

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії
(повна назва факультету)

Кафедра електричної інженерії
(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на
тему: Розробка енергоефективної системи електропостачання
швейної фабрики «Global Textile Alliance UA»

Виконав: студент VI курсу, групи ЕЕМ-61

спеціальності 141 електроенергетика,

електротехніка та електромеханіка

(шифр і назва спеціальності)

(підпис)

Філь В.В.
(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Лупенко А.М.
(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Вакуленко О.О.
(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Тарасенко М.Г.
(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

Козак К.М.
(прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет Прикладних інформаційних технологій та електроінженерії
(повна назва факультету)

Кафедра Електричної інженерії
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Тарасенко М.Г.
(прізвище та ініціали)

«29» вересня 2021 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня магістр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
(шифр і назва спеціальності)

студенту Філю Віктору Васильовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розробка енергоефективної системи електропостачання швейної фабрики «Global Textile Alliance UA»

Керівник роботи Лупенко Анатолій Миколайович, д.т.н, професор
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «29» вересня 2021 року № 4/7-807

2. Термін подання студентом завершеної роботи 15 грудня 2021 р

3. Вихідні дані до роботи План приміщень швейної фабрики, технічні дані електрообладнання що встановлюється

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Аналітичний розділ

2. Проектно-конструкторський розділ

3. Розрахунково-дослідницький розділ

4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

1. Побудова енергоефективної системи електропостачання швейної фабрики

2. Електросилова мережа швейної фабрики

3. План електроосвітлювальної мережі швейної фабрики

4. Принципова схема ввідно-розподільчого пристрою

5. Принципові схеми ЩР, ЩО та ШП

6. Принципові схеми ТА АСУ системи вентиляції та кондиціонування

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Гурик О. Я. к.т.н., доцент		
	Клепчик В.М. ст. викл.		
Нормоконтроль	Вакуленко О.О., ст. викл.		

7. Дата видачі завдання 30 вересня 2021 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	30.09.21-10.10.21	
2	Аналітичний розділ	11.10.21-20.10.21	
3	Проектно-конструкторський розділ	21.10.21-04.11.21	
4	Розрахунково-дослідницький розділ	05.11.21-06.12.21	
5	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	25.11.21-15.12.21	
6	Загальні висновки	07.12.21-09.12.21	
7	Оформлення пояснювальної записки	09.12.21-15.12.21	
8	Оформлення графічної частини	16.11.21-15.12.21	

Студент

(підпис)

Філь В.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Лупенко А.М.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Філь В. В. Розробка енергоефективної системи електропостачання швейної фабрики «Global Textile Alliance UA». 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка. Кваліфікаційна робота. Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії. Кафедра електричної інженерії, група ЕЕМ-61. – Тернопіль.: ТНТУ, 2021.

Стор. - 64; рис. - 10; табл. -14; плакатів - 8; джерел – 21; додатків – 7 стор.

У кваліфікаційній роботі здійснено розробку енергоефективної системи електропостачання швейної фабрики. Розроблено систему електропостачання швейної фабрики. Вирішено основні питання з електропостачання і захисту силового енергоощадного електрообладнання. Вибрано та економічно обгрунтовано вибір силового трансформатора з потужністю 1000 кВА. Проведений розрахунок освітлювального навантаження швейної фабрики на базі сучасних світлодіодних промислових світильників. Проведено порівняння споживання потужності енергоефективними та неенергоефективними (люмінісцентними) освітлювальними установками. Проведено компенсацію реактивної потужності на вводі ТП.

Розглянуто запровадження на підприємстві моніторингу споживання енергоресурсів та застосування автоматизованої системи керування в сукупності з диспетчеризацією в системі вентиляції і кондиціонування на базі контролерів С2000 та програмного забезпечення SCADA КРУГ-2000.

Розглянуто заземлення та зрівнювання потенціалів приміщень швейної фабрики, складено перелік правил безпечних умов праці, протипожежних заходів, дій у разі виникнення аварій і надзвичайних ситуацій техногенного характеру на швейному виробництві.

Ключові слова: СИСТЕМА ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ, ШВЕЙНА ФАБРИКА, ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ	9
1.1 Аналіз вихідних даних проекту	9
1.2 Комплекс заходів, які необхідні для побудови енергоефективної системи електропостачання швейної фабрики	11
1.2.1 Шляхи оптимізації електроспоживання підприємством	11
1.2.2 Система онлайн-моніторингу споживання енергоресурсів ЕНЕКО	15
1.2.3 Енергоефективна автоматизована система вентиляції	16
1.3 Висновки та постановка завдань кваліфікаційної роботи	18
2 ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	20
2.1 Розрахунок електричних навантажень швейної фабрики	20
2.1.1 Вибір силового електрообладнання	20
2.1.2 Розрахунок силових електричних навантажень	22
2.1.3 Розрахунок освітлювального навантаження	26
2.1.4 Розрахунок загального навантаження	30
2.2 Вибір та компонування силових щитів та щитів освітлення	30
2.2.1 Вибір силових щитів та апаратів захисту	31
2.2.2 Вибір щитів робочого та аварійного освітлення	33
2.3 Вибір проводів живлення та апаратів захисту	33
2.3.1 Вибір шинопроводів та проводів живлення силового електрообладнання	33
2.3.2 Вибір проводів живлення ВРП, розподільчих, силових, освітлювальних щитів та шинопроводів	34
2.3.3 Вибір і розрахунок проводів та ПЗВ освітлювальної мережі	35
2.4 Компенсація реактивної потужності швейної фабрики	36
2.5 Вибір потужності силового трансформатора	38
2.6 Заземлення та зрівнювання потенціалів приміщень швейної фабрики	41

3 РОЗРАХУНКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ	42
3.1 Енергоефективна автоматизована система керування вентиляцією	42
3.2 Встановлення блоку управління газосигналізатору «Варта 1-03.14»	48
3.3 Економічне обґрунтування інженерно-технічних рішень	50
3.3.1 Техніко-економічне обґрунтування встановлення силових трансформаторів на ТП	50
3.3.2 Порівняння споживання потужності енергоефективними та неенергоефективними освітлювальними установками	51
4 ОХОРОА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	54
4.1 Правила безпечних умов праці на швейному виробництві	54
4.2 Протипожежні заходи на швейній фабриці	57
4.3 Дії у разі виникнення аварій та надзвичайних ситуацій техногенного характеру	59
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	61
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	62
ДОДАТКИ	65
Додаток А	
Додаток Б	

ВСТУП

Актуальність теми. Сучасна енергоефективна система електропостачання потребує ефективних рішень при проектуванні, спорудженні і експлуатації, оскільки постійне зростання вартості електроенергії призводить до збільшення енерговитрат, що є актуальною проблемою підприємств для збереження конкурентоспроможності [1].

Компанія Global Textile Aliance UA– дочірня компанія бельгійської групи компаній Monks International і підписала в Тернополі угоду про довгострокову оренду виробничих приміщень площею 7000 кв. м для будівництва заводу з виробництва меблевих тканин та тканин для інтер'єру. У майбутньому виробництво «Global Textile Aliance UA» буде розташоване в індустріальному парку «Тернопіль». Зараз компанія розпочинає працювати на потужностях заводу «Оріон». На підприємстві бельгійської компанії Global Textile Aliance UA розташовується повний цикл виробництва – ткацька, прядильна, в'язальна, фарбувальна та швейна фабрики.

При проектуванні сучасної енергоефективної системи електропостачання швейної фабрики, необхідно здійснити правильний вибір таких показників: технічних; експлуатаційних; економічних [2]. Тобто, вирішити комплекс таких завдань: вибір і обґрунтування сучасного енергоощадного устаткування для виконання необхідних функцій; зменшення витрат електроенергії на етапі проектування силової та освітлювальної мереж; підвищення надійності і якості електроенергії; впровадження компенсаторів реактивної енергії; доказ ефективності використання капітальних вкладень в нову систему електропостачання, і подальших експлуатаційних витрат шляхом порівняння варіантів та оптимізації.

Актуальним є підвищення енергоефективності системи електропостачання за рахунок запровадження на підприємстві моніторингу споживання енергоресурсів. Ефективна система управління енергоресурсами дозволяє тримати споживання енергії під контролем та здійснювати аналіз

даних з лічильників електроенергії, що підключені до системи онлайн-моніторингу. Це дозволяє наочно бачити споживання ресурсів у конкретний момент або протягом деякого часу, та, відповідно, економити кошти.

Вибір оптимальних параметрів внутрішнього повітря на промислових підприємствах залежить або від якості продукції, яка обумовлюється дотриманням точного режиму технологічного процесу, або від інтенсивності праці. Якщо ж на випуск продукції в основному впливає інтенсивність праці, забезпечуються умови комфортні для обслуговуючого персоналу. Забезпечення вентиляційного обладнання засобами контролю і автоматизації поліпшує умови працівників, підтримує оптимальний обмін повітря в робочих приміщеннях, що є актуальним. Застосування автоматизованої системи керування в сукупності з диспетчеризацією в системі вентиляції і кондиціонування дозволяє знизити витрати на електроенергію в межах 5...15%.

Метою кваліфікаційної роботи є створення енергоефективної системи електропостачання швейної фабрики для покращення економічних показників ефективності електроспоживання.

Завдання дослідження:

проаналізувати та дослідити комплекс показників, які необхідні для побудови енергоефективної системи електропостачання швейної фабрики;

розробити енергоефективну систему електропостачання швейної фабрики;

дослідити та обґрунтувати запровадження на фабриці системи онлайн моніторингу споживання енергоресурсів та автоматизованої системи керування в системі вентиляції і кондиціонування.

Об'єкт дослідження – система електропостачання швейної фабрики.

Предмет дослідження – шляхи оптимізації електроспоживання об'єктом.

Наукова новизна отриманих результатів: дістали подальший розвиток заходи з оптимізації електроспоживання та продуктивності роботи вентиляційного устаткування швейної фабрики.

Практичне значення отриманих результатів виявляється у створенні енергоефективної і надійної системи електропостачання, та мінімізації витрат електроенергії швейною фабрикою.

Апробація.

Результати досліджень за темою кваліфікаційної роботи були представлені на X-й Міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій» (24-25 листопада 2021 року), Тернопіль, Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя [2].

Структура роботи. Робота складається зі вступу, 3 розділів, висновків, переліку посилань (21 найменувань), додатків (7 сторінок).

Загальний обсяг текстової частини – 64 сторінок, 14 таблиць, 10 рисунків.

1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Аналіз вихідних даних проекту

Електроприймачі швейної фабрики потужністю 600 кВт за ступенем надійності електропостачання відносяться до III категорії.

Основним силовим навантаженням є асинхронні короткозамкнуті електродвигуни напругою 380/220 В – електроприводи швейних та в'язальних машин, вентиляційної системи та системи кондиціонування, насосів котельні, та електроосвітлювальні установки.

Відповідно до технологічного процесу виробництва на швейній фабриці розташовуються ряд виробничих приміщень (рисунок 1.1):

- швейний цех;
- в'язальне відділення;
- цех термічної обробки тканини;
- цех транспортування готової продукції і сировини;
- майстерня механіка.

Також, допоміжні приміщення (рис. 1.1): адміністративні, санітарно-побутові приміщення (роздягальні, душові, убиральні, комора для зберігання спецодягу та одягу); кімната відпочинку та вживання їжі; приміщення охорони; виставковий зал.

Для розміщення електричних щитків, компресорного та котельного обладнання системи опалення на швейній фабриці виділені такі приміщення (рис. 1.1): електрощитова, комутаційна, компресорна та паливна.

Виробничі, побутові, допоміжні та інші приміщення повинні мати штучне та природне освітлення відповідно до ДБН В.2.5-28:2006, а робочі місця, крім загального, повинні бути оснащені місцевим освітленням, а також, бути обладнані природною і припливно-витяжною вентиляцією.

