

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 кондитерської фабрики встановленою потужністю 970 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 ЕЕЗ-41
Білецька Іванна Олексіївна

(підпис)

Керівник: к.т.н., професор
Добровольська Любов Наумівна

(підпис)

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

(підпис)

Луцьк – 2026 року

АНОТАЦІЯ

Білецька Іванна Олексіївна. Електропостачання кондитерської фабрики встановленою потужністю 970 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 впорядковані діаграми

Annotation

Biletska Ivanna Alekseevna. Power supply of a confectionery factory capacity of 970 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.....	27
2.12.3. Вибір трансформаторів струму	29
2.12.4. Вибір автоматичних вимикачів.....	30
2.12.5. Вибір рубильників	31
2.13. Проєктування освітлювальної мережі.....	32
РОЗДІЛ 3 РОЗРАХУНОК ТА ВИБІР ДЕС.....	33
3.1. Розрахунок потужності ДЕС	33
3.2. Розрахунок мережі живлення власних потреб ДЕС.....	34
РОЗДІЛ 4 СИСТЕМА АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЄКТУВАННЯ (САПР)	35
РОЗДІЛ 5 ЕЛЕКТРОБЕЗПЕКА	36
ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ	37
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ.....	38
ДОДАТКИ	40
Додаток А Використані методики	40

					<i>ЛНТУ.971086.000 ПЗ</i>			
<i>Змн.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
Розробив	Білецька І.О.				Електропостачання кондитерської фабрики встановленою потужністю 970 кВт. Пояснювальна записка	<i>Літ.</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
Перевірів	Добровольська ЛН.					<i>Д</i>	6	74
Реценз.						ФАБЕ, зр ЕЕЗ-41		
Н.контр	Ващелюк Ю.І.							
Затвердив	Волинець В.І.							

ВСТУП

Проектна розробка системи електропостачання кондитерської фабрики є надзвичайно важливим інженерним завданням, спрямованим на забезпечення надійної, безпечної та енергоефективної роботи підприємства із загальною встановленою потужністю дев'ятсот сімдесят кіловат.

Дана кондитерська фабрика являє собою сучасне високотехнологічне промислове підприємство харчової галузі, яке спеціалізується на масовому виробництві широкого асортименту солодоців, включаючи шоколадні вироби, печиво, вафлі, карамель та різноманітні цукерки з начинками. Безперебійне постачання електричної енергії є критично важливим фактором для забезпечення стабільного функціонування об'єкта, оскільки технологічні процеси у харчовій промисловості відзначаються високою чутливістю до якості електроенергії та не допускають раптових зупинок.

Будь-які перебої в електропостачанні можуть призвести до непоправного псування великих обсягів сировини та напівфабрикатів, порушення суворих температурних режимів у печах і холодильних камерах, а також до виходу з ладу дороговартісного спеціалізованого обладнання.

Підприємство працює у тризмінному режимі, що забезпечує безперервність циклу випуску продукції та дозволяє максимально ефективно використовувати наявні виробничі потужності для задоволення попиту споживачів. З огляду на специфіку виробництва, більшість електроприймачів фабрики відносяться до другої категорії надійності електропостачання, оскільки перерва в їх живленні неминуче призводить до масового недовипуску продукції та простою робочого персоналу.

					ЛНТУ.971086.000 ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1

КОРОТКА ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ПРОЄКТУВАННЯ

Структура кондитерської фабрики являє собою складний, багатогранний та строго впорядкований комплекс взаємопов'язаних виробничих підрозділів, які забезпечують повний цикл перетворення первинної сировини на кінцевий високоякісний продукт. Центральною і найбільш відповідальною ланкою цього технологічного ланцюга є цех виробництва шоколадних виробів, який відповідає за виготовлення шоколадних мас, формування плиток, відливання цукерок та глазурування. Цей підрозділ характеризується наявністю потужних міксерів, конш-машин для інтенсивного перемішування, темперуючих машин для створення правильної кристалічної решітки какао-масла та протяжних охолоджувальних тунелів, які потребують абсолютно стабільного постачання електроенергії для підтримання суворих температурних графіків. Тісно пов'язаним із ним є бісквітний цех, орієнтований на випікання борошняних кондитерських виробів, таких як печиво, крекери, бісквітні рулети та вафельні листи. В основі його роботи лежать масивні електричні тунельні печі безперервної дії, тістомісильні машини великого об'єму та формувальні екструдери, що робить цей підрозділ одним із найбільших споживачів активної електричної потужності на всьому підприємстві. Не менш важливу роль відіграє карамельний цех, специфіка якого полягає у високотемпературному уварюванні цукрових сиропів, формуванні пластичної карамельної маси та її подальшому швидкому охолодженні з утворенням твердої склоподібної структури. Тут зосереджені вакуум-випарні апарати, тягучі машини та штампувальні автомати, які працюють в умовах підвищеної вологості та температури, що вимагає особливої уваги до ізоляції електрообладнання. Для безперебійного живлення сировиною цих трьох основних виробничих напрямків функціонує цех підготовки сировини, де здійснюється первинна механічна та термічна обробка всіх вхідних інгредієнтів. У цьому відділенні відбувається просіювання борошна та цукрової пудри, розтоплення

					ЛНТУ.971086.000 ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Електропостачання кондитерської фабрики встановленою потужністю 970 кВт. Пояснювальна записка	Літ.	Арк.	Аркушів
Розробив	Білецька І.О.					Д	8	4
Перевірів	Добровольська ЛН.					ФАБЕ, гр ЕЕЗ-41		
Реценз.								
Н.контр	Ващелюк Ю.І.							
Затвердив	Волинець В.І.							

твердих жирів, калібрування та подрібнення горіхів, приготування інвертних сиропів та підготовка фруктових пюре. Його технологічне оснащення включає системи розгалуженого пневмотранспорту, млини, розтоплювальні котли з електропідігрівом та потужні насосні станції для перекачування в'язких рідин, які потребують надійного релейного захисту електродвигунів від технологічних перевантажень. Після проходження всіх передбачених стадій обробки, охолодження та формування готова продукція з усіх виробничих ліній потрапляє до пакувального цеху, який забезпечує автоматизоване фасування кондитерських виробів у індивідуальну, групову та транспортну тару.. Ця ділянка густо оснащена високошвидкісними флоу-пак машинами, інтелектуальними картонажними автоматами, етикетувальним обладнанням та роботизованими палетайзерами, для яких критично важливою є висока якість електричної енергії, оскільки навіть мілісекундні провали напруги можуть призвести до збою синхронізації чутливих електронних систем управління, масового браку пакування та зупинки конвеєрів. Запакована та промаркована продукція направляється на склад готової продукції, що становить собою розгалужений та автоматизований логістичний вузол підприємства. Складські приміщення обладнані висотними стелажними системами, автоматизованими мостовими штабелерами, станціями зарядки електричних навантажувачів та потужними промисловими кліматичними установками, які безперервно підтримують оптимальний мікроклімат, необхідний для збереження товарного вигляду та смакових властивостей солодоців протягом усього гарантійного терміну придатності. Нарешті, безперебійну роботу всього цього складного промислового організму гарантує ремонтно-механічний цех, який відповідає за поточне технічне обслуговування, планово-попереджувальні ремонти вузлів та оперативне усунення аварійних ситуацій на технологічному обладнанні абсолютно всіх ділянок. У цьому допоміжному, але життєво важливому підрозділі розміщені різноманітні токарні та фрезерні верстати, зварювальні пости, випробувальні стенди для електродвигунів та інструментальні майстерні, що вимагає забезпечення специфічних режимів електропостачання для групи обладнання з різкозмінним характером електричного навантаження

					ЛНТУ.971086.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

Таблиця 1.1 – Характеристики об'єктів

Назва	S, m^2	$P_{вст\Sigma}, кВт$
Цех виробництва шоколадних виробів	864	223
Бісквітний цех	672	166
Карамельний цех	864	181
Цех підготовки сировини	648	169
Пакувальний цех	672	130
Склад готової продукції	768	46
Ремонтно-механічний цех	576	50
Всього	5064	970

Електропостачання підприємства здійснюється від шин напругою 10 кВ існуючої ТП-10/0,4 кВ, відстань до якої становить 0,5 км. Потужність КЗ на шинях джерела живлення дорівнює 100 МВА.

