power transmission lines, as well as losses in the lighting system. The fifth section presents the actual balance of electricity in analytical form. The sixth section proposes energy saving measures in power equipment. The seventh section proposes to modernize the lighting system. A special section considers the methodology for conducting an energy audit of a compressor station. Energy-saving measures such as replacing piston compressors with more efficient turbocompressors and using heat recovery to heat the compressor station premises are proposed. To construct a normalized electricity balance, the ninth section defines the parameters of electricity consumption, taking into account energy saving measures. The tenth section recalculates electricity losses in the power supply system using new energy consumption parameters. The eleventh section presents the normalized electricity balance, which includes the proposed energy saving measures.

Key words: energy balance, energy saving measures, energy audit, power supply system

ЗМІСТ

1. Вступ.....	7
2. Опис технологічного процесу та карти розподілу електроенергії на компресорній станції.....	8
3. Визначення фактичних параметрів споживання електричної енергії	10
3.1. Світлотехнічний розрахунок компресорної станції	10
3.2. Розрахунок силових навантажень до 1000 В компресорної станції	11
3.3. Розрахунок силових навантажень вище 1000 В компресорної станції	11
3.4. Побудова графіків електричних навантажень компресорної станції	16
3.5. Побудова картограми електричних навантажень компресорної станції.....	21
4. Розрахунок втрат в системі електропостачання компресорної станції	21
4.1. Розрахунок втрат електроенергії в трансформаторах компресорної станції... ..	21
4.2. Розрахунок втрат електроенергії в лініях компресорної станції.....	25
4.3. Розрахунок втрат електроенергії в системі освітлення.....	28
5. Представлення фактичного балансу електроенергії компресорної станції	30
6. Розробка заходів електрозбереження в силовому обладнанні компресорної станції	36
6.1. Розробка заходів електрозбереження в силових трансформаторах.....	36
6.2. Розробка заходів електрозбереження в лініях електропередачі.....	40
7. Розробка заходів економії електроенергії в освітлювальних установках компресорної станції.....	41
8. Спеціальний розділ. Енергоаудиту компресорних установок.....	43
9. Визначення параметрів споживання електроенергії з урахуванням енергозберігаючих заходів	49
9.1. Світлотехнічний розрахунок компресорної станції	49
10. Розрахунок втрат в системі електропостачання компресорної станції з урахуванням запропонованих заходів енергозбереження	60
10.1. Розрахунок втрат електроенергії в трансформаторах компресорної станції з урахуванням запропонованих заходів енергозбереження	60
10.2. Розрахунок втрат електроенергії в лініях	61
11. Представлення фактичного балансу електроенергії.....	71
12. Висновки	77
13. Література	79

					КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА ЗА ПЕРШИМ (БАКАЛАВРСЬКИМ) РІВНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ		
Зм.	Адк.	№ доквм.	Підп.	Дата			
Розроб.	Охотнік О.О.				Енергетичний аудит системи електропостачання компресорної станції		
Перевір.	Сіріков О.І.						
Н. Контр.	Сіріков О.І.				Літ.	Аркуш	Аркушів
Затв.	Плешков П.Г.					6	79
					ЦНТУ гр. ЕЕ-22мб		

Технічні характеристики:

Модель компресора	Газ	Тиск, кг/см ²	Вихід, м ³ /хв.	Потужність, кВт	Вага, кг
4ВМ10-100/8	Повітря	9	110	630	18700

Для обслуговування компресорів використовується допоміжне обладнання: маслонасоси для змащування поршнів та валу компресора, тиристорний збуджувач для живлення ротору синхронного двигуна, насоси системи охолодження холодильників та водяної сорочки циліндрів.

Освітлення приміщень здійснюється комбінованими джерелами світла, які складаються з ламп ДРЛ-500 та ламп розжарення потужністю 500 Вт.

Для обігріву приміщень ремонтного відділення, роздягальні, кабінету майстра, диспетчерської використовуються конвекційні електрообігрівачі.

Для живлення споживачів напругою 0,4 кВ використовується двохтрансформаторна підстанція 2×ТМ-250/10. Компенсація реактивної потужності відсутня.

Для циркуляції повітря машинного залу використовується штучна вентиляція. Вентилятори розташовані на даху приміщення.

						Арк.
						9

3. Визначення фактичних параметрів споживання електричної енергії

3.1. Світлотехнічний розрахунок компресорної станції

Світлотехнічний розрахунок будемо проводити методом коефіцієнта використання за методикою наведеною в [1].

Визначення фактичної освітленості.

Для приміщення машинного залу маємо: $B = 12$ м – ширина приміщення, $H = 8$ м – висота приміщення, $L = 30$ м – довжина приміщення.

Розрахункова висота

$$h = H - h_p - h_c = 8 - 0,8 - 1,0 = 6,2 \text{ м,}$$

де h_p – висота розрахункової поверхні над підлогою (приймаємо $h_p = 0,8$ м), h_c – відстань від перекриття до світильників ($h_c = 1,0$ м).

Загальна кількість світильників в машинному залі – 6 шт. (3×2).

Коефіцієнт відбиття поверхні приміщення:

$$\text{стін } \rho_c = 50\%; \text{ стеля } \rho_{\text{п}} = 70\%; \text{ полу } \rho_p = 10\%.$$

Знаходимо індекс приміщення машинного залу:

$$i = \frac{L \cdot B}{h(L + B)} = \frac{30 \cdot 12}{6,2(30 + 12)} = 1,38.$$

Коефіцієнт використання світового потоку (для ламп розжарення використані світильники типу УПД) $\eta = 0,55$ [1].

Знаходимо освітленість у приміщенні машинного залу:

$$E_{\text{мін}} = \frac{N \cdot \Phi \cdot \eta}{S \cdot z} = \frac{(4 \cdot 8300 + 2 \cdot 19000) \cdot 0,55}{360 \cdot 1,15} = 95 \text{ лк,}$$

де S – площа приміщення м^2 , z – коефіцієнт мінімального освітлення для ламп ДРЛ та розжарення $z = 1,15$; $\Phi = 8300$ лм – для ламп розжарення з $P = 500$ Вт [1] та $\Phi = 19000$ лм – для ламп ДРЛ-400 [1].

Нормативне значення освітленості для даного приміщення $E_{\text{норм}} = 75$ лк при освітленні лампами розжарювання.

Розрахунок електричних навантажень освітлювальних електроприладів

Знаходимо розрахункову потужність $P_{\text{р.о.}}$, $Q_{\text{р.о}}$ освітлювальної мережі машинного залу:

$$P_{\text{р.о1}} = P_{\text{уст}} \cdot K_c \cdot K_{\text{пра}} = (4 \cdot 0,5) \cdot 0,8 \cdot 1,0 = 1,6 \text{ кВт,}$$

Таблиця 3.1. Розрахунок освітлювального навантаження компресорної станції.

Найменування приміщення	L, м	B, м	h, м	N	i	η	z	Тип лампи	Ф _н , лм	Р _л , Вт	Е _{роз} , лк	Е _{норм} , лк	К _с	Р _р , кВт	Q _р , кВтАр	Sp, кВА
Машинний зал	30	12	6,2	2	1,38	0,55	1,15	ДРЛ	19000	400	95	75	0,8	0,717	1,24	1,43
				4				Розжарення	8300	500			0,8	1,792	0,00	1,8
Ремонтне відділення	6	5	2,7	1	0,31	0,49	1,15	Розжарення	8300	500	118	150	0,8	0,448	0,00	0,4
Роздягальня	3	2	2,7	1	0,14	0,49	1,15	Розжарення	8300	500	589	150	0,8	0,448	0,00	0,4
Кабінет майстра	3	5	2,7	1	0,22	0,49	1,15	Розжарення	8300	500	236	150	0,8	0,448	0,00	0,4
Приміщення ТП	3	10	2,7	2	0,27	0,49	1,15	Розжарення	8300	500	236	75	0,5	0,560	0,00	0,6
Приміщення ЦРП	5	10	2,7	2	0,38	0,49	1,15	Розжарення	8300	500	141	75	0,5	0,560	0,00	0,6
Коридор	3	10	2,7	1	0,27	0,49	1,15	Розжарення	8300	500	118	150	0,8	0,448	0,00	0,4
Диспетчерська	3	12	2,7	2	0,28	0,49	1,15	Розжарення	8300	500	196	150	0,8	0,896	0,00	0,9
Всього														6,32	1,24	6,4

Таблиця 3.2. Розрахунок електричних навантажень в мережі до 1000 В компресорної станції.

№ п/п	Найменування обладнання	п	Рн, кВт		Ки	Cos	tg	Середньозміне		Км	Розрахункове навантаження			
			Одного	Сумарна				Рср, кВт	Qср, кВАр		Рр, кВт	Qр, кВАр	Sp, кВА	Ip, А
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	13	14	15	16
	СП-1													
2	Осушувач повітря	1	20	20,0	0,8	0,95	0,33	16,0	5,3					
3	Насос конденсагу	1	4	4,0	0,8	0,8	0,75	3,2	2,4					
4	ЩКУ	1	5	5,0	0,8	0,9	0,48	4,0	1,9					
5	Маслонасос	1	7,5	7,5	0,9	0,8	0,75	6,8	5,1					
6	Система збудження ДС	1	26	26,0	0,9	0,95	0,33	23,4	7,7					
В1	Вентильатор	1	7,5	7,5	0,9	0,8	0,75	6,8	5,1					
	Всього по СП-1	6	4,0-26	70	0,86	0,91	0,46	60,1	27,4	5	1,12	67,3	30,2	73,8 106,5
	СП-2													
7	Маслонасос	1	7,5	7,5	0,9	0,8	0,75	6,8	5,1					
8	ЩКУ	1	5	5,0	0,8	0,9	0,48	4,0	1,9					
9	Система збудження ДС	1	26	26,0	0,9	0,95	0,33	23,4	7,7					
1	Кран	1	4,6	4,6	0,05	0,6	1,33	0,2	0,3					
В2	Вентильатор	1	7,5	7,5	0,9	0,8	0,75	6,8	5,1					
	Всього по СП-2	5	4,6-26	50,6	0,81	0,90	0,49	41,1	20,1	4	1,14	46,9	22,1	51,8 74,8
	СП-3													
10	Маслонасос	1	7,5	7,5	0,9	0,8	0,75	6,8	5,1					
11	ЩКУ	1	5	5,0	0,8	0,9	0,48	4,0	1,9					
12	Система збудження ДС	1	26	26,0	0,9	0,95	0,33	23,4	7,7					
В3	Вентильатор	1	7,5	7,5	0,9	0,8	0,75	6,8	5,1					
	Всього по СП-3	4	5,0-26	46	0,89	0,90	0,48	40,90	19,75	4	1,12	45,8	21,7	50,7 73,2
	СП-4													
13	Маслонасос	1	7,5	7,5	0,9	0,8	0,75	6,8	5,1					
14	ЩКУ	1	5	5,0	0,8	0,9	0,48	4,0	1,9					
15	Система збудження ДС	1	26	26,0	0,9	0,95	0,33	23,4	7,7					
В4	Вентильатор	1	7,5	7,5	0,9	0,8	0,75	6,8	5,1					
	Всього по СП-4	4	5,0-26	46,0	0,89	0,90	0,48	40,9	19,8	4	1,12	45,8	21,7	50,7 73,2

Продовження таблиці 3.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	СП-5														
16	Електрокалорифер	1	22	22,0	1	1	0,00	22,0	0,0						
17	Токарно-винторізний	1	7,5	7,5	0,1	0,5	1,73	0,8	1,3						
18	Загочувальний	1	2,2	2,2	0,1	0,5	1,73	0,2	0,4						
19	Вертикально-свердильний	1	3	3,0	0,1	0,5	1,73	0,3	0,5						
20	Зварювальний апарат ТВ=40%	1	12,3	12,3	0,15	0,5	1,73	1,8	3,2						
21	Вертикально-фрезерний	1	7,5	7,5	0,1	0,5	1,73	0,8	1,3						
B5	Вентилятор	1	7,5	7,5	0,9	0,8	0,75	6,8	5,1						
	Всього по СП-5	7	2,2-22	62,0	0,53	0,94	0,36	32,6	11,8	6	1,45	47,3	12,9	49,0	70,8
	СП-6														
22-30	Конвективний обігрівач	9	1,5	13,5	1	1	0,00	13,5	0,0						
31-34	ДЩКУ	4	2	8,0	0,8	0,9	0,48	6,4	3,1						
			1,5-												
	Всього по СП-6	13	2,0	21,5	0,93	0,99	0,16	19,9	3,1	13	1,07	21,3	3,4	21,6	31,1
	Всього	39	1,5-26	296,1	0,80	0,92	0,43	235,5	101,8	23	1,06	249,7	101,8	269,6	389,2

Таблиця 3.3. Розрахунок електричних навантажень в мережі вище 1000 В компресорної станції.

№ п/п	Найменування обладнання	п	P _н , кВт		Ки	Cos	tg	Середнє		Км	Розрахункове		
			Одного	Сумарна				P _{ср} , кВт	Q _{ср} , кВар		P _р , кВт	Q _р , кВар	S _р , кВА
	СП-1	6	4,0-26	70	0,86	0,91	0,46	60,1	27,4	1,12	67,3	30,2	73,8
	СП-2	5	4,6-26	50,6	0,81	0,9	0,49	41,1	20,1	1,14	46,9	22,1	51,8
	СП-3	4	5,0-26	46	0,89	0,9	0,48	40,9	19,8	1,12	45,8	21,7	50,7
	СП-4	4	5,0-26	46	0,89	0,9	0,48	40,9	19,8	1,12	45,8	21,7	50,7
	СП-5	7	2,2-22	62	0,53	0,94	0,36	32,6	11,8	1,45	47,3	12,9	49,0
	СП-6	13	1,5-2,0	21,5	0,93	0,99	0,16	19,9	3,1	1,07	21,3	3,4	21,6
	Всього силова	39	1,5-26	296,1	0,80	0,92	0,43	235,5	101,8	1,06	249,7	101,8	269,6
	Освітлення компресорної										6,32	1,24	6,4
	Всього по ТП										255,99	103,08	276,0
	КП 0,4 кВ											0	
	Всього по ТП з КП										255,99	103,08	276,0
	Втрати в тр-рах ТП										4,35	18,35	
	2×250												
	Всього на шинах 10 кВ										260,35	121,43	287,3
	ТП												
	Компресорна СД 10 кВ	4	630	2520	0,8	0,9	0,48	2016	976,4	1,14	2298,24	0,0	2298,24
	Всього на шинах 10 кВ										2558,6	121,43	2561,5

3.4. Побудова графіків електричних навантажень компресорної станції

Методика побудови та розрахунку графіків електричних навантажень застосована в цьому розділі, детально наведена в [3, 6]. При виконанні цього розділу застосована програма Mathcad, а нижче наводимо скріни розрахунків.

1. Активне розрахункове навантаження:

$$P_{\max} := 2558.6 \text{ кВт}$$

2. Реактивне розрахункове навантаження:

$$Q_{\max} := 121.43 \text{ квар}$$

$$T_{\text{лето_р}} := 105 \quad T_{\text{лето_в}} := 48$$

$$T_{\text{зима_р}} := 147 \quad T_{\text{зима_в}} := 65$$

$$T_{\Gamma} = 365$$

3. Задання графіка навантаження (в %) для кожної ступені графіка (1 - для активної потужності, 2 - для реактивної потужності):

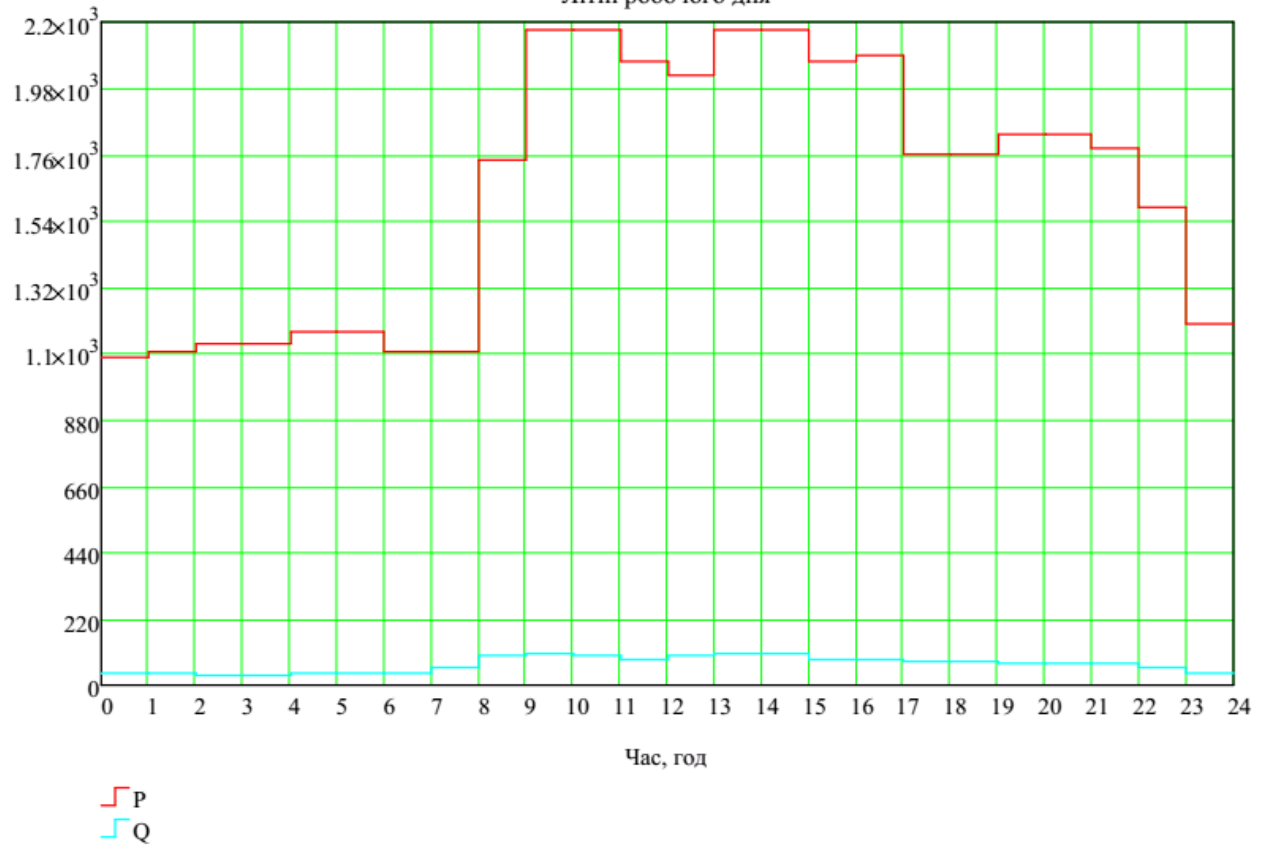
Робочі дні

	1	2
1	50	38
2	51	39
3	52	32
4	52	32
5	54	36
6	54	41
7	51	36
8	51	57
9	80	93
10	100	100
11	100	95
12	95	84
13	93	93
14	100	100
15	100	100
16	95	82
17	96	82
18	81	79
19	81	77
20	84	70
21	84	71
22	82	71
23	73	57
24	55	...

