

Міністерство освіти і науки України

Сумський державний університет

Центр заочної, дистанційної та вечірньої форм навчання

Кафедра електроенергетики

Робота допущена до захисту

Завідувач кафедри

_____ І. Л. Лебединський

«__» _____ 2020р.

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

Тема: «Проектування та моделювання системи електропостачання
комбикормового заводу »

Спеціальність: 141– Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Виконав: студент гр.ЕТ.мз-91с _____ В.Г.Рибкін

Керівник: к.т.н., доцент _____ П. О.Василега

Консультанти:

з економічної частини: к.е.н., доцент _____ О.М.Маценко

з питань охорони праці й безпеки в

надзвичайних ситуаціях: к.т.н., доцент _____ П.О.Василега

Нормоконтроль _____ М.А.Никифоров

Суми-2020

Сумський державний університет

Факультет: Центр заочної, дистанційної та вечірньої форм навчання

Кафедра електроенергетики

Спеціальність: 8.141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри електроенергетики

_____ І.Л.Лебединський

“ _ ” _____ 2020р.

**ЗАВДАННЯ
на магістерську роботу**

Рибкіну Володимирі Григоровичу

1 Тема роботи: « Проектування та моделювання системи електропостачання комбикормового заводу »

затверджена наказом по університету № _____ від _____

2 Термін здачі студентом закінченої роботи: 08.12.2020р.

3 Вихідні дані до роботи: креслення об'єкту дослідження, параметри електричних мереж та обладнання.

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які необхідно вирішити):

Вступ.

1. Розрахункова частина.

2. Науково-дослідна частина.

3. Охорона праці.

4. Економічна частина.

Висновки.

Список використаної літератури

Додатки

5. Перелік графічного матеріалу: лінійна схема для розрахунку коротких замикань, графік електричних навантажень, лінійна схема електропостачання комбикормового заводу, схема дослідження роботи конденсаторної батареї в системі електропостачання в середовищі Simulink.

6. Консультанти:

Розділ	Керівник	Завдання видав	Завдання прийняв
Розрахунок економічної частини	Маценко О.М.		

Реферат

91 сторінка, 13 рисунків, 17 таблиць, 15 додадків, 19 джерел, 1 мультимедійна презентація.

Бібліографічний опис: Рибкін В.Г. Проектування та моделювання системи електропостачання комбикормового заводу.

[Текст]: робота на здобуття кваліфікаційного ступеня магістра; спец.: 141-електроенергетика, електротехніка і електромеханіка / В.Г. Рибкін; наук. керівник П.О. Василега. – Суми : СумДУ, 2020. – 91 с.

Ключові слова:

Агропромисловий комплекс, режими роботи електроприймача, система електропостачання, однострансформаторна ТП, конденсаторна установка, класифікація пожежних зон, зернопереробні підприємства.

Агропромышленный комплекс, режимы работы электропотребителя, система электроснабжения, однострансформаторная ТП, конденсаторная установка, классификация пожарных зон, зерноперерабатывающие предприятия.

Agro-industrial complex, modes operation of the electric receiver, power supply system, single-transformer TS, capacitor installation, classification of fire zones, grain processing enterprises.

Короткий огляд – Проведено розрахунок мережі електропостачання ТДВ «Сумський комбикормовий завод». Визначені силові трансформатори, силові кабелі і автоматичні вимикачі. Обрані силові кабелі внутрішньої системи електропостачання. В якості джерел світла обрані світлодіодні лампи.

Розрахунки проводились з допомогою програм: MatLab, Microsoft Office Excel.

Креслення виконані з допомогою програми Splan 70.

Розглянуто питання техніки безпеки, проектування виробничого середовища, охорони праці, промислової санітарії, пожежної безпеки.

Перелік умовних скорочень

Скорочення Визначення

АВР	Автоматичне включення резерву
АСК	Автоматизована система керування
БЕМЩ	Безпечна експериментальна максимальна щілина - максимальна щілина між фланцями оболонки, через який не проходить передача вибуху з оболонки в навколишнє середовище за будь-якої концентрації суміші в навколишній атмосфері
БМО	Будівельно-монтажна організація
ВРУ	Відкрите розподільче устаткування
ЕМП	Електромагнітне поле
ЗРУ	Закрите розподільче устаткування
ЗДТУ	Засоби диспетчерського і технологічного керування в енергосистемах (кабельні і повітряні лінії зв'язку і телемеханіки, високочастотні канали, пристрої зв'язку і телемеханіки)
КЗ	Коротке замикання
КЛ	Кабельна лінія електропередавання
КРУ (КРУЗ)	Комплектне розподільче устаткування внутрішньої (зовнішньої) установки
КТП	Комплектна трансформаторна підстанція
РЗАіТ	Релейний захист, автоматика і телемеханіка
ПБ	Правила безпеки
ПВЕ	Правила влаштування електроустановок
ПЛ	Повітряна лінія електропередавання
ПТЕ	Правила технічної експлуатації
ППР	Проект проведення робіт
ПС	Підстанція
РУ	Розподільче устаткування
ТАВ	Пристрої теплової автоматики, теплотехнічного вимірювання і захисту, засоби дистанційного керування, сигналізації і технічні

засоби автоматизованих систем керування

ТП

Трансформаторна підстанція

ТУ

Технічні умови

ЯРВ

Ящик із ввідним рубильником і запобіжниками ПН

Зміст

Вступ.....	8
Розділ 1 Аналіз системи електропостачання.....	9
1.1 Характеристика об'єктів технологічних процесів і силового обладнання....	9
1.2 Визначення розрахункових електричних навантажень підприємства.....	10
1.2.1 Визначення розрахункових електричних навантажень системи освітлення.....	10
1.3 Визначення розрахункових електричних навантажень силової мережі....	18
1.4 Визначення умовного центру електричних навантажень	28
1.5 Вибір кількості та потужності трансформаторів живлячої підстанції	33
1.6 Розрахунок параметрів конденсаторних установок для компенсації реактивної потужності.....	34
1.7 Вибір перерізу провідників.....	36
1.7.1 Вибір перерізу провідників живлячої мережі напругою понад 1 кВ.....	36
1.7.2 Вибір перерізу провідників живлячої мережі напругою до 1 кВ.....	38
1.8 Розрахунок струмів трифазного КЗ в мережі напругою до 1кВ.....	41
1.9 Розрахунок струмів однофазних КЗ в мережі напругою до 1кВ.....	46
1.10 Вибір автоматичних вимикачів з боку низької напруги силових трансформаторів.....	48
Розділ 2 Науково-дослідна частина.....	51
2.1 Моделювання в програмному комплексі MATLAB – Simulink – SimPowerSystems.....	51
2.2 Побудова моделі: джерело-конденсаторна батарея-навантаження.....	51
2.3 Дослідження роботи конденсаторної батареї на роботу системи.....	60
Розділ 3 Охорона праці	61
Розділ 4 Економічна частина.....	67

					<i>МР3.8.141.209 ПЗ</i>			
<i>Змін</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб</i>		<i>Рибкін</i>			Проектування та моделювання системи електропостачання комбикормового заводу	<i>Стадія</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Перевірив</i>		<i>Василега</i>				<i>р</i>	<i>6</i>	<i>91</i>
<i>Н. Контр.</i>		<i>Нікіфоров</i>			ЕТ.мз-91с, СумДУ			
<i>Затвердив</i>		<i>Лебединський</i>						

4.1 Сутність та специфіка роботи зернопереробних підприємств	67
4.2 Оцінка і економічна доцільність варіантів модернізації.....	68
Висновки.....	74
Список використаної літератури.....	75
Додаток А: Погодинне навантаження підприємства.....	77
Додаток Б: Центри активних електричних навантажень.....	78
Додаток В: Центри реактивних електричних навантажень	79
Додаток Г: Центр електричних навантажень підприємства	80
Додаток Д: Схема електропостачання підприємства без резервування.....	81
Додаток Е: Схема електропостачання підприємства з резервуванням	82
Додаток Є: Схема заміщення з резервуванням.....	83
Додаток Ж: Схема заміщення без резервування	84
Додаток З: Вибір і перевірка перерізу кабелю.....	85
Додаток И: Вибір і перевірка автоматичних вимикачів.....	86
Додаток І: Переваги елеваторів.....	87
Додаток К: Схема дослідження роботи конденсаторної батареї на роботу системи.....	88
Додаток Л: Графік зміни потужності і реактивної енергії.....	89
Додаток М: Графік напруги.....	90
Додаток Н: Графік струмів.....	91

Вступ

Товариство з додатковою відповідальністю «Сумський комбікормовий завод» сформоване на базі підприємства побудованого за часів Радянського Союзу. В ті роки основною діяльністю було виготовлення комбікормів для забезпечення сільськогосподарських потреб.

На даний час профіль підприємства дещо змінився в бік зберігання та обробки зернових. Був запусканий цех з виготовлення соняшникової олії та була проведена модернізація цеху комбікормів з використанням систем автоматизації і ЕОМ.

Підприємство працює за восьмигодинним графіком, п'ять днів на тиждень.

Термічна обробка зернових відбувається з допомогою природного газу, а основними споживачами електричної енергії є трифазні асинхронні двигуни з короткозамкнутим ротором.

Не зважаючи на здавалося б міцні позиції агропромислового комплексу в економіці країни, вони не забезпечують 100%-ї гарантії на успішний розвиток підприємствам які з ним пов'язані. Лише кваліфіковані працівники і стабільна робота устаткування, дають високу конкурентну спроможність, якісні умови для праці і можливість своєчасно реагувати на вплив зовнішніх факторів.

					<i>МРЗ.8.141.209 ПЗ</i>			
<i>Змін</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб</i>	<i>Рибкін</i>				Проектування та моделювання системи електропостачання комбікормового заводу	<i>Стадія</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Перевірів</i>	<i>Василега</i>					<i>р</i>	8	91
<i>Н. Контр.</i>	<i>Нікіфоров</i>					ЕТ.мз-91с, СумДУ		
<i>Затвердив</i>	<i>Лебединський</i>							

Розділ 1 Аналіз системи електропостачання

1.1 Характеристика об'єктів технологічних процесів і силового об'єднання

Прийом зернових відбувається з відбору проби, подальшого їх аналізу якості та вологості в лабораторії. Потім, після зважування, в залежності від рішення лабораторії вантажівка прямує до цилінної (якщо вологість відповідає нормі), або ж до буму для подальшої термічної обробки. В обох випадках, перед відправленням на зберігання до складу відбувається очистка від сміття.

З буму зернові поступають до сушарок через систему норій та конвеєрних стрічок. Сушіння відбувається потоком гарячого повітря. Повітря нагнітається вентиляторами в топку, де розміщені газові пальники, повітря проходить через сушильні камери і виходить назовні. Контроль за процесом відбувається за участі оператора. Після завершення процесу сушіння зернові відправляються на склади.

Олія виготовляється з прийнятого зерна соняшника, а тому її виробництво триває майже цілий рік. Для виготовлення використовується шнековий прес і нагрівальні елементи.

Для виготовлення кормових сумішей також використовують прийняті зернові, а також відходи при виготовленні олії, які подрібнюються і зберігаються в накопичувальних бункерах.

Сам же процес виготовлення автоматизований. З допомогою спеціального програмного забезпечення та системи датчиків відбувається дозування інгредієнтів суміші, їх змішування і транспортування до місця зберігання.

					<i>MP3.8.141.209 ПЗ</i>			
<i>Змін</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб</i>	<i>Рибкін</i>				Проектування та моделювання системи електропостачання комбикормового заводу	<i>Стадія</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Перевірив</i>	<i>Василега</i>					<i>р</i>	<i>9</i>	<i>91</i>
<i>Н. Контр.</i>	<i>Нікіфоров</i>					ЕТ.мз-91с, СумДУ		
<i>Затвердив</i>	<i>Лебединський</i>							

За час існування виробничих потужностей, на базі яких організовано підприємство, відбулося безліч змін напрямів і організації виробництва. Що в свою чергу вплинуло на систему електропостачання. Тому керівництвом підприємства було прийняте рішення проаналізувати систему електропостачання для доцільності модернізації чи реконструкції.

1.2 Визначення розрахункових електричних навантажень підприємства

При аналізі системи електропостачання необхідно визначити електричні навантаження для вибору і перевірки перерізу провідників і трансформаторів на пропускну здатність, а також розрахувати втрати і відхилення напруги.

При проектуванні зазвичай визначають:

середнє і максимальне за зміну активне навантаження, середньорічне активне навантаження для визначення втрат вмережі;

розрахункове активне і реактивне навантаження для розрахунку мереж за умовами допустимого нагріву елементів;

максимальний пусковий і піковий струм для визначення струмів спрацювання апаратів захисту.

1.2.1 Визначення розрахункових електричних навантажень системи освітлення.

Оскільки на території знаходяться різні за функціональністю приміщення то і значення нормованого освітлення для них також буде різне, так як і вибір світильників. Відповідно до[7]ДБН В.2.5-28-2006, нормативні значення освітленості від системи штучного освітлення, а також параметри приміщень наведені в таблиці 1.1.

					<i>MP3.8.141.209 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Змін</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		10

Таблиця 1.1- Дані для розрахунку виробничого освітлення приміщень

Назва приміщення	Розряд і підрозряд зорової роботи	Норма освітленості, Лк	Площа приміщення, м ²	Висота приміщення, м
лабараторія	А-2	300	6	3
адмінкорпус	Б-1	300	75	3
вагова	Б-1	300	300	5
Цех готової продукції	VIIIб	50	350	5
цех комбікормів	VIIIб	50	200	5
олійниця	VIIIб	50	300	5
цилінна	VIIIв	50	300	6
мехенічна майстерня	IVв	300	300	5
склад №3	VIIIв	75	1600	8
склад №4	VIIIв	75	1600	8
склад №5	VIIIв	75	1600	8
бум	VIIIв	50	300	5
склад №1	VIIIв	75	1500	8
склад №2	VIIIв	75	1500	8
сушарка №1	IVг	200	12	3
сушарка №2	IVг	200	12	3

MP3.8.141.209 ПЗ

Лист

11

Зерносушарки відносяться до приміщень класу В-Ia—в котрих вибухонебезпечна концентрація газів можлива лише внаслідок аварії або несправності.

Складські приміщення та цех комбікормів відносяться до приміщень класу П-II — де виділяється горючий пил або волокна з нижньою концентраційною межею поширення полум'я понад 65 г/м^3 об'єму повітря, або вибухонебезпечного пилу, вміст котрого в повітрі приміщень не досягає вибухонебезпечних концентрацій.

Тому для наступних приміщень: склади, сушарки, цех комбікормів і готової продукції, олійниця, бум і цилінна застосовують світильники типу НСП.

Для решти приміщень застосовують світильники типу ЛПП.

Для визначення розрахункових електричних навантажень системи освітлення скористаємося «Методом коефіцієнту використання світлового потоку».

Для світильників типу НСП обираємо LED лампи з наступними характеристиками:

потужність 40Вт;

робоча напруга – 165-265 В;

світловий потік – 4000лм;

коефіцієнт потужності -0,92;

температуру світла –6400К.

Для світильників типу ЛПП обираємо LED лампи з наступними характеристиками:

потужність 9Вт;

					<i>MP3.8.141.209 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Змін</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		12

робоча напруга – 220-240В;

світловий потік – 1000лм;

коефіцієнт потужності -0,92;

температуру світла –4000К.

Для проведення розрахунків використаємо формулу:

$$\Phi_p = \frac{E * S * z * k}{N\eta} \quad (1.1)$$

де E – нормативне значення освітленості (лк);

S – площа приміщення (м²);

z – коефіцієнт нерівномірності освітлення (для ЛЕД лампи беремо 1,0);

N – кількість світильників (шт);

k – коефіцієнт запасу (приймаємо 1,5);

η – коефіцієнт використання світлового потоку .

Виконаємо перетворення:

$$\Phi_p N = \frac{E * S * z * k}{\eta} \quad (1.2)$$

$$N = \frac{\Phi_p}{\Phi_{\text{л}}} \quad (1.3)$$

З (1.2) для лабораторії отримаємо:

$$\Phi_p N = (6 * 1 * 1,5 * 300) / 0,3 = 9000 \text{ лм};$$

З (1.3) для лабораторії знайдемо кількість світильників:

$$N = 9000 / 2000 = 4 \text{ шт};$$

					MP3.8.141.209 ПЗ	Лист
Змін	Лист	№ докум	Підпис	Дата		13

З (2.2) для адмінкорпусу отримаємо:

$$\Phi_{pN} = (75 * 1 * 1,5 * 300) / 0,53 = 63679 \text{лм};$$

З (1.3) для адмінкорпусу знайдемо кількість світильників:

$$N = 63679 / 2000 = 31 \text{шт};$$

З (2.2) для вагової отримаємо:

$$\Phi_{pN} = (300 * 1 * 1,5 * 75) / 0,57 = 59210 \text{лм};$$

З (1.3) для вагової знайдемо кількість світильників:

$$N = 59210 / 2000 = 29 \text{шт};$$

З (1.2) для цеху готової продукції отримаємо:

$$\Phi_{pN} = (350 * 1 * 1,5 * 50) / 0,55 = 47727 \text{лм};$$

З (1.3) для цеху готової продукції знайдемо кількість світильників:

$$N = 47727 / 4000 = 11 \text{шт};$$

З (1.2) для цеху комбікормів отримаємо:

$$\Phi_{pN} = (200 * 1 * 1,5 * 50) / 0,52 = 28846 \text{лм};$$

З (1.3) для цеху комбікормів знайдемо кількість світильників:

$$N = 28846 / 4000 = 7 \text{шт};$$

З (1.2) для олійниці отримаємо:

$$\Phi_{pN} = (300 * 1 * 1,5 * 50) / 0,55 = 40909 \text{лм};$$

З (1.3) для олійниці знайдемо кількість світильників:

$$N = 40909 / 4000 = 10 \text{шт};$$

					<i>MP3.8.141.209 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Змін</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		14

З (1.2) для цилінної отримаємо:

$$\Phi_{pN} = (300 * 1, * 1,5 * 50) / 0,52 = 43269 \text{лм};$$

З (1.3) для цилінної знайдемо кількість світильників:

$$N = 43269 / 4000 = 10 \text{шт};$$

З (1.2) для механічної майстерні тримаємо:

$$\Phi_{pN} = (300 * 1 * 1,5 * 200) / 0,57 = 157894 \text{лм};$$

З (1.3) для механічної майстерні кількість світильників:

$$N = 157894 / 2000 = 78 \text{шт};$$

З (1.2) для складу №3 отримаємо:

$$\Phi_{pN} = (1600 * 1 * 1,5 * 75) / 0,6 = 300000 \text{лм};$$

З (1.3) для складу №3 знайдемо кількість світильників:

$$N = 300000 / 4000 = 75 \text{шт};$$

З (1.2) для складу №4 отримаємо:

$$\Phi_{pN} = (1600 * 1 * 1,5 * 75) / 0,6 = 300000 \text{лм};$$

З (1.3) для складу №4 знайдемо кількість світильників:

$$N = 300000 / 4000 = 75 \text{шт};$$

З (1.2) для складу №5 отримаємо:

$$\Phi_{pN} = (1600 * 1 * 1,5 * 75) / 0,6 = 300000 \text{лм};$$

З (1.3) для складу №5 знайдемо кількість світильників:

$$N = 300000 / 4000 = 75 \text{шт};$$

					<i>MP3.8.141.209 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Змін</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		15

З (1.2) для буму отримаємо:

$$\Phi_{pN} = (300 * 1 * 1,5 * 50) / 0,55 = 40909 \text{ лм};$$

З (1.3) для буму знайдемо кількість світильників:

$$N = 40909 / 4000 = 10 \text{ шт};$$

З (1.2) для складу №1 отримаємо:

$$\Phi_{pN} = (1500 * 1, * 1,5 * 75) / 0,61 = 276639 \text{ лм};$$

З (1.3) для складу №1 знайдемо кількість світильників:

$$N = 276639 / 4000 = 69 \text{ шт};$$

З (1.2) для складу №2 отримаємо:

$$\Phi_{pN} = (1500 * 1, * 1,5 * 75) / 0,61 = 276639 \text{ лм};$$

З (1.3) для складу №2 знайдемо кількість світильників:

$$N = 276639 / 4000 = 69 \text{ шт};$$

З (1.2) для сушарки №1 отримаємо:

$$\Phi_{pN} = (12 * 1,5 * 1 * 200) / 0,57 = 11250 \text{ лм};$$

З (1.3) для сушарки №1 знайдемо кількість світильників:

$$N = 11250 / 2000 = 5 \text{ шт};$$

З (1.2) для сушарки №2 отримаємо:

$$\Phi_{pN} = (12 * 1,5 * 1 * 200) / 0,57 = 11250 \text{ лм};$$

З (1.3) для сушарки №2 знайдемо кількість світильників:

$$N = 11250 / 2000 = 5 \text{ шт};$$

					<i>MP3.8.141.209 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Змін</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		16

Результати розрахунків занесемо до таблиці 1.2

Таблиця 1.2 – Розрахункові величини штучного освітлення виробничих приміщень.

№	Назва цеху	Необхідний світловий потік(лм)	Необхідна кількість ламп (шт)
1	лабараторія	9000	4
2	адмінкорпус	63679	31
3	вагова	59210	29
4	Цех готової продукції	47727	11
5	цех комбикормів	28846	7
6	олійниця	40909	10
7	цилінна	43269	10
8	мехенічна майстерня	157894	78
9	склад №3	300000	75
10	склад №4	300000	75
11	склад №5	300000	75
12	бум	40909	10
13	склад №1	276639	69
14	склад №2	276639	69
15	сушарка №1	11250	5
16	сушарка №2	11250	5

1.3.Визначення розрахункових електричних навантажень силової мережі

Для проведення розрахунків необхідно визначити перелік струмоприймачів та їх технічні характеристики. При цьому режим роботи елетроприймача враховувати обов'язково.

Режими роботи елетроприймача:

тривалий - машина або апарат може працювати тривалий час без перевищення температури окремих частин вище припустимої;

короткочасний - перерва у роботі дозволяє апарату або машині знизити свою температуру до рівня температури навколишнього середовища;

повторно-короткочасний- короткочасні робочі періоди чергуються з короткочасними перервами, при чому температура окремих частин машини або апарата не вийде за межі допустимої.

Технічні характеристики силових приймачів зазначені у таблиці 1.3.