Реактивна потужність, дозволена енергосистемою, становить 90 кВАр.

Загальна територія підприємства становить 24070 м², площа будівель складає 5064 м². Характеристики об'єктів в таблиці 1.1.

Технологічний процес у цеху виробництва шоколадних виробів являє собою складну послідовність механічних, термічних та фізико-хімічних операцій, спрямованих на перетворення какао-бобів та допоміжних інгредієнтів у високоякісну готову продукцію. Початковий етап базується на роботі міксера для змішування інгредієнтів МШ-150, де відбувається точне дозування та початкове з'єднання какао-тертого, какао-масла, цукрової пудри та сухого молока до стану однорідної пластичної маси. Отримана суміш подається на п'ятивалковий млин ПВМ-500, який є критично важливим для забезпечення ніжної текстури шоколаду, оскільки за допомогою послідовного зменшення зазорів між валками здійснюється подрібнення твердих частинок цукру та какао до розмірів, що не відчуються рецепторами язика. Після подрібнення шоколадна маса спрямовується до конш-машини КМ-1000, де протягом тривалого часу піддається інтенсивному механічному та тепловому впливу; цей процес коншування видаляє зайву вологу та небажані леткі кислоти, одночасно розвиваючи характерний аромат та смаковий букет. Важливою ланкою є темперуюча

					ЛНТУ.971086.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

машина ТМ-300, що відповідає за створення стабільної кристалічної структури какао-масла шляхом точного регулювання циклів нагріву та охолодження маси, що надає готовому шоколаду блиск та характерний хрускіт. Підготовлена шоколадна маса подається на автоматичну відливальну машину ВМ-250, яка здійснює точне порційне дозування у форми, що можуть містити додаткові включення у вигляді горіхів або начинок. Обов'язковою умовою функціонування цеху є робота установки припливно-витяжної вентиляції ПВУ-8000, яка підтримує необхідні параметри мікроклімату, видаляє надлишки тепла від обладнання та забезпечує чистоту повітря згідно з санітарними нормами харчового виробництва. Для видалення бульбашок повітря та рівномірного розподілу маси у формах використовується вібраційний стіл ВСТ-150, що створює високочастотні коливання певної амплітуди. Завершальний етап формування структури виробу відбувається в охолоджувальному тунелі ОТ-12, де продукція проходить через зони з контрольованою низькою температурою для повного застигання перед пакуванням. У разі виробництва цукерок або комбінованих батончиків задіюється глазурувальна машина ГМ-400, яка забезпечує рівномірне покриття корпусів виробів шаром шоколадної або кондитерської глазури заданої товщини. Кожен з перелічених механізмів оснащений системою автоматизації та індивідуальним електроприводом, що висуває високі вимоги до надійності пускової апаратури та захисту електродвигунів від перевантажень.

Таблиця 1.2 – Характеристики приймачів електроенергії цеху

Назва	n	$P_{\text{вст}}$
Міксер для змішування інгредієнтів МШ-150	2	15
П'ятивалковий млин ПВМ-500	2	22
Конш-машина КМ-1000	3	18
Темперуюча машина ТМ-300	2	12
Установка припливно-витяжної вентиляції ПВУ-8000	2	11
Автоматична відливальна машина ВМ-250	1	10
Вібраційний стіл ВСТ-150	1	10
Охолоджувальний тунель ОТ-12	1	15
Глазурувальна машина ГМ-400	1	14

ОСНОВНІ ПРОЄКТНІ РІШЕННЯ

2.1. Розрахунок силового електричних навантажень

Для розрахунку електричних навантажень використаємо «Цех виробництва шоколадних виробів». 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	$n_{\text{еф}}$	$K_{\text{м}}$	$P_{\text{ср.зм, кВт}}$	$Q_{\text{ср.зм, квар}}$	$P_{\text{р кВт}}$	$Q_{\text{р кВАр}}$
1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Група А	Міксер для змішування інгредієнтів МШ-150	15	2	30	0,65	0,85	0,62	2,00	6	1,37	19,50	12,09	83,33	35,85
	П'ятивалковий млин ПВМ-500	22	1	22	0,6	0,87	0,57				13,20	7,48		
	Конш-машина КМ-1000	18	2	36	0,55	0,86	0,59				19,80	11,75		
	Темперуюча машина ТМ-300	12	1	12	0,7	0,88	0,54				8,40	4,53		
	Електроприймачі з постійним графіком навантаження													
	Установка припливно-витяжної вентиляції ПВУ-8000	11	1	11	0,8	0,82	0,70				9,35	6,53	9,35	6,53
всього			7	111							70,25	42,37	92,68	42,37

					ЛНТУ.971086.000 ПЗ						
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Електропостачання кондитерської фабрики встановленою потужністю 970 кВт. Пояснювальна записка	Літ.		Арк.	Аркушів		
Розробив	Білецька І.О.					Д		12	21		
Перевірів	Добровольська ЛН					ФАБЕ, гр ЕЕЗ-41					
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	П'ятивалковий млин ПВМ-500	22	1	22	0,6	0,87	0,57	2,20	6	1,46	13,20	7,48	76,55	31,20
	Автоматична відливальна машина ВМ-250	10	1	10	0,65	0,85	0,62				6,50	4,03		
	Конш-машина КМ-1000	18	1	18	0,55	0,86	0,59				9,90	5,87		
	Темперуюча машина ТМ-300	12	1	12	0,7	0,88	0,54				8,40	4,53		
	Вібраційний стіл ВСТ-150	10	1	10	0,2	0,8	0,75				2,00	1,50		
	Охолоджувальний тунель ОТ-12	15	1	15	0,4	0,84	0,65				6,00	3,88		
	Глазурувальна машина ГМ-400	14	1	14	0,45	0,85	0,62				6,30	3,90		
	Електроприймачі з постійним графіком навантаження													
	Установка припливно-втяжної вентиляції ПВУ-8000	11	1	11	0,85	0,82	0,75				9,35	7,01	9,35	7,01
	всього Б		8	112							61,65	38,21	85,90	38,21
ВСЬОГО по цеху			15	223							131,90	80,5	178,5	80,58

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 виробництва шоколадних виробів	223,00	131,90	80,58	154,57	178,58	80,58	195,92
РП 1	111,00	70,25	42,37	82,04	92,68	42,37	101,91
РП 2	112,00	61,65	38,21	72,53	85,90	38,21	94,02
Бісквітний цех	166,00	75,03	76,53	107,18	97,54	84,19	128,85
РП 1	86,32	43,16	44,02	61,65	56,11	48,43	74,12
РП 2	79,68	31,87	32,51	45,53	41,43	35,76	54,73
Цех підготовки сировини	181,00	72,40	73,85	103,42	94,12	81,23	124,33
РП 1	94,12	37,65	38,40	53,78	48,94	42,24	64,65
РП 2	86,88	34,75	35,45	49,64	45,18	38,99	59,68
Карамельний цех	169,00	67,60	68,95	96,56	87,88	75,85	116,08
РП 1	87,88	35,15	35,86	50,21	45,70	39,44	60,36
РП 2	81,12	24,34	24,82	34,76	31,64	27,30	41,79
Пакувальний цех	130,00	52,00	53,04	74,28	67,60	58,34	89,30
РП 1	67,60	27,04	27,58	38,62	35,15	30,34	46,43
РП 2	62,40	24,96	25,46	35,65	32,45	28,01	42,86
Склад готової продукції	46,00	18,40	18,77	26,28	23,92	20,64	31,60
РП 1	23,92	19,14	19,52	27,33	38,27	21,47	43,88
РП 2	22,08	19,87	32,99	38,51	25,83	36,29	44,54
Ремонтно-механічний цех	55,00	44,00	44,88	62,85	57,20	49,37	75,56
РП 1	28,60	20,02	15,42	25,27	60,06	16,96	62,41
РП 2	26,40	21,12	16,26	26,66	42,24	17,89	45,87
Всього	970,00	461,33	416,61	621,60	606,84	450,21	761,64

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	$\cos\varphi$	$P_{p.o}, \text{кВт}$	$Q_{p.o}, \text{квар}$
Цех виробництва шоколадних виробів	864	4,5	11	9,50	1	0,95	0,95	9,03	2,97
Бісквітний цех	672	4	11	7,39	1	0,95	0,95	7,02	2,31
Карамельний цех	864	4	11	9,50	1	0,95	0,95	9,03	2,97
Цех підготовки сировини	648	4	11	7,13	1	0,95	0,95	6,77	2,23
Пакувальний цех	672	4	10	6,72	1	0,8	0,95	5,38	1,77
Склад готової продукції	768	6	8	6,14	1	0,6	0,95	3,69	1,21
Ремонтно-механічний цех	576	4	10	5,76	1	0,8	0,95	4,61	1,51
Зовнішнє	24070		0,02	0,48	0,95	0,85	0,95	0,41	0,13
Всього	5064			52,63				45,93	15,10

2.3. Визначення результуючих навантажень

Результати розрахунків $P_{вст\Sigma}$, зведемо в таблицю 2.5.