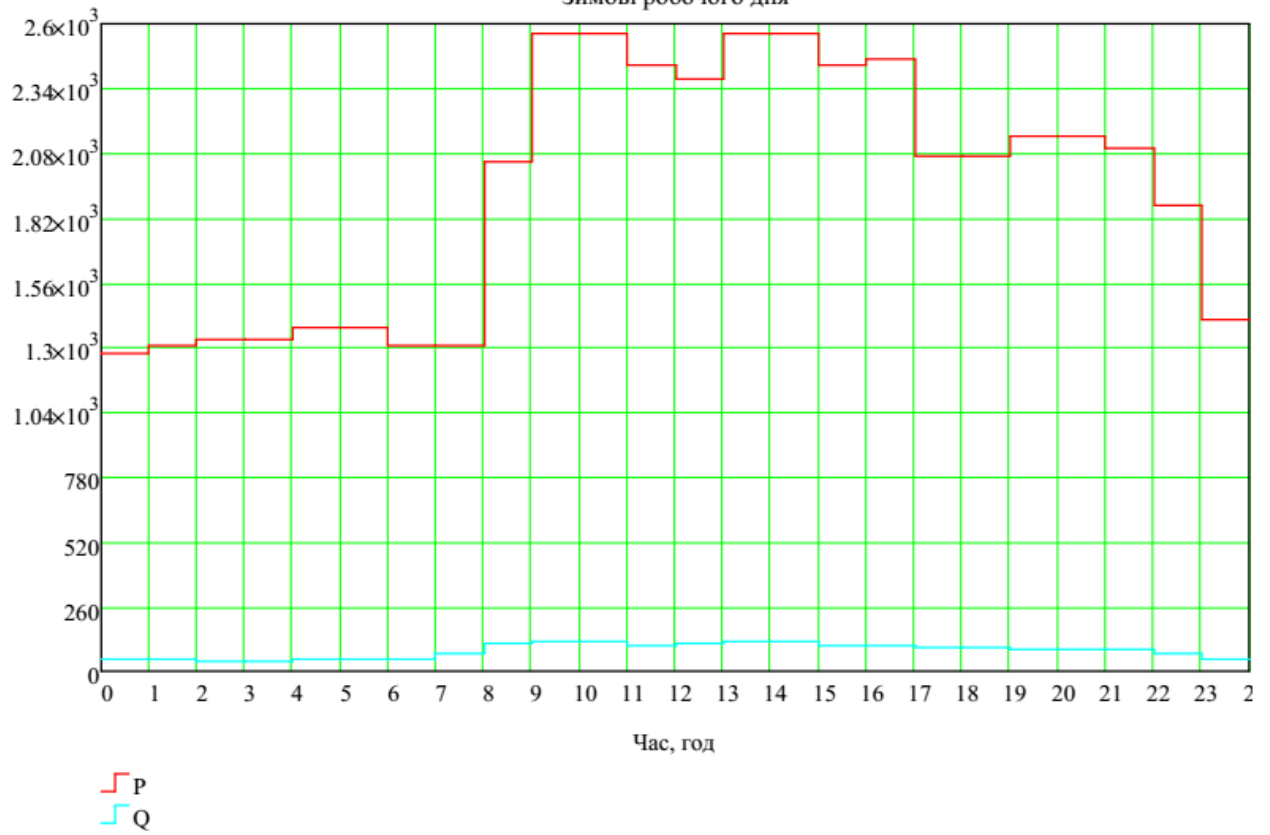
Вихідні дні

	1	2
1	1.8	5
2	1.8	5
3	1.8	5
4	1.8	5
5	1.8	5
6	1.8	5
7	1.8	5
8	1.5	4
9	1.5	4
10	1.5	4
11	1.5	4
12	1.5	4
13	1.5	4
14	1.5	4
15	1.5	4
16	1.5	4
17	1.5	4
18	1.8	5
19	1.8	5
20	1.8	5
21	1.8	5
22	1.8	5
23	1.8	5
24	1.8	5

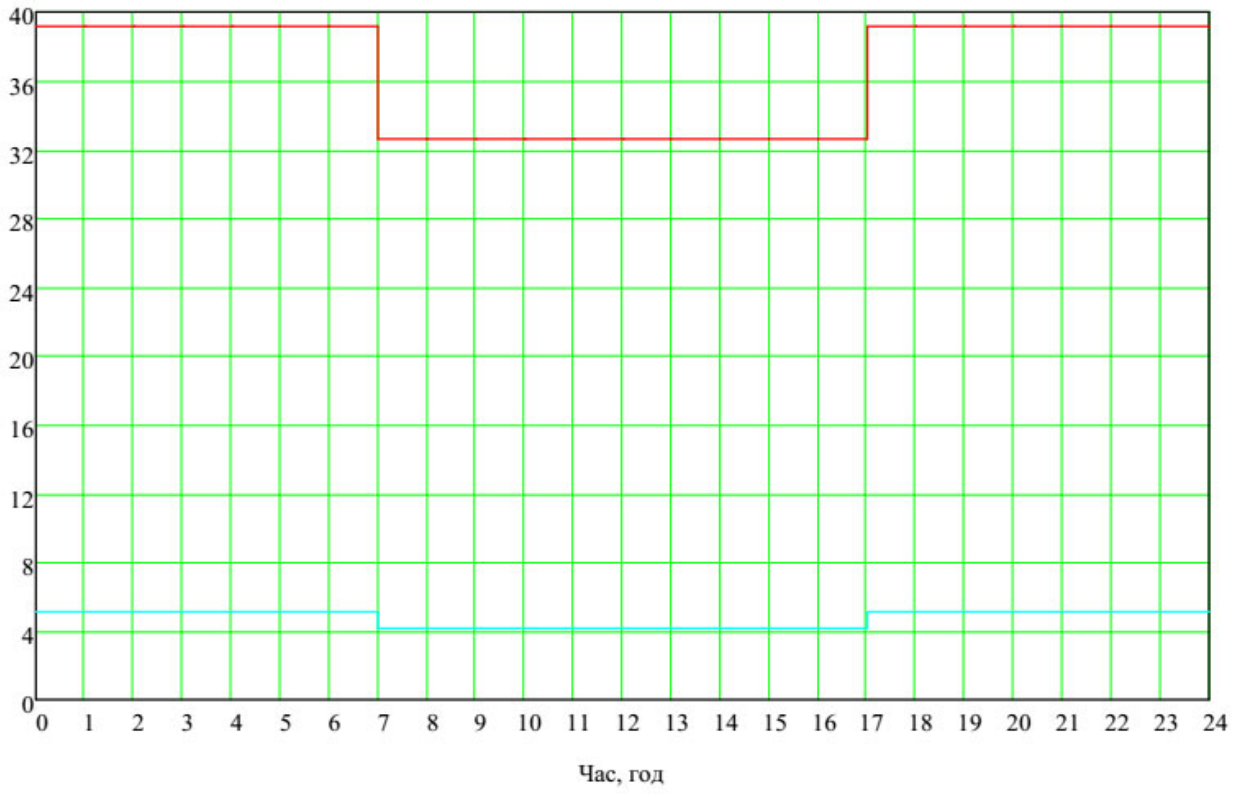
Літні робочого дня



Зимові робочого дня

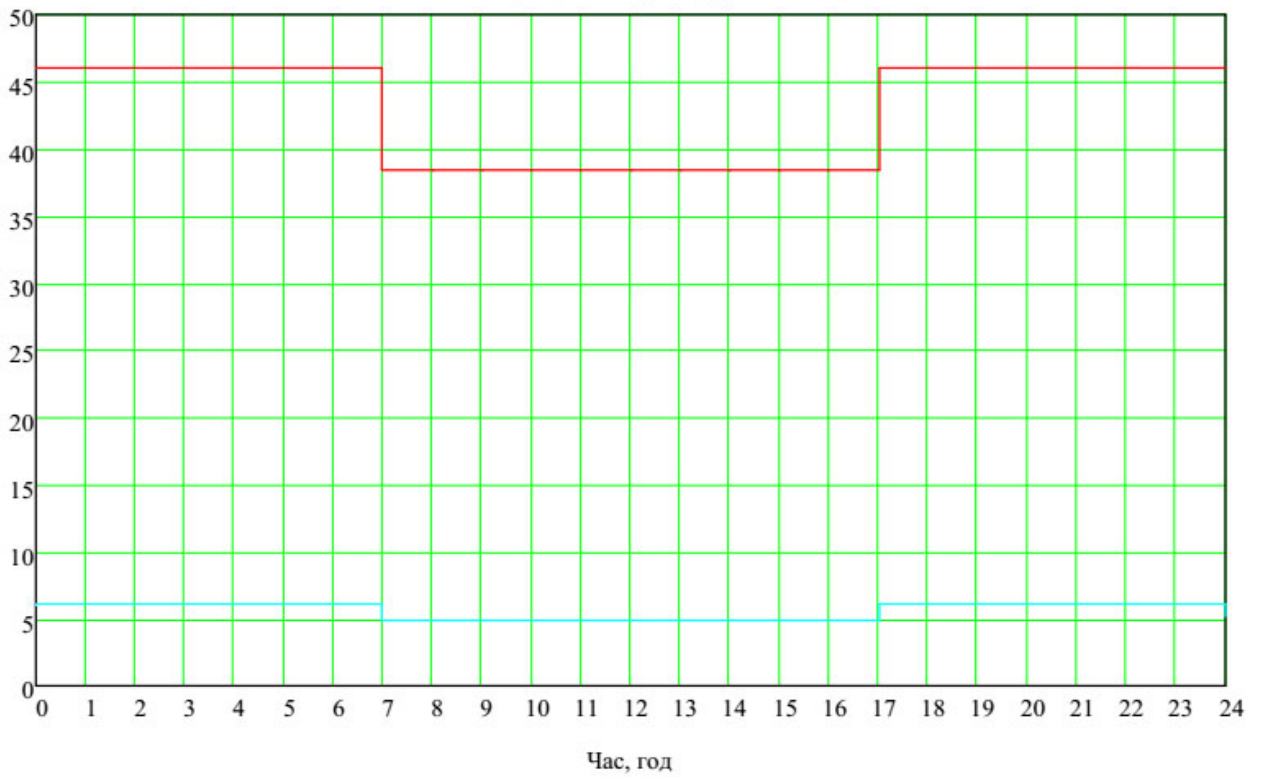


Літні вихідного дня



┌ P
┌ Q

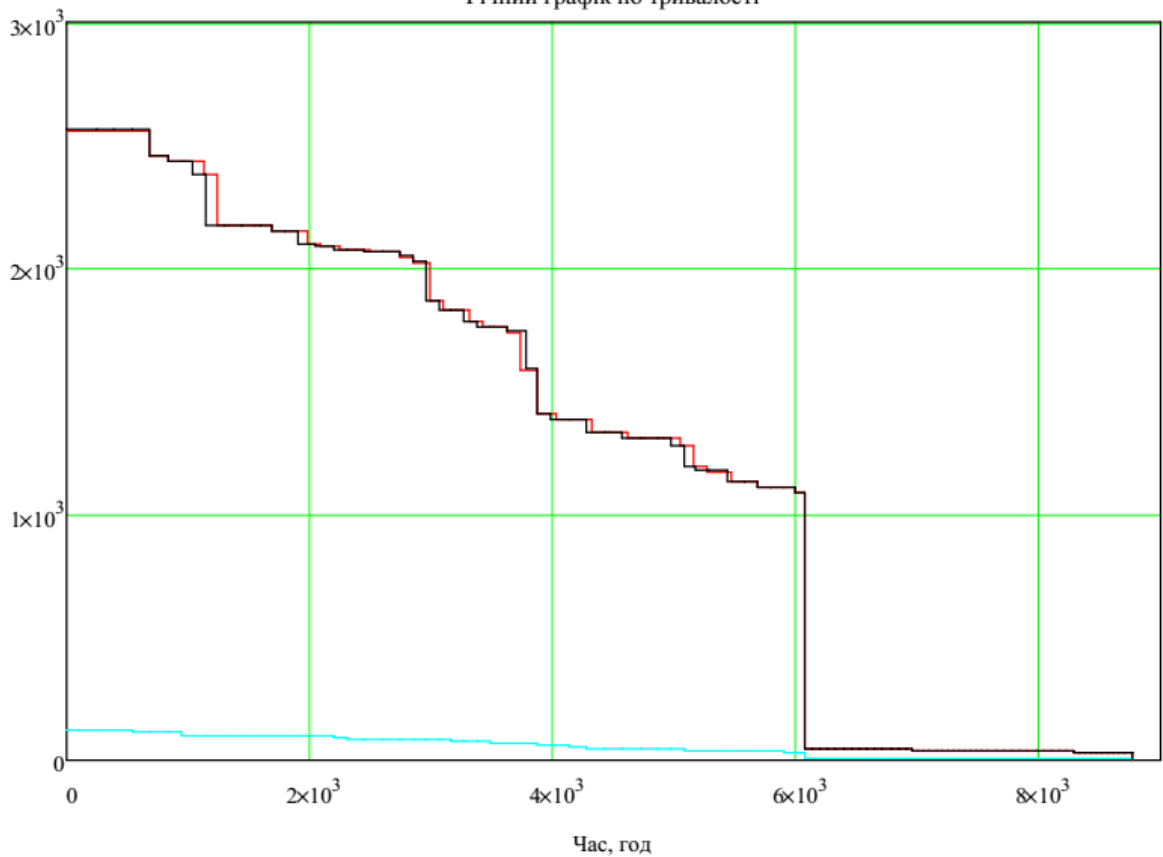
Зимові вихідного дня



┌ P
┌ Q



Річний графік по тривалості



┌ Активна потужність
┌ Реактивна потужність
┌ Повна потужність

Споживання активної енергії за літню вихідну добу, кВт·год:	$W_{\text{лето_в}} = 874$
Споживання активної енергії за літню робочу добу, кВт·год:	$W_{\text{лето_р}} = 39451$
Споживання активної енергії за зимову вихідну добу, кВт·год:	$W_{\text{зима_в}} = 1029$
Споживання активної енергії за зимову робочу добу, кВт·год:	$W_{\text{зима_р}} = 46413$
Споживання реактивної енергії за літню вихідну добу, квар·год:	$V_{\text{лето_в}} = 114$
Споживання реактивної енергії за літню робочу добу, квар·год:	$V_{\text{лето_р}} = 1657$
Споживання реактивної енергії за зимову вихідну добу, квар·год:	$V_{\text{зима_в}} = 134$
Споживання реактивної енергії за зимову робочу добу, квар·год:	$V_{\text{зима_р}} = 1949$
Річне споживання активної енергії, кВт·год:	$W_{\Gamma} = 11073894$
Річне споживання реактивної енергії, квар·год:	$V_{\Gamma} = 474572$
Кількість годин використання максимуму потужності, год:	$T_{\text{max}} = 4327$
Кількість годин використання максимуму активної потужності, год:	$T_{P\text{max}} = 4328$
Кількість годин використання максимуму реактивної потужності, год:	$T_{Q\text{max}} = 3908$
Річний час максимальних втрат, год:	$\tau = 3257$

3.5. Побудова картограми електричних навантажень компресорної станції

Розрахунок проводимо за методикою [6].

Для компресорної:

$$R_1 = \sqrt{\frac{P_1}{\pi m}} = \sqrt{\frac{255,99}{\pi \cdot 0,1}} = 29 \text{ мм}, \alpha_i = \frac{P_{i.осв} \cdot 360}{P_1} = \frac{6,32 \cdot 360}{255,99} = 9^\circ.$$

Розрахунок картограми електричних навантажень компресорної станції приведений в табл. 3.4.

Таблиця 3.4. Розрахунок картограми електричних навантажень компресорної станції

п/п	Найменування цеху або відділення	$P_{p \text{ сил}}, \text{кВт}$	$P_{p \text{ осв}}, \text{кВт}$	$\Sigma P_p, \text{кВт}$	R, мм	α , град
1	Компресорна	249,68	6,32	255,99	29	9
2	Машинний зал (СД 10 кВ)	2298,24		2298,24	86	0
	Всього			2554,23		

4. Розрахунок втрат в системі електропостачання компресорної станції

Розрахунок втрат електроенергії в системі електропостачання компресорної станції проводиться за методикою наведеною в [6].

4.1. Розрахунок втрат електроенергії в трансформаторах компресорної станції

Втрати реактивної потужності холостого ходу трансформатора

$$\Delta Q_{xx} = S_{xx} \frac{I_{xx}}{100} = 250 \frac{2,3}{100} = 5,75 \text{ квар.}$$

Активний опір трансформатора

$$R_{ТП} = \frac{\Delta P_{кз} U_H^2}{S_{тр}^2} = \frac{4,5 \cdot 10^2}{250^2} = 7,2 \text{ Ом.}$$

Індуктивний опір трансформатора знаходимо з повного

$$Z_{ТП} = \frac{U_{кз} U_H^2}{100 S_{тр}} = \frac{4,5 \cdot 10^2}{100 \cdot 250} = 18 \text{ Ом,}$$

Таблиця 4.1. Розрахунок сходинок графіка навантаження до розрахунку втрат в трансформаторах компресорної станції.

Час, год.	Робоча зимова доба			Вихідна зимова доба			Робоча літня доба			Вихідна літня доба		
	P, %	Q, %	P, кВт	Q, квар	P, %	Q, %	P, кВт	Q, квар	P, кВт	Q, квар	P, кВт	Q, квар
1	50	38	128,00	39,17	1,8	5	4,61	5,15	108,80	33,29	3,92	4,38
2	51	39	130,55	40,20	1,8	5	4,61	5,15	110,97	34,17	3,92	4,38
3	52	32	133,11	32,99	1,8	5	4,61	5,15	113,15	28,04	3,92	4,38
4	52	32	133,11	32,99	1,8	5	4,61	5,15	113,15	28,04	3,92	4,38
5	54	36	138,23	37,11	1,8	5	4,61	5,15	117,50	31,54	3,92	4,38
6	54	41	138,23	42,26	1,8	5	4,61	5,15	117,50	35,92	3,92	4,38
7	51	36	130,55	37,11	1,8	5	4,61	5,15	110,97	31,54	3,92	4,38
8	51	57	130,55	58,76	1,5	4	3,84	4,12	110,97	49,94	3,26	3,50
9	80	93	204,79	95,86	1,5	4	3,84	4,12	174,07	81,48	3,26	3,50
10	100	100	255,99	103,08	1,5	4	3,84	4,12	217,59	87,62	3,26	3,50
11	100	95	255,99	97,93	1,5	4	3,84	4,12	217,59	83,24	3,26	3,50
12	95	84	243,19	86,59	1,5	4	3,84	4,12	206,71	73,60	3,26	3,50
13	93	93	238,07	95,86	1,5	4	3,84	4,12	202,36	81,48	3,26	3,50
14	100	100	255,99	103,08	1,5	4	3,84	4,12	217,59	87,62	3,26	3,50
15	100	100	255,99	103,08	1,5	4	3,84	4,12	217,59	87,62	3,26	3,50
16	95	82	243,19	84,53	1,5	4	3,84	4,12	206,71	71,85	3,26	3,50
17	96	82	245,75	84,53	1,5	4	3,84	4,12	208,89	71,85	3,26	3,50
18	81	79	207,35	81,43	1,8	5	4,61	5,15	176,25	69,22	3,92	4,38
19	81	77	207,35	79,37	1,8	5	4,61	5,15	176,25	67,47	3,92	4,38
20	84	70	215,03	72,16	1,8	5	4,61	5,15	182,78	61,33	3,92	4,38
21	84	71	215,03	73,19	1,8	5	4,61	5,15	182,78	62,21	3,92	4,38
22	82	71	209,91	73,19	1,8	5	4,61	5,15	178,43	62,21	3,92	4,38
23	73	57	186,87	58,76	1,8	5	4,61	5,15	158,84	49,94	3,92	4,38
24	55	40	140,79	41,23	1,8	5	4,61	5,15	119,68	35,05	3,92	4,38
Всього			4643,66	1654,43			102,91	113,39	3947,11	1406,27	87,47	96,38

Таблиця 4.2. Розрахунок втрат електроенергії в трансформаторах компресорної станції.