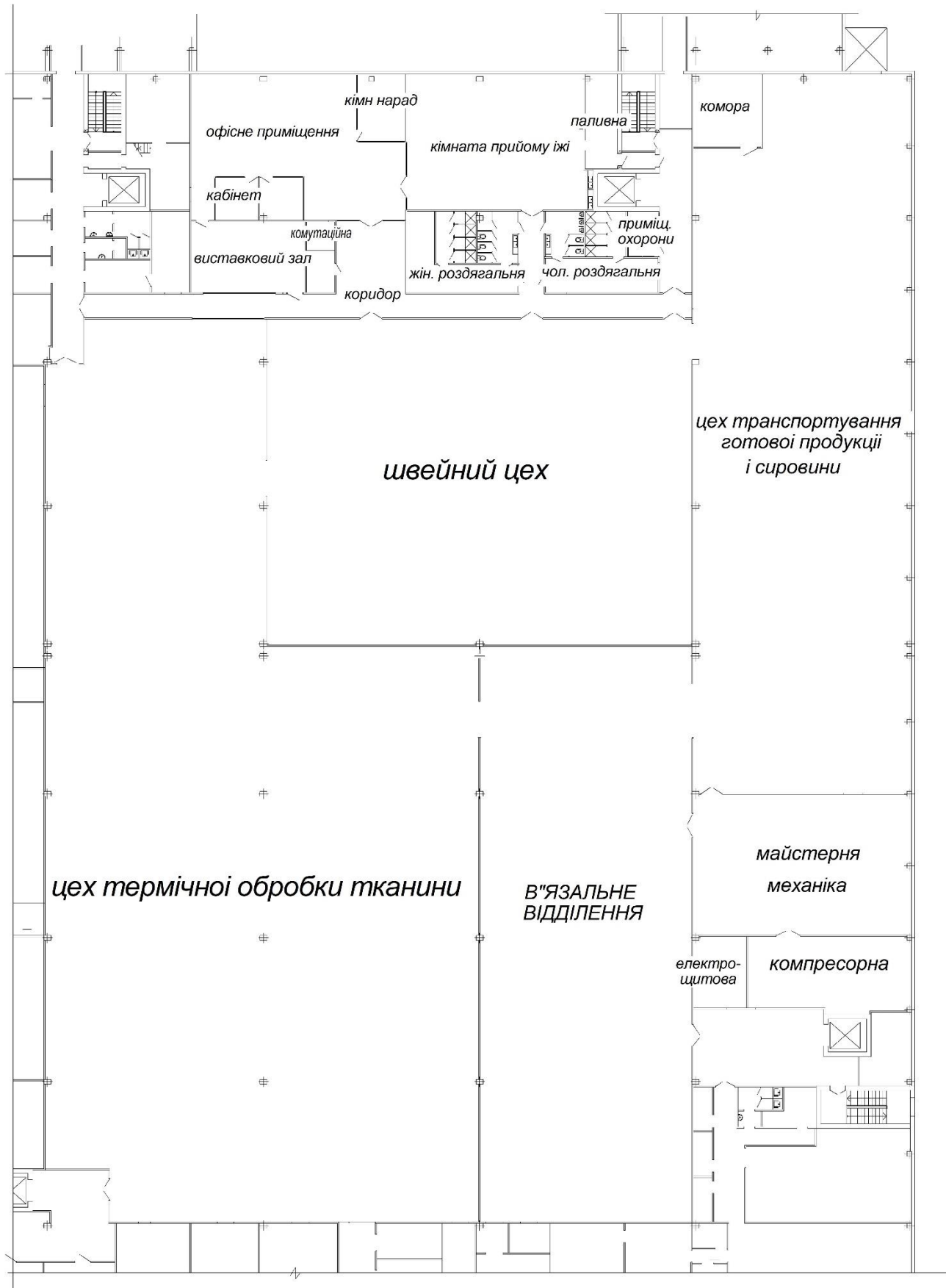


Рисунок 1.1 – План приміщень швейної фабрики

Вентиляція має забезпечувати необхідний повітрообмін, температуру та стан повітряного середовища. Припливно-витяжною вентиляцією мають бути обладнані приміщення у яких під час виконання виробничих процесів утворюються пил (розкрійні машини) або виділяються шкідливі газоподібні речовини, а також променевого і конвекційного теплоутворення (прасувальні установки, преса та відпарювачі)

Електропроводка та арматура силової та освітлювальної мережі у виробничих приміщеннях повинні бути надійно ізолювані і захищені від впливу високої температури, механічних пошкоджень і хімічної дії. Електрообладнання повинне мати надійне захисне заземлення (занулення) та бути захищеним від попадання пилу, вологи тощо [3].

1.2 Комплекс заходів, які необхідні для побудови енергоефективної системи електропостачання швейної фабрики

1.2.1 Шляхи оптимізації електроспоживання підприємством

Система електропостачання є енергоефективною, якщо вона спрямована на раціональне використання енергоресурсів, отримання більшого обсягу корисної роботи електроприладів за рахунок тієї ж кількості електроенергії.

Усі позиції, які тим чи іншим чином направлені на підвищення енергоефективності та енергозбереження в цілому системи електропостачання швейної фабрики, виділимо у такі групи (рисунок 1.2) [4].

Перш за все, виділяємо заходи, що не вимагають вкладання додаткових коштів, і дозволяють впорядкувати технологічний процес та значно вирівняти графік навантаження. Це буде перший блок заходів: використання диференційованого тарифу та споживачів-регуляторів.

Витрати за споживану електричну енергію підприємством можуть бути істотно знижені шляхом регулювання електроспоживання за тарифними зонами доби. Ураховуючи, що в нічні години ціна електроенергії в 4,8 рази нижча, ніж

у години максимуму енергосистеми, розробляють плани-графіки регулювальних заходів, упровадження яких дозволить знизити навантаження в години ранкового й вечірнього максимумів навантаження енергосистеми. У якості споживачів-регуляторів найефективніше використовувати установки, які повинні працювати переважно в години мінімальної ціни електроенергії – у нічні години.

Оскільки попередній режим роботи швейної фабрики двозмінний, а застосування роботи виробничого обладнання у нічний час поки що недоцільний, так як і використання тризонного тарифу, то даний блок заходів при проектуванні ми розглядати не будемо.



Рисунок 1.2 – Шляхи оптимізації електроспоживання підприємством

Другий блок заходів оптимізації електроспоживання реалізовується уже з додатковими капіталовкладеннями. Це зумовлено, перед усім, вибором та придбанням енергоощадного електрообладнання з більш кращими енергетичними характеристиками.

Швейне обладнання має першорядне значення у виробництві конкурентоспроможних швейних виробів. Вибір швейного обладнання залежить від особливостей оброблюваних виробів і матеріалів. Механізація і автоматизація виробництва призводить до розширення переліку використовуваного обладнання. Обладнання для швейних підприємств включає обладнання для разбраковки і проміру тканини, столи для настилення, розкрійне обладнання, швейні машини, автомати і напівавтомати, устаткування для СОТ і безліч іншого обладнання. Правильний вибір устаткування забезпечить підвищення якості продукції, зниження витрат на її виготовлення і зростання продуктивності праці робітників.

Третім блоком заходів є електрозбереження у виробничому, освітлювальному електроспоживанні, тобто оптимальне проектування силової та освітлювальної мереж з визначенням центрів навантаження та якомога ефективнішим та економічнішим використанням провідникових матеріалів та апаратів захисту. Також до цього блоку відносимо компенсацію реактивної потужності для підвищення ефективності системи електропостачання. Необхідно розглянути особливості компенсації реактивної потужності швейної фабрики з урахуванням режиму роботи споживачів електричної енергії й додаткових втрат енергії, зумовлених генерацією реактивної потужності.

Також, енергоефективність системи електропостачання швейної фабрики можна підвищити шляхом застосування регульованого електроприводу для таких споживачів, як: насоси, вентиляторні установки та ін.

Переважає більшість електроприводів використовується в простих агрегатах: насосах, вентиляторах, транспортерах, конвеєрах тощо. Зазвичай, в подібних агрегатах використовуються найпростіші електроприводи з не завжди правильно вибраними двигунами, але саме в цій групі існує величезний резерв енерго- і ресурсозбереження. Це пов'язано, головним чином, з об'єктивно існуючим протиріччям: переважна більшість таких електроприводів (більше 95%) нерегульовані, а технологічні процеси, що обслуговуються ними, як правило, потребують регулювання яких-небудь технологічних координат:

швидкості, тиску, витрати, температури тощо. Це регулювання здійснюється енергетично неефективно й приводить до великих втрат енергії, породжує недосконалість самого технологічного процесу – знижує його продуктивність і надійність, а також якість продукту [5].

Наприклад, застосовуючи регульований електропривід у системі вентиляції, дозволить регулювати подачу повітря відповідно до потреб провітрювання в швейної фабрики.

Силові трансформатори підстанціях мають низький коефіцієнт завантаження (30 – 40%) через що і працюють у неекономних режимах. Експлуатовані сьогодні системи електропостачання підприємств характеризуються значним завищенням потужностей установлених силових трансформаторів. Відповідно, піднімаються параметри апаратури та перерізу кабелів, збільшуються капітальні витрати. Це відбувається на стадії проектування через завищення розрахункових електричних навантажень. Причиною такого стану є недосконалість як самих методів розрахунку, так і некоректність використовуваних розрахункових коефіцієнтів. Під час виконання розрахунків електричних навантажень споживачів штучно розділяють на групи

з однотипним режимом роботи, хоча реально існують технологічні групи споживачів з різними режимами роботи: споживачі технологічних ділянок, цехів, підприємств загалом. Іншими словами, логіка побудови застосовуваних методик розрахунку не відповідає структурі будови систем електропостачання [6]. При цьому під електро та енергоефективністю розуміють потенціал (у відсотках) можливого скорочення споживання або втрат ЕЕ конкретними споживачами або доданком систем електропостачання.

Одним із найбільш швидкоокупних та простих заходів зменшення витрат електроенергії є встановлення на швейній фабриці сучасної системи освітлення на базі світлодіодних світильників, згідно характеру їх світлорозподілу, економічної ефективності і умов навколишнього середовища, з відповідним ступенем захисту.

У провідних країнах світу масово випускаються світлодіодні освітлювальні прилади, які здатні повністю замінити менш ефективні лампи розжарювання і газорозрядні лампи. Упровадження в Україні світлодіодних джерел світла сприятиме значному зменшенню витрат на освітлення (до 10–15% від загальних витрат електроенергії) [7].

Сучасні світлодіодні лампи мають значно довший період експлуатації. При цьому необхідно враховувати розміщення світильників для забезпечення рівномірного освітлення та мінімізації витрат. Завдяки встановленню світлодіодних ламп можлива економія енергії та покращення якості освітлення. Таймери та автоматичні системи освітлення замість світлових перемикачів сприяють зменшенню споживання енергії 80-90 % електроенергії, яка використовується лише для освітлення. Навіть якщо освітлення енергоефективне, рекомендується його вимикати, якщо в приміщенні немає відвідувачів. Сенсори та таймери можуть допомогти з цією ініціативою.

1.2.2 Система онлайн-моніторингу споживання енергоресурсів ЕНЕКО [8]

Підприємства з приєднаною потужністю електроустановок від 150 кВт та середньомісячним обсягом споживання від 50 тис. кВт/год, згідно з Правилами користування електричною енергією (ПКЕЕ), зобов'язані встановити локальне устаткування збору та обробки даних (ЛУЗОД) або автоматизовану систему комерційного обліку електроенергії (АСКОЕ). Другий варіант, безумовно, більш перспективний для будь-якої компанії, оскільки дає можливість не тільки передавати дані про споживання в енергопостачальну компанію, як це відбувається з ЛУЗОД, а й самим мати до них вільний доступ в будь-який час і в зручному форматі з комп'ютера. Як відомо, такий моніторинг дозволяє стежити за станом системи, вчасно діагностувати проблемні моменти і запобігати перевитраті електроенергії.

Однак поряд з перевагами АСКОЕ перед ЛУЗОД існує і серйозний недолік цієї системи: значно більша ціна. Тому більшість компаній останнім

часом з міркувань економії встановлюють систему ЛУЗОД. Саме на них і орієнтована унікальна послуга компанії ЕНЕКО ТЕХ – «Енеко +», яка представляє собою онлайн-доступ до даних з системи ЛУЗОД, що по суті є повноцінною альтернативою АСКОЕ.

Компанія «Енеко» спільно з ТОВ «Вік-софт» першими на ринку електроенергії в Україні розробили і пропонують клієнтам інноваційну послугу «Енеко +», яка забезпечує збір і збереження об'єктивної інформації про споживання, потужності і навантаженні всередині системи ЛУЗОД і доступ до неї з будь-якого комп'ютера, підключеного до Інтернету. При цьому ціна цієї послуги в рази менше вартості модернізації ЛУЗОД до АСКОЕ.

