

Міністерство освіти і науки України
Луцький національний технічний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет архітектури, будівництва та енергетики

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра електричної інженерії

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

КВАЛІФІКАЦІЙНИЙ ПРОЄКТ ЗА СТУПЕНЕМ ВИЩОЇ ОСВІТИ «БАКАЛАВР»

Електропостачання меблевої фабрики встановленою потужністю 1282 кВт

спеціальність 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

(шифр і назва спеціальності)

освітня програма «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

(назва освітньої програми)

Виконав: здобувач вищої освіти
групи ЕЕ-42

Ружицький Владислав Володимирович

(підпис)

Керівник: к.т.н., доцент

Собчук Дмитро Сергійович

(підпис)

Кваліфікаційний проєкт

допущено до захисту

«__» _____ 2026 р.

Гарант освітньої програми

к.т.н., доцент:

Волинець Владислав Ігорович

(підпис)

Луцьк – 2026 року

АНОТАЦІЯ

Ружицький Владислав Володимирович. Електропостачання меблевої фабрики встановленою потужністю 1282 кВт . Рукопис.

Кваліфікаційний проєкт бакалавра ОП «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка. Луцький національний технічний університет. Луцьк, 2026.

Кваліфікаційний проєкт бакалавра складається з п'яти розділів, списку використаних джерел, додатків.

Ціль роботи – розробити систему електропостачання та моделювання режимів роботи електродвигуна. При розробці СЕП підприємства виконувався: розрахунок електричних навантажень, визначення потужності компенсуючих пристроїв, вибір схеми живлення і розподілу електричної енергії, вибір напруги і конфігурації живлячих і розподільчих мереж, розрахунок струмів КЗ і вибір апаратури; а також вибір кількості, потужності і місця встановлення і типу підстанцій, розрахунок засобів релейного захисту і автоматики та т. ін.

Ключові слова: розрахунки, електричні навантаження, ієрархічний підхід, силові трансформатори, метод впорядкованих діаграм

Annotation

Ruzhytskyi Vladyslav Volodymyrovych. Design of the power supply system for a furniture factory with an installed capacity of 1282 kW. Manuscript.

Qualification project of the bachelor's degree "Electrical power engineering, electrical engineering and electromechanics" specialty 141 Electrical power engineering, electrical engineering and electromechanics. Lutsk National Technical University. Lutsk, 2026.

The bachelor's qualification project consists of five sections, a list of sources used, applications.

The purpose of the work is to develop a power supply system and simulate the operating modes of an electric motor. When developing the PSS of the enterprise, the following was carried out: calculation of electrical loads, determination of the power of compensating devices, selection of a power supply and distribution of electrical energy, selection of voltage and configuration of supply and distribution networks, calculation of short-circuit currents and selection of equipment; as well as the choice of the number, capacity and place of installation and type of substations, calculation of relay protection and automation, etc.

Keywords: calculations, electric loads, hierarchical approach, power transformers, ordered diagrams method

ЗМІСТ¹

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1 КОРОТКА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ПРОЄКТУВАННЯ	8
РОЗДІЛ 2 ОСНОВНІ ПРОЄКТНІ РІШЕННЯ	12
2.1. Розрахунок силового електричних навантажень	12
2.2. Розрахунок освітлювальних навантажень	15
2.3. Визначення результуючих навантажень.....	16
2.4. Побудова картограми навантажень та визначення теоретичного центру навантажень	17
2.5. Вибір кількості та потужності трансформаторів ТП з врахуванням компенсації реактивної потужності	17
2.6. Компенсація реактивної потужності.....	19
2.7. Визначення електричних навантажень на вищих рівнях СЕП.....	19
2.8. Проєктування мережі живлення підприємства	20
2.9. Проєктування внутрішньої розподільної мережі.....	20
2.10. Розрахунок струмів короткого замикання.....	22
2.11. Вибір апаратури	22
2.11.1. Вибір комплектних розподільчих пристроїв.....	22
2.11.2. Вибір роз'єднувачів.....	23
2.11.3. Вибір вимикачів навантаження та запобіжників	23
2.12. Розрахунок низьковольтної мережі цеху	24
2.12.1. Вибір схеми електропостачання.....	24
2.12.2. Розрахунок струмів короткого замикання в мережі 0,4 кВ	26
2.12.3. Вибір трансформаторів струму	28
2.12.4. Вибір автоматичних вимикачів	29
2.12.5. Вибір рубильників	30
2.13. Проєктування освітлювальної мережі	31
РОЗДІЛ 3 РОЗРАХУНОК ЕЛЕКТРОПРИВОДУ ТОРЦІОВАЛЬНОГО ВЕРСТАТУ	32
3.1. Вибір електродвигуна.....	32
3.2. Побудова природної характеристики електродвигуна.....	32
РОЗДІЛ 4 СИСТЕМА АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЄКТУВАННЯ (САПР)...	34
РОЗДІЛ 5 ЕЛЕКТРОБЕЗПЕКА	35
ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ	36
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.....	37
ДОДАТКИ	39
Додаток А Використані методики.....	39
Додаток Б Специфікації та переліки посилань	67

					ЛНТУ.971053.000 ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Ружицький В.В.				Електропостачання меблевої фабрики встановленою потужністю 1282 кВт Пояснювальна записка	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевіри	Собчук Д.С.					Д	6	66
Реценз.						ФАБЕ, гр ЕЕ-42		
Н.контр	Ващелюк Ю.І.							
Затвердив	Волинець В.І.							

ВСТУП

Проектоване підприємство являє собою сучасну меблеву фабрику із встановленою електричною потужністю 1282 кВт, що спеціалізується на серійному виробництві корпусних та частково м'яких меблів для житлових і комерційних приміщень. Основною метою функціонування підприємства є виготовлення конкурентоспроможної продукції з використанням енергоефективних технологій обробки деревини, плитних матеріалів та супутніх компонентів. Виробнича програма передбачає виготовлення шаф, кухонних гарнітурів, офісних меблів та інших виробів із ДСП, МДФ і натуральної деревини, що зумовлює різноманітність технологічних операцій та значну насиченість електромеханічним обладнанням.

Фабрика працює у двозмінному режимі з тривалістю зміни 8 годин, що забезпечує оптимальне використання виробничих потужностей та рівномірне навантаження на систему електропостачання. У пікові періоди можливе впровадження третьої зміни для виконання великих замовлень. Характер виробництва є безперервно-дискретним, оскільки окремі технологічні процеси виконуються циклічно, але загальний виробничий потік організований безперервно із застосуванням транспортних систем та автоматизованих ліній.

Особливістю технологічного процесу є значна кількість електроприймачів із асинхронними електродвигунами, наявність обладнання з нерівномірним графіком навантаження, а також використання систем аспірації, вентиляції та пиловидалення. Це обумовлює необхідність ретельного проектування системи електропостачання, зокрема визначення категорії надійності електроприймачів, розрахунку електричних навантажень, компенсації реактивної потужності та вибору відповідного електрообладнання.

З огляду на встановлену потужність 1282 кВт підприємство відноситься до об'єктів середньої потужності, що потребують живлення від мережі середньої напруги з пониженням до рівня 0,4 кВ через комплектні трансформаторні підстанції. Важливим аспектом є забезпечення енергетичної ефективності, мінімізація втрат електроенергії та підтримання нормативних показників якості електроенергії.

					ЛНТУ.971053.000 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1

КОРОТКА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ПРОЄКТУВАННЯ

Структура меблевої фабрики сформована відповідно до послідовності технологічного процесу виготовлення продукції та забезпечує раціональний рух матеріальних потоків між виробничими підрозділами. Кожен цех виконує чітко визначені функції, що в сукупності формують завершений виробничий цикл.

Початковою ланкою виробництва є розкрійний цех, у якому здійснюється первинна обробка плитних матеріалів шляхом їх розкроювання на заготовки необхідних розмірів. Саме на цьому етапі формується геометрична точність деталей, що безпосередньо впливає на якість кінцевого виробу.

Після розкрою заготовки надходять до цеху механічної обробки, де виконуються операції фрезерування, свердління, пазування та інші види формоутворення. У цьому підрозділі відбувається остаточне надання деталям необхідної форми та підготовка їх до складання.

Наступним етапом є кромкооблицювальний цех, де здійснюється обробка торців деталей із нанесенням кромкових матеріалів. Цей процес забезпечує не лише естетичний вигляд виробів, але й підвищує їх довговічність.