Позначення режимів роботи:

T-тривалий;

K- короткочасний;

ПКР – повторно-короткочасний

Таблиця 1.3– Характеристики електроприймачів підприємства

№	Назва	P(кВт)	Cosφ	Характер
Адмінкорпус, вагова, лабораторія				
1	Офісна техніка	7	0,99	T
Цех готової продукції				
2	Шнековий конвеєр лінії №1	3	0,75	T
3	Шнековий конвеєр лінії №2	3	0,75	T

Продовження таблиці 1.3

4	Шнековий конвеєр лінії №3	3	0,75	Т
5	Шнековий конвеєр лінії №4	3	0,75	Т
6	Шнековий конвеєр вигрузки лінії №1	3	0,75	Т
7	Шнековий конвеєр вигрузки лінії №2	3	0,75	Т
8	Шнековий конвеєр вигрузки лінії №3	3	0,75	Т
9	Шнековий конвеєр вигрузки лінії №4	3	0,75	Т
10	Шнековий конвеєр розподільчий №1	3	0,75	Т
11	Шнековий конвеєр розподільчий №2	3	0,75	Т
12	Шнековий конвеєр вигрузки №1	3	0,75	Т
13	Шнековий конвеєр вигрузки №2	3	0,75	Т
Цех комбікормів				
14	Норія готової продукції	15	0,75	Т
15	Шнек готової продукції	3	0,75	Т
16	Змішувач	37	0,75	Т
17	Норія зі змішувача 2т	7	0,75	ПКР
18	Дозатор №1	3	0,75	ПКР
19	Дозатор №2	3	0,75	ПКР
20	Дозатор №3	3	0,75	ПКР
21	Дозатор №4	3	0,75	ПКР
22	Малий змішувач	7,5	0,75	К
23	Змішувач 2т	7,5	0,75	ПКР

Змін	Лист	№ докум	Підпис	Дата

MP3.8.141.209 ПЗ

Лист

19

Продовження таблиці 1.3

24	Подрібнювач	90	0,75	Т
25	Норія із подрібнювача	3	0,75	ПКР
26	Шнек до подрібнювача	3	0,75	ПКР
27	Норі до подрібнювача	7,5	0,75	Т
28	Ланцюговий транспортер з накопичувачів	7,5	0,75	Т
29	Ланцюговий транспортер до накопичувачів	7,5	0,75	М
30	Норія до накопичувачів	15	0,75	М
Олійниця				
31	Водяний насос	15	0,85	К
32	Прес шнековий	7,5	0,75	Т
33	ТЕН	26	1	Т
34	Шнек відходів	3	0,75	ПКР
35	Конвеєр відходів	3	0,75	Т
36	Змішувач №1	1,5	0,75	Т
37	Змішувач №2	1,5	0,75	Т
38	Шнек між змішувачами	1,5	0,75	ПКР
39	Норія сировини	3	0,75	ПКР
40	Шнек сировини	1,5	0,75	ПКР
41	Масляний насос	1,5	0,85	Т
Цилінна				
42	Масляний насос	22	0,85	К
43	Ланцюговий транспортер	7,5	0,75	Т
44	Очистна машина	7	0,85	Т
45	Норія	15	0,85	Т
46	Вентилятор	3	0,8	Т
47	Шлюзовий затвор	3	0,75	Т
Механічна майстерня				
48	Токарний станок	3,5	0,4	К
49	Свердлильний станок	3,5	0,4	К
Склад №2				
50	Масляний насос	22	0,8	К

Продовження таблиці 1.3

51	Ланцюговий транспортер	7,5	0,75	Т
52	Стрічка транспортерна	7,5	0,75	Т
53	Ланцюговий транспортер проміжний	7,5	0,75	Т
54	Шлюзовий затвор	3	0,75	Т
55	Вентилятор	3	0,8	Т
56	Очистна машина №1	7,5	0,75	Т
57	Очистна машина №2	7,5	0,75	Т
58	Норія до складу	15	0,75	Т
59	Мала норія	3	0,75	Т
60	Шнек до складу	3	0,75	Т
61	Ланцюговий транспортер до цеху комбікормів	7,5	0,75	Т
62	Велика норія	7,5	0,75	Т
63	Вібросито	3	0,75	Т
Склад №1				
64	Масляний насос	22	0,8	К
65	Ланцюговий транспортер	7,5	0,75	Т
66	Стрічка транспортерна	7,5	0,75	Т
67	Ланцюговий транспортер проміжний	7,5	0,75	Т
68	Шлюзовий затвор	3	0,75	Т
69	Вентилятор	3	0,8	Т
70	Очистна машина №1	7,5	0,75	Т
71	Очистна машина №2	7,5	0,75	Т
72	Норія до складу	15	0,75	Т
73	Мала норія	3	0,75	Т
74	Шнек до складу	3	0,75	Т
75	Велика норія	7,5	0,75	Т
76	Вібросито	3	0,75	Т
Бум				

Змін	Лист	№ докум	Підпис	Дата

MP3.8.141.209 ПЗ

Лист

21

Продовження таблиці 1.3

77	Норія	15	0,75	Т
78	Масляний насос	22	0,8	К
79	Ланцюговий транспортер	7,5	0,75	Т
80	Очистна машина	7,5	0,75	Т
81	Конвеєрна стрічка	7	0,75	Т
Сушарка №1				
82	Вентилятор №1	90	0,8	Т
83	Вентилятор №2	90	0,8	Т
84	Ланцюговий транспортер	3	0,75	Т
85	Норія сирого зерна	15	0,75	Т
86	Норія циркуляційна	15	0,75	Т
87	Норія сирогого зерна	15	0,75	Т
88	Механізм відбору	1,5	0,75	К
89	Засувка шахти №1	7,5	0,75	ПКР
90	Засувка шахти №2	7,5	0,75	ПКР
Сушарка №2				
91	Вентилятор №1	90	0,8	Т
92	Вентилятор №2	90	0,8	Т
93	Ланцюговий транспортер	3	0,75	Т
94	Норія сирого зерна	15	0,75	Т
95	Норія циркуляційна	15	0,75	Т
96	Норія сирогого зерна	15	0,75	Т
97	Механізм відбору	1,5	0,75	К
98	Засувка шахти №1	7,5	0,75	ПКР
99	Засувка шахти №2	7,5	0,75	ПКР

Таблиця 1.4 - Склад цехів, встановлена потужність та коефіцієнт попиту.

№	Назва цеху	$P_{уст}$ (кВт)	Коефіцієнт попиту $K_{п}$	$\cos\varphi$	$S_{уст}$ (кВА)
1	Адмінкорпус	3,1	0,9	0,9	3,5
2	Вагова	2,25	0,6	0,9	2,5
3	Лабораторія	1,8	0,8	0,9	2
4	Цех готової продукції	22	0,55	0,63	36
5	Цех комбікормів	199	0,55	0,88	226
6	Олійниця	34	0,71	0,6	57
7	Цилінна	40	0,61	0,68	58
8	Механічна майстерня	4,4	0,14	0,68	6,5
9	Склад №3	3	0,9	1	3
10	Склад №4	3	0,9	1	3
11	Склад №5	3	0,9	1	3
12	Бум	50	0,57	0,77	66
13	Склад №1	62	0,57	0,77	81
14	Склад №2	40	0,61	0,68	59
15	Сушарка №1	192	0,8	0,8	240
16	Сушарка №2	192	0,8	0,8	240

Таблиця 1.5– Навантаження цехів за зміну у%

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
0-1	80	60	75	60	60	60	75	60	75	75	75	60	75	60	90	90
1-2	80	60	75	60	60	60	75	60	60	60	60	60	75	60	90	90
2-3	80	60	75	60	60	60	75	60	60	60	60	60	75	60	90	90
3-4	80	60	75	60	60	60	75	60	60	60	60	60	75	60	90	90
4-5	80	60	75	60	60	60	75	60	75	75	75	60	75	60	90	90

Продовження таблиці 1.5

5-6	80	60	75	60	60	60	75	60	75	75	75	60	75	60	90	90
6-7	80	60	75	60	60	60	75	60	75	75	75	60	75	60	90	90
7-8	80	60	75	60	60	60	75	60	60	60	60	60	75	60	90	90

Розрахуємо силові активне навантаження кожного окремого цеху (кВт)
керуючись таблицею 1.4:

$$P_{p.c.i} = K_{пi} * P_{устi} \quad (1.4)$$

$$P_{p.c.1} = K_{п1} * P_{уст1} = 3,1 \text{ кВт};$$

$$P_{p.c.2} = K_{п2} * P_{уст2} = 2,25 \text{ кВт};$$

$$P_{p.c.3} = K_{п3} * P_{уст3} = 1,8 \text{ кВт};$$

$$P_{p.c.4} = K_{п4} * P_{уст4} = 22 \text{ кВт};$$

$$P_{p.c.5} = K_{п5} * P_{уст5} = 199 \text{ кВт};$$

$$P_{p.c.6} = K_{п6} * P_{уст6} = 34 \text{ кВт};$$

$$P_{p.c.7} = K_{п7} * P_{уст7} = 40 \text{ кВт};$$

$$P_{p.c.8} = K_{п8} * P_{уст8} = 4,4 \text{ кВт};$$

$$P_{p.c.9} = K_{п9} * P_{уст9} = 3 \text{ кВт};$$

$$P_{p.c.10} = K_{п10} * P_{уст10} = 3 \text{ кВт};$$

$$P_{p.c.11} = K_{п11} * P_{уст11} = 3 \text{ кВт};$$

$$P_{p.c.12} = K_{п12} * P_{уст12} = 50 \text{ кВт};$$

$$P_{p.c.13} = K_{п13} * P_{уст13} = 62 \text{ кВт};$$

$$P_{p.c.14} = K_{п14} * P_{уст14} = 40 \text{ кВт};$$

$$P_{p.c.15} = K_{п15} * P_{уст15} = 192 \text{ кВт};$$

$$P_{p.c.16} = K_{п16} * P_{уст16} = 192 \text{ кВт};$$

Розрахуємо силові реактивне навантаження $Q_{p.c.i}$ (кВАр)

$$Q_{p.c.i} = P_{p.c.i} * \operatorname{tg}(\varphi_i) \quad (1.5)$$

$$Q_{p.c.1} = P_{p.c.1} * \operatorname{tg}(\varphi_1) = 1.5 \text{кВАр};$$

$$Q_{p.c.2} = P_{p.c.2} * \operatorname{tg}(\varphi_2) = 1 \text{кВАр};$$

$$Q_{p.c.3} = P_{p.c.3} * \operatorname{tg}(\varphi_3) = 0.9 \text{кВАр};$$

$$Q_{p.c.4} = P_{p.c.4} * \operatorname{tg}(\varphi_4) = 19 \text{кВАр};$$

$$Q_{p.c.5} = P_{p.c.5} * \operatorname{tg}(\varphi_5) = 120 \text{кВАр};$$

$$Q_{p.c.6} = P_{p.c.6} * \operatorname{tg}(\varphi_6) = 15 \text{кВАр};$$

$$Q_{p.c.7} = P_{p.c.7} * \operatorname{tg}(\varphi_7) = 29 \text{кВАр};$$

$$Q_{p.c.8} = P_{p.c.8} * \operatorname{tg}(\varphi_8) = 0.88 \text{кВАр};$$

$$Q_{p.c.9} = P_{p.c.9} * \operatorname{tg}(\varphi_9) = 0 \text{кВАр};$$

$$Q_{p.c.10} = P_{p.c.10} * \operatorname{tg}(\varphi_{10}) = 0 \text{кВАр};$$

$$Q_{p.c.11} = P_{p.c.11} * \operatorname{tg}(\varphi_{11}) = 0 \text{кВАр};$$

$$Q_{p.c.12} = P_{p.c.12} * \operatorname{tg}(\varphi_{12}) = 34.6 \text{кВАр};$$

$$Q_{p.c.13} = P_{p.c.13} * \operatorname{tg}(\varphi_{13}) = 42.6 \text{кВАр};$$

$$Q_{p.c.14} = P_{p.c.14} * \operatorname{tg}(\varphi_{14}) = 50 \text{кВАр};$$

$$Q_{p.c.15} = P_{p.c.15} * \operatorname{tg}(\varphi_{15}) = 147 \text{кВАр};$$

$$Q_{p.c.16} = P_{p.c.16} * \operatorname{tg}(\varphi_{16}) = 147 \text{кВАр};$$

Розрахуємо повну потужність $S_{p.c.i}$ (кВА) керуючись таблицею 1.5:

$$S_{p.c.i} = \sqrt{P_{p.c.i}^2 + Q_{p.c.i}^2} \quad (1.6)$$

$$S_{p.c.1} = \sqrt{P_{p.c.1}^2 + Q_{p.c.1}^2} = 3 \text{кВА};$$

					<i>MP3.8.141.209 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Змін</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		25

Продовження таблиці 1.6.

3	Лабораторія	1,8	0,9	2
4	Цех готової продукції	20	19	28
5	Цех комбікормів	124	120	173
6	Олійниця	40	15	43,5
7	Цилінна	40	29	49
8	Механічна майстерня	5,5	0,88	5,5
9	Склад №3	3	0	3
10	Склад №4	3	0	3
11	Склад №5	3	0	3
Всього по ТП		258,7	185,35	318,25
12	Склад №2	40	34,6	80
13	Склад №1	47	42,6	97
14	Бум	40	50	77
15	Сушарка №1	201	147	380
16	Сушарка №2	201	147	380
Всього по ТП		529	421,2	676,2

1.4 Визначення умовного центру електричних навантажень

Розрахуємо радіуси окружностей активного навантаження, взявши масштаб 1м=1кВт:

$$R_i = \sqrt{(P_i / \pi)} \quad (1.7)$$

$$R_{1a} = \sqrt{(P_1 / \pi)} = 0,93\text{м};$$

$$R_{2a} = \sqrt{(P_2 / \pi)} = 0,76\text{м};$$

$$R_{3a} = \sqrt{(P_3 / \pi)} = 0,76\text{м};$$

$$R_{4a} = \sqrt{(P_4 / \pi)} = 2,52\text{м};$$

$$R_{5a} = \sqrt{(P_5 / \pi)} = 6,28\text{м};$$

$$R_{6a} = \sqrt{(P_6 / \pi)} = 3,57\text{м};$$

$$R_{7a} = \sqrt{(P_7 / \pi)} = 3,57\text{м};$$

$$R_{8a} = \sqrt{(P_8 / \pi)} = 1,32\text{м};$$

$$R_{9a} = \sqrt{(P_9 / \pi)} = 0,98\text{м};$$

$$R_{10a} = \sqrt{(P_{10} / \pi)} = 0,98\text{м};$$

$$R_{11a} = \sqrt{(P_{11} / \pi)} = 0,98\text{м};$$

$$R_{12a} = \sqrt{(P_{12} / \pi)} = 3,57\text{м};$$

$$R_{13a} = \sqrt{(P_{13} / \pi)} = 3,87\text{м};$$

$$R_{14a} = \sqrt{(P_{14} / \pi)} = 3,57\text{м};$$

$$R_{15a} = \sqrt{(P_{15} / \pi)} = 8\text{м};$$

$$R_{16a} = \sqrt{(P_{16} / \pi)} = 8\text{м};$$

Розрахуємо радіуси окружностей для реактивного навантаження:

$$R_i = \sqrt{(Q_i / \pi)} \quad (1.8)$$

$$R_{1r} = \sqrt{(Q_1 / \pi)} = 0,69\text{м};$$

$$R_{2r} = \sqrt{(Q_2 / \pi)} = 0,56\text{м};$$

$$R_{3r} = \sqrt{(Q_3 / \pi)} = 0,54\text{м};$$

					MP3.8.141.209 ПЗ	Лист
Змін	Лист	№ докум	Підпис	Дата		29

$$R4 r = \sqrt{(Q_4 / \pi)} = 2,46\text{м};$$

$$R5 r = \sqrt{(Q_5 / \pi)} = 6,18\text{м};$$

$$R6 r = \sqrt{(Q_6 / \pi)} = 2,19\text{м};$$

$$R7 r = \sqrt{(Q_7 / \pi)} = 3,04\text{м}.$$

$$R8 r = \sqrt{(Q_8 / \pi)} = 0,53\text{м}.$$

$$R9 r = \sqrt{(Q_9 / \pi)} = 0\text{м}.$$

$$R10 r = \sqrt{(Q_{10} / \pi)} = 0\text{м}.$$

$$R11 r = \sqrt{(Q_{11} / \pi)} = 0\text{м}.$$

$$R12 r = \sqrt{(Q_{12} / \pi)} = 3,32\text{м}.$$

$$R13 r = \sqrt{(Q_{13} / \pi)} = 3,68\text{м}.$$

$$R14 r = \sqrt{(Q_{14} / \pi)} = 3,99\text{м}.$$

$$R15 r = \sqrt{(Q_{15} / \pi)} = 6,84\text{м}.$$

$$R16 r = \sqrt{(Q_{16} / \pi)} = 6,84\text{м}.$$

Нанесемо окружності на план розміщення цехів (див. дод. Б і В).

Знайдемо умовний центр навантаження за формулами:

$$x_0 = (S_{\Pi 1} * x_1 + \dots + S_{\Pi i} * x_i) / \sum S_{\Pi i} \quad (1.9)$$

$$y_0 = (S_{\Pi 1} * y_1 + \dots + S_{\Pi i} * y_i) / \sum S_{\Pi i} \quad (1.10)$$

$$x_0 = 211\text{м}; y_0 = 83\text{м}$$

Умовний центр електричних навантажень знаходиться за координатами (211,83).

					MP3.8.141.209 ПЗ	Лист
Змін	Лист	№ докум	Підпис	Дата		30

Оскільки навантаження в виробничому корпусі змінюється в часі, то і центр електричних навантажень буде змінювати свої координати впродовж доби. Визначимо ЦЕН у вигляді зони його розсіювання.

Знайдемо координати центру для кожного моменту часу за формулами користуючись даними таблиці 1.7.

$$x_i = \frac{\sum(P_i * x_i)}{\sum P_i} \quad (1.11)$$

$$y_i = \frac{\sum(P_i * y_i)}{\sum P_i} \quad (1.12)$$

Таблиця 1.7 - Погодинне навантаження окремих цехів (кВт)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
0-1	2,1	1,08	1,35	12	74,4	24	30	3,3	2,25	2,25	2,25	24	35,25	24	180,9	180,9
1-2	2,1	1,08	1,35	12	74,4	24	30	3,3	1,8	1,8	1,8	24	35,25	24	180,9	180,9
2-3	2,1	1,08	1,35	12	74,4	24	30	3,3	1,8	1,8	1,8	24	35,25	24	180,9	180,9
3-4	2,1	1,08	1,35	12	74,4	24	30	3,3	1,8	1,8	1,8	24	35,25	24	180,9	180,9
4-5	2,1	1,08	1,35	12	74,4	24	30	3,3	2,25	2,25	2,25	24	35,25	24	180,9	180,9
5-6	2,1	1,08	1,35	12	74,4	24	30	3,3	2,25	2,25	2,25	24	35,25	24	180,9	180,9
6-7	2,1	1,08	1,35	12	74,4	24	30	3,3	2,25	2,25	2,25	24	35,25	24	180,9	180,9
7-8	2,1	1,08	1,35	12	74,4	24	30	3,3	1,8	1,8	1,8	24	35,25	24	180,9	180,9

Занесемо результати до таблиці 1.8

Таблиця 1.8 - Центри активних електричних навантажень для кожного моменту часу

	X1	Y1
0-1	216,55	74,30
1-2	216,9	74,28
2-3	216,90	74,28
3-4	216,90	74,28
4-5	216,55	74,30
5-6	216,55	74,30
6-7	216,55	74,30
7-8	216,55	74,28

Знайдемо дисперсію відносно умовного центру електричних навантажень за формулами:

$$\sigma_x^2 = \sum_{k=1}^N P_k (X_i - X_0)^2 \quad (1.13)$$

$$\sigma_y^2 = \sum_{k=1}^N P_k (Y_i - Y_0)^2 \quad (1.14)$$

$$\sigma_x^2 = 22,7 \text{ м}^2$$

$$\sigma_y^2 = 86,7 \text{ м}^2$$

Знаходимо коефіцієнт кореляції:

$$K_k = \frac{((x_1 - x_0) * (y_1 - y_0) + \dots + (x_8 - x_0) * (y_8 - y_0))}{\sqrt{\sum_{i=1}^8 (X_i - X_0)^2 \sum_{i=1}^8 (Y_i - Y_0)^2}} \quad (1.15)$$

$$K_k = -0,99 \text{ м}^2$$

Знаходимо кут нахилу еліпса відносно осі абсцис:

$$\alpha = \frac{1}{2} \arctg \frac{2K_k}{\sigma_x^2 - \sigma_y^2} \quad (1.16)$$

$$\alpha = 27^\circ$$

Знайдемо радіуси півосей еліпса, задаючи імовірність попадання координати центру навантаження в еліпс 0,95:

$$P(\lambda) = 1 - e^{-\lambda * \lambda} \quad (1.17)$$

$$R_x = \sqrt{2} * \lambda * \delta_x \quad (1.18)$$

$$R_y = \sqrt{2} * \lambda * \delta_y \quad (1.19)$$

$$\lambda = 1,73$$

$$R_x = 0,4 \text{ м}$$

$$R_y = 0,35 \text{ м}$$

Побудуємо зону розсіювання ЦЕН на генплані підприємства (дод.Г).

					MP3.8.141.209 ПЗ	Лист
Змін	Лист	№ докум	Підпис	Дата		32

Як бачимо, ЦЕН змінюється в часі та на генплані підприємства описує фігуру, яку можна представити у вигляді еліпса.

1.5 Вибір кількості та потужності трансформаторів живлячої підстанції

При виборі числа і потужності силових трансформаторів важливими критеріями є надійність електропостачання, використання і витрати кольорового металу та використовувана трансформаторна потужність.

Число трансформаторів визначається за вимогами надійності електропостачання.

Вибір потужності трансформаторів відбувається виходячи з:

розрахункового навантаження об'єкта електропостачання;

числа годин використання максимуму навантаження;

темпів збільшення навантаження;

вартісті електроенергії;

допустимого перенавантаження трансформаторів і їх економічного завантаження.

Для вибору потужності цехових ТП необхідно знати середню розрахункову потужність за максимально завантаженою зміну.

Відповідно п.11.20 [6]ДСТУ-Н БВ.2.5-80:2015 для трансформаторів цехових підстанцій з навантаженням III категорії з можливістю використання централізованого резерву трансформаторів коефіцієнт завантаження трансформаторів становить 0,9-0,95.

