

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 ливарного підприємства встановленою
потужністю 2930 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
Клибанський Максим Сергійович

(підпис)

Керівник: к.ф-м.н., доцент
Падалко Анатолій Михайлович

(підпис)

Кваліфікаційний проєкт
допущено до захисту
«__» _____ 2026 р.
Гарант освітньої програми
к.т.н., доцент:
Волинець Владислав Ігорович

(підпис)

Луцьк – 2026 року

АНОТАЦІЯ

Клибанський Максим Сергійович. Електропостачання ливарного підприємства встановленою потужністю 2930 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

Klybanskyi Maksym Serhiiiovych. Power supply of the foundry with an installed capacity of 2930 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

ЗМІСТ

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 ПРОМИСЛОВОГО ПОДРІБНЮВАЧА	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

					<i>ЛНТУ.971040.000 ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
Розробив		Клибанський М.С.			Електропостачання ливарного підприємства встановленою потужністю 2930 кВт. Пояснювальна записка	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
Перевірів		Падалко А.М.				<i>Д</i>	6	66
Реценз.						ФАБЕ, зр ЕЕ-42		
Н.контр		Ващелюк Ю.І.						
Затвердив		Волинець В.І.						

ВСТУП

Ливарне підприємство є важливим елементом сучасного машинобудівного комплексу, оскільки забезпечує виготовлення заготовок складної форми з чорних та кольорових металів, які використовуються у подальшому виробництві деталей та вузлів різного призначення. Основною функцією такого підприємства є перетворення металевих сировини у відливки шляхом плавлення, формування та кристалізації матеріалу у відповідних формах. У даному дипломному проєкті розглядається електропостачання ливарного підприємства із встановленою потужністю 2930 кВт, що свідчить про середній масштаб виробництва та значну енергоємність технологічних процесів.

Підприємство працює у безперервному або змінному режимі, залежно від характеру виробництва та обсягів замовлень. Найбільш типовим є двозмінний або тризмінний режим роботи, що дозволяє ефективно використовувати обладнання та забезпечувати стабільний випуск продукції. Технологічні процеси характеризуються високими тепловими навантаженнями, значними пусковими струмами електроприймачів та нерівномірністю графіка навантаження, що накладає особливі вимоги до системи електропостачання, зокрема щодо надійності, якості електроенергії та компенсації реактивної потужності.

Особливістю ливарного виробництва є використання потужних електропечей, індукційних установок, вентиляційних систем, транспортного та допоміжного обладнання. Це обумовлює необхідність ретельного розрахунку електричних навантажень, правильного вибору трансформаторів, кабельних ліній та апаратури захисту. Крім того, значна частина обладнання працює в умовах підвищеної температури, запиленості та вібрацій, що також враховується при проєктуванні системи електропостачання.

					ЛНТУ.971040.000 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1

КОРОТКА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ПРОЄКТУВАННЯ

Ливарне підприємство має складну виробничу структуру, яка формується відповідно до послідовності технологічного процесу виготовлення відливок. Усі цехи взаємопов'язані між собою та функціонують як єдина система, де кожен підрозділ виконує свою специфічну роль у загальному виробничому циклі. Сировина, що надходить на підприємство, проходить декілька стадій обробки, починаючи від підготовки матеріалів і закінчуючи контролем якості готової продукції.

Першим етапом є підготовка формувальних матеріалів, яка здійснюється у спеціалізованому цеху. Тут проводиться обробка піску, глини та інших компонентів, що використовуються для виготовлення ливарних форм. Від якості підготовки суміші залежить точність геометрії майбутніх відливок та їх поверхневі характеристики. У цьому підрозділі використовуються змішувачі, сушильні установки та транспортні механізми.

Наступним важливим етапом є виготовлення форм і стрижнів, які визначають внутрішню та зовнішню конфігурацію відливок. У цьому процесі застосовуються формувальні машини, пресове обладнання та сушильні камери. Якість форм безпосередньо впливає на точність та міцність готових виробів, тому цей цех відіграє ключову роль у виробництві.

Плавильний цех є центральною ланкою підприємства, де здійснюється розплавлення металу у печах різного типу. Тут використовуються індукційні або дугові печі, які споживають значну електричну потужність. Важливим аспектом є підтримання стабільної температури та складу розплаву, що забезпечує необхідні механічні властивості відливок.

Після отримання розплавленого металу він транспортується до заливального відділення, де здійснюється заповнення підготовлених форм. Цей процес вимагає високої точності та синхронізації дій, оскільки від нього залежить відсутність

					ЛНТУ.971040.000 ПЗ		
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Електропостачання ливарного підприємства встановленою потужністю 2930 кВт. Пояснювальна записка		
Розробив	Клибанський М.С.						
Перевірих	Падалко А.М.						
Реценз.							
Н.контр	Вашелюк Ю.І.						
Затвердив	Волинець В.І.				ФАБЕ, гр ЕЕ-42		
					Літ.	Арк.	Архувів
					Д	8	4

дефектів у відливках. Тут використовуються ковші, крани та спеціальні механізми подачі металу.

Після затвердіння металу відливки надходять у вибивний цех, де відбувається їх вилучення з форм. Цей процес супроводжується значними механічними навантаженнями та утворенням пилу, що потребує ефективних систем вентиляції та аспірації. Далі відливки очищуються від залишків формувальної суміші.

Очищення та обробка відливок здійснюється у спеціалізованому цеху, де застосовуються дробоструминні установки, шліфувальні машини та інше обладнання. На цьому етапі формується остаточний вигляд виробів, усуваються дефекти поверхні та досягаються необхідні розміри.

Завершальним етапом є контроль якості, який проводиться у відповідному підрозділі. Тут здійснюється перевірка геометричних параметрів, механічних властивостей та відсутності внутрішніх дефектів. Використовуються різноманітні методи неруйнівного контролю, що гарантує відповідність продукції встановленим стандартам. Електропостачання підприємства здійснюється від шин напругою 10 кВ існуючої ТП-10/0,4 кВ, відстань до якої становить 0,35 км. Потужність КЗ на шинах джерела живлення дорівнює 122 МВА.

Реактивна потужність, дозволена енергосистемою, становить 388 кВАр.