Далі деталі передаються до складального цеху, де відбувається збирання меблів у готові конструкції. Тут використовуються різноманітні електрифіковані інструменти, що забезпечують з'єднання елементів у єдину конструкцію.

Оздоблювальний цех виконує операції нанесення лакофарбових покриттів, шліфування та сушіння виробів. Це один із найбільш енергоємних підрозділів через використання вентиляційних систем та сушильного обладнання.

Паралельно функціонує цех м'яких меблів, у якому здійснюється виготовлення каркасів, настилення наповнювачів та оббивка виробів. Цей підрозділ має специфічне обладнання та власні режими електроспоживання.

					ЛНТУ.971053.000 ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Ружицький В.В.				Електропостачання меблевої фабрики встановленою потужністю 1282 кВт Пояснювальна записка	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевірів	Собчук Д.С.					Д	8	4
Реценз.						ФАБЕ, гр ЕЕ-42		
Н.контр	Васелюк Ю.І.							
Затвердив	Волинець В.І.							

Завершальним етапом є експедиційно-пакувальний цех, де готова продукція пакується, комплектується та готується до відвантаження. У цьому цеху використовуються пакувальні машини та транспортні механізми.

Електропостачання підприємства здійснюється від шин напругою 10 кВ існуючої ТП-10/0,4 кВ, відстань до якої становить 0,95 км. Потужність КЗ на шинах джерела живлення дорівнює 90 МВА.

Реактивна потужність, дозволена енергосистемою, становить 100 кВАр.

Загальна територія підприємства становить 25200 м², площа будівель складає

Характеристики об'єктів в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Характеристики об'єктів

Назва	S, m^2	$P_{вст\Sigma}, кВт$
Цех механічної обробки	1656	315
Розкрійний цех	1632	154
Кромкооблицювальний цех	1632	176
Складальний цех	1632	174
Оздоблювальний цех	1632	155
Цех м'яких меблів	1632	148
Експедиційно-пакувальний цех	1632	160
Всього	11448	1282

Як об'єкт дослідження системи електропостачання прийнято розкрійний цех меблевої фабрики, який є одним із ключових виробничих підрозділів та визначає точність і ефективність подальших технологічних операцій. У цьому цеху здійснюється розкрій плитних матеріалів, таких як ДСП, МДФ і фанера, на заготовки необхідних розмірів відповідно до виробничих завдань. Організація процесу має потоковий характер, що забезпечує безперервність виробництва та раціональне використання обладнання.

На початковому етапі матеріали подаються до зони обробки за допомогою роликового транспортера з електроприводом, який забезпечує рівномірне переміщення листів між робочими позиціями. Це дозволяє узгодити роботу окремих

					ЛНТУ.971053.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

одиниць обладнання та зменшити втрати часу. Електродвигун транспортера працює у тривалому режимі з відносно стабільним навантаженням.

Основною операцією є розкрій матеріалу на форматно-розкрійних верстатах, які забезпечують високоточне поздовжнє та поперечне різання плит. Завдяки застосуванню підрізних пилок досягається висока якість різу без сколів. Електроприводи верстатів працюють у змінному режимі навантаження, що залежить від товщини матеріалу та режимів обробки.

Для серійного виробництва використовується панельний розкрійний верстат, який дозволяє виконувати пакетний розкрій листів за заданими програмами. Це обладнання має більш рівномірний характер навантаження, однак при його запуску виникають значні пускові струми.

Допоміжні операції виконуються на круглопиляльному верстаті, який застосовується для додаткового підрізання та коригування геометричних параметрів заготовок. Його робота має періодичний характер і створює нерівномірне електричне навантаження.

Для виконання криволінійного різання використовується стрічкопиляльний верстат, що дозволяє виготовляти деталі складної форми. Електропривід цього обладнання працює з відносно стабільним навантаженням, яке залежить від складності обробки.

Точне обрізання заготовок по довжині здійснюється на торцювальному верстаті, який працює у повторно-короткочасному режимі. Часті пуски електродвигуна створюють додаткові вимоги до вибору електроапаратури та систем захисту.

Додатково в цеху використовується допоміжний форматний верстат, який забезпечує виконання нестандартних операцій розкрою та підвищує гнучкість виробництва. Його електроспоживання змінюється залежно від інтенсивності використання.

У процесі роботи утворюється значна кількість пилу та відходів, тому в цеху функціонує аспіраційна установка, яка забезпечує їх видалення безпосередньо від

					ЛНТУ.971053.000 ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

робочих зон. Вона працює у тривалому режимі та створює постійне електричне навантаження.

Таким чином, розкрійний цех характеризується наявністю електроприймачів із різними режимами роботи, що обумовлює необхідність точного визначення розрахункових навантажень та забезпечення надійного електропостачання.

Таблиця 1.2 – Характеристики приймачів електроенергії цеху

Назва	n	$P_{\text{вст}}$
Форматно-розкрійний верстат (Altendorf F45)	3	20
Панельний розкрійний верстат (Holzmann HPP 250)	4	15
Круглопиляльний верстат (SCM SI 350)	3	12
Стрічкопиляльний верстат (JET JWBS-15)	4	12
Аспіраційна установка (ASP-15)	4	12
Торцювальний верстат (OMGA T45)	1	13
Роликовий транспортер з електроприводом (RTE-1500)	2	12
Допоміжний форматний верстат (FDB Maschinen MJ6132)	1	13
Торцювальний верстат (OMGA T45)	1	13

ОСНОВНІ ПРОЄКТНІ РІШЕННЯ

2.1. Розрахунок силового електричних навантажень

Для розрахунку електричних навантажень використаємо «Цех механічної обробки».

Результати розрахунків зведемо в таблицю 2.1.

Таблиця 2.1 – Розрахунок силового навантаження цеху

Назва електроприймача		$P_{\text{но}}$	n	$P_{\text{вст}}$	$K_{\text{в}}$	$\cos\varphi$	$\text{tg}\varphi$	m	$n_{\text{ед}}$	$K_{\text{м}}$	$P_{\text{ср.зм, кВт}}$	$Q_{\text{ср.зм, квар}}$	$P_{\text{р кВт}}$	$Q_{\text{р кВАр}}$
1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Група А	Форматно-розкрійний верстат (Altendorf F45)	20	3	60	0,22	0,7	1,02	1,67	10	1,82	13,20	13,47	57,18	29,12
	Панельний розкрійний верстат (Holzmann HPP 250	15	3	45	0,18	0,75	0,88				8,10	7,14		
	Круглопиляльний верстат (SCM SI 350	12	2	24	0,2	0,78	0,80				4,80	3,85		
	Стрічкопиляльний верстат (JET JWBS-15)	12	2	24	0,22	0,75	0,88				5,28	4,66		
	Електроприймачі з постійним графіком навантаження													
Аспіраційна установка (ASP-15)		12	2	24	0,8	0,8	0,75				19,20	14,40	19,20	14,40
всього			12	177							50,58	43,52	76,38	43,52

					ЛНТУ.971053.000 ПЗ				
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Електропостачання меблевої фабрики встановленою потужністю 1282 кВт Пояснювальна записка	Літ.		Арк.	Аркушів
Розробив	Рижицький В.В.					Д		12	21
Перевірів	Собчук Д.С.					ФАБЕ, гр ЕЕ-42			
Реценз.									
Н.контр	Вашелюк Ю.І.								
Затвердив	Волинень В.І.								

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Група Б	Панельний розкрійний верстат (Holzmann HPP 250)	15	1	15	0,18	0,75	0,88	1,25	9	1,91	2,70	2,38	42,48	17,23
	Торцювальний верстат (OMGA T45)	13	1	13	0,2	0,87	0,57				2,60	1,47		
	Круглопиляльний верстат (SCM SI 350)	12	1	12	0,2	0,78	0,80				2,40	1,93		
	Стрічкопиляльний верстат (JET JWBS-15)	12	2	24	0,22	0,75	0,88				5,28	4,66		
	Роликовий транспортер з електроприводом (RTE-1500)	12	2	24	0,18	0,84	0,65				4,32	2,79		
	Допоміжний форматний верстат (FDB Maschinen MJ6132)	13	1	13	0,2	0,85	0,62				2,60	1,61		
	Торцювальний верстат (OMGA T45)	13	1	13	0,18	0,7	1,02				2,34	2,39		
	Електроприймачі з постійним графіком навантаження													
	Аспіраційна установка (ASP-15)	12	2	24	0,8	0,8	0,75				19,20	14,4	19,20	14,40
всього Б		11	138							41,44	31,63	61,68	31,63	
	ВСЬОГО по цеху		23	315							92,02	75,14	138,0	75,14

Розрахунок силового навантаження по підприємству в цілому проведемо аналогічно. Результати розрахунків зведемо в таблицю 2.2.