Час, год.	Робоча зимова доба						Вихідна зимова доба											
	Навантаження			Навантажувальні втрати в ТП			Сумарні втрати			Навантаження			Навантажувальні втрати в ТП			Сумарні втрати		
	Р, кВт	Q, квар	$\Delta Q_{тр,н}$, кВт	$\Delta Q_{тр,н}$, квар	$\Delta R_{тр}$, кВт	$\Delta Q_{тр}$, квар	Р, кВт	Q, квар	$\Delta R_{тр,н}$, кВт	$\Delta Q_{тр,н}$, квар	$\Delta R_{тр}$, кВт	$\Delta Q_{тр}$, квар	Р, кВт	Q, квар	$\Delta R_{тр,н}$, кВт	$\Delta Q_{тр,н}$, квар	$\Delta R_{тр}$, кВт	$\Delta Q_{тр}$, квар
1	128,00	39,17	0,645	1,478	2,245	12,978	4,61	5,15	0,002	0,004	1,602	11,504						
2	130,55	40,20	0,672	1,540	2,272	13,040	4,61	5,15	0,002	0,004	1,602	11,504						
3	133,11	32,99	0,677	1,552	2,277	13,052	4,61	5,15	0,002	0,004	1,602	11,504						
4	133,11	32,99	0,677	1,552	2,277	13,052	4,61	5,15	0,002	0,004	1,602	11,504						
5	138,23	37,11	0,737	1,690	2,337	13,190	4,61	5,15	0,002	0,004	1,602	11,504						
6	138,23	42,26	0,752	1,724	2,352	13,224	4,61	5,15	0,002	0,004	1,602	11,504						
7	130,55	37,11	0,663	1,520	2,263	13,020	4,61	5,15	0,002	0,004	1,602	11,504						
8	130,55	58,76	0,738	1,691	2,338	13,191	3,84	4,12	0,001	0,003	1,601	11,503						
9	204,79	95,86	1,841	4,218	3,441	15,718	3,84	4,12	0,001	0,003	1,601	11,503						
10	255,99	103,08	2,742	6,283	4,342	17,783	3,84	4,12	0,001	0,003	1,601	11,503						
11	255,99	97,93	2,704	6,197	4,304	17,697	3,84	4,12	0,001	0,003	1,601	11,503						
12	243,19	86,59	2,399	5,498	3,999	16,998	3,84	4,12	0,001	0,003	1,601	11,503						
13	238,07	95,86	2,371	5,434	3,971	16,934	3,84	4,12	0,001	0,003	1,601	11,503						
14	255,99	103,08	2,742	6,283	4,342	17,783	3,84	4,12	0,001	0,003	1,601	11,503						
15	255,99	103,08	2,742	6,283	4,342	17,783	3,84	4,12	0,001	0,003	1,601	11,503						
16	243,19	84,53	2,386	5,469	3,986	16,969	3,84	4,12	0,001	0,003	1,601	11,503						
17	245,75	84,53	2,431	5,572	4,031	17,072	3,84	4,12	0,001	0,003	1,601	11,503						
18	207,35	81,43	1,787	4,094	3,387	15,594	4,61	5,15	0,002	0,004	1,602	11,504						
19	207,35	79,37	1,775	4,067	3,375	15,567	4,61	5,15	0,002	0,004	1,602	11,504						
20	215,03	72,16	1,852	4,244	3,452	15,744	4,61	5,15	0,002	0,004	1,602	11,504						
21	215,03	73,19	1,857	4,257	3,457	15,757	4,61	5,15	0,002	0,004	1,602	11,504						
22	209,91	73,19	1,779	4,077	3,379	15,577	4,61	5,15	0,002	0,004	1,602	11,504						
23	186,87	58,76	1,381	3,166	2,981	14,666	4,61	5,15	0,002	0,004	1,602	11,504						
24	140,79	41,23	0,775	1,776	2,375	13,276	4,61	5,15	0,002	0,004	1,602	11,504						
Всього	4644	1654	39,125	89,663	77,525	365,663	103	113	0,036	0,081	38,436	276,081						

4.2. Розрахунок втрат електроенергії в лініях компресорної станції

Розрахунок втрат у високовольтних мережах

Активний опір КЛ1 ААБ-10-(3×70)

$$R_{\text{КЛ1}} = r_0 l = 0,443 \cdot 0,17 = 0,07531 \text{ Ом.}$$

Індуктивний опір КЛ1

$$X_{\text{КЛ1}} = x_0 l = 0,086 \cdot 0,17 = 0,01462 \text{ Ом.}$$

Реактивна потужність, яка генерується КЛ

$$Q_{\text{КЛ1ген}} = q_0 l = 13,5 \cdot 0,17 = 2,295 \text{ квар.}$$

де q_0, r_0, x_0 – погонні параметри КЛ [3].

Результати розрахунку параметрів інших КЛ подібні, результати розрахунку наведені в табл. 4.3.

Втрати електроенергії у КЛ1:

$$\Delta W_{\text{КЛ1}} = \frac{P^2 + Q^2}{U_{\text{н}}^2} R_{\text{КЛ1}} \cdot \tau \cdot 10^{-3} = \frac{1279,3^2 + 60,7^2}{10^2} 0,07531 \cdot 3257 \cdot 10^{-3} = 4023,39 \text{ кВт·год,}$$

$$\Delta V_{\text{КЛ1}} = \frac{P^2 + Q^2}{U_{\text{н}}^2} X_{\text{КЛ1}} \cdot \tau \cdot 10^{-3} = \frac{1279,3^2 + 60,7^2}{10^2} 0,01462 \cdot 3257 \cdot 10^{-3} = 781,06 \text{ квар·год,}$$

Таблиця 4.3. Параметри схеми заміщення кабельних ліній

№ п/п	Тип кабелю	l , км	$R_{\text{КЛ}}$, Ом	$X_{\text{КЛ}}$, Ом	$Q_{\text{КЛ}}$, квар
КЛ1	ААБ-10-(3×70)	0,17	0,07531	0,01462	2,295
КЛ2	ААБ-10-(3×70)	0,17	0,07531	0,01462	2,295
КЛ3	ААШВ-10-(3×35)	0,045	0,04005	0,004275	0,4815
КЛ4	ААШВ-10-(3×35)	0,03	0,0267	0,00285	0,321
КЛ5	ААШВ-10-(3×35)	0,037	0,03293	0,003515	0,3959
КЛ6	ААШВ-10-(3×35)	0,02	0,0178	0,0019	0,214
КЛ7	ААШВ-10-(3×35)	0,012	0,01068	0,00114	0,1284
КЛ8	ААШВ-10-(3×35)	0,005	0,00445	0,000475	0,0535

$$\Delta V_{\text{КЛ1ген}} = Q_{\text{КЛ1ген}} t_{\text{вкл}} = 2,295 \cdot 8760 = 20104,2 \text{ квар·год.}$$

Результати розрахунку втрат електроенергії в інших КЛ подібні, результати наведені в табл. 4.4. При розрахунку втрат в КЛ, що живлять СД компресорів замість τ використовувався фактичний час роботи компресорів: 2 компресора – 8760 год, 2 компресора – 4380 год.

Таблиця 4.4. Результати розрахунку втрат електроенергії в КЛ

№ п/п	P , кВт	Q , квар	$\Delta W_{\text{КЛ}}$, кВт·год	$\Delta V_{\text{КЛ}}$, квар·год	$\Delta V_{\text{КЛген}}$, квар·год
КЛ1	1279,3	60,7	4023,39	781,06	20104,2
КЛ2	1279,3	60,7	4023,39	781,06	20104,2
КЛ3	630,0	0,0	1392,48	148,64	4217,94
КЛ4	630,0	0,0	928,32	99,09	2811,96
КЛ5	630,0	0,0	572,46	61,11	3468,084
КЛ6	630,0	0,0	309,44	33,03	1874,64
КЛ7	130,2	60,7	7,18	0,77	1124,784
КЛ8	130,2	60,7	2,99	0,32	468,66
Всього			10940,04	1870,96	50706,38

Розрахунок втрат у низьковольтних мережах

Активний опір КЛ ТП-СП1 АПВБГ-(3×95)+1×50

$$R_{\text{ТП-СП1}} = r_0 l = 0,35 \cdot 37 = 12,95 \text{ мОм.}$$

Індуктивний опір КЛ ТП-СП1

$$X_{\text{ТП-СП1}} = x_0 l = 0,23 \cdot 37 = 8,51 \text{ мОм.}$$

Розрахунок параметрів інших КЛ подібний, результати наведені в табл.

4.5.

Річні втрати електроенергії в КЛ ТП-СП1:

– активні

$$\Delta W_{\text{ТП-СП1}} = 3 \cdot I^2 R_{\text{КЛ,ПЛ}} \cdot \tau \cdot 10^{-3} = 3 \cdot 106,46^2 \cdot 12,95 \cdot 10^{-3} \cdot 3257 \cdot 10^{-3} = 1434,1 \text{ кВт·год}$$

– реактивні

$$\Delta V_{\text{КЛ,ПЛ}} = 3 \cdot I^2 X_{\text{КЛ,ПЛ}} \cdot \tau \cdot 10^{-3} = 3 \cdot 106,46^2 \cdot 8,51 \cdot 10^{-3} \cdot 3257 \cdot 10^{-3} = 942,41 \text{ квар·год.}$$

Розрахунок втрат електроенергії в інших КЛ подібний, результати наведені в табл. 4.5.

Таблиця 4.5. Розрахунок втрат електроенергії в КЛ 0,4 кВ компресорної станції.

КЛ	S, мм ²	г _о , МОм/м	х _о , МОм/м	L, м	R, МОм	X, МОм	I, А	ΔW, кВт·год	ΔV, квар·год
ТП-СП1	95	0,35	0,23	37	12,95	8,51	106,46	1434,10	942,41
ТП-СП2	70	0,48	0,24	32	15,36	7,68	74,80	839,66	419,83
ТП-СП3	70	0,48	0,24	25	12	6	73,18	627,91	313,96
ТП-СП4	70	0,48	0,24	18	8,64	4,32	73,18	452,10	226,05
ТП-СП5	35	0,95	0,26	6	5,7	1,56	70,77	278,91	76,33
ТП-СП6	10	3,33	0,31	3	9,99	0,93	31,13	94,57	8,80
СП-1									
Осушувач повітря	10	3,33	0,31	9	29,97	2,79	30,39	270,39	25,17
Насос конденсату	2,5	13,3	0,33	14	186,2	4,62	7,22	94,76	2,35
ЩКУ	2,5	13,3	0,33	15	199,5	4,95	8,02	125,34	3,11
Маслонасос	2,5	13,3	0,33	4,5	59,85	1,485	13,53	107,08	2,66
Система збудження ДС	50	0,67	0,25	1	0,67	0,25	39,50	10,22	3,81
Вентилятор	2,5	13,3	0,09	15	199,5	1,35	13,53	356,93	2,42
СП-2									
Маслонасос	2,5	13,3	0,33	5,5	73,15	1,815	13,53	130,87	3,25
ЩКУ	2,5	13,3	0,33	15	199,5	4,95	8,02	125,34	3,11
Система збудження ДС	50	0,67	0,25	1	0,67	0,25	39,50	10,22	3,81
Кран	2,5	13,3	0,33	5	66,5	1,65	11,07	79,57	1,97
Вентилятор	2,5	13,3	0,09	15	199,5	1,35	13,53	356,93	2,42
СП-3									
Маслонасос	2,5	13,3	0,33	5	66,5	1,65	13,53	118,98	2,95
ЩКУ	2,5	13,3	0,33	16	212,8	5,28	8,02	133,70	3,32
Система збудження ДС	50	0,67	0,25	1	0,67	0,25	39,50	10,22	3,81
Вентилятор	2,5	13,3	0,09	15	199,5	1,35	13,53	356,93	2,42
СП-4									
Маслонасос	2,5	13,3	0,33	5	66,5	1,65	13,53	118,98	2,95
ЩКУ	2,5	13,3	0,33	15	199,5	4,95	8,02	125,34	3,11
Система збудження ДС	50	0,67	0,25	1	0,67	0,25	39,50	10,22	3,81
Вентилятор	2,5	13,3	0,09	15	199,5	1,35	13,53	356,93	2,42
СП-5									
Електрокалорифер	10	3,33	0,07	7	23,31	0,49	31,75	229,66	4,83
Токарно-гвинторізний	4	8,35	0,1	3	25,05	0,3	21,65	114,73	1,37
Заточувальний	2,5	13,3	0,09	2	26,6	0,18	6,35	10,48	0,07
Вертикально-свердлильний	2,5	13,3	0,09	2	26,6	0,18	8,66	19,49	0,13
Зварювальний апарат ТВ=40%	4	8,35	0,1	3	25,05	0,3	35,51	308,59	3,70
Вертикально-фрезерний	2,5	13,3	0,09	2,5	33,25	0,225	21,65	152,29	1,03
Вентилятор	2,5	13,3	0,09	7	93,1	0,63	13,53	166,57	1,13
СП-6									
Конвекційний обігрівач	2,5	13,3	0,09	4	53,2	0,36	2,17	2,44	0,02
Конвекційний обігрівач	2,5	13,3	0,09	4,5	59,85	0,405	4,33	10,96	0,07
Конвекційний обігрівач	2,5	13,3	0,09	2,5	33,25	0,225	2,17	1,52	0,01
Конвекційний обігрівач	2,5	13,3	0,09	1,5	19,95	0,135	2,17	0,91	0,01
Конвекційний обігрівач	2,5	13,3	0,09	4	53,2	0,36	2,17	2,44	0,02
Конвекційний обігрівач	2,5	13,3	0,09	8	106,4	0,72	2,17	4,87	0,03
Конвекційний обігрівач	2,5	13,3	0,09	8	106,4	0,72	4,33	19,49	0,13
Конвекційний обігрівач	2,5	13,3	0,09	7	93,1	0,63	2,17	4,26	0,03
Конвекційний обігрівач	2,5	13,3	0,09	7	93,1	0,63	4,33	17,06	0,12
ДЩКУ1	2,5	13,3	0,09	9	119,7	0,81	3,21	12,03	0,08
ДЩКУ1	2,5	13,3	0,09	10	133	0,9	3,21	13,37	0,09
ДЩКУ1	2,5	13,3	0,09	11	146,3	0,99	3,21	14,71	0,10
ДЩКУ1	2,5	13,3	0,09	13	172,9	1,17	3,21	17,38	0,12
							Всього	7749,43	2079,32

4.3. Розрахунок втрат електроенергії в системі освітлення

Втрати потужності в ПРА:

$$\Delta P_{\text{ПРА}} = P_{\text{уст}} \cdot K_c \cdot (K_{\text{пра}} - 1) = 0,8 \cdot 0,8(1,12 - 1) = 0,0768 \text{ кВт.}$$

Втрати електроенергії в ПРА:

$$\Delta W_{\text{ПРА}} = \sum \Delta P_{\text{ПРА}} \cdot T_{\text{ос}} = 0,0768 \cdot 4000 = 307,2 \text{ кВт}\cdot\text{год.}$$

Розрахунок втрат в системі електропостачання будемо проводити для схеми наведеної на рис. 4.1. Вся освітлювальна електромережа виконана однофазною.

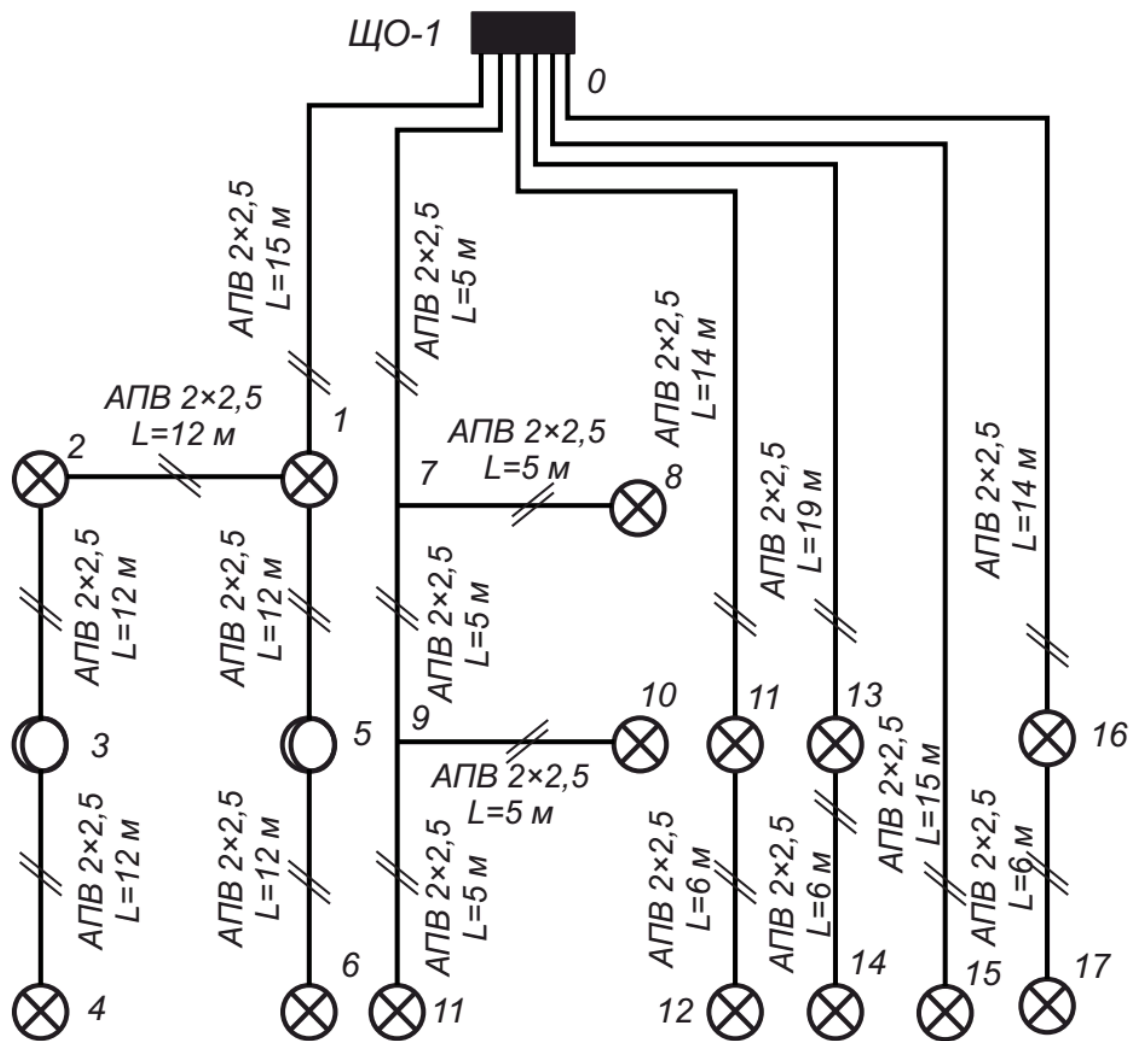


Рис. 4.1. Схема освітлювальної мережі компресорної станції.

Опір ділянки 0-1 АПВ 2x2,5

$$R_{0-1} = r_0 l = 13,3 \cdot 15 = 199,5 \text{ мОм}, X_{0-1} = x_0 l = 0,33 \cdot 15 = 4,95 \text{ мОм.}$$

Розрахунок опорів інших ділянок подібний результати розрахунку наведені в табл. 4.6.

Таблиця 4.6. Розрахунок втрат електроенергії в освітлювальній мережі.

КЛ	S, мм ²	r ₀ , МОм/м	x ₀ , МОм/м	L, м	R, МОм	X, МОм	P, Вт	Q, вар	ΔP, Вт	ΔQ, вар
0-1	2,5	13,3	0,33	15	199,5	4,95	2896	1550	29,813	0,740
1-2	2,5	13,3	0,33	12	159,6	3,96	1448	775	5,963	0,148
2-3	2,5	13,3	0,33	12	159,6	3,96	948	775	3,314	0,082
3-4	2,5	13,3	0,33	12	159,6	3,96	500	0	0,553	0,014
1-5	2,5	13,3	0,33	12	159,6	3,96	948	775	3,314	0,082
5-6	2,5	13,3	0,33	12	159,6	3,96	500	0	0,553	0,014
0-7	2,5	13,3	0,33	5	66,5	1,65	1500	0	2,072	0,051
7-8	2,5	13,3	0,33	5	66,5	1,65	500	0	0,230	0,006
7-9	2,5	13,3	0,33	5	66,5	1,65	1000	0	0,921	0,023
9-10	2,5	13,3	0,33	5	66,5	1,65	500	0	0,230	0,006
9-11	2,5	13,3	0,33	5	66,5	1,65	500	0	0,230	0,006
0-11	2,5	13,3	0,33	14	186,2	4,62	1000	0	2,579	0,064
11-12	2,5	13,3	0,33	6	79,8	1,98	500	0	0,276	0,007
0-13	2,5	13,3	0,33	19	252,7	6,27	1000	0	3,500	0,087
13-14	2,5	13,3	0,33	6	79,8	1,98	500	0	0,276	0,007
0-15	2,5	13,3	0,33	15	199,5	4,95	500	0	0,691	0,017
0-16	2,5	13,3	0,33	14	186,2	4,62	1000	0	2,579	0,064
16-17	2,5	13,3	0,33	6	79,8	1,98	500	0	0,276	0,007
Всього									57,372	1,424

Втрати потужності на ділянці 3-4

$$\Delta P = 2 \frac{P^2 + Q^2}{U_H^2} R_{0-1} = 2 \frac{500^2 + 0^2}{380^2} 159,6 \cdot 10^{-3} = 0,553 \text{ Вт},$$

$$\Delta Q = 2 \frac{P^2 + Q^2}{U_H^2} X_{0-1} = 2 \frac{500^2 + 0^2}{380^2} 3,96 \cdot 10^{-3} = 0,014 \text{ вар.}$$

Розрахунок втрат потужності на інших ділянках подібний, результати розрахунку наведені в табл. 4.6.