Загальна територія підприємства становить 68625 м², площа будівель складає 26880 м². Характеристики об'єктів в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Характеристики об'єктів

Назва	S, м2	P _{встΣ} , кВт
Плавильний цех	5376	319
Формувально-стрижневий цех	3584	405
Цех підготовки формувальних матеріалів	3584	499
Заливальний цех	3584	455
Вибивний цех	3584	478
Очищувально-обробний цех	3584	399
Цех контролю якості	3584	375
Всього	26880	2930

У даному проєкті як об'єкт детального аналізу електропостачання обрано плавильний цех, який є одним із найбільш енергоємних та відповідальних підрозділів ливарного підприємства. Саме в цьому цеху відбувається процес перетворення твердого металу у рідкий стан з подальшим доведенням його до необхідного хімічного складу та температури. Ефективність і стабільність роботи плавильного цеху безпосередньо визначає продуктивність усього підприємства, а також якість кінцевої продукції.

Технологічний процес у плавильному цеху починається з підготовки шихтових матеріалів, які включають металобрухт, легуючі добавки та інші компоненти. Для цього використовується спеціалізоване дробильне обладнання, яке забезпечує необхідну фракцію сировини для рівномірного плавлення. Після цього підготовлена шихта подається до плавильних агрегатів за допомогою транспортних механізмів, зокрема стрічкових конвеєрів, що забезпечують безперервність процесу.

Основним обладнанням цеху є індукційна плавильна піч, яка працює за принципом електромагнітної індукції. Вона забезпечує швидке та рівномірне нагрівання металу до температури плавлення, а також дозволяє точно регулювати температурний режим. Для підтримання необхідних умов роботи печі застосовується система водяного охолодження, яка запобігає перегріву елементів конструкції та підвищує надійність обладнання.

Після досягнення необхідної температури розплавлений метал піддається перемішуванню за допомогою електромеханічних мішалок, що забезпечує однорідність хімічного складу. У процесі плавлення також можуть додаватися легуючі елементи, які покращують механічні властивості майбутніх відливок. Контроль температури здійснюється за допомогою електричних термоперетворювачів та автоматизованих систем керування.

Для видалення шкідливих газів, пилу та теплових надлишків у цеху функціонує потужна вентиляційна установка, яка забезпечує належні санітарно-гігієнічні умови праці. Вона відіграє важливу роль не лише у забезпеченні безпеки персоналу, але й у підтриманні стабільності технологічного процесу.

					ЛНТУ.971040.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

Після завершення плавлення метал зливається у ковші за допомогою механізмів нахилу печі, які приводяться в дію електроприводами. Далі ковші транспортуються до заливального відділення. Для переміщення важких вантажів у цеху використовуються мостові крани, оснащені електродвигунами, що забезпечують точність та надійність транспортування.

Допоміжне обладнання включає компресорні установки, які забезпечують подачу стисненого повітря для роботи пневматичних систем, а також насоси для циркуляції охолоджувальної води. Усі ці механізми утворюють єдину технологічну систему, яка потребує безперебійного та якісного електропостачання.

Таким чином, плавильний цех характеризується значною концентрацією електричних навантажень, наявністю потужних електроприймачів та складними умовами експлуатації, що вимагає особливої уваги при проєктуванні системи електропостачання, включаючи питання надійності, резервування та компенсації реактивної потужності.

Система аспірації NESTRO NE150 забезпечує очищення повітря робочої зони. Включає систему фільтрації та уловлювання пилю.

Таблиця 1.2 – Характеристики приймачів електроенергії цеху

Назва	n	$P_{\text{вст}}$
Дробарка шихти ДШ-15	3	18
Система водяного охолодження СВО-18	4	12
Індукційна плавильна піч ІПП-20	3	20
Електромеханічна мішалка ЕММ-10	3	18
Вентиляційна установка ВУ-11	4	12
Компресорна установка КУ-16	1	11
Механізм нахилу печі МНП-14	1	14
Мостовий кран МК-22	1	18
Стрічковий конвеєр КЛ-12	1	12

ОСНОВНІ ПРОЄКТНІ РІШЕННЯ

2.1. Розрахунок силового електричних навантажень

Для розрахунку електричних навантажень використаємо Плавильний цех. Результати розрахунків зведемо в таблицю 2.1.

Таблиця 2.1 – Розрахунок силового навантаження цеху

Назва електроприймача		$P_{\text{ном}}$	n	$P_{\text{вст}}$	$K_{\text{в}}$	$\cos\varphi$	$\text{tg}\varphi$	m	$n_{\text{еф}}$	$K_{\text{м}}$	$P_{\text{ср.зм, кВт}}$	$Q_{\text{ср.зм, квар}}$	$P_{\text{р кВт}}$	$Q_{\text{р кВАр}}$
1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Група А	Дробарка шихти ДШ-15	18	3	54	0,44	0,66	1,14	1,67	10	1,69	23,76	27,05	78,18	40,78
	Система водяного охолодження СВО-18	12	3	36	0,2	0,8	0,75				7,20	5,40		
	Індукційна плавильна піч ІПП-20	20	2	40	0,2	0,9	0,48				8,00	3,87		
	Електромеханічна мішалка ЕММ-10	18	2	36	0,2	0,85	0,62				7,20	4,46		
	Електроприймачі з постійним графіком навантаження													
	Вентиляційна установка ВУ-11	12	2	24	0,8	0,7	1,02				19,20	19,59	19,20	19,59
всього			12	190							65,36	60,37	97,38	60,37

					ЛНТУ.971040.000 ПЗ				
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Електропостачання ливарного підприємства встановленою потужністю 2930 кВт. Пояснювальна записка	Літ.		Арк.	Аркушів
Розробив	Клибанський М.С.					Д		12	21
Перевірів	Падалко А.М.					ФАБЕ, зр ЕЕ-42			
Реценз.									
Н.контр	Ващелюк Ю.І.								
Затвердив	Волинець В.І.								

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Група Б	Система водяного охолодження СВО-18	12	1	12	0,2	0,8	0,75	1,82	7	2,1 5	2,40	1,80	39,07	12,07
	Компресорна установка КУ-16	11	1	11	0,18	0,75	0,88				1,98	1,75		
	Індукційна плавильна піч ІПП-20	20	1	20	0,2	0,9	0,48				4,00	1,94		
	Електромеханічна мішалка ЕММ-10	18	1	18	0,2	0,85	0,62				3,60	2,23		
	Механізм нахилу печі МНП-14	14	1	14	0,17	0,85	0,62				2,38	1,47		
	Мостовий кран МК-22	18	1	18	0,1	0,8	0,75				1,80	1,35		
	Стрічковий конвеєр КЛ-12	12	1	12	0,17	0,8	0,75				2,04	1,53		
	Електроприймачі з постійним графіком навантаження													
	Вентиляційна установка ВУ-11	12	2	24	0,8	0,7	0,75				19,20	14,40	19,20	14,40
всього Б			9	129							37,40	26,47	58,27	26,47
	ВСЬОГО по цеху		21	319							102,76	86,84	155,6	86,84

Розрахунок проводиться за тією ж методикою, що й для окремого цеху: визначаються встановлені потужності, коефіцієнти використання, середні змінні активні та реактивні потужності, а також розрахункові навантаження для кожної групи електроприймачів. Для підприємства в цілому електроприймачі попередньо групуються за цехами або за характером навантаження (силове, освітлювальне, допоміжне тощо).