Таблиця 2.2 – Розрахунок силового навантаження по підприємству в цілому

Назва	P_H , кВт	$P_{сер.зм}$, кВт	$Q_{сер.зм}$, кВАр	$S_{сер.зм}$, кВА	P_p , кВт	Q_p , кВАр	S_p , кВА
Цех механічної обробки	315,00	92,02	75,14	118,85	138,06	75,14	157,22
РП 1	177,00	50,58	43,52	66,72	76,38	43,52	87,91
РП 2	138,00	41,44	31,63	52,13	61,68	31,63	69,31
Розкрійний цех	154,00	85,01	86,08	123,05	110,51	94,69	147,92
РП 1	80,08	48,05	63,90	79,95	62,46	70,29	94,04
РП 2	73,92	36,96	22,18	43,10	48,05	24,39	53,89
Складальний цех	176,00	52,80	31,68	61,57	82,37	34,85	89,44
РП 1	91,52	36,61	21,96	42,69	57,11	24,16	62,01
РП 2	84,48	25,34	15,21	29,56	39,54	16,73	42,93
Кромкооблицювальний цех	174,00	52,20	31,32	60,88	81,43	34,45	88,42
РП 1	90,48	36,19	21,72	42,21	56,46	23,89	61,30
РП 2	83,52	25,06	15,03	29,22	39,09	16,54	42,44
Оздоблювальний цех	155,00	62,62	37,57	73,03	97,69	41,33	106,07
РП 1	80,60	40,30	24,18	47,00	62,87	26,60	68,26
РП 2	74,40	22,32	13,39	26,03	34,82	14,73	37,81
Цех м'яких меблів	148,00	44,40	26,64	51,78	69,26	29,30	75,21
РП 1	76,96	38,48	51,18	64,03	60,03	56,30	82,30
РП 2	71,04	35,52	21,31	41,42	55,41	23,44	60,17
Експедиційно-пакувальний цех	160,00	48,00	28,80	55,98	57,60	31,68	65,74
РП 1	83,20	33,28	44,26	55,38	39,94	48,69	62,97
РП 2	76,80	30,72	18,43	35,83	36,86	20,28	42,07
Всього	1282,00	437,05	317,24	540,05	636,92	341,44	730,01

2.2. Розрахунок освітлювальних навантажень

Розрахунок електричних навантажень за додатком А. Результати розрахунку зведемо в таблицю 2.3.

Таблиця 2.3 – Розрахунок освітлювального навантаження підприємства

Назва об'єкта	$F, \text{м}^2$	$h, \text{м}$	$P_{\text{нум}}, \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$	$P_o, \text{кВт}$	$K_{\text{пра}}$	K_n	$\cos\varphi$	$P_{p.o}, \text{кВт}$	$Q_{p.o}, \text{квар}$
Цех механічної обробки	1656	6	14	23,18	1	0,95	0,95	22,02	7,24
Розкрійний цех	1632	5	13	21,22	1	0,95	0,95	20,16	6,62
Кромкооблицювальний цех	1632	5	14	22,85	1	0,95	0,95	21,71	7,13
Складальний цех	1632	5	14	22,85	1	0,95	0,95	21,71	7,13
Оздоблювальний цех	1632	4	14	22,85	1	0,95	0,95	21,71	7,13
Цех м'яких меблів	1632	6	13	21,22	1	0,95	0,95	20,16	6,62
Експедиційно-пакувальний цех	1632	6	14	22,85	1	0,95	0,95	21,71	7,13
Зовнішнє	25200		0,12	3,02	0,95	1	0,95	3,02	0,99
Всього	11448			160,03				152,18	50,02

2.3. Визначення результируючих навантажень

Результати розрахунків $P_{вст\Sigma}$, зведемо в таблицю 2.4.

Таблиця 2.4 – Розрахунок сумарного навантаження на шини НН ТП

Назва об'єкта		$P_{вст\Sigma}, \text{кВт}$	$P_{ср.зм\Sigma}, \text{кВт}$	$Q_{ср.зм\Sigma}, \text{квар}$	$S_{ср.зм\Sigma}, \text{кВА}$	$P_{p\Sigma}, \text{кВт}$	$Q_{p\Sigma}, \text{квар}$	$S_{p\Sigma}, \text{кВА}$
Цех механічної обробки	РП 1	200,18	72,60	50,76	88,59	76,38	43,52	87,91
	РП 2	138,00	41,44	31,63	52,13	83,70	38,86	92,29
	Σ	338,18	114,04	82,38	140,72	160,08	82,38	180,19
Розкрійний цех	РП 1	80,08	48,05	63,90	79,95	62,46	70,29	94,04
	РП 2	95,14	57,12	28,80	63,97	68,20	31,02	74,93
	Σ	175,22	105,16	92,70	143,92	130,67	101,31	168,96
Кромкооблицювальний цех	РП 1	91,52	36,61	21,96	42,69	57,11	24,16	62,01
	РП 2	107,33	47,05	22,34	52,08	61,24	23,86	65,73
	Σ	198,85	83,66	44,31	94,67	118,35	48,02	127,72
Складальний цех	РП 1	90,48	36,19	21,72	42,21	56,46	23,89	61,30
	РП 2	106,37	46,76	22,17	51,75	60,79	23,67	65,24
	Σ	196,85	82,95	43,88	93,85	117,25	47,56	126,53
Оздоблювальний цех	РП 1	80,60	40,30	24,18	47,00	62,87	26,60	68,26
	РП 2	97,25	44,03	20,53	48,58	56,52	21,87	60,61
	Σ	177,85	84,33	44,71	95,44	119,39	48,46	128,85
Цех м'яких меблів	РП 1	76,96	38,48	51,18	64,03	60,03	56,30	82,30
	РП 2	92,26	55,68	27,94	62,29	75,57	30,07	81,33
	Σ	169,22	94,16	79,12	122,98	135,60	86,36	160,76
Експедиційно-пакувальний цех	РП 1	83,20	33,28	44,26	55,38	39,94	48,69	62,97
	РП 2	99,65	52,43	25,57	58,33	58,57	27,41	64,67
	Σ	182,85	85,71	69,83	110,55	98,51	76,10	124,48
Зовнішнє		3,02	3,02	0,99	3,18	3,02	0,99	3,18
Всього		1442,03	653,03	457,92	805,30	882,87	491,20	1020,68

2.4. Побудова картограми навантажень та визначення теоретичного центру навантажень

Згідно додатку А, визначимо координати центрів активного та реактивного навантажень. Результати розрахунків зведемо в таблицю 2.5.

Таблиця 2.5 – Розрахунок картограми навантаження

Назва об'єкта	х, м	у, м	$Q_{P\Sigma} \cdot x$	$Q_{P\Sigma} \cdot y$	г	α	$P_{P\Sigma} \cdot x$	$P_{P\Sigma} \cdot y$
Цех механічної обробки	66	138	11893	24867	50	50	10565	22091
Розкрійний цех	114	138	19262	23317	46	56	14896	18032
Кромкооблицювальний цех	154	102,4	19669	13079	43	66	18226	12119
Складальний цех	154	66	19486	8351	43	67	18057	7739
Оздоблювальний цех	140	30	18040	3866	44	65	16715	3582
Цех м'яких меблів	74	30	11896	4823	46	54	10034	4068
Експедиційно-пакувальний цех	40	66,4	4979	8265	40	79	3940	6541
Ца	104,7	84,0						
Цр	214,2	176,2						
Всього			105224	86567			92434	74171

2.5. Вибір кількості та потужності трансформаторів ТП з врахуванням компенсації реактивної потужності

Проведемо орієнтовний вибір числа та потужності силових трансформаторів за додатком А, результати вибору запишемо в таблицю 2.6:

Таблиця 2.6 – Вибір типу та кількості трансформаторів ТП з врахуванням НБК

Показник	І група	
	I	II
$P_{ср.зм\Sigma}$, кВт	653,03	653,03
$Q_{ср.зм\Sigma}$, кВАр	457,92	457,92
$S_{ср.зм\Sigma}$, кВА	805,30	805,30
F, м ²	11448	11448
Тип трансформатора	ТМ-630	ТМ-400
N _{min} , шт.	1,5	2,3
N _{опт} , шт.	2,0	3,0
Q _{max T} , кВАр	592,85	528,35
Q _{НБК1} , кВАр	0,0	0,0
K _{p1}	12	12
K _{p2}	15	10
γ	0,92	0,99
Q _{НБК2} , квар	0,00	0,00
Q _{НБК} , квар	0,00	0,0
Тип НБК	0	0
ΔP_X , кВт	2,27	1,45
ΔP_K , кВт	7,6	5,5
ΔW , тис.кВт·год	2,322	1,140
C _e , тис.грн.	21,947	10,772
K, тис.грн.	860,000	1020,096
З, тис.грн.	129,447	138,284
Перевірка трансформаторів на можливість перевантаження в аварійному режимі	$1,4 \cdot 630 = 882 \text{ кВА} > (2 \cdot (1-0,26) \cdot 805,30) / 2 = 596 \text{ кВА}$	

2.6. Компенсація реактивної потужності

Не доцільно здійснювати компенсацію на стороні 10 кВ, тому компенсуємо все на стороні 0,4 кВ, Результати розрахунків зведемо в таблицю 2.7.

Таблиця 2.7 – Розрахунок потужності ВБК

Показник	Значення
$Q_{\text{ср.зм}\Sigma}$,квар	457,92
$Q_{\text{еmax}}$,квар	100
$Q_{\text{НБКф}}$, квар	0
$\Delta Q_{\text{Т}}$,квар	33
$K_{\text{НС}}$	0,80
$Q_{\text{М1}}$, квар	366,34
$Q_{\text{К1}}$, квар	266,34
$Q_{\text{НСТ}}$, квар	523,92
$Q_{\text{ВБК}}$, квар	332,34
Тип НБК	УКМ58-0.4-160/2,5

2.7. Визначення електричних навантажень на вищих рівнях СЕП

Результати розрахунків електричних навантажень на вищих рівнях СЕП зведемо в таблицю 2.8

Таблиця 2.8 – Розрахунок навантажень на вищих рівнях СЕП

Розрахункове навантаження	Значення
$P_{\text{ср.зм}\Sigma}$ кВт	653,03
$Q_{\text{ср.зм}\Sigma}$ квар	457,92
$Q_{\text{НБК}}$ квар	320
$P_{\text{р3}}$ кВт	653,03
$Q_{\text{р3}}$ квар	137,92
$S_{\text{р3}}$ кВА	667,44
$\Delta P_{\text{Т}}$ кВт	13,35
$\Delta Q_{\text{Т}}$ квар	66,74
$P_{\text{р4}}$ кВт	666,38
$Q_{\text{р4}}$ квар	204,66
$S_{\text{р4}}$ кВА	697,10

2.8. Проектування мережі живлення підприємства

За додатком А проведемо перевірку живлячих ліній АПвЕгаПу-10 кВ
Результати розрахунків зведемо в таблицю 2.9

Таблиця 2.9 – Вибір та перевірка живлячих ліній

$F,$ $мм^2$	$I_{доп},$ A	$I'_{доп},$ A	$r_0,$ $\frac{Ом}{км}$	$x_0,$ $\frac{Ом}{км}$	$\Delta U_{норм}$ B	$\Delta U_{норм}$ %	ΔU_{II} %	$K_{3Л}$	$\Delta P_H,$ $кВт$	$\Delta P_D,$ $кВт$	$C_e,$ $тис. грн.$	$З,$ $тис. грн.$	$K,$ $тис. грн.$
35	115	118,45	0,89	0,095	25,46	0,25	0,51	0,170	35,59	1,027	11,894	78,394	532
50	140	144,2	0,63	0,09	18,48	0,18	0,37	0,170	35,59	1,027	11,894	180,607	1377,5
70	165	169,95	0,45	0,086	13,63	0,14	0,27	0,140	37,33	0,727	8,419	205,989	1599,8
95	205	211,15	0,33	0,083	10,39	0,10	0,21	0,118	37,04	0,519	6,014	234,310	1839,2
120	216	222,48	0,258	0,081	8,44	0,08	0,17	0,095	41,93	0,381	4,410	276,573	2185
150	246	253,38	0,206	0,79	21,15	0,21	0,42	0,090	36,40	0,298	3,448	330,503	2622
185	275	283,25	0,167	0,077	5,95	0,06	0,12	0,071	38,19	0,193	2,232	386,982	3078
240	314	323,42	0,115	0,075	4,54	0,05	0,09	0,062	34,28	0,133	1,537	471,787	3762

Обираємо АПвЕгаПу-10 перерізом 35мм^2

2.9. Проектування внутрішньої розподільної мережі

Вибір ліній схем внутрішнього електропостачання кабелем АВБШВ та пунктом розподільчим ПР11-7065 (Електроград) (250А) проведемо в таблиці 2.10 та 2.11

Таблиця 2.10 – Вибір ліній схеми внутрішнього електропостачання

Назва КЛ	n	$S_{p\Sigma},$ κBA	I_p, A	$I_{n.ав},$ A	$l, \kappa M$	S	$I_{доп},$ A	$I'_{доп},$ A	$I''_{доп},$ A	$\frac{r_0,}{O_M}$ κM	$\frac{x_0,}{O_M}$ κM	$\Delta U_{нор},$ %	$\Delta U_{Пав},$ %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
ТП-РП1.1	2	87,91	66,78	133,56	0,126	25	133	137	143,6 4	0,727	0,0770	2,41	4,82
ТП-РП1.2	2	92,29	70,11	140,21	0,132	25	133	137	143,6 4	0,727	0,0770	2,65	5,30
ТП-РП2.1	2	94,04	71,44	142,87	0,138	25	133	137	143,6 4	0,727	0,0770	2,82	5,64
ТП-РП2.2	2	74,93	56,92	113,84	0,108	25	133	137	110,1 6	1,150	0,0770	1,76	3,52
ТП-РП3.1	2	62,01	47,11	94,21	0,126	16	102	105	110,1 6	1,150	0,0780	2,62	5,23

Продовження таблиці 2.10

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
ТП-РП3.2	2	65,73	49,93	99,86	0,09	16	102	105	110,1 6	1,150	0,0780	1,98	3,96
ТП-РП4.1	2	61,30	46,57	93,14	0,096	16	102	105	110,1 6	1,150	0,0780	1,97	3,94
ТП-РП4.2	2	65,24	49,56	99,12	0,12	16	102	105	110,1 6	1,150	0,0780	2,62	5,24
ТП-РП5.1	2	68,26	51,86	103,71	0,108	16	102	105	110,1 6	1,150	0,0780	2,47	4,94
ТП-РП5.2	2	60,61	46,04	92,08	0,12	16	102	105	110,1 6	1,150	0,0780	2,43	4,87
ТП-РП6.1	2	82,30	62,52	125,04	0,126	25	133	137	143,6 4	0,727	0,0770	2,25	4,51
ТП-РП6.2	2	81,33	61,78	123,57	0,114	25	133	137	143,6 4	0,727	0,0770	2,02	4,03
ТП-РП7.1	2	62,97	47,84	95,68	0,102	16	102	105	110,1 6	1,150	0,0780	2,15	4,30
ТП-РП7.2	2	64,67	49,12	98,25	0,096	16	102	105	110,1 6	1,150	0,0780	2,08	4,16

Таблиця 2.11 – Вибір розподільчих пунктів

Назва будівлі	$S_{p\Sigma}, \text{кВА}$	$I_p, \text{А}$	$I_{доп}, \text{А}$
Цех механічної обробки	87,91	66,78	250
	92,29	70,11	250
Розкрійний цех	94,04	71,44	250
	74,93	56,92	250
Кромкооблицювальний цех	62,01	47,11	250
	65,73	49,93	250
Складальний цех	61,30	46,57	250
	65,24	49,56	250
Оздоблювальний цех	68,26	51,86	250
	60,61	46,04	250
Цех м'яких меблів	82,30	62,52	250
	81,33	61,78	250
Експедиційно-пакувальний цех	62,97	47,84	250
	64,67	49,12	250

