

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерії та енергетики

Кафедра електрифікації, автоматизації виробництва та інженерної екології

Кваліфікаційна робота

на правах рукопису

Березов Віталій Станіславович

УДК 621.359.4

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Система електропостачання виробничого цеху деревообробного
(тема роботи)
підприємства з розробкою установки автоматичної компенсації
реактивної потужності

141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

(шифр і назва спеціальності)

Подається на здобуття освітнього ступеня магістр

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

Березов В. С.

(підпис, ініціали та прізвище здобувача вищої освіти)

Керівник роботи

Борисов Федір Іванович

(прізвище, ім'я, по батькові)

к.ф-м.н., доцент кафедри електрифікації,
автоматизації виробництва та інженерної екології

(науковий ступінь, вчене звання)

Житомир – 2020

АНОТАЦІЯ

Березов В. С. Система електропостачання виробничого цеху деревообробного підприємства з розробкою установки автоматичної компенсації реактивної потужності. Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальністю 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка – Поліський національний університет, Житомир, 2020.

Робота присвячена обґрунтуванню та проектуванню системи електропостачання деревообробного підприємства по виготовленню вікон.

У роботі проведений аналіз стану існуючої мережі живлення району та визначені основні параметри та характеристики системи електропостачання підприємства.

Ключові слова: система електропостачання, деревообробне підприємство, електрична мережа, повітряна лінія електропередачі, трансформаторна підстанція.

ABSTRACT

Beresiv V. S. Power supply system of the production shop of a woodworking enterprise with the development of an automatic reactive power compensation installation. Qualifying work on the receipt of educational master's degree after speciality 141 is Electroenergy, electrical engineering and electromechanics is the Polesye national university, Zhytomyr, 2020. Work is sanctified to the ground and planning of the system of електропостачання enterprise on processing of granite. In-process the conducted analysis of the state of existent network of feed of district and certain basic parameters and descriptions of the system of power supply of enterprise.

Keywords: power balance, processing of granite, electric network, air-track of power supply, transformer substation.

ЗМІСТ

ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1. СТРУКТУРА ТА ЗАДАЧІ ВИРОБНИЧОГО ЦЕХУ ПОВИГОТОВЛЕННЮ ДЕРЕВ'ЯНИХ ВІКОН	6
1.1. Потановка задачі на виробництво та вибір необхідного обладнання для виробничого цеху	7
1.1. Обґрунтування та вибір варіанту зовнішнього електропостачання споживачів цеху	12
Висновки по розділу 1	16
РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНОК ЦЕХОВОЇ МЕРЕЖІ ЦЕХУ ВИРОБНИЦТВА ДЕРЕВ'ЯНИХ ВІКОН	20
2.1 Розрахунок розподільчих пунктів цехової мережі	20
2.2. Розрахунок навантажень цеху з виробництва дерев'яних вікон.	21
2.3. Розрахунок і вибір високовольтних вимикачів і перерізу провідників цеху	23
2.4. Розрахунок компенсації реактивної потужності	
Висновки по розділу 2	32
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	44
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	45
ДОДАТКИ	

ВСТУП

Проектування та організація виробничого процесу потребує попереднього аналізу та детальних розрахунків як самого процесу виробництва так і його забезпечення електроенергією. При цьому необхідно детально аналізувати склад виробничого обладнання, його характеристики, режими роботи, технічні параметри верстатів та їх цикли роботи.

В даній роботі поставлено завдання по вибору технологічного обладнання для підприємства по виготовленню дерев'яних вікон, аналізу його технічних параметрів і на базі цього скласти робочі графіки виробництва, графіки навантаження та розрахувати систему електропостачання, яка б забезпечувала виробничий процес, а також визначити величину компенсації реактивної потужності з вибором пристрою автоматичної компенсації.

Для розрахунків системи електропостачання даного виробництва необхідно вибрати із довідникових даних значення типових показників навантаження, схему електропостачання та скласти баланс активної та реактивної потужності.

Розробка методики визначення електричних навантажень підприємства для виготовлення дерев'яних вікон з визначенням величини компенсації реактивної потужності визначає **мету дослідження** в даній роботі.

Об'єкт дослідження: система електропостачання підприємства по виготовленню дерев'яних вікон з автоматичною компенсацією реактивної потужності.

Предмет дослідження: способи забезпечення електроенергією підприємства по виготовленню дерев'яних вікон з можливістю компенсації реактивної потужності.

Методи дослідження: визначення основних параметрів та характеристик системи електропостачання, побудова графіків навантаження, а також аналіз та теоретичні обґрунтування конструктивних і технологічних параметрів.

Перелік публікацій автора за темою дослідження :

1. Березов В.С. Аналіз засобів компенсації реактивної потужності індуктивного характеру в системі електропостачання 0,4 кВ.

Студентські читання – 2020: Матеріали науково-практичної конференції факультету інженерії та енергетики «Студентські читання – 2020». 26 жовтня 2020 р. Житомир: Поліський національний університет, 2020.- 400 с.

2. Березов В.С., Заріцький Б. С. Компенсація реактивної потужності. Схемні рішення на базі мікропроцесорного контролера.

Студентські читання – 2020: Матеріали науково-практичної конференції факультету інженерії та енергетики «Студентські читання – 2020». 26 жовтня 2020 р. Житомир: Поліський національний університет, 2020.- 400 с.

3. Березов В.С., Заріцький Б. С., Коновалов О. В. Розрахунок потужності і вибір електродвигуна.

Студентські читання – 2020: Матеріали науково-практичної конференції факультету інженерії та енергетики «Студентські читання – 2020». 26 жовтня 2020 р. Житомир: Поліський національний університет, 2020.- 400 с.

РОЗДІЛ 1

СТРУКТУРА ТА ЗАДАЧІ ВИРОБНИЧОГО ЦЕХУ ПОВИГОТОВЛЕННЮ ДЕРЕВ'ЯНИХ ВІКОН

В даній кваліфікаційній роботі були розглянуті можливості відкриття цеху по виробництву вікон із готового дерев'яного бруса перетином 78x86 мм у м. Бердичіві.

1.1. Потановка задачі на виробництво та вибір необхідного обладнання для виробничого цеху

Відповідно до замовленого та розробленого бізнес-плану було поставлено завдання по організації виробництва дерев'яних вікон з використанням тришарового клеєного бруса з мінімальним перетином 70x80 мм виготовленого із необрізних дошок дубу або сосни.

Під виробництво дерев'яних вікон планується аренда виробничої площі 500 м², із якої 50 м² під склад для сировини та готової продукції, а на 450 м² буде встановлене обладнання згідно плану розміщення рис. 1.1.

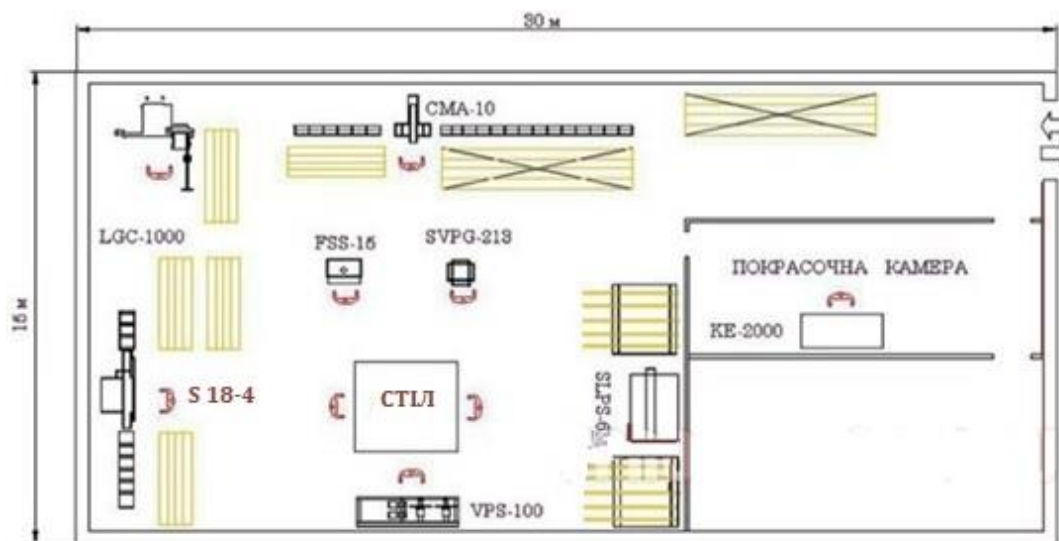









Рисунок 1.1. План розміщення обладнання цеху.