Таблиця 2.5 – 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 виробництва шоколадних виробів	РП 1	120,50	79,28	45,34	91,33	92,68	42,37	101,91
	РП 2	112,00	61,65	38,21	72,53	94,93	41,18	103,48
	Σ	232,50	140,93	83,55	163,86	187,61	83,55	205,38
Бісквітний цех	РП 1	86,32	43,16	44,02	61,65	56,11	48,43	74,12
	РП 2	87,07	38,89	34,82	52,20	48,46	38,07	61,62
	Σ	173,39	82,05	78,84	113,85	104,56	86,49	135,74
Карамельний цех	РП 1	94,12	37,65	38,40	53,78	48,94	42,24	64,65
	РП 2	96,38	43,78	38,41	58,24	54,21	41,96	68,55
	Σ	190,50	81,43	76,82	111,94	103,15	84,20	133,15
Цех підготовки сировини	РП 1	87,88	35,15	35,86	50,21	45,70	39,44	60,36
	РП 2	88,25	31,11	27,05	41,22	38,41	29,53	48,45
	Σ	176,13	66,26	62,90	91,36	84,11	68,97	108,77
Пакувальний цех	РП 1	67,60	27,04	27,58	38,62	35,15	30,34	46,43
	РП 2	69,12	30,34	27,23	40,76	37,82	29,77	48,14
	Σ	136,72	57,38	54,81	79,35	72,98	60,11	94,55
Склад готової продукції	РП 1	23,92	19,14	19,52	27,33	38,27	21,47	43,88
	РП 2	28,22	23,56	34,20	41,53	29,52	37,50	47,72
	Σ	52,14	42,69	53,72	68,62	67,79	58,97	89,85
Ремонтно-механічний цех	РП 1	28,60	20,02	15,42	25,27	60,06	16,96	62,41
	РП 2	32,16	25,73	17,78	31,27	46,85	19,40	50,71
	Σ	60,76	45,75	33,19	56,52	106,91	36,36	112,92
Зовнішнє		0,48	0,41	0,13	0,43	0,41	0,13	0,43
Всього		1022,63	516,90	443,96	685,93	727,51	478,79	880,79

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 виробництва шоколадних виробів	27,6	114	5669	23414	55	17	5178	21388
Бісквітний цех	25,2	26,8	3421	3638	41	24	2635	2802
Карамельний цех	70,4	25,2	9374	3355	41	32	7262	2599
Цех підготовки сировини	18,4	73,6	2001	8005	37	29	1548	6190
Пакувальний цех	111,2	27,2	10513	2572	34	27	8115	1985
Склад готової продукції	85,6	111,2	7691	9991	33	20	5803	7538
Ремонтно-механічний цех	109,6	115,2	11299	11877	39	17	10698	11244
Ца	57,4	74,8						
Цр	105,1	132,1						
Всього			49969	62852			41238	53747

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	513,16	513,16
$Q_{p\Sigma}$, кВАр	441,08	441,08
$S_{p\Sigma}$, кВА	681,22	681,22
F, м ²	5064	5064
Тип трансформатора	ТМ-630	ТМ-400
N _{min} , шт.	1,2	1,8
N _{опт} , шт.	2,0	3,0
Q _{max T} , кВАр	717,35	665,03
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	1,45
ΔP_K , кВт	7,6	5,5
ΔW , тис.кВт·год	21,350	19,371
C _e , тис.грн.	273,274	247,945
K, тис.грн.	860,000	1020,096
З, тис.грн.	380,774	375,457
Перевірка трансформаторів на можливість перевантаження в аварійному режимі	$1,4 \cdot 400 = 560 \text{ кВА} > (2 \cdot (1-0,22) \cdot 681,22) / 2 = 531 \text{ кВА}$	

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	441,08
$Q_{\text{еmax}}$, квар	90
$Q_{\text{НБКф}}$, квар	0
$\Delta Q_{\text{Т}}$, квар	20
$K_{\text{НС}}$	0,90
$Q_{\text{М1}}$, квар	396,98
$Q_{\text{К1}}$, квар	306,98
$Q_{\text{НСТ}}$, квар	481,08
$Q_{\text{ВБК}}$, квар	346,98
Тип НБК	ККУ-0.4-170/2,5

Отже обираємо ККУ-0.4-170/2,5 (АВ Електрик)

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	513,16
$Q_{\text{ср.зм}\Sigma}$ квар	441,08
$Q_{\text{НБК}}$ квар	340
$P_{\text{р3}}$ кВт	513,16
$Q_{\text{р3}}$ квар	101,08
$S_{\text{р3}}$ кВА	523,02
$\Delta P_{\text{Т}}$ кВт	10,46
$\Delta Q_{\text{Т}}$ квар	52,30
$P_{\text{р4}}$ кВт	523,62
$Q_{\text{р4}}$ квар	153,39
$S_{\text{р4}}$ кВА	545,62

2.8. Проектування мережі живлення підприємства

Відповідно до додатка А здійснюється перевірка живильних ліній АПвЕгаПу-10 кВ, результати якої наведено в таблиці 2.9

Таблиця 2.9 – Вибір та перевірка живлячих ліній

$F, \text{мм}^2$	$I_{\text{доп}}, \text{А}$	$I'_{\text{доп}}, \text{А}$	$r_0, \frac{\text{Ом}}{\text{км}}$	$x_0, \frac{\text{Ом}}{\text{км}}$	$\Delta U_{\text{норм}}, \text{В}$	$\Delta U_{\text{норм}}, \%$	$\Delta U_{\text{пл}}, \%$	$K_{\text{ЗЛ}}$	$\Delta P_{\text{н}}, \text{кВт}$	$\Delta P_{\text{д}}, \text{кВт}$	$C_e, \text{тис. грн.}$	$З, \text{тис. грн.}$	$K, \text{тис. грн.}$
35	115	118,45	0,89	0,095	10,49	0,10	0,21	0,133	18,73	0,331197	5,194491	65,194	480
50	140	144,2	0,63	0,09	7,61	0,08	0,15	0,133	18,73	0,331197	5,194491	94,302	725
70	165	169,95	0,45	0,086	5,61	0,06	0,11	0,109	19,65	0,234442	3,676999	107,876	842
95	205	211,15	0,33	0,083	4,28	0,04	0,09	0,093	19,50	0,167459	2,626428	122,926	968
120	216	222,48	0,258	0,081	3,48	0,03	0,07	0,075	22,07	0,122803	1,926047	145,256	1150
150	246	253,38	0,206	0,79	8,71	0,09	0,17	0,071	19,16	0,09601	1,505819	173,702	1380
185	275	283,25	0,167	0,077	2,45	0,02	0,05	0,056	20,10	0,062146	0,974697	203,475	1620
240	314	323,42	0,115	0,075	1,87	0,02	0,04	0,049	18,04	0,042795	0,671198	248,171	1980

Зупиняємося на кабелі АПвЕгаПу-10 кВ, із перерізом 35 мм².