2.10. Розрахунок струмів короткого замикання

Потужність короткого замикання джерела живлення $S_{кз} = .90$ МВА . Результати розрахунків згідно додатку А запишемо в наступну таблицю 2.12

Таблиця 2.12 –Перевірка вибраних КЛ за термічною стійкістю

Показник	Значення
$S_{кз} \text{ МВА}$	90
$\dot{X}_{C*}$	1,111
$\dot{X}_{КЛ1*}, \dot{X}_{КЛ2*}$	0,082
$\dot{X}_{КЛ12*}$	0,041
$\dot{X}_{рез*}$	1,152
$I_6 \text{ кА}$	5,50
$I_{n0} \text{ кА}$	4,773
k_y	1,4
$i_y \text{ кА}$	9,450
$K_T \frac{A \cdot c^{1/2}}{\text{мм}^2}$	118
$t_n \text{ с}$	0,25
$F_{min} \text{ мм}^2$	20,2
$B_K \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$	5,70

2.11. Вибір апаратури

2.11.1. Вибір комплектних розподільчих пристроїв

Для розподілу електроенергії на стороні ТП 10 кВ ми приймаємо камери серії КСО-366м (ТОВ "СЛАВГОР ЕНЕРГО") з вимикачами навантаження ВНА-10/630 (УкрЕлектро) . Для забезпечення резервування на стороні високої напруги приймаємо шинний міст ШМР-1. Результати перевірки зводимо в таблицю 2.13. Розподільний вузол 0,4 кВ виконаний у вигляді двох збірних шин з панелями ЩО-04 (ТОВ «Енерго Аісен»)

Таблиця 2.13 – Перевірка комірок

показник	Розрахункові дані
$U_{уст}, \text{кВ}$	10
$I_{норм}, \text{А}$	20,12
$I_{max}, \text{А}$	40,25
$i_y, \text{кА}$	9,450
$I_{n0} \text{кА}$	5,70

2.11.2. Вибір роз'єднувачів

Приймаємо роз'єднувачі обладнані заземлюючими ножами РВЗ-10/630 УХЛ2 (УкрЕлектро) . Згідно додатку А проведемо перевірку. Результати перевірки зведемо в таблицю 2.14

Таблиця 2.14 – Перевірка роз'єднувача

показник	Розрахункові дані
$U_{уст}, \text{кВ}$	10
$I_{норм}, \text{А}$	20,12
$I_{max}, \text{А}$	40,25
$i_y, \text{кА}$	9,450
$I_{n0} \text{кА}$	4,773
$B_K, \text{кА}^2 \cdot \text{с}$	5,70

2.11.3. Вибір вимикачів навантаження та запобіжників

Попередньо вибираємо вимикачі навантаження типу ВНАП-10/630 (Енергосервіс) та запобіжника Е.РТ.1.1.10.80 (Е.NEXT)

Результати перевірки вимикачів навантаження таблицю 2.15.

Таблиця 2.15 – Перевірка вимикачів навантаження

показник	Розрахункові дані
$U_{уст}, \text{кВ}$	10
$I_{норм}, \text{А}$	20,12
$I_{max}, \text{А}$	40,25
$i_y, \text{кА}$	9,450
$I_{n0} \text{кА}$	4,773
$B_K, \text{кА}^2 \cdot \text{с}$	5,70

Результати перевірки запобіжників в таблиці 2.16.

Таблиця 2.16 – Перевірка запобіжника

Показник	Розрахункові дані
$U_{уст}, \text{кВ}$	10
$I_{max}, \text{А}$	40,25
$I_{n0} \text{кА}$	4,773
$B_K, \text{кА}^2 \cdot \text{с}$	5,70

2.12. Розрахунок низьковольтної мережі цеху

2.12.1. Вибір схеми електропостачання

Розрахуємо низьковольтну мережу на прикладі розкрійного цеху. Результати вибору проводів зведемо в таблицю 2.17.

Таблиця 2.17 – Вибір проводів цехової розподільчої мережі

Назва електроприймача	$P_H, \text{кВт}$	$\cos \varphi$	$I, \text{А}$	$F, \text{мм}^2$	$I_{тр.доп}, \text{А}$	Кабель
Група А						
Форматно-розкрійний верстат (Altendorf F45)	20	0,7	43,41	16	87	ВВГнгд -4х16
Панельний розкрійний верстат (Holzmann HPP 250)	15	0,75	30,39	6	49	ВВГнгд -4х6
Круглопиляльний верстат (SCM SI 350)	12	0,78	23,37	4	37	ВВГнгд -4х4
Стрічкопиляльний верстат (JET JWBS-15)	12	0,75	24,31	4	37	ВВГнгд -4х4
Аспіраційна установка (ASP-15)	12	0,80	22,79	4	37	ВВГнгд -4х4
Група Б						
Панельний розкрійний верстат (Holzmann HPP 250)	=	0,75	30,39	6	49	ВВГнгд -4х6
Торцювальний верстат (OMGA T45)	13	0,87	22,70	4	37	ВВГнгд -4х4
Круглопиляльний верстат (SCM SI 350)	12	0,78	23,37	4	37	ВВГнгд -4х4
Стрічкопиляльний верстат (JET JWBS-15)	12	0,75	24,31	4	37	ВВГнгд -4х4
Роликовий транспортер з електроприводом (RTE-1500)	12	0,84	21,70	4	37	ВВГнгд -4х4
Допоміжний форматний верстат (FDB Maschinen MJ6132)	13	0,85	23,24	4	37	ВВГнгд -4х4
Торцювальний верстат (OMGA T45)	13	0,70	28,22	6	49	ВВГнгд -4х6
Аспіраційна установка (ASP-15)		0,80	22,79	4	37	ВВГнгд -4х4

Вибрані проводи перевіряємо за втратами напруги. Результати перевірки проводів за втратами напруги зведемо в таблицю 2.18.

Таблиця 2.18 – Перевірка проводів цехової розподільчої мережі за втратами напруги

Назва електроприймача	n	$r_0, \frac{\text{Ом}}{\text{км}}$	$x_0, \frac{\text{О}}{\text{к}}$	l, км	$\Delta U\%$	Провід
Група А						
Форматно-розкрійний верстат (Altendorf F45)	3	1,25	0,07	0,033	0,604	ВВГнгд -4х16
				0,039	0,714	ВВГнгд -4х16
				0,045	0,824	ВВГнгд -4х16
Панельний розкрійний верстат (Holzmann HPP 250)	3	3,33	0,09	0,051	1,806	ВВГнгд -4х6
				0,057	2,019	ВВГнгд -4х6
				0,063	2,231	ВВГнгд -4х6
Круглопиляльний верстат (SCM SI 350)	2	5	0,09	0,067	2,824	ВВГнгд -4х4
				0,079	3,330	ВВГнгд -4х4
Стрічкопиляльний верстат (JET JWBS-15)	2	5	0,09	0,033	1,393	ВВГнгд -4х4
				0,055	2,322	ВВГнгд -4х4
Аспіраційна установка (ASP-15)	2	5	0,09	0,069	2,906	ВВГнгд -4х4
				0,063	2,653	ВВГнгд -4х4
Група Б						
Панельний розкрійний верстат (Holzmann HPP 250)	2	3,33	0,09	0,033	1,169	ВВГнгд -4х6
				0,039	1,381	ВВГнгд -4х6
Торцювальний верстат (OMGA T45)	2	5	0,09	0,045	2,046	ВВГнгд -4х4
				0,051	2,319	ВВГнгд -4х4
Круглопиляльний верстат (SCM SI 350)	2	5	0,09	0,059	2,487	ВВГнгд -4х4
				0,065	2,740	ВВГнгд -4х4
Стрічкопиляльний верстат (JET JWBS-15)	2	5	0,09	0,06	2,279	ВВГнгд -4х4
				0,054	1,520	ВВГнгд -4х4
Роликовий транспортер з електроприводом (RTE-1500)	2	5	0,09	0,036	1,765	ВВГнгд -4х4
				0,042	1,765	ВВГнгд -4х4
Допоміжний форматний верстат (FDB Maschinen MJ6132)	1	5	0,09	0,035	1,593	ВВГнгд -4х4
Торцювальний верстат (OMGA T45)	1	3,33	0,09	0,04	1,232	ВВГнгд -4х6
Аспіраційна установка (ASP-15)	2	5	0,09	0,062	2,611	ВВГнгд -4х4
				0,069	2,932	ВВГнгд -4х4

2.12.2. Розрахунок струмів короткого замикання в мережі 0,4 кВ

Розрахункова схема та схема заміщення короткозамкненого кола зображені на рисунках 2.1 та 2.2. Вихідні дані для розрахунку зведені в таблицю 2.19.