Перелік необхідного обладнання для виробничого цеху та його характеристики показано в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1. Перелік обладнання цеху та його технічні характеристики

№ п/п	Найменування обладнання та його призначення	Технічні характеристики	
		Параметри	Значення
1	Чотиристоронній верстат для калібрування брусу S 18-4 	Розміри оброблюваної заготовлі: - довжина, мм - ширина, мм - висота, мм Кількість шпинделів, шт Частота обертів шпинделя, об/хв Швидкість подачі заготовлі, м/хв Загальна потужність, кВт Габарити, мм Вага, кг	350 8-160 20-230 4 6000 6-32 37,5 3550x1700 x11760 2500
2	Торцювальний верстат СМА-10 для грубого торцювання ламелів	Частота обертів торцювальної пилки, об/хв Загальна потужність, кВт	7000 2,7 7000x750

		Габарити, мм Вага, кг	x1500 680
3	Віконний центр LGC-1000, для шипування, профілювання створок і коробок вікна 	Мінімальна довжина заготівлі, мм Довжина столу, мм Швидкість подачі, м/хв Частота обертів шпинделя, об/хв Загальна встановлена потужність, кВт Габаритні розміри, мм Вага, кг	400 2570 6,3 6000 14,8 2680x1520 x1800 1800
4	Фрезерний верстат для FSS-100, для профелювання деталей 	Розмір робочого столу, мм Висота робочого столу, мм Частота обертів шпинделя, об/хв Загальна потужність двигунів, кВт Габаритні розміри, мм Вага, кг	1100x900 850 3000-10000 5,5 1100x1000 x1120 560
5	Пневмопрес VPS-100, для збирання заготівлі в віконну раму 	Кількість гідроциліндрів: вертикальних, шт фронтальних, шт підйому, шт Зусилля головного гідроциліндру, кг Загальна потужність двигуна насосу, кВт Габаритні розміри, мм Вага, кг	6 3 3 1500-13500 4 3260x1540 x250 2000
6	Сверлильно – пазовий горизонтальний верстат SVPG-213, для фрезування пазів під монтаж поперечин	Найбільший хід шпинделя по довжині оброблюваної деталі, мм Найбільший хід шпинделя по глибині оброблюваної деталі, мм Найбільший хід шпинделя по висоті оброблюваної деталі, мм Частота обертів шпинделя, об/хв Загальна потужність, кВт	220 150 150 3000 2,7

		Габаритні розміри, мм Вага, кг	1100x1000 x1120 670
7	Покраскова камера для окрашування віконних рам KE-2000 	Габаритні розміри, мм Кількість чарунок, шт Загальна потужність двигунів, кВт Вага, кг	5000x3000 x3200 3 5 1200
8	Плоскошліфувальний стрічковий станок SLPS-6M, для шліфування ламелів 	Габаритні розміри, мм Ширина шліфувальної смуги, мм Загальна потужність, кВт Вага, кг	2850x760 x960 200 2 350

Перелік додаткового обладнання цеху показаний в табл. 1.2.

Таблиця 1.2. Додаткове обладнання цеху

№ п/п	Найменування	Кількість, шт	Потужність, кВт
1	Пневмоінструмент	2	3,6
2	Гильотина для торцювання водостоків	1	2,7
3	Електродрилі для зібрання вікон	2	3,0
4	Шліфувальні машинки	2	3,2
5	Компресор високого тиску для окрашування	1	2,5

6	Шуруповерт для монтажу фурнітури	2	1,8
7	Столи для зібрання вікон	6	

Для подальших розрахунків системи електропостачання даного виробничого цеху необхідно вибрати із довідникових даних [1,8] значення типових коефіцієнтів потужності $\cos\varphi$ верстатів та їх коефіцієнт використання K_e . Вибрані показники та активну паспортну потужність верстатів P_n заносимо в табл. 1.3.

Таблиця 1.3. Відомість електроспоживачів комплексу переробки граніту

№ п/п	Найменування електроспоживачів	Кількість	Потужність P_n , кВт	$\cos\varphi/\text{tg}\varphi$	K_e
1	Чотиристоронній верстат S 18-4	1	37,5	0,85/1,17	0,17
2	Торцювальний верстат СМА-10	1	2,7	0,85/1,17	0,17
3	Віконний центр LGC-1000	1	14,8	0,85/1,17	0,17
4	Фрезерний верстат для FSS-100	1	12	0,8/1,3	0,16
5	Пневмопрес VPS-100	1	5,5	0,6/1,3	0,16
6	Сверлильно – пазовий горизонтальний верстат SVPG-213	1	2,4	0,85/1,17	0,17
7	Покраскова камера KE-2000	1	5	0,5/1,3	0,1
8	Плоскошліфувальний стрічковий станок SLPS-6M	1	2	0,85/1,17	0,17
9	Додаткове обладнання	1	16,8	0,89/1,17	0,17
	Разом		98,7		

1.2. Обґрунтування та вибір варіанту зовнішнього електропостачання споживачів цеху

Приміщення, яке планується для розгортання виробництва дерев'яних вікон підключено за допомогою ввідно/вивідного пристрою до дво

трансформаторної підстанції потужністю 250 кВА, яка розташована поблизу цеху.

Для обґрунтування та вибору схеми зовнішнього електропостачання цеху необхідно перевірити можливість підключення обладнання цеху по силовому навантаженню [1], а для цього відповідно в першу чергу необхідно вибрати типовий або побудувати добовий графік навантаження з урахуванням сезонності, побудувати на його основі річний графік навантаження та розрахувати енергетичний баланс підприємства [1,2].

Відповідно до [1,8] вибираємо типовий добовий графік навантаження підприємства деревообробної промисловості та переробних комплексів для зимньої та літньої пори року, добовий графік навантаження якого зображений на рисунку 1.2.

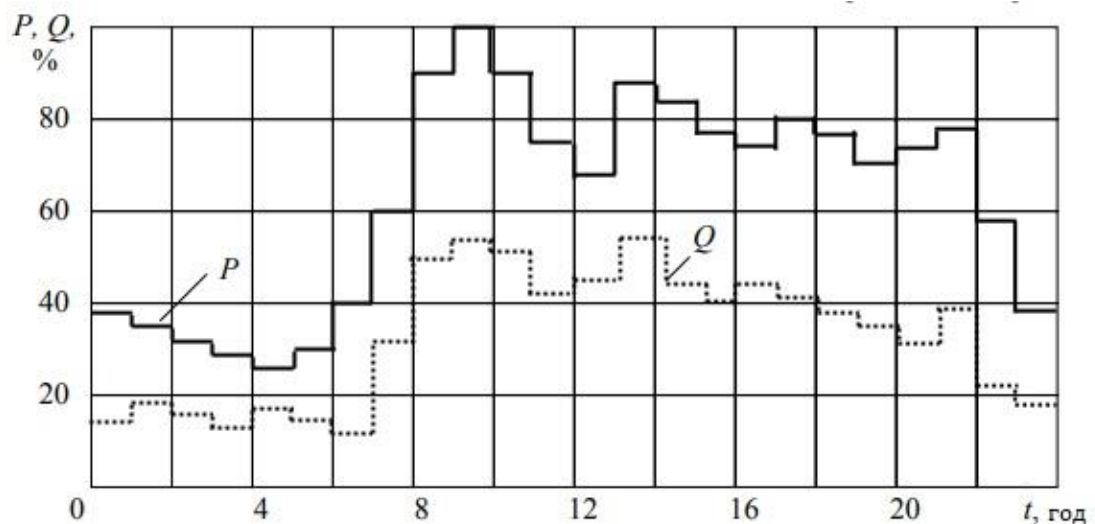


Рисунок 1.2. Добовий графік навантаження підприємства деревообробної промисловості

Слід також вважати, що навантаження електроприймачів цеху не буде залежати від пори року в причину того, що опалення взимку відбувається від окремого теплового пункту, який розташований поблизу арендованого приміщення.

Будуємо річний графік навантаження за тривалістю та знаходимо число годин використання максимуму навантаження [5].

На річному графіку нумеруються ступені графіків починаючи з максимального значення.

Відповідно до [2] визначаємо кількість «зимових» днів $n_z=150$ та «літніх» днів $n_l=215$.

Сумарна тривалість i -го ступеня річного графіка визначається по формулі [7]:

$$T_i = T_{iz} + T_{il}, \quad (1.1)$$

де T_{iz} - сумарна річна тривалість i -го ступеня по зимовому графіку; T_{il} - сумарна річна тривалість i -го ступеня по літньому графіку, які визначаються по формулам [7]:

$$T_{il} = t_{il} \cdot n_l, \quad (1.2)$$

$$T_{iz} = t_{iz} \cdot n_z, \quad (1.3)$$

де t_{il} – сумарна добова тривалість i -го ступеня по літньому графіку; t_{iz} - суммарна добова тривалість i -го ступеня по зимовому графіку.