«Енеко +» гарантує Вам такі можливості:

- Автоматизований збір даних з точок обліку Вашого підприємства на єдиний виділений сервер в захищену від атак і збоїв базу;
- Доступ до даних з будь-якого комп'ютера, підключеного до мережі Інтернет, через персональний кабінет на веб-сторінці сервісу;
- Доступ до повноцінної інформації про ваші точки обліку (споживання, потужність, навантаження, журнали подій і т.д.);
- Контроль стану і енергопотребі окремих точок обліку;
- Візуалізацію даних за допомогою таблиць/діаграм через веб-інтерфейс;
- Можливість друку звітів будь-яких форм (у xls або ods форматі);
- Застосування різних тарифікаційних схем по часу/сезонах.

1.2.3 Енергоефективна автоматизована система вентиляції

Основними нормованими параметрами повітря в приміщенні є температура, вологість, швидкість руху, та пило-газовий вміст. Створення оптимального складу повітряного середовища в приміщенні може здійснюється шляхом видалення шкідливого вмісту шляхом додавання необхідної кількості свіжого повітря з попередньою його підготовкою (охолодження або нагрівання, осушення або зволоження, фільтрація тощо). Оптимальні параметри повітря являють собою сукупність умов, найбільш сприятливих для самопочуття людей

(область комфортного кондиціонування повітря), або правильного протікання технологічного процесу (область технологічного кондиціонування).

Вибір оптимальних параметрів внутрішнього повітря на промислових підприємствах залежить або від якості продукції, яка обумовлюється дотриманням точного режиму технологічного процесу, або від інтенсивності праці. Якщо ж на випуск продукції в основному впливає інтенсивність праці, забезпечуються умови комфортні для обслуговуючого персоналу. Відповідно до санітарно-гігієнічних вимог найбільш сприятлива температура в громадських, адміністративно-побутових приміщеннях повинна становити 20–25°C, а припустимі коливання в теплий період – від 20°C до 28°C, у холодний і перехідний періоди – від 18°C до 22°C [9]. Відносна вологість вважається оптимальною в діапазоні від 30 до 60% у теплий період та 30-45% у холодний і перехідний періоди. Верхня припустима границя відносної вологості – 65% [9].

Таким чином, потенціал енергоефективності вентиляційного обладнання залежить від:

- визначення основних причин низької енергоефективності вентиляційного устаткування;
- аналізування методів підвищення енергоефективності систем вентиляції;
- розроблення модернізованої структурної схеми регулювання роботи вентиляторів.

Для припливних вентиляційних систем схемами автоматизації забезпечується:

- місцеве і автоматичне керування електродвигуна припливного вентилятора;
- контроль температури теплоносія після калориферу;
- захист калориферу від заморожування;
- контроль забруднення фільтрів;
- контроль перепаду тиску на вентиляторах;

– управління електроприводами повітряних засувки, а також забезпечення їх закриття у разі відключення електроживлення пристрою.

При спрацьовуванні пристроїв пожежної сигналізації автоматично:

- відключаються всі припливні вентсистеми, повітряно-теплові завіси;
- відключаються ліфти і переводяться в режим “Пожежна небезпека”;

Забезпечення технологічного обладнання засобами контролю і автоматизації скорочує кількість обслуговуючого персоналу, поліпшує умови працівників, підтримує оптимальний обмін повітря в робочих приміщеннях. Прийняте в проекті обладнання і апаратура не є джерелом шуму, вібрацій, випромінювання і не вимагають виконання спеціальних заходів.

Застосування автоматизованої системи керування в сукупності з диспетчеризацією в системі вентиляції і кондиціонування дозволяє [9]:

- знизити витрати на електроенергію в межах 5...15%, за рахунок комплексного застосування системи автоматизації;
- знизити витрати на заробітну плату, за рахунок зменшення обслуговуючого персоналу;
- підвищити рівень комфорту, за рахунок швидкого і якісного регулювання температурно-вологісних параметрів;
- забезпечити мікрокліматичні параметри, що відповідають санітарним нормам і правилам;
- забезпечувати більш глибоку інтеграцію із суміжними системами, наприклад, системою пожежної сигналізації; полегшити моніторинг і облік робочих параметрів; автоматично запобігати виникненню аварійних ситуацій, вчасно повідомляючи операторові про погрозу появи аварійних режимів;
- оперативно розпізнавати й усувати технічні несправності.

1.3 Висновки та постановка завдань кваліфікаційної роботи

Реалізація вищеописаних способів дозволить швейній фабриці оптимізувати витрату електроенергії на 30 – 40 %. Також, необхідно зазначити,

що підвищення електро та енергоефективності – це завдання комплексне, для розв’язання якого на підприємстві потрібні не тільки технічні, але й організаційні заходи, і, насамперед, розробка та впровадження дієвої структури енергоменеджменту.

На рисунку 1.3 представлено картограму потенціалів підвищення електро та енергоефективності доданків системи електропостачання та електроспоживання швейної фабрики.



Рисунок 1.3 - Потенціал підвищення енерго- та електроефективності складових системи електропостачання та електроспоживання швейної фабрики.

Отже, сформулюємо постановку завдань кваліфікаційної роботи:

проаналізувати та дослідити комплекс показників, які необхідні для побудови енергоефективної системи електропостачання швейної фабрики;

розробити енергоефективну систему електропостачання швейної фабрики;

дослідити та обґрунтувати запровадження на фабриці системи онлайн моніторингу споживання енергоресурсів та автоматизованої системи керування в системі вентиляції і кондиціонування.

2 ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

2.1 Розрахунок електричних навантажень швейної фабрики

Електропостачання приймачів будівлі швейної фабрики здійснюється на напрузі 380/220 В від ТП.

Електроприймачі фабрики за ступенем надійності електропостачання відносяться до III категорії. Облік електроенергії передбачений в ТП. Вихідні дані для проектування наведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Проектні дані

Найменування	Дані
Напруга мережі	380/220 В
Розрахункова потужність загальна:	600 кВт
1. Електросилове обладнання	580,0 кВт
2. Електроосвітлення	20,0 кВт
Тип системи захисного заземлення	TN-C-S

2.1.1 Вибір силового електрообладнання

Основне електрообладнання швейної фабрики – швейні та в'язальні машини з електроприводами (асинхронними двигунами). Для управління технологічним електрообладнанням передбачено апаратуру, яка поставляється комплектно з ним.

Також передбачаємо на фабриці власну котельню з газовими котлами та циркуляційними насосами, що управляються за допомогою блоку автоматики. Проектом передбачено сигналізацію про перевищення НКГР газу в повітрі приміщень з одночасним закриттям соленоїдного клапана газу на ввіді газопроводу, яке здійснюється за допомогою газосигналізатора "Варта". Для світлозвукової сигналізації передбачено встановлення світлозвукового пристрою типу УС-1.

Проектом передбачаємо встановлення припливно-витяжної установки та вентиляторів, також встановлення системи кондиціонування. У випадку аварійної ситуації передбачаємо відключення вентиляції при пожежі за допомогою автомата з незалежним розчеплювачем за сигналом від приладу пожежної сигналізації.

Відомості основних споживачів електричної енергії швейної фабрики наведено у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Відомість споживачів електроенергії швейної фабрики

№ на плані	Найменування споживача	Кількість	$P_{\text{ном}}$, кВт
1	2	3	4
М 1-1...1-10	Швейна машина	40	0,4
М 7-1...7-7	В'язальна машина	14	4,0
Н 1...4	Циркуляційний насос	4	1,5
БА1, БА2	Блок автоматики котла	2	0,2
QSA	Газосигналізатор	1	0,2
ПВ1	Припливно-витяжна установка	1	1,99
П1	Припливна установка	1	1,27
П2	Припливна установка	1	0,410
В1, В4	Вентилятор	2	0,296
В2, В3	Вентилятор	2	0,154
В5...В7	Вентилятор	3	0,75
В8	Вентилятор	1	0,194
К1...К6	Кондиціонер	6	1,84
ПС	Прилад пожежної сигналізації	1	0,2
НЗ...Н14	Розеточна група	12	2
Л1	Ліфт	1	18,0

Продовження таблиці 2.2.

1	2	3	4
С1	Сервер	1	4,37
ТХ1, ТХ2	Зарядка для вилкових навантажувачів	6,4	2
1БР...10БР	Бокс з розетками	18	10
ЩР1	Технологічне обладнання	214	1
ЩР5	Компресорне обладнання	120	1

2.1.2 Розрахунок силових електричних навантажень

Розрахунок середніх електричних навантажень проведемо методом коефіцієнта попиту у відповідності з ДБН В.2.5-23 [10]. Даний метод використовують при відсутності даних про режим роботи електроприймачів та сформованих графіків навантаження, що закладені у методі коефіцієнта максимуму, та рекомендують використовувати для попередніх розрахунків [11].

Розрахунок електричних навантажень за методом коефіцієнта попиту зазвичай проводиться від нижчих рівнів напруги до вищих, шляхом об'єднання електроприймачів у вузли чи групи. Усі групи повинні мати нумерацію чи назву, з відповідним позначенням на схемі.

Розрахункове навантаження визначають з виразів [11]:

$$P_p = K_{II} \cdot \sum_{i=1}^n P_{n,i}, \quad (2.1)$$

$$Q_p = P_p \cdot \operatorname{tg} \varphi_p, \quad (2.2)$$

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2} = P_p / \cos \varphi_p, \quad (2.3)$$

де P_p , Q_p , S_p – розрахункова потужність відповідно активна, реактивна та повна;

$P_{n.i}$ – номінальна потужність електроприймача, кВт;

K_{II} – коефіцієнт використання;

n – кількість електроприймачів у групі;

$tg\varphi_p$ - що відповідає розрахунковому значенню коефіцієнта потужності $cos\varphi_p$.

Вираз для більш точнішого визначення значення коефіцієнту попиту K_{II} має вигляд:

$$K_{II} = 0,28 + 0,714 \frac{P_{n\max}}{\sum_{i=1}^n P_{ni}}, \quad (2.4)$$

Даний вираз може бути використаним для визначення потужності трансформаторних підстанцій груп споживачів промислових майданчиків і виробничих цехів підприємств, при кількості споживачів у групі $n > 20$.

Коли ж кількість електроприймачів $n < 20$, можна скористатися такою формулою для визначення коефіцієнта попиту:

$$K_{II} = 0,43 + 0,57 \frac{P_{n\max}}{\sum_{i=1}^n P_{ni}}, \quad (2.5)$$

Коли ж прийняти, що споживання реактивної потужності двигуна незначно залежить від завантаження, то розрахункове значення реактивної потужності

$$Q_p = \sum_{i=1}^n \frac{P_{ni}}{\eta_{ni}} \cdot tg\varphi_n, \quad (2.6)$$

де η_{ni} - коефіцієнт корисної дії двигуна (ККД);

$tg\varphi_n$ - відповідає номінальному значенню коефіцієнта потужності $cos\varphi_n$ двигуна.

Розрахункове навантаження цеху підприємства за методом коефіцієнта попиту визначається шляхом підсумовування розрахункових навантажень окремих груп електроспоживачів, з урахуванням коефіцієнта різночасності максимумів навантаження за формулою:

$$S_p = \sqrt{\left(\sum_1^n P_p\right)^2 + \left(\sum_1^n Q_p\right)^2} \cdot K_{p.m} \quad (2.7)$$

$K_{p.m}$ – коефіцієнт різночасності максимумів навантаження, який приймається зазвичай в межах від 0,85 до 1,0 в залежності від місця даного вузла в системі електропостачання підприємства.

Скористаємося для визначення електричних навантажень швейної фабрики таким алгоритмом:

1. Погрупуємо усі електроприймачі низької напруги (0,4 кВ) у групи. В таблицю 2.3 заносимо їх розрахункові параметри.

2. Визначаємо значення коефіцієнта попиту K_p для групи електроприймачів. Значення коефіцієнта попиту K_{II} та $\cos\varphi_p$ приймаємо за рекомендацією літературних даних [10].

3. За формулою (2.1) визначаємо розрахункове активне навантаження P_p для кожного електроприймача та сумарне активне навантаження по групі.

4. За формулою (2.2) визначаємо розрахункове реактивне навантаження Q_p з врахуванням завантаження за рахунок застосування K_p для кожного електроприймача та сумарне реактивне навантаження по групі.