Таблиця 2.19 – Вихідні дані для розрахунку струмів КЗ в мережі 0,4 кВ

Показник	Значення
$U_{0\text{кВ}}$	0,4
$I_{\text{к}10} \text{ кА}$	4,773
$U_{\text{с}10} \text{ кВ}$	10,5
$S_{\text{ном.Т}} \text{ кВА}$	630
$\Delta P_{\text{к}} \text{ кВт}$	7,6
$u_{\text{к}} \%$	5,5

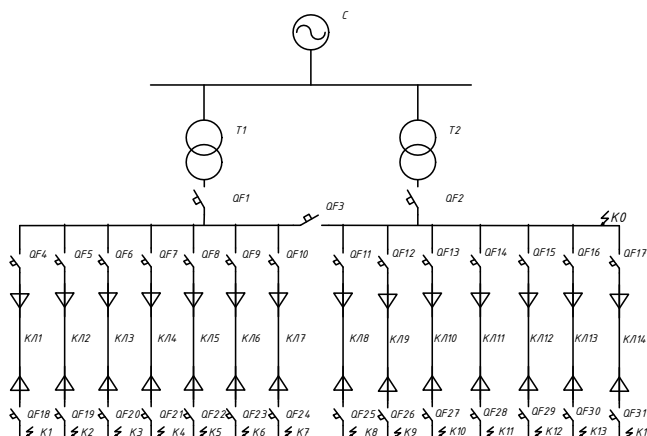


Рисунок 2.1 – Розрахункова схема короткозамкненого кола

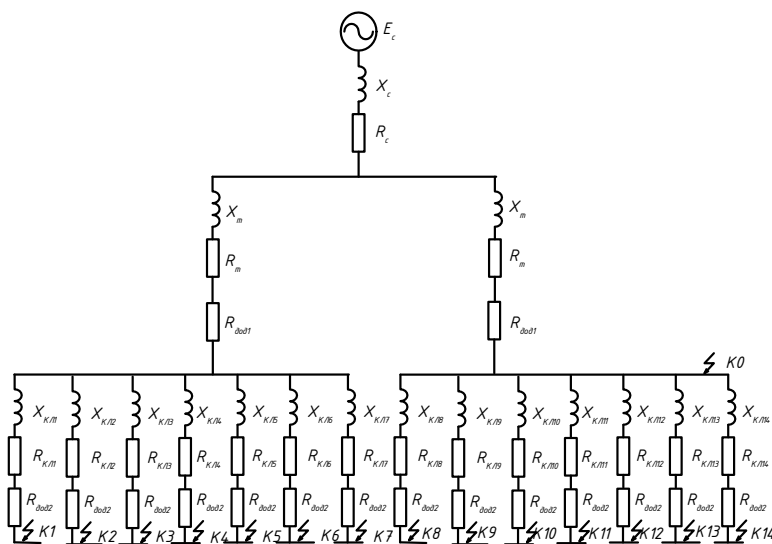


Рисунок 2.2 – Схема заміщення короткозамкненого кола

Розрахуємо струми КЗ на шинах НН ТП (точка К0), результати розрахунків зведемо в таблицю 2.20. Результати розрахунків опорів зведемо в таблицю 2.21.

Таблиця 2.20 – Визначення струмів КЗ в точці К0

Показник	Значення
R_C Ом	0,846
X_C Ом	1,270
$\dot{R}_C$ мОм	1,227
$\dot{X}_C$ мОм	1,843
$\dot{R}_T$ мОм	3,064
$\dot{X}_T$ мОм	13,968
$\dot{R}_{рез0}$ мОм	19,291
$\dot{X}_{рез0}$ мОм	15,812
$Z_{рез0}$ мОм	24,943
I_K кА	9,259
k_y –	1,05
i_y кА	13,749

Таблиця 2.21 – Визначення опорів кабельних ліній 0,4 кВ

Назва лінії	l, км	$r_0, \frac{\text{Ом}}{\text{км}}$	R, мОм	$x_0, \frac{\text{Ом}}{\text{км}}$	X, мОм
ТП-РП1.1	0,126	0,727	91,602	0,0770	9,702
ТП-РП1.2	0,132	0,727	95,964	0,0770	10,164
ТП-РП2.1	0,138	0,727	100,326	0,0770	10,626
ТП-РП2.2	0,108	1,150	78,516	0,0770	8,316
ТП-РП3.1	0,126	1,150	144,9	0,0780	9,828
ТП-РП3.2	0,09	1,150	103,5	0,0780	7,02
ТП-РП4.1	0,096	1,150	110,4	0,0780	7,488
ТП-РП4.2	0,12	1,150	138	0,0780	9,36
ТП-РП5.1	0,108	1,150	124,2	0,0780	8,424
ТП-РП5.2	0,12	1,150	138	0,0780	9,36
ТП-РП6.1	0,126	0,727	91,602	0,0770	9,702
ТП-РП6.2	0,114	0,727	82,878	0,0770	8,778
ТП-РП7.1	0,102	1,150	117,3	0,0780	7,956
ТП-РП7.2	0,096	1,150	110,4	0,0780	7,488

Перевіримо перерізи КЛ-0,4 кВ на термічну стійкість до струмів КЗ Результати розрахунку струмів зведемо в таблицю 2.22.

Таблиця 2.22 – Розрахунок струмів КЗ в мережі 0,4 кВ

Точка КЗ	$R_{\text{дод}},$ мОм	$\dot{R}_{\text{рез}},$ мОм	$\dot{X}_{\text{рез}},$ мОм	$\dot{Z}_{\text{рез}},$ мОм	$I_{\text{к}},$ кА	$i_{\text{у}},$ кА	$F_{\text{min}},$ мм ²	Прийнятий переріз
K1	20	115,89	25,51	118,67	1,946	2,752	8,2	25
K2	20	120,25	25,98	123,03	1,877	2,655	8,0	25
K3	20	124,62	26,44	127,39	1,813	2,564	7,7	25
K4	20	102,81	24,13	105,60	2,187	3,093	9,3	25
K5	20	169,19	25,64	171,12	1,350	1,909	5,7	16
K6	20	127,79	22,83	129,81	1,779	2,516	7,5	16
K7	20	134,69	23,30	136,69	1,690	2,389	7,2	16
K8	20	162,29	25,17	164,23	1,406	1,989	6,0	16
K9	20	148,49	24,24	150,46	1,535	2,171	6,5	16
K10	20	162,29	25,17	164,23	1,406	1,989	6,0	16
K11	20	115,89	25,51	118,67	1,946	2,752	8,2	25
K12	20	107,17	24,59	109,95	2,100	2,970	8,9	25
K13	20	141,59	23,77	143,57	1,609	2,275	6,8	16
K14	20	134,69	23,30	136,69	1,690	2,389	7,2	16

2.12.3. Вибір трансформаторів струму

Для розрахункового обліку встановлюємо лічильники МТ880 (Iskraemeco). Для технічного обліку, встановлюємо амперметри DE-72 (Dixsen). Для розрахункового та технічного обліку трансформатори струму ТШ-0,66-2 (Мегомметр) 1500/5 та ТШ-0,66 (Мегомметр) 150/5

Результати перевірки зведемо в таблицю 2.23. та 2.24

Таблиця 2.23 – Перевірка трансформаторів струму для розрахункового обліку

Показник	Значення
$U_{уст}, \text{кВ}$	0,4
$I_{норм}, \text{А}$	611,77
$I_{max}, \text{А}$	1223,53
$i_y, \text{кА}$	13,749
$I_{п0}, \text{кА}$	9,259
$B_K, \text{кА}^2 \cdot \text{с}$	21,43
$z_2, \text{Ом}$	0,255