Сумарні річні тривалості вираховані по формулах (1.2) та (1.3) для всіх ступенів добового графіка рис. 1.2 зведені в таблицю 1.4:

Таблиця 1.4 – Побудова річного графіка навантаження по тривалості

№ ступені	P_b у.о.	t_{iz} год.	t_{il} год.	T_{iz} год.	T_{il} год.	$T_i = T_{iz} + T_{il}$ год.	$P_{i(y.o)} \cdot T_b$ год.
1	1	1	1	150	215	365	365
2	0,9	3	3	450	645	1095	985,5
3	0,85	1	1	150	215	365	310,25
4	0,8	1	1	150	215	365	292
5	0,77	3	3	450	645	1095	843,15
6	0,75	3	3	450	645	1095	821,25
7	0,7	2	2	300	430	730	511
8	0,65	1	1	150	215	365	237,25
9	0,6	2	2	300	430	730	438

10	0,4	1	1	150	215	365	146
11	0,37	1	1	150	215	365	135,05
13	0,35	1	1	150	215	365	127,75
14	0,33	1	1	150	215	365	120,45
15	0,3	2	2	300	430	730	219
16	0,25	1	1	150	215	365	91,25
Разом:		24	24	3600	5160	8760	5058,9

Далі визначимо число годин використання максимуму навантаження по виразу [5,7] :

$$T_M = \frac{\sum P_i * T_i}{P_M}, \quad (2.4)$$

Так як графіки представлені в відносних одиницях, $P_M=1$, то

$$T_M = \sum P_i * T_i, \quad (2.5)$$

Число годин використання максимуму навантаження згідно (2.5):

$$T_M = 5059 \text{ год.}$$

За даними таблиці 1.4 будемо річний графік за тривалістю, який зображений на рис.1.3.

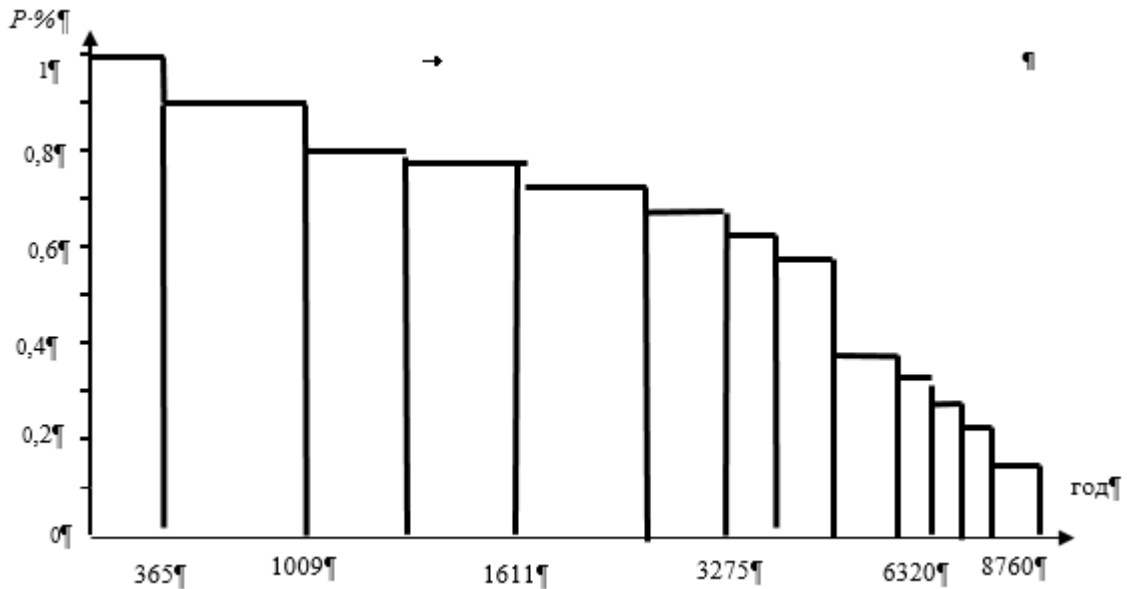


Рисунок 1.3. Річний графік активного навантаження за тривалістю

По заданим значенням активних навантажень P_i і коефіцієнтам пружності споживачів $\cos\varphi_i$ в таблиці 1.3 по формулам [5,7] визначені $\operatorname{tg}\varphi_i$, задані реактивні навантаження - Q_{zi} та загальні навантаження S_{zi} :

Для цього по заданим значенням активних навантажень електроспоживачів P_{ni} і коефіцієнтам активної і реактивної потужності споживачів $\cos\varphi_i$ та $\operatorname{tg}\varphi_i$ із таблиці 1.7 по формулам [5] визначаємо загальні сумарні активне $P_{\Sigma_{нав}}$ реактивне $Q_{\Sigma_{нав}}$ та повне $S_{нов}$ навантаження:

$$P_{\Sigma_{нав}} = \sum P_{ni}; \quad Q_{\Sigma_{нав}} = \sum Q_{ni}; \quad S_{нов} = \sum S_i, \quad (1.1)$$

$$\text{де } Q_{ni} = P_{ni} \cdot \operatorname{tg}\varphi_i, \text{ а } S_i = \sqrt{P_{ni}^2 + Q_{ni}^2}.$$

Результати розрахунків по даним формулам зведені в табл. 1.5.

Баланс активної потужності виробничого комплексу.

Сумарна активна потужність для покриття потреб споживачів комплексу переробки граніту знаходимо по формулі [1]:

$$P_{\Sigma_{ном}} = P_{\Sigma_{нав}} + P_{он} + \Delta P_{мер}, \quad (1.2)$$

Сумарна активна потужність споживачів по таблиці 1.3:

$$P_{\Sigma_{нав}} = \sum P_i = 82 \text{ кВт.}$$

Величина активної потужності на особисті потреби відповідно до [7] складає 3% від активної потужності споживачів, тобто:

$$P_{on} = 0,03 \cdot P_{\Sigma нав} = 0,03 \cdot 82 = 2,5 \text{ кВт.}$$

Таблиця 1.5. Визначення заданих навантажень.

Найменування електроспоживачів	Кількість	$\cos\varphi/\text{tg}\varphi$	Потужності		
			P_{ni} , кВт	Q_{ni} ,кВАр	S_i , кВА
Чотиристоронній верстат S 18-4	1	0,85/1,17	37,5	43,9	81,4
Торцювальний верстат СМА-10	1	0,85/1,17	2,7	3,2	5,9
Віконний центр LGC-1000	1	0,85/1,17	14,8	17,3	32,1
Фрезерний верстат для FSS-100	1	0,8/1,3	12	15,6	27,6
Пневмопрес VPS-100	1	0,6/1,3	5,5	7,2	12,7
Сверлильно – пазовий горизонтальний верстат SVPG-213	1	0,85/1,17	2,4	2,8	5,2
Покраскова камера KE-2000	1	0,5/1,3	5,0	6,5	11,5
Плоскошліфувальний стрічковий станок SLPS-6M	1	0,85/1,17	2	2,3	4,3
Разом			81,9	98,8	180,7

Значення пепередніх втрат активної потужності в мережі живлення як правило складає 6% від $P_{\Sigma нав}$ [12] :

$$\Delta P_{мер} = 0,06 \cdot P_{\Sigma нав} = 0,06 \cdot 82 = 4,9 \text{ кВт.}$$

Сумарна активна потужність для покриття потреб споживачів комплексу згідно (1.1) дорівнює:

$$P_{\Sigma нот} = P_{\Sigma нав} + P_{on} + \Delta P_{мер} = 82 + 2,5 + 4,9 = 89 \text{ кВт.}$$

Баланс реактивної потужності виробничого комплексу.

Сумарна реактивних потужностей для покриття потреб комплексу переробки граніту знаходимо по формулі [1]:

$$Q_{\Sigma \text{пот}} = Q_{\Sigma \text{нав}} + Q_{\text{он}} + \Delta Q_{\text{мер}} \quad (1.3)$$

Сумарна потужність реактивних навантажень споживачів $Q_{\Sigma \text{нав}}$ по таблиці 1.8 становить 273,5 кВАр.

Сумарна потужність повних навантажень складає:

$$Q_{\Sigma \text{нав}} = \sum Q_{ni} = 98,8 \text{ кВАр.}$$

Величин втрат реактивної потужності на особисті потреби $Q_{\text{он}}$ і мережі $\Delta Q_{\text{мер}}$ згідно [1] складає відповідно 4% та 10% від сумарної потужності навантажень споживачів $S_{\Sigma \text{нав}} = \sum S_{ni}$, яка відповідно до таблиці 1.8 складає 367,9 кВА . Знаходимо ці величини:

$$Q_{\text{он}} = 0,04 \cdot S_{\Sigma \text{нав}} = 0,04 \cdot 98,8 = 4 \text{ кВАр.}$$

$$\Delta Q_{\text{мер}} = 0,1 \cdot S_{\Sigma \text{нав}} = 0,1 \cdot 98,8 = 9,8 \text{ кВАр.}$$

Сумарна реактивна потужність для покриття потреб споживачів столярного цеху знаходимо по формулі [1,2]:

$$Q_{\Sigma \text{пот}} = Q_{\Sigma \text{нав}} + Q_{\text{он}} + \Delta Q_{\text{мер}} = 367,9 + 14,7 + 36,8 = 419,5 \text{ кВАр.}$$

Аналіз розрахунків балансу потужності показав, що потужності трансформаторів достатньо для задоволення потреб в електроспоживанні.