Отримані результати дозволяють:

- вибрати потужність трансформаторів головної понижувальної підстанції;
- визначити необхідність компенсації реактивної потужності;
- оцінити режими роботи електричних мереж підприємства.

Результати розрахунків по всіх цехах підприємства зводяться у таблицю 2.2, де наводяться сумарні та розрахункові значення активної і реактивної потужностей для кожного структурного підрозділу, а також загальні підсумки по підприємству.

					ЛНТУ.971040.000 ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

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
Плавильний цех	319,00	102,76	86,84	134,79	155,64	86,84	178,57
РП 1	190,00	65,36	60,37	88,97	97,38	60,37	114,57
РП 2	129,00	37,40	26,47	45,82	58,27	26,47	64,00
Формувально-стрижневий цех	405,00	114,21	79,95	139,41	148,47	87,94	172,56
РП 1	210,60	69,50	48,65	84,83	90,35	53,51	105,01
РП 2	194,40	44,71	31,30	54,58	58,13	34,43	67,56
Заливальний цех	499,00	174,65	122,26	213,19	272,45	134,48	303,84
РП 1	259,48	64,87	45,41	79,18	101,20	49,95	112,85
РП 2	239,52	47,90	33,53	58,47	74,73	36,89	83,34
Цех підготовки формувань матеріалів	455,00	159,25	111,48	194,39	248,43	122,62	277,04
РП 1	236,60	70,98	49,69	86,64	110,73	54,65	123,48
РП 2	218,40	48,05	33,63	58,65	74,95	37,00	83,59
Вибивний цех	478,00	117,97	82,58	144,00	184,03	90,84	205,23
РП 1	248,56	72,08	50,46	87,99	112,45	55,50	125,40
РП 2	229,44	45,89	32,12	56,01	71,59	35,33	79,83
Очищувально-обробний цех	399,00	139,65	97,76	170,46	217,85	107,53	242,95
РП 1	207,48	62,24	43,57	75,98	97,10	47,93	108,28
РП 2	191,52	38,30	26,81	46,76	59,75	29,49	66,64
Цех контролю якості	375,00	131,25	91,88	160,21	157,50	101,06	187,14
РП 1	195,00	54,60	72,62	90,85	65,52	79,88	103,31
РП 2	180,00	50,40	35,28	61,52	60,48	38,81	71,86
Всього	2930,00	939,74	672,73	1155,71	1384,39	731,31	1567,33

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	$F, \text{м}^2$	$h, \text{м}$	$P_{\text{норм}}, \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2}$	$P_o, \text{кВт}$	$K_{\text{пра}}$	K_n	$\cos\varphi$	$P_{p.o}, \text{кВт}$	$Q_{p.o}, \text{квар}$
Плавильний цех	5376	4	11	59,14	1	0,95	0,95	56,18	18,47
Формувально-стрижневий цех	3584	6	10	35,84	1	0,95	0,95	34,05	11,19
Цех підготовки формувальних матеріалів	3584	6	10	35,84	1	0,95	0,95	34,05	11,19
Заливальний цех	3584	6	11	39,42	1	0,85	0,95	33,51	11,01
Вибивний цех	3584	4	11	39,42	1	0,85	0,95	33,51	11,01
Очищувально-обробний цех	3584	4	10	35,84	1	0,85	0,95	30,46	10,01
Цех контролю якості	3584	4	12	43,01	1	0,85	0,95	36,56	12,02
Зовнішнє	68625		0,12	8,24	0,95	1	0,95	8,24	2,71
Всього	26880			296,75				266,55	87,61

2.3. Визначення результуючих навантажень

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

Таблиця 2.4 – Розрахунок сумарного навантаження на шини НН ТП

Назва об'єкта		$P_{вст\Sigma}, \text{кВт}$	$P_{ср.зм\Sigma}, \text{кВт}$	$Q_{ср.зм\Sigma}, \text{квар}$	$S_{ср.зм\Sigma}, \text{кВА}$	$P_{p\Sigma}, \text{кВт}$	$Q_{p\Sigma}, \text{квар}$	$S_{p\Sigma}, \text{кВА}$
Плавильний цех	РП 1	249,14	121,54	78,84	144,87	97,38	60,37	114,57
	РП 2	129,00	37,40	26,47	45,82	114,45	44,93	122,95
	Σ	378,14	158,94	105,30	190,69	211,82	105,30	237,52
Формувально-стрижневий цех	РП 1	210,60	69,50	48,65	84,83	90,35	53,51	105,01
	РП 2	230,24	78,76	42,49	89,49	92,17	45,62	102,84
	Σ	440,84	148,26	91,14	174,32	182,52	99,13	207,85
Цех підготовки формувальних матеріалів	РП 1	259,48	64,87	45,41	79,18	101,20	49,95	112,85
	РП 2	275,36	81,95	44,72	93,36	108,78	48,08	118,93
	Σ	534,84	146,82	90,13	172,28	209,98	98,03	231,73
Заливальний цех	РП 1	236,60	70,98	49,69	86,64	110,73	54,65	123,48
	РП 2	257,82	81,56	44,65	92,98	108,47	48,01	118,62
	Σ	494,42	152,54	94,33	179,35	219,19	102,67	242,05
Вибивний цех	РП 1	248,56	72,08	50,46	87,99	112,45	55,50	125,40
	РП 2	268,86	79,40	43,14	90,36	105,10	46,35	114,86
	Σ	517,42	151,48	93,59	178,06	217,54	101,85	240,21
Очищувально-обробний цех	РП 1	207,48	62,24	43,57	75,98	97,10	47,93	108,28
	РП 2	227,36	68,77	36,83	78,01	90,22	39,51	98,49
	Σ	434,84	131,01	80,40	153,71	187,32	87,43	206,72
Цех контролю якості	РП 1	195,00	54,60	72,62	90,85	65,52	79,88	103,31
	РП 2	223,01	86,96	47,30	98,99	97,04	50,82	109,54
	Σ	418,01	141,56	119,91	185,52	162,56	130,70	208,59
Зовнішнє		8,24	8,24	2,71	8,67	8,24	2,71	8,67
Всього		3226,75	1038,84	677,52	1242,61	1399,17	727,83	1583,33