Таблиця 2.24 – Перевірка трансформаторів струму для технічного обліку

Показник	Значення
$U_{уст}, \text{кВ}$	0,4
$I_{max}, \text{А}$	142,87
$i_y, \text{кА}$	1,909
$B_K, \text{кА}^2 \cdot \text{с}$	0,46
$z_2, \text{Ом}$	0,115

2.12.4. Вибір автоматичних вимикачів

Перевірку вірності вибору здійснюємо за умовами додаток А. Результати вибору та перевірки зведемо в таблицю 2.25

Таблиця 2.25 – Вибір та перевірка автоматичних вимикачів

Назва	Тип вимикача	$I_{номрозщ}, \text{А}$	$I_{срвимк}, \text{кА}$	$I_{норм}, \text{А}$	$I_{max}, \text{А}$	$I_K, \text{А}$
1	2	3	4	5	6	7
QF1	ВА 88-43	1250	50	611,77	1223,53	9,259
QF2	ВА 88-43	1250	50	611,77	1223,53	9,259
QF3	ВА 88-43	1250	50	611,77	1223,53	9,259
QF4	ВА 88-33	160	36	66,78	133,56	1,946
QF5	ВА 88-33	160	36	66,78	133,56	1,946
QF6	ВА 88-33	160	36	70,11	140,21	1,877
QF7	ВА 88-33	160	36	70,11	140,21	1,877
QF8	ВА 88-33	160	36	71,44	142,87	1,813

Продовження таблиці 2.25

1	2	3	4	5	6	7
QF9	BA 88-33	160	36	71,44	142,87	1,813
QF10	BA 88-33	125	36	56,92	113,84	2,187
QF11	BA 88-33	125	36	56,92	113,84	2,187
QF12	BA 88-32	100	36	47,11	94,21	1,350
QF13	BA 88-32	100	36	47,11	94,21	1,350
QF14	BA 88-32	100	36	49,93	99,86	1,779
QF15	BA 88-32	100	36	49,93	99,86	1,779
QF16	BA 88-32	100	36	46,57	93,14	1,690
QF17	BA 88-32	100	36	46,57	93,14	1,690
QF18	BA 88-32	100	36	49,56	99,12	1,406
QF19	BA 88-32	100	36	49,56	99,12	1,406
QF20	BA 88-33	125	36	51,86	103,71	1,535
QF21	BA 88-33	125	36	51,86	103,71	1,535
QF22	BA 88-32	100	36	46,04	92,08	1,406
QF23	BA 88-32	100	36	46,04	92,08	1,406
QF24	BA 88-33	160	36	62,52	125,04	1,946
QF25	BA 88-33	160	36	62,52	125,04	1,946
QF26	BA 88-33	125	36	61,78	123,57	2,100
QF27	BA 88-33	125	36	61,78	123,57	2,100
QF28	BA 88-32	100	36	47,84	95,68	1,609
QF29	BA 88-32	100	36	47,84	95,68	1,609
QF30	BA 88-32	100	36	49,12	98,25	1,690
QF31	BA 88-32	100	36	49,12	98,25	1,690

2.12.5. Вибір рубильників

Здійснимо попередній вибір рубильників PE19-416 (НВП Універсал-Т) та перевіримо. Результати вибору та перевірки зведемо в таблицю 2.26.

Таблиця 2.26 – Вибір та перевірка рубильників

Показник	Значення
$U_{уст}, \text{кВ}$	0,4
$I_{норм}, \text{А}$	611,77
$I_{max}, \text{А}$	1223,53
$i_y, \text{кА}$	13,749
$I_{н0}, \text{кА}$	9,259
$B_K, \text{кА}^2 \cdot \text{с}$	21,43

2.13. Проектування освітлювальної мережі

Вибір освітлювального обладнання та мережі проведемо методом додатку А. В таблицю 2.27:

Таблиця 2.27 - Вибір освітлювального обладнання

Параметри	Значення
1	2
a, м	46
b, м	36
S, м ²	1656
H _p м.	6
h _c м.	3,3
L _p м.	0,4
H _p м.	1
n _{св} , шт	6
n _p , рядів	8
l _a , м	2,61
l _b , м	-3,546
i	5,61
N _{св} , шт	48
Φ _{розр} , Лм	21918
Φ _{ламп} , Лм	21800
ΔΦ %	0,54
P ₀ кВт	3,2
P _{p.0} кВт	3,04
Q _{p.0} квар	0,99919968
l, м	70
q	0,11
I _{ро} ,А	5,13
I _p ,А	5,72
Δu	0,39
Світильники	ДСП56У2Ех-2х80-241 У2
щит	WRP12-2 (ETI)
АВ	I _{ном} = 16 А;
ввідний АВ	I _{ном} = 63 А.
Кабель до світильників	3х2,5 I _{тр.доп} = 25 А
Кабель до щита	4×10мм ²

РОЗДІЛ 3 РОЗРАХУНОК ЕЛЕКТРОПРИВОДУ ТОРЦІОВАЛЬНОГО ВЕРСТАТУ

3.1. Вибір електродвигуна

- номінальну потужність $P_n = 13 \text{ кВт}$;
- напругу живлення $U_n = 400 \text{ В}$;
- номінальну частоту обертання $n_n = 1000 \text{ об/хв}$;
- максимальну частоту обертання $n_{\max} = 1600 \text{ об/хв}$;
- момент інерції $J = 0,2 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$;
- коефіцієнт корисної дії $\eta_n = 0,71 \%$;
- опір якірної обмотки $R_{\text{я}} = 0,21 \text{ Ом}$;
- опір обмотки додаткових полюсів $R_{\text{дп}} = 0,19 \text{ Ом}$;
- опір обмотки збудження $R_z = 150/38,2 \text{ Ом}$;
- індуктивність якірної обмотки $L_{\text{я}} = 10,2 \text{ мГн}$

3.2. Побудова природної характеристики електродвигуна

1. Для точки номінального режиму:

- номінальну кутову швидкість:

$$\omega_{\text{ном}} = (2 \cdot 3,13 \cdot 1000)/60 = 104,6667 \text{ рад/с}$$

					ЛНТУ.971053.000 ПЗ					
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата						
Розробив		Рижицький В.В.			Електропостачання меблевої фабрики встановленою потужністю 1282 кВт Пояснювальна записка			Літ.	Арк.	Аркушів
Перевірів		Собчук Д.С.						Д	32	2
Реценз.					ФАБЕ, гр ЕЕ-42					
Н.контр		Ващелюк Ю.І.								
Затвердив		Волинець В.І.								

- номінальний момент:

(3.2)

$$M_{\text{ном}} = \frac{13000}{104,6667} = 124,2038 \text{ Нм}$$

- номінальний опір двигуна постійного струму:

$$R_{\text{н}} = \frac{0,21 + 0,19}{0,5 \cdot (1 - 0,0071)} = 0,805721 \text{ Ом}$$

2. Номінальний струм двигуна:

$$I_{\text{н}} = \frac{400}{0,805721} = 496,45 \text{ А}$$

3. Із формули електромеханічної характеристики:

$$I_{\text{н}} = \frac{400 - 496,45 \cdot (0,21 + 0,19)}{104,6667} = 1,924395 \frac{\text{В} \cdot \text{с}}{\text{рад}}$$

4. Швидкість ідеального холостого ходу:

$$\omega_0 = (400) / (1,924395) = 207,8575 \text{ рад/с}$$

5. Розрахуємо величини додаткових опорів.

$$I_1 = I_{\text{дп}} = 2,5 \cdot I_{\text{н}} = 2,5 \cdot 496,45 = 1241,125 \text{ А}$$

6. Розрахуємо величину опорів цих ступенів із співвідношень:

$$R_{d1} = R_{\text{н}} \cdot \frac{de}{af} = 0,805721 \cdot (27,44) / (207,8575) = 0,106366 \text{ Ом};$$

$$R_{d1} = R_{\text{н}} \cdot \frac{de}{af} = 0,805721 \cdot (16,106) / (207,8575) = 0,062432 \text{ Ом};$$

$$R_{d1} = R_{\text{н}} \cdot \frac{de}{af} = 0,805721 \cdot (9,453) / (207,8575) = 0,036643 \text{ Ом};$$

РОЗДІЛ 4

СИСТЕМА АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЄКТУВАННЯ (САПР)

У процесі виконання дипломного проєкту важливу роль відіграло застосування сучасних систем автоматизованого проєктування, які дозволили підвищити точність розрахунків та якість оформлення інженерної документації. Для розробки однолінійних схем електропостачання, планів розміщення електрообладнання, трасування кабельних ліній та побудови картограм електричних навантажень було використано програмне середовище AutoCAD. Застосування цього програмного продукту дало можливість виконати креслення відповідно до чинних стандартів, забезпечити їх наочність та зручність подальшого аналізу.