Висновки по першому питанню

В даному розділі був проведений аналіз та вибір основного обладнання цеху виробництва дерев'яних вікон та вибраний типовий добовий графік навантаження.

Для попереднього вибору схеми електропостачання комплексу складений баланс активної та реактивної потужності який свідчить що потужності трансформаторної підстанції достатньо для живлення цеху.

РОЗДІЛ 2

РОЗРАХУНОК ЦЕХОВОЇ МЕРЕЖІ ЦЕХУ ВИРОБНИЦТВА ДЕРЕВ'ЯНИХ ВІКОН

Для розрахунку цехової мережі підприємства з виробництва дерев'яних вікон необхідно розбити електроприймачі на групи, які будуть живитися від одного розподільчого пункту (РП) [1,8]. Розподілення електроприймачів будемо проводити із вимоги найменшого розходу кольорових проводів [1] за допомогою яких станки, або обладнання підключається до РП.

Розподіл споживачів електроенергії на генеральному плані цеху показаний на рис. 2.1 та в табл.2.1

2.1 Розрахунок розподільчих пунктів цехової мережі

Таблиця 2.1. Розподіл споживачів цеху по розподільчим пунктам

РП1	РП2
Чотиристоронній верстат S 18-4	Торцювальний верстат СМА-10
Пневмопрес VPS-100	Віконний центр LGC-1000
Плоскошліфувальний стрічковий станок SLPS-6M	Фрезерний верстат для FSS-100
Покраскова камера KE-2000	Сверлильно – пазовий горизонтальний верстат SVPG-213
Загальна потужність: 45 кВт	Загальна потужність: 29,9 кВт

Виконуємо розрахунки для розподільчих пунктів в наступному порядку [3]:

для РП-1

1) Відповідно до [3] визначаємо середню активну P_{cm} та реактивну Q_{cm} потужності по формулам :

$$P_{cm} = K_v \cdot P_n, \quad (2.1)$$

$$Q_{cm} = P_{cm} \cdot \operatorname{tg} \varphi, \quad (2.2)$$

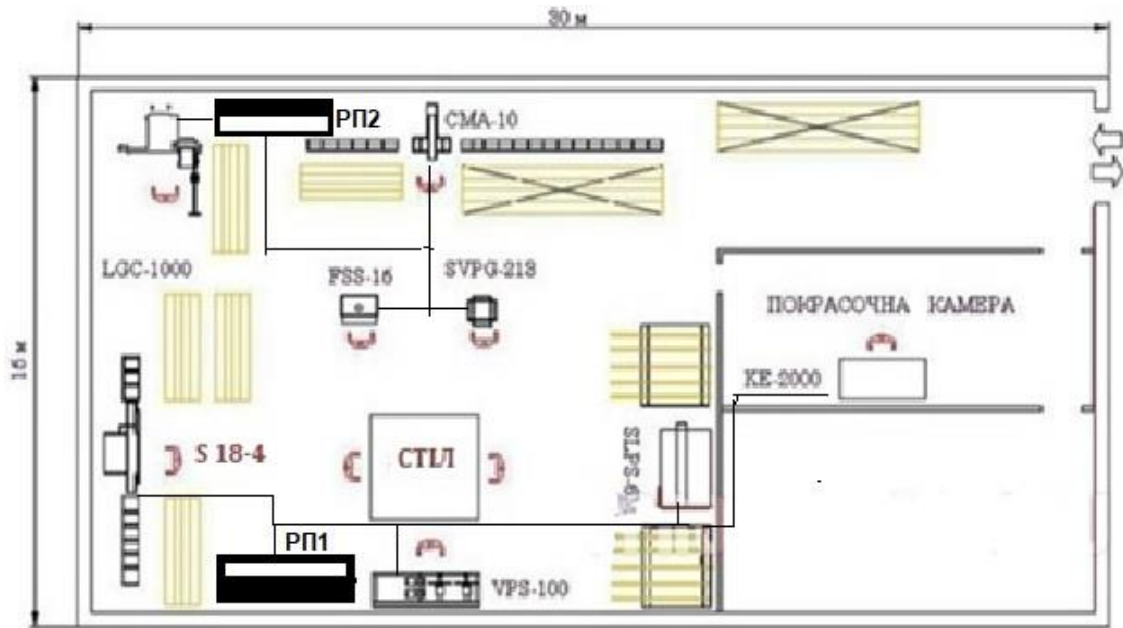


Рисунок 2.1. Розміщення РП на генплані цеху

По результатам розрахунків за формулами (2.1) та (2.2) одержуємо:

$$P_{cm1} = 0,17 \cdot 37,5 = 6,3 \text{ кВт},$$

$$P_{cm5} = 0,16 \cdot 5,5 = 1 \text{ кВт},$$

$$P_{cm7} = 0,1 \cdot 5 = 0,5 \text{ кВт},$$

$$P_{cm8} = 0,17 \cdot 2 = 0,34 \text{ кВт},$$

$$\sum P_{cm} = 8,14 \text{ кВт},$$

$$\sum P_{вст} = \sum P_{ні} + \sum P_{cm} = 53,14 \text{ кВт},$$

$$Q_{cm1} = 37,5 \cdot 1,17 = 49,3 \text{ кВар},$$

$$Q_{cm5} = 5,5 \cdot 1,3 = 7,2 \text{ кВар},$$

$$Q_{cm7} = 6 \cdot 1,3 = 6,5 \text{ кВар},$$

$$Q_{cm8} = 2 \cdot 1,17 = 2,3 \text{ кВар},$$

$$\sum Q_{cm} = 65,3 \text{ кВар}.$$

2) коефіцієнт використання $K_в$ для групи електроприймачів цеху відповідно до [3] визначається як :

$$K_{взрп1} = \frac{\sum_1^n K_{в} \cdot P_{в ст.і}}{\sum_1^n P_{в ст.і}} \quad (2.3)$$

де $P_{вст}$ – встановлена потужність електроприймачів

$$K_{взрп1} = \frac{6,3 + 1 + 0,5 + 0,34}{53} = 0,153 ;$$

3) визначаємо коефіцієнт максимуму K_M активної потужності (додаток А, таблиця А.1) [3]:

$$K_M = f(K_в, n_{эф}),$$

де $K_M = 3,11$;

$$n_{эф1} = \frac{(\sum_1^n P_{ні})^2}{\sum_1^n P_{ні}^2}, \quad (2.4)$$

де $n_{эф}$ – ефективне число електроприймачів [3] ,

$$n_{эф1} = \frac{(\sum_1^n P_{ні})^2}{\sum_1^n P_{ні}^2} = \frac{45^2}{37,5^2 + 5,5^2 + 2^2 + 5^2} = 1,4 ;$$

4) розрахункове активне навантаження, (максимальне середнє навантаження за інтервал усереднення) відповідно до [3] визначається виразом:

$$P_p = K_M \cdot \Sigma P_{см}, \quad (2.5)$$

де $\Sigma P_{см}$ – є сумарним значенням активної середньої потужності електроприймачів;

$$P_p = 3,11 \cdot 8,14 = 25,3 \text{ кВт};$$

5) знаходимо реактивне розрахункове навантаження із умови [3]:

$$Q_p = Q_{см}, \text{ якщо } n_{ef} \geq 10; \quad (2.6)$$

$$Q_p = 1,1 \cdot Q_{см}, \text{ якщо } n_{ef} < 10;$$

$$Q_p = 1,1 \cdot 13 = 14,3 \text{ кВар.}$$

б) визначаємо повне розрахункове навантаження:

$$S = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2} = \sqrt{30^2 + 14,3^2} = 33 \text{ кВА};$$

РП-2:

1) середня активна та реактивна потужності відповідно до формул (2.1) та (2.2) дорівнює:

$$P_{см2} = 0,17 \cdot 2,7 = 0,5 \text{ кВт};$$

$$P_{см3} = 0,17 \cdot 14,8 = 2,5 \text{ кВт};$$

$$P_{см4} = 0,16 \cdot 12 = 1,9 \text{ кВт};$$

$$P_{см6} = 0,17 \cdot 3 = 0,4 \text{ кВт};$$

$$\sum P_{см} = 5,4 \text{ кВт};$$

$$\sum P_{вст} = \sum P_{ні} + \sum P_{см} = 35,3 \text{ кВт};$$

$$Q_{см2} = 2,7 \cdot 1,17 = 3,2 \text{ кВар};$$

$$Q_{см3} = 14,8 \cdot 1,17 = 17,3 \text{ кВар};$$

$$Q_{см4} = 12 \cdot 1,3 = 15,6 \text{ кВар};$$

$$Q_{см6} = 2 \cdot 1,17 = 2,3 \text{ кВар};$$

$$\sum Q_{см} = 38,4 \text{ кВар.}$$

2) коефіцієнт використання K_6 для групи електроприймачів за формулою (2.3) дорівнює:

$$K_{всп2} = \frac{0,5 + 2,5 + 1,9 + 0,4}{29,9} = 0,14 ;$$

3) по додатку А, таблиці А.1 вибираємо коефіцієнт максимуму K_m активної потужності :

$$K_m = f(K_6, n_{эф}),$$

де $K_m = 3,3$;

4) визначаємо ефективне число електроприймачів:

$$n_{эф2} = \frac{29,9^2}{2,7^2 + 14,8^2 + 12^2 + 2^2} = 2,4 ;$$

5) визначаємо розрахункове активне навантаження за формулою (2.5):

$$P_p = 3,3 \cdot 4,2 = 14 \text{ кВт};$$

6) реактивне розрахункове навантаження відповідно формули (2.6) дорівнює:

$$Q_p = 1,1 \cdot 5,3 = 5,8 \text{ кВар};$$

7) визначаємо повне розрахункове навантаження:

$$S = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2} = \sqrt{14^2 + 5,8^2} = 15,2 \text{ кВА};$$

$$P_p = 3,2 \cdot 2,6 = 8,3 \text{ кВт},$$

8) сумарне повне розрахункове навантаження по цеху з виробництва дерев'яних вікон:

$$S_p = \sqrt{P_{p\Sigma}^2 + Q_{p\Sigma}^2} = \sqrt{52,3^2 + 24,4^2} = 58 \text{ кВА};$$

Данні розрахунків навантаження по розподільчм пунктам відображені в таблиці 2.2.

2.2. Розрахунок навантажень цеху з виробництва дерев'яних вікон

Активні навантаження цеху з виробництва дерев'яних вікон будемо проводити методом коефіцієнта попиту визначаємо на основі проведеного розрахунку активних навантажень електроприймачів кожного розподільчого пункту [3]:

$$P_p = K_n \cdot P_{вст}, \quad (2.7)$$

де P_p – розрахована потужність електроприймачів цеху, кВт;

K_n – коефіцієнт попиту відповідно до додатку А, таблиці А.2;

$P_{вст}$ – встановлена потужність електроприймачів цеху, кВт.

Розрахункове навантаження електричного освітлення цеху відповідно до [11] визначаємо за величиною питомої потужності, яка обчислюється за виразом:

$$P_p^o = P_{\text{пит}} \cdot K_n^o \cdot S, \quad (2,8)$$

де P_p^o – потужність, яка необхідна для освітлення виробничого цеху, кВт;

$P_{\text{пит}}$ – питома норма освітленості цеху, кВт/м², яка відповідно до [11] дорівнює $10 \cdot 10^{-3}$ кВт/м²;

K_n^o – коефіцієнт попиту освітлювального навантаження;

S – площа приміщення.

Для освітлення цеху вибираємо світильники з використанням люмінесцентних ламп.

Відповідно до даним [3,11] вибираємо значення коефіцієнта попиту освітлювального навантаження 1,5 для люмінесцентних.

Повна розрахункова потужність цеху визначаємо відповідно до [3]: за формулою:

$$S_p = \sqrt{P_{p\Sigma}^2 + Q_{p\Sigma}^2} \cdot K_{pm}, \quad (2.9)$$

де $P_{p\Sigma}$ – сумарна активна розрахункова потужність цеху в кіловатах, яка визначається виразом:

$$P_{p\Sigma} = \Sigma P_{pi} + P_p^o, \quad (2.10)$$

де ΣP_{pi} – сумарна розрахункова потужність електроприймачів;

$Q_{p\Sigma}$ – реактивна розрахункова потужність цеху, яка визначається за формулою $Q_{p\Sigma} = P_{p\Sigma} \cdot \text{tg}\varphi_{cp}$

де $\text{tg}\varphi_{cp}$ – середньовзв'язане значення $\text{tg}\varphi$ для даної групи електроприймачів;

В вираз (2.9) входить коефіцієнт сумісності розрахункових максимумів окремих груп електроприймачів цеху K_{pm} який відповідно до [1] лежить в межах 0,8...1,0.

Аналогічно, виконуємо розрахунки для кожного РП [3]:

РП-1

1) активна потужність споживачів відповідно (2.7):

$$P_{p1} = 0,25 \cdot 37 = 9,3 \text{ кВт},$$

$$P_{p2} = 0,2 \cdot 12 = 2,4 \text{ кВт},$$

$$P_{p3} = 0,2 \cdot 15 = 3 \text{ кВт},$$

$$\Sigma P_{pi} = 14,7 \text{ кВт}.$$

2) розрахункове навантаження електричного освітлення за формулою (2.8) дорівнює:

$$P_p^o = 10 \cdot 10^{-3} \cdot 1,5 \cdot 2100 = 31,5 \text{ кВт};$$

3) сумарна активна розрахункова потужність групи споживачів електроенергії за формулою (2.10):

$$P_{p\Sigma} = 14,7 + 31,5 = 46,2 \text{ кВт};$$

Таблиця 2.2 – Результати розрахунків

№ РП та ЕП	Кількість	Встановлена потужність $P_{вст}$		K_B	$\cos\varphi / \text{tg}\varphi$	Середня потужність		$n_{\text{еф}}$	K_M	Розрахункове навантаження		
		Одн. кВт	Σ , кВт			$P_{\text{см}}$, кВт	$Q_{\text{см}}$, кВар			P_p , кВт	Q_p , кВар	S_p , кВА
РП-2												
2	1	2,7	2,7	0,17	0,85/ 1,17	0,5	3,2	2,4	3,0	35,3	38,4	52,2
3	1	14,8	14,8	0,17	0,85/ 1,17	2,5	17,3					
4	1	12	12,0	0,17	0,8/1,3	1,9	15,6					
6	1	2	2	0,17	0,85/ 1,17	0,4	2,3					
Разом			29,9	0,16		5,3	38,4					
РП-1												
1	1	37,5	37,5	0,17	0,85/ 1,17	2,5	43,9	2,5	2,8	54,4	59,9	80,9
5	1	5,5	5,5	0,16	0,6/ 1,3	0,5	7,2					
7	1	5	5	0,16	0,5/ 1,3	0,9	6,5					
8	1	2	2	0,17	0,85/ 0,17	0,5	2,3					
Разом		49	49	0,16		4,4	59,9					

4) реактивна розрахункова потужність групи електроспоживачів за формулою (2.11):

$$Q_{p\Sigma} = 46,2 \cdot 1,3 = 60,1 \text{ кВар};$$

5) повна розрахункова потужність групи електроспоживачів за формулою (2.9):

$$S_p = \sqrt{46,2^2 + 60,1^2} \cdot 1 = 75,8 \text{ кВА};$$

РІІ-2

1) розраховуємо активну потужність електроспоживачів за формулою (2.7):

$$P_{p4} = 0,25 \cdot 20 = 5 \text{ кВт};$$

$$P_{p5} = 0,16 \cdot 5,5 = 0,9 \text{ кВт};$$

$$\Sigma P_{pi} = 5,9 \text{ кВт}.$$

2) розрахункове навантаження електричного освітлення відповідно до (2.8):

$$P_p^o = 10 \cdot 10^{-3} \cdot 1,5 \cdot 900 = 13,5 \text{ кВт};$$

3) сумарна активна розрахункова потужність групи електроспоживачів відповідно до формули (2.10):

$$P_{p\Sigma} = 5,9 + 13,5 = 19,4 \text{ кВт};$$

4) реактивну розрахункову потужність групи електроспоживачів знаходимо за формулою (2.11):

$$Q_{p\Sigma} = 19,4 \cdot 1,4 = 27,2 \text{ кВар};$$

5) повна розрахункова потужність групи електроприймачів за формулою (2.9):

$$S_p = \sqrt{19,4^2 + 27,2^2} \cdot 1 = 33,4 \text{ кВА};$$

Результати розрахунків заносимо до таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Розрахунки навантажень