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	$Q_{РС} \cdot x$	$Q_{РС} \cdot y$	г	α	$P_{РС} \cdot x$	$P_{РС} \cdot y$
Плавильний цех	57	135	13618	32145	58	95	12145	28667
Формувально-стрижневий цех	212	137	44064	28406	54	67	38694	24945
Цех підготовки формувальних матеріалів	275	135	63803	31361	58	58	57813	28417
Заливальний цех	41	37	9843	9036	59	55	8914	8183
Вибивний цех	104	37	24981	8968	59	55	22625	8122
Очищувально-обробний цех	211	37	43549	7718	55	59	39462	6993
Цех контролю якості	275	37	57292	7787	51	81	44649	6069
Ца	160,3	79,6						
Цр	353,3	172,3						
Всього			257151	125421			224302	111395

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
$P_{p\Sigma}$, кВт	1038,84	1038,84
$Q_{p\Sigma}$, кВАр	677,52	677,52
$S_{p\Sigma}$, кВА	1242,61	1242,61
F , м ²	26880	26880
Тип трансформатора	ТМ-630	ТМ-1000
N_{min} , шт.	2,4	1,5
N_{opt} , шт.	4,0	2,0
$Q_{max T}$, кВАр	1425,66	938,51
$Q_{НБК1}$, 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		
ΔP_X , кВт	2,27	3,3
ΔP_K , кВт	7,6	11,6
ΔW , тис.кВт·год	38,694	31,536
C_e , тис.грн.	535,914	436,769
K , тис.грн.	1720,000	1389,096
$З$, тис.грн.	750,914	610,406
Перевірка трансформаторів на можливість перевантаження в аварійному режимі	$1,4 \cdot 1000 = 1400 \text{ кВА} > (2 \cdot (1-0,19) \cdot 1242,61) / 2 = 1007 \text{ кВА}$	

2.6. Компенсация реактивной мощности

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
$Q_{\text{ср.зм}\Sigma, \text{квар}}$	677,52
$Q_{\text{еmax}, \text{квар}}$	388
$Q_{\text{НБКф}, \text{квар}}$	0
$\Delta Q_{\text{Т}, \text{квар}}$	49
$K_{\text{НС}}$	0,85
$Q_{\text{М1}, \text{квар}}$	575,89
$Q_{\text{К1}, \text{квар}}$	187,89
$Q_{\text{НСТ}, \text{квар}}$	775,52
$Q_{\text{ВБК}, \text{квар}}$	285,89
Тип НБК	АУКРМ-0.4-140/2,5

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
$P_{\text{ср.зм}\Sigma \text{кВт}}$	1038,84
$Q_{\text{ср.зм}\Sigma \text{квар}}$	677,52
$Q_{\text{НБК} \text{квар}}$	280
$P_{\text{р3} \text{кВт}}$	1038,84
$Q_{\text{р3} \text{квар}}$	397,52
$S_{\text{р3} \text{кВА}}$	1112,30
$\Delta P_{\text{Т} \text{кВт}}$	22,25
$\Delta Q_{\text{Т} \text{квар}}$	111,23
$P_{\text{р4} \text{кВт}}$	1061,09
$Q_{\text{р4} \text{квар}}$	508,75
$S_{\text{р4} \text{кВА}}$	1176,75

					ЛНТУ.971040.000 ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 2.10

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
ТП-РП3.2	2	118,93	90,35	180,69	0,108	35	175	180	189	0,570	0,0600	2,19	4,38
ТП-РП4.1	2	123,48	93,81	187,61	0,126	35	175	180	189	0,570	0,0600	2,65	5,30
ТП-РП4.2	2	118,62	90,11	180,22	0,126	35	175	180	189	0,570	0,0600	2,55	5,09
ТП-РП5.1	2	125,40	95,26	190,53	0,138	50	215	221	232,2	0,400	0,0600	2,13	4,27
ТП-РП5.2	2	114,86	87,26	174,51	0,108	35	175	180	189	0,570	0,0600	2,11	4,23
ТП-РП6.1	2	108,28	82,26	164,52	0,114	35	175	180	189	0,570	0,0600	2,10	4,21
ТП-РП6.2	2	98,49	74,82	149,64	0,15	25	150	155	162	0,800	0,0700	3,49	6,98
ТП-РП7.1	2	103,31	78,48	156,97	0,096	25	150	155	162	0,800	0,0700	2,34	4,68
ТП-РП7.2	2	109,54	83,21	166,43	0,12	35	175	180	189	0,570	0,0600	2,24	4,48

Таблиця 2.11 – Вибір розподільчих пунктів

Назва будівлі	$S_{p\Sigma}, \text{кВА}$	$I_p, \text{А}$	$I_{доп}, \text{А}$
Плавильний цех	114,57	87,04	250
	122,95	93,40	250
Формувально-стрижневий цех	105,01	79,77	250
	102,84	78,13	250
Цех підготовки формувальних матеріалів	112,85	85,73	250
	118,93	90,35	250
Заливальний цех	123,48	93,81	250
	118,62	90,11	250
Вибивний цех	125,40	95,26	250
	114,86	87,26	250
Очищувально-обробний цех	108,28	82,26	250
	98,49	74,82	250
Цех контролю якості	103,31	78,48	250
	109,54	83,21	250

2.10. Розрахунок струмів короткого замикання

Потужність короткого замикання джерела живлення $S_{\text{кз}} = 122 \text{ МВА}$. Результати розрахунків згідно додатку А запишемо в наступну таблицю 2.12

Таблиця 2.12 –Перевірка вибраних КЛ за термічною стійкістю

Показник	Значення
$S_{\text{кз}} \text{ МВА}$	122
$\dot{X}_{\text{С*}}$	0,820
$\dot{X}_{\text{КЛ1*}}, \dot{X}_{\text{КЛ2*}}$	0,030
$\dot{X}_{\text{КЛ12*}}$	0,015
$\dot{X}_{\text{рез*}}$	0,835
$I_{\text{бкА}}$	5,50
$I_{\text{н0кА}}$	6,587
k_y	1,4
$i_{y\text{кА}}$	13,042
$K_T \frac{A \cdot c^{1/2}}{\text{мм}^2}$	118
t_{nc}	0,25
$F_{\text{min}} \text{ мм}^2$	27,9
$B_{\text{ккА2} \cdot \text{с}}$	10,85