Втрати електроенергії в освітлювальній мережі за рік

$$\Delta W_{\text{OM}} = \sum \Delta P \cdot T_{\text{oc}} = 57,372 \cdot 4000 = 229,5 \text{ кВт} \cdot \text{год},$$

$$\Delta V_{\text{OM}} = \sum \Delta Q \cdot T_{\text{oc}} = 1,424 \cdot 4000 = 5,7 \text{ квар} \cdot \text{год}$$

Загальні втрати електроенергії в системі освітлення за рік:

$$\Delta W = \Delta W_{\text{ПРА}} + \Delta W_{\text{OM}} = 307,2 + 229,5 = 536,7 \text{ кВт} \cdot \text{год}.$$

5. Представлення фактичного балансу електроенергії компресорної станції

Корисно спожита активна електроенергія компресорною станцією

$$W_{\text{кор}} = W_{\text{сп}} - \Delta W_{\text{тр}} = 11073894 - 22739,1 = 11051154,9 \text{ кВт}\cdot\text{год}$$

де $W_{\text{сп}}$ – спожита електроенергія визначена в п. 3.5., $\Delta W_{\text{тр}}$ – втрата електроенергії в трансформаторах.

Розрахуємо річні навантажувальні втрати електроенергії в трансформаторах за даними п. 4.1.:

$$\begin{aligned} \Delta W_{\text{тр.н}} &= \sum_{i=1}^{24} \Delta P_{\text{зр2мр}} \cdot 147 + \sum_{i=1}^{24} \Delta P_{\text{зв2мр}} \cdot 65 + \sum_{i=1}^{24} \Delta P_{\text{лр2мр}} \cdot 105 + \sum_{i=1}^{24} \Delta P_{\text{лв2мр}} \cdot 48 = \\ &= 39,125 \cdot 147 + 0,036 \cdot 65 + 28,268 \cdot 105 + 0,026 \cdot 48 = 8723,1 \text{ кВт}\cdot\text{год.} \end{aligned}$$

Втрата активної електроенергії холостого ходу в трансформаторах

$$\Delta W_{\text{тр.хх}} = \Delta P_{\text{хх}} \cdot T_{\text{вкл}} = 2 \cdot 0,8 \cdot 8760 = 14016 \text{ кВт}\cdot\text{год.}$$

Електроенергія спожита в мережі 0,4 кВ на роботу силового обладнання

$$W_{0,4} = P_{0,4} \cdot T_{\text{м}} = 249,7 \cdot 4327 = 1080451,9 \text{ кВт}\cdot\text{год.}$$

Електроенергія спожита освітлювальними установками

$$W_{\text{ос}} = P_{\text{ос}} \cdot T_{\text{ос}} = 6,32 \cdot 4000 = 25280 \text{ кВт}\cdot\text{год.}$$

Електроенергія спожита в мережі 10 кВ високовольтними двигунами

$$W_{10} = W_{\text{кор}} - W_{0,4} - W_{\text{ос}} = 11051154,9 - 1080451,9 - 25280 = 9945423 \text{ кВт}\cdot\text{год.}$$

Річні втрати активної електроенергії в мережі 0,4 кВ

$$\Delta W_{0,4} = 7749,43 \text{ кВт}\cdot\text{год.}$$

Річні втрати активної електроенергії в мережі 10 кВ

$$\Delta W_{10} = 10940,04 \text{ кВт}\cdot\text{год.}$$

Річні втрати активної електроенергії в освітлювальній мережі

$$\Delta W_{\text{ос}} = 220,9 \text{ кВт}\cdot\text{год.}$$

Річні втрати активної електроенергії в ПРА

$$\Delta W_{\text{пра}} = 307,2 \text{ кВт}\cdot\text{год.}$$

Колова діаграма споживання активної електроенергії наведена на рис. 5.1.

Структура втрат активної електроенергії наведена на рис. 5.2.

Фактичний баланс реактивної електроенергії

Електроенергія спожита в мережі 0,4 кВ на роботу силового обладнання

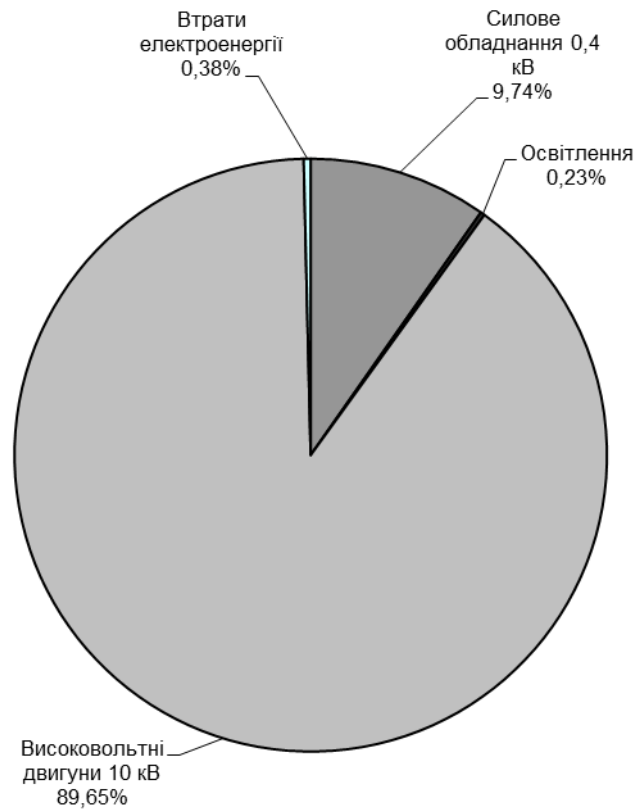


Рис. 5.1. Структура витрат активної електроенергії на компресорній станції.

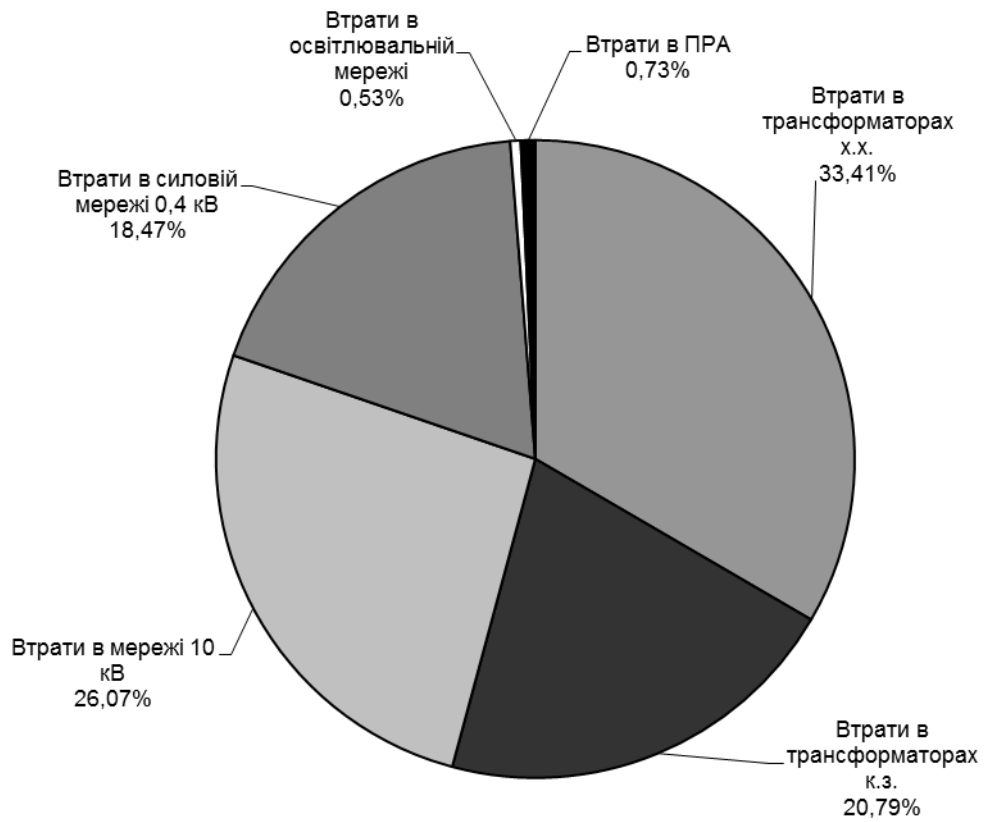


Рис. 5.2. Структура витрат активної електроенергії.

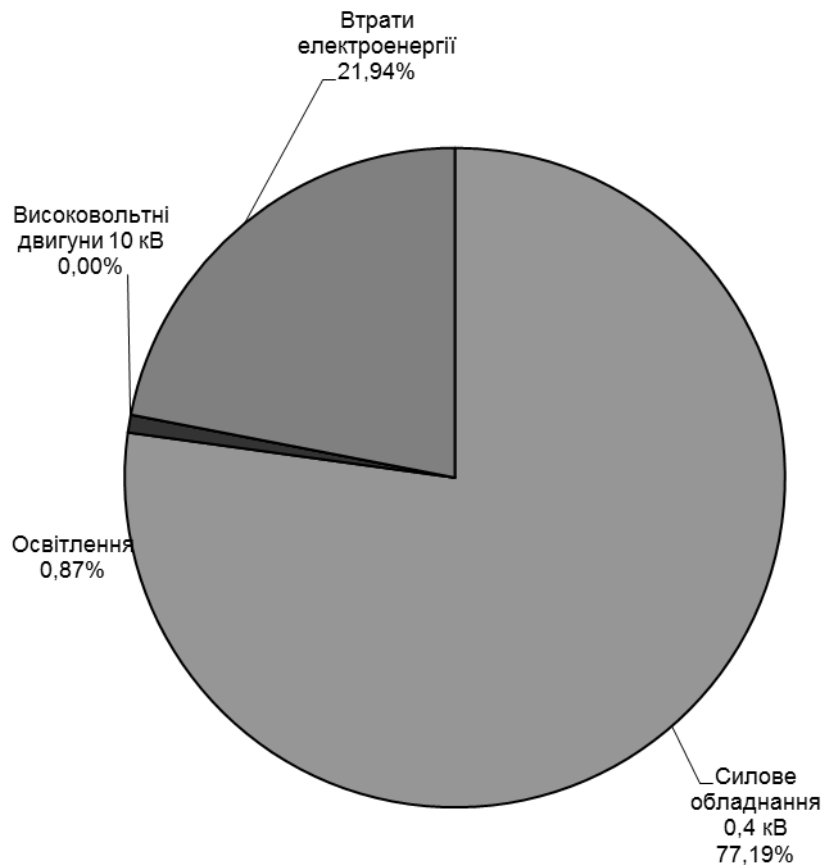


Рис. 5.3. Структура витрат реактивної електроенергії на компресорній станції.

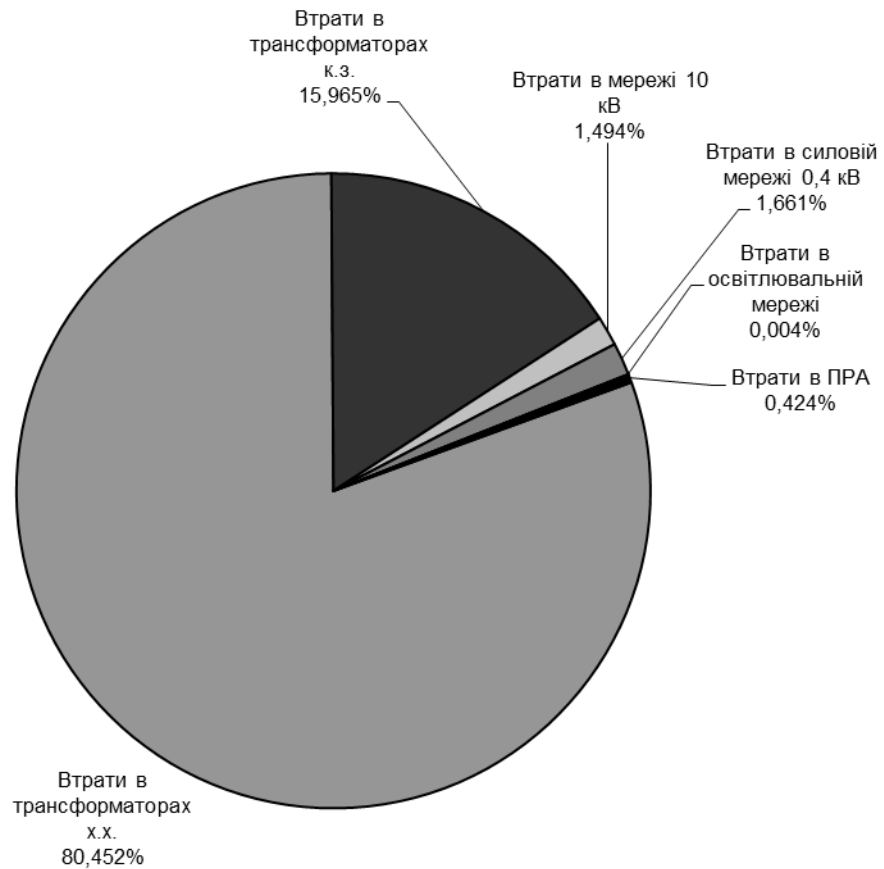


Рис. 5.4. Структура втрат реактивної електроенергії.

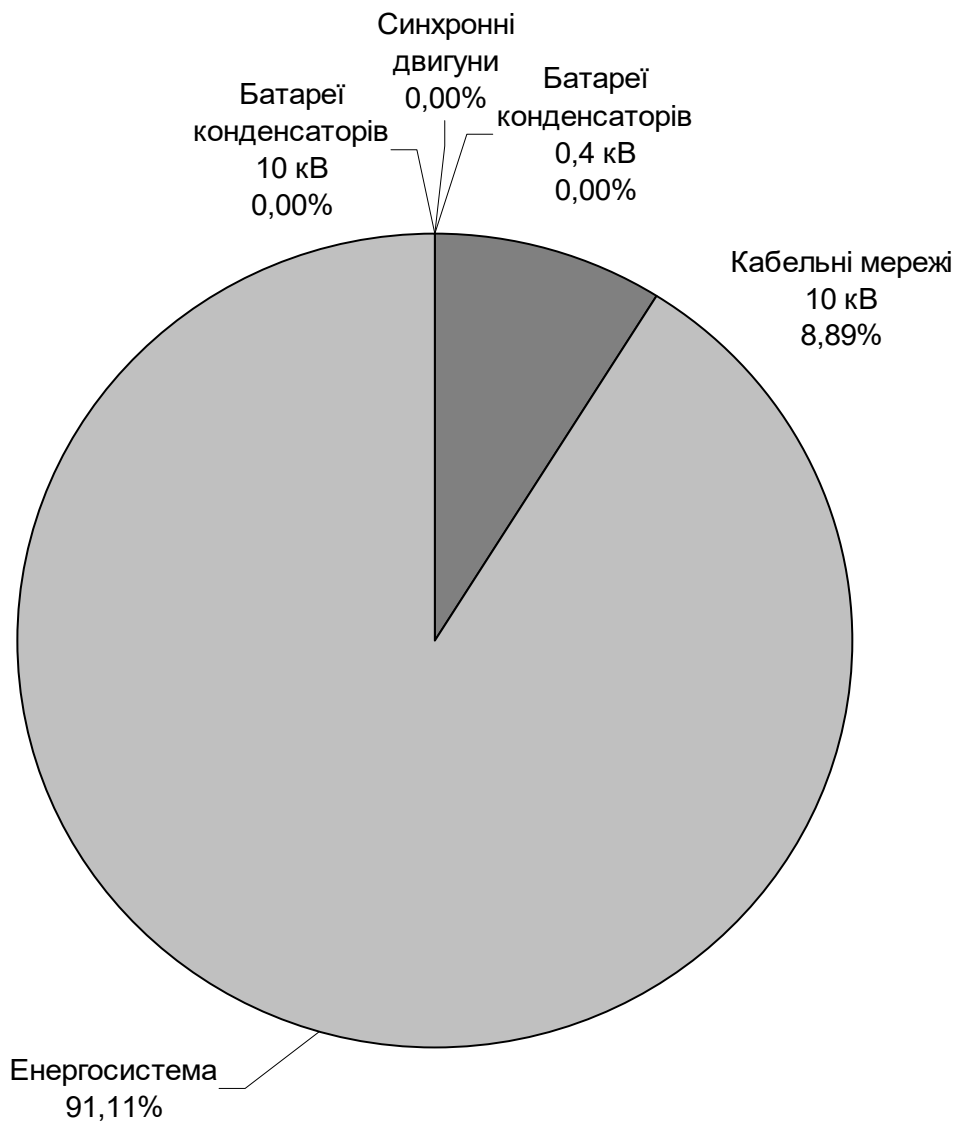


Рис. 5.5. Структура джерел реактивної електроенергії.

$$K_3 = \sqrt{\Delta P'_x / \Delta P'_k} = \sqrt{1,22 / 4,0375} = 0,55.$$

Визначимо приведені значення активних втрат:

$$\Delta P'_{xx} = \Delta P_{xx} + K_{mn} \cdot Q_{xx} = 1,05 + 0,03 \cdot 5,75 = 1,22 \text{ кВт},$$

$$\Delta P'_{кз} = \Delta P_{кз} + K_{mn} \cdot Q_{кз} = 3,7 + 0,03 \cdot 11,25 = 4,0375 \text{ кВт},$$

$$\Delta Q_{xx} = \frac{I_{xx}}{100} S_H = \frac{2,3}{100} 250 = 5,75 \text{ квар}, \quad \Delta Q_{кз} = \frac{U_{кз}}{100} S_H = \frac{4,5}{100} 250 = 11,25 \text{ квар}.$$

– для ТМ-160.

$$K_3 = \sqrt{\Delta P'_x / \Delta P'_k} = \sqrt{0,6552 / 2,866} = 0,48.$$

Визначимо приведені значення активних втрат:

$$\Delta P'_{xx} = \Delta P_{xx} + K_{mn} \cdot Q_{xx} = 0,54 + 0,03 \cdot 3,84 = 0,6552 \text{ кВт},$$

$$\Delta P'_{кз} = \Delta P_{кз} + K_{mn} \cdot Q_{кз} = 2,65 + 0,03 \cdot 7,2 = 2,866 \text{ кВт},$$

$$\Delta Q_{xx} = \frac{I_{xx}}{100} S_H = \frac{2,4}{100} 160 = 3,84 \text{ квар}, \quad \Delta Q_{кз} = \frac{U_{кз}}{100} S_H = \frac{4,5}{100} 160 = 7,2 \text{ квар}.$$

Отже, найбільш близьким фактичним коефіцієнтом завантаження трансформатора до оптимального є у трансформатора ТМ-250 (працюють два трансформатори). Остаточню прийняти якийсь варіант можливо лише на основі розрахунку втрат електроенергії в трансформаторах, а варіант зменшення потужності трансформатора до 160 кВА на основі техніко-економічного розрахунку.

Розрахуємо втрати в трансформаторах для різних варіантів. Розрахунок проведено з урахуванням роботи компенсуючих пристроїв. Результати наведені в табл. 6.1.