№ ЕП	Найменування ЕП	P_n , кВт	ΣP_n , кВт	K_n	P_p , кВт	P_p^o , кВт	$P_{p\Sigma}$, кВт	$Q_{p\Sigma}$, кВар	S_p , кВА
РП-1									
1	Чотиристоронній верстат S 18-4	37,5	37,5	0,25	9,3	3,5	35,3	38,4	55,8
5	Пневмопрес VPS-100	5,5	5,5	0,2	2,5				
7	Плоскошліфувальний стрічковий станок SLPS-6M	2	2	0,2	0,4				
8	Покраскова камера KE-2000	5	5	0,2	0,5				
Разом					14,7				
РП-2									
2	Торцювальний верстат СМА-10	2,7	2,7	0,25	0,5	3,5	54,9	59,9	80,9
6	Сверлильно – пазовий горизонтальний верстат SVPG-213	2,4	2,4	0,16	0,4				
3	Віконний центр LGC-1000	14,8	14,8	0,17	2,5				
4	Фрезерний верстат FSS-100	12	12	0,17	1,9				
Разом					5,4	3,5	89,7	98,3	135,1

2.3. Розрахунок і вибір високовольтних вимикачів і перерізу провідників цеху

Відповідно до [5]. високовольтні вимикачі вибираються за номінальною напругою і розрахунковим струмом з врахуванням після аварійних режимів за умови:

$$U_{ном.в} \geq U_{номмережі}, \quad (2.25),$$

$$I_{ном.в} \geq I_{max}, \quad (2.26).$$

де $U_{ном.в}$ – номінальна напруга вимикача;

$U_{ном.мережі}$ – номінальна напруга мережі;

$I_{ном.в}$ – номінальний струм вимикача;

I_{max} – максимальний струм.

Переріз провідників вибираємо за економічною густиною струму:

$$S_{ек} = \frac{I_p}{J_{ек}} \quad (2.27)$$

де $J_{ек}$ – економічна густина струму;

I_p – розрахунковий струм.

Для вибору захисної апаратури цеху визначимо струми для нормального та після аварійного режимів роботи мережі відповідно [5].:

Для мережі 10 кВ:

$$I_{p10} = \frac{S_p}{\sqrt{3} \cdot U_{ном}} = \frac{182,5}{\sqrt{3} \cdot 10} = 11 \text{ А},$$

$$I_{\max 0,4} = 2 \cdot I_p = 2 \cdot 11 = 22 \text{ А},$$

Для мережі 0,4 кВ:

$$I_{p0,4} = \frac{S_p}{\sqrt{3} \cdot U_{ном}} = \frac{182,5}{\sqrt{3} \cdot 0,4} = 268 \text{ А},$$

$$I_{\max 0,4} = 2 \cdot I_p = 2 \cdot 268 = 536 \text{ А}.$$

На стороні 10 кВ для захисту апаратури від коротких замикань вибираємо з додатку В, таблиця В.1 масляний вимикач типу ВМГ – 10.

Технічні параметри якого слідуючі:

номінальний струм - 630 А ;

повний час відключення вимикача з приводом - 0,14 с.

На стороні 0,4 кВ вибираємо автомат(додаток В, таблиця В.2) типу АВМ-10 номінальний струм якого складає 1000 (А).

Перевіряємо вибрані вимикач та автомат відповідно умові (2.26):

Для вимикача ВМГ – 10 - $630 \geq 22 \text{ А}$,

Для автомата АВМ – 10- $1000 \geq 536 \text{ А}$.

Провідники цехової мережі вибираємо за економічною густиною струму [2]. Для ізольованих провідників з паперовою ізоляцією для максимального навантаження > 5000 год питома густина струму складає $j_{ек} = 1,2$.

Економічний переріз провідів лінії живлення визначаємо за формулою (2.27):

$$S_{ек} = \frac{268}{1,2} = 223 \text{ мм}^2.$$

Для цехової мережі вибираємо броньовані кабелі з паперовою ізоляцією в алюмінієвій оболонці типу ААБ.

Результати розрахунків заносимо до таблиці 2.7.

Таблиця 2.7 – Результати вибору комутаційно-захисної апаратури і провідників цехової мережі

Лінія	$S_{роз.}$, кВА	$I_{роз.}$, А	$I_{max.}$, А	$S_{ек.}$, мм ²	Марка проводу	$I_{доп.}$, А	Марка вимикача
ТП	182,5	268	536	223	АС-240	675	АВМ-10

Для захисту ліній живлення електроприймачів передбачаємо використання селективних вимикачів. Далі робимо розрахунок кожної ділянки від РП до ТП з метою вибору марки проводу і захисної апаратури [1,8].

Для захисту ліній живлення електроприймачів передбачаємо використання селективних вимикачів. Далі робимо розрахунок кожної ділянки від РП до ТП з метою вибору марки проводу і захисної апаратури [9].

Розрахунок для лінії ТП-РП1 здійснюємо в такій послідовності:

- розраховуємо максимальний струм:

$$I_{макс.} = \frac{S_m}{\sqrt{3} \cdot U_{ном}} = \frac{33 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380} = 51 \text{ А},$$

де $S_m = 33$ кВА, розрахункова максимальна потужність (дивись таблицю 2.2);

- визначаємо найбільший пусковий струм за формулою:

$$I_{п.макс.} = 5 \cdot I_{н.макс.}, \quad (2.28)$$

де $I_{н.макс}$ – номінальний струм ЕП, пусковий струм якого найбільший в даному РП і визначається за формулою [3]:

$$I_{н.макс} = \frac{P_{ном.ЕП}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot \cos \varphi_{ном.ЕП}}, \quad (2.29)$$

де $P_{ном.ЕП}$ – номінальна потужність ЕП, кВт;

$U_{ном}$ – номінальна напруга мережі, Вт;

$\cos \varphi_{ном.ЕП}$ – номінальний коефіцієнт потужності ЕП.

Після підставлення чисельних даних знаходимо:

$$I_{н.макс} = \frac{37 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,65} = 88 \text{ А.}$$

Таким чином, найбільший пусковий струм дорівнює $I_{п.макс.} = 5 \cdot 88 = 440 \text{ А}$, а піковий струм лінії ТП-РП1 становить:

$$I_{п.} \approx I_{макс} + I_{п.макс}, \quad (2.30)$$

$$I_{п.} \approx 51 + 440 = 491 \text{ А.}$$

На цій підставі обираємо автоматичний вимикач серії АМ8-М з номінальним струмом вимикача $I_{ном.в} = 800 \text{ А}$ і номінальним струмом розчіплювача $I_{н.розч} = 500 \text{ А}$ (додаток В, таблиця В.3).

Для АМ8-М комутаційний струм відключення складає 45 кА.

Вибираємо кабель типу ААБГ $3 \times 240 + 1 \times 120$ (додаток В, таблиця В.4).

Розрахунок для лінії ТП-РП2 виконуємо наступним чином:

- розраховуємо максимальний струм:

$$I_{\text{макс.}} = \frac{S_{\text{м}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{ном}}} = \frac{15,2 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380} = 23,5 \text{ А};$$

- за формулою (2.29) визначаємо номінальний струм ЕП, пусковий струм якого найбільший для даного РП:

$$I_{\text{н.макс}} = \frac{20 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,65} = 47,6 \text{ А};$$

- знаходимо найбільший пусковий струм:

$$I_{\text{п.макс.}} = 5 \cdot 47,6 = 238 \text{ А};$$

- за формулою (2.30) обчислюємо піковий струм лінії ТП-РП2:

$$I_{\text{п.}} \approx 23,5 + 238 = 261,5 \text{ А.}$$

Відповідно до розрахунків обираємо автоматичний вимикач серії АМ4 з номінальним струмом якого складає $I_{\text{ном.в}} = 400 \text{ А}$ о номінальним струмом розчіплювача $I_{\text{н.розч}} = 300 \text{ А}$.

Для АМ4 комутаційний струм відключення складає 20 кА.

Вибираємо кабель типу ААБГ $3 \times 95 + 1 \times 50$.

$$I_{\text{н.макс}} = \frac{6,6 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,5} = 20,4 \text{ А};$$

- обчислюємо найбільший пусковий струм:

$$I_{\text{п.макс.}} = 5 \cdot 20,4 = 102 \text{ А};$$

- за формулою (2.30) визначаємо піковий струм лінії ТП-РПЗ:

$$I_{n.} \approx 14,4 + 102 = 116,4 \text{ А} .$$

Результати всіх розрахунків заносимо до таблиці 2.8.

Схема електропостачання досліджуваного цеху показана на рисунку 2.9, де 1,2,3... – відповідно номери ЕП згідно плану розміщення технологічного обладнання, показаного на рисунку 2.6

2.4. Розрахунок компенсації реактивної потужності

Для зниження величини реактивної потужності будемо використовувати пристрої компенсації реактивної потужності [9].