2.11. Вибір апаратури

2.11.1. Вибір комплектних розподільчих пристроїв

Для розподілу електроенергії на стороні ТП 10 кВ ми приймаємо камери камери серії КСО-393 (ТОВ «Електросервіс») з, ВНР-10/630 (УКРЕЛЕКТРОАПАРАТ) Результати перевірки зводимо в таблицю 2.13. Розподільний вузол 0,4 кВ виконаний у вигляді двох збірних шин з панелями ЩО-04 (ТОВ «Енерго Аisen»)

Таблиця 2.13 – Перевірка комірок КСО 399

показник	Розрахункові дані
$U_{уст}, \text{кВ}$	10
$I_{норм}, \text{А}$	33,97
$I_{max}, \text{А}$	67,94
$i_y, \text{кА}$	13,042
$I_{n0} \text{кА}$	10,85

2.11.2. Вибір роз'єднувачів

Приймаємо роз'єднувачі обладнані заземлюючими ножами РВЗ-10/630 УХЛІ2 (УкрЕлектро) Результати перевірки зведемо в таблицю 2.14

Таблиця 2.14 – Перевірка роз'єднувача

показник	Розрахункові дані
$U_{уст}, \text{кВ}$	10
$I_{норм}, \text{А}$	33,97
$I_{max}, \text{А}$	67,94
$i_y, \text{кА}$	13,042
$I_{n0} \text{кА}$	6,587
$B_K, \text{кА}^2 \cdot \text{с}$	10,85

2.11.3. Вибір вимикачів навантаження та запобіжників

Попередньо вибираємо вимикачі навантаження типу ВН-РА 03П-10-630 (УкрЕлектрокомплект) Перевірку вимикачів навантаження у таблиці 2.15.

Таблиця 2.15 – Перевірка вимикачів навантаження

показник	Розрахункові дані
$U_{уст}, \text{кВ}$	10
$I_{норм}, \text{А}$	33,97
$I_{max}, \text{А}$	67,94
$i_y, \text{кА}$	13,042
$I_{n0} \text{кА}$	6,587
$B_K, \text{кА}^2 \cdot \text{с}$	10,85

Вибираємо запобіжника ПК(т) 013-10-80 (Славгор Енерго), результати перевірки запобіжників зведемо в таблицю 2.16.

					ЛНТУ.971040.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

Таблиця 2.16 – Перевірка запобіжника

Показник	Розрахункові дані
$U_{уст}, \text{кВ}$	10
$I_{max}, \text{А}$	67,94
$I_{н0} \text{кА}$	6,587
$B_K, \text{кА}^2 \cdot \text{с}$	10,85

2.12. Розрахунок низьковольтної мережі цеху

2.12.1. Вибір схеми електропостачання

Розрахуємо низьковольтну мережу на прикладі цеху підготовки формувальних матеріалів. Результати вибору кабелів зведемо в таблицю 2.17.

Таблиця 2.17 – Вибір кабелів цехової розподільчої мережі

Назва електроприймача	$P_n, \text{кВт}$	$\cos \varphi$	$I, \text{А}$	$F, \text{мм}^2$	$I_{тр.доп}, \text{А}$	Кабель
Група А						
Дробарка шихти ДШ-15	18	0,66	41,44	10	66	ВВГнгд-4х10
Система водяного охолодження СВО-18	12	0,8	22,79	4	37	ВВГнгд-4х4
Індукційна плавильна піч ППП-20	20	0,9	33,76	10	66	ВВГнгд-4х10
Електромеханічна мішалка ЕММ-10	18	0,85	32,17	10	66	ВВГнгд-4х10
Вентиляційна установка ВУ-11	12	0,70	26,05	4	37	ВВГнгд-4х4
Група Б						
Система водяного охолодження СВО-18	=	0,80	22,79	4	37	ВВГнгд-4х4
Компресорна установка КУ-16	11	0,75	22,28	4	37	ВВГнгд-4х4
Індукційна плавильна піч ППП-20	20	0,90	33,76	10	66	ВВГнгд-4х10
Електромеханічна мішалка ЕММ-10	18	0,85	32,17	10	66	ВВГнгд-4х10
Механізм нахилу печі МНП-14	14	0,85	25,02	4	37	ВВГнгд-4х4
Мостовий кран МК-22	18	0,80	34,19	10	66	ВВГнгд-4х10
Стрічковий конвеєр КЛ-12	12	0,80	22,79	4	37	ВВГнгд-4х4
Вентиляційна установка ВУ-11		0,70	26,05	4	37	ВВГнгд-4х4

					ЛНТУ.971040.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

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

Таблиця 2.18 – Перевірка кабелів цехової розподільчої мережі за втратами напруги

Назва електроприймача	n	$r_0, \frac{\text{Ом}}{\text{км}}$	$x_0, \frac{\text{О}}{\text{км}}$	l, км	$\Delta U\%$	Провід
Група А						
Дробарка шихти ДШ-15	3	2	0,07	0,212	5,496	ВВГнгд-4х10
				0,218	5,651	ВВГнгд-4х10
				0,224	5,807	ВВГнгд-4х10
Система водяного охолодження СВО-18	3	5	0,09	0,23	9,686	ВВГнгд-4х4
				0,236	9,938	ВВГнгд-4х4
				0,242	10,191	ВВГнгд-4х4
Індукційна плавильна піч ІПП-20	2	2	0,07	0,246	6,930	ВВГнгд-4х10
				0,258	7,268	ВВГнгд-4х10
Електромеханічна мішалка ЕММ-10	2	2	0,07	0,212	5,400	ВВГнгд-4х10
				0,234	5,960	ВВГнгд-4х10
Вентиляційна установка ВУ-11	2	5	0,09	0,248	10,494	ВВГнгд-4х4
				0,242	10,240	ВВГнгд-4х4
Група Б						
Система водяного охолодження СВО-18	2	5	0,09	0,212	8,928	ВВГнгд-4х4
				0,218	9,180	ВВГнгд-4х4
Компресорна установка КУ-16	2	5	0,09	0,224	8,667	ВВГнгд-4х4
				0,23	8,899	ВВГнгд-4х4
Індукційна плавильна піч ІПП-20	2	2	0,07	0,238	6,705	ВВГнгд-4х10
				0,244	6,874	ВВГнгд-4х10
Електромеханічна мішалка ЕММ-10	2	2	0,07	0,239	5,935	ВВГнгд-4х10
				0,233	5,476	ВВГнгд-4х10
Механізм нахилу печі МНП-14	1	5	0,09	0,215	10,833	ВВГнгд-4х4
				0,221	10,833	ВВГнгд-4х4
Мостовий кран МК-22	1	2	0,07	0,214	5,475	ВВГнгд-4х10
Стрічковий конвеєр КЛ-12	1	5	0,09	0,219	9,223	ВВГнгд-4х4
Вентиляційна установка ВУ-11	2	5	0,09	0,241	10,198	ВВГнгд-4х4
				0,248	10,570	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
$I_{\text{к}10} \text{ кА}$	6,587
$U_{\text{с}10\text{кВ}}$	10,5
$S_{\text{ном.Т}} \text{ кВА}$	1000
$\Delta P_{\text{к}} \text{ кВт}$	11,6
$u_{\text{к}} \%$	5,5