Розрахуємо річну втрату електроенергії по варіантах:

– працюють два трансформатори ТМ-250

$$\begin{aligned} \Delta W_{2mp} &= \sum_{i=1}^{24} \Delta P_{зр2mp} \cdot 147 + \sum_{i=1}^{24} \Delta P_{зв2mp} \cdot 65 + \sum_{i=1}^{24} \Delta P_{лр2mp} \cdot 105 + \sum_{i=1}^{24} \Delta P_{лв2mp} \cdot 48 = \\ &= 89,55 \cdot 147 + 58,59 \cdot 65 + 80,98 \cdot 105 + 58,58 \cdot 48 = 28287,26 \text{ кВт} \cdot \text{год}, \end{aligned}$$

Таблиця 6.1. Розрахунок втрат електроенергії в трансформаторах компресорної станції

Години	Зимова робоча доба						Зимова вихідна доба							
	Р, кВт	Q, квар	Q _{ку} , квар	S, кВА	ΔP _{2гр} , кВт	ΔP _{1гр} , кВт	ΔP ₁₆₀ , кВт	Р, кВт	Q, квар	Q _{ку} , квар	S, кВА	ΔP _{2гр} , кВт	ΔP _{1гр} , кВт	ΔP ₁₆₀ , кВт
1	107,00	38,68	37,5	107,01	2,81	1,96	1,95	3,85	5,09	0	6,38	2,44	1,22	1,31
2	109,14	39,70	37,5	109,16	2,82	1,99	1,98	3,85	5,09	0	6,38	2,44	1,22	1,31
3	111,28	32,58	25,0	111,54	2,84	2,02	2,01	3,85	5,09	0	6,38	2,44	1,22	1,31
4	111,28	32,58	25,0	111,54	2,84	2,02	2,01	3,85	5,09	0	6,38	2,44	1,22	1,31
5	115,56	36,65	25,0	116,15	2,88	2,09	2,07	3,85	5,09	0	6,38	2,44	1,22	1,31
6	115,56	41,74	37,5	115,64	2,87	2,08	2,06	3,85	5,09	0	6,38	2,44	1,22	1,31
7	109,14	36,65	25,0	109,76	2,83	2,00	1,98	3,85	5,09	0	6,38	2,44	1,22	1,31
8	109,14	58,03	50,0	109,43	2,83	1,99	1,98	3,21	4,07	0	5,19	2,44	1,22	1,31
9	171,20	94,67	87,5	171,35	3,39	3,12	2,95	3,21	4,07	0	5,19	2,44	1,22	1,31
10	214,00	101,80	100,0	214,01	3,92	4,18	3,87	3,21	4,07	0	5,19	2,44	1,22	1,31
11	214,00	96,71	87,5	214,20	3,92	4,18	3,88	3,21	4,07	0	5,19	2,44	1,22	1,31
12	203,30	85,51	75,0	203,57	3,78	3,90	3,63	3,21	4,07	0	5,19	2,44	1,22	1,31
13	199,02	94,67	87,5	199,15	3,72	3,78	3,53	3,21	4,07	0	5,19	2,44	1,22	1,31
14	214,00	101,80	100,0	214,01	3,92	4,18	3,87	3,21	4,07	0	5,19	2,44	1,22	1,31
15	214,00	101,80	100,0	214,01	3,92	4,18	3,87	3,21	4,07	0	5,19	2,44	1,22	1,31
16	203,30	83,48	75,0	203,48	3,78	3,89	3,63	3,21	4,07	0	5,19	2,44	1,22	1,31
17	205,44	83,48	75,0	205,61	3,81	3,95	3,68	3,21	4,07	0	5,19	2,44	1,22	1,31
18	173,34	80,42	75,0	173,42	3,41	3,16	2,99	3,85	5,09	0	6,38	2,44	1,22	1,31
19	173,34	78,39	75,0	173,37	3,41	3,16	2,99	3,85	5,09	0	6,38	2,44	1,22	1,31
20	179,76	71,26	62,5	179,97	3,49	3,31	3,12	3,85	5,09	0	6,38	2,44	1,22	1,31
21	179,76	72,28	62,5	180,03	3,49	3,31	3,12	3,85	5,09	0	6,38	2,44	1,22	1,31
22	175,48	72,28	62,5	175,75	3,44	3,22	3,04	3,85	5,09	0	6,38	2,44	1,22	1,31
23	156,22	58,03	50,0	156,43	3,23	2,80	2,68	3,85	5,09	0	6,38	2,44	1,22	1,31
24	117,70	40,72	37,5	117,74	2,89	2,12	2,09	3,85	5,09	0	6,38	2,44	1,22	1,31
			Всього, кВт·год	80,22	72,61	68,99				Всього, кВт·год	58,59	29,33	31,50	

Продовження табл. 6.1.

Години	Літня робоча доба						Літня вихідна доба							
	Р, кВт	Q, квар	Q _{ку} , квар	S, кВА	ΔP _{2гр} , кВт	ΔP _{1гр} , кВт	ΔP ₁₆₀ , кВт	Р, кВт	Q, квар	Q _{ку} , квар	S, кВА	ΔP _{2гр} , кВт	ΔP _{1гр} , кВт	ΔP ₁₆₀ , кВт
1	90,95	32,88	25,0	91,29	2,71	1,76	1,78	3,27	4,33	0	5,43	2,44	1,22	1,31
2	92,77	33,75	25,0	93,18	2,72	1,78	1,80	3,27	4,33	0	5,43	2,44	1,22	1,31
3	94,59	27,69	25,0	94,63	2,73	1,80	1,81	3,27	4,33	0	5,43	2,44	1,22	1,31
4	94,59	27,69	25,0	94,63	2,73	1,80	1,81	3,27	4,33	0	5,43	2,44	1,22	1,31
5	98,23	31,15	25,0	98,42	2,75	1,85	1,85	3,27	4,33	0	5,43	2,44	1,22	1,31
6	98,23	35,48	25,0	98,78	2,76	1,85	1,86	3,27	4,33	0	5,43	2,44	1,22	1,31
7	92,77	31,15	25,0	92,97	2,72	1,78	1,79	3,27	4,33	0	5,43	2,44	1,22	1,31
8	92,77	49,32	37,5	93,52	2,72	1,78	1,80	2,73	3,46	0	4,41	2,44	1,22	1,31
9	145,52	80,47	75,0	145,62	3,12	2,59	2,50	2,73	3,46	0	4,41	2,44	1,22	1,31
10	181,90	86,53	87,5	181,90	3,51	3,36	3,16	2,73	3,46	0	4,41	2,44	1,22	1,31
11	181,90	82,20	75,0	182,04	3,51	3,36	3,17	2,73	3,46	0	4,41	2,44	1,22	1,31
12	172,81	72,69	62,5	173,10	3,41	3,16	2,99	2,73	3,46	0	4,41	2,44	1,22	1,31
13	169,17	80,47	75,0	169,26	3,37	3,07	2,91	2,73	3,46	0	4,41	2,44	1,22	1,31
14	181,90	86,53	75,0	182,27	3,51	3,37	3,17	2,73	3,46	0	4,41	2,44	1,22	1,31
15	181,90	86,53	75,0	182,27	3,51	3,37	3,17	2,73	3,46	0	4,41	2,44	1,22	1,31
16	172,81	70,95	62,5	173,01	3,41	3,15	2,99	2,73	3,46	0	4,41	2,44	1,22	1,31
17	174,62	70,95	62,5	174,83	3,43	3,19	3,02	2,73	3,46	0	4,41	2,44	1,22	1,31
18	147,34	68,36	62,5	147,46	3,14	2,62	2,53	3,27	4,33	0	5,43	2,44	1,22	1,31
19	147,34	66,63	62,5	147,40	3,14	2,62	2,53	3,27	4,33	0	5,43	2,44	1,22	1,31
20	152,80	60,57	50,0	153,16	3,20	2,74	2,62	3,27	4,33	0	5,43	2,44	1,22	1,31
21	152,80	61,44	50,0	153,22	3,20	2,74	2,62	3,27	4,33	0	5,43	2,44	1,22	1,31
22	149,16	61,44	50,0	149,60	3,16	2,67	2,56	3,27	4,33	0	5,43	2,44	1,22	1,31
23	132,79	49,32	37,5	133,31	3,01	2,37	2,31	3,27	4,33	0	5,43	2,44	1,22	1,31
24	100,05	34,61	25,0	100,51	2,77	1,87	1,88	3,27	4,33	0	5,43	2,44	1,22	1,31
			Всього, кВт·год	74,24	60,64	58,62				Всього, кВт·год	58,58	29,32	31,48	

7. Розробка заходів економії електроенергії в освітлювальних установках компресорної станції

Результати енергоаудиту системи освітлення наведені в табл. 7.1.

Таблиця 7.1. Результати енергетичного аудиту системи освітлення компресорної станції

Найменування приміщення	Тип лампи	$E_{\text{норм, ЛК}}$	$E_{\text{рознр, ЛК}}$	$\Delta E, \%$
Машинний зал	ДРЛ, розжарення	75	95	127
Ремонтне відділення	розжарення	150	118	79
Роздягальня	розжарення	150	589	393
Кабінет майстра	розжарення	150	236	157
Приміщення ТП	розжарення	75	236	315
Приміщення ЦРП	розжарення	75	141	188
Коридор	розжарення	150	118	79
Диспетчерська	розжарення	150	196	131

За результатами проведеного енергетичного аудиту (табл. 7.1.) слід зазначити наступне:

- у всіх приміщення застосовується лампи розжарення, що є неефективними джерелами світла;
- в більшості приміщень спостерігається перевищення значення освітленості над нормативним значенням від 1,27 до 3,93 рази, що призводить до значної перевитрати електроенергії.

В якості енергозберігаючих заходів запропоновано модернізувати систему освітлення для цього необхідно:

- замінити лампи розжарення на лампи ДРЛ та люмінесцентні;
- зменшити висоту підвісу світильників, що призведе до збільшення індексу приміщення і як наслідок підвищення коефіцієнту використання світлового потоку;
- використання люмінесцентних ламп та ламп ДРЛ призведе до збільшення нормативного значення освітленості в порівнянні з нормативними

						Арк.
						41

відводиться від газу через стінки циліндрів, хоча принципово подібна утилізація можлива і припустима в границях умови $t_{1n} \leq (t_1 - 5^\circ\text{C})$.

Послідовність розрахунку режимних параметрів теплоутилізатора для цілей опалювальних водяних систем в табл. 8.2.

Таблиця 8.2. Розрахунок режимних параметрів системи теплоутилізатора для опалення

Параметр	Рівняння	Од.	Примітка	Значення
1	2	3	4	5
Щільність газу за умовами усмоктування в 1-у ступінь	$\rho_1 = \frac{p_1}{RT_1}$	кг/м ³	$R = 287 \text{ Дж/кг}\cdot\text{К}$ $T_1 = 312,05 \text{ К}$	1,1164
Масова витрата газу	$m_2 = \rho_1 \cdot V_1$	кг/с	$V_1 = 1,6667 \text{ м}^3/\text{с}$	1,861
Температура газу після теплоутилізатора	$t_{2^*} = t_{4^*} = t_{2n} + 10^\circ\text{C}$	°C		95
Тепловий потік, що відводиться в ТУМ	$Q_{2-2^*} = m_2 \cdot c_{p\ 2-2^*} (t_2 - t_{2^*})$	кВт	$c_{p\ 2-2^*}$ – середня теплоємність газу в діапазоні $t_2 - t_{2^*}$	66,05
Тепловий потік, що відводиться в ТУК	$Q_{4-4^*} = m_2 \cdot c_{p\ 4-4^*} (t_4 - t_{4^*})$	кВт	$c_{p\ 4-4^*}$ – середня теплоємність газу в діапазоні $t_4 - t_{4^*}$	0
Загальна теплопродуктивність	$Q_m = Q_{2-2^*} + Q_{4-4^*}$	кВт		66,05
Тепловий потік, що відводиться в ТД1	$Q_{ГД1} = m_2 \cdot c_{p\ 2^*-3} (t_{2^*} - t_3)$	кВт	$c_{p\ 2^*-3}$ – середня теплоємність газу в діапазоні $t_{2^*} - t_3$	88,69
Тепловий потік, що відводиться в ТД2	$Q_{ГД2} = m_2 \cdot c_{p\ 4^*-5} (t_{4^*} - t_5)$	кВт	$c_{p\ 4^*-5}$ – середня теплоємність газу в діапазоні $t_{4^*} - t_5$	0
Масова витрата середовища споживача для опалення	$G_n = \frac{0,95 \cdot Q_m}{c_n (t_{2n} - t_{1n})}$	кг/с	c_n – середня теплоємність середовища споживача (води) у діапазоні $t_{2n} - t_{1n}$	0,74878

1	2	3	4	5
Об'ємна витрата середовища споживача	$V_n = G_n / \rho_n$	м ³ /с	ρ_n – щільність середовища споживача при t_{2n}	0,000765
Середня різниця температур для ТУМ	$\Delta \bar{t}_{ТУМ} = \frac{(t_2 - t_{2n}) - (t_{2*} - t_{1n})}{\ln \frac{t_2 - t_{2n}}{t_{2*} - t_{1n}}}$	°С		36,99
Середня різниця температур для ТУК	$\Delta \bar{t}_{ТУК} = \frac{(t_4 - t_{2n}) - (t_{4*} - t_{1n})}{\ln \frac{t_4 - t_{2n}}{t_{4*} - t_{1n}}}$	°С		0
Поверхня теплопередачі ТУМ	$F_{ТУМ} = Q_{2-2*} / (k \cdot \Delta \bar{t}_{ТУМ})$	м ²	$k = 3...4 \frac{\text{кВт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$	0,595
Поверхня теплопередачі ТУК	$F_{ТУК} = Q_{4-4*} / (k \cdot \Delta \bar{t}_{ТУК})$	м ²		0
Середня різниця температур для ТД1	$\Delta \bar{t}_{ТД1} = \frac{(t_{2*} - t_{2e}) - (t_3 - t_{1e})}{\ln \frac{t_{2*} - t_{2e}}{t_3 - t_{1e}}}$	°С		34,88
Поверхня теплопередачі ТД1	$F_{ТД1} = Q_{ТД1} / (k \cdot \Delta \bar{t}_{ТД1})$	м ²		0,848

Захід №3. Встановлення нових більш ефективних компресорних установок.

Встановлені компресорні установки типу 4ВМ10-100/8 питома фактична витрата електроенергії складає 105,4 кВт·год/тис.м³.

Запропоновано замінити старі поршневі компресори на нові турбокомпресори типу ТА3000 з питомою витратою електроенергії 88,3 кВт·год/тис.м³. Капітальні витрати на установку нового компресора з урахуванням транспортних витрат і монтажних робіт з даних фірми-постачальника складають 200000 USD.

Таблиця 9.1. Розрахунок освітлювального навантаження компресорної станції з урахуванням запропонованих заходів енергозбереження.

Найменування приміщення	L, м	B, м	N _{св}	h, м	i	η	E _{лс} , лк	K _{зап}	Φ _р , лм	Тип лампи	P _л , кВт	Φ _{лс} , лм	ΔФ, %	E _р , лк	K _с	P _р , кВт	Q _р , квар	Sp, кВА
Машинний зал	30	12	6	6,2	1,382	0,69	150	1,1	16500	ДРЛ-400	0,4	19000	13	173	0,8	2,15	3,72	4,3
Ремонтне відділення	6	5	1	2,7	1,010	0,65	200	1,5	15923	ДРЛ-400	0,4	19000	16	239	0,8	0,36	0,62	0,7
Роздягальня	3	2	1	2,0	0,600	0,31	300	1,5	10016	2×ЛБ80	0,16	10440	4	313	0,8	0,13	0,00	0,1
Кабінет майстра	3	5	2	2,0	0,938	0,43	300	1,5	9026	2×ЛХБ80	0,16	10440	14	347	0,8	0,26	0,00	0,3
Приміщення ТП	3	10	2	2,7	0,855	0,6	100	1,5	4313	ДРЛ-125	0,125	5600	23	130	0,5	0,14	0,24	0,3
Приміщення ЦРП	5	10	3	2,7	1,235	0,68	100	1,5	4228	ДРЛ-125	0,125	5600	25	132	0,5	0,21	0,36	0,4
Коридор	3	10	1	2,0	1,154	0,47	75	1,5	8258	2×ЛХБ80	0,16	8880	7	81	0,8	0,13	0,00	0,1
Диспечерська	3	12	3	2,0	1,200	0,47	300	1,5	13213	2×ЛХБ150	0,3	16000	17	363	0,8	0,73	0,00	0,7
Всього																4,12	4,95	6,43

Таблиця 9.2. Розрахунок електричних навантажень в мережі до 1000 В компресорної станції з урахуванням запропонованих заходів енергозбереження.

№ п/п	Найменування обладнання	п	Рн, кВт		Ки	Cos	tg	Середньозмінне		n _э	К _м	Розрахункове навантаження			
			Одного	Сумарна				Р _{ср} , кВт	Q _{ср} , кВАр			Рр, кВт	Qр, кВАр	Sp, кВА	Ip, А
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	СП-1														
2	Осушувач повітря	1	20	20,0	0,8	0,95	0,33	16,0	5,3						
3	Насос конденсау	1	4	4,0	0,8	0,8	0,75	3,2	2,4						
4	ЩКУ	1	5	5,0	0,8	0,9	0,48	4,0	1,9						
5	Маслонасос	1	7,5	7,5	0,9	0,8	0,75	6,8	5,1						
6	Система збудження ДС	1	26	26,0	0,9	0,95	0,33	23,4	7,7						
В1	Вентилятор	1	7,5	7,5	0,9	0,8	0,75	6,8	5,1						
	Всього по СП-1	6	4,0-26	70	0,86	0,91	0,46	60,1	27,4	5	1,12	67,3	30,2	73,8	106,5
	СП-2														
7	Маслонасос	1	7,5	7,5	0,9	0,8	0,75	6,8	5,1						
8	ЩКУ	1	5	5,0	0,8	0,9	0,48	4,0	1,9						
9	Система збудження ДС	1	26	26,0	0,9	0,95	0,33	23,4	7,7						
1	Кран	1	4,6	4,6	0,05	0,6	1,33	0,2	0,3						
В2	Вентилятор	1	7,5	7,5	0,9	0,8	0,75	6,8	5,1						
	Всього по СП-2	5	4,6-26	50,6	0,81	0,90	0,49	41,1	20,1	4	1,14	46,9	22,1	51,8	74,8
	СП-3														
10	Маслонасос	1	7,5	7,5	0,9	0,8	0,75	6,8	5,1						
11	ЩКУ	1	5	5,0	0,8	0,9	0,48	4,0	1,9						
12	Система збудження ДС	1	26	26,0	0,9	0,95	0,33	23,4	7,7						
В3	Вентилятор	1	7,5	7,5	0,9	0,8	0,75	6,8	5,1						
	Всього по СП-3	4	5,0-26	46	0,89	0,90	0,48	40,90	19,75	4	1,12	45,8	21,7	50,7	73,2
	СП-4														
13	Маслонасос	1	7,5	7,5	0,9	0,8	0,75	6,8	5,1						
14	ЩКУ	1	5	5,0	0,8	0,9	0,48	4,0	1,9						
15	Система збудження ДС	1	26	26,0	0,9	0,95	0,33	23,4	7,7						
В4	Вентилятор	1	7,5	7,5	0,9	0,8	0,75	6,8	5,1						
	Всього по СП-4	4	5,0-26	46,0	0,89	0,90	0,48	40,9	19,8	4	1,12	45,8	21,7	50,7	73,2

Продовження таблиці 9.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
	СП-5														
17	Токарно-винторізний	1	7,5	7,5	0,1	0,5	1,73	0,8	1,3						
18	Заточувальний	1	2,2	2,2	0,1	0,5	1,73	0,2	0,4						
19	Вертикально-свердильний	1	3	3,0	0,1	0,5	1,73	0,3	0,5						
20	Зварювальний апарат	1	12,3	12,3	0,15	0,5	1,73	1,8	3,2						
21	Вертикально-фрезерний	1	7,5	7,5	0,1	0,5	1,73	0,8	1,3						
B5	Вентилятор	1	7,5	7,5	0,9	0,8	0,75	6,8	5,1						
	Всього по СП-5	6	2,2-12,3	40,0	0,27	0,67	1,11	10,6	11,8	6	1,9	20,2	12,9	24,0	34,6
	СП-6														
31-34	ДЩКУ	4	2	8,0	0,8	0,9	0,48	6,4	3,1						
	Всього по СП-6	4	2,0	8,0	0,80	0,90	0,48	6,4	3,1	4	1,14	7,3	3,4	8,1	11,6
	Всього	29	1,5-26	260,6	0,77	0,89	0,51	200,0	101,8	20	1,07	214,0	101,8	237,0	342,1

Таблиця 9.3. Розрахунок електричних навантажень в мережі вище 1000 В компресорної станції з урахуванням запропонованих заходів енергозбереження.