З рисунка 2.9, видно, що кожна ділянка електропостачальної системи зумовлює збільшення реактивної потужності і відповідну зміну коефіцієнтів потужності. Якщо на шинах 0,4 кВ реактивна потужність навантаження становить 48% [8] від активної потужності, то вже на шинах генераторної напруги вона досягає значення 72% [8].

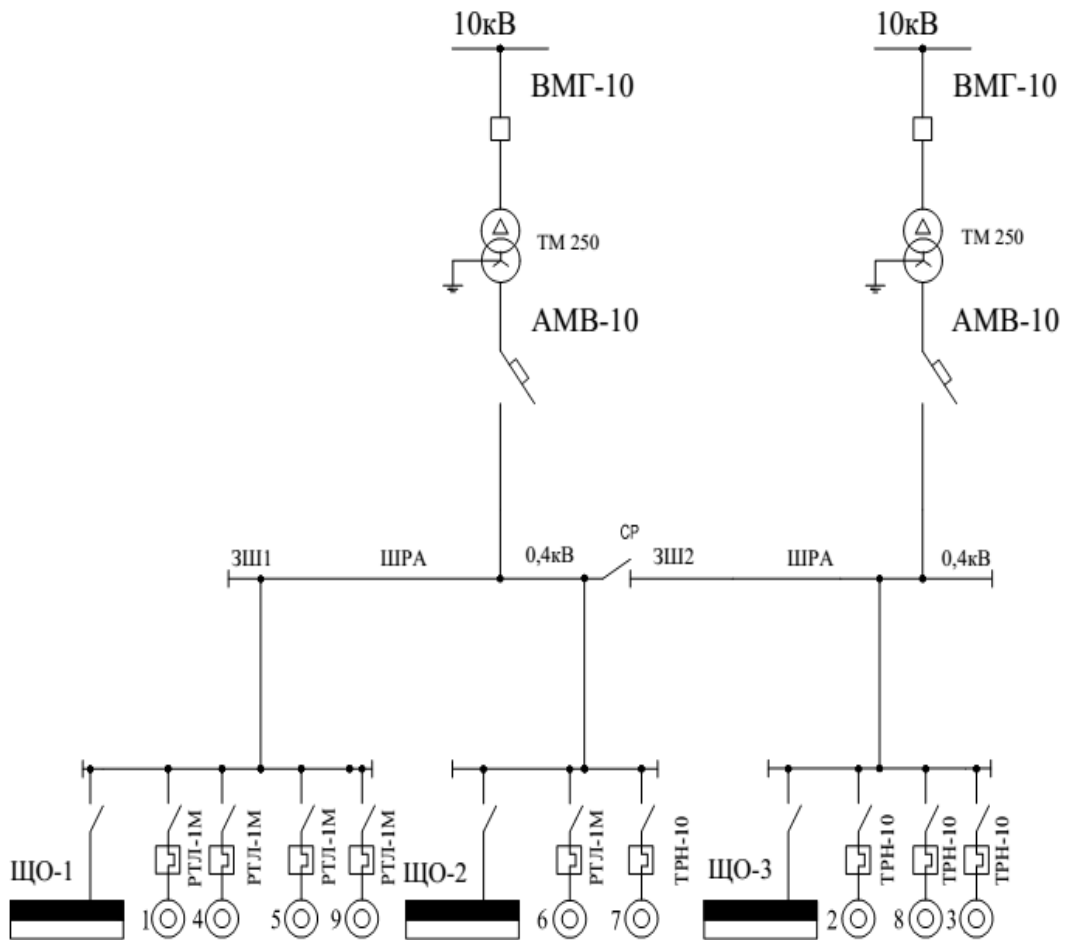


Рисунок 2.9 – Схема електропостачання цеху

Таблиця 2.8 – Результати розрахунків високовольних вимикачів і перерізу провідників лінії ТП-РП

Лінія	$I_{\max},$ А	$I_{\text{п}},$ А	Тип захисного апарату	$I_{\text{ном.в}},$ А	$I_{\text{н.розч}},$ А	$I_{\text{н.відкл}},$ кА	Тип провідника	$S, \text{мм}^2$	$I_{\text{доп}},$ А
ТП- РП1	51	491	АМ8-М	800	500	45	ААБГ	3×240 + 1×120	440
ТП- РП2	23,5	262	АМ4	400	300	20	ААБГ	3×95 + 1×50	260

Для компенсації реактивної потужності пропонується використовувати конденсаторні установки (КУ). Тип (КУ) вибирається відповідно до [8], для цього необхідно перевірити мінімальне необхідне число трансформаторів в цеховій ТП а також реактивну потужність, яка передається в мережу.

Мінімально необхідне число трансформаторів визначається за формулою [8]:

$$N_o = \frac{P_{p\Sigma}}{\beta_{н.тр} \cdot S_{н.тр}}, \quad (2.31)$$

де $\beta_{н.тр}$ – нормативний коефіцієнт завантаження трансформатора, який становить [8,9] 0,5...0,98;

$S_{н.тр}$ – номінальна потужність одного трансформатора, МВА;

$P_{p\Sigma}$ – сумарна середня активна потужність, кВт.

Реактивна потужність, що передається, визначаємо формулою :

$$Q_s = \sqrt{(N_o \cdot \beta_{н.тр} \cdot S_{н.тр})^2 - P_{p\Sigma}^2}. \quad (2.32)$$

Згідно наведених вище формул виконуємо розрахунок за такими вихідними даними:

- $P_{p\Sigma} = 98,7$ кВт;

- $Q_{p\Sigma} = 137,1$ кВар;

- вибрані два трансформатора з номінальною потужністю 250 кВА кожний, з яких один робочий, другий резервний.

Перевіряємо мінімальне необхідне число трансформаторів в цеховій ТП за формулою (2.31):

$$N_o = \frac{98,7}{0,9 \cdot 250} = 0,43.$$

Обираємо $N_o = 1$.

Реактивна потужність, яка передається, визначаємо за формулою (2.32):

$$Q_g = \sqrt{(1 \cdot 0,6 \cdot 250)^2 - 98,7^2} = 113 \text{кВар}.$$

Перевіряємо значення коефіцієнта потужності $\cos\varphi$ [1]:

$$\cos\varphi = \frac{P_{p\Sigma}}{S} = \frac{98,7}{\sqrt{98,7^2 + 113^2}} = 0,7.$$

При такому значенні коефіцієнта потужності можливі значні втрати. Слід підвищувати потужність батарей конденсаторів, щоб добитись [8] співвідношення $\cos\varphi = 0,85 \dots 0,98$.

Знаходимо різницю реактивних потужностей, яку необхідно компенсувати:

$$Q_{ок} = (Q_{p\Sigma} - Q_g) = 137,1 - 113 = 24,1 \text{кВар}.$$

Тип конденсаторної установки для мережі 380 В, вибираємо із Додатку В для найближчої по потужності до 24 кВар. Із додатку це конденсаторна установка типу УК-0,38-110Н, з номінальною потужністю 110 кВар з однією ступеню регулювання потужності, що цілком задовільняє розрахунковим параметрам. Результати розрахунків заносимо до таблиці 2.9.

Таблиця 2.9 – Результати щодо вибору конденсаторної установки

Найменування	$P_{p\Sigma}$, кВт	$Q_{p\Sigma}$, кВар	$Q_{в}$, кВар	$Q_{бк}$, кВар	Тип Конденсаторної установки	Ном. потужність кВар	Число ступенів, кВар
ТП	98,7	137,1	113	24,1	УК-0,38-110Н	110	1x110

Висновки по другому розділу

В результаті розрахунків було вибрано захисне обладнання для цехової мережі та тип провідників.

Визначено тип та параметри конденсаторної установки для компенсації реактивної потужності.

ВИСНОВКИ

В даній дипломній роботі здійснювалось розрахунок і проектування виробничого цеху по виготовленню дерев'яних вікон. Основне завдання роботи – вибір найбільш оптимального варіанту схеми, параметрів електромережі та її складових, що дозволить забезпечити необхідну надійність електропостачання та безперебійну роботу цеху.

В ході виконання дипломної роботи було проведено характеристика виробничого цеху та вибір напруги для живлення його електрообладнання. Вибрана величина живлячої ЕП напруги. Було з'ясовано, що ЕП цеху належать до 3 категорії надійності електропостачання. Тобто для живлення цеху необхідно використовувати двох трансформаторну підстанцію. З урахуванням оптимального завантаження були вибрані два трансформатора типу ТМ 250 кВА.

Було проведено розрахунок високовольтних вимикачів. Після проведених розрахунків вибираємо вимикач ВМГ-10.