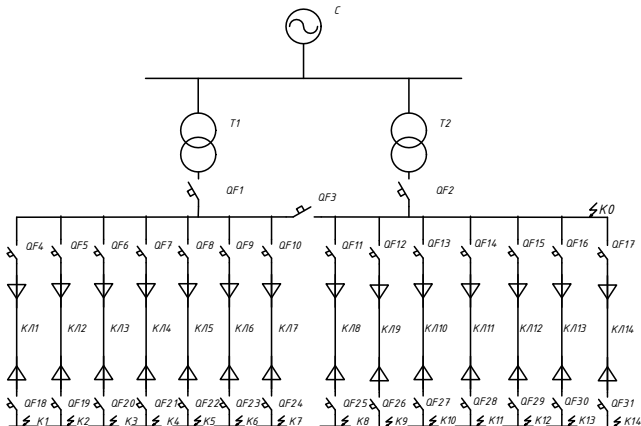


Рисунок 2.1 – Розрахункова схема короткозамкненого кола

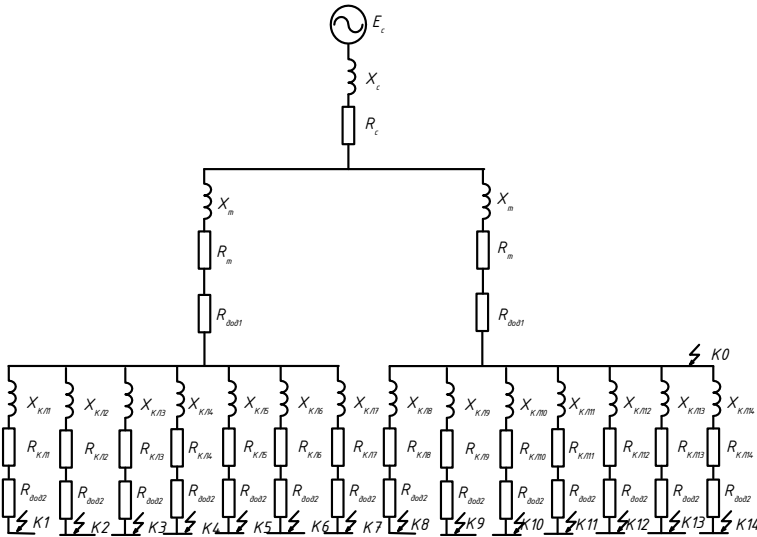


Рисунок 2.2 – Схема заміщення короткозамкненого кола

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
$R_C \text{ Ом}$	0,312
$X_C \text{ Ом}$	0,920
$\dot{R}_C \text{ мОм}$	0,452
$\dot{X}_C \text{ мОм}$	1,336
$\dot{R}_T \text{ мОм}$	1,856
$\dot{X}_T \text{ мОм}$	8,800
$\dot{R}_{\text{рез0}} \text{ мОм}$	17,308
$\dot{X}_{\text{рез0}} \text{ мОм}$	10,136
$Z_{\text{рез0}} \text{ мОм}$	20,057
$I_K \text{ кА}$	11,514
k_{y-}	1,05
$i_y \text{ кА}$	17,097

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	0,102	0,570	58,14	0,0600	6,12
ТП-РП1.2	0,114	0,570	64,98	0,0600	6,84
ТП-РП2.1	0,114	0,800	91,2	0,0700	7,98
ТП-РП2.2	0,132	0,570	105,6	0,0700	9,24
ТП-РП3.1	0,15	0,570	85,5	0,0600	9
ТП-РП3.2	0,108	0,570	61,56	0,0600	6,48
ТП-РП4.1	0,126	0,570	71,82	0,0600	7,56
ТП-РП4.2	0,126	0,570	71,82	0,0600	7,56
ТП-РП5.1	0,138	0,400	55,2	0,0600	8,28
ТП-РП5.2	0,108	0,570	61,56	0,0600	6,48
ТП-РП6.1	0,114	0,570	64,98	0,0600	6,84
ТП-РП6.2	0,15	0,800	120	0,0700	10,5
ТП-РП7.1	0,096	0,800	76,8	0,0700	6,72
ТП-РП7.2	0,12	0,570	68,4	0,0600	7,2

					ЛНТУ.971040.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

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	$F_{\text{плп}},$ мм ²	Прийнятий переріз
K1	20	80,45	16,26	82,07	2,814	3,979	11,9	35
K2	20	87,29	16,98	88,92	2,597	3,673	11,0	35
K3	20	113,51	18,12	114,94	2,009	2,841	8,5	25
K4	20	127,91	19,38	129,37	1,785	2,525	7,6	25
K5	20	107,81	19,14	109,49	2,109	2,983	8,9	35
K6	20	83,87	16,62	85,50	2,701	3,820	11,4	35
K7	20	94,13	17,70	95,78	2,411	3,410	10,2	35
K8	20	94,13	17,70	95,78	2,411	3,410	10,2	35
K9	20	77,51	18,42	79,67	2,899	4,100	12,3	50
K10	20	83,87	16,62	85,50	2,701	3,820	11,4	35
K11	20	87,29	16,98	88,92	2,597	3,673	11,0	35
K12	20	142,31	20,64	143,80	1,606	2,271	6,8	25
K13	20	99,11	16,86	100,53	2,297	3,249	9,7	25
K14	20	90,71	17,34	92,35	2,501	3,537	10,6	35

2.12.3. Вибір трансформаторів струму

Для розрахункового обліку встановлюємо лічильники МТ880 (Іскраметесо). Для технічного обліку, встановлюємо амперметри N14 (Lumel). Для розрахункового та технічного обліку трансформатори струму ВН-0.66 (CHINT) 2000/5 та TORN (НІК) 200/5