5. Визначаємо повне розрахункове навантаження S_p за формулою (2.3). По значенню S_p обирають трансформаторну підстанцію (якщо приєднання виконано через трансформатор). При виборі типу трансформаторів звертаємо увагу на сферу та умови його застосування.

6. Розрахунки електричного навантаження виконуємо за допомогою програми Excel та зводимо у таблицю таблицю 2.3.

Таблиця 2.3 – Розрахунок електричних навантажень швейної фабрики

Вхідні дані						Результати розрахунків			
Найменування споживача	P_n , кВт одного спож.	Кількість спож., шт	Сумарна P_n , кВт	Коефіцієнт попиту, Кл	$\cos\phi$	$\operatorname{tg}\phi$	Активна потужність P_p , кВт	Реактивна потужність Q_p , кВАр	Повна потужність S_p , кВА
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
М 1-1...1-10 Швейна машина	0,4	40	16	0,9	0,85	0,62	14,40	8,93	16,94
М 7-1...7-7 В'язальна машина	4,0	14	56	0,9	0,85	0,62	50,40	31,25	59,29
Н 1...4 Циркуляційний насос	1,5	4	6	0,75	0,85	0,62	4,50	2,79	5,29
БА1, БА2 Блок автоматики котла	0,2	2	0,4	0,75	0,9	0,5	0,30	0,15	0,33
QSA Газосигналізатор	0,2	1	0,2	1	0,9	0,5	0,20	0,10	0,22
ПВ1 Припливно-витяжна установка	1,99	1	1,99	0,9	0,85	0,62	1,79	1,11	2,11
П1 Припливна установка	1,27	1	1,27	0,9	0,85	0,62	1,14	0,71	1,34
П2 Припливна установка	0,410	1	0,41	0,9	0,85	0,62	0,37	0,23	0,43
В1, В4 Вентилятор	0,296	2	0,592	0,9	0,85	0,62	0,53	0,33	0,63
В2, В3 Вентилятор	0,154	2	0,308	0,9	0,85	0,62	0,28	0,17	0,33
В5...В7 Вентилятор	0,75	3	2,25	0,9	0,85	0,62	2,03	1,26	2,38
В8 Вентилятор	0,194	1	0,194	0,9	0,85	0,62	0,17	0,11	0,21
К1...К6 Кондиціонер	1,84	6	11,04	0,75	0,85	0,62	8,28	5,13	9,74
ПС Прилад пожежної сигналізації	0,2	1	0,2	1	0,9	0,5	0,20	0,10	0,22
Н3...Н14 Розеточна група побут. прим.	2	12	24	0,9	0,85	0,62	21,60	13,39	25,41
Л1 Ліфт	18,0	1	18	0,75	0,85	0,62	13,50	8,64	16,07
С1 Сервер	4,37	1	4,37	1	0,95	0,32	4,37	1,97	4,60
ТХ1, ТХ2 Зарядка для вилк. навантаж.	6,4	2	12,8	0,6	0,85	0,62	7,68	4,76	9,04
1БР...10БР Бокс з розетками	18	10	180	0,6	0,85	0,62	108,00	66,96	127,06
ЩР1 Технологічне обладнання	285,4	1	285,4	0,75	0,85	0,62	214,02	132,71	251,82
ЩР5 Кмпресорне обладнання	160	1	160	0,75	0,85	0,62	120,06	74,4	141,18
Всього електросилове			808,11				573,79	354,63	674,65
Освітлення				0,9	0,95	0,32	24,13	7,72	25,4
Всього							598	363	700

2.1.3 Розрахунок освітлювального навантаження

Проектом передбачаємо загальне робоче освітлення напругою 220 В та ремонтне освітлення напругою 36 В. Для евакуаційного освітлення передбачаємо світильники з автономними джерелами живлення.

Скористаємося комбінованою системою освітлення для приміщень швейної фабрики. Така система освітлення забезпечує нормовану освітленість місць праці при менших капітальних витратах та менших витратах електроенергії, ніж при загальній системі.

Освітленість приміщень вибираємо згідно ДБНВ.2.5-28. «Природне і штучне освітлення» [12]. Рівень освітленості для побутових та адміністративних приміщень приймаємо 150 лк (при рівні комбінованого освітлення 300 лк). Для швейного цеху з дуже високою точністю зорових робіт 750 лк, а для в'язального відділення - 500 лк.

Типи світильників і степінь їх захисту (IP) вибираємо згідно характеру їх світлорозподілу, економічної ефективності і умов навколишнього середовища у приміщеннях швейної фабрики. Управління освітленням планується здійснювати по місцю вимикачами.

Джерелами світла приймаємо світлодіодні лампи. Перевагами даних освітлювальних джерел є [13]: досить тривалий термін експлуатації (4-5 років чи 50 тис. год); невеликий рівень енергоспоживання (в 2 рази менше споживання потужності, ніж люмінесцентними лампами, та приблизно в 6 раз менше - ніж лампами розжарювання); екологічність, тобто відсутність шкідливих елементів, що робить використання даного виду ламп безпечним для природи та людини. Однак, головним недоліком є те, що світлодіодні світильники коштують не дешево, проте це компенсується невеликим терміном окупності.

Для визначення електричного навантаження освітлювальних установок приміщень швейної фабрики використаємо метод питомої потужності та коефіцієнта попиту [14]. Для розрахунку скористаємося програмою Excel. Усі дані розрахунку робочого та евакуаційного освітлення приміщень швейної

фабрики (площа приміщень, тип світильників та їх потужність, освітленість) зводимо у таблицю 2.4 та 2.5.

Таблиця 2.4 Робоче освітлювальне навантаження швейної фабрики

Номер щита освітлення	Номер лінії на плані	Приміщення фабрики	Освітленість, лк	Площа S, м ²	Тип світильника	Потужність, Вт	Кількість світильників, шт	Навантаження по лінії Рн, кВт
1	2	3	4	5	6	7	8	9
2ЩО1	2N1	В'язальне відділення	500	846,5	ДПП27У-120 IP 65	120	20	2,4
	2N2						10	1,2
	2N3	Цех термічної обробки тканини	200	1625	ЕСО CLAS-80 IP 65	80	15	1,27
	2N4						15	1,2
	2N5						18	2,4
	2N6						9	1,235
							9,7	
3ЩО1	3N1	Швейний цех	750	963	ЕСО CLAS-80 IP 65	80	18	1,545
	3N2						18	1,44
	3N3						27	2,16
	3N4						27	2,16
	3N5	Комора	75	36	ДСП11-40	40	2	1,2
	3N6	Цех транспортування готової продукції та сировини	200	1051	ЕСО CLAS-80 IP 65	80	14	1,92
							10,425	
ЩР4	4N1	Кордор			ДПО20У-36	36	6	1,8
		Кімната прийому їжі	200		ДПО20У-36		8	
		Офісне приміщення	300		ДПО20У-36		18	
		Кімната нарад	300		ДПО20У-36		2	
		Комунаційна	300		ДПО20У-36		3	
		Кабінет	300		ДПО20У-36		4	

Продовження таблиці 2.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9
ЩР4	4N2	Виставковий зал	300		ДПО20У-36	36	8	1,5
		Коридор	150		ДПО20У-36		10	
		Жіноча роздягальня	150		ДПО20У-36		6	
		Чоловіча роздягальня	150		ДПО20У-36	36	5	
					ДББ64В-12	12	8	
					ДПО20У-36	12	6	
					ДСП11-40	40	1	
			Приміщення охорони	200		ДПО20У-36	36	1
								3,3
ВРП	N1	Електрощитова	75	22,5	ДСП11-40	40	1	0,7
		Компресорна	150	74,8	ДСП11-40	40	5	
		Майстерня механіка	300	213,5	ЕСО CLAS-80 IP 65	80	6	
	Всього							24,125

Таблиця 2.5 – Аварійне освітлювальне навантаження

Номер щита освітлення	Номер лінії на плані	Тип світильника	Потужність, Вт	Кількість світильників, шт	Навантаження по лінії Рн, кВт
1	2	3	4	5	6
2ЩО1	2N1	LNK ЕСО-35	35	1	0,175
	2N2			1	
	2N3			2	
	2N6			1	
3ЩО1	3N1	LNK ЕСО-35	35	3	0,14
	3N5			1	
ЩР4	4N1	LNK ЕСО-35	35	7	0,56
	4N2			9	
ВРП	N1	LNK ЕСО-35	35	4	0,14
	Всього				1,015

В якості евакуаційного освітлення встановлюємо при виходах із цехів (приміщень) фабрики сигнальні вказівники «Вихід» (СУВ) з автономним живленням. Дані зводимо в таблицю 2.6.

Таблиця 2.6 – Евакуаційне освітлювальне навантаження

Тип світильника	Потужність, Вт	Кількість світильників, шт	ΣP_n , кВт
ДБО-01ВСП-6а-304(Feron-6)	6	7	0,042

Складемо перелік вимикачів, які необхідні для комутації освітлювальних установок та зводимо в таблицю 2.4.

Таблиця 2.4 – Електроустановочні вироби освітлювальної мережі

Назва, технічна характеристика	Тип, марка	Одиниця вимірювання	Кільк.
1	2	3	4
Вимикач з датчиком руху для відкритої установки $I_n = 16 \text{ A}$, $U_n = 250 \text{ В}$	CDM-180	шт.	1
Вимикач універсальний для схованої установки $I_n = 16 \text{ A}$, $U_{nn} = 250 \text{ В}$ для управління з 2-х місць	REGINA-11000102	комп.	2
Вимикач 1-но клавішний для схованої установки $I_n = 16 \text{ A}$, $U_{nn} = 250 \text{ В}$	REGINA-11001102	комп.	29
Вимикач 2-х клавішний для схованої установки $I_n = 16 \text{ A}$, $U_{nn} = 220 \text{ В}$	REGINA-11000602	комп.	14
Вимикач 1-но клавішний для схованої установки гермет. $I_n = 16 \text{ A}$, $U_{nn} = 220 \text{ В}$	HERMETIC A-16000604-IP44	комп.	8
Вимикач 2-х клавішний для схованої установки гермет. $I_n = 16 \text{ A}$, $U_{nn} = 220 \text{ В}$	HERMETIC A-16000604-IP44	комп.	3

У адмінприміщеннях вимикачі встановлюємо збоку дверної ручки на висоті від 0,8 м до 1,7 м від рівня підлоги, а розетки на висоті від 0.3 м до 1,0 м.

Групову мережу електроосвітлення виконуємо проводами ВВПнг сховано в борознах стін під штукатуркою і за підшивною стелею та відкрито по лотках. Електропроводки під штукатуркою повинні розташовуватись горизонтально,

вертикально або паралельно краю стін приміщення, на відстані не більше ніж 150 мм від плит перекриття і не більше ніж 500 мм від підлоги.

2.1.4 Розрахунок загального навантаження

Загальні розрахункові потужності силового й освітлювального навантаження, знаходимо за формулами [14]:

$$P_p = P_{p.сил.нав} + P_{p.осв}, \quad (2.8)$$

$$P_p = 573,79 + 24,13 = 597,92 \text{ кВт},$$

$$Q_p = Q_{p.сил.нав} + Q_{p.осв}, \quad (2.9)$$

$$Q_p = 354,63 + 7,72 = 362,82 \text{ кВАр},$$

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2}, \quad (2.10)$$

$$S_p = \sqrt{597,92^2 + 362,82^2} = 699,59 \approx 700 \text{ кВА}.$$

Отримані дані по підсумковому електронавантаженню заносимо в таблицю 2.3.

2.2 Вибір та компонування силових щитів та щитів освітлення

Усе електронавантаження швейної фабрики розбиваємо на групи та визначаємо кількість, розрахункову потужність та розрахунковий струм розподільчих щитів. Загальна таблиця розподілу наведена в Додатку А.

Для розподілу електроенергії в електрощитовій встановлюємо ввідно-розподільчий щит типу НШ. Для розподілу електроенергії в приміщеннях передбачаємо встановлення розподільчих щитів типу НШ. Головним розподільчим щитом прийнято щиток типу НШ.

2.2.1 Вибір силових щитів та апаратів захисту

Усі вибрані силові щити та захисні апарати зводимо в таблицю 2.5.