Користуючись даними таблиці 1.6 знайдемо потужність необхідних трансформаторів за формулою:

					МПЗ.8.141.209 ПЗ	Лист
Змін	Лист	№ докум	Підпис	Дата		33

$$S_{\text{ном.т}} \geq S_{\text{ном.т.р}} = \frac{P_p}{N\beta_T}, \text{кВА} \quad (1.20)$$

$S_{\text{ном.т.р}}$ - розрахункове значення;

P_p - сумарне активне навантаження;

β_T - коефіцієнт завантаження трансформатора;

N - кількість трансформаторів.

$$S_{\text{ном.т.р}} = \frac{258,7}{0,9} = 287,4, \text{кВА}$$

Для даного випадку використовуємо однострансформаторну ТП, повна потужність якого становить 400кВА.

$$S_{\text{ном.т.р}} = \frac{529}{0,9} = 587,7, \text{кВА}$$

Для даного випадку використовуємо однострансформаторну ТП, повна потужність якого становить 630кВА.

1.6 Розрахунок параметрів конденсаторних установок для компенсації реактивної потужності

Реактивний струм додатково навантажує лінії електропередачі, що призводить до збільшення перерізів проводів і кабелів і відповідно до збільшення капітальних витрат на зовнішні і внутрішні мережі.

Реактивна потужність разом з активною потужністю враховується постачальником електроенергії, а отже, підлягає оплаті по тарифах, що діють, тому складає значну частину рахунку за електроенергію.

Найбільш дієвим і ефективним способом зниження споживаної з мережі реактивної потужності є застосування установок компенсації реактивної потужності . Приєднання до мережі компенсуючого пристрою КП зменшуює

					MP3.8.141.209 ПЗ	Лист
Змін	Лист	№ докум	Підпис	Дата		34

втрати потужності і напруги. На практиці коефіцієнт потужності після компенсації знаходиться в межах від 0,93 до 0,99.

Для визначення необхідної потужності компенсуючого пристрою використовуємо формулу :

$$Q_{к.п.} = Q_p - Q_T, \text{ квар} \quad (1.21)$$

Q_p - розрахункова реактивна потужність;

Q_T - реактивна потужність, яка передається від джерела в мережу;

При $Q_{к.п.} \leq 0$ встановлювати компенсатори напругою до 0,4 кВ не потрібно.

$$Q_T = \sqrt{N\beta_T S_{ном.Т}^2 - P_p^2}, \text{ квар} \quad (1.22)$$

При відємному значенні Q_T , приймають $Q_T = 0$.

Дані беремо з таблиці 1.6.

За формулою 1.22:

$$Q_T = \sqrt{0,9 * 400^2 - 258,7^2} = 278 \text{ квар}$$

За формулою 1.21:

$$Q_{к.п.} = 185,35 - 278 = -92,65, \text{ квар}$$

$Q_{к.п.} < 0$, встановлювати компенсатори напругою до 0,4 кВ не потрібно.

За формулою 1.22:

$$Q_T = \sqrt{0,9 * 630^2 - 529^2} = 278 \text{ квар}$$

За формулою 1.21:

$$Q_{к.п.} = 421,2 - 278 = 143,2 \text{ квар}$$

Обираємо компенсатори найближчого номінального значення: УКРП-0,4-150-10УЗ.

1.7 Вибір перерізу провідників

Струмопровідні частини електрообладнання апаратів та розподільчих пристроїв промислових підприємств повинні тривало видержувати робочі струми без надмірного підвищення температури, протистояти короткочасній дії струмів короткого замикання, задовольняти вимогам економічної роботи електрообладнання. Кількість тепла, яка виділяється у проводах при протіканні струму, у першому приближенні пропорційна квадрату цього струму (за законом Джоуля-Ленца $Q = I^2 \cdot Rt$). В свою чергу величина струму залежить від розрахункових навантажень електрообладнання.

1.7.1. Вибір перерізу провідників живлячої мережі напругою понад 1 кВ

Для ТП за нормальним режимом:

$$I_{норм} = I_{ном.т} = \frac{S_{ном.т}}{\sqrt{3}U_{ном.т}}, \text{ А.} \quad (1.23)$$

$S_{ном.т}$ - номінальна потужність трансформатора, кВА;

$U_{ном.т}$ - номінальна первинна напруга трансформатора, кВ.

Економічно вигідний переріз:

$$S_{ек} = \frac{I_{норм}}{J_{ек}}, \text{ мм}^2 \quad (1.24)$$

$I_{норм}$ - струм нормального режиму, А;

$J_{ек}$ - нормоване значення економічно вигідної густини струму, А/мм²;

					<i>МР3.8.141.209 ПЗ</i>	Лист
						36
Змін	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

Отриманий переріз округляється до найближчого більшого або меншого стандартного перерізу.

$$S_{\text{мін}} = \frac{I_{\text{п}(0)}\sqrt{t}}{C}, \text{мм}^2 \quad (1.25)$$

t-дійсний час вимикання КЗ, приймаємо 0,6 с.

C-температурний коефіцієнт, приймаємо $94\text{Ас}^{1/2}/\text{мм}^2$

$$I_{\text{п}(0)} = \frac{U_{\text{ном.сер}}}{\sqrt{3}\sqrt{R_{1\Sigma}^2 + X_{1\Sigma}^2}} \quad (1.26)$$

$U_{\text{ном.сер}}$ - середня номінальна напруга ступеня мережі, В;

$R_{1\Sigma}, X_{1\Sigma}$ - сумарні активні і індуктивні опори прямої послідовності відповідно, МОм.

Для ТП-400кВА:

$$I_{\text{норм}} = \frac{400}{\sqrt{3} * 0,4} = 37, \text{кА.}$$

$$S_{\text{ек}} = \frac{37}{1,1} = 33, \text{мм}^2$$

$$I_{\text{п}(0)} = \frac{400000}{\sqrt{3} * 54} = 4300\text{А}$$

$$S_{\text{мін}} = \frac{4300\sqrt{0,6}}{94} = 80 \text{мм}^2$$

Обираємо найближчий більший переріз кабелю 95мм^2

Для ТП-630кВА:

					<i>MP3.8.141.209 ПЗ</i>	Лист
						37
Змін	Лист	№ докум	Підпис	Дата		

$$I_{\text{норм}} = \frac{400}{\sqrt{3} * 0,4} = 36,4, \text{ кА.}$$

$$S_{\text{ек}} = \frac{37}{1,1} = 26, \text{ мм}^2$$

$$I_{\text{п(0)}} = \frac{400000}{\sqrt{3} * 42} = 6000 \text{ А}$$

$$S_{\text{мін}} = \frac{4300\sqrt{0,6}}{94} = 28,5 \text{ мм}^2$$

Обираємо найближчий більший переріз кабелю 35 мм².

1.7.2 Вибір перерізу провідників живлячої мережі напругою до 1 кВ

Умови вибору провідників:

$$1. I'_{\text{доп}} \geq I_{\text{р.1}} \quad (1.27)$$

$I'_{\text{доп}}$ – допустимий тривалий струм для проводів.

$I_{\text{р.1}}$ – розрахунковий струм

$$2. \Delta U_{\text{пр}} = \frac{p_{\text{р}}R_{\text{пр}} + q_{\text{р}}X_{\text{пр}}}{10U_{\text{ном}}^2} \% \quad (1.28)$$

$\Delta U_{\text{пр}}$ – втрата напруги в КЛ;

Втрата напруги повинна становити не більше 5%.

$p_{\text{р}} \cdot q_{\text{р}}$ – розрахункове активне і реактивне навантаження відповідно, Ом;

$R_{\text{пр}} X_{\text{пр}}$ – активний і реактивний опір проводу відповідно, Ом;

$U_{\text{ном}}$ – номінальна напруга мережі, В;

$$R_{\text{пр}} = r_{\text{п}} l_{\text{пр}}, \text{ Ом.}$$

$$X_{\text{пр}} = x_{\text{п}} l_{\text{пр}}, \text{ Ом.}$$

r_{Π}, X_{Π} - активний і реактивний опір провідників, мОм.

$$3. I'_{\text{доп}} \geq I_{\text{ф}} \quad (1.29)$$

$I_{\text{ф}}$ - струм у форсованому режимі, А.

Для проводів напругою до 1кВ, з урахуванням навколишнього середовища та способу прокладки :

$$I'_{\text{доп}} = K_{\text{сер}} K_{\text{пр}} K_{\text{попр}} I_{\text{норм}}, \text{ А.} \quad (1.30)$$

$K_{\text{попр}} = 0,92$ - поправковий коефіцієнт для чотирьохжильних кабелів з пластмасовою ізоляцією.

$K_{\text{пр}} = 1$ - для кабелів прокладених у повітрі або поза цехом, за будь-якої кількості.

$K_{\text{пр}} = 0,92$ - для кабелів прокладених у землі та тунелях.

Таблиця 1.9 – Типи кабелю у відповідності до розрахункових струмів

№	Тип кабелю	$I_{\text{р.А}}$
Кб ₂	АВВГ 3х2,5+1х1,5	8
Кб ₃	АВВГ 3х2,5+1х1,6	14
Кб ₄	АВВГ 3х4+1х2,5	20
Кб ₅	АВВГ 3х16+1х10	42,52
Кб ₆	АВВГ 3х150+1х50	263
Кб ₇	АВВГ 3х35+1х16	66,13
Кб ₈	АВВГ 3х50+1х35	106
Кб ₉	АВВГ 3х10+1х6	32

Продовження таблиці 1.9

Кб ₁₀	АВВГ 3х6+1х4	24
Кб ₁₁	АВВГ 3х2,5+1х1,6	16
Кб ₁₂	АВВГ 3х2,5+1х1,6	8
Кб ₁₄	ВБШВ 3х185+1х10	380
Кб ₁₅	ВБШВ 3х185+1х10	380
Кб ₁₆	АВВГ 3х150+1х50	175
Кб ₁₇	АВВГ 3х70+1х25	97
Кб ₁₈	АВВГ 3х150+1х50	252

Повна порівняльна таблиця для вибору типу кабелю знаходиться в додатку З.

Таблиця 1.10 – Результати розрахунків для кабелів низької і високої напруги

№	Тип кабелю	I _{роз,А}	Довжина кабеля	I _{доп,А}	ΔU,В
Кб ₁	АС 3х95+1х35	35,7	1200	255	0
Кб ₂	АВВГ 3х2,5+1х1,5	8	20	15	0,47
Кб ₃	АВВГ 3х2,5+1х1,6	14	20	15	0,47
Кб ₄	АВВГ 3х4+1х2,5	20	50	21	0,15
Кб ₅	АВВГ 3х16+1х10	42,5	30	55	0,55
Кб ₆	АВВГ 3х150+1х50	263	20	335	0,46

Змін	Лист	№ докум	Підпис	Дата

Продовження таблиці 1.10

Кб ₇	АВВГ 3x35+1x16	66,1	60	90	1,53
Кб ₈	АВВГ 3x50+1x35	106	80	120	1,17
Кб ₉	АВВГ 3x10+1x6	32	30	37	0,26
Кб ₁₀	АВВГ 3x6+1x4	24	20	27	0,22
Кб ₁₁	АВВГ 3x2,5+1x1,6	16	20	19	0,52
Кб ₁₂	АВВГ 3x2,5+1x1,6	8	20	15	0,52
Кб ₁₃	АС 3x35+1x16	34,7	1000	115	0
Кб ₁₄	ВБШВ 3x185+1x10	380	45	500	0,90
Кб ₁₅	ВБШВ 3x185+1x10	380	45	500	0,90
Кб ₁₆	АВВГ 3x150+1x50	175	40	235	0,29
Кб ₁₇	АВВГ 3x70+1x25	97	30	140	0,65
Кб ₁₈	АВВГ 3x150+1x50	252	30	335	0,21

Остаточно переріз вибирається після перевірки на відповідність захисному апарату.

1.8. Розрахунок струмів трифазних КЗ в мережі напругою до 1кВ.

Для вибору апаратури захисту, перевірки селективності їх дії, визначають максимальний струм трифазного металевого КЗ. При цьому перехідні опори дуги не враховуються.

Для перевірки чутливості захистів визначають мінімальний струм КЗ, при цьому враховують усі перехідні опори контактів (рубильників, автоматів,

уставних контактів, болтових з'єднань) і опір дуги в місці пошкодження, шляхом введення в схему заміщення активного опору.

При розрахунках струмів КЗ напругою до 1кВ допускається:

1. Застосовувати спрощені методи розрахунків, за умови що їхня погрішність не перевищує 10%;
2. Максимально спрощувати схему мережі до КЗ;
3. Не враховувати струми намагнічування трансформаторів;
4. Не враховувати насичення магнітних систем електричних машин;
5. Приймати коефіцієнти трансформації трансформаторів, що дорівнюють відношенню середніх номінальних напруг тих ступенів мережі, які зв'язують трансформатори.
6. Початкове діюче значення періодичної складової струму КЗ можна вважати незмінним.

Розрахунки доцільно проводити в іменованих одиницях.

Для розрахунку струмів КЗ потрібно скласти схему заміщення за розрахунковою схемою і вибрати точки КЗ. Схема заміщення та місця розрахунків струмів КЗ наведені в додаку Є.

Початкове діюче значення періодичної складової струму трифазного КЗ $I_{п(0)}$:

$$I_{п(0)} = \frac{U_{ном.сер}}{\sqrt{3} \sqrt{R_{1\Sigma}^2 + X_{1\Sigma}^2}}, \text{ кА} \quad (1.31)$$

$U_{ном.сер}$ - середня номінальна напруга ступеня мережі, В;

$R_{1\Sigma}, X_{1\Sigma}$ - сумарні активні і індуктивні опори прямої послідовності відповідно, мОм.

Для розрахунку струмів трифазного КЗ застосовуємо формулу:

$$I_{\text{кз}} = \frac{U_{\text{ном.сер}}}{\sqrt{3} \sqrt{R_{\Sigma}^2 + X_{\Sigma}^2}}, \text{кА} \quad (1.32)$$

Значення індуктивного опору (X_c , мОм) приведенного на НН:

$$X_c = \frac{U_{\text{ном.серНН}}^2}{\sqrt{3} I_{\text{п(0)}} U_{\text{ном.серВН}}}, \text{мОм} \quad (1.33)$$

$U_{\text{ном.серНН}}$ - середня номінальна напруга мережі НН,В;

$U_{\text{ном.серВН}}$ - середня номінальна напруга мережі ВН,В;

Активний опір прямої послідовності трансформатора, мОм.

$$R_T = \frac{P_{\text{к.ном}} U_{\text{ном.НН}}^2}{S_{\text{ном.т}}^2} 10^6, \text{ мОм} \quad (1.34)$$

Активний опір прямої послідовності трансформатора, мОм.

$$X_T = \sqrt{u_K^2 - \left(\frac{100 P_{\text{к.ном}}}{S_{\text{ном.т}}} \right)^2} \frac{U_{\text{ном.НН}}^2}{S_{\text{ном.т}}} 10^4, \text{ мОм} \quad (1.35)$$

$P_{\text{к.ном}}$ - номінальні втрати КЗ в трансформаторі,кВА;

$U_{\text{ном.НН}}$ - номінальна напруга обмотки НН трансформатора, кВ;

$S_{\text{к}}$ - номінальна потужність трансформатора, кВА.

Розрахунки :

Для ТП-400кВА:

Для точки К1:

$$X_{c1} = 2 \text{ мОм}$$

$$R_{T1} = 9,7 \text{ мОм}$$

$$X_{T1} = 27,2 \text{ мОм}$$

$$R_{K61} = 0,8329 * 1200 * \frac{400}{10500} = 15 \text{ мОм}$$

$$X_{K61} = 0,08 \text{ мОм}$$

$$R_1 = R_{K61} + R_{T1} + R_{QS1} = 24,9 \text{ мОм}$$

$$X_1 = X_{K61} + X_{1T} = 29,28 \text{ мОм}$$

$$I_{k1} = 3,88 \text{ кА}$$

Для точки К2:

$$R_2 = R_1 + R_a + R_{TA1} + R_1 = 26,43 \text{ мОм}$$

$$X_a = 0,1 \text{ мОм}$$

$$X_{TA1} = 0,67 \text{ мОм}$$

$$X_2 = X_1 + X_a + X_{TA1} = 30,06 \text{ мОм}$$

$$I_{k2} = 3,14 \text{ кА}$$

$$I_{k3} = 3,5 \text{ кА}$$

$$I_{k4} = 2,47 \text{ кА}$$

$$I_{k5} = 2,3 \text{ кА}$$

$$I_{k6} = 2,51 \text{ кА}$$

$$I_{k7} = 2,71 \text{ кА}$$

					<i>MP3.8.141.209 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Змін</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		44

Для ТП-630:

Для точки К8:

$$X_{c2} = 2 \text{ мОм}$$

$$R_{T2} = 9,7 \text{ мОм}$$

$$X_{T2} = 27,2 \text{ мОм}$$

$$R_{K613} = 0,8329 * 1200 * \frac{400}{10500} = 15 \text{ мОм}$$

$$X_{K613} = 0,08 \text{ мОм}$$

$$R_2 = R_{K613} + R_T + R_{QS2} = 24,9 \text{ мОм}$$

$$X_2 = X_{K613} + X_T = 29,28 \text{ мОм}$$

$$I_{K8} = 5,61 \text{ кА}$$

Для точки К9:

$$R_2 = R_1 + R_a + R_{TA1} + R_1 = 26,43 \text{ мОм}$$

$$X_a = 0,1 \text{ мОм}$$

$$X_{TA1} = 0,67 \text{ мОм}$$

$$X_2 = X_1 + X_a + X_{TA1} = 30,06 \text{ мОм}$$

$$I_{K9} = 4,17 \text{ кА}$$

$$I_{K10} = 3,05 \text{ кА}$$

$$I_{K11} = 3,08 \text{ кА}$$

$$I_{K12} = 30,8 \text{ кА}$$

Отримані дані занесимо в таблицю 1.11.

					<i>MP3.8.141.209 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
						45
<i>Змін</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Таблиця 1.11- Струми трифазного короткого замикання.

№	І _{кЗКА}
К ₁	3,88
К ₂	3,14
К ₃	3,5
К ₄	2,47
К ₅	2,3
К ₆	2,51
К ₇	2,71
К ₈	5,61
К ₉	4,17
К ₁₀	3,05
К ₁₁	3,08
К ₁₂	3,08

1.9 Розрахунок струмів однофазних КЗ в мережі напругою до 1кВ.

Однофазні струми КЗ розраховують для перевірки надійності вимикання лінії в разі пробою ізоляції та появи на корпусі устаткування потенціалу, величина якого небезпечна для життя.

За умовою $X_c < 0,1X_T$ формула для розрахунку має наступний вигляд:

$$I_K^{(1)} = \frac{U_\phi}{\frac{Z_T^{(1)}}{3} + Z_{пт}} \quad (1.36)$$

U_ϕ - фазна напруга мережі, В;

$Z_{пт}$ - повний опір петлі фаза – нуль, від трансформатора до точки КЗ.

										Лист
Змін	Лист	№ докум	Підпис	Дата						46

$Z_T^{(1)}$ - повний опір понижувального трансформатора струмам однофазного КЗ, значення якого залежить від потужності та схеми з'єднання трансформаторів.

$$Z_{пт} = \sum_{i=1}^n z_{п.пт.i} l_i$$

$z_{п.пт.i}$ - питомий опір петлі фаза-нуль кожної наступної ділянки від трансформатора до точки КЗ в мОм/м;

l_i - довжина ділянки, м.

Вихідні дані для розрахунків однофазних КЗ беремо з таблиц 1.10. Схема заміщення та місця розрахунків струмів КЗ наведені в додаку Ж.

Розрахуємо однофазне КЗ для обраних точок і трансформаторів зі схемою з'єднання трикутник-зірка з нейтраллю.

$$Z_{к2}^{(1)} = 54 \text{ мОм}$$

$$I_{к1}^{(1)} = \frac{220}{\frac{54}{3}} = 22,22 \text{ кА}$$

$$Z_{к8}^{(1)} = 42 \text{ мОм}$$

$$I_{к7}^{(1)} = 15,71 \text{ кА}$$

$$I_{к2}^{(1)} = 1,17 \text{ кА}$$

$$I_{к3}^{(1)} = 2,65 \text{ кА}$$

$$I_{к4}^{(1)} = 12,74 \text{ кА}$$

$$I_{к5}^{(1)} = 2,75 \text{ кА}$$

$$I_{к6}^{(1)} = 1,27 \text{ кА}$$

Змін	Лист	№ докум	Підпис	Дата

$$I_{к8}^{(1)} = 3,33 \text{ кА}$$

$$I_{к9}^{(1)} = 4,98 \text{ кА}$$

$$I_{к10}^{(1)} = 4,98 \text{ кА}$$

Отримані дані занесимо в таблицю 1.12.

Таблиця 1.12- Однофазні струми КЗ.

№	$I_{кзкА}$
К ₁	22,22
К ₂	1,17
К ₃	2,65
К ₄	12,74
К ₅	2,75
К ₆	15,71
К ₇	1,27
К ₈	3,33
К ₉	4,98
К ₁₀	4,98

1.10 Вибір автоматичних вимикачів з боку низької напруги силових трансформаторів

Автоматичні вимикачі вибирають так, щоб номінальний струм головного кола вимикача $I_{а.ном.}$ та номінальний струм його теплових і електромагнітних розчеплювачів $I_{р.ном.}$ були не меншими від тривалого робочого струму $I_{тр.роб}$ ділянки мережі, яку вони захищають. Номінальна напруга вимикача повинна бути не меншою напруги мережі $U_{м.ном.}$, в якій він буде працювати.