№ п/п	Найменування обладнання	n	P _н , кВт		Ки	Cos	tg	Середнє		Км	Розрахункове			
			Одного	Сумарна				P _{ср} , кВт	Q _{ср} , квар		н _с	P _р , кВт	Q _р , квар	S _р , кВА
	СП-1	6	4,0-26	70	0,86	0,91	0,46	60,1	27,4	5,4	1,12	67,31	30,15	73,76
	СП-2	5	4,6-26	50,6	0,81	0,9	0,49	41,1	20,1	3,9	1,14	46,89	22,07	51,82
	СП-3	4	5,0-26	46	0,89	0,9	0,48	40,9	19,8	3,5	1,12	45,81	21,73	50,70
	СП-4	4	5,0-26	46	0,89	0,9	0,48	40,9	19,8	3,5	1,12	45,81	21,73	50,70
	СП-5	6	2,2-12,3	40	0,27	0,67	1,11	10,6	11,8	6	1,9	20,17	12,93	23,96
	СП-6	4	2,0	8	0,8	0,9	0,48	6,4	3,1	4	1,14	7,30	3,41	8,05
	Всього силова	29	1,5-26	260,6	0,77	0,89	0,51	200,0	101,8	20	1,07	214,0	101,8	237,0
	Освітлення компресорної											4,12	4,95	6,4
	Всього по ТП											218,16	106,78	242,9
	КП 0,4 кВ												100	
	Всього по ТП з КП											218,16	6,78	218,3
	Втрати в тр-рах ТП 2×250											3,51	15,79	
	Всього на шинах 10 кВ ТП											221,67	22,57	222,8
	Компресорна СД 10 кВ	4	630	2520	0,8	0,9	0,48	2016	976,4	4	1,14	2298,24	0,0	2298,24
	Всього на шинах 10 кВ											2519,9	22,57	2520,0

1. Активне розрахункове навантаження:

$$P_{\max} := 2519.9 \text{ кВт}$$

2. Реактивне розрахункове навантаження:

$$Q_{\max} := 122.57 \text{ квар}$$

$$T_{\text{лето_р}} := 105 \quad T_{\text{лето_в}} := 48$$

$$T_{\text{зима_р}} := 147 \quad T_{\text{зима_в}} := 65$$

$$T_{\Gamma} = 365$$

3. Задання графіка навантаження (в %) для кожної ступені графіка (1 - для активної потужності, 2 - для реактивної потужності):

Робочі дні

	1	2
1	50	38
2	51	39
3	52	32
4	52	32
5	54	36
6	54	41
7	51	36
8	51	57
9	80	93
10	100	100
11	100	95
12	95	84
13	93	93
14	100	100
15	100	100
16	95	82
17	96	82
18	81	79
19	81	77
20	84	70
21	84	71
22	82	71
23	73	57
24	55	40

Вихідні дні

	1	2
1	1.8	5
2	1.8	5
3	1.8	5
4	1.8	5
5	1.8	5
6	1.8	5
7	1.8	5
8	1.5	4
9	1.5	4
10	1.5	4
11	1.5	4
12	1.5	4
13	1.5	4
14	1.5	4
15	1.5	4
16	1.5	4
17	1.5	4
18	1.8	5
19	1.8	5
20	1.8	5
21	1.8	5
22	1.8	5
23	1.8	5
24	1.8	5

4. Обчислення сходинок графіка навантаження:

1. літні робочі дні
2. зимні робочі дні
3. літні вихідні дні
4. зимні вихідні дні

Power_1 =

	1	2	3
1	1071	40	1072
2	1092	41	1093
3	1114	33	1114
4	1114	33	1114
5	1157	38	1157
6	1157	43	1157
7	1092	38	1093
8	1092	59	1094
9	1714	97	1716
10	2142	104	2144
11	2142	99	2144
12	2035	88	2037
13	1992	97	1994
14	2142	104	2144
15	2142	104	2144
16	2035	85	2037
17	2056	85	2058
18	1735	82	1737
19	1735	80	1737
20	1799	73	1801
21	1799	74	1801
22	1756	74	1758
23	1564	59	1565
24	1178	42	...

Power_2 =

	1	2	3
1	1260	47	1261
2	1285	48	1286
3	1310	39	1311
4	1310	39	1311
5	1361	44	1361
6	1361	50	1362
7	1285	44	1286
8	1285	70	1287
9	2016	114	2019
10	2520	123	2523
11	2520	116	2523
12	2394	103	2396
13	2344	114	2346
14	2520	123	2523
15	2520	123	2523
16	2394	101	2396
17	2419	101	2421
18	2041	97	2043
19	2041	94	2043
20	2117	86	2118
21	2117	87	2119
22	2066	87	2068
23	1840	70	1841
24	1386	49	...

Power_3 =

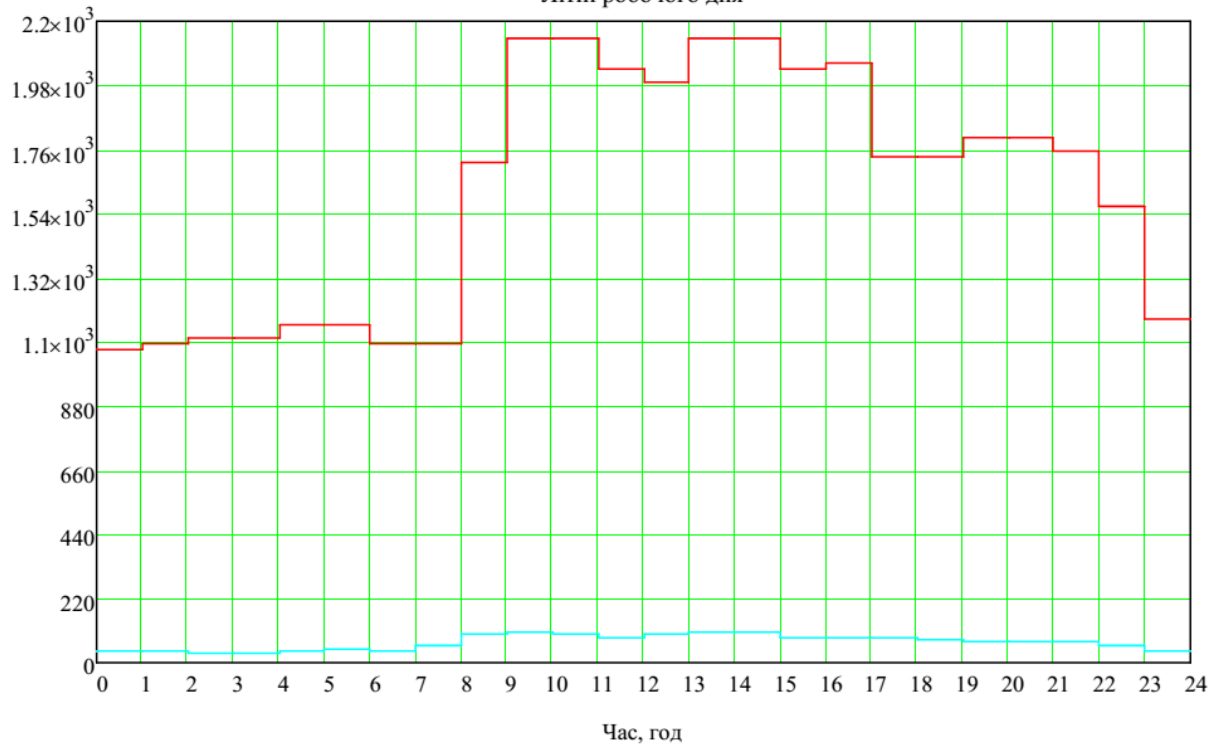
	1	2	3
1	39	5	39
2	39	5	39
3	39	5	39
4	39	5	39
5	39	5	39
6	39	5	39
7	39	5	39
8	32	4	32
9	32	4	32
10	32	4	32
11	32	4	32
12	32	4	32
13	32	4	32
14	32	4	32
15	32	4	32
16	32	4	32
17	32	4	32
18	39	5	39
19	39	5	39
20	39	5	39
21	39	5	39
22	39	5	39
23	39	5	39
24	39	5	...

Power_4 =

	1	2	3
1	45	6	46
2	45	6	46
3	45	6	46
4	45	6	46
5	45	6	46
6	45	6	46
7	45	6	46
8	38	5	38
9	38	5	38
10	38	5	38
11	38	5	38
12	38	5	38
13	38	5	38
14	38	5	38
15	38	5	38
16	38	5	38
17	38	5	38
18	45	6	46
19	45	6	46
20	45	6	46
21	45	6	46
22	45	6	46
23	45	6	46
24	45	6	...

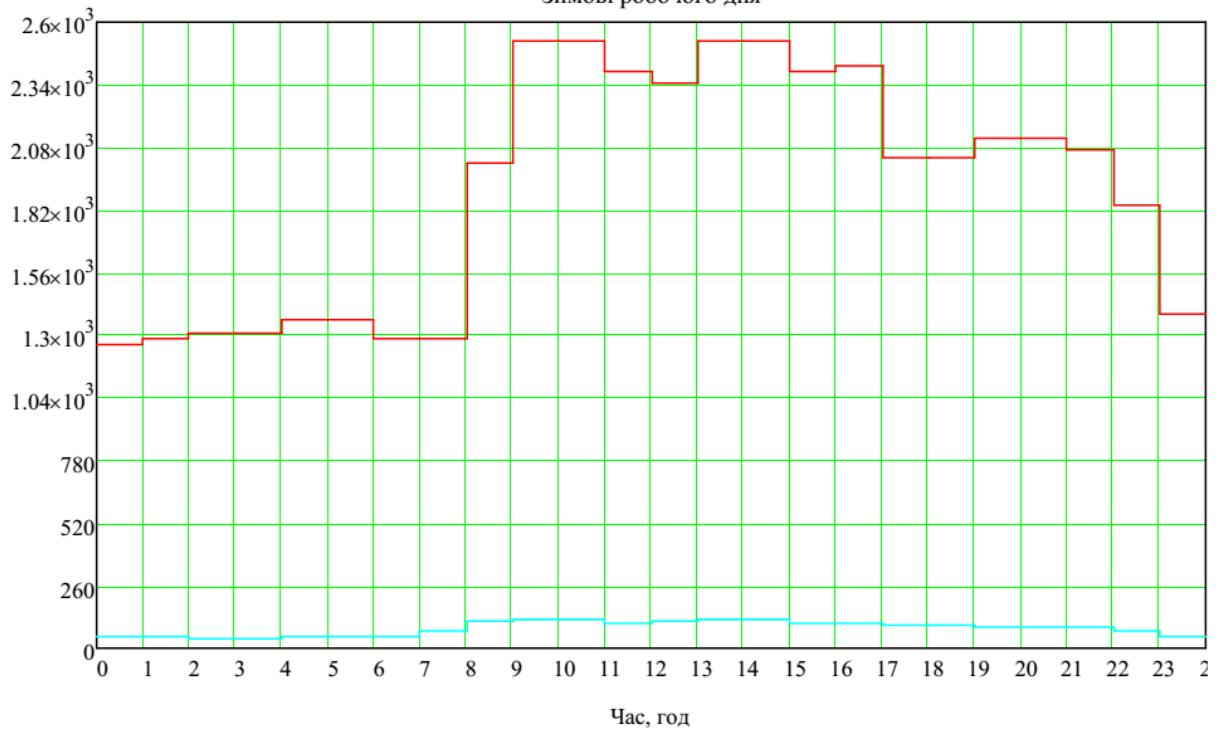
- 1 - активна потужність
- 2 - реактивна потужність
- 3 - повна потужність

Літні робочого дня



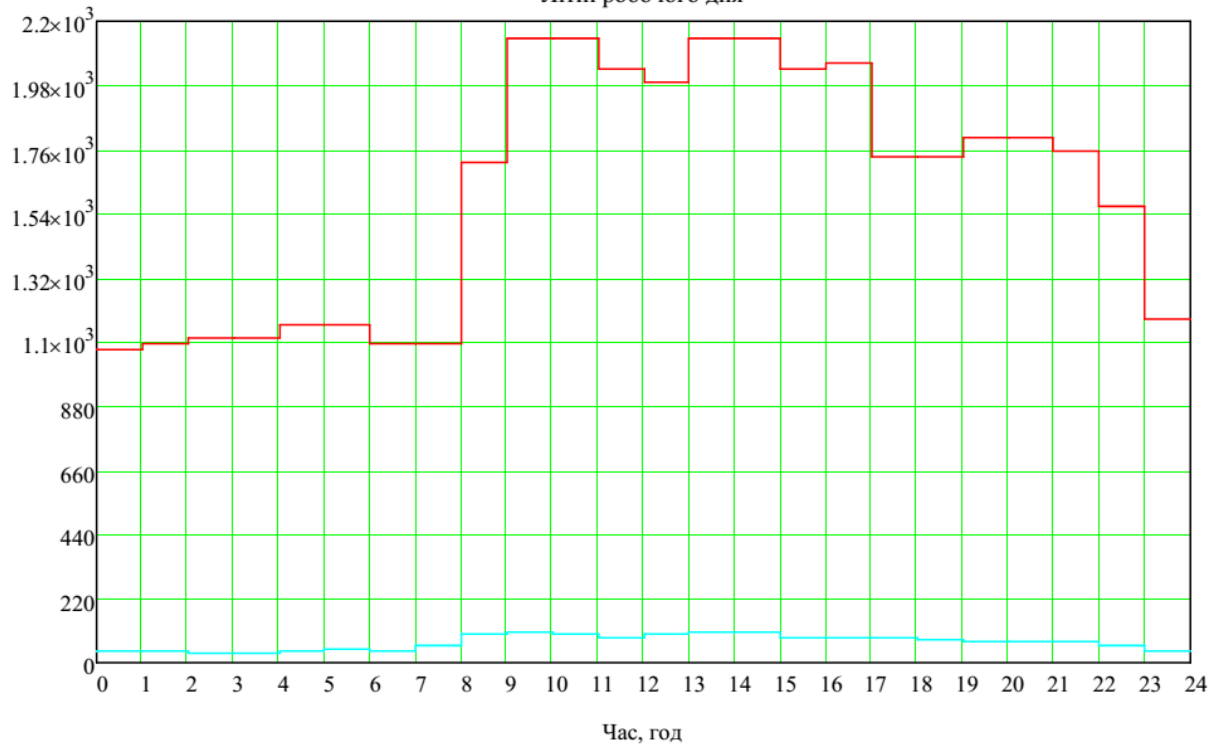
— P
— Q

Зимові робочого дня



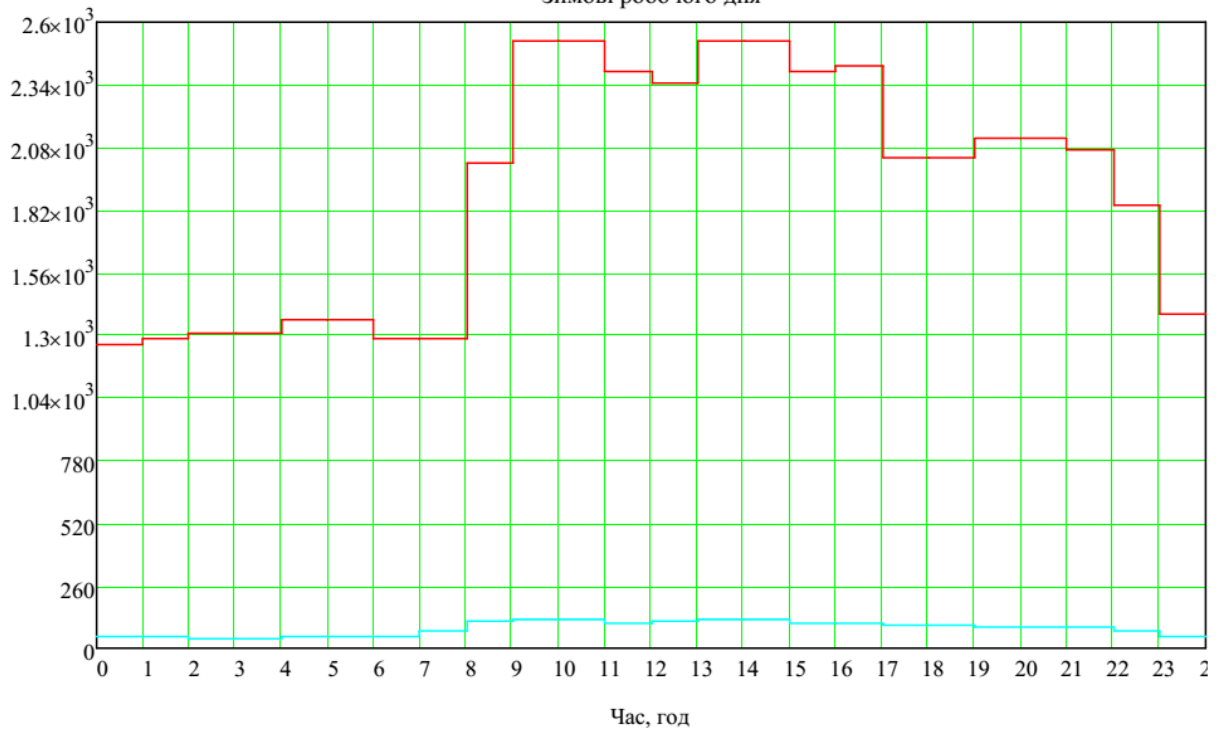
— P
— Q

Літні робочого дня



— P
— Q

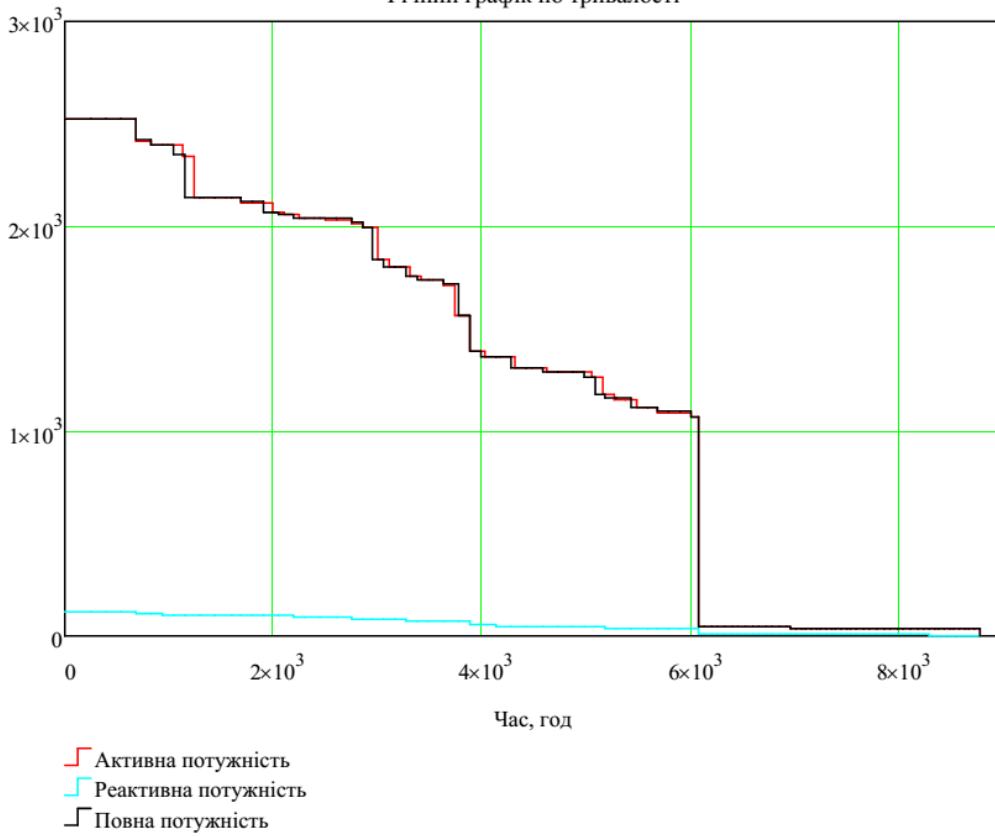
Зимові робочого дня



— P
— Q



Річний графік по тривалості



Споживання активної енергії за літню вихідну добу, кВт·год:

$$W_{\text{лето_в}} = 861$$

Споживання активної енергії за літню робочу добу, кВт·год:

$$W_{\text{лето_р}} = 38854$$

Споживання активної енергії за зимову вихідну добу, кВт·год:

$$W_{\text{зима_в}} = 1013$$

Споживання активної енергії за зимову робочу добу, кВт·год:

$$W_{\text{зима_р}} = 45711$$

Споживання реактивної енергії за літню вихідну добу, квар·год:

$$V_{\text{лето_в}} = 115$$

Споживання реактивної енергії за літню робочу добу, квар·год:

$$V_{\text{лето_р}} = 1672$$

Споживання реактивної енергії за зимову вихідну добу, квар·год:

$$V_{\text{зима_в}} = 135$$

Споживання реактивної енергії за зимову робочу добу, квар·год:

$$V_{\text{зима_р}} = 1967$$

Річне споживання активної енергії, кВт·год:

$$W_{\Gamma} = 10906396$$

Річне споживання реактивної енергії, квар·год:

$$V_{\Gamma} = 479027$$

Кількість годин використання максимуму потужності, год:

$$T_{\text{max}} = 4327$$

Кількість годин використання максимуму активної потужності, год:

$$T_{P\text{max}} = 4328$$

Кількість годин використання максимуму реактивної потужності, год:

$$T_{Q\text{max}} = 3908$$

Річний час максимальних втрат, год:

$$\tau = 3257$$

Таблиця 10.1. Розрахунок сходинок графіка навантаження до розрахунку втрат в трансформаторах