Таблиця 2.5 – Комплектація силових щитків

Позначення	Назва	Тип автоматичного вимикача, технічна характеристика, кількість	Тип щитка
1	2	3	4
ВРП	Щит ввідно-розподільчий	на вводі: АВ 3007/3Н I=1250 А;U _н =380 В фідерні: АВ3005/3Н I=500АU _н =380В-1шт; АВ3004/3Н I=250А;U _н =380В-3шт; АВ3003/3Н I=100АU _н =380В-1шт; АВ3002/3Н I=40А;U _н =380В-1шт АВ3002/3Н I=32А;U _н =380В-1шт; АВ3002/3Н I=25А;U _н =380В-3шт АВ2000/1В I=25А;U _н =220В-2шт; АВ2000/1В I=16А;U _н =220В-1шт	НШ-72-IP54
1ЩР	Щит розподільчий технологічний		
2ЩР	Щит розподільчий	на вводі: АВ3004/3Н I=250А;U _н =380В фідерні: АВ3003/3Н I=200АU _н =380В-2шт; АВ3002/3В I=25А;U _н =380В-1шт;	НШ-12-IP54
3ЩР	Щит розподільчий	на вводі: АВ3004/3Н I=250А;U _н =380В фідерні: АВ3003/3Н I=100АU _н =380В-4шт; АВ3002/3В I=25А;U _н =380В-1шт;	НШ-18-IP54

Продовження таблиці 2.5

1	2	3	4
4ЩР	Щит розподільчий	на вводі: АВ3003/3Н I=100А;U _н =380В фідерні: АВ2000/1В I=16А;U _н =220В-2шт; АЗВ-2-16-30 I=16А;U _н =220В-12шт	НШ-18-ІР31
5ЩР	Щит розподільчий технологічний компресорної		
ЩС-В	Щит розподільчий	на вводі: АВ2000/3С I=32А;U _н =380В фідерні: АВ2000/3В I=16А;U _н =380В-3шт; АВ2000/1В I=16А;U _н =220В-9шт	НШ-24-ІР54
ЩС-П	Щит розподільчий	на вводі: АВ2000/3С I=25А;U _н =380В фідерні: АВ2000/3В I=16А;U _н =380В-4шт; АВ2000/1В I=16А;U _н =220В-3шт	НШ-18-ІР54
1БР- 10БР	Бокс з комутаційними апаратами та розетками		BalsCEENorm
ГРЩ	Щит розподільчий	на вводі: АВ2000/1С I=25А;U _н =220В фідерні: АВ2000/1В I=16А;U _н =220В-3шт; АЗВ-2-16-30 I=16А;U _н =220В-1шт	НШ-6-ІР31
		Світлозвуковий пристрій	УС-1
БР	Бокс розподільчий	АВ2000/1В I=16А;U _н =220В	БР-3
		Незалежний розчеплювач	НР

2.2.2 Вибір щитів робочого та аварійного освітлення

Живлення світильників робочого освітлення виконуємо від освітлювальних щитів типу ЩО-96 та розподільчого щита 4ЩР типу НШ (таблиця 2.6). При виборі типу щитків враховують умови середовища в приміщеннях, спосіб встановлення щитка, типи і кількість встановлених в них апаратів.

Таблиця 2.6 – Щити робочого та аварійного освітлення

Позначення	Назва	Тип автоматичного вимикача, технічна характеристика, кількість	Тип щитка
1	2	3	4
2ЩО1	Щиток освітлювальний на 6 груп	2N1...2N6 AB2000/1-B I=16A – 6 шт.	ЩО-96-6-IP54
3ЩО1	Щиток освітлювальний на бгруп	3N1...3N6 AB2000/1-B I=16A – 6 шт.	ЩО-96-6-IP54

2.3 Вибір проводів живлення та апаратів захисту

2.3.1 Вибір шинопроводів та проводів живлення силового електрообладнання

У в'язальному відділенні та швейному цеху використаємо магістральне підключення в'язальних та швейних машин за допомогою шинопроводів. Для підключення машин від шинопроводу скористаємося силовими кабелями з мідними жилами з ізоляцією та оболонкою з полівінілхлоридних композицій зниженої пожежної небезпеки ВВГнг-нд (індекс нд означає низьке димо- і газовиділення). Силові електроприймачі будемо живити кабелем ВВГнг-нд відкрито по лотках, проводами ВВПнг сховано в борознах стін під штукатуркою.

Вибрані шинопроводи, пристрої захсного відключення, марку та січення проводів підключення обладнання зводимо в таблицю 2.7.

Таблиця 2.7 – Вибір шинопроводів, проводів і ПЗВ для в'язальних та швейних машин

Позначення на плані	Тип	Номер ЕП	Тип ПЗВ	Марка, кількість жил та січення проводу
1	2	3	4	5
ШП 1	ШП-100 А	1-1...1-10	SE11460S 16А	ВВГнг-нд 4х2,5
ШП 2	ШП-100 А	1-1...1-10	SE11460S 16А	ВВГнг-нд 4х2,5
ШП-3	ШП-100 А	1-1...1-10	SE11460S 16А	ВВГнг-нд 4х2,5
ШП-4	ШП-100 А	1-1...1-10	SE11460S 16А	ВВГнг-нд 4х2,5
ШП-5	ШП-250 А	7-1...7-7	SE11460S 16А	ВВГнг-нд 4х2,5
ШП-6	ШП-250 А	7-1...7-7	SE11460S 16А	ВВГнг-нд 4х2,5

2.3.2 Вибір проводів живлення ВРП, розподільчих, силових, освітлювальних щитів та шинопроводів

Підводку до шинопроводів, розподільчих щитів та щитів освітлення виконуємо алюмінієвими проводами АПВнг-нд у гофрованих трубах, які не поширюють горіння. Марку, кількість жил, січення та довжину проводу записуємо в таблицю 2.8.

Таблиця 2.8 - Проводи живлення ВРП, розподільчих, силових, освітлювальних щитів та шинопроводів

Позначення на плані	Тип	Тип ПЗВ	Марка, кількість жил та січення проводу	Довжина, м
1	2	3	4	5
ВРП	НШ-72-IP54	АВ3007/3-Н 1250 А		
1ЩР	НШ-12-IP54	АВ23005/3-Н 500 А	АПВнг-нд 8(1х185)+2(1х95)	280
2ЩР	НШ-12-IP54	АВ23004/3-Н 250 А	АПВнг-нд 4(1х150)+1х95	160

Продовження таблиці 2.8

1	2	3	4	5
3ЩР	НШ-12-IP54	AB23004/3-Н 250 А	АПВнг-нд 4(1x150)+1x95	160
4ЩР	НШ-18-IP31	AB23003/3-Н 100 А	АПВнг-нд 4(1x50)+1x25	76
5ЩР	НШ-6-IP31	AB23004/3-Н 250 А	АПВнг-нд 4(1x150)+1x95	160
ЩС-В	НШ-24-IP54	AB23002/3-Н 32 А	ПВ3нг-нд 5(1x6)	32
ЩС-П	НШ-18-IP54	AB23002/3-Н 25 А	ПВ3нг-нд 5(1x6)	
ГРЩ		AB2000/3-В 25 А	ВВГнг-нд 3x6	
2ЩО1	ЩО96-6-IP54	AB2000/1-В 25А	ПВ3нг 5(1x6)	32
3ЩО1	ЩО96-6-IP54	AB2000/1-В 25А	ПВ3нг 5(1x6)	32
БР (N1)	БР-3-IP54	AB2000/1-В 16 А	ВВПнг-нд 3x2,5	
ШП-1	ШП-100А	AB2000/3-В 100 А	АПВнг-нд 4(1x95)+1x50	100
ШП-2	ШП-100А	AB2000/3-В 100 А	АПВнг-нд 4(1x95)+1x50	100
ШП-3	ШП-100А	AB2000/3-В 100 А	АПВнг-нд 4(1x95)+1x50	100
ШП-4	ШП-100А	AB2000/3-В 100 А	АПВнг-нд 4(1x95)+1x50	100
ШП-5	ШП-250А	AB2000/3-В 200 А	АПВнг-нд 4(1x120)+1x50	160
ШП-6	ШП-250А	AB2000/3-В 200 А	АПВнг-нд 4(1x120)+1x50	160

2.3.3 Вибір і розрахунок проводів та ПЗВ освітлювальної мережі

Електроосвітлення виконуємо кабелем ВВПнг (силовий з мідними жилами, який не поширює горіння), прокладеним сховано, в трубах та відкрито на скобах. В якості проводів аварійного освітлення вибираємо кабелі марки (N)НХН з високою межею вогнестійкості.

Січення проводів освітлювальної мережі будемо визначати з допустимої втрати напруги та подальшою перевіркою на нагрів за таблицями допустимих навантажень.

Січення проводу визначаємо за виразом

$$F = \frac{\sum_{i=1}^n P \cdot l}{C \cdot \Delta v_{\text{доп}\%}}, \quad (2.11)$$

де P - потужність на n -ій ділянці лінії, кВт;

l - довжина n -ої ділянки лінії, м;

C - коефіцієнт, що показує характер матеріалу провідника;

$\Delta v_{\text{доп}\%}$ - допустиме відхилення напруги від номінального, 2,5%;

Розрахунки виконуємо в програмі Excel. Дані проведених розрахунків зводимо у таблицю 2.9.

Таблиця 2.9 – Вибір проводів живлення та ПЗВ освітлювальної мережі

Щит освітлення	Номер лінії на плані	Марка, кількість жил та січення проводу	ПЗВ, кількість
1	2	3	5
2ЩО1	2N1... 2N6	ВВПнг 3x2,5	АВ2000/1-В 16А -6 шт
3ЩО1	3N1... 3N6	ВВПнг 3x2,5	АВ2000/1-В 16А- 6 шт
ЩР4	4N1	ВВПнг 3x2,5	АВ2000/1-В 16А -1 шт
	4N2	ВВПнг 3x2,5	АВ2000/1-В 16А- 1 шт
ВРП	N1	ВВПнг 3x2,5	АВ2000/1-В 16А- 1 шт

2.4 Компенсація реактивної потужності швейної фабрики

У результаті розрахунку електричних навантажень швейної фабрики було отримано $\Sigma \text{tg}\varphi = 0,52$. Дане значення значно вище за $\text{tg}\varphi$, який заданий енергосистемою (0,2 - 0,3).

Для зниження $\operatorname{tg}\varphi$ до встановленого значення, та, таким чином, зниження споживання фабрикою реактивної потужності, необхідно передбачити її компенсацію.

Величину активної потужності, що видається в мережу, та $\cos\varphi$ можна обчислити за виразами [14]:

$$P = \sqrt{3S} \cos\varphi = \sqrt{3UI} \cos\varphi. \quad (2.12)$$

$$\cos\varphi = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}}. \quad (2.13)$$

Величина реактивної потужності, що підлягає компенсації і буде відповідати необхідній потужності компенсуючого пристрою:

$$Q_{\text{кв}} = P_p (\operatorname{tg}\varphi_p - \operatorname{tg}\varphi_n), \quad (2.14)$$

$$Q_{\text{кв}} = 597,96 \cdot (0,52 - 0,3) = 131,6 \text{ кВАр}.$$

Вибираємо конденсаторну установку типу УКРМ для автоматичної компенсації реактивної потужності, що виникає в електромережі. Обираємо групову схему компенсації, тобто коли установка конденсаторів встановлена на введенні до споживача (на ТП). Установка складається з групи трьох-фазних конденсаторів, контакторів для їх комутації, елементів захисту від перевантаження і суцільнометалевої конструкції і регулятора реактивної потужності [15]. Дані установки записуємо в таблицю 2.10.

Таблиця 2.10 – Технічні характеристики компенсуючої установки швейної фабрики

Тип установки	Потужність, кВАр	Номінальний струм, А	Ступені регулювання, кВАр
УКРМ (АКУ)-0,4-140-20	140	203	20+20+20+30+30+40

Визначимо повну розрахункову потужність при врахуванні компенсації реактивної енергії

$$S_{psc} = \sqrt{P_{заг}^2 + (Q_{заг} - Q_{ку})^2}, \quad (2.15)$$

$$S_{psc} = \sqrt{597,96^2 + (362,82 - 140)^2} = 638,2 \text{ кВА.}$$

$$\cos \phi_{psc} = \frac{P_{заг}}{S_{заг}}, \quad (2.16)$$

$$\cos \phi_{psc} = \frac{598}{638,2} = 0,94, \quad \text{tg } \phi_{psc} = 0,32.$$

2.5 Вибір потужності силового трансформатора

Повна розрахункова потужність навантаження фабрики становить 700 кВА. Щоб визначити оптимальну потужність трансформатора використаємо метод економічних інтервалів навантажень [16].