1. За номіальною напругою автомата:

$$U_{\text{ном.а}} \geq U_{\text{ном.м}}$$

2. За номіальним струмом автомата:

$$I_{\text{ном.а}} \geq I_{\phi}$$

3. За номіальним струмом розчеплювача:

$$I_{\text{ном.р}} \geq I_{\phi}$$

4. За номіальним струмом автомата та його розчеплювачів:

$$I_{\text{ном.а}} \geq I_{\text{ном.р}}$$

5. За номіальним струмом теплового розчеплювача:

$$I_{\text{с.п}} \geq 1,1I_{\phi}$$

6. За умовою відстрочки від пікових струмів:

$$I_{\text{с.в}} \geq (6 - 10)I_{\text{ном.т}}$$

7. За номіальним струмом вмикання автомата:

$$I_{\text{ном.в.а}} \geq I_{\text{п.о}}$$

8. За умовою чутливості:

$$I_{\text{ном.а}} \geq 1,25I_{\text{ном.м}}$$

Умови вибору лінійного автомату:

1. За номіальною напругою:

$$U_{\text{ном.а}} \geq U_{\text{ном.м}}$$

2. За номіальним струмом автомата:

$$I_{\text{ном.а}} \geq I_{\text{р}}$$

3. За номіальним струмом розчеплювача:

$$I_{\text{ном.р}} \geq I_{\text{р}}$$

4. За номінальним струмом автомата та його розчеплювачів:

$$I_{\text{ном.а}} \geq I_{\text{ном.р}}$$

5. За номінальним струмом теплового розчеплювача:

$$I_{\text{с.п}} \geq 1,1I_{\text{р}}$$

6. За умовою відстрочки від пікових струмів:

$$I_{\text{с.в}} \geq (6 - 10)I_{\text{пик}}$$

7. За номінальним струмом вмикання автомата:

$$I_{\text{ном.в.а}} \geq I_{\text{п.о}}$$

8. За умовою чутливості:

$$I_{\text{ном.а}} \geq 1,25I_{\text{ном.м}}$$

Дані для перевірки і умови їх виконання наведенні в додатку И.

Таблиця 1.13- Автомати для захисту низьковольтного обладнання.

$I_{\text{розр, А}}$	Тип шафи	Призначення автомата	Автомат	$I_{\text{автомата, А}}$	$U, В$	$I_{\text{ф, А}}$	$I_{\text{пра, А}}$
607,74	ШНВ-2У3	Вводу	ВА55-41	1000	380	850,832	1000
20	ШНЛ-4У3	Лінійний	A3720	250	660	20	80
42,5	ШНЛ-4У3	Лінійний	A3720	250	660	42,5	80
263	ШНЛ-4У3	Лінійний	ВА52-39	630	660	263	320
66,1	ШНЛ-4У3	Лінійний	ВА52-35	250	660	66,1	80
98	ШНЛ-4У3	Лінійний	ВА52-35	250	660	98	100
957,19	ШНВ-3У3	Вводу	ВА55-41	1600	380	1340,06	1600
379,82	ШНЛ-4У3	Лінійний	ВА52-39	630	660	379,82	400
379,82	ШНЛ-4У3	Лінійний	ВА52-39	630	660	379,82	400
250	ШНЛ-4У3	Лінійний	ВА52-39	630	660	250	250

MP3.8.141.209 ПЗ

Лист

50

Змін	Лист	№ докум	Підпис	Дата
------	------	---------	--------	------

Розділ 2 Науково-дослідна частина

2.1 Моделювання в програмному комплексі MATLAB – Simulink – SimPowerSystems

Моделювання – це заміщення досліджуваного об'єкта (оригіналу) умовним чином, описом або іншим об'єктом, що має назву моделі і забезпечує адекватну з оригіналом поведінку в рамках деяких припущень і прийнятних похибок. Моделювання зазвичай виконується з метою пізнання властивостей оригіналу, шляхом дослідження його моделі, а не самого об'єкта. Зрозуміло, що моделювання виправдано в тому випадку, коли воно простіше створення самого оригіналу або коли останній з якихось причин краще взагалі не створювати.

Реальна користь від моделювання може бути отримана при виконанні двох головних умов:

- модель повинна бути адекватною оригіналу в тому сенсі, що повинна з достатньою точністю відображати цікавість дослідника, характеристики оригіналу;
- модель повинна усувати проблеми, пов'язані з фізичним вимірюванням якихось сигналів або характеристик оригіналу.

2.2 Побудова моделі: джерело-конденсаторна батарея-навантаження.

Для побудови моделі джерело-конденсаторна батарея-навантаження на базі версії MATLAB R20218a необхідно виконати дії в послідовності, що наведена далі.

Після запуску MATLAB в основному вікні за допомогою опції Simulink (рис.2.1) слід викликати браузер бібліотеки SimulinkLibraryBrowser (рис. 2.2).

					<i>MP3.8.141.209 ПЗ</i>			
<i>Змін</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб</i>	<i>Рибкін</i>				Проектування та моделювання системи електропостачання комбікормового заводу	<i>Стадія</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Перевірів</i>	<i>Василега</i>					<i>p</i>	51	91
<i>Н. Контр.</i>	<i>Нікіфоров</i>					ЕТ.мз-91с, СумДУ		
<i>Затвердив</i>	<i>Лебединський</i>							

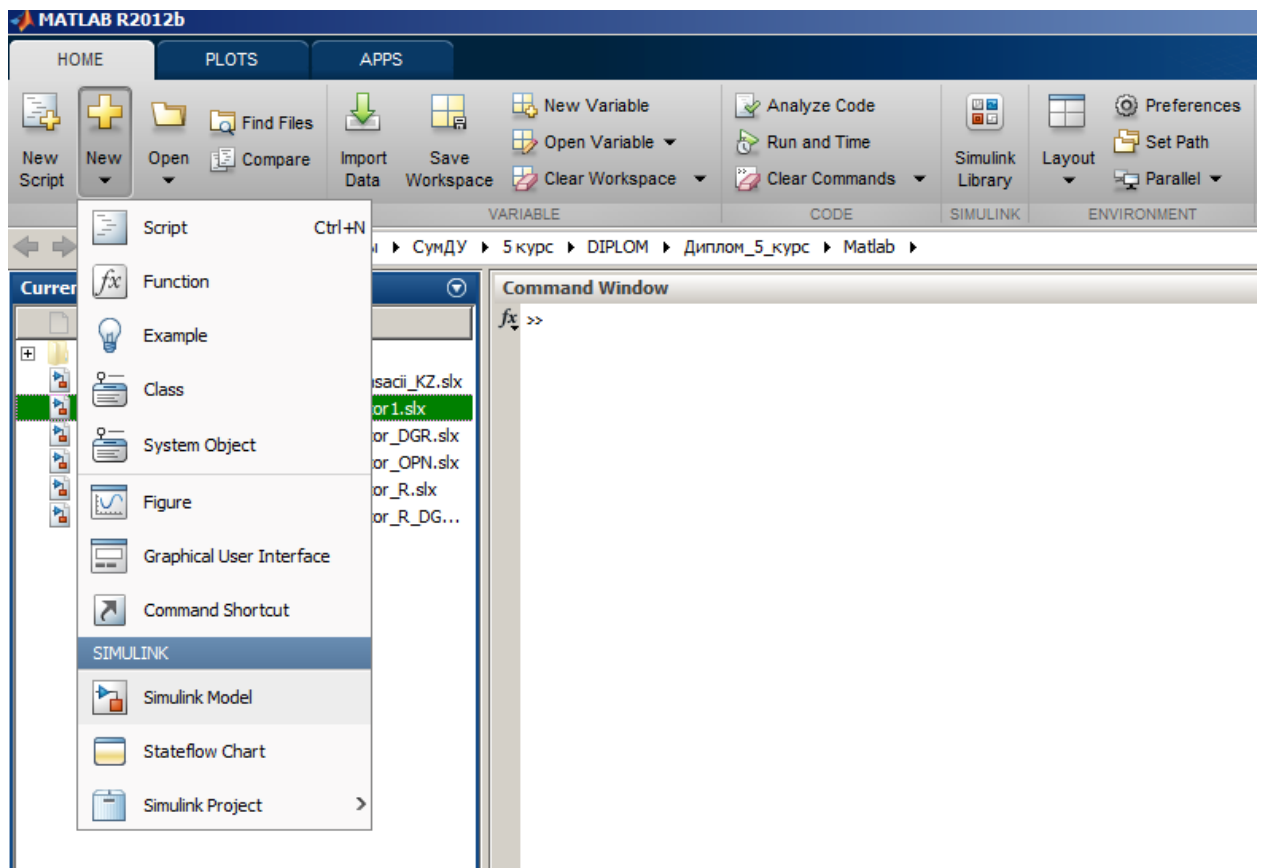


Рисунок 2.1 – Основне вікно MATLAB

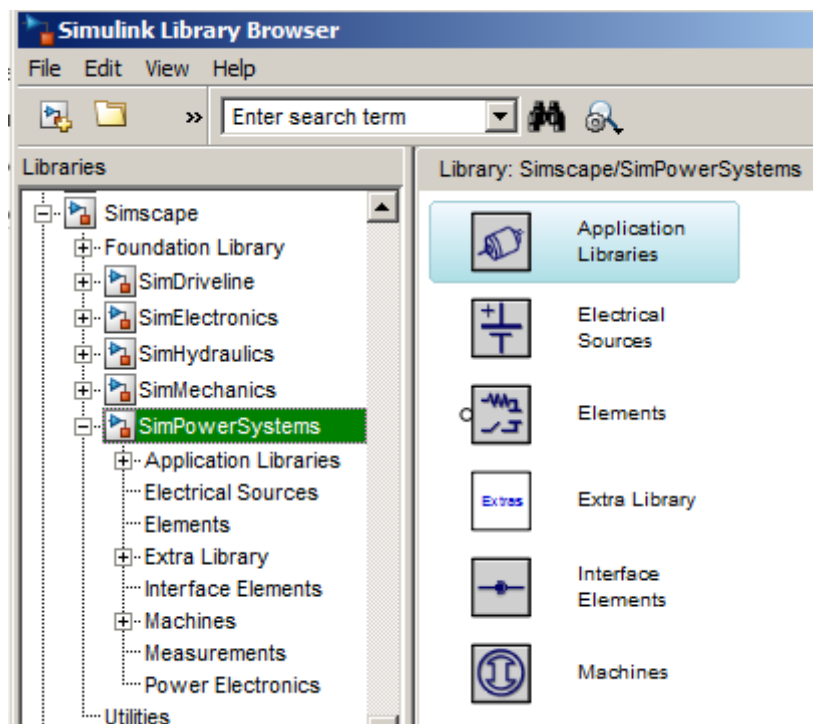


Рисунок 2.2 – Основне вікно Simulink Library Browser

В основному вікні SimulinkLibraryBrowser відкриваємо новий документ за допомогою опції NewModel і розділ бібліотеки SimPowerSystems.

Для побудови моделі вносимо наступні елементи і налаштовуємо входні параметри:

- 1) Three-Phase Source (трифазне джерело змінної синусоїдальної напруги)

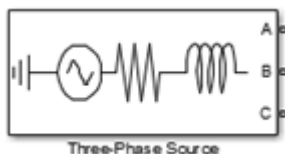


Рисунок 2.3 - Трифазне джерело змінної синусоїдальної напруги

Налаштування показані на рис. 2.4

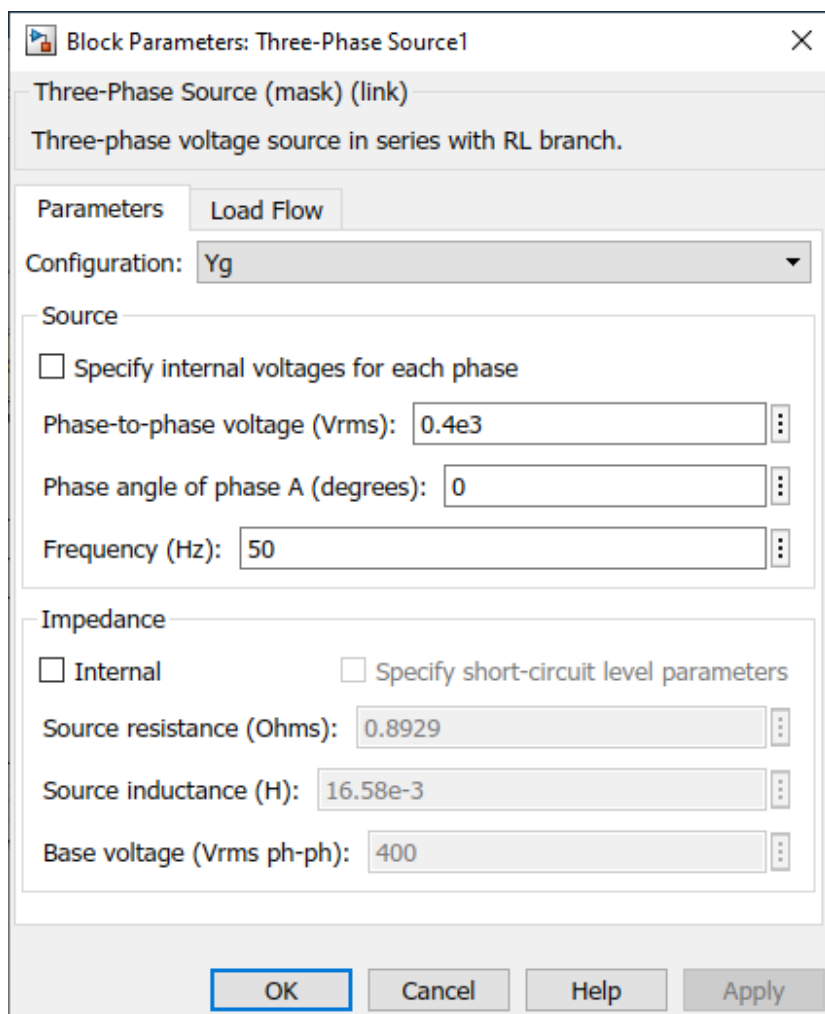


Рисунок 2.4 – Налаштування блоку

До параметрів належать такі величини:

Phase-to-phase rms voltage (V) – дійсне значення лінійної напруги у вольтгах;

Phase angle of phase A (degrees) – початкова фаза напруги фази A у градусах;

Frequency (Hz) – частота джерела у Гц;

Internal connection – з'єднання фаз джерела, значення параметра вибираємо зі списку:

Y – зірка;

Yn – зірка з нульовим проводом;

Yg – зірка з заземленою нейтраллю.

Specify impedance using short-circuit level – задання власного повного опору джерела, використовуючи параметри короткого замикання;

3-Phase short-circuit level at base voltage (VA) – потужність короткого замикання при базових значеннях напруги у ВА ;

Base voltage (Vrms ph-ph) – дійсне значення лінійної базової напруги;

X/R ratio – відношення індуктивного і активного опору.

Відповідно рис. 2.4 були внесено наступні налаштування:

- Фазна напруга – 400 В;

- Частота – 50 Гц;

- Активне навантаження – 640 кВт.

2) Three-Phase Series RLC Load (трифазне послідовне RLC-навантаження)

					MP3.8.141.209 ПЗ	Лист
Змін	Лист	№ докум	Підпис	Дата		54



Рисунок 2.5 – Блок трифазного послідовного навантаження

Налаштування блоку показано на рис. 2.6

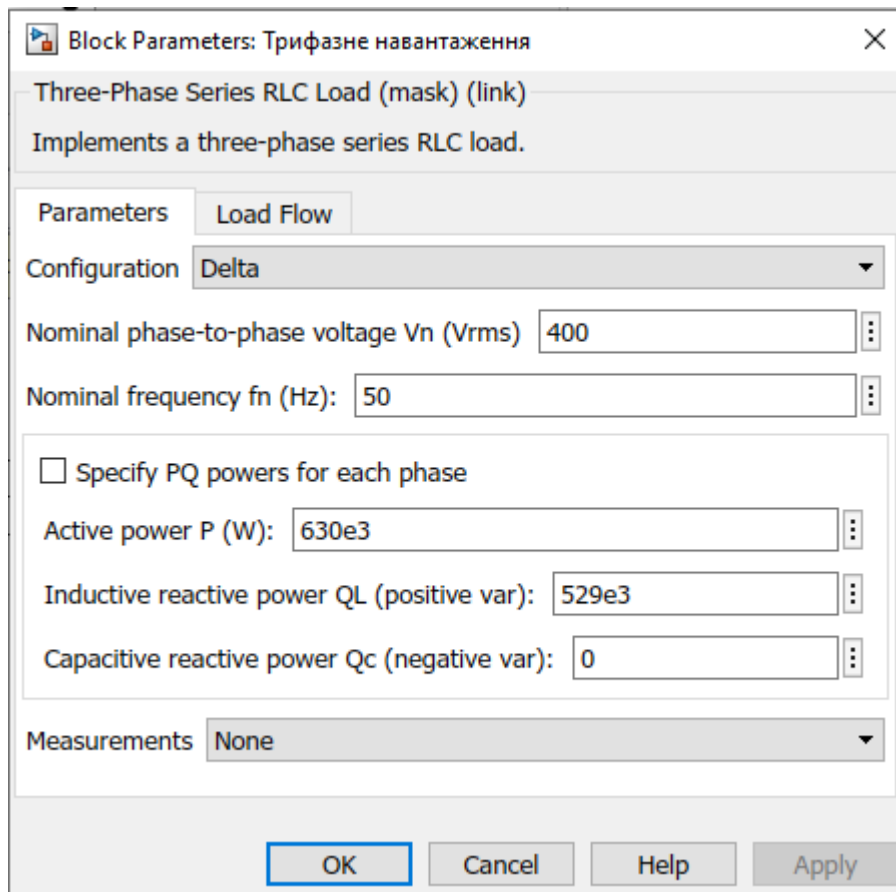


Рисунок 2.6 – Налаштування трифазного послідовного навантаження

У ньому задаються такі параметри:

Configuration – з'єднання:

Y (grounded) – зірка з заземленою нейтраллю;

Y (floating) – зірка без нульового проводу;

Y (neutral) – зірка з нульовим проводом;

Delta – трикутник.

Nominal phase-phase voltage V_n (V_{rms}) – номінальна лінійна напруга у Вольтах;

Nominal frequency (Hz) – номінальна частота у Гц;

Active power P (W) – активна потужність на три фази у Вт;

Inductive reactive power Q_L (positive var) – реактивна потужність індуктивності на три фази у ВАр;

Capacitive reactive power Q_C (negative var) – реактивна потужність ємності на три фази у ВАр.

Відповідно рис. 2.6 були внесено наступні налаштування:

- Фазна напруга – 400 В;
- Частота – 50 Гц;
- Активне навантаження – 630 кВт.
- Реактивне індуктивне навантаження – 529 кВАр.
- Реактивне ємнісне навантаження – 0 кВАр.

3) Three-Phase V-I Measurement (трифазний вимірювач)

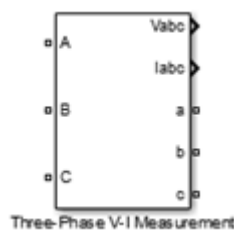


Рисунок 2.7 – Блок трифазного вимірювача

Даний блок призначений для вимірювання струму та напруги.

4) Scope(осцилограф)



Рисунок 2.8 – Блок трифазного вимірювача

Даний блок призначений для зображення сигналу на вході в блок.

5) Power (3ph, Instantaneous) (Вимірювач потужності)

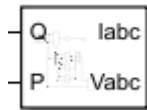


Рисунок 2.9 – Вимірювач потужності

Даний блок призначений для розрахунку ативної та реактивної потужності. На вході в блок подається напруга та струм, на виході потужність.

6) Three-Phase Breaker (Трифазний вимикач)

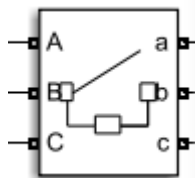


Рисунок 2.10 – Трифазний вимикач

Даний блок призначений для комутації. Можлива автоматична робота (за допомогою змінної і окремим блоком)

7) Parallel RC Load (навантаження у вигляді опора та конденсатора паралельного з'єднання)

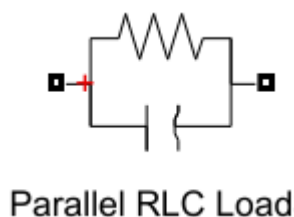


Рисунок 2.11 - Навантаження у вигляді опора та конденсатора паралельного з'єднання

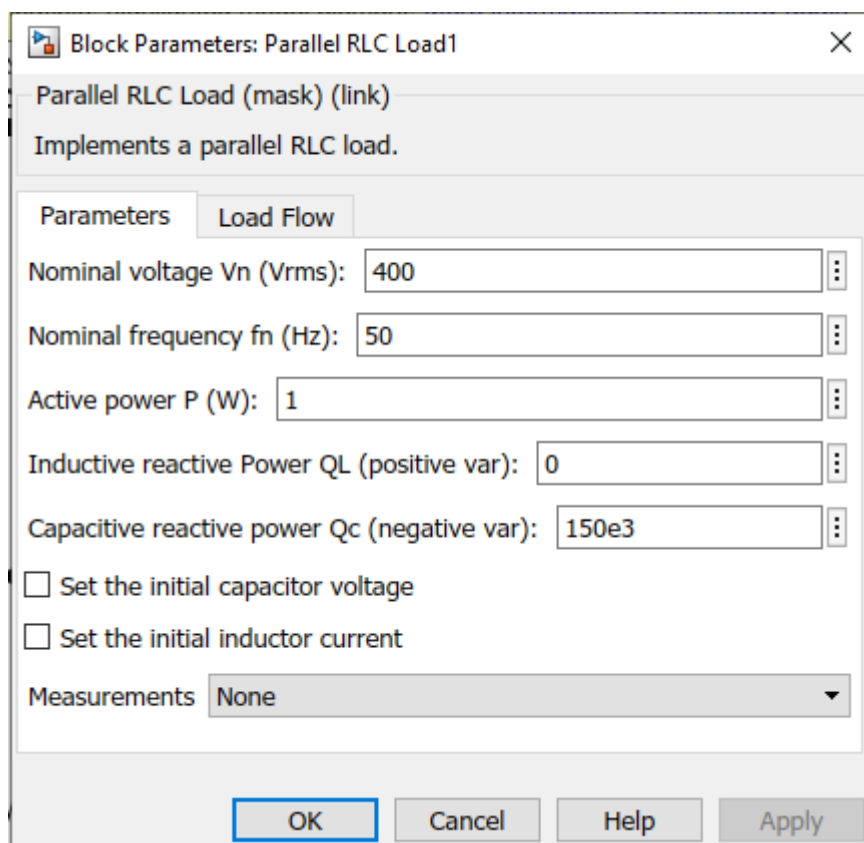


Рисунок 2.12 – Налаштування блоку

Відповідно рис. 2.12 були внесено наступні налаштування:

- Фазна напруга – 400 В;
- Частота – 50 Гц;
- Активне навантаження – 1 кВт.
- Реактивне індуктивне навантаження – 0 кВАр.
- Реактивне ємнісне навантаження – 150 кВАр.