Час, год.	Робоча зимова доба				Вихідна зимова доба				Робоча літня доба				Вихідна літня доба							
	P, %	Q, %	P, кВт	Q, квар	Q _{ку} , квар	Q _{сп} , квар	P, %	Q, %	P, кВт	Q, квар	Q _{ку} , квар	Q _{сп} , квар	P, кВт	Q, квар	Q _{ку} , квар	Q _{сп} , квар				
1	50	38	107,00	38,68	37,5	1,18	1,8	3,85	5,09	0,0	5,09	7,88	90,95	32,88	25,0	7,88	3,27	4,33	0,0	4,33
2	51	39	109,14	39,70	37,5	2,20	1,8	3,85	5,09	0,0	5,09	8,75	92,77	33,75	25,0	8,75	3,27	4,33	0,0	4,33
3	52	32	111,28	32,58	25,0	7,58	1,8	3,85	5,09	0,0	5,09	2,69	94,59	27,69	25,0	2,69	3,27	4,33	0,0	4,33
4	52	32	111,28	32,58	25,0	7,58	1,8	3,85	5,09	0,0	5,09	2,69	94,59	27,69	25,0	2,69	3,27	4,33	0,0	4,33
5	54	36	115,56	36,65	25,0	11,65	1,8	3,85	5,09	0,0	5,09	6,15	98,23	31,15	25,0	6,15	3,27	4,33	0,0	4,33
6	54	41	115,56	41,74	37,5	4,24	1,8	3,85	5,09	0,0	5,09	10,48	98,23	35,48	25,0	10,48	3,27	4,33	0,0	4,33
7	51	36	109,14	36,65	25,0	11,65	1,8	3,85	5,09	0,0	5,09	6,15	92,77	31,15	25,0	6,15	3,27	4,33	0,0	4,33
8	51	57	109,14	58,03	50,0	8,03	1,5	3,21	4,07	0,0	4,07	11,82	92,77	49,32	37,5	11,82	2,73	3,46	0,0	3,46
9	80	93	171,20	94,67	87,5	7,17	1,5	3,21	4,07	0,0	4,07	5,47	145,52	80,47	75,0	5,47	2,73	3,46	0,0	3,46
10	100	100	214,00	101,80	100,0	1,80	1,5	3,21	4,07	0,0	4,07	-0,97	181,90	86,53	87,5	-0,97	2,73	3,46	0,0	3,46
11	100	95	214,00	96,71	87,5	9,21	1,5	3,21	4,07	0,0	4,07	7,20	181,90	82,20	75,0	7,20	2,73	3,46	0,0	3,46
12	95	84	203,30	85,51	75,0	10,51	1,5	3,21	4,07	0,0	4,07	10,19	172,81	72,69	62,5	10,19	2,73	3,46	0,0	3,46
13	93	93	199,02	94,67	87,5	7,17	1,5	3,21	4,07	0,0	4,07	5,47	169,17	80,47	75,0	5,47	2,73	3,46	0,0	3,46
14	100	100	214,00	101,80	100,0	1,80	1,5	3,21	4,07	0,0	4,07	11,53	181,90	86,53	75,0	11,53	2,73	3,46	0,0	3,46
15	100	100	214,00	101,80	100,0	1,80	1,5	3,21	4,07	0,0	4,07	11,53	181,90	86,53	75,0	11,53	2,73	3,46	0,0	3,46
16	95	82	203,30	83,48	75,0	8,48	1,5	3,21	4,07	0,0	4,07	8,45	172,81	70,95	62,5	8,45	2,73	3,46	0,0	3,46
17	96	82	205,44	83,48	75,0	8,48	1,5	3,21	4,07	0,0	4,07	8,45	174,62	70,95	62,5	8,45	2,73	3,46	0,0	3,46
18	81	79	173,34	80,42	75,0	5,42	1,8	3,85	5,09	0,0	5,09	5,86	147,34	68,36	62,5	5,86	3,27	4,33	0,0	4,33
19	81	77	173,34	78,39	75,0	3,39	1,8	3,85	5,09	0,0	5,09	4,13	147,34	66,63	62,5	4,13	3,27	4,33	0,0	4,33
20	84	70	179,76	71,26	62,5	8,76	1,8	3,85	5,09	0,0	5,09	10,57	152,80	60,57	50,0	10,57	3,27	4,33	0,0	4,33
21	84	71	179,76	72,28	62,5	9,78	1,8	3,85	5,09	0,0	5,09	11,44	152,80	61,44	50,0	11,44	3,27	4,33	0,0	4,33
22	82	71	175,48	72,28	62,5	9,78	1,8	3,85	5,09	0,0	5,09	11,44	149,16	61,44	50,0	11,44	3,27	4,33	0,0	4,33
23	73	57	156,22	58,03	50,0	8,03	1,8	3,85	5,09	0,0	5,09	37,5	132,79	49,32	37,5	11,82	3,27	4,33	0,0	4,33
24	55	40	117,70	40,72	37,5	3,22	1,8	3,85	5,09	0,0	5,09	9,61	100,05	34,61	25,0	9,61	3,27	4,33	0,0	4,33
Всього			3881,9	1633,89	1475,0	158,89		86,03	111,98	0,0	111,98	188,81	3299,67	1388,81	1200,0	188,81	73,12	95,18	0,0	95,18

Таблиця 10.2. Розрахунок втрат електроенергії в трансформаторах компресорної станції з урахуванням запропонованих заходів енергозбереження.

Час, год.	Робоча зимова доба						Вихідна зимова доба											
	Навантаження			Навантажувальні втрати в ТП			Сумарні втрати			Навантаження			Навантажувальні втрати в ТП			Сумарні втрати		
	Р, кВт	Q, квар	$\Delta P_{тр,н},$ кВт	$\Delta Q_{тр,н},$ квар	$\Delta P_{тр},$ кВт	$\Delta Q_{тр},$ квар	Р, кВт	Q, квар	$\Delta P_{тр,н},$ кВт	$\Delta Q_{тр,н},$ квар	$\Delta P_{тр},$ кВт	$\Delta Q_{тр},$ квар	Р, кВт	Q, квар	$\Delta P_{тр,н},$ кВт	$\Delta Q_{тр,н},$ квар	$\Delta P_{тр},$ кВт	$\Delta Q_{тр},$ квар
1	107,00	1,18	0,412	0,945	2,012	12,445	3,85	5,09	0,001	0,003	1,601	11,503						
2	109,14	2,20	0,429	0,983	2,029	12,483	3,85	5,09	0,001	0,003	1,601	11,503						
3	111,28	7,58	0,448	1,026	2,048	12,526	3,85	5,09	0,001	0,003	1,601	11,503						
4	111,28	7,58	0,448	1,026	2,048	12,526	3,85	5,09	0,001	0,003	1,601	11,503						
5	115,56	11,65	0,486	1,113	2,086	12,613	3,85	5,09	0,001	0,003	1,601	11,503						
6	115,56	4,24	0,481	1,103	2,081	12,603	3,85	5,09	0,001	0,003	1,601	11,503						
7	109,14	11,65	0,434	0,994	2,034	12,494	3,85	5,09	0,001	0,003	1,601	11,503						
8	109,14	8,03	0,431	0,988	2,031	12,488	3,21	4,07	0,001	0,002	1,601	11,502						
9	171,20	7,17	1,057	2,422	2,657	13,922	3,21	4,07	0,001	0,002	1,601	11,502						
10	214,00	1,80	1,649	3,778	3,249	15,278	3,21	4,07	0,001	0,002	1,601	11,502						
11	214,00	9,21	1,652	3,785	3,252	15,285	3,21	4,07	0,001	0,002	1,601	11,502						
12	203,30	10,51	1,492	3,419	3,092	14,919	3,21	4,07	0,001	0,002	1,601	11,502						
13	199,02	7,17	1,428	3,272	3,028	14,772	3,21	4,07	0,001	0,002	1,601	11,502						
14	214,00	1,80	1,649	3,778	3,249	15,278	3,21	4,07	0,001	0,002	1,601	11,502						
15	214,00	1,80	1,649	3,778	3,249	15,278	3,21	4,07	0,001	0,002	1,601	11,502						
16	203,30	8,48	1,490	3,416	3,090	14,916	3,21	4,07	0,001	0,002	1,601	11,502						
17	205,44	8,48	1,522	3,488	3,122	14,988	3,21	4,07	0,001	0,002	1,601	11,502						
18	173,34	5,42	1,083	2,481	2,683	13,981	3,85	5,09	0,001	0,003	1,601	11,503						
19	173,34	3,39	1,082	2,480	2,682	13,980	3,85	5,09	0,001	0,003	1,601	11,503						
20	179,76	8,76	1,166	2,672	2,766	14,172	3,85	5,09	0,001	0,003	1,601	11,503						
21	179,76	9,78	1,167	2,674	2,767	14,174	3,85	5,09	0,001	0,003	1,601	11,503						
22	175,48	9,78	1,112	2,548	2,712	14,048	3,85	5,09	0,001	0,003	1,601	11,503						
23	156,22	8,03	0,881	2,019	2,481	13,519	3,85	5,09	0,001	0,003	1,601	11,503						
24	117,70	3,22	0,499	1,144	2,099	12,644	3,85	5,09	0,001	0,003	1,601	11,503						
Всього	3882	159	24,146	55,334	62,546	331,334	86	112	0,030	0,069	38,430	276,069						

Продовження табл. 10.2.

Час, год.	Робоча літня доба						Вихідна літня доба											
	Навантаження			Навантажувальні втраги в ТП			Сумарні втраги			Навантаження			Навантажувальні втраги в ТП			Сумарні втраги		
	Р, кВт	Q, квар	ΔP _{тр,н} , кВт	ΔQ _{тр,н} , квар	ΔP _{тр} , кВт	ΔQ _{тр} , квар	Р, кВт	Q, квар	ΔP _{тр,н} , кВт	ΔQ _{тр,н} , квар	Р, кВт	Q, квар	ΔP _{тр,н} , кВт	ΔQ _{тр,н} , квар	ΔP _{тр} , кВт	ΔQ _{тр} , квар		
1	90,95	7,88	0,300	0,688	1,900	12,188	3,27	4,33	0,001	0,002	1,601	11,502						
2	92,77	8,75	0,313	0,716	1,913	12,216	3,27	4,33	0,001	0,002	1,601	11,502						
3	94,59	2,69	0,322	0,739	1,922	12,239	3,27	4,33	0,001	0,002	1,601	11,502						
4	94,59	2,69	0,322	0,739	1,922	12,239	3,27	4,33	0,001	0,002	1,601	11,502						
5	98,23	6,15	0,349	0,799	1,949	12,299	3,27	4,33	0,001	0,002	1,601	11,502						
6	98,23	10,48	0,351	0,805	1,951	12,305	3,27	4,33	0,001	0,002	1,601	11,502						
7	92,77	6,15	0,311	0,713	1,911	12,213	3,27	4,33	0,001	0,002	1,601	11,502						
8	92,77	11,82	0,315	0,722	1,915	12,222	2,73	3,46	0,001	0,002	1,601	11,502						
9	145,52	5,47	0,763	1,749	2,363	13,249	2,73	3,46	0,001	0,002	1,601	11,502						
10	181,90	-0,97	1,191	2,730	2,791	14,230	2,73	3,46	0,001	0,002	1,601	11,502						
11	181,90	7,20	1,193	2,734	2,793	14,234	2,73	3,46	0,001	0,002	1,601	11,502						
12	172,81	10,19	1,079	2,472	2,679	13,972	2,73	3,46	0,001	0,002	1,601	11,502						
13	169,17	5,47	1,031	2,363	2,631	13,863	2,73	3,46	0,001	0,002	1,601	11,502						
14	181,90	11,53	1,196	2,741	2,796	14,241	2,73	3,46	0,001	0,002	1,601	11,502						
15	181,90	11,53	1,196	2,741	2,796	14,241	2,73	3,46	0,001	0,002	1,601	11,502						
16	172,81	8,45	1,078	2,469	2,678	13,969	2,73	3,46	0,001	0,002	1,601	11,502						
17	174,62	8,45	1,100	2,522	2,700	14,022	2,73	3,46	0,001	0,002	1,601	11,502						
18	147,34	5,86	0,783	1,794	2,383	13,294	3,27	4,33	0,001	0,002	1,601	11,502						
19	147,34	4,13	0,782	1,792	2,382	13,292	3,27	4,33	0,001	0,002	1,601	11,502						
20	152,80	10,57	0,845	1,935	2,445	13,435	3,27	4,33	0,001	0,002	1,601	11,502						
21	152,80	11,44	0,845	1,937	2,445	13,437	3,27	4,33	0,001	0,002	1,601	11,502						
22	149,16	11,44	0,806	1,846	2,406	13,346	3,27	4,33	0,001	0,002	1,601	11,502						
23	132,79	11,82	0,640	1,466	2,240	12,966	3,27	4,33	0,001	0,002	1,601	11,502						
24	100,05	9,61	0,364	0,833	1,964	12,333	3,27	4,33	0,001	0,002	1,601	11,502						
Всього	3300	189	17,474	40,046	55,874	316,046	73	95	0,022	0,050	38,422	276,050						

Результати розрахунку параметрів інших КЛ подібні, результати розрахунку наведені в табл. 10.3.

Таблиця 10.3. Параметри схеми заміщення кабельних ліній

№ п/п	Тип кабелю	l, км	R _{КЛ} , Ом	X _{КЛ} , Ом	Q _{КЛ} , квар
КЛ1	ААБ-10-(3×70)	0,17	0,07531	0,01462	2,295
КЛ2	ААБ-10-(3×70)	0,17	0,07531	0,01462	2,295
КЛ3	ААШВ-10-(3×35)	0,045	0,04005	0,004275	0,4815
КЛ4	ААШВ-10-(3×35)	0,03	0,0267	0,00285	0,321
КЛ5	ААШВ-10-(3×35)	0,037	0,03293	0,003515	0,3959
КЛ6	ААШВ-10-(3×35)	0,02	0,0178	0,0019	0,214
КЛ7	ААШВ-10-(3×35)	0,012	0,01068	0,00114	0,1284
КЛ8	ААШВ-10-(3×35)	0,005	0,00445	0,000475	0,0535

Втрати електроенергії у КЛ1:

$$\Delta W_{\text{КЛ1}} = \frac{P^2 + Q^2}{U_{\text{н}}^2} R_{\text{КЛ1}} \cdot \tau \cdot 10^{-3} = \frac{1260^2 + 11,3^2}{10^2} 0,07531 \cdot 3257 \cdot 10^{-3} = 3894,14 \text{ кВт}\cdot\text{год},$$

$$\Delta V_{\text{КЛ1}} = \frac{P^2 + Q^2}{U_{\text{н}}^2} X_{\text{КЛ1}} \cdot \tau \cdot 10^{-3} = \frac{1260^2 + 11,3^2}{10^2} 0,01462 \cdot 3257 \cdot 10^{-3} = 755,97 \text{ квар}\cdot\text{год},$$

$$\Delta V_{\text{КЛ1ген}} = Q_{\text{КЛ1ген}} t_{\text{вкл}} = 2,295 \cdot 8760 = 20104,2 \text{ квар}\cdot\text{год}.$$

Результати розрахунку втрат електроенергії в інших КЛ подібні, результати наведені в табл. 10.4. При розрахунку втрат в КЛ, що живлять СД компресорів замість τ використовувався фактичний час роботи компресорів: 2 компресора – 8760 год, 2 компресора – 4380 год.

Таблиця 10.4. Результати розрахунку втрат електроенергії в КЛ компресорної станції з урахуванням запропонованих заходів енергозбереження

№ п/п	P, кВт	Q, квар	$\Delta W_{\text{КЛ}}$, кВт·год	$\Delta V_{\text{КЛ}}$, квар·год	$\Delta V_{\text{КЛген}}$, квар·год
КЛ1	1260,0	11,3	3894,14	755,97	20104,2
КЛ2	1260,0	11,3	3894,14	755,97	20104,2
КЛ3	630,0	0,0	1392,48	148,64	4217,9
КЛ4	630,0	0,0	928,32	99,09	2812,0
КЛ5	630,0	0,0	572,46	61,11	3468,1
КЛ6	630,0	0,0	309,44	33,03	1874,6
КЛ7	110,8	11,3	4,32	0,46	1124,8
КЛ8	110,8	11,3	1,80	0,19	468,7
Всього			10681,54	1820,78	50706,38

Розрахунок втрат у низьковольтних мережах

Активний опір КЛ ТП-СП1 АПВБГ-(3×95)+1×50

$$R_{\text{ТП-СП1}} = r_0 l = 0,35 \cdot 37 = 12,95 \text{ мОм.}$$

Індуктивний опір КЛ ТП-СП1

$$X_{\text{ТП-СП1}} = x_0 l = 0,23 \cdot 37 = 8,51 \text{ мОм.}$$

Розрахунок параметрів інших КЛ подібний, результати наведені в табл.

10.5.

Річні втрати електроенергії в КЛ ТП-СП1:

– активні

$$\Delta W_{\text{ТП-СП1}} = 3 \cdot I^2 R_{\text{КЛ,ПЛ}} \cdot \tau \cdot 10^{-3} = 3 \cdot 106,46^2 \cdot 12,95 \cdot 10^{-3} \cdot 3257 \cdot 10^{-3} = 1434,1 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

– реактивні

$$\Delta V_{\text{КЛ,ПЛ}} = 3 \cdot I^2 X_{\text{КЛ,ПЛ}} \cdot \tau \cdot 10^{-3} = 3 \cdot 106,46^2 \cdot 8,51 \cdot 10^{-3} \cdot 3257 \cdot 10^{-3} = 942,41 \text{ квар} \cdot \text{год.}$$

Розрахунок втрат електроенергії в інших КЛ подібний, результати наведені в табл. 10.5.