У нормальному режимі роботи потужність трансформатора має відповідати економічному інтервалу навантаження [16]

$$S_{en} < S_p \leq S_{ев}, \quad (2.17)$$

де S_{en} і $S_{ев}$ - відповідно нижня і верхня межі інтервалів навантаження із врахуванням можливого приросту навантаження.

Актуальним є встановлення нових трансформаторів з покращеними характеристиками та зниженими втратами потужності, оскільки від параметрів трансформаторів залежить вплив на величину граничних економічних навантажень. Критерієм вибору оптимальної потужності трансформаторів за даним методом прийнято мінімум дисконтованих витрат. На рисунку 2.1 наведено графіки залежностей дисконтованих витрат від потужності навантаження та розраховано значення граничних економічних навантажень для трансформаторів напругою 10/0,4 кВ різних номінальних потужностей і різних енергоефективностей.

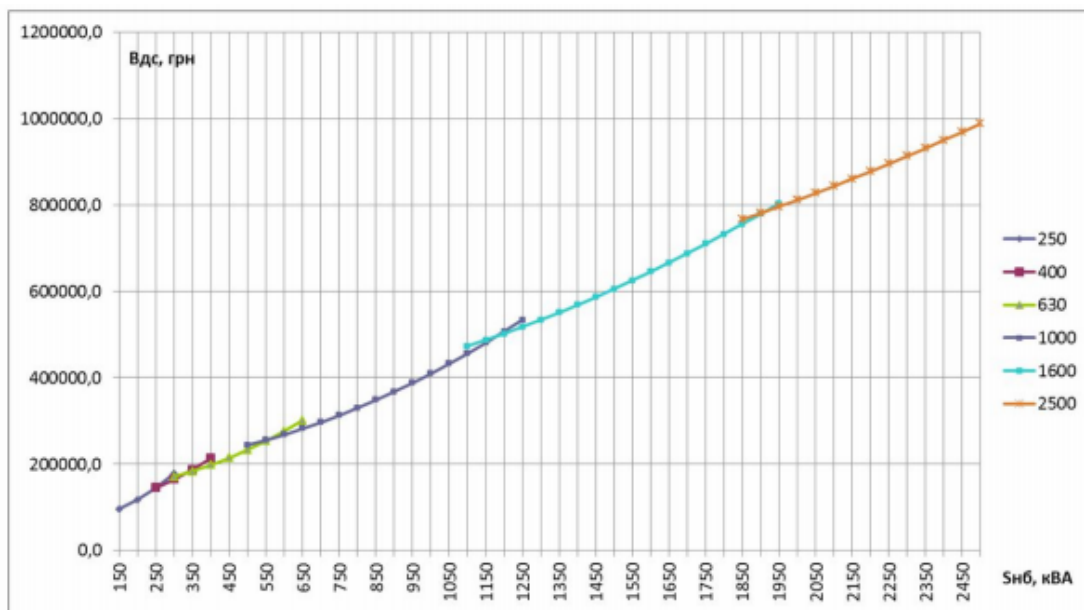


Рисунок 2.1 – Потужність навантаження для силових трансформаторів потужністю 250-2500 кВА в залежності від дисконтованих витрат [16].

Вибираємо варіанти встановлення силових трансформаторів, що відповідатимуть потужності розрахункового навантаження швейної фабрики та економічному інтервалу навантаження із поданих графіків рисунку 2.1. Характеристики трансформаторів записуємо в таблицю 2.11.

Таблиця 2.11 – Характеристики силових трансформаторів [16]

Тип трансформатора	$S_{ен}$, кВА	$S_{ев}$, кВА
ТМ-1000/10	500	1250
ТМ-400/10	250	400
ТМ-630/10	300	650

Потужність трансформатора обчислюємо за формулою [16]:

$$S_{н.т.} \geq \frac{S_p}{N_m K_3}, \quad (2.18)$$

де K_3 - коефіцієнт завантаження (для III категорії споживачів рекомендують в межах 0,9..0,95, для II категорії – 0,7..0,8);

$$S_{н.м.} \geq \frac{700}{1 \cdot (0,9..0,95)} = 778...737 \text{ кВА},$$

$$S_{н.м.} \geq \frac{700}{2 \cdot (0,7..0,8)} = 500...438 \text{ кВА}.$$

Визначимо можливі варіанти вибору трансформатора:

Варіант 1 - один трансформатор потужністю $S_{н.м.} = 1000$ кВА,

$$K_{31} = \frac{S_{psc}}{S_{н.м.1}} = \frac{700}{1000} = 0,7;$$

Варіант 2 – два трансформатори потужністю $S_{н.м.} = 400$ кВА,

$$K_{31} = \frac{S_{psc}}{N_m S_{н.м.1}} = \frac{700}{2 \cdot 400} = 0,875;$$

Варіант 3 – два трансформатори потужністю $S_{н.м.} = 630$ кВА,

$$K_{32} = \frac{S_p}{N_m S_{н.м.2}} = \frac{700}{2 \cdot 630} = 0,56.$$

Перший варіант найкраще підходить для роботи у нормальному режимі. При другому варіанті коефіцієнт завантаження незначно перевищує рекомендований для двотрансформаторної підстанції. При третьому варіанті коефіцієнт завантаження трансформаторів є дещо занижким. Враховуючи те, що споживачі швейної фабрики відносяться до III категорії надійності електропостачання, робимо вибір на користь одного трансформатора потужністю 1000 кВА.

У аварійному режимі необхідно забезпечити резервування від іншої ТП на території фабрики. Остаточний варіант вибору можна зробити при техніко-економічному порівнянні варіантів трансформаторів.

2.6 Заземлення та зрівнювання потенціалів приміщень швейної фабрики

Всі металеві неструмоведучі частини обладнання (вт. ч. заземлюючі контакти розеток) необхідно заземлити. Для заземлення використаємо захисний РЕ-провід електромережі, з'єднаний із головною заземлювальною шиною (ГЗШ). Не допускається підключення нейтрального N-провідника і захисного РЕ-провідника під один контактний затискач.

Головна система зрівнювання потенціалів об'єднує:

- захисні РЕ – провідники ліній;
- заземлювальні провідники, приєднані до зовнішнього контуру заземлення;
- металеві труби холодного водопостачання, які входять у споруду;
- металеві частини електроконструкцій та систем вентиляції;
- - систему блискавкозахисту.

Головна заземлювальна шина щита є нульова захисна РЕ-шина на якій з обох кінців наносяться поперечні смуги жовто-зеленого кольору однакової ширини.

3 РОЗРАХУНКОВО-ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Енергоефективна автоматизована система керування вентиляцією

Цілями запровадження автоматизованої системи керування вентиляцією на швейній фабриці є: зниження витрат на витрати енергоресурсів та експлуатацію вентиляційних систем; підвищення якості керування процесом повітрообміну.

Об'єкти управління у нас будуть виступати: припливна, витяжна, припливно-витяжна вентиляція адміністративних та виробничих приміщень швейної фабрики.

Завданнями є :

- створення повноцінної автоматизованої системи керування вентиляційними установками;
- відображення графічної інформації про стан вентиляційних систем;
- забезпечення можливості поетапного впровадження та розширення системи до повномасштабної АСУ системами життєзабезпечення будівель.

Енергоефективна автоматизована система керування вентиляцією виконуватиме такі функції [17]:

- збір та обробка оперативної інформації з датчиків та виконавчих пристроїв про вимірювані режими та параметри роботи інженерного обладнання;
- відображення оперативної інформації у вигляді мнемосхем, трендів на моніторах АРМ;
- реєстрація подій системи;
- повідомлення про порушення (технологічна сигналізація);
- управління вентиляційними установками (автоматичне та ручне дистанційне);
- підтримка заданої температури повітря за каналним датчиком за

допомогою вбудованого ПД-регулятора;

- попередній підігрів водяного нагрівача вентиляційної системи;
- контроль режимів роботи вентиляційних установок;
- контроль забрудненості повітряного фільтра вентиляційної установки;
- робота в автоматичному режимі за розкладом;
- діагностика достовірності прийнятої інформації;
- архівування історії параметрів.

Автоматизована система управління вентиляцією (АСУВ) представлена трьома ієрархічними рівнями (рис.3.1) [17].



Рисунок 3.1 – Функціональна схема АСУ припливно-витяжної вентиляції

До складу першого рівня входять датчики сигналів та виконавчі пристрої.

Другий рівень складається з контролерів С2000. Контролери забезпечують виконання функцій контролю, регулювання та управління інженерним устаткуванням обсягом, достатньому підтримки роботи всіх трьох видів вентиляційних систем (припливна, витяжна, припливно-витяжна) у співвідношенні «одна система - один контролер».

Третій рівень включає автоматизоване робоче місце (АРМ) оператора на

базі SCADA КРУГ-2000, суміщене за функціями з архівним сервером С1 у приміщенні комутаційної швейної фабрики.

Аналогові та дискретні сигнали з датчиків та виконавчих пристроїв припливної, витяжної та припливно-витяжної вентиляції надходять на контролери, проходять первинну обробку та далі за цифровим інтерфейсом RS485 (протокол Modbus) передаються на АРМ оператора з метою їх подальшої обробки, відображення та зберігання. З АРМ оператора здійснюється також дистанційне керування виконавчими пристроями вентиляційних систем.

Особливості контролера С2000-Т (виробник – компанія Болід):

- спеціалізується на виконанні завдань контролю, регулювання та управління, у тому числі у складі систем автоматизації та диспетчеризації інженерного обладнання будівель;
- має бортові входи/виходи (6 дискретних входів, 6 дискретних виходів, 6 аналогових входів, 2 аналогових виходи) для підключення датчиків сигналів та видачі керуючих впливів на виконавчі пристрої, що не вимагає придбання додаткового обладнання, наприклад, модулів введення/виводу фізичних сигналів;
- підтримує обмін за стандартним програмним протоколом Modbus;
- забезпечує легке та зручне конфігурування програмного забезпечення;

SCADA КРУГ-2000 – універсальний програмний продукт, призначений для створення систем автоматизації технологічних об'єктів у багатьох галузях промисловості, що має такі особливості [17]:

- надійність SCADA підтверджена численними впровадженнями у багатьох галузях промисловості, у тому числі на особливо небезпечних виробництвах енергетики, нафтової та газової промисловості;
- наявність готових проектів та шаблонів для реалізації систем вентиляції, а також повномасштабної АСУ будинками та спорудами;
- модульність побудови та масштабування дозволяють поетапно нарощувати та розширювати систему до повномасштабної системи управління життєзабезпеченням будівлі;

- відкритість та підтримка міжнародних стандартів, специфікацій та протоколів обміну дозволяють здійснювати інтеграцію з більшістю приладів сторонніх виробників;

- потужні та водночас інтуїтивно зрозумілі засоби середовища розробки власних проектів дозволяють замовнику проводити зміни в системах самотужки, без залучення підрядних організацій;

Перевагами даної системи є:

- створення повноцінної системи диспетчерського контролю та управління з можливістю безперервного стеження за роботою вентиляційної системи;

- своєчасне надання оперативному персоналу якісної інформації про перебіг технологічного процесу, стан інженерного обладнання та технічних засобів управління;

- зниження ймовірності помилкових дій оператора за рахунок своєчасного представлення інформації у наочному вигляді;

- підвищення експлуатаційного ресурсу вентиляційного обладнання за рахунок негайного реагування на збої в системі;

- зниження витрати енергоресурсів за рахунок реалізації функцій автоматичного регулювання та управління;

- оптимальне співвідношення «ціна – якість» системи.

Функціональна схема припливної вентиляції у програмному середовищі SCADA Круг-2000 представлена на рис. 3.2 [17]. Контролер управляє припливною системою з водяним охолодженням. Під час роботи підтримується задана температура каналного повітря. Аналогові виходи контролера видають напругу сигналів керування для пропорційного управління вентилем водяного нагрівача і вентилем водяного охолодження.