В даному блоку наявний резистор, який необхідний для розрядки конденсаторів після вимкнення конденсаторних батарей від мережі.

Слід зазначити, що у вікні блоку Display відображуються миттєві значення напруги. Для відображення параметрів, що встановилися, необхідно подвійним натисканням на графічне зображення блоку Powergui викликати вікно параметрів цього блоку. У вікні, що відкрилося, обрати опцію Steady-State Voltages and Currents (рис. 2.13). Після виконання зазначеної дії відкриється вікно, у якому відображаються параметри напруги, що встановилися на кожному елементі.

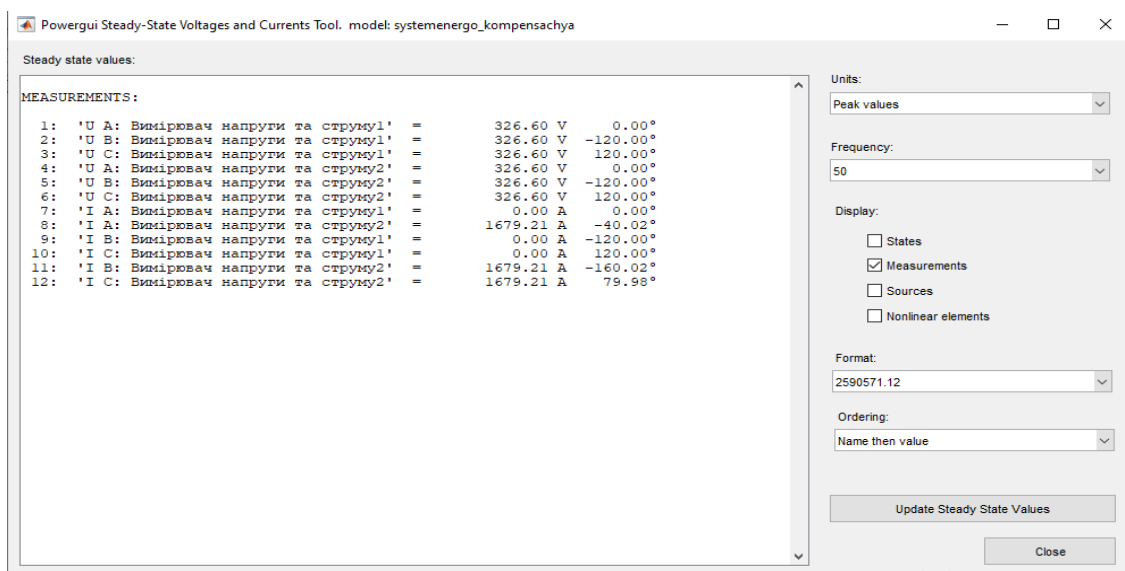


Рисунок 2. 13 – Вікно параметрів блоку Powergui

2.3 Дослідження роботи конденсаторної батареї на роботу системи

Схему для дослідження роботи конденсаторної установки в системі зображено в додатку К.

В даній схемі блок конденсаторної установки зібраний в трикутник. Під час досліджень, розглядались наступні пункти:

- 1) Робота системи без компенсації реактивної потужності.
- 2) Потужність в системі з ввімкненими конденсаторними батареями в час комутації 0,25 с.

Отже, після запуску симуляції отримаємо графіки наведені в додатку Л. В ньому зображено графік потужності в блоку осцилографа PandQ на якому зображено падіння реактивної потужності, яка позначена червоним кольором в момент підключення конденсаторної установки в час 0,25 с. Крім того, активна потужність зростає, а в момент підключення існує скачок потужності. Це являється наслідком комутаційного режиму і імпульсом струму. Для усунення такого явища, потрібне використання додаткових струмообмежувальних реакторів.

В додатку М зображено графік напруги. На даному графіку чітку видно, що напруга, під час включення конденсаторної установки не змінюється.

В додатку Н зображено графіки струмів в вимірювальних блоках I_2 та I_1 . На графіках чітко видно зміну споживання струму при підключенні конденсаторної батареї в момент часу 0.25 с.

Розділ 3 Охорона праці

Електропостачання на підприємстві здійснене від мережі номінальною напругою 0,4 кВ із глухозаземленою нейтраллю трансформаторів із системою заземлення TN-C-S.

Приєднанню до системи підлягають усі металеві частини електроустановки, не призначені для проходження електричного струму, але які можуть виявитися під напругою внаслідок порушення ізоляції.

Всі електромонтажні роботи виконувати згідно з [10]ПУЕ, [8]ПБЕ, [9]НАОП 4.01-1.32-01, [4]ДБН В 2.5-23-2010, [15]СНиП 3.05.06-8.

Спорудження та експлуатація проєктованих об'єктів забезпечується виконанням усіх проєктних рішень та вимог [1]ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці та промислова безпека у будівництві», [8]НПАОП 40.1-1.21-98 «Правила безпечної експлуатації електроустановок «споживачів».

Двері (ворота) камер трансформаторів виконані відповідно до вимог відповідних чинних НД з протипожежного захисту.

Безпосередньо за дверима камери встановлено бар'єр (для огляду трансформатора з порога, без заходження в камеру) відповідно до вимог 4.2.26 [10]ПУЕ.

Приєднання силового трансформатора до мережі 10 кВ виконане з допомогою запобіжників і роз'єднувача (вимикача навантаження).

Роз'єднувач КТП встановлено безпосередньо на кінцевій (відгалужувальній) опорі ПЛ.

					<i>MP3.8.141.209 ПЗ</i>		
<i>Змін</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпись</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб</i>		<i>Рибкін</i>			Проектування та моделювання системи електропостачання комбікормового заводу		
<i>Перевірив</i>		<i>Василега</i>					
					<i>р</i>	61	91
<i>Н. Контр.</i>		<i>Нікіфоров</i>			<i>ЕТ.мз-91с, СумДУ</i>		
<i>Затвердив</i>		<i>Лебединський</i>					

Роз'єднувачі, через які виконано приєднання КТП , мають заземлюючі ножі. Приводи комутаційних апаратів керовані з поверхні землі та обладнані пристроями для замикання на замок.

Прилади та апарати розташовані на конструкції так, щоб їх було безпечно обслуговувати і мати зручний доступ до них. Іскри та електричні дуги, які можуть виникати в приладах і апаратах під час експлуатації, не повинні наносити шкоди виробничому (електротехнічному) персоналу та оточуючим предметам, а також не повинні призводити до виникнення короткого замикання чи замикання на землю або до пожежі в електроустановці.

Прилади та апарати в будівлях і спорудах встановлено відповідно до проектної документації, затвердженої в установленому порядку.

Апарати рубильникового типу встановлено так, щоб вони не могли замикати коло самовільно, під дією власної ваги. Рухомі струмопровідні частини їх у вимкненому стані не повинні бути під напругою.

На фасадних панелях приводів комутаційних апаратів, шаф чітко зазначені положення «увімкнуто» і «вимкнуто».

РУ, встановлені в приміщеннях, доступних не виробничому персоналу, які мають струмопровідні частини, закриті суцільною огорожею.

Кінцеве облаштування проводів і кабелів здійснено таким чином, щоб воно знаходилося всередині РУ.

У всіх електричних колах РУ (приєднання, система збірних шин, тощо) передбачено пристрої від'єднання з видимим розривом, що забезпечує від'єднання всіх апаратів (вимикачів, запобіжників, трансформаторів струму та напруги, тощо) кожного кола з усіх сторін, звідки може бути подано напругу.

Приводи роз'єднувачів, заземлювальних ножів тощо, відділених від

					<i>MP3.8.141.209 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Змін</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		62

апаратів не прозорою стіною, мають покажчик положення апарата.

Вибір електрообладнання для приміщень вводу кабелів та розміщення технологічного обладнання виконано відповідно до класифікації пожежних зон.

Електродвигуни, їх апарати керування і захисту, вибрані і встановлені щоб мати систему охолодження при якій температура під час роботи не перевищувала б допустимої.

Електродвигуни та їх апарати керування і захисту встановлені таким чином, щоб вони були доступними для огляду і заміни, а також за можливості для ремонту на місці встановлення.

Частини електродвигунів і обертові частини, які з'єднують електродвигуни з механізмами (муфти, шківви), мають захисні огороження від випадкових дотиків.

Виконання електродвигунів та їх апаратів керування і захисту виконані згідно умов використання.

За наявності дистанційного або автоматичного керування електродвигуном будь-якого механізму, поблизу встановлено апарат аварійного вимкнення, який унеможлиблює дистанційний або автоматичний пуск електродвигуна до примусового повернення цього апарата в початкове положення.

Не встановлюються апарати аварійного вимкнення біля механізмів:

- розташованих у межах видимості з місця керування;
- доступних лише виробничому (електротехнічному) персоналу ;
- конструкційне виконання яких унеможлиблює випадковий дотик до рухомих обертових частин (біля таких механізмів розміщені плакати, які попереджують про можливість дистанційного або автоматичного пуску);

– які мають апарат місцевого керування з фіксацією команди на вимкнення (у таких випадках дозволено використовувати апарати аварійного вимкнення без функції примусового повернення в початковий стан).

Доцільність устанавлення апаратів місцевого керування (пуск, стоп) поблизу дистанційно або автоматично керованих механізмів визначано під час проектування залежно від вимог технології, техніки безпеки та організації керування цією установкою.

На корпусах апаратів керування і роз'єднувальних апаратах нанесено чіткі знаки, які дають змогу легко розпізнавати увімкнене і вимкнене положення рукоятки керування апаратом. У випадках, коли оператор не може визначити за станом апарата керування, головне коло електродвигуна, має світлову сигналізацію.

Передбачено застосування електричних світильників, апаратів та приладів, що мають у своєму виконанні допустимий ступінь захисту, який задовольняє вимоги [10]ПУЕ, [9]НПАОП40.1-1.32-01

Експлуатація кабельних ліній електропередачі передбачає проведення технічного обслуговування, ремонтів та аварійно-відновних робіт, спрямованих на забезпечення надійної роботи КЛ.

Під час спорудження або модернізації КЛ замовник повинен організувати технічний нагляд за будівельними та монтажними роботами, перевіряючи їх відповідність затвердженій технічній документації. Недопускати вводу в експлуатацію КЛ з порушенням встановлених правил.

При експлуатації кабельних ліній необхідно вести спостереження і контроль за їх трасами і навантаженням.

Всі змонтовані кабелі повинні мати маркування (бірки) стандартної форми:

Круглої - для силових кабелів високої напруги;

					<i>MP3.8.141.209 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Змін</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		64

Прямокутної - для силових кабелів до 1кВ;

Трикутної – для контрольних кабелів.

Необхідно стежити, щоб кабельна лінія містилася в чистоті, поблизу неї не було непотрібних предметів, що заважають проведенню робіт з ліквідації аварій і ремонту кабелів, прокладених в землі. Поверхневий шар землі на трасі не повинен мати провалів, розмивів і інших нерівностей, які можуть викликати пошкодження кабелів.

Велику небезпеку для прокладених в землі кабелів мають земляні роботи, що виконуються механізованим способом. Допустимі межі виконання таких робіт залежать від типу і марки застосовуваних механізмів. Однак у всіх випадках відстань від траси кабелю повинно бути не менше 1 м. На більш близькій відстані від траси роботи виконують тільки вручну лопатами.

Періодичність оглядів встановлює головний енергетик підприємства, керуючись місцевими умовами.

Необхідно враховувати, що ПТЕ пропонується наступна періодичність оглядів кабельних трас:

кабелів в траншеях, колекторах і тунелях - 1 раз в 3міс;

кабелів в колодязях і кінцевих муфт на лініях напругою до 1кВ - 1раз на 6 місяців;

кінцевих муфт кабелів напругою до 1кВ - 1раз на 12міс;

кабельних муфт в трансформаторних приміщеннях, розподільних пунктах і ПС – одночасно з оглядом іншого обладнання.

Для обліку несправностей, виявлених при оглядах кабельних трас, і контролю за своєчасним їх усуненням на підприємствах ведеться спеціальний журнал, що заповнюється персоналом, що здійснює роботи на трасах. При виявленні дефектів, що вимагають негайного усунення, особа, яка здійснює

огляд, невідкладно повідомляє про це до відома свого керівника.

Навантаження кабелів контролюють в строки, що визначаються головним енергетиком підприємства, але не менше 2-х разів на рік. Один раз контроль здійснюють в період осінньо-зимового максимуму навантаження. Спостереження проводять за показаннями амперметрів живильної ПС, а при їх відсутності - за допомогою струмовимірювальних кліщів.

Прийняті проектні рішення із забезпечення пожежної безпеки відповідають вимогам [2]ДБН В.1.1-7-2016 –«Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги», [16]СНіП, 2.09.02-85, [10]ПУЕ, [9]НПАОП40.1-1.32-01«Електрообладнання спеціальних установок».

					<i>MP3.8.141.209 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Змін</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		66

Розділ 4 Економічна частина

4.1 Сутність та специфіка роботи зернопереробних підприємств

Умови функціонування переробної промисловості формують нові виклики для підприємств, тому важлива здатність адміністративного персоналу вчасно реагувати на зміни в агропромисловому комплексі. До таких умов відносяться: організація виробничого процесу, пошук ринків збуту і сировини.

В цілому зернодобувна та елеваторна галузь має міцні позиції на ринку за рахунок ролі яку вона відіграє в системі національного виробництва.

Однак за останні роки спостерігається тенденція зменшення використання власних зернових і переорієнтація на експорт продукції. Як наслідок збільшення площ посівних, нарощування потужностей аграріїв і розвиток системи транспортування. Також такий розвиток позитивно вплинув на галузі для обробки і зберігання сировини.

Елеватори є частиною агропромислового комплексу і мають ряд суттєвих переваг для їхнього використання. Перш за все, займаючи значну площу, вони мають механізацію для виконання виробничих процесів. По друге створення умов для довготривалого зберігання зерна без втрати ним своїх поживних та інших властивостей.

Основні переваги елеваторів у порівнянні зі звичайними зерновими складами наведено в додадку І.

Переробка продукції сільського господарства відіграє важливу роль в національній економіці утворюючи зв'язок із сферою промислової переробки і споживчим ринком.

					<i>МРЗ.8.141.209 ПЗ</i>			
<i>Змін</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб</i>	<i>Рибкін</i>				Проектування та моделювання системи електропостачання комбікормового заводу	<i>Стадія</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Перевірів</i>	<i>Маценко</i>					<i>р</i>	67	91
<i>Н. Контр.</i>	<i>Нікіфоров</i>					ЕТ.мз-91с, СумДУ		
<i>Затвердив</i>	<i>Лебединський</i>							

Основи управління переробними підприємствами закладені на рівні держави. Вони стосуються форм власності та організаційно-правової форми ведення бізнесу. Окрім цього, держава формує додаткові умови щодо ліцензування та сертифікації діяльності і продукції, створює умови для сприяння веденню бізнесу чи його ускладнення. Відповідно до цього, менеджмент переробних підприємств постійно моніторить ситуацію на ринку продовольства та державного регулювання, особливу увагу він також приділяє загальній конкурентній ситуації.

4.2 Оцінка і економічна доцільність варіанту модернізації

Під час аналізу системи електропостачання «Сумського комбікормового заводу» проведено аналіз існуючої системи, її модернізації, для забезпечення резервного живлення і без нього (за нормальних умов). Дані для оцінки наведені в таблицях 4.1 та 4.3. Так як система має ряд недоліків для забезпечення безпечного її використання, беремо на розгляд два варіанти для модернізації, схеми яких наведено в додатках Д і Е.

Таблиця 4.1- Дані для оцінки модернізації системи електропостачання.

ЗТП-188	$I_{роз}$	Встановлений захист	Автомати для заміни	КЛ	Існуючі	Розрахункові
250	379,84	P-1	ВА55-41	Кб ₁	СА 3x95+1x35	СА 3x95+1x35
400	607,74	P-1	ВА55-41			
до СРШ№1	7,1	A3720	A3720	Кб ₂	АВВГ 3x16+1x10	АВВГ 3x16+1x10
до СРШ№2	42,52	A3144	A3720	Кб ₃	АВВГ 3x2,5+1x1,6	АВВГ 3x2,5+1x1,6
до СРШ№3	263	A3144	ВА52-39	Кб ₄	АВВГ 3x4+1x2,5	АВВГ 3x4+1x2,5
до СРШ№4	66,13	A3144	ВА52-35	Кб ₅	АВВГ 3x25+1x16	АВВГ 3x25+1x16
до СРШ№5	8,4	A3740	A3720	Кб ₆	АВВГ 3x150+1x50	АВВГ 3x150+1x50
до СРШ№6	74,66	A3798	A3720	Кб ₇	АВВГ 3x35+1x16	АВВГ 3x35+1x16
Резерв	894,37		ВА55-41	Кб ₈	АВВГ 3x10+1x6	АВВГ 3x10+1x6

Продовження таблиці 4.1

КТП-736				Кб ₉	АВВГ 3x6+1x4	АВВГ 3x6+1x4
630	957,19	Р-1	ВА55-43	Кб ₁₀	АВВГ 3x2,5+1x1,6	АВВГ 3x2,5+1x1,6
до СРШН№7	379,82	А4494	ВА52-39	Кб ₁₁	АВВГ 3x2,5+1x1,6	АВВГ 3x2,5+1x1,6
до СРШН№8	379,82	ЯРВ250	ВА52-39	Кб ₁₂	АВВГ 3x70+1x50	ВБШВ 3x150+1x10
до СРШН№9	253,88	ЯРВ250	ВА52-39	Кб ₁₃	АВВГ 3x70+1x50	АВВГ 3x150+1x50
Резерв	894,37		ВА55-41	Кб ₁₄	СА 3x35+1x16	СА 3x35+1x16
				Кб ₁₅	ВБШВ 3x185+1x10	ВБШВ 3x185+1x10
				Кб ₁₆	ВБШВ 3x185+1x10	ВБШВ 3x185+1x10
				Кб ₁₇	АВВГ 3x70+1x50	АВВГ 3x150+1x50
				Кб ₁₈	АВВГ 3x70+1x50	АВВГ 3x150+1x50
				Кб ₁₉	АВВГ 3x70+1x50	АВВГ 3x150+1x50
				Кб ₂₀	АВВГ 3x70+1x50	АВВГ 3x150+1x50

Таблиця 4.2- Витрати на модернізацію системи електропостачання з можливістю резервування.

Автоматичні вимикачі	Ціна за одиницю	Марка кабелю	Ціна за метр	Довжина
ВА55-41	20000	ВБШВ 3x150+1x10	3500	90
ВА55-41	20000	АВВГ 3x150+1x50	170	50
А3720	3000	АВВГ 3x150+1x50	170	60

Продовження таблиці 4.2

A3720	3000	АВВГ 3x150+1x50	170	40
BA52-39	4000	АВВГ 3x150+1x50	170	30
BA52-35	1500	АВВГ 3x150+1x50	170	30
A3720	3000	АВВГ 3x16+1x10	25	15
A3720	3000	АВВГ 3x16+1x10	25	30
BA55-41	20000			
BA55-43	40000			
BA52-39	4000			
BA52-39	4000			
BA52-39	4000			
BA55-41	40000			
Всього за вимикачі	169500 грн.	Всього КЛ	за 351825 грн.	
УКРП-0,4-150- 10У3	30000 грн.			
Загальна сума витрат	551325 грн.			

Таблиця 4.3- Дані для оцінки модернізації системи електропостачання без резервування.

І розр	Встановлений захист	Автомати для заміни	КЛ	Існуючі	КЛ	Розрахункові
607,74	P-1	BA55-41	К61	СА 3x95+1x35	К61	СА 3x95+1x35
20	A3720	A3720	К62	АВВГ 3x16+1x10	К62	АВВГ 3x16+1x10
42,5	A3144	A3720	К63	АВВГ 3x2,5+1x1,6	К63	АВВГ 3x16+1x10
263	A3144	BA52-39	К64	АВВГ 3x4+1x2,5	К64	АВВГ 3x16+1x10

Продовження таблиці 4.3

66,1	A3144	BA52-35	K65	ABBГ 3x25+1x16	K65	ABBГ 3x16+1x10
98	A3798	BA52-35	K66	ABBГ 3x150+1x50	K66	ABBГ 3x150+1x50
957,19	P-1	BA55-43	K67	ABBГ 3x35+1x16	K67	ABBГ 3x35+1x16
379,82	A4494	BA52-39	K68	ABBГ 3x10+1x6	K68	ABBГ 3x50+1x35
379,82	ЯРВ250	BA52-39	K69	ABBГ 3x6+1x4	K69	ABBГ 3x10+1x6
250	ЯРВ250	BA52-39	K610	ABBГ 3x2,5+1x1,6	K610	ABBГ 3x6+1x4
			K611	ABBГ 3x2,5+1x1,6	K611	ABBГ 3x2,5+1x1,6
			K612	ABBГ 3x70+1x50	K612	ABBГ 3x2,5+1x1,6
			K613	ABBГ 3x70+1x50	K613	СА 3x35+1x16
			K614	СА 3x35+1x16	K614	ВБШв 3x185+1x10
			K615	ВБШв 3x185+1x10	K615	ВБШв 3x185+1x10
			K616	ВБШв 3x185+1x10	K616	ABBГ 3x150+1x50
			K617	ABBГ 3x70+1x50	K617	ABBГ 3x70+1x25
			K618	ABBГ 3x70+1x50	K618	ABBГ 3x150+1x50
			K619	ABBГ 3x70+1x50		
			K620	ABBГ 3x70+1x50		

Таблиця 4.4- Витрати на модернізацію системи електропостачання без резервування.

Автоматичні вимикачі	Ціна за одиницю	Марка кабелю	Ціна за метр	Довжина
BA55-41	20000	ABBГ 3x16+1x10	25	15
A3720	3000	ABBГ 3x16+1x10	25	30
A3720	3000	ABBГ 3x16+1x10	25	50
BA52-39	4000	ABBГ 3x50+1x35	65	80
BA52-35	1500	ABBГ 3x10+1x6	18	18
BA52-35	1500	ABBГ 3x150+1x50	170	40
BA55-43	40000	ABBГ 3x150+1x50	170	30
BA52-39	4000			

Продовження таблиці 4.4

ВА52-39	4000			
ВА52-39	4000			
Всього за автоматичні имикачі	85000 грн.	Всього за КЛ	19799 рн.	
УКРП-0,4-150-10У3	30000 грн.			
Загальна сума витрат	134799 грн.			