Розрахункова частина проєкту, яка включає визначення електричних навантажень, розрахунок струмів короткого замикання, втрат напруги та потужності, була реалізована за допомогою Microsoft Excel. Використання табличного процесора дозволило автоматизувати обчислювальні процеси, застосовувати взаємопов'язані формули та оперативно змінювати вихідні дані з отриманням нових результатів. Це значно скоротило час виконання розрахунків і підвищило їх достовірність.

Оформлення пояснювальної записки, включаючи структурування тексту, вставлення таблиць, графіків та ілюстрацій, було виконано у середовищі Microsoft Word.



А	В	С	Д	Е	Р	О	С
табл.2.5	Раст	Рер	Qер	Scr	Рр	Qр	Sp
Цех механічної обробки	338,18	114,04	82,35	140,72	160,08	82,38	180,19
РП 1	200,18	72,60	50,76	88,59	76,38	43,52	87,91
РП 2	138,00	41,44	31,63	52,13	83,70	38,86	92,29
Розкрийний цех	175,22	105,16	92,70	143,92	130,67	101,31	168,96
РП 1	80,08	48,05	63,90	79,95	62,46	70,29	94,04
РП 2	95,14	57,12	28,80	63,97	68,20	31,02	74,93
Кромкооблицювальний цех	198,85	83,66	44,31	94,67	118,35	48,02	127,72
РП 1	91,52	36,61	21,96	42,69	57,11	24,16	62,01
РП 2	107,33	47,05	22,34	52,08	61,24	23,86	65,73
Складальний цех	196,85	82,95	43,88	93,85	117,25	47,56	126,53
РП 1	90,48	36,19	21,72	42,21	56,46	23,89	61,30
РП 2	106,37	46,76	22,17	51,75	60,79	23,67	65,24
Одбюльовальний цех	177,85	84,33	44,71	95,44	119,39	48,46	128,85
РП 1	80,60	40,30	24,18	47,00	62,87	26,60	68,26
РП 2	97,25	44,03	20,53	48,58	56,52	21,87	60,61
Цех м'яких меблів	169,22	94,16	79,12	122,98	135,60	86,36	160,76
РП 1	76,96	38,48	51,18	64,03	60,03	56,30	82,30

Рисунок 4.1 – Використання Microsoft Excel

					ЛНТУ.971053.000 ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Рижицький В.В.				Електропостачання меблевої фабрики встановленою потужністю 1282 кВт Пояснювальна записка	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевірів	Собчук Д.С.					Д	34	1
Реценз.						ФАБЕ, гр ЕЕ-42		
Н.контр	Ващелюк Ю.І.							
Затвердив	Волинець В.І.							

РОЗДІЛ 5 ЕЛЕКТРОБЕЗПЕКА

Проведемо розрахунки заземлюючого пристрою цеху за додатком А.14

Таблиця 5.1- Результати

Позначення	од. вим.	Значення
r_1	-	34,9
r_2	-	73,3
k_1	-	1,75
L	м	1,5
H	м	0,69
t_{II}	м	0,62
r	Ом*м	83,9
b	мм	20
t	м	0,9
$гв$	Ом	49,0
R_H	Ом	4
h_b	-	0,8
$n_{пр}$	шт	15,31 =16
h	м	2,5
$l_{г}$	мм	37,50
b	мм	40
k_2	-	2,1
$h_{г}$	-	0,7
r_2	Ом	4,77
R	Ом	9,70
n	шт	6,31

Приймаємо до установки 7 вертикальних електродів довжиною 1,5 м .

					<i>ЛНТУ.971053.000 ПЗ</i>		
<i>Змн.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Електропостачання меблевої фабрики встановленою потужністю 1282 кВт Пояснювальна записка</i>		
<i>Розробив</i>	<i>Ружицький В.В.</i>						
<i>Перевірів</i>	<i>Собчук Д.С.</i>						
<i>Реценз.</i>							
<i>Н.контр</i>	<i>Вашеляк Ю.І.</i>						
<i>Затвердив</i>	<i>Волинець В.І.</i>				<i>ФАБЕ, гр ЕЕ-42</i>		
					<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
					<i>Д</i>	35	1

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

У результаті виконання кваліфікаційного проєкту було розроблено систему електропостачання меблевої фабрики встановленою потужністю 1282 кВт, яка забезпечує надійну та ефективну роботу всіх виробничих підрозділів підприємства. Проведений аналіз технологічних процесів дозволив визначити характер електричних навантажень, режими роботи електроприймачів та їх вплив на загальний енергетичний баланс підприємства.

На основі виконаних розрахунків було визначено розрахункові навантаження, обрано оптимальну схему електропостачання та підібрано трансформаторне обладнання, яке забезпечує необхідний рівень потужності з урахуванням перспектив розвитку підприємства. Значна увага була приділена питанням компенсації реактивної потужності, що дозволило підвищити коефіцієнт потужності та зменшити втрати електроенергії в мережі.

Було здійснено вибір комутаційної та захисної апаратури з урахуванням розрахункових струмів короткого замикання та умов експлуатації, що гарантує надійність і безпеку роботи електроустановок. Прийняті технічні рішення відповідають сучасним вимогам нормативних документів та забезпечують стабільність електропостачання.

Таким чином, розроблена система електропостачання повністю задовольняє потреби меблевої фабрики, забезпечує ефективну роботу технологічного обладнання та створює передумови для подальшого розвитку виробництва. Отримані результати можуть бути використані при проєктуванні аналогічних промислових підприємств.

!

					ЛНТУ.971053.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Шестеренко В. Є., Шестеренко О. В. Електропостачання промислових підприємств : посіб. до курсового та дипломного проєктування. Київ, 2013. 424 с.
2. Ковальчук Н. В., Фесіна Ю. Г., Заблоцька І. Л. Кваліфікаційна робота : метод. вказівки до оформлення кваліфікаційних робіт для здобувачів першого (бакалаврського) та другого (магістерського) рівнів вищої освіти всіх освітніх програм денної та заочної форм навчання. Луцьк : ЛНТУ, 2023. 46 с.
3. Грицюк І. В., Грицюк Ю. В. Оформлення графічної частини : метод. вказівки до оформлення курсових і дипломних проєктів (робіт) для здобувачів першого (бакалаврського) та другого (магістерського) рівня вищої освіти освітньої програми «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». Луцьк : ЛНТУ, 2026. 92 с.
4. ДСТУ ISO 128-22:2005. Кресленики технічні. Загальні принципи оформлення. [Чинний від 2005-01-01]. Київ : Технічний центр НАН України, 2005.
5. Коваленко О. І., Коваленко Л. Р., Мунтян В. О., Радько І. П. Основи електропостачання сільського господарства : навч. посіб. Мелітополь : Видавничий будинок ММД, 2011. 462 с.
6. ДБН В.2.5-28:2018. Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення. [На заміну ДБН В.2.5-28-2006 ; чинний від 2019-03-01]. Київ : Мінрегіон України, 2018. 137 с.
7. Правила улаштування електроустановок / М-во енергетики та вугільної промисловості України. Київ, 2017. 617 с.
8. Про затвердження Правил технічної експлуатації електроустановок споживачів : наказ М-ва палива та енергетики України від 25.07.2006 р. № 258. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1143-06> (дата звернення: 01.05.2026).
9. Електротехнічна продукція підприємств України. URL: <http://energotransbud.com.ua> (дата звернення: 24.05.2026).
10. Рябенко І. С., Шевчук С. П., Мейта О. В. Електрообладнання та електропостачання машин і установок геотехнічних виробництв : підручник. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. 633 с.

					ЛНТУ.971053.000 ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

11. Рудницький В. Г. Внутрішньоцехове електропостачання. Курсове проєктування : навч. посіб. Суми : Університетська книга, 2007. 280 с.

12. Панченко С. В., Акімов О. І., Бабаєв М. М. та ін. Електробезпека : підручник. Харків : УкрДУЗТ, 2018. 295 с

					ЛНТУ.971053.000 ПЗ	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		