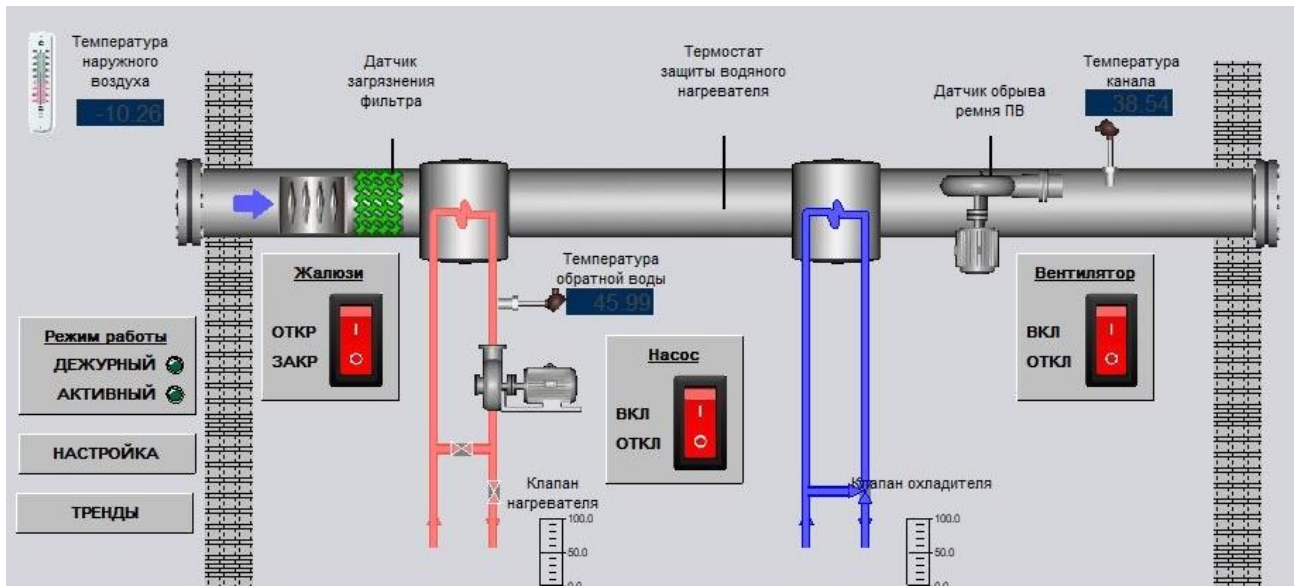


Рисунок 3.2 – Функціональна схема припливної вентиляції у програмному середовищі SCADA Круг-2000.

Функціональну схему припливно-витяжної вентиляції у програмному середовищі SCADA Круг-2000 наведено на рис. 3.3. Контролер управляє припливно-витяжною системою з роторним рекуператором і водяним нагрівачем.

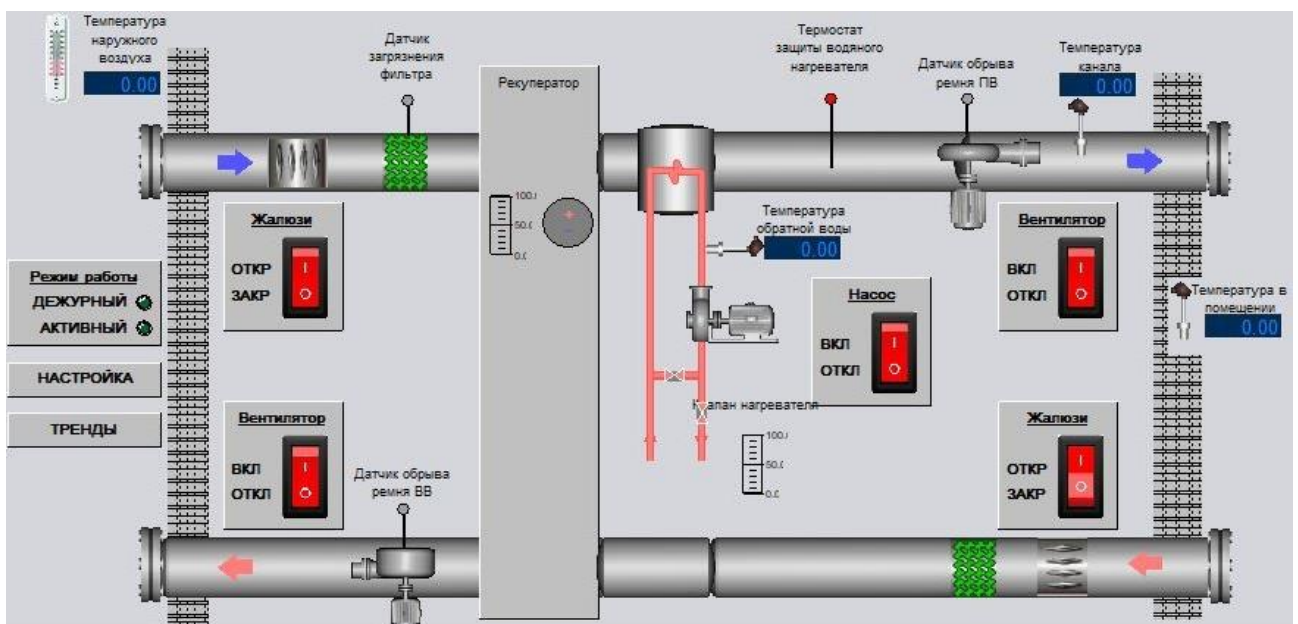


Рисунок 3.3 – Функціональна схема припливно-витяжної вентиляції у програмному середовищі SCADA Круг-2000

Під час роботи підтримується задана канална температура повітря. Регулювання температури здійснюється пропорційним управлінням з аналогових виходів контролера швидкістю обертання роторного рекуператора і вентилем водяного нагрівача.

Функціональна схема витяжної вентиляції у програмному середовищі SCADA Круг-2000 наведена на рис. 3.4. Контролер здійснює незалежне управління вентиляторами в автоматичному (включення/виключення згідно розкладу) і ручному режимах (ручний пуск і зупинка вентиляторів). Відслідковує аварійний режим по спрацюванні захисного автомата чи термодатчика електродвигуна кожного вентилятора.

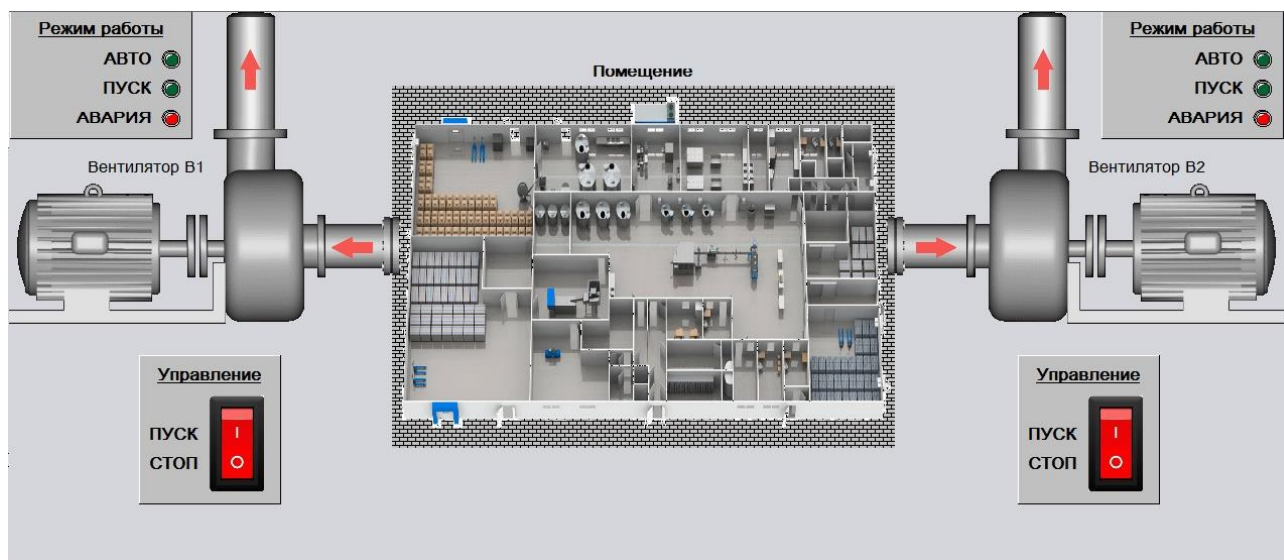


Рисунок 3.4 – Функціональна схема витяжної вентиляції у програмному середовищі SCADA Круг-2000 [17]

Впровадження системи на швейній фабриці дозволить забезпечити:

- створення повноцінної системи керування припливно-витяжною вентиляцією
- відображення наочної графічної інформації про стан датчиків та обладнання вентиляційної системи
- підвищення якості керування процесом повітрообміну.

3.2 Встановлення блоку управління газосигналізатору «Варта 1-03.14»

Передбачаємо у проекті сигналізацію про перевищення газу в повітрі приміщень з одночасним закриттям соленоїдного клапана газу на ввіді газопроводу, яке здійснюється за допомогою газосигналізатора «Варта».

Для світлозвукової сигналізації передбачено встановлення світлозвукового пристрою типу УС-1 на зовнішній стіні споруди на висоті не менше 2,5 від рівня землі. Електричні проводки до пристрою УС-1 виконуємо проводом ВВПнг, а до датчиків сигналізатора кабелями КВВГЕнг сховано в борознах стін під штукатуркою.

Блок управління газосигналізатору «ВАРТА 1-03.14» забезпечує за допомогою виносних цифрових давачів автоматичний і безперервний контроль в повітряному середовищі вибухонебезпечних концентрацій горючих газів і безпечних для людини концентрацій токсичних газів і температури повітря [18].

Блок управління газосигналізатору «ВАРТА 1-03.14» є провідним пристроєм приладу і забезпечує виконання всіх функцій, в т.ч. за замовленням покупця і інтеграцію сигналізатора в системи контролю вищого рівня по інтерфейсу «RS-485».

При перевищенні допустимої концентрації контрольованих газів і температури повітряного середовища блок управління забезпечує видачу світлової і звукової сигналізації, подачу сигналів на зовнішні пристрої і комутацію зовнішніх електричних кіл [18].

Послідовне підключення давачів газу і температури до блоку управління «ВАРТА 1-03.14» істотно знижує витрати на облаштування систем контролю загазованості за рахунок економії кабельно-провідникової продукції, монтажної і захисної арматури. Функціональна та схема з'єднань газосигналізатора «Варта 1-03.14» подані відповідно на рис. 3.5 та рис. 3.6.

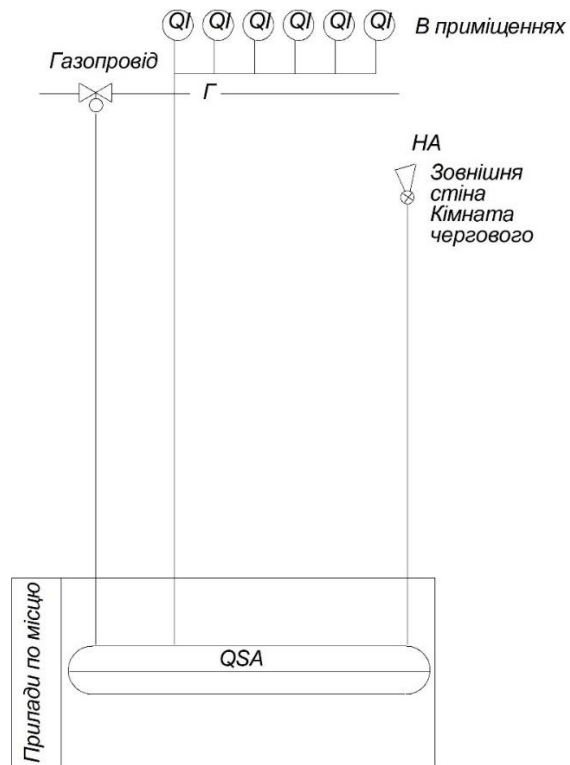


Рисунок 3.5 – Схема функціональна газосигналізатора «Варта 1-03.14»

Середовище	ГАЗ			
Параметр	Контроль концентрації газу			сигнал відкл. газу
Місце встановлення вибірного пристрою	Приміщення			Зовн. стіна Газо-провід
Монтажне креслення				
Позиція	Д1			НА УА

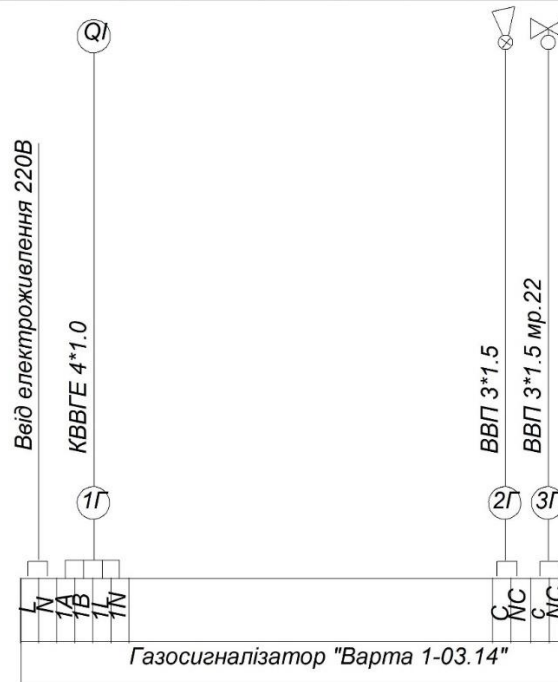


Рисунок 3.6 – Схема зовнішніх з'єднань газосигналізатора «Варта 1-03.14»

До блоку управління «ВАРТА 1-03.14» може послідовно підключатися, утворюючи одно- або двопроточну магістраль, від 1-го до 14-ти виносних давачів газу з цифровим виходом – метану, пропану (бутану), чадного газу, аміаку, горючих газів і температури повітря в будь-яких поєднаннях за типом і кількістю давачів.