Для оцінки обраних варіантів співставимо такі показники:

- значення основного технічного показника Q;
- капіталовкладення K;
- експлуатаційні витрати E;

До експлуатаційних витрат віднесемо витрати на заробітну плату обслуговуючого персоналу, як основний технічний показник час безперебійної роботи в межах від 0 до 1.

Варіант	З резервуванням (1)	Без резервування (2)
K, грн.	551325	134799
E грн./рік	307200	307200
Q	1	0,9

У випадку коли варіанти мають різні значення основного технічного показника знаходимо наступні співвідношення і порівнюємо їх:

$$K1/Q1, K2/Q2; E1/Q1, E2/Q2$$

$$K1/Q1 = 551325/1 = 551325 \text{ грн.}$$

$$K2/Q2 = 134799/0,9 = 149777 \text{ грн.}$$

$$E1/Q1 = 307200/1 = 307200 \text{ грн.}$$

$$E2/Q2 = 307200/0,9 = 341333 \text{ грн.}$$

$$K1/Q1 > K2/Q2 ;$$

$$E1/Q1 < E2/Q2 ;$$

Відповідно до отриманих результатів використаємо наступну формулу:

$$T_{\text{погл1/2}} = \frac{\frac{K1}{Q1} - \frac{K2}{Q2}}{\frac{E2}{Q2} - \frac{E1}{Q1}} \text{ років} \quad (4,1)$$

Дана формула виражає термін поглинання економії на питомих капітальних вкладеннях додатковими експлуатаційними витратами.

$$T_{\text{погл1/2}} = \frac{55325 - 149777}{341333 - 30720} = 11,76 \text{ років}$$

Оскільки отриманий результат більший за термін від 3 до 5 років то обираємо варіант модернізації без резервування. Слід зауважити, що обраний варіант має 25% ідентичних елементів в порівнянні з варіантом резервування, ТП мають максимальну завантаженість 88,7%, тому можливість модернізації за такою схемою зберігається, якщо це буде економічно вигідно.

						MP3.8.141.209 ПЗ	Лист
Змін	Лист	№ докум	Підпис	Дата			73

Висновки

В даній роботі проведений аналіз конкуруючих схем системи електропостачання підприємства для модернізації. Головними критеріями обрані технологічна доцільність і економічна вигода.

В першому розділі проведено аналіз і проектування системи електропостачання за встановленими потужностями підприємства. Визначені центри електричних навантажень. Проведено розрахунок для знаходження перерізу кабелів живлення від ТП до СРЩ, знайденні струми коротких замикань, а також обрані комутаційні апарати з боку низької напруги.

В другому розділі розглянуто вплив конденсаторної установки на систему електропостачання, шляхом моделюванням в програмному середовищі MATLAB. Отримані дані показують зменшення споживання реактивної потужності, зменшення струмів споживання і утримання стабільної напруги.

В третьому розділі вказані основні вимоги і їх виконання, в межах підприємства, безпечної експлуатації електроустановок.

В четвертому розділі проведений порівняльний економічний аналіз розрахованої системи електропостачання без резервування із системою яка передбачає резервування з боку низької напруги. Взявши до уваги категорію підприємства як електроспоживача (ІІІ), а також дані отримані при порівнянні обох схем електропостачання, було прийняте рішення про модернізацію існуючої системи електропостачання до варіанта без можливості резервування.

					<i>МР3.8.141.209 ПЗ</i>			
<i>Змін</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб</i>	<i>Рибкін</i>				Проектування та моделювання системи електропостачання комбікормового заводу	<i>Стадія</i>	<i>Лист</i>	<i>Листів</i>
<i>Перевірів</i>	<i>Василега</i>					<i>р</i>	7	91
<i>Н. Контр.</i>	<i>Нікіфоров</i>					<i>ЕТ.мз-91с, СумДУ</i>		
<i>Затвердив</i>	<i>Лебединський</i>							

Список використаної літератури

1. ДБН А.3.2-2-2009 Охорона праці і промислова безпека в будівництві.
2. ДБН В.1.1-7-2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги.
3. ДБН Б.2.2-12:2018 "Планування і забудова територій".
4. ДБН В.2.5-23:2010 Інженерне обладнання будинків і споруд. Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення.
5. ДСТУ Б В.2.5-82:2016 Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом.
6. ДСТУ-Н Б В.2.5-80:2015 Настанова з проектування систем електропостачання промислових підприємств.
7. ДБН В.2.5-28:2006 Природне і штучне освітлення.
8. НПАОП 40.1-1.21-98 Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів.
9. НПАОП 40.1-1.32-01 Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок.
10. Правила улаштування електроустановок / Міненерговугілля України 5е видання, 2014 793 с.
11. Защита силовых трансформаторов 10 кВ/ под ред. М.А. Шабад - Энергоатомиздат, 1989. - 144 с.
12. Справочник по проектированию электроснабжения / под ред. Ю.Г. Барыбина и др. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 576 с.
13. Електропостачання / П.О. Василега, Сумський державний університет, 2019. - 521 с.
14. ДСТУ ІЕС 60044-1:2008 Трансформатори вимірювальні.
15. СНиП 3.05.06-8 Электротехнические устройства.
16. СНиП 2.09.02-85 Производственные здания.
17. Внутрішньоцехове електропостачання. Курсове проектування: Навчальний посібник. - Суми: ВТД «Університетська книга», 2007. - 280с. Рудницький В.Г.

					MP3.8.141.209 ПЗ	Лист
Змін	Лист	№ докум	Підпис	Дата		75

18.Электроснабжение промышленных предприятий:Учебник.-2-е изд.,перераб. И доп.-М.:Высш.школа,1979.-431 с., Князевский Б.А.,Липкин Б.Ю.

19. Основи електроенергетики та електропостачання:Підручник.-2-ге вид.,перероб. і доп.-Львів:Видавництво Національного університету «Львівська політехніка»,2009.-436 с. Маліновський А.А., Хохулін Б.К.

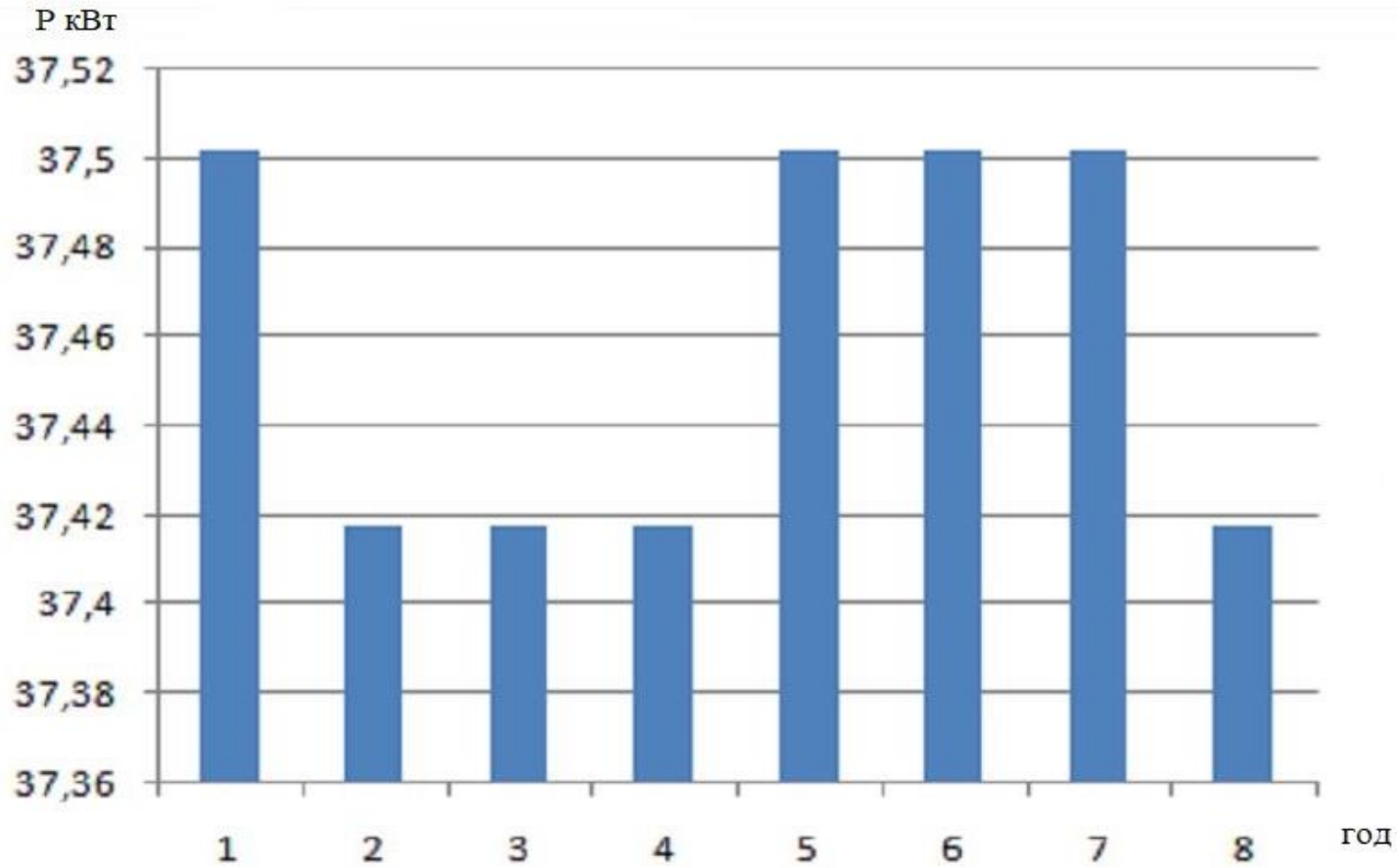
					<i>MP3.8.141.209 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Змін</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		76

Додаток А

Взам. інв. №

Повп. и дата

Інв. № повп.



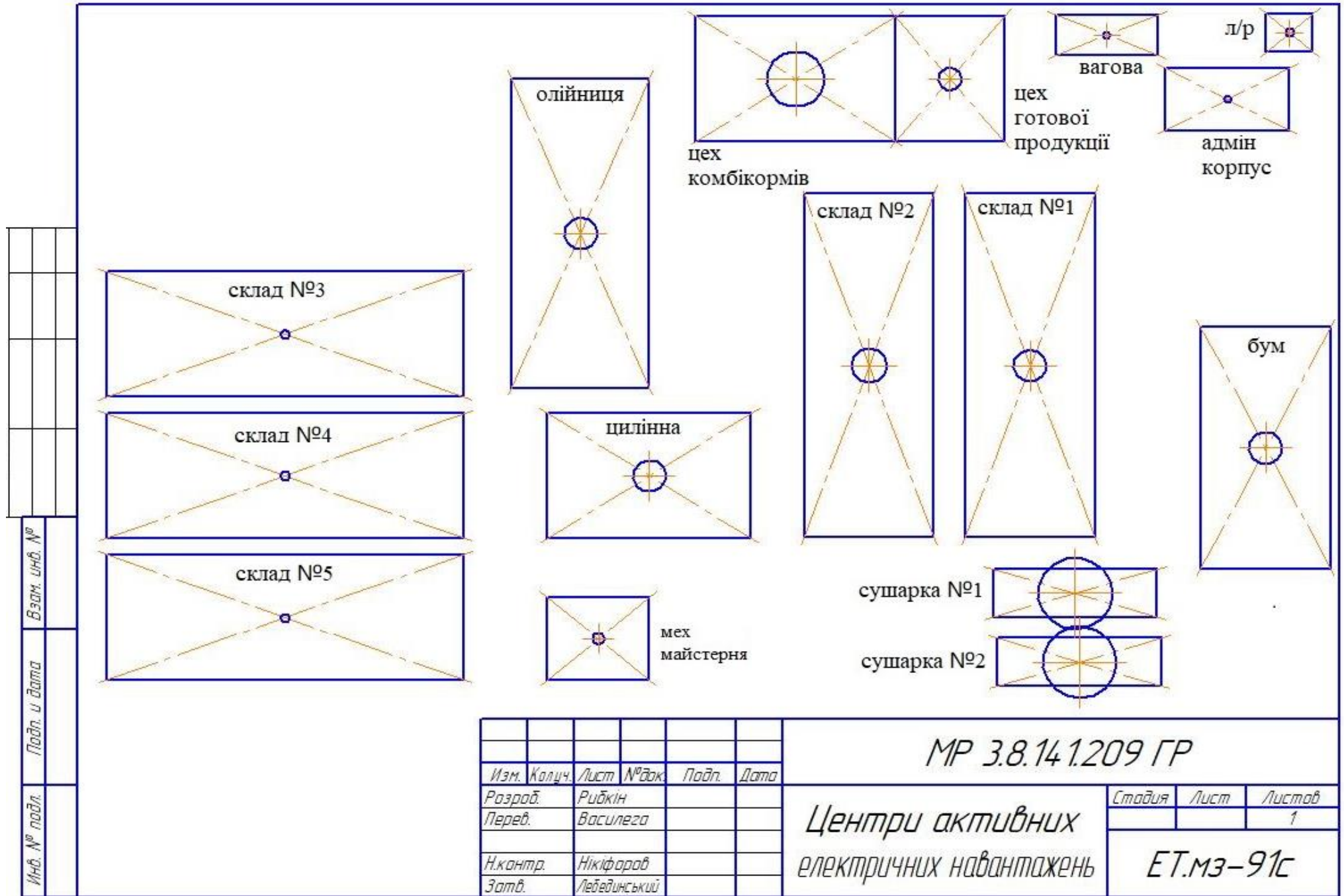
Ізм.	Колуч.	Лист	№ док.	Повп.	Дата
Розроб.	Рибкін				
Перев.	Василега				
Н.контр.	Нікіфаров				
Затв.	Лебединський				

MP 3.8.14.1209 ГР

Погодинне
навантаження
підприємства

Стадія	Лист	Листов
		1

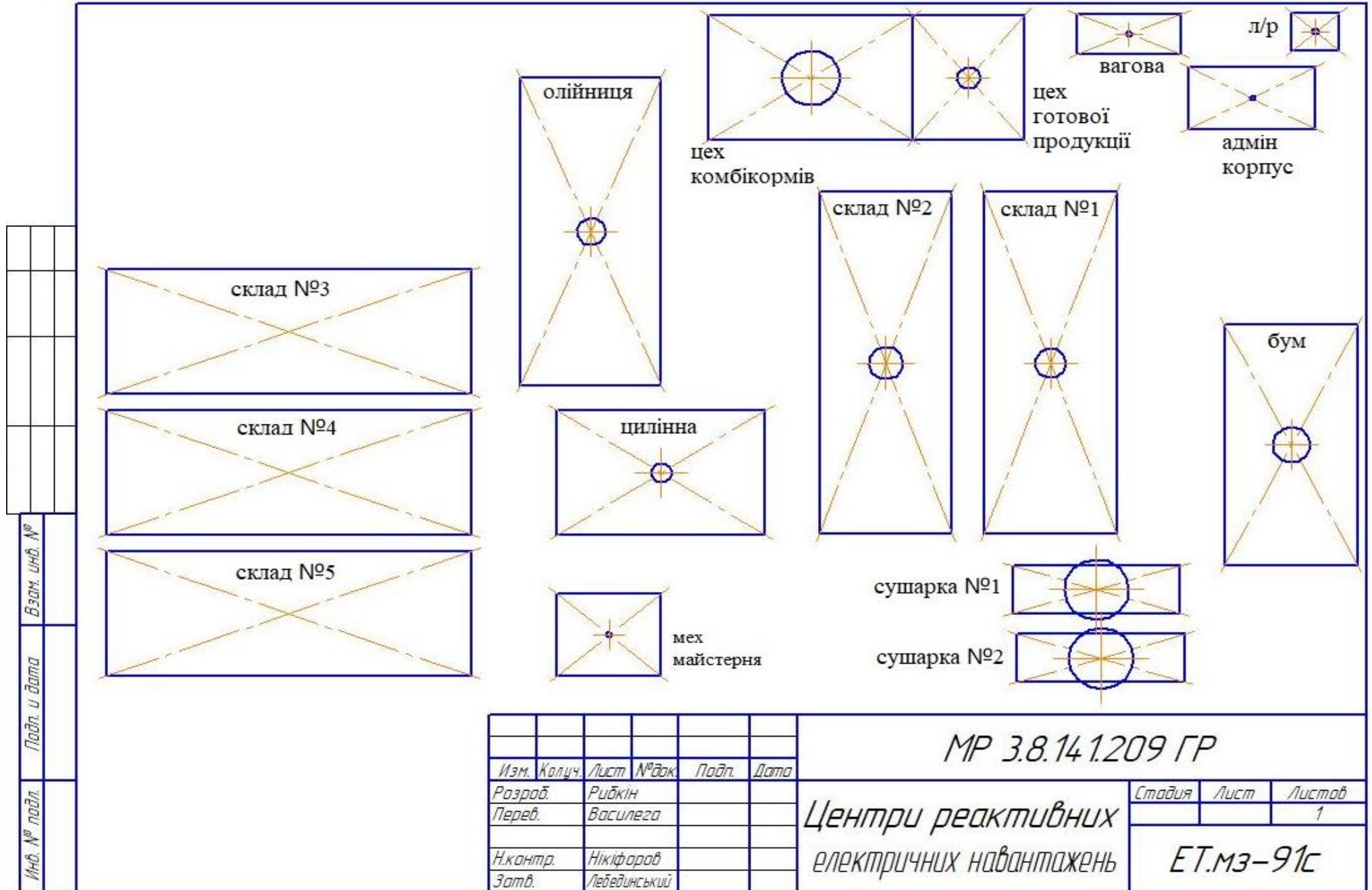
ЕТ.МЗ-91С



Взам. інв. №	
Підп. і дата	
Інв. № подл.	

Ізм.	Калуч.	Лист	№ док.	Підп.	Дата
Разроб.	Рибкін				
Перев.	Василега				
Н.контр.	Нікіфаров				
Затв.	Лебединський				

<i>MP 3.8.14.1209 ГР</i>		
<i>Центри активних електричних навантажень</i>	Стадія	Лист
		Листов
		1
<i>ЕТ.мз-91с</i>		



Взам. шкв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

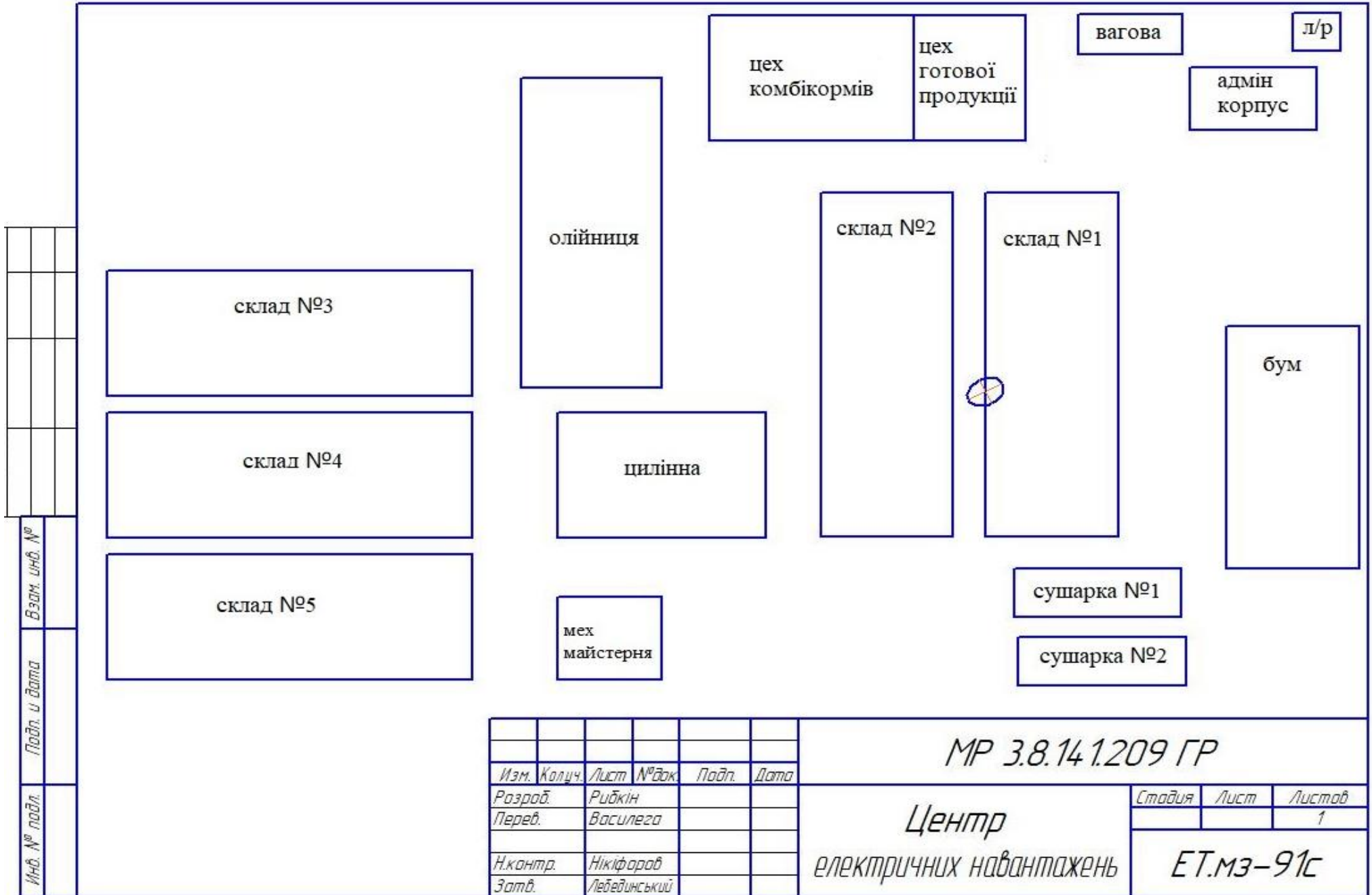
Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Разроб.	Рибкін				
Перев.	Василега				
Н.контр.	Нікіфаров				
Затв.	Лебединський				