Результати перевірки зведемо в таблицю 2.23. та 2.24

					ЛНТУ.971040.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

Таблиця 2.23 – Перевірка трансформаторів струму для розрахункового обліку

Показник	Значення
$U_{уст}, \text{кВ}$	0,4
$I_{норм}, \text{А}$	943,97
$I_{max}, \text{А}$	1887,95
$i_y, \text{кА}$	17,097
$I_{n0}, \text{кА}$	11,514
$B_K, \text{кА}^2 \cdot \text{с}$	33,14
$z_2, \text{Ом}$	0,255

Таблиця 2.24 – Перевірка трансформаторів струму для технічного обліку

Показник	Значення
$U_{уст}, \text{кВ}$	0,4
$I_{max}, \text{А}$	190,53
$i_y, \text{кА}$	2,983
$B_K, \text{кА}^2 \cdot \text{с}$	1,11
$z_2, \text{Ом}$	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	$I_{номрозщ}, \text{А}$	$I_{грвмк}, \text{кА}$	$I_{норм}, \text{А}$	$I_{max}, \text{А}$	$I_K, \text{А}$
1	2	3	4	5	6	7
QF1	NS1600	1600	50	943,97	1887,95	11,514
QF2	NS1600	1600	50	943,97	1887,95	11,514
QF3	NS1600	1600	50	943,97	1887,95	11,514
QF4	NSX250	200	36	87,04	174,08	2,814
QF5	NSX250	200	36	87,04	174,08	2,814
QF6	NSX250	200	36	93,40	186,81	2,597
QF7	NSX250	200	36	93,40	186,81	2,597
QF8	NSX160	160	36	79,77	159,54	2,009

Продовження таблиці 2.25

1	2	3	4	5	6	7
QF9	NSX160	160	36	79,77	159,54	2,009
QF10	NSX160	160	36	78,13	156,26	1,785
QF11	NSX160	160	36	78,13	156,26	1,785
QF12	NSX250	200	36	85,73	171,46	2,109
QF13	NSX250	200	36	85,73	171,46	2,109
QF14	NSX250	200	36	90,35	180,69	2,701
QF15	NSX250	200	36	90,35	180,69	2,701
QF16	NSX250	200	36	93,81	187,61	2,411
QF17	NSX250	200	36	93,81	187,61	2,411
QF18	NSX250	200	36	90,11	180,22	2,411
QF19	NSX250	200	36	90,11	180,22	2,411
QF20	NSX250	200	36	95,26	190,53	2,899
QF21	NSX250	200	36	95,26	190,53	2,899
QF22	NSX250	200	36	87,26	174,51	2,701
QF23	NSX250	200	36	87,26	174,51	2,701
QF24	NSX250	200	36	82,26	164,52	2,597
QF25	NSX250	200	36	82,26	164,52	2,597
QF26	NSX160	160	36	74,82	149,64	1,606
QF27	NSX160	160	36	74,82	149,64	1,606
QF28	NSX160	160	36	78,48	156,97	2,297
QF29	NSX160	160	36	78,48	156,97	2,297
QF30	NSX250	200	36	83,21	166,43	2,501
QF31	NSX250	200	36	83,21	166,43	2,501

2.12.5. Вибір рубильників

Здійснимо попередній вибір рубильників РЕ19-416 (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
$I_{норм}, \text{А}$	943,97
$I_{max}, \text{А}$	1887,95
$i_y, \text{кА}$	17,097
$I_{п0}, \text{кА}$	11,514
$B_K, \text{кА}^2 \cdot \text{с}$	33,14

2.13. Проектування освітлювальної мережі

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

Таблиця 2.27 - Вибір освітлювального обладнання

Параметри	Значення
a, м	96
b, м	56
s, м ²	5376
H _p м.	4
h _c м.	2
L _p м.	0,4
H _p м.	1
n _{св} , шт	12
n _p , рядів	20
l _a , м	1,1875
l _b , м	-18,3125
i	10,88
N _{св} , шт	240
Φ _{розр} , Лм	15496
Φ _{ламп} , Лм	13200
ΔΦ %	17,39
P ₀ кВт	2,56
P _{p.0} кВт	2,432
Світильники	ДСП56У2ЕХ-100-342 У2
щит	ШМР-А-12-Н (Лоза)
АВ	I _{ном} = 16 А;
ввідний АВ	I _{ном} = 63 А.
Кабель до світильників	3х2,5 I _{тр.доп} = 25 А
Кабель до щита	3×10

РОЗДІЛ 3

РОЗРАХУНОК ЕЛЕКТРОПРИВОДУ ПРОМИСЛОВОГО ПОДРІБНЮВАЧА

3.1. Вибір електродвигуна

- $P_H = 18 \text{ кВт};$
- $U_H = 400 \text{ В};$
- $n_H = 1000 \text{ об/хв};$
- $n_{\max} = 1500 \text{ об/хв};$
- $J = 0,22 \text{ кг*м}^2;$
- $\eta_H = 0,75 \text{ \%};$
- $R_{\Sigma} = 0,22 \text{ Ом};$
- $R_{\text{дп}} = 0,185 \text{ Ом};$
- $R_3 = 160/42,2 \text{ Ом};$
- $L_{\Sigma} = 10,9 \text{ мГн}$

3.2. Побудова природної характеристики електродвигуна

1. Для точки номінального режиму:

- номінальну кутову швидкість:

$$\omega_{\text{ном}} = (2 \cdot 3,13 \cdot 1000)/60 = 104,67 \text{ рад/с}$$

- номінальний момент:

$$M_{\text{ном}} = \frac{18000}{104,67} = 171,97 \text{ Нм} \quad (3.2)$$

					<i>ЛНТУ.971040.000 ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розробив</i>	<i>Клибанський М.С.</i>				<i>Електропостачання ливарного підприємства встановленою потужністю 2930 кВт. Пояснювальна записка</i>		<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>
<i>Перевірів</i>	<i>Падалко А.М.</i>						<i>Д</i>	<i>32</i>
<i>Реценз.</i>								<i>2</i>
<i>Н.контр</i>	<i>Ващелюк Ю.І.</i>						<i>ФАБЕ, зр ЕЕ-42</i>	
<i>Затвердив</i>	<i>Волинець В.І.</i>							

- номінальний опір двигуна постійного струму:

$$R_{\text{н}} = \frac{0,22 + 0,185}{0,5 \cdot (1 - 0,008)} = 0,816 \text{ Ом}$$

2. Номінальний струм двигуна:

$$I_{\text{н}} = \frac{400}{0,82} = 490,12 \text{ А}$$

3. Із формули електромеханічної характеристики:

$$I_{\text{н}} = \frac{400 - 490,12 \cdot (0,22 + 0,185)}{104,67} = 1,925 \frac{\text{В} \cdot \text{с}}{\text{рад}}$$