Давачі та інші пристрої — повторювач релейний ПР-14 і повторювач сигналів ПС-14 підключаються до блоку управління «ВАРТА 1-03.14» по загальній магістралі.

3.3 Економічне обґрунтування інженерно-технічних рішень

3.3.1 Техніко-економічне обґрунтування встановлення силового трансформатора

Технічні дані можливих варіантів до встановлення трансформаторів заносимо в таблицю 3.1.

Таблиця 3.1 – Технічні дані варіантів силових трансформаторів [19]

Тип трансформатора	ΔP_x , кВт	ΔP_k , кВт	I_0 , %	U_k , %	K_z	Вартість, грн.
2ТМ-400/10/0,4	0,9	5,5	1,8	4,5	0,875	164380
ТМ-1000/10/0,4	1,4	10,6	1,2	5,5	0,7	185000

Розрахунок проводимо з допомогою програми EXCEL. Розрахунки подано в додатку Б. Результати розрахунку наведемо у таблиці 3.2.

Отже, з таблиці видно, що експлуатаційні, і приведені витрати по другому варіанті менші. Отже, приймаємо до встановлення на ТП силовий масляний трансформатор ТМ потужністю 1000 кВА.

Таблиця 3.2 – Техніко-економічне порівняння варіантів силових трансформаторів

	Тип трансформатора	
	2хТМ 400/10/0,4	ТМ-1000/10/0,4 кВ
$\Delta Q_x, \text{кВАр}$	7,2	12
$\Delta Q_k, \text{кВАр}$	18	55
$\Delta P_1', \text{кВт}$	11,06	7,37
$\Delta E, \text{кВт} \cdot \text{год}$	27652,81	18432,5
$C_{\text{стр}}, \text{грн}$	79916,63	53269,93
$C_a, \text{грн}$	10355,9	11655
$C_p, \text{грн}$	8219	9250
$C, \text{грн}$	98491,57	74174,93
$Z, \text{грн}$	123148,6	101924,9

3.3.2 Порівняння споживання потужності енергоефективними та неенергоефективними освітлювальними установками

Проведемо порівняння споживання потужності обраними світильниками (світлодіодними), що розраховані у п. 2.1.3 та неенергоефективними люмінесцентними, тобто такими, що уже на даний час вважаються застарілими.

Обираємо згідно розрахунку за тим же методом, ступенем захисту і параметрах приміщень, що і здійснений розрахунок світлодіодних освітлювальних пристроїв, а результати зводимо в таблицю 3.3.

З отриманих даних робимо висновок, що споживання потужності світлодіодними освітлювальними приладами, порівняно з люмінесцентними нижче майже вдвічі: з 42 кВт до 24 кВт.

Таблиця 3.3 – Споживання потужності світлодіодними та люмінісцентними освітлювальними установками

Номер щита освітлення	Номер лінії на плані	Приміщення фабрики	Світлодіодні світильники				Люмінісцентні світильники			
			Тип світильника	Потужність, Вт	Кількість світильників шт	Навантаження по лінії Рн, кВт	Тип світильника	Потужність, Вт	Кількість світильників шт	Навантаження по лінії Рн, кВт
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2ЩО1	2 N1	В'язальне відділення	ДПП27У-120 IP 65	120	20	2,4	ЛСП03В	2x80	20	3,2
	2 N2				10	1,2			10	1,6
	2 N3	Цех термічної обробки тканини	ЕСО CLAS-80 IP 65	80	15	1,27	ЛПП09У	2x80	15	2,4
	2 N4				15	1,2			15	2,4
	2 N5				18	2,4			18	2,88
	2 N6				9	1,235			9	1,44
						9,7				13,9
3ЩО1	3 N1	Швейний цех	ЕСО CLAS-80 IP 65	80	18	1,545	ЛПП09У	2x80	18	2880
	3 N2				18	1,44			18	2880
	3 N3				27	2,16			27	4320
	3 N4				27	2,16			27	4320
	3 N5	Комора	ДСП11-40	40	2	1,2	ЛПБ64В	2x15	2	60
	3 N6	Цех транспортування готової продукції та сировини	ЕСО CLAS-80 IP 65	80	14	1,92	ЛПП09У	2x80	14	2240
										3840
					10,425				20,54	
ЩР4	4N1	Кордор	ДПО20У-36	36	6	1,8	ARCTIC SMC/SAN 236	2x36	6	432
		Кімната прийому їжі			8				8	576
		Офісне приміщення			18				18	1296
		Кімната нарад			2				2	144
		Комутаційна			3				3	216
		Кабінет			4				4	288

Продовження таблиці 3.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ЩР4	4N2	Виставковий зал	ДПО20У-36	36	8	1,5	ARCTIC SMC/SAN	2x36	8	576
		Коридор							10	720
		Жіноча роздягальня							6	432
		Жіноча роздягальня	ДББ64В-12	12	8		ARCTIC SMC/SAN	2x36	8	576
		Чоловіча роздягальня	ДПО20У-36	36	5		ARCTIC SMC/SAN	2x36	5	360
			ДББ64В-12	12	6		ARCTIC SMC/SAN	2x36	6	432
		Паливна	ДСП11-40	40	1		ЛПБ64В	2x15	1	30
		Приміщення охорони	ДПО20У-36	36	1		ARCTIC SMC/SAN	2x36	1	72
					3,3			6,15		
ВРП	N1	Електрощитова	ДСП11-40	40	1	0,7	ЛПБ64В	2x15	1	30
		Компресорна		40	5				5	150
		Майстерня механіка	ЕСО CLAS-80	80	6		ЛПП09У	2x80	6	960
							0,7			1,14
	Всього					24,12				41,7

4 ОХОРОА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Правила безпечних умов праці на швейному виробництві

Відповідно до Закону України "Про охорону праці" на швейному виробництві існують певні правила безпечних умов праці [3].

Територія підприємства та розташовані на ній будівлі (адміністративні, санітарно-побутові приміщення: гардеробні, переддушові, душові, умивальні, убиральні, для зберігання спецодягу, одягу) повинні відповідати вимогам СНіП. Розташування виробничих і допоміжних будівель, споруд на території підприємства повинно відповідати технологічному процесу виробництва.

Під час виконання технологічних процесів у швейному виробництві необхідно брати до уваги небезпечні та шкідливі виробничі чинники, які можуть впливати на працівників. Роботодавець зобов'язаний забезпечити на робочих місцях зменшення або усунення шкідливих і небезпечних виробничих чинників (на роботах з шкідливими і небезпечними умовами праці, а також роботах, пов'язаних із забрудненням або несприятливими метеорологічними умовами працівники швейної галузі виробництва забезпечуються безкоштовно спеціальним одягом, спеціальним взуттям, протишумовими навушниками, захисними окулярами, для захисту шкіри рук повинні видаватись захисні креми, мазі, пасти).

Виробничі, допоміжні будівлі й приміщення повинні бути обладнані внутрішнім водопроводом та каналізацією, природною і припливно-витяжною вентиляцією, а також системою опалення. Температура повітря в приміщеннях, навіть у холодну пору року, не повинна бути нижчою за 18-20 °С.

Опалювальні прилади повинні мати огорожу, яка запобігає опаданню на них пилу та різних матеріалів виробництва та мати гладку поверхню, яку легко очищати.

Виробничі процеси, під час виконання яких утворюються пил (розкрійні машини) або виділення шкідливих газоподібних речовин, а також променевого і конвекційного теплоутворення (прасувальні установки, преса та відпарювачі), повинні проводитися у приміщеннях, обладнаних припливно-витяжною вентиляцією та місцевими відсмоктувачами. Пошиття виробів з матеріалів і тканин (спеціальних тканини та ін.) з використанням клеїв та інших речовин, які є джерелами виділення в повітря хімічних речовин та пилу, повинно виконуватись на робочих місцях, обладнаних системами місцевої витяжної вентиляції.

Виробничі, побутові, допоміжні та інші приміщення повинні мати штучне та природне освітлення. Природне освітлення повинно бути максимально використане. Для захисту працівників від прямих сонячних променів необхідно застосовувати штори, жалюзі тощо. Робочі місця, крім загального, повинні мати місцеве освітлення. Машини повинні бути обладнані світильниками денного світла для забезпечення нормованої освітленості і рівномірного світлового потоку на робочу поверхню машини.

Електрообладнання повинне мати надійне захисне заземлення (занулення). Електроприлади й електрообладнання, установлені на обладнанні (машинах) та ізольовані від його станини, повинні мати самостійне занулення, заземлення. Обладнання (машини), під час роботи якого можливе утворення статичної електрики, повинне мати пристрій, який виключає можливість її накопичення.

Підлога в приміщеннях цехів повинна бути рівною, мати тверде покриття з гладкою неслизькою поверхнею, зручною для очищення та ремонту, а також не бути джерелом утворення пилу. У приміщеннях з холодною підлогою місця постійного перебування працівників повинні бути з теплоізоляційним покриттям.

Усі цехи та дільниці, складські приміщення повинні мати аптечки з медикаментами і перев'язувальним матеріалом для надання першої долікарської медичної допомоги.

Все обладнання, що використовується, модернізується та встановлюється у виробничому процесі, повинно відповідати вимогам ГОСТ. Виробниче обладнання повинне бути розміщене раціонально, щоб його експлуатація, ремонт та обслуговування були зручними і безпечними, забезпечували неперервність технологічного процесу. На все устаткування повинні бути інструкції з їх експлуатації, обслуговування і ремонту.

Робочі місця для виконання ручних робіт повинні унеможливити травмування працюючих. Ручні операції голкою необхідно виконувати в наперстку з обвідкою, що відповідає розміру пальців працівника, і пристроями для зберігання голок.

Робочі столи швейних машин повинні мати рівну гладку поверхню. Пускові пристрої на машинах повинні бути розміщені в одному місці. Під ніжки промстолів повинні підкладатись прокладки з вібропоглинаючого матеріалу. Для зменшення вібрації, головки швейних машин необхідно встановлювати на еластичних прокладках, прикріплених до промислового стола. На кожній машині повинен бути пристрій для надійної фіксації головки машини у відкинутому положенні.

Для захисту працівників від впливу електромагнітних полів від електродвигуна, на промислові столи через гумові шайби-вставки повинні бути встановлені спеціальні екрани, на педалях повинні бути прикріплені гумові килимки.

Усі універсальні машини повинні бути обладнані запобіжниками від проколу пальців голкою. Ниткопротягувачі машин, що значно виступають за корпус у бік працівника, повинні відгороджуватись скобами, ротаційні ниткопротягувачі повинні бути закриті огорожею. Машини для пришивання гудзиків та фурнітури повинні бути обладнані прозорими щитками (екранами), що запобігають пораненням працівників шматками голок та гудзиків. Щитки повинні бути зблоковані з пусковим пристроєм. На гудзикових та закріплювальних машинах човниковий пристрій повинен закриватись щитком. На всіх машинах, верстатах, апаратах та інших пристроях всі небезпечні частини, що рухаються, повинні бути огорожені.

Усі машини, що мають холостий та робочий шків, повинні мати закритий кожухом