MP 3.8.14.1209 ГР

Центри реактивних
електричних навантажень

Стадія	Лист	Листов
		1

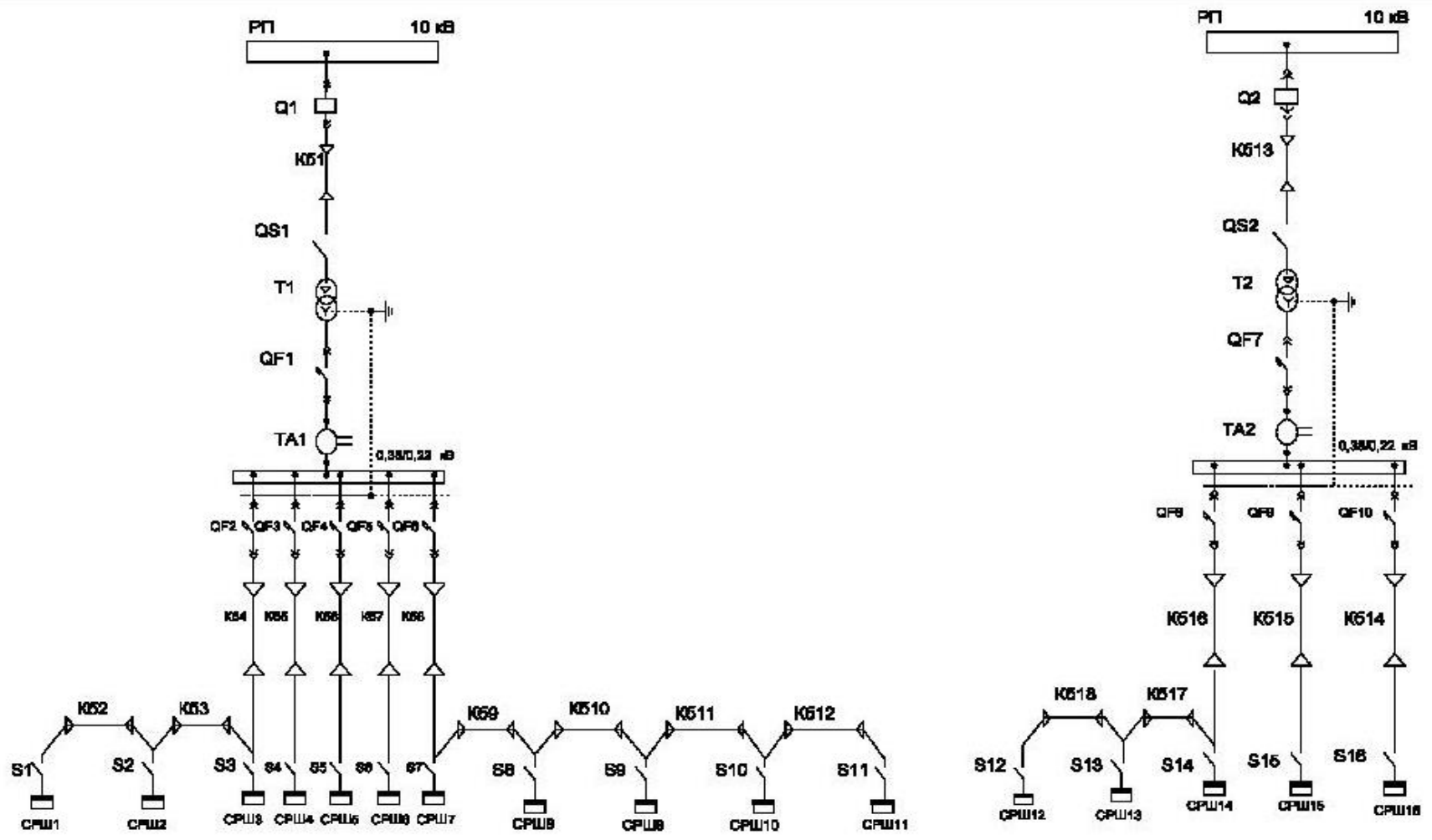
ЕТ.мз-91с



Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.



Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Разроб.	Рибкін				
Перев.	Василега				
Н.контр.	Нікіфаров				
Затв.	Лебединський				

MP 3.8.14.1209 ГР

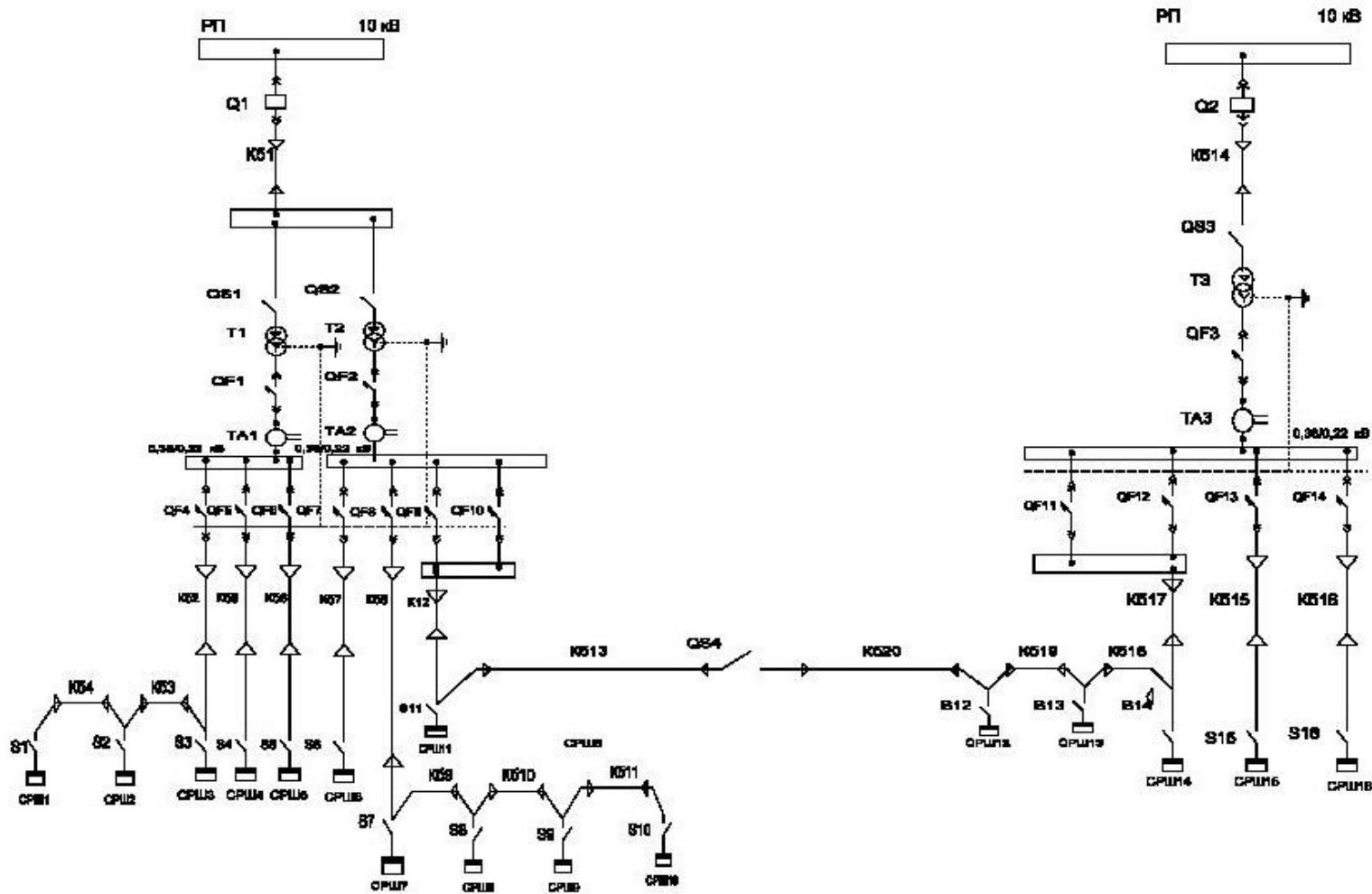
схема електропостачання підприємства

Стадія	Лист	Листов
		1
ЕТ.МЗ-91с		

Взам. шиф. №

Подп. и дата

Шиф. № подл.



Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Разраб.	Рибкін				
Перев.	Василега				
Н.контр.	Нікіфаров				
Затв.	Лебедінський				

МР 3.8.14.1.209 ГР

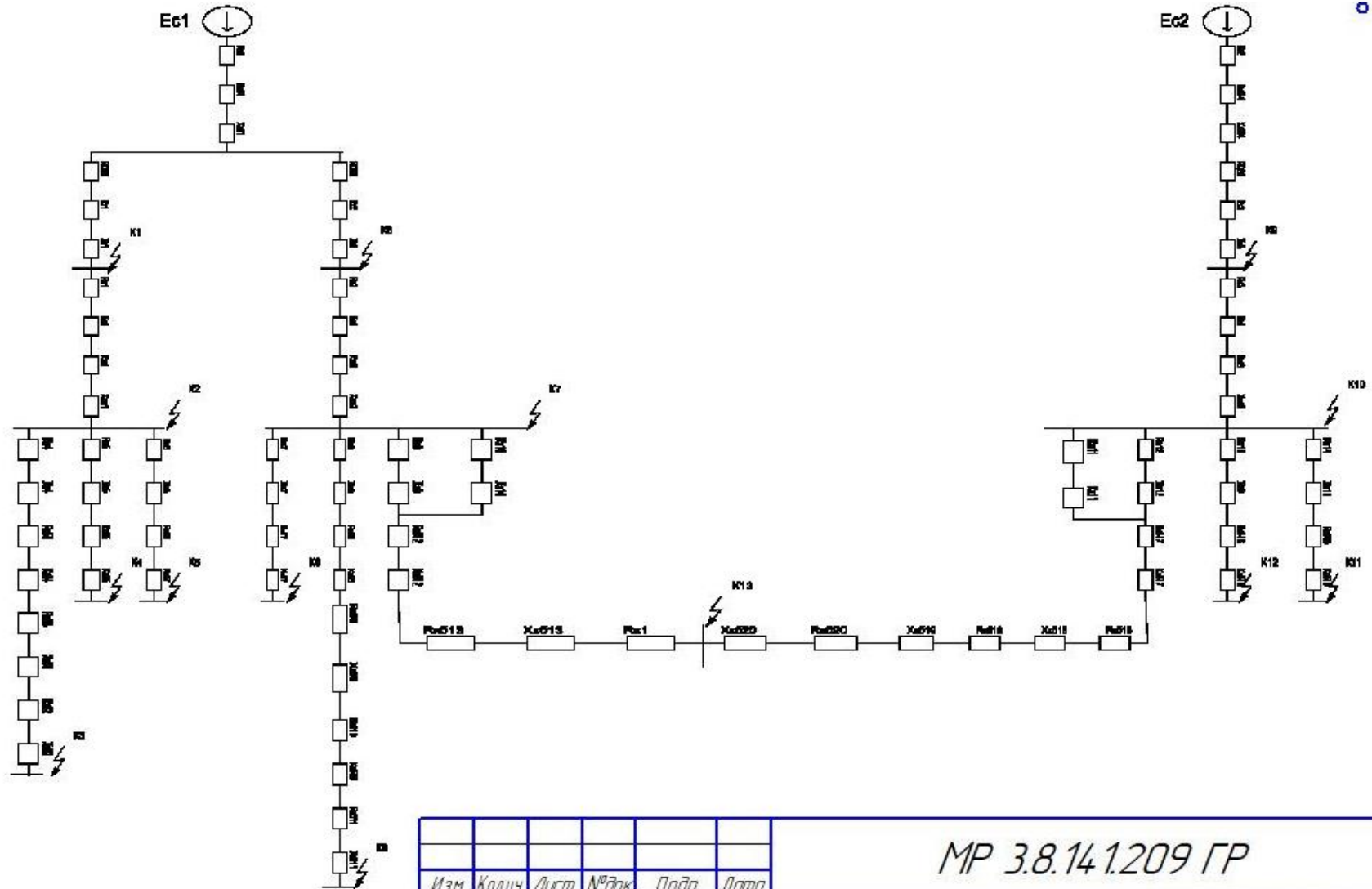
схема електропостачання
з аварійним живленням

Стадія	Лист	Листов
		1
ЕТ.мз-91с		

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.



Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Розроб.	Рибкін				
Перев.	Василега				
Н.контр.	Нікіфаров				
Затв.	Лебединський				

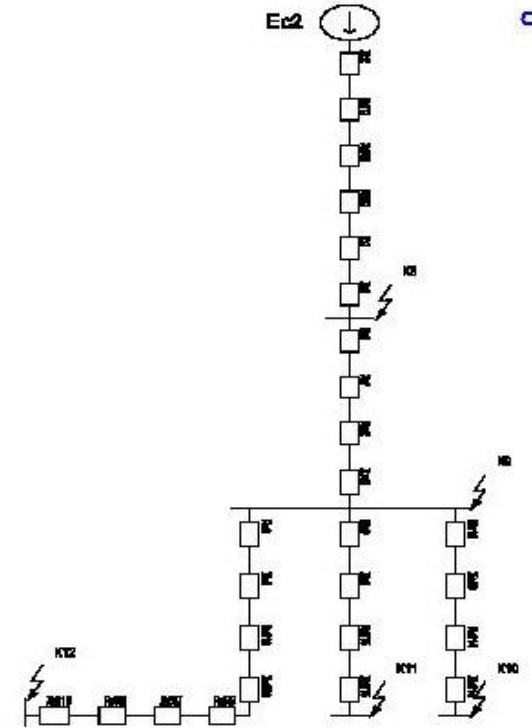
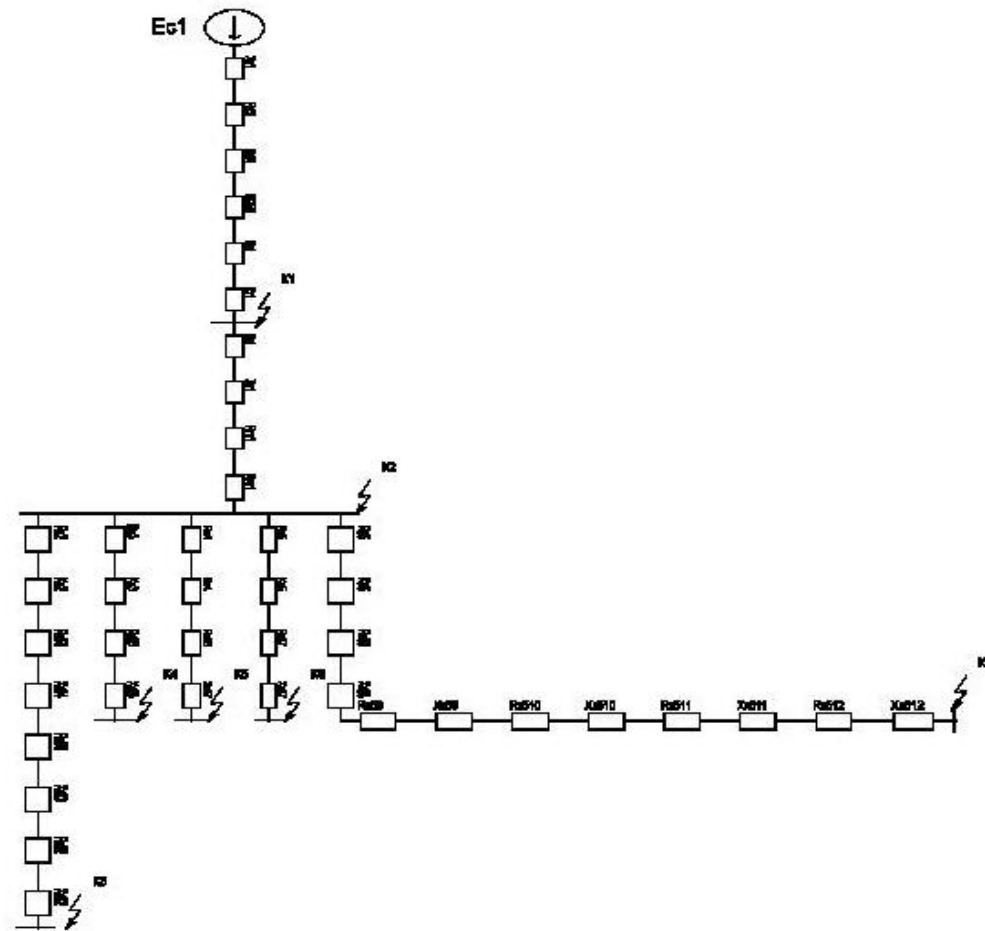
МР 3.8.14.1209 ГР

Схема заміщення
з резервуванням

Стадія	Лист	Листов
		1

ЕТ.МЗ-91с

Взам. инв. №	
Подл. и дата	
Инв. № подл.	



Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Разроб.	Рибкін				
Перев.	Василега				
Н.контр.	Нікіфаров				
Затв.	Лебединський				

MP 3.8.14.1.209 ГР

Схема заміщення
без резервування

Стадія	Лист	Листов
		1

ЕТ.мз-91с

Додаток 3

кабель	мм ²	Г допр	$I'_{доп}$	$I_{р.1}$	$\Delta U_{пр}$	Тип кабелю	$l_{пр}$	$K_{сер}$	$K_{пр}$	$K_{попр}$	$r_{п}$	$x_{п}$	$R_{пр}$	$X_{пр}$	$P_{р}$	$Q_{р}$	U	I_{ϕ}	$K_{рез}$	$I'_{доп}$ I_{ϕ}
К61	35	100,88	115	35,7	202,01	АВВГ 3x35+1x16	1200	0,95	1	0,92	0,894	0,0637	1,0728	0,07644	259	185	0,38	35,7	1	79,3
К62	2,5	13,16	15	8	0,47	АВВГ 3x2,5+1x1,5	20	0,95	1	0,92	12,5	0,104	0,25	0,00208	2,7	1,5		8	1	7
К63	2,5	13,16	15	14	0,47	АВВГ 3x2,5+1x1,6	30	0,95	1	0,92	12,5	0,104	0,375	0,00312	1,8	1		14	1	1
К64	4	18,42	21	20	0,15	АВВГ 3x4+1x2,5	60	0,95	1	0,92	1,95	0,073	0,117	0,00438	1,8	0,9		20	1	1
К65	16	48,25	55	42,52	0,55	АВВГ 3x16+1x10	30	0,95	1	0,92	1,25	0,0675	0,0375	0,002025	20	19		42,52	1	12,48
К66	150	270,35	335	263	0,46	АВВГ 3x150+1x50	20	0,95	0,92	0,92	0,208	0,0602	0,00416	0,001204	124	120		262,84	1	72,16
К67	35	78,95	90	66,13	1,53	АВВГ 3x35+1x16	60	0,95	1	0,92	0,894	0,0662	0,05364	0,003972	40	15		66,13	1	23,87
К68	50	105,26	120	106	1,17	АВВГ 3x50+1x35	90	0,95	1	0,92	3,12	0,0675	0,2808	0,006075	6	0,88		106	1	14
К69	10	32,46	37	32	0,26	АВВГ 3x10+1x6	30	0,95	1	0,92	0,261	0,0675	0,00783	0,002025	40	29		32	1	5
К610	6	23,68	27	24	0,22	АВВГ 3x6+1x4	20	0,95	1	0,92	5,21	0,09	0,1042	0,0018	3	0		24	1	3
К611	2,5	16,67	19	16	0,52	АВВГ 3x2,5+1x1,6	20	0,95	1	0,92	12,5	0,104	0,25	0,00208	3	0		16	1	3
К612	2,5	13,16	15	8	0,52	АВВГ 3x2,5+1x1,6	20	0,95	1	0,92	12,5	0,104	0,25	0,00208	3	0		8	1	7
К613	35	100,88	115	34,65	347,77	АВВГ 3x35+1x16	1000	0,95	1	0,92	0,894	0,0637	0,894	0,0637	533	403		34,65	1	80,35
К614	185	403,51	500	380	0,90	ВВШв 3x185+1x10	45	0,95	0,92	0,92	0,1	0,0596	0,0045	0,002682	201	147		380	1	120
К615	185	403,51	500	380	0,90	ВВШв 3x185+1x10	45	0,95	0,92	0,92	0,1	0,0596	0,0045	0,002682	201	147		380	1	120
К616	150	206,14	235	175	0,29	АВВГ 3x150+1x50	40	0,95	1	0,92	0,208	0,0602	0,00832	0,002408	40	34		175	1	60
К617	70	112,98	140	97	0,65	АВВГ 3x70+1x25	40	0,95	0,92	0,92	0,447	0,0612	0,01788	0,002448	47	42		97	1	43
К618	150	270,35	335	252	0,21	АВВГ 3x150+1x50	30	0,95	0,92	0,92	0,208	0,0596	0,00624	0,001788	40	30		252	1	83

Взам. инв. №

Подл. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подл.	Дата
Разроб.	Рибкін				
Перев.	Василега				
Н.контр.	Нікіфаров				
Затв.	Лебединський				

МР 3.8.14.1209 ГР

Вибір і перевірка
перерізу кабелю

Стадія Лист Листов

1
ЕТ.МЗ-91с

Додатки

Вихідні дані вибору автоматичних вимикачів

	Ірозр.А	тип шафи	автомат	I автомата, А	U,В	I _{ф.А}	I _{ном.А}	K _{ред}	Ір/Іа	К	Iсп,А	I.1*I _{ф.А}	I _{ср.Іномр}	I _{св.А}	I _{ср.А}	I _{н.А}	I _{р.А}	I _{к.А}	I _{кр.А}	I _{кр.А}	U _{ном} .В
ТП- 400кВА	607,74	ШНВ-2УЗ	ВА55-41	1000	380	850,8	1000	1	1,25	1,1	1250	935,92	7	7	5,10	60	11,64	8,75	6,38	22,22	380
	20	ШНЛ-4УЗ	A3720	250	660	20	80	1	1,25	1,25	100	25,00	10	0,8	0,12	19	6,05	1,00	0,15	1,17	380
	42,5	ШНЛ-4УЗ	A3720	250	660	42,5	80	1	1,25	1,25	100	53,13	12	0,96	0,26	19	6,05	1,20	0,32	2,65	380
	263	ШНЛ-4УЗ	ВА52-39	630	660	263	320	1	1,25	1,25	400	328,75	10	3,2	1,58	45	6,05	4,00	1,97	12,74	380
	66,1	ШНЛ-4УЗ	ВА52-35	250	660	66,1	80	1	1,25	1,25	100	82,63	12	0,96	0,40	32	4,58	1,20	0,5	2,75	380
ТП- 630кВА	957,19	ШНВ-3УЗ	ВА55-41	1600	380	1340	1600	1	1,25	1,1	2000	1474,07	7	11,2	8,04	60	14,88	14,00	10,1	15,71	380
	379,82	ШНЛ-4УЗ	ВА52-39	630	660	379,82	400	1	1,25	1,25	500	474,78	10	4	2,28	55	9,53	5,00	2,85	4,98	380
	379,82	ШНЛ-4УЗ	ВА52-39	630	660	379,82	400	1	1,25	1,25	500	474,78	10	4	2,28	55	5,47	5,00	2,85	4,98	380
	250	ШНЛ-4УЗ	ВА52-39	630	660	250	250	1	1,25	1,25	313	312,50	10	2,5	1,50	32	5,47	3,13	1,88	3,33	380