10.3. Розрахунок втрат електроенергії в системі освітлення компресорної станції з урахуванням запропонованих заходів енергозбереження

Втрати потужності в ПРА:

$$\Delta P_{\text{ПРА}} = \sum P_{\text{уст}} \cdot K_c \cdot (K_{\text{пра}} - 1) = 7 \cdot 0,4 \cdot 0,8(1,12 - 1) + 5 \cdot 0,125 \cdot 0,5(1,12 - 1) + 8 \cdot 0,08 \cdot 0,8(1,02 - 1) + 6 \cdot 0,15 \cdot 0,8(1,02 - 1) = 0,331 \text{ кВт.}$$

Втрати електроенергії в ПРА:

$$\Delta W_{\text{ПРА}} = \sum \Delta P_{\text{ПРА}} \cdot T_{\text{ос}} = 0,331 \cdot 4000 = 1323,76 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

Розрахунок втрат в системі електропостачання будемо проводити для схеми наведеної на рис. 10.1. Вся освітлювальна електромережа виконана однофазною.

Опір ділянки 0-1 АПВ 2×2,5

$$R_{0-1} = r_0 l = 13,3 \cdot 15 = 199,5 \text{ мОм.}$$

$$X_{0-1} = x_0 l = 0,33 \cdot 15 = 4,95 \text{ мОм.}$$

Таблиця 10.5. Розрахунок втрат електроенергії в КЛ 0,4 кВ компресорної станції з урахуванням запропонованих заходів енергозбереження.

КЛ	S, мм ²	г ₀ , МОМ/м	х ₀ , МОМ/м	L, м	R, МОМ	X, МОМ	I, А	ΔW, кВт·год	ΔV, квар·год
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ТП-СП1	95	0,35	0,23	37	12,95	8,51	106,46	1434,10	942,41
ТП-СП2	70	0,48	0,24	32	15,36	7,68	74,80	839,66	419,83
ТП-СП3	70	0,48	0,24	25	12	6	73,18	627,91	313,96
ТП-СП4	70	0,48	0,24	18	8,64	4,32	73,18	452,10	226,05
ТП-СП5	35	0,95	0,26	6	5,7	1,56	34,58	66,60	18,23
ТП-СП6	10	3,33	0,31	3	9,99	0,93	11,62	13,19	1,23
СП-1									
Осушувач повітря	10	3,33	0,31	9	29,97	2,79	30,39	270,39	25,17
Насос конденсау	2,5	13,3	0,33	14	186,2	4,62	7,22	94,76	2,35
ЩКУ	2,5	13,3	0,33	15	199,5	4,95	8,02	125,34	3,11
Маслонасос	2,5	13,3	0,33	4,5	59,85	1,485	13,53	107,08	2,66
Система збудження ДС	50	0,67	0,25	1	0,67	0,25	39,50	10,22	3,81
Вентилятор	2,5	13,3	0,09	15	199,5	1,35	13,53	356,93	2,42
СП-2									
Маслонасос	2,5	13,3	0,33	5,5	73,15	1,815	13,53	130,87	3,25
ЩКУ	2,5	13,3	0,33	15	199,5	4,95	8,02	125,34	3,11
Система збудження ДС	50	0,67	0,25	1	0,67	0,25	39,50	10,22	3,81
Кран	2,5	13,3	0,33	5	66,5	1,65	11,07	79,57	1,97
Вентилятор	2,5	13,3	0,09	15	199,5	1,35	13,53	356,93	2,42
СП-3									
Маслонасос	2,5	13,3	0,33	5	66,5	1,65	13,53	118,98	2,95
ЩКУ	2,5	13,3	0,33	16	212,8	5,28	8,02	133,70	3,32
Система збудження ДС	50	0,67	0,25	1	0,67	0,25	39,50	10,22	3,81
Вентилятор	2,5	13,3	0,09	15	199,5	1,35	13,53	356,93	2,42
СП-4									
Маслонасос	2,5	13,3	0,33	5	66,5	1,65	13,53	118,98	2,95
ЩКУ	2,5	13,3	0,33	15	199,5	4,95	8,02	125,34	3,11

Продовження табл. 10.5.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Система збудження ДС	50	0,67	0,25	1	0,67	0,25	39,50	10,22	3,81
Вентилятор	2,5	13,3	0,09	15	199,5	1,35	13,53	356,93	2,42
СП-5									
Токарно-винторізний	4	8,35	0,1	3	25,05	0,3	21,65	114,73	1,37
Заточувальний	2,5	13,3	0,09	2	26,6	0,18	6,35	10,48	0,07
Вертикально-свердильний	2,5	13,3	0,09	2	26,6	0,18	8,66	19,49	0,13
Зварювальний апарат ТВ=40%	4	8,35	0,1	3	25,05	0,3	35,51	308,59	3,70
Вертикально-фрезерний	2,5	13,3	0,09	2,5	33,25	0,225	21,65	152,29	1,03
Вентилятор	2,5	13,3	0,09	7	93,1	0,63	13,53	166,57	1,13
СП-6									
ДЩКУ1	2,5	13,3	0,09	9	119,7	0,81	3,21	12,03	0,08
ДЩКУ1	2,5	13,3	0,09	10	133	0,9	3,21	13,37	0,09
ДЩКУ1	2,5	13,3	0,09	11	146,3	0,99	3,21	14,71	0,10
ДЩКУ1	2,5	13,3	0,09	13	172,9	1,17	3,21	17,38	0,12
							Всього	7162,13	2008,38

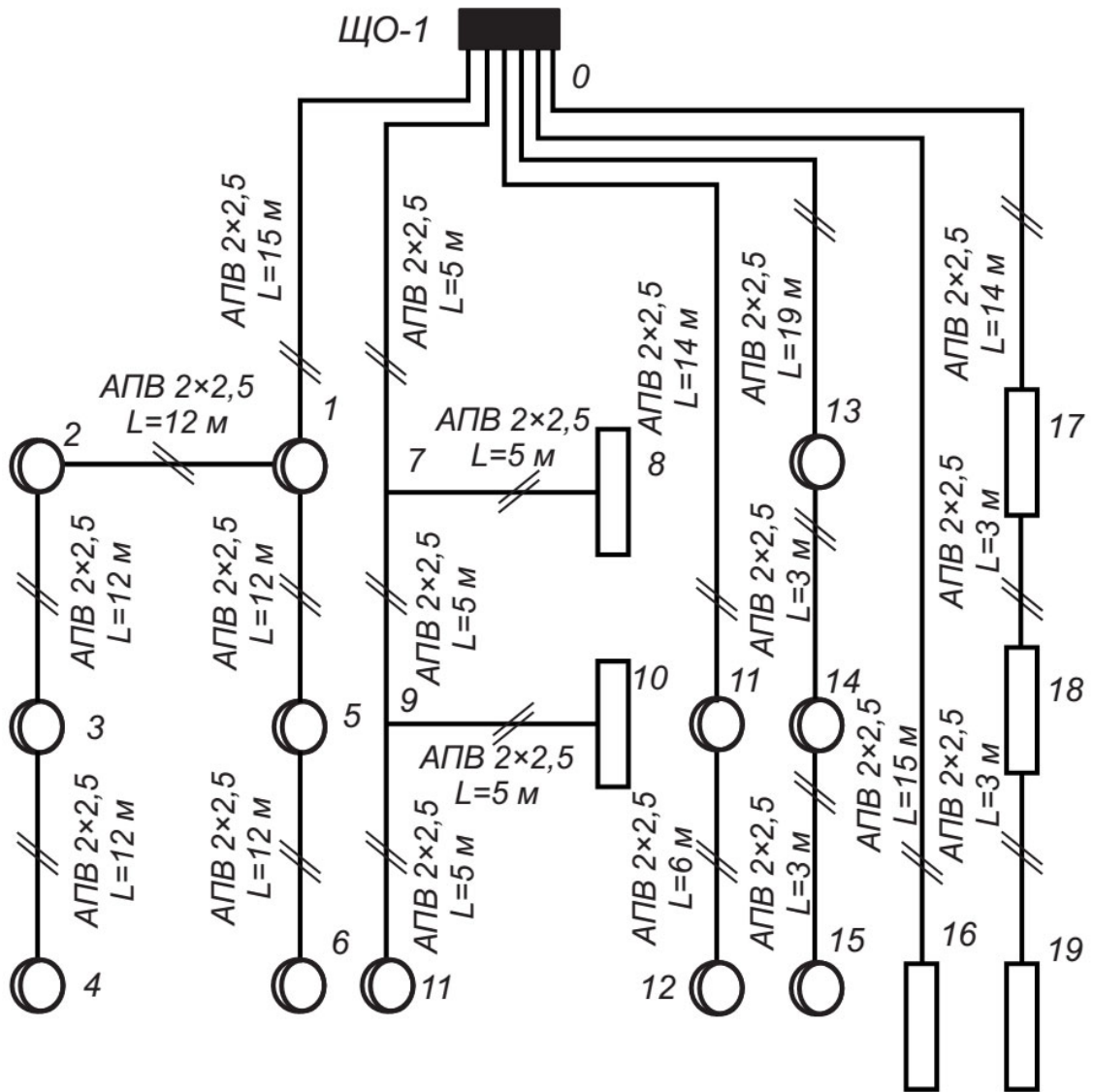


Рис. 10.1. Схема освітлювальної мережі компресорної станції з урахуванням запропонованих заходів енергозбереження

Розрахунок опорів інших ділянок подібний результати розрахунку наведені в табл. 10.6.

Потужність, що протікає по ділянці 3-4

$$P_{3-4} = \Sigma P_{\text{уст}} \cdot K_{\text{пра}} = 1 \cdot 0,4 \cdot 1,12 = 0,448 \text{ кВт},$$

$$Q_{3-4} = \Sigma P_{\text{уст}} \cdot K_{\text{пра}} \cdot \text{tg}\varphi = 1 \cdot 0,4 \cdot 1,12 \cdot 1,73 = 0,775 \text{ квар.}$$

Втрати потужності на ділянці 3-4

$$\Delta P = 2 \frac{P^2 + Q^2}{U_{\text{н}}^2} R_{0-1} = 2 \frac{448^2 + 775^2}{380^2} 159,6 \cdot 10^{-3} = 1,771 \text{ Вт},$$

Електроенергія спожита в мережі 10 кВ високовольтними двигунами

$$W_{10} = W_{\text{кор}} - W_{0,4} - W_{\text{ос}} = 10886992,8 - 925978 - 16480 = 9944534,8 \text{ кВт}\cdot\text{год.}$$

Річні втрати активної електроенергії в мережі 0,4 кВ

$$\Delta W_{0,4} = 7162,13 \text{ кВт}\cdot\text{год.}$$

Річні втрати активної електроенергії в мережі 10 кВ

$$\Delta W_{10} = 10681,54 \text{ кВт}\cdot\text{год.}$$

Річні втрати активної електроенергії в освітлювальній мережі

$$\Delta W_{\text{ос}} = 391,5 \text{ кВт}\cdot\text{год.}$$

Річні втрати активної електроенергії в ПРА

$$\Delta W_{\text{ПРА}} = 1323,76 \text{ кВт}\cdot\text{год.}$$

Колова діаграма споживання активної електроенергії наведена на рис. 11.1.

Структура втрат активної електроенергії наведена на рис. 11.2.

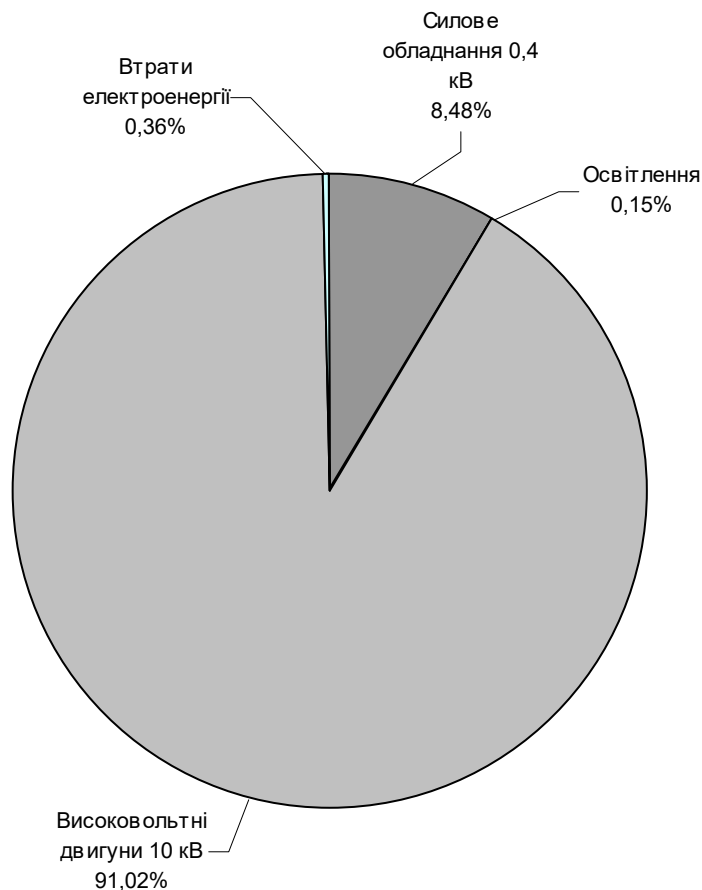


Рис. 11.1. Структура витрат активної електроенергії на компресорній станції.

Електроенергія спожита в мережі 10 кВ високовольтними двигунами

$$V_{10} = 0 \text{ квар}\cdot\text{год.}$$

Реактивна електроенергія не споживається синхронними двигунами.

Річні втрати реактивної електроенергії в мережі 0,4 кВ

$$\Delta V_{0,4} = 2008,38 \text{ квар}\cdot\text{год.}$$

Річні втрати реактивної електроенергії в мережі 10 кВ

$$\Delta V_{10} = 1870,96 \text{ квар}\cdot\text{год.}$$

Річні втрати реактивної електроенергії в освітлювальній мережі

$$\Delta V_{OC} = 9,7 \text{ квар}\cdot\text{год.}$$

Річні втрати реактивної електроенергії в ПРА

$$\Delta V_{ПРА} = \Delta W_{ПРА} \cdot \text{tg}\varphi = 1323,76 \cdot 1,73 = 2290,1 \text{ квар}\cdot\text{год.}$$

Колова діаграма споживання реактивної електроенергії наведена на рис.

11.3. Структура втрат реактивної електроенергії наведена на рис. 11.4.

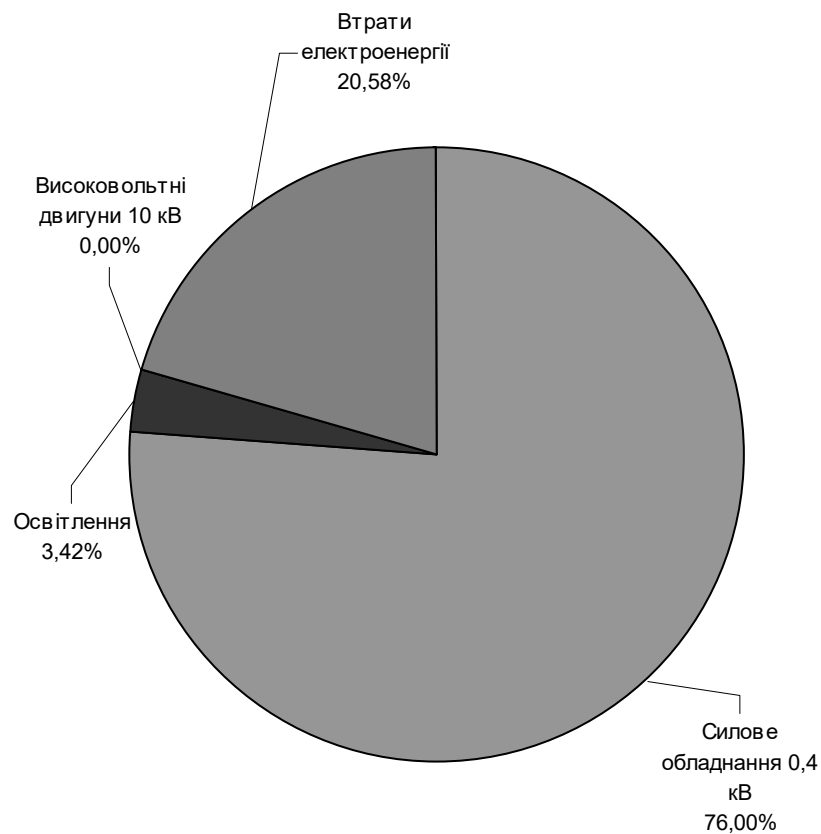


Рис. 11.3. Структура витрат реактивної електроенергії на компресорній станції.

$$V_{\text{НБКген}} = \sum_{i=1}^{24} Q_{\text{зрген}} \cdot 147 + \sum_{i=1}^{24} Q_{\text{звген}} \cdot 65 + \sum_{i=1}^{24} Q_{\text{лрген}} \cdot 105 + \sum_{i=1}^{24} Q_{\text{лвген}} \cdot 48 =$$

$$= 1475,0 \cdot 147 + 0 \cdot 65 + 1200,0 \cdot 105 + 0 \cdot 48 = 342825 \text{ квар} \cdot \text{год.}$$

$$V_{\text{НБКген}} = 0 \text{ квар} \cdot \text{год.}$$

Реактивна енергія генерована кабельними лініями 10 кВ

$$\Delta V_{\text{КЛген}} = 50706,38 \text{ квар} \cdot \text{год.}$$

Споживання реактивної енергії з мережі енергокомпанії

$$V_{\text{ЕС}} = V - V_{\text{СДген}} - V_{\text{ВБКген}} - V_{\text{НБКген}} - \Delta V_{\text{КЛген}} =$$

$$= 579553,44 - 0 - 0 - 342825 - 50706,38 = 186022,06 \text{ квар} \cdot \text{год.}$$

Структура джерел реактивної енергії компресорної станції наведена на рис. 11.5.

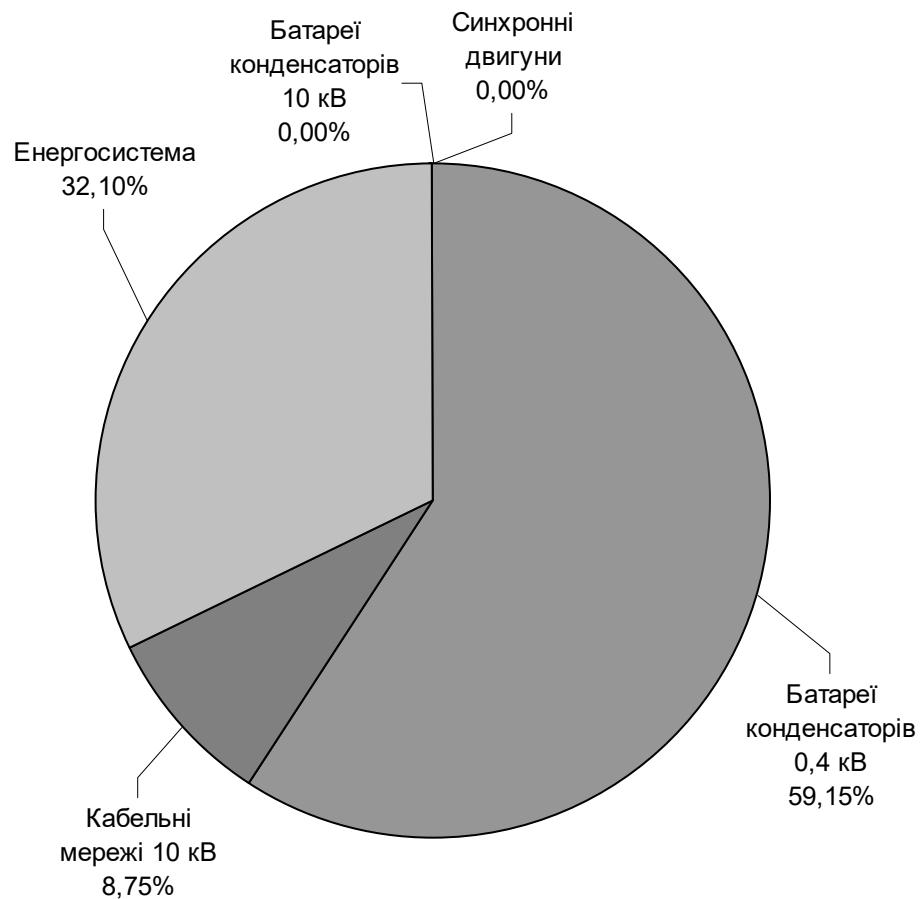


Рис. 11.5. Структура джерел реактивної електроенергії.