Обираємо автоматичні вимикачі серії АМ-4 з номінальним струмом вимикача $I_{\text{ном.в}} = 400$ А номінальним струмом розчеплювача $I_{\text{н.розч}} = 120$ А. Для АМ4 комутаційний струм відключення складає 20 кА.

Для розподільчої системи обираємо кабель типу ААБГ .

ВИКОРИСТАНІ ІНФОРМАЦІЙНІ ДЖЕРЕЛА

- 1.Справочник по проектированию электроснабжения/Под ред. Ю. Г. Барыбиия и др.– М.: Энергоатомюдат, 1990.– 576 с– (Электроустановки промышленных предприятий/Под общ. ред. Ю. Н. Тишейко и др.)
2. Правила улаштування електроустановок// Наказ Міністерства енергетики та вугільної промисловості №476 від 21.07.2017р.
3. А.А. Федоров, Є.М. Ристхейм Электроснабжение промышленных предприятий. – Москва, 1991, – 250 с.
- 4.Постанова КМУ №509 від 13 травня 1996 р. Про порядок обчислення часу на території України
5. І.І.Мартиненко , В.П. Лисенко, Л.П. Тищенко , І.М. Болбот, П.В. Олійник Проектування систем електрифікації та автоматизації АПК: Підручник. – К., 2008. – 330 с.
- 6.<http://www.elo.ru/equip/lgc1000.html>
- 7.Гужов Н.П., Ольховский В.Я., Павлюченко Д.А. Системы электроснабжения: Учебное пособие. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2006. – 154 с.
- 8.Кабышев А.В., Обухов С.Г. Расчет и проектирование систем электроснабжения объектов и установок: учебное пособие/А.В. Кабышев, С.Г. Обухов. – Томск: Изд-во ТПУ, 2006 – 248 с.
9. Рудницький В.Г. Внутрішньоцехове електропостачання. Навчальний посібник. – Суми, 2008. – 280 с.
10. Бурбело М.Й. Проектування систем електропостачання. Приклади розрахунків. Навчальний посібник. – 2-е вид., перероб. і доп. – Вінниця: УНІВЕРСУМ – Вінниця, 2005. – 148 с.

Таблиця А.1 – Залежність коефіцієнта максимуму активної потужності K_M від приведенного числа електроприймачів при різних значеннях коефіцієнта використання по активній потужності K_e

Кількість споживачів	K_e								
	0,1	0,15	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
4	3,43	3,11	2,64	2,14	1,87	1,65	1,46	1,29	1,14
6	3,04	2,64	2,24	1,88	1,66	1,51	1,37	1,23	1,1
8	2,72	2,31	1,99	1,72	1,52	1,4	1,3	1,2	1,08
10	2,42	2,1	1,84	1,6	1,43	1,34	1,6	1,16	1,07
14	2,1	1,85	1,67	1,45	1,32	1,25	1,2	1,13	1,07
18	1,91	1,7	1,55	1,37	1,26	1,26	1,16	1,11	1,06
25	1,71	1,55	1,4	1,28	1,21	1,17	1,14	1,1	1,06
35	1,56	1,41	1,3	1,21	1,17	1,15	1,12	1,1	1,05
45	1,45	1,33	1,25	1,17	1,14	1,12	1,11	1,08	1,04
60	1,32	1,25	1,19	1,14	1,12	1,11	1,09	1,07	1,03
80	1,25	1,2	1,15	1,11	1,1	1,1	1,08	1,06	1,03
100	1,21	1,17	1,12	1,1	1,08	1,08	1,07	1,05	1,02
140	1,17	1,15	1,11	1,08	1,06	1,06	1,06	1,05	1,02

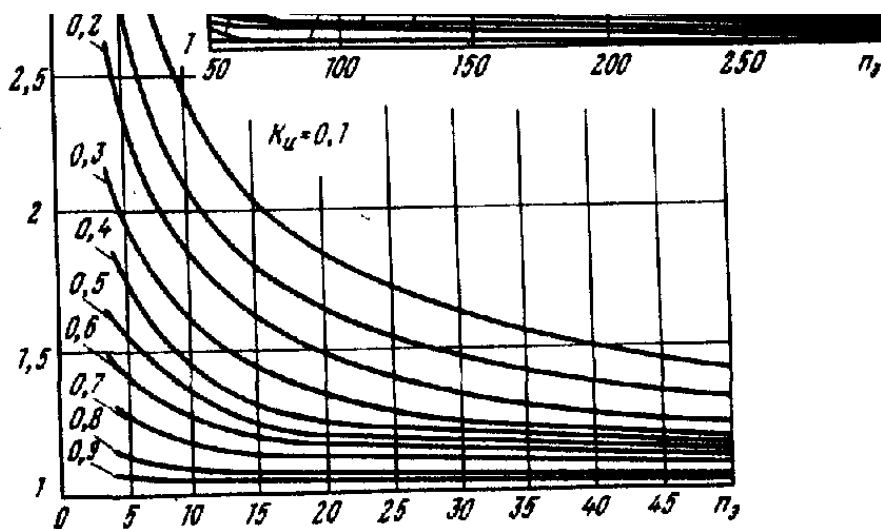


Рисунок А.1- графік залежності коефіцієнта максимуму активної потужності K_M від приведенного числа приймачів n_e

Таблиця В.1 – Характеристика даних автоматичних вимикачів типу АВМ

Тип	Номинальний струм автомата I_n, A	Номинальний струм розчіплювачів $I_{н.розц}, A$
АВМ-4	400	120, 150, 200, 250, 300, 400
АВМ-10	1000	500, 600, 800, 1000
АВМ-15	1500	1000, 1200, 1500
АВМ-20	2000	1000, 1200, 1500, 2000
Основні данні автоматів серії АМ-М		
Тип	Номинальний струм автомата I_n, A	Номинальний струм розчіплювачів $I_{н.розц}, A$
АМ8-М	800	130, 190, 260, 375, 500, 625, 800
АМ15-М	1500	1250, 1500
АМ30-М	3000	2000, 2500, 3000
АМ55-М	5500	4000, 5500

Таблиця В.2 – Комутаційна дія, термічна і електродинамічна стійкість автоматичних вимикачів

Тип	I_n, A	Комутаційна здібність $I_{відкл}, kA(-380$ В)	Стійкість	
			Термічна B_k	Електродинамічна $i_{дин}, kA$
АВМ-4	400	20	—	42

ABM-10	1000	20	—	42
ABM-15	1500	35	—	65
ABM-20	2000	35	—	75
AM8-M	800	45	1300	110
AM15-M	1500	45	3000	110
AM30-M	3000	50	3000	120
AM55-M	5500	50	3000	120
Э06	600	25	437	50
Закінчення таблиці В.2				
Э10	1000	40	1100	84
Э16	1600	40	1850	84
Э25	2500	45	4500	100
Э40	4000	65	11500	160
A3710Б	160	36,5	—	—
A3720Б	250	36,5	—	—
A3730Б	400	48,5	—	—
A3740Б	630	48,5	—	—
A3730С	400	24	250	50
A3740С	630	29	360	60

Таблиця В.3 – Допустимі навантаження на кабель з алюмінієвими жилами, з паперовою ізоляцією, просоченою маслоканіфольною і нестікаючою масою, в свинцевій чи алюмінієвій оболонці, прокладених в землі чи на повітрі

Номінальний переріз струмопровідної жили	Одножильні до 1 кВ	Двожильні до 1 кВ	Трижильні			Чотири- жильні до 1 кВ
			До 3 кВ	6 кВ	10 кВ	
	Максимальна допустима температура жил, °С					
	80	80	80	65	60	80
2,5	—/31	35/23	31/22	—	—	—
4	60/42	46/31	42/29	—	—	38/27
6	80/55	60/42	55/35	—	—	46/35
10	110/75	80/55	75/46	60/42	—	65/45
16	135/90	110/75	90/60	80/50	75/ 46	90/60
25	180/125	140/100	125/80	105/70	90/ 65	115/75
35	220/155	140/100	125/80	105/70	115/ 80	135/95
50	275/190	210/140	180/120	155/110	140/ 105	165/110
70	340/235	250/175	220/155	190/135	165/ 130	200/140
95	400/275	290/210	260/190	225/165	205/ 155	240/165
120	460/320	335/245	300/220	260/190	240/ 185	270/200

Закінчення таблиці В.3

150	520/360	335/245	335/255	300/255	275/210	305/230
185	580/405	—	380/290	340/250	310/235	345/260
240	675/470	—	440/330	390/290	355/270	—

Таблиця В.4

Електротеплові реле серії РТЛ	
РТЛ-1М	IP20, DIN струм 10, 25А
РТЛ-2М	IP20, DIN струм 40, 63, 80А
РТЛ-3125	IP00, струм 125А
РТЛ-3170	IP00, струм 170А
РТЛ-3270	IP00, струм 270А