Перевірка вибору автоматичних вимикачів

Ua>U	Ia>Iф	In.a>Iф	Inoma>Inom	Iсп>Iф	Iсв>Inom.т	Inom ва>Ino	Iк>Iсв
0	149,168	149,168	0	314,08	1,90	48,36	13,47
280	230	60	170	75,00	0,68	12,95	0,17
280	207,5	37,5	170	46,88	0,71	12,95	1,45
280	367	57	310	71,25	1,62	38,95	8,74
280	183,9	13,9	170	17,38	0,56	27,42	1,55
280	152	2	150	2,50	0,41	14,42	0,02
0	259,9396	259,9396	0	445,93	3,16	45,12	1,71
280	250,18	20,18	230	5,23	1,72	45,47	0,02
280	250,18	20,18	230	5,23	1,72	49,53	0,02
280	380	0	380	0,5	1,00	26,53	0,21

Примітка:значення показують на скільки перша величина більша за другу.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Разроб.	Рибкін				
Перев.	Василега				
Н.контр.	Нікіфаров				
Затв.	Лебединський				

MP 3.8.14.1.209 ГР

Вибір і перевірка
автоматів

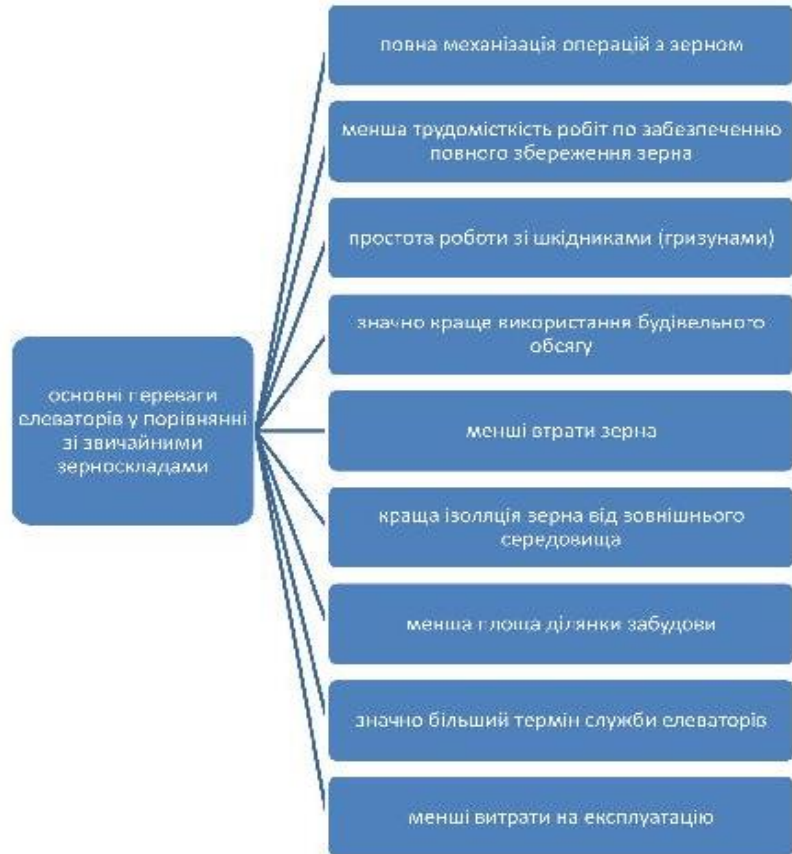
Стадия Лист Листов
1

ET.M3-91c

Взам. инв. №

Подл. и дата

Инв. № подл.



Основні переваги елеватора у порівнянні зі звичайним зерноскладом

<i>Изм.</i>	<i>Колуч.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ док.</i>	<i>Подл.</i>	<i>Дата</i>
<i>Разроб.</i>		<i>Рибкін</i>			
<i>Перев.</i>		<i>Василега</i>			
<i>Н.контр.</i>		<i>Нікіфоров</i>			
<i>Затв.</i>		<i>Лебединський</i>			

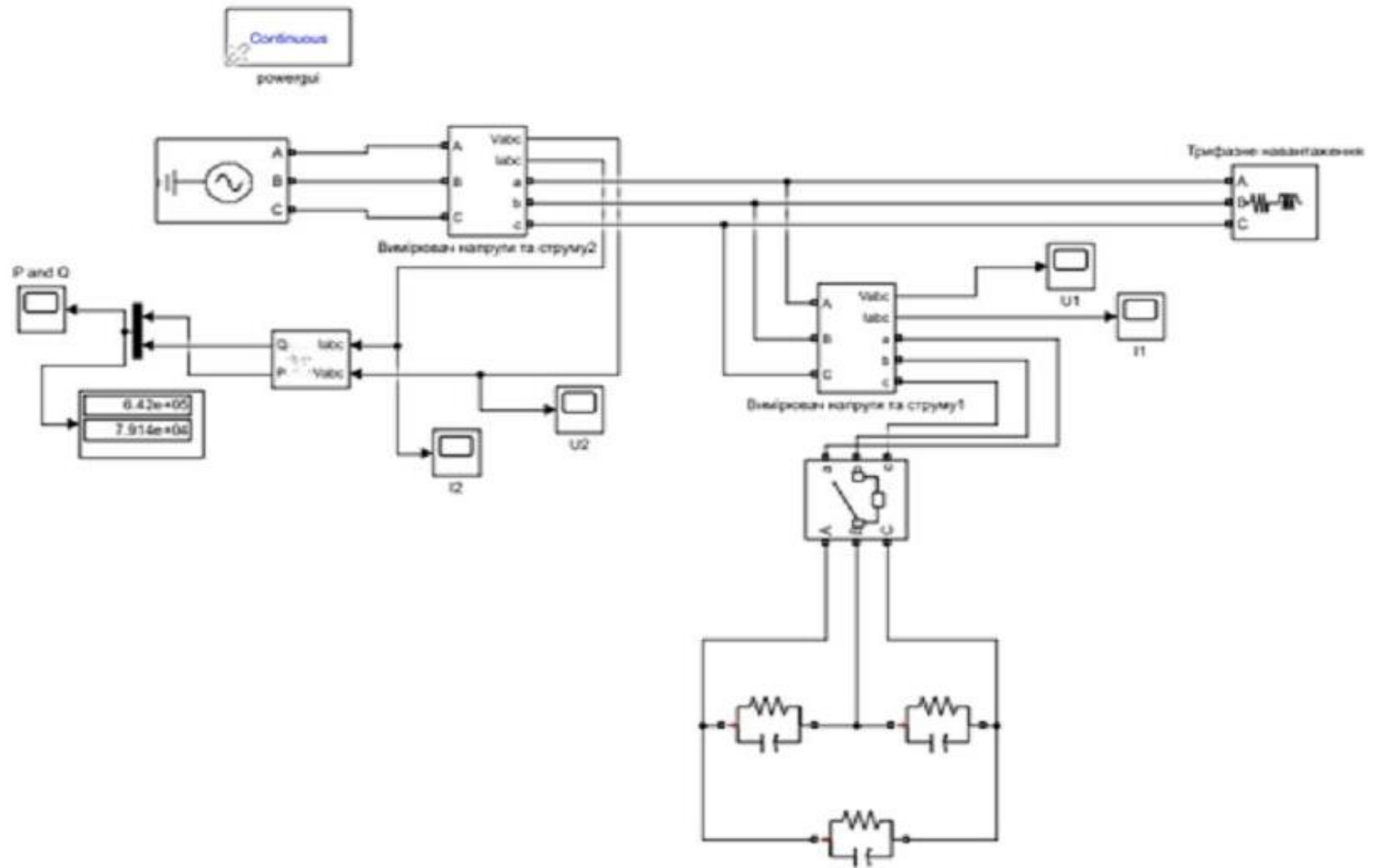
MP 3.8.14.1.209 ГР

Преваги елеваторів

<i>Стадия</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
		1

ЕТ.мз-91с

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв. № подл.	



Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Разроб.	Рибкін				
Перев.	Василега				
Н.контр.	Нікіфаров				
Затв.	Лебединський				

MP 3.8.14.1209 ГР

Схема дослідження роботи конденсаторної батареї на роботу системи

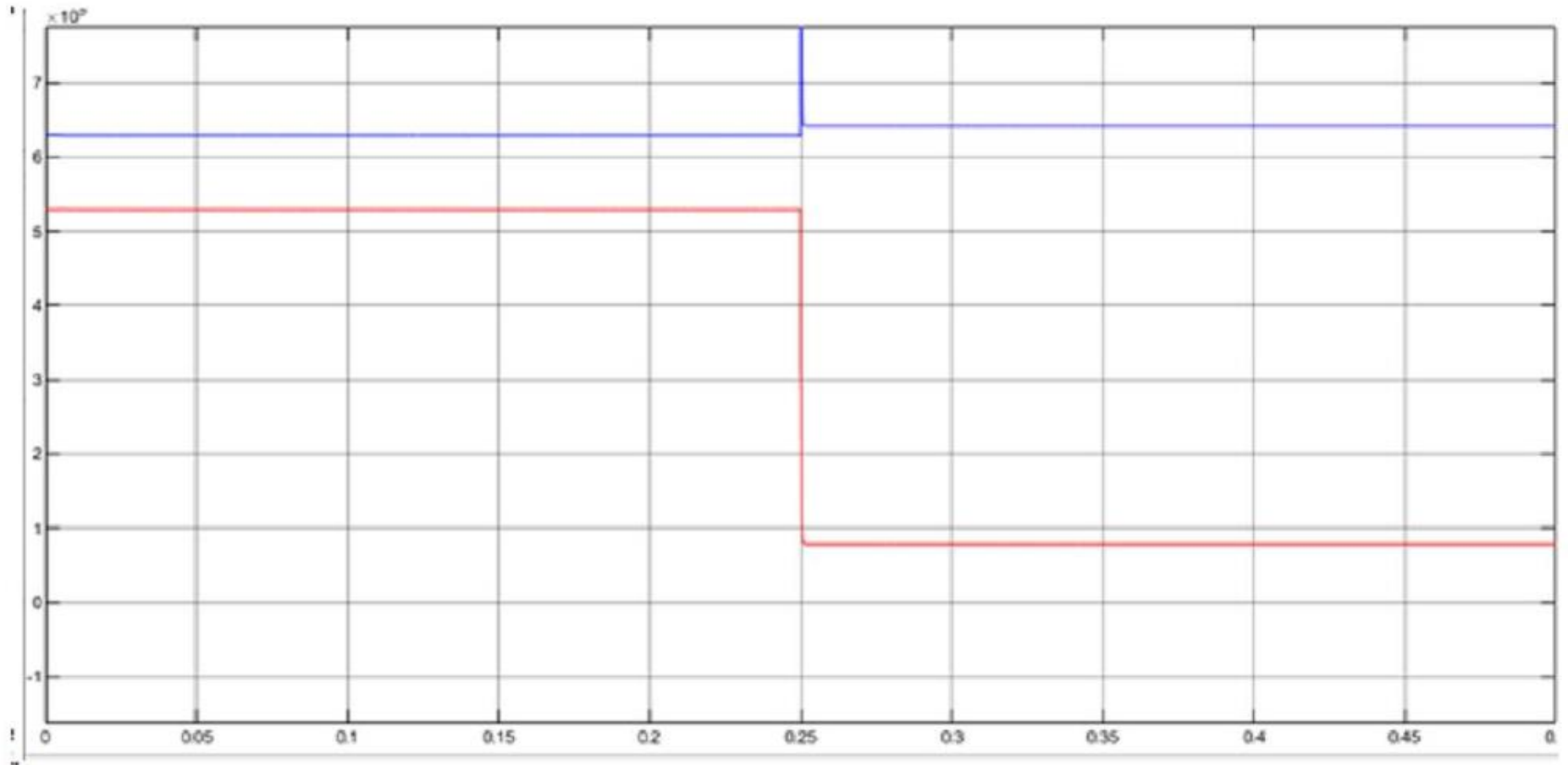
Стадія	Лист	Листов
		1

ЕТ.МЗ-91с

Взам. шкв. №

Повп. и дата

Шкв. № повп.



Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Разроб.	Рибкін				
Перев.	Василега				
Н.контр.	Нікіфаров				
Затв.	Лебединський				

MP 3.8.14.1209 ГР

Графік потужності

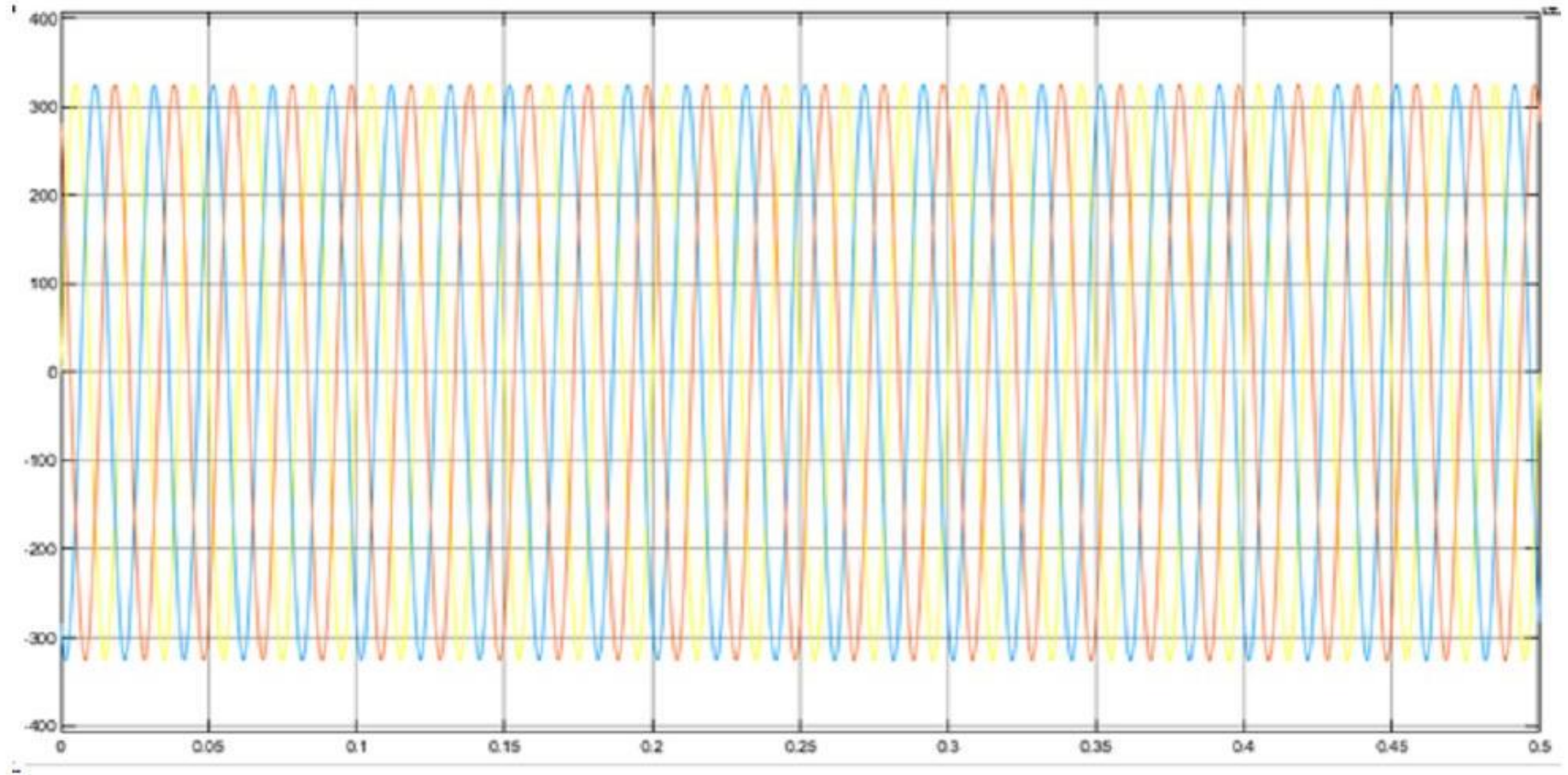
Стадія	Лист	Листов
		1

ET.M3-91C

Взам. інв. №

Повп. и дата

Инв. № повп.



Изм.	Колуч.	Лист	№ док.	Повп.	Дата
Розроб.	Рибкін				
Перев.	Василега				
Н.контр.	Нікіфаров				
Затв.	Лебедінський				

МР 3.8.14.1.209 ГР

Графік напруги

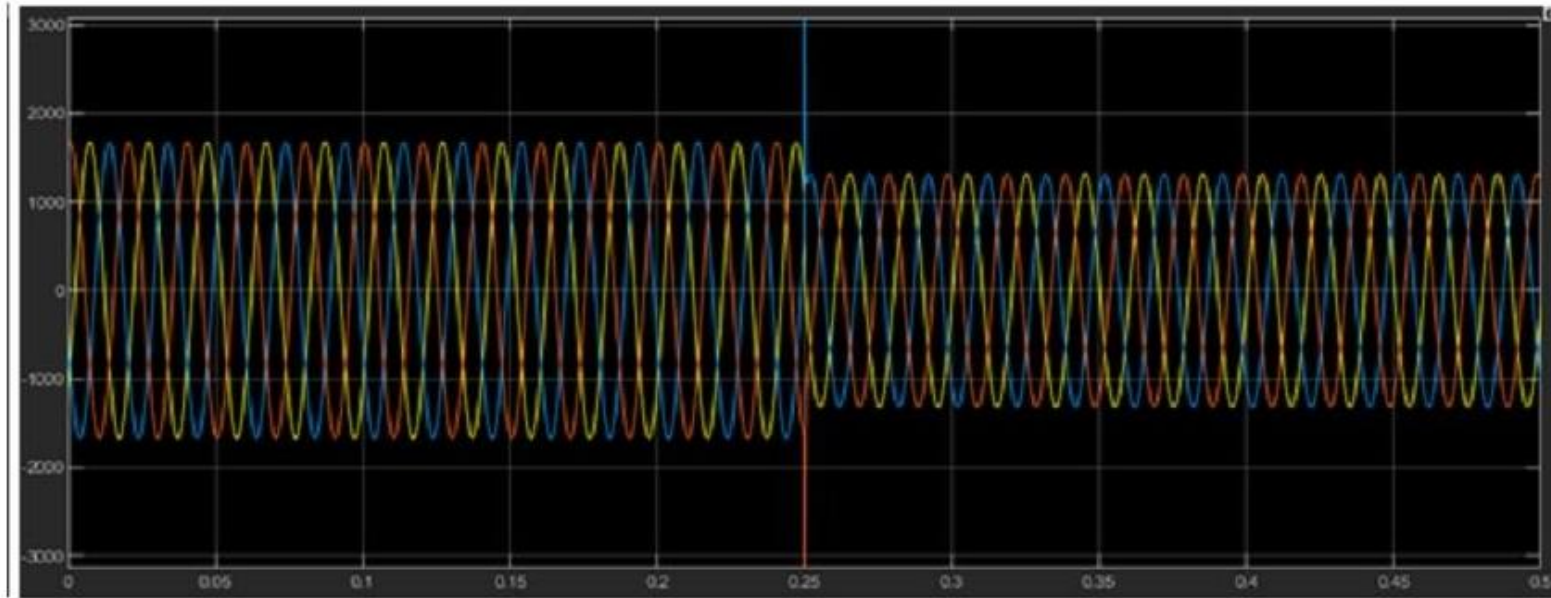
Стадія	Лист	Листов
		1

ЕТ.мз-91с

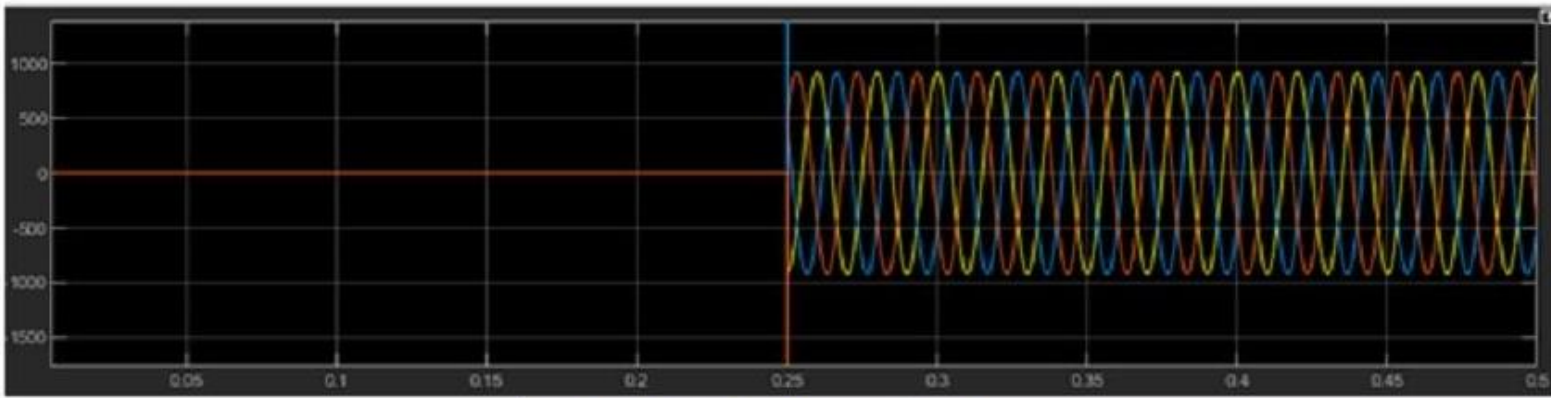
Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.



I₂



I₁

Изм.	Калуч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Разраб.		Рибкін			
Перев.		Василега			
Н.контр.		Нікіфаров			
Затв.		Лебедінський			

MP 3.8.14.1209 ГР

Графік струму
блоків

Стадія	Лист	Листов
		1

ЕТ.МЗ-91с