2.9. Проектування внутрішньої розподільної мережі

Вибір ліній схем внутрішнього електропостачання кабелем АВББШв (Енергопром) та ПР24-3015 (ВП ЕЛЕКТРОСЕРВІС) проведемо в таблиці 2.10 та 2.11

Таблиця 2.10 – Вибір ліній схеми внутрішнього електропостачання

Назва КЛ	n	$S_{p\Sigma}, \text{кВА}$	$I_p, \text{А}$	$I_{н.ав}, \text{А}$	$l, \text{км}$	S	$I_{\text{доп}}, \text{А}$	$I'_{\text{доп}}, \text{А}$	$I''_{\text{доп}}, \text{А}$	$r_0, \frac{\text{Ом}}{\text{км}}$	$x_0, \frac{\text{Ом}}{\text{км}}$	$\Delta U_{\text{нор}}, \%$	$\Delta U_{\text{Пав}}, \%$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
ТП-РП1.1	2	101,91	77,42	154,83	0,102	25	150	155	162	0,800	0,0700	2,45	4,91
ТП-РП1.2	2	103,48	78,61	157,22	0,108	25	150	155	162	0,800	0,0700	2,64	5,28
ТП-РП2.1	2	74,12	56,30	112,61	0,144	16	115	118	124,2	1,250	0,0700	3,85	7,70
ТП-РП2.2	2	61,62	46,81	93,62	0,09	16	115	118	124,2	1,250	0,0700	2,00	4,00
ТП-РП3.1	2	64,65	49,11	98,23	0,102	16	115	118	124,2	1,250	0,0700	2,38	4,76

					ЛНТУ.971086.000 ПЗ				Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					20

Продовження таблиці 2.10

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
ТП-РП3.2	2	68,55	52,07	104,15	0,126	16	115	118	91,8	2,000	0,0700	3,12	6,23
ТП-РП4.1	2	60,36	45,86	91,71	0,144	10	85	88	91,8	2,000	0,0700	4,94	9,88
ТП-РП4.2	2	48,45	36,81	73,61	0,15	10	85	88	91,8	2,000	0,0700	4,13	8,26
ТП-РП5.1	2	46,43	35,27	70,55	0,09	10	85	88	91,8	2,000	0,0700	2,38	4,75
ТП-РП5.2	2	48,14	36,57	73,13	0,096	10	85	88	91,8	2,000	0,0700	2,63	5,25
ТП-РП6.1	2	43,88	33,34	66,67	0,108	10	85	88	91,8	2,000	0,0700	2,69	5,39
ТП-РП6.2	2	47,72	36,25	72,51	0,15	10	85	88	91,8	2,000	0,0700	4,07	8,14
ТП-РП7.1	2	56,73	43,10	86,20	0,15	10	85	88	91,8	2,000	0,0700	4,84	9,68
ТП-РП7.2	2	46,54	35,35	70,71	0,09	10	85	88	91,8	2,000	0,0700	2,38	4,76

Таблиця 2.11 – Вибір розподільчих пунктів 0.4кВ

Назва будівлі	$S_{p\Sigma}, \text{кВА}$	$I_p, \text{А}$	$I_{доп}, \text{А}$
Цех виробництва шоколадних виробів	101,91	77,42	250
	103,48	78,61	250
Бісквітний цех	74,12	56,30	250
	61,62	46,81	250
Карамельний цех	64,65	49,11	250
	68,55	52,07	250
Цех підготовки сировини	60,36	45,86	250
	48,45	36,81	250
Пакувальний цех	46,43	35,27	250
	48,14	36,57	250
Склад готової продукції	43,88	33,34	250
	47,72	36,25	250
Ремонтно-механічний цех	56,73	43,10	250
	46,54	35,35	250

Отже обираємо розподільчий пункт ПР24-3015 (ВП ЕЛЕКТРОСЕРВІС)

2.10. Розрахунок струмів короткого замикання

Потужність короткого замикання джерела живлення $S_{кз} = .100 \text{ МВА}$. Результати наведено в таблиці 2.12 (додаток А)

Таблиця 2.12 –Перевірка вибраних КЛ за термічною стійкістю

Показник	Значення
$S_{кз} \text{ МВА}$	100
$\dot{X}_{C*}$	1,000
$\dot{X}_{КЛ1*}, \dot{X}_{КЛ2*}$	0,043
$\dot{X}_{КЛ12*}$	0,022
$\dot{X}_{рез*}$	1,022
$I_6 \text{ кА}$	5,50
$I_{н0} \text{ кА}$	5,383
k_y	1,4
$i_y \text{ кА}$	10,657
$K_T \frac{A \cdot c^{1/2}}{MM^2}$	118
$t_n \text{ с}$	0,25
$F_{min} \text{ ММ}^2$	22,8
$B_K \text{ кА}^2 \cdot \text{с}$	7,24

2.11. Вибір апаратури

2.11.1. Вибір комплектних розподільчих пристроїв

На стороні ТП 10 кВ застосовано камери КСО-366м (ТОВ "СЛАВГОР ЕНЕРГО") з вимикачами навантаження ВНА-10/630 (УкрЕлектро). Для резервування високовольтної частини прийнято 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 Aisen»)

Таблиця 2.13 – Перевірка комірок

показник	Розрахункові дані
$U_{уст}, \text{кВ}$	10
$I_{норм}, \text{А}$	15,75
$I_{max}, \text{А}$	31,50
$i_y, \text{кА}$	10,657
$I_{n0} \text{кА}$	7,24

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
$I_{норм}, \text{А}$	15,75
$I_{max}, \text{А}$	31,50
$i_y, \text{кА}$	10,657
$I_{n0} \text{кА}$	5,383
$B_K, \text{кА}^2 \cdot \text{с}$	7,24

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
$I_{норм}, \text{А}$	15,75
$I_{max}, \text{А}$	31,50
$i_y, \text{кА}$	10,657
$I_{н0\text{кА}}$	5,383
$B_K, \text{кА}^2 \cdot \text{с}$	7,24

Вибираємо запобіжники ПКТ 103-10-80 (Елакс), результати перевірки запобіжників зведемо в таблицю 2.16.

Таблиця 2.16 – Перевірка запобіжника

Показник	Розрахункові дані
$U_{уст}, \text{кВ}$	10
$I_{max}, \text{А}$	31,50
$I_{н0\text{кА}}$	5,383
$B_K, \text{кА}^2 \cdot \text{с}$	7,24

2.12. Розрахунок низьковольтної мережі цеху

2.12.1. Вибір схеми електропостачання

На прикладі цеху виробництва шоколадних виробів виконується розрахунок низьковольтної електричної мережі з урахуванням характеру навантажень, режимів експлуатації та вимог до надійності електропостачання. Підбір кабельних ліній здійснюється на основі оцінки допустимих струмів, способів прокладання та відповідності чинним нормативним документам. Результати проведених розрахунків узагальнюються й подаються в таблиці 2.17, яка використовується як довідкова база для подальшого проектування та контролю обґрунтованості прийнятих рішень.

Таблиця 2.17 – Вибір кабелів цехової розподільчої мережі

Назва електроприймача	P_n , кВт	$\cos \varphi$	I , А	F , мм ²	$I_{тр.дог}$	Кабель
Група А						
Міксер для змішування інгредієнтів МШ-150	15	0,85	26,81	4	37	ВВГнгд -4х4
П'ятивалковий млин ПВМ-500	22	0,87	38,42	10	66	ВВГнгд -4х10
Конш-машина КМ-1000	18	0,86	31,80	6	49	ВВГнгд -4х6
Темперуюча машина ТМ-300	12	0,88	20,72	4	37	ВВГнгд -4х4
Установка припливно-витяжної вентиляції ПВУ-8000	11	0,82	20,38	4	37	ВВГнгд -4х4
Група Б						
П'ятивалковий млин ПВМ-500	22	0,87	38,42	10	66	ВВГнгд -4х10
Автоматична відливальна машина ВМ-250	10	0,85	17,87	2,5	28	ВВГнгд -4х2,52,5
Конш-машина КМ-1000	18	0,86	31,80	6	49	ВВГнгд -4х6
Темперуюча машина ТМ-300	12	0,88	20,72	4	37	ВВГнгд -4х4
Вібраційний стіл ВСТ-150	10	0,80	18,99	2,5	28	ВВГнгд -4х2,5
Охолоджувальний тунель ОТ-12	15	0,84	27,13	6	49	ВВГнгд -4х6
Глазурувальна машина ГМ-400	14	0,85	25,02	4	37	ВВГнгд -4х4
Установка припливно-витяжної вентиляції ПВУ-8000	11	0,82	20,38	4	37	ВВГнгд -4х4