4. Швидкість ідеального холостого ходу:

$$\omega_0 = (400)/(1,925) = 207,8 \text{ рад/с}$$

5. Розрахуємо величини додаткових опорів.

$$I_1 = I_{\text{дп}} = 2,5 \cdot I_{\text{н}} = 2,5 \cdot 490,12 = 1225,31 \text{ А}$$

6. Розрахуємо величину опорів цих ступенів із співвідношень:

$$R_{d1} = R_{\text{н}} \cdot \frac{de}{af} = 0,816 \cdot (27,44) / (207,8) = 0,108 \text{ Ом};$$

$$R_{d1} = R_{\text{н}} \cdot \frac{de}{af} = 0,816 \cdot (16,11) / (207,8) = 0,063 \text{ Ом};$$

$$R_{d1} = R_{\text{н}} \cdot \frac{de}{af} = 0,816 \cdot (9,453) / (207,8) = 0,037 \text{ Ом};$$

РОЗДІЛ 4

СИСТЕМА АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЄКТУВАННЯ (САПР)

У процесі виконання дипломного проєкту важливу роль відіграли сучасні системи автоматизованого проєктування, які дозволили підвищити точність розрахунків, оптимізувати процес розробки та забезпечити наочність отриманих результатів. Зокрема, програмне середовище AutoCAD було використано для створення електричних схем, планів розміщення обладнання та побудови картограм електричних навантажень. Завдяки цьому стало можливим чітко відобразити структуру електропостачання підприємства, взаємозв'язки між елементами системи та просторове розташування електроприймачів, що є критично важливим при проєктуванні промислових об'єктів.

Для виконання інженерних розрахунків, зокрема визначення електричних навантажень, розрахунку струмів короткого замикання, вибору перерізів кабельних ліній та перевірки втрат напруги, було застосовано Microsoft Excel. Його використання дозволило автоматизувати обчислення, мінімізувати ймовірність помилок та швидко аналізувати різні варіанти проєктних рішень. Гнучкість табличного процесора дала змогу створити універсальні розрахункові моделі, які можуть бути адаптовані для аналогічних об'єктів у майбутньому.

Використання зазначених програмних засобів у комплексі значно підвищило якість виконання проєкту, скоротило час на його розробку та дозволило досягти високого рівня інженерної опрацьованості.

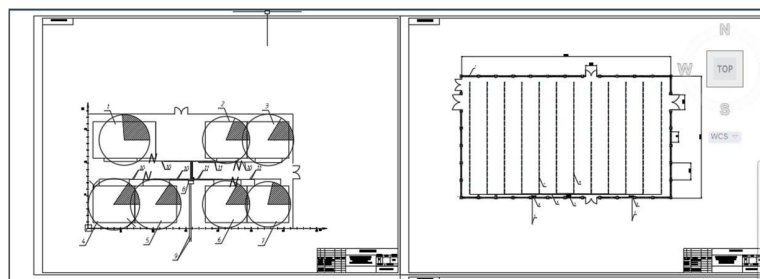


Рисунок 4.1 – Робочий лист в AutoCAD

					ЛНТУ.971040.000 ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Клибанський М.С.				Електропостачання ливарного підприємства встановленою потужністю 2930 кВт. Пояснювальна записка			
Перевірив	Падалко А.М.							
Реценз.								
Н.контр	Вашелюк Ю.І.							
Затвердив	Волинець В.І.							
					Літ.	Арк.	Аркушів	
					Д	34	1	
					ФАБЕ, гр ЕЕ-42			

РОЗДІЛ 5 ЕЛЕКТРОБЕЗПЕКА

За методикою наведеною А.13 проведемо розрахунки заземлення цеху

Таблиця 5.1- Розрахунковий коефіцієнт опору ґрунту:

Позначення	ОД. вим.	Значення
r_1	-	57,8
r_2	-	110
k_1	-	1,65
L	м	4,5
H	м	0,43
t_{II}	м	0,53
r	Ом* м	40,0
b	мм	20
t	м	1,49
r_B	Ом	10,1
R_H	Ом	10
h_B	-	0,76
$n_{пр}$	шт	3,32 =4
h	м	1,1
l_r	мм	3,30
b	мм	40
k_2	-	1,8
h_r	-	0,61
r_2	Ом	51,85
R	Ом	4,20
n	шт	3,16

Приймаємо до установки 4 вертикальних електродів довжиною 4,5 м .

					<i>ЛНТУ.971040.000 ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	Електропостачання ливарного підприємства встановленою потужністю 2930 кВт. Пояснювальна записка	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
Розробив	Клидаський М.С.					Д	35	1
Перевішив	Падалко А.М.							
Реценз.								
Н.контр	Ващелюк Ю.І.							
Затвердив	Волинець В.І.					ФАБЕ, зр ЕЕ-42		

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

У результаті виконання дипломного проєкту було розроблено концепцію системи електропостачання ливарного підприємства із встановленою потужністю 2930 кВт, яка враховує специфіку технологічних процесів та особливості експлуатації електрообладнання. Проведений аналіз виробничої структури підприємства дозволив визначити основні споживачі електроенергії та їх взаємозв'язок у межах єдиного технологічного циклу.

Розрахунки електричних навантажень плавильного цеху показали, що вибране обладнання працює у раціональних режимах, а коефіцієнти використання відповідають характеру виробництва. Було забезпечено ефективну компенсацію реактивної потужності, що дозволило підвищити коефіцієнт потужності та зменшити втрати електроенергії в мережі. Вибір трансформаторного обладнання, кабельних ліній та апаратури захисту здійснено з урахуванням умов надійності, економічності та безпеки експлуатації.

Особливу увагу приділено перевірці режимів короткого замикання, що дозволило правильно підібрати комутаційні апарати та забезпечити їх стійкість до аварійних впливів. Аналіз втрат напруги підтвердив, що вони знаходяться в допустимих межах, що гарантує стабільну роботу електроприймачів та відповідність показників якості електроенергії нормативним вимогам.

Таким чином, розроблена система електропостачання забезпечує надійну, безпечну та економічно доцільну роботу підприємства. Отримані результати можуть бути використані як основа для подальшого детального проєктування, а також при модернізації існуючих систем електропостачання промислових об'єктів аналогічного типу.

					ЛНТУ.971040.000 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 проектування. 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.971040.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

11. Рудницький В. Г. Внутрішньоцехове електропостачання. Курсове проектування : 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.971040.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38