Вибрані кабелі 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	$r_0, \frac{\text{Ом}}{\text{км}}$	$x_0, \frac{\text{О}}{\text{к}}$	l, км	$\Delta U\%$	Провід
Група А						
Міксер для змішування інгредієнтів МШ-150	2	5	0,09	0,029	1,523	ВВГнгд -4х4
				0,035	1,838	ВВГнгд -4х4
				0,041	2,153	ВВГнгд -4х4
П'ятивалковий млин ПВМ-500	1	2	0,07	0,047	1,461	ВВГнгд -4х10
				0,053	1,647	ВВГнгд -4х10
				0,059	1,833	ВВГнгд -4х10
Конш-машина КМ-1000	2	3,33	0,09	0,063	2,657	ВВГнгд -4х6
				0,075	3,163	ВВГнгд -4х6
Темперуюча машина ТМ-300	1	5	0,09	0,029	1,217	ВВГнгд -4х4
				0,051	2,140	ВВГнгд -4х4
Установка припливно-втяжної вентиляції ПВУ-8000	1	5	0,09	0,065	2,507	ВВГнгд -4х4
				0,059	2,275	ВВГнгд -4х4
Група Б						
П'ятивалковий млин ПВМ-500	2	2	0,07	0,029	0,901	ВВГнгд -4х10
				0,035	1,088	ВВГнгд -4х10
Автоматична відливальна машина ВМ-250	2	8	0,09	0,041	2,287	ВВГнгд -4х2,5
				0,047	2,622	ВВГнгд -4х2,5
Конш-машина КМ-1000	2	3,33	0,09	0,055	2,320	ВВГнгд -4х6
				0,061	2,573	ВВГнгд -4х6
Темперуюча машина ТМ-300	2	5	0,09	0,056	2,098	ВВГнгд -4х4
				0,05	1,343	ВВГнгд -4х4
Вібраційний стіл ВСТ-150	1	8	0,09	0,032	2,123	ВВГнгд -4х2,5
				0,038	2,123	ВВГнгд -4х2,5
Охолоджувальний тунель ОТ-12	1	3,33	0,09	0,031	1,091	ВВГнгд -4х6
Глазурувальна машина ГМ-400	1	5	0,09	0,036	1,765	ВВГнгд -4х4
Установка припливно-втяжної вентиляції ПВУ-8000	1	5	0,09	0,058	2,237	ВВГнгд -4х4
				0,065	2,530	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 кВ	0,4
$I_{к10}$ кА	5,383
U_{c10} кВ	10,5
$S_{ном.Т}$ кВА	400
ΔP_k кВт	5,5
u_k %	4,5

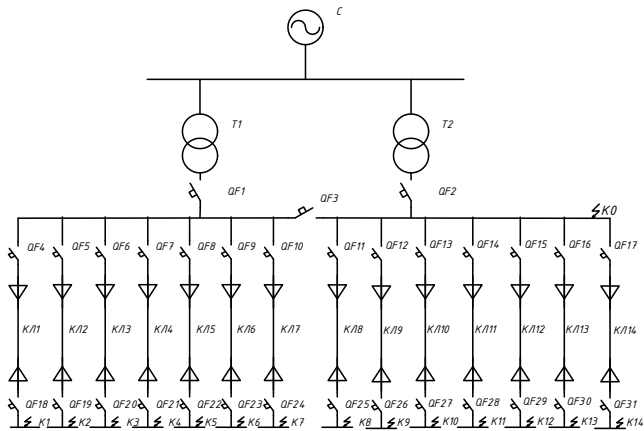


Рисунок 2.1 – Розрахункова схема короткозамкненого кола

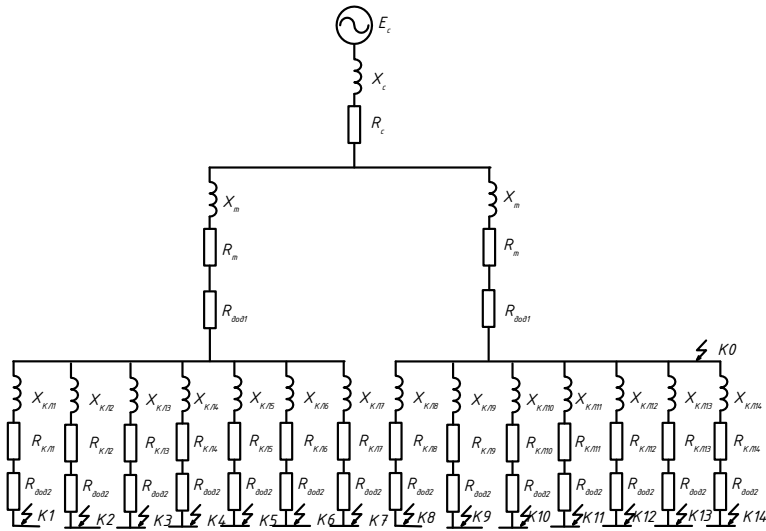


Рисунок 2.2 – Схема заміщення короткозамкненого кола

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	0,445
X_C Ом	1,126
$\dot{R}_C$ МОм	0,646
$\dot{X}_C$ МОм	1,634
$\dot{R}_T$ МОм	5,500
$\dot{X}_T$ МОм	18,000
$\dot{R}_{рез0}$ МОм	21,146
$\dot{X}_{рез0}$ МОм	19,634
$Z_{рез0}$ МОм	28,856
I_K кА	8,003
k_y –	1,05
i_y кА	11,884

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	0,800	81,6	0,0700	7,14
ТП-РП1.2	0,108	0,800	86,4	0,0700	7,56
ТП-РП2.1	0,144	1,250	180	0,0700	10,08
ТП-РП2.2	0,09	1,250	112,5	0,0700	6,3
ТП-РП3.1	0,102	1,250	127,5	0,0700	7,14
ТП-РП3.2	0,126	2,000	157,5	0,0700	8,82
ТП-РП4.1	0,144	2,000	288	0,0700	10,08
ТП-РП4.2	0,15	2,000	300	0,0700	10,5
ТП-РП5.1	0,09	2,000	180	0,0700	6,3
ТП-РП5.2	0,096	2,000	192	0,0700	6,72
ТП-РП6.1	0,108	2,000	216	0,0700	7,56
ТП-РП6.2	0,15	2,000	300	0,0700	10,5
ТП-РП7.1	0,15	2,000	300	0,0700	10,5
ТП-РП7.2	0,09	2,000	180	0,0700	6,3

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	107,75	26,77	111,02	2,080	2,942	8,8	25
K2	20	112,55	27,19	115,78	1,995	2,821	8,5	25
K3	20	206,15	29,71	208,28	1,109	1,568	4,7	16
K4	20	138,65	25,93	141,05	1,637	2,315	6,9	16
K5	20	153,65	26,77	155,96	1,481	2,094	6,3	16
K6	20	183,65	28,45	185,84	1,243	1,757	5,3	16
K7	20	314,15	29,71	315,55	0,732	1,035	3,1	10
K8	20	326,15	30,13	327,53	0,705	0,997	3,0	10
K9	20	206,15	25,93	207,77	1,112	1,572	4,7	10
K10	20	218,15	26,35	219,73	1,051	1,486	4,5	10
K11	20	242,15	27,19	243,67	0,948	1,340	4,0	10
K12	20	326,15	30,13	327,53	0,705	0,997	3,0	10
K13	20	326,15	30,13	327,53	0,705	0,997	3,0	10
K14	20	206,15	25,93	207,77	1,112	1,572	4,7	10

2.12.3. Вибір трансформаторів струму

Для розрахункового обліку встановлюємо лічильники ACE 6000 (Itron / Actaris). Для технічного обліку, встановлюємо амперметри DE-72 (Dixsen). Для розрахункового та технічного обліку трансформатори струму TOPN (НІК) та ТШ-0,66 (Мегомметр) з коефіцієнтом трансформації 1200/5 та 200/5 відповідно.

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
$I_{норм}, \text{А}$	517,50
$I_{max}, \text{А}$	1035,00
$i_y, \text{кА}$	11,884
$I_{n0}, \text{кА}$	8,003
$B_K, \text{кА}^2 \cdot \text{с}$	16,01
$z_2, \text{Ом}$	0,255

Таблиця 2.24 – Перевірка трансформаторів струму для технічного обліку

Показник	Значення
$U_{уст}, \text{кВ}$	0,4
$I_{max}, \text{А}$	157,22
$i_y, \text{кА}$	2,094
$B_K, \text{кА}^2 \cdot \text{с}$	0,55
$z_2, \text{Ом}$	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	$I_{номрозщ}$	$I_{грвмк}, \text{кА}$	$I_{норм}, \text{А}$	$I_{max}, \text{А}$	$I_K, \text{А}$
1	2	3	4	5	6	7
QF1	e.industrial.ukm.1000S	1250	50	517,50	1035,00	8,003
QF2	e.industrial.ukm.1000S	1250	50	517,50	1035,00	8,003
QF3	e.industrial.ukm.1000S	1250	50	517,50	1035,00	8,003
QF4	e.industrial.ukm.250SL	160	36	77,42	154,83	2,080
QF5	e.industrial.ukm.250SL	160	36	77,42	154,83	2,080
QF6	e.industrial.ukm.250SL	160	36	78,61	157,22	1,995
QF7	e.industrial.ukm.250SL	160	36	78,61	157,22	1,995
QF8	e.industrial.ukm.250SL	125	36	56,30	112,61	1,109

Продовження таблиці 2.25

1	2	3	4	5	6	7
QF9	e.industrial.ukm.250SL	125	36	56,30	112,61	1,109
QF10	e.industrial.ukm.250SL	100	36	46,81	93,62	1,637
QF11	e.industrial.ukm.250SL	100	36	46,81	93,62	1,637
QF12	e.industrial.ukm.250SL	100	36	49,11	98,23	1,481
QF13	e.industrial.ukm.250SL	100	36	49,11	98,23	1,481
QF14	e.industrial.ukm.250SL	125	36	52,07	104,15	1,243
QF15	e.industrial.ukm.250SL	125	36	52,07	104,15	1,243
QF16	e.industrial.ukm.250SL	100	36	45,86	91,71	0,732
QF17	e.industrial.ukm.250SL	100	36	45,86	91,71	0,732
QF18	e.industrial.ukm.100SL	80	36	36,81	73,61	0,705
QF19	e.industrial.ukm.100SL	80	36	36,81	73,61	0,705
QF20	e.industrial.ukm.100SL	80	36	35,27	70,55	1,112
QF21	e.industrial.ukm.100SL	80	36	35,27	70,55	1,112
QF22	e.industrial.ukm.100SL	80	36	36,57	73,13	1,051
QF23	e.industrial.ukm.100SL	80	36	36,57	73,13	1,051
QF24	e.industrial.ukm.100SL	80	36	33,34	66,67	0,948
QF25	e.industrial.ukm.100SL	80	36	33,34	66,67	0,948
QF26	e.industrial.ukm.100SL	80	36	36,25	72,51	0,705
QF27	e.industrial.ukm.100SL	80	36	36,25	72,51	0,705
QF28	e.industrial.ukm.250SL	100	36	43,10	86,20	0,705
QF29	e.industrial.ukm.250SL	100	36	43,10	86,20	0,705
QF30	e.industrial.ukm.100SL	80	36	35,35	70,71	1,112
QF31	e.industrial.ukm.100SL	80	36	35,35	70,71	1,112

2.12.5. Вибір рубильників

Здійснимо попередній вибір рубильників PE19-41-31120 (TNSy (Techno Systems)) 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
$I_{норм}, \text{А}$	517,50
$I_{max}, \text{А}$	1035,00
$i_y, \text{кА}$	11,884
$I_{п0}, \text{кА}$	8,003
$B_K, \text{кА}^2 \cdot \text{с}$	16,01

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
1	2
a, м	24
b, м	36
S, м ²	864
H _p м.	4,5
h _c м.	3
L _p м.	0,4
H _p м.	1
n _{св} , шт	5
n _p , рядів	4
l _a , м	3,6
l _b , м	7,2
i	3,20
N _{св} , шт	20
Φ _{розр} , Лм	29762
Φ _{ламп} , Лм	22500
ΔΦ %	32,28
Q _{p.о} квар	235,28
l, м	20,25
q	6,20
I _{ро} ,А	4,32
I _p ,А	109,05
Δu	0,42
Світильники	ДСП56У2Ех-2х80-341 У2
щит	WRP12-2 (ETI)
АВ	I _{ном} = 16 А;
ввідний АВ	I _{ном} = 63 А.
Кабель до світильників	3х2,5
Кабель до щита	ВВГнгд-3×10

РОЗДІЛ 3 РОЗРАХУНОК ТА ВИБІР ДЕС

3.1. Розрахунок потужності ДЕС

Проведемо силового навантаження ДЕС Результати розрахунків зведемо в таблицю 3.1

Таблиця 3.1 - Результати розрахунків

Назва	n	P _н , кВт	P _{вст} , кВт	k _в	cos φ	tg φ	P _{рс} , кВт	S _{рс} , кВА
П'ятивалковий млин Bühler SFL-5	2	13,5	27	0,75	0,86	0,593	20,25	12,02
Конш-машина Lloveras CR-800	3	14	42	0,85	0,87	0,567	35,70	20,23
Міксер-емульгатор VMI Rayneri PH-800	3	11	33	0,65	0,85	0,620	21,45	13,29
Насос шоколадних мас Romac PLP-250	3	8,5	25,5	0,95	0,83	0,672	24,23	16,28
Вентиляційна установка VTS VS-55	4	13,8	55,2	0,8	0,89	0,512	44,16	22,62
Плавильна ванна Savage Bros 0974	1	12	12	0,8	0,84	0,646	9,60	6,200987
Темперувальна машина Selmi Top EX	2	10,5	21	0,82	0,88	0,540	17,22	9,294371
Компресор Kaeser SK-15	1	11,2	11,2	0,65	0,86	0,593	7,28	4,319698
Фільтраційна система Bühler MHSA-100	1	9,8	9,8	0,72	0,85	0,620	7,06	4,372916
Освітлення	20	0,08	1,6	0,8	0,95	0,33	1,28	0,42
Разом	20	-	238,3	-	-	-	188,22	109,05

Потужність дизель-генераторної електростанції:

$$S_{ДЕС} \geq 188,22/0,8 = 235 \text{ кВА}$$

Обираємо дизельний генератор 235 кВт GenPower GNT 235

					<i>ЛНТУ.971086.000 ПЗ</i>			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Білецька І.О.				Електропостачання кондитерської фабрики встановленою потужністю 970 кВт. Пояснювальна записка		Літ.	Арк.
Перевірів	Добровольська ЛН						Д	33
Реценз.								2
Н.контр	Ващелюк Ю.І.						ФАБЕ, гр ЕЕЗ-41	
Затвердив	Волинець В.І.							

Здійснюємо вибір кабельної лінії для живлення силового навантаження. Результати розрахунків зведемо у таблицю 3.2

Таблиця 3.2 - Результати розрахунків

Назва КЛ	п, шт	S_{Σ} , кВА	Переріз кабелю	$I_{\text{доп}}$, А	I_p , А	$I_{\text{п.ав}}$, А	$I''_{\text{доп}}$, А	$I'_{\text{доп}}$, А	l, км	r_0 , Ом/км	x_0 , Ом/км	ΔU_n , %
ДЕС	1	109,05	35	175	78,70	157,41	189,00	157,5	0,015	0,57	0,06	0,291

3.2. Розрахунок мережі живлення власних потреб ДЕС

Згідно з методикою, викладеною в додатку Б, проведемо розрахунок з метою вибору кабелів для власних потреб ДЕС. Результати підбору кабельної продукції узагальнимо та представимо в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 - Результати вибору проводів

Назва приймачів	P_n , кВт	n	$\cos \varphi$	I, А	F, мм ²	$I_{\text{тр.доп}}$, А	Марка проводу
Електрообігрівач	2,2	1	0,98	3,41	2,5	28	ВВГнгд 4х2,5
Зарядний пристрій АКБ	0,2	1	0,9	0,34	2,5	28	ВВГнгд 4х2,5
Привід вентиляційних каналів	0,2	1	0,85	0,36	2,5	28	ВВГнгд 4х2,5
Підігрів двигуна	2	1	0,98	3,10	2,5	28	ВВГнгд 4х2,5

Здійснимо перевірку вибраних кабелів на відповідність допустимим втратам напруги, результати розрахунків подано в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Результати перевірки

Назва приймачів	n	$\cos \varphi$	r_0 , Ом/км	x_0 , Ом/км	l, км	ΔU , %	Марка проводу
електрообігрівач	1	0,98	8	0,9	0,015	0,187	ВВГнгд 4х2,5
зарядний пристрій	1	0,9	8	0,9	0,016	0,01869	ВВГнгд 4х2,5
привід вентиляційних каналів	1	0,85	8	0,9	0,015	0,01778	ВВГнгд 4х2,5
підігрів двигуна	1	0,98	8	0,9	0,001	0,01133	ВВГнгд 4х2,5

РОЗДІЛ 4

СИСТЕМА АВТОМАТИЗОВАНОГО ПРОЄКТУВАННЯ (САПР)

Сучасне проєктування систем електропостачання промислових підприємств неможливе без широкого впровадження систем автоматизованого проєктування, які забезпечують високу точність розрахунків та якість графічної документації. У даному дипломному проєкті ключова роль відведена програмному комплексу AutoCAD, який використовується для розробки детальних креслень внутрішніх мереж цеху, планів розташування електрообладнання та однолінійних схем електропостачання. Завдяки функціоналу AutoCAD вдалося досягти високої деталізації трас прокладання кабельних ліній, враховуючи специфіку будівельних конструкцій та розміщення технологічних агрегатів. Окрім графічної частини, важливим етапом була математична обробка даних, для якої застосовувався пакет MS Excel. Використання електронних таблиць дозволило автоматизувати розрахунок електричних навантажень за методом упорядкованих діаграм, виконати вибір перерізів кабелів за умовою нагріву та допустимих втрат напруги, а також провести перевірку апаратів захисту за струмами короткого замикання. Синергія цих програмних продуктів забезпечила комплексний підхід до проєктування, мінімізуючи ймовірність помилок та значно скорочуючи терміни виконання інженерних завдань, що є критичним фактором у реальній проєктній практиці..

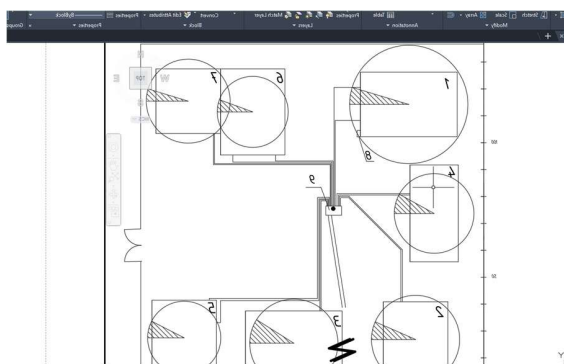


Рисунок 4.1 – Приклад креслення в AutoCAD

					ЛНТУ.971086.000 ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Білецька І.О.				Електропостачання кондитерської фабрики встановленою потужністю 970 кВт. Пояснювальна записка	Літ.	Арк.	Аркушів
Перевірів	Добровольська Л.Н.					Д	35	1
Реценз.						ФАБЕ, зр ЕЕЗ-41		
Н.контр	Вашелюк Ю.І.							
Затвердив	Волинець В.І.							

РОЗДІЛ 5 ЕЛЕКТРОБЕЗПЕКА

Проведемо розрахунки заземлюючого пристрою цеху, за додатком А.13

Таблиця 5.1- Розрахунковий коефіцієнт опору ґрунту:

Позначення	ОД. вим.	Значення
r_1	-	83,6
r_2	-	41,1
k_1	-	1,91
L	м	4,5
H	м	0,2
t_{II}	м	0,66
r	Ом* м	16,0
b	мм	12
t	м	2,4
r_B	Ом	4,1
R_H	Ом	10
h_B	-	0,68
$n_{пр}$	шт	2,98 =3
h	м	3,7
l_r	мм	7,40
b	мм	40
k_2	-	2,1
h_r	-	0,74
r_2	Ом	39,48
R	Ом	2,08
n	шт	2,87

Приймаємо до установки 3 вертикальних заземлюючів електроди довжиною 4,5 м .

					ЛНТУ.971086.000 ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Електропостачання кондитерської фабрики встановленою потужністю 970 кВт. Пояснювальна записка			
Розробив	Білецька І.О.							
Перевірів	Добровольська ЛН							
Реценз.								
Н.контр	Ващелюк Ю.І.							
Затвердив	Волинець В.І.				ФАБЕ, гр ЕЕЗ-41			
					ЛНТУ.971086.000 ПЗ			
					Електропостачання кондитерської фабрики встановленою потужністю 970 кВт. Пояснювальна записка			
					ФАБЕ, гр ЕЕЗ-41			
					ЛНТУ.971086.000 ПЗ			
					Електропостачання кондитерської фабрики встановленою потужністю 970 кВт. Пояснювальна записка			
					ФАБЕ, гр ЕЕЗ-41			
					ЛНТУ.971086.000 ПЗ			
					Електропостачання кондитерської фабрики встановленою потужністю 970 кВт. Пояснювальна записка			
					ФАБЕ, гр ЕЕЗ-41			
					ЛНТУ.971086.000 ПЗ			
					Електропостачання кондитерської фабрики встановленою потужністю 970 кВт. Пояснювальна записка			
					ФАБЕ, гр ЕЕЗ-41			
					ЛНТУ.971086.000 ПЗ			
					Електропостачання кондитерської фабрики встановленою потужністю 970 кВт. Пояснювальна записка			
					ФАБЕ, гр ЕЕЗ-41			
					ЛНТУ.971086.000 ПЗ			
					Електропостачання кондитерської фабрики встановленою потужністю 970 кВт. Пояснювальна записка			
					ФАБЕ, гр ЕЕЗ-41			
					ЛНТУ.971086.000 ПЗ			
					Електропостачання кондитерської фабрики встановленою потужністю 970 кВт. Пояснювальна записка			
					ФАБЕ, гр ЕЕЗ-41			
					ЛНТУ.971086.000 ПЗ			
					Електропостачання кондитерської фабрики встановленою потужністю 970 кВт. Пояснювальна записка			
					ФАБЕ, гр ЕЕЗ-41			
					ЛНТУ.971086.000 ПЗ			
					Електропостачання кондитерської фабрики встановленою потужністю 970 кВт. Пояснювальна записка			
					ФАБЕ, гр ЕЕЗ-41			
					ЛНТУ.971086.000 ПЗ			
					Електропостачання кондитерської фабрики встановленою потужністю 970 кВт. Пояснювальна записка			
					ФАБЕ, гр ЕЕЗ-41			
					ЛНТУ.971086.000 ПЗ			
					Електропостачання кондитерської фабрики встановленою потужністю 970 кВт. Пояснювальна записка			
					ФАБЕ, гр ЕЕЗ-41			
					ЛНТУ.971086.000 ПЗ			
					Електропостачання кондитерської фабрики встановленою потужністю 970 кВт. Пояснювальна записка			
					ФАБЕ, гр ЕЕЗ-41			
					ЛНТУ.971086.000 ПЗ			
					Електропостачання кондитерської фабрики встановленою потужністю 970 кВт. Пояснювальна записка			
					ФАБЕ, гр ЕЕЗ-41			
					ЛНТУ.971086.000 ПЗ			
					Електропостачання кондитерської фабрики встановленою потужністю 970 кВт. Пояснювальна записка			
					ФАБЕ, гр ЕЕЗ-41			
					ЛНТУ.971086.000 ПЗ			
					Електропостачання кондитерської фабрики встановленою потужністю 970 кВт. Пояснювальна записка			
					ФАБЕ, гр ЕЕЗ-41			
					ЛНТУ.971086.000 ПЗ			
					Електропостачання кондитерської фабрики встановленою потужністю 970 кВт. Пояснювальна записка			
					ФАБЕ, гр ЕЕЗ-41			
					ЛНТУ.971086.000 ПЗ			
					Електропостачання кондитерської фабрики встановленою потужністю 970 кВт. Пояснювальна записка			
					ФАБЕ, гр ЕЕЗ-41			
					ЛНТУ.971086.000 ПЗ			
					Електропостачання кондитерської фабрики встановленою потужністю 970 кВт. Пояснювальна записка			
					ФАБЕ, гр ЕЕЗ-41			
					ЛНТУ.971086.000 ПЗ			
					Електропостачання кондитерської фабрики встановленою потужністю 970 кВт. Пояснювальна записка			
					ФАБЕ, гр ЕЕЗ-41			
					ЛНТУ.971086.000 ПЗ			
					Електропостачання кондитерської фабрики встановленою потужністю 970 кВт. Пояснювальна записка			
					ФАБЕ, гр ЕЕЗ-41			
					ЛНТУ.971086.000 ПЗ			
					Електропостачання кондитерської фабрики встановленою потужністю 970 кВт. Пояснювальна записка			
					ФАБЕ, гр ЕЕЗ-41			
					ЛНТУ.971086.000 ПЗ			
					Електропостачання кондитерської фабрики встановленою потужністю 970 кВт. Пояснювальна записка			
					ФАБЕ, гр ЕЕЗ-41			
					ЛНТУ.971086.000 ПЗ			
					Електропостачання кондитерської фабрики встановленою потужністю 970 кВт. Пояснювальна записка			
					ФАБЕ, гр ЕЕЗ-41			
					ЛНТУ.971086.000 ПЗ			
					Електропостачання кондитерської фабрики встановленою потужністю 970 кВт. Пояснювальна записка			
					ФАБЕ, гр ЕЕЗ-41			
					ЛНТУ.971086.000 ПЗ			
					Електропостачання кондитерської фабрики встановленою потужністю 970 кВт. Пояснювальна записка			
					ФАБЕ, гр ЕЕЗ-41			
					ЛНТУ.971086.000 ПЗ			
					Електропостачання кондитерської фабрики встановленою потужністю 970 кВт. Пояснювальна записка			
					ФАБЕ, гр ЕЕЗ-41			
					ЛНТУ.971086.000 ПЗ			
					Електропостачання кондитерської фабрики встановленою потужністю 970 кВт. Пояснювальна записка			
					ФАБЕ, гр ЕЕЗ-41			
					ЛНТУ.971086.000 ПЗ			
					Електропостачання кондитерської фабрики встановленою потужністю 970 кВт. Пояснювальна записка			
					ФАБЕ, гр ЕЕЗ-41			
					ЛНТУ.971086.000 ПЗ			
					Електропостачання кондитерської фабрики встановленою потужністю 970 кВт. Пояснювальна записка			
					ФАБЕ, гр ЕЕЗ-41			
					ЛНТУ.971086.000 ПЗ			
					Електропостачання кондитерської фабрики встановленою потужністю 970 кВт. Пояснювальна записка			
					ФАБЕ, гр ЕЕЗ-41			
					ЛНТУ.971086.000 ПЗ			
					Електропостачання кондитерської фабрики встановленою потужністю 970 кВт. Пояснювальна записка			
					ФАБЕ, гр ЕЕЗ-41			
					ЛНТУ.971086.000 ПЗ			
					Електропостачання кондитерської фабрики встановленою потужністю 970 кВт. Пояснювальна записка			
					ФАБЕ, гр ЕЕЗ-41			
					ЛНТУ.971086.000 ПЗ			
					Електропостачання кондитерської фабрики встановленою потужністю 970 кВт. Пояснювальна записка			
					ФАБЕ, гр ЕЕЗ-41			
					ЛНТУ.971086.000 ПЗ			
					Електропостачання кондитерської фабрики встановленою потужністю 970 кВт. Пояснювальна записка			
					ФАБЕ, гр ЕЕЗ-41			
					ЛНТУ.971086.000 ПЗ			
					Електропостачання кондитерської фабрики встановленою потужністю 970 кВт. Пояснювальна записка			
					ФАБЕ, гр ЕЕЗ-41			
					ЛНТУ.971086.000 ПЗ			
					Електропостачання кондитерської фабрики встановленою потужністю 970 кВт. Пояснювальна записка			
					ФАБЕ, гр ЕЕЗ-41			
					ЛНТУ.971086.000 ПЗ			
					Електропостачання кондитерської фабрики встановленою потужністю 970 кВт. Пояснювальна записка			
					ФАБЕ, гр ЕЕЗ-41			
					ЛНТУ.971086.000 ПЗ			
					Електропостачання кондитерської фабрики встановленою потужністю 970 кВт. Пояснювальна записка			
					ФАБЕ, гр ЕЕЗ-41			
					ЛНТУ.971086.000 ПЗ			
					Електропостачання кондитерської фабрики встановленою потужністю 970 кВт. Пояснювальна записка			
					ФАБЕ, гр ЕЕЗ-41			
					ЛНТУ.971086.000 ПЗ			
					Електропостачання кондитерської фабрики встановленою потужністю 970 кВт. Пояснювальна записка			
					ФАБЕ, гр ЕЕЗ-41			
					ЛНТУ.971086.000 ПЗ			
					Електропостачання кондитерської фабрики встановленою потужністю 970 кВт. Пояснювальна записка			
					ФАБЕ, гр ЕЕЗ-41			
					ЛНТУ.971086.000 ПЗ			
					Електропостачання кондитерської фабрики встановленою потужністю 970 кВт. Пояснювальна записка			
					ФАБЕ, гр ЕЕЗ-41			
					ЛНТУ.971086.000 ПЗ			
					Електропостачання кондитерської фабрики встановленою потужністю 970 кВт. Пояснювальна записка			
					ФАБЕ, гр ЕЕЗ-41			
					ЛНТУ.971086.000 ПЗ			
					Електропостачання кондитерської фабрики встановленою потужністю 970 кВт. Пояснювальна записка			
					ФАБЕ, гр ЕЕЗ-41			
					ЛНТУ.971086.000 ПЗ			
					Електропостачання кондитерської фабрики встановленою потужністю 970 кВт. Пояснювальна записка			
					ФАБЕ, гр ЕЕЗ-41			
					ЛНТУ.971086.000 ПЗ			
					Електропостачання кондитерської фабрики встановленою потужністю 970 кВт. Пояснювальна записка			
					ФАБЕ, гр ЕЕЗ-41			
					ЛНТУ.971086.000 ПЗ			
					Електропостачання кондитерської фабрики встановленою потужністю 970 кВт. Пояснювальна записка			
					ФАБЕ, гр ЕЕЗ-41			
					ЛНТУ.971086.000 ПЗ			
					Електропостачання кондитерської фабрики встановленою потужністю 970 кВт. Пояснювальна записка			
					ФАБЕ, гр ЕЕЗ-41			
					ЛНТУ.971086.000 ПЗ			

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

У результаті виконання даного кваліфікаційного проєкту було розроблено цілісну та технічно обґрунтовану систему електропостачання кондитерської фабрики із встановленою потужністю 970 кВт. На основі детального аналізу технологічного процесу цеху виробництва шоколадних виробів та суміжних підрозділів було сформовано перелік силового обладнання та визначено розрахункові електричні навантаження. Проведені розрахунки дозволили оптимально вибрати потужність силових трансформаторів на підстанції, що забезпечує необхідний резерв для стабільного функціонування підприємства та майбутнього розширення потужностей. Вибір кабельних ліній та комутаційної апаратури здійснено з урахуванням сучасних вимог до енергоефективності та селективності захисту, що гарантує надійну роботу обладнання в нормальних та аварійних режимах.

Проектне рішення передбачає використання систем компенсації реактивної потужності, що дозволяє суттєво знизити втрати електричної енергії та покращити її якість на шинах споживачів. Розроблені заходи з електробезпеки, відповідають чинним нормативним документам, що забезпечує безпечні умови праці для обслуговуючого персоналу. Спроектована система є збалансованою за критеріями надійності, економічності та зручності експлуатації, що підтверджує успішне виконання всіх поставлених завдань та доводить готовність системи до практичного впровадження на реальному об'єкті харчової промисловості. Виконана робота демонструє глибоке розуміння принципів побудови промислових мереж та здатність головного інженера-проектувальника вирішувати складні енергетичні завдання в умовах сучасного виробництва..

					ЛНТУ.971086.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

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.971086.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

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.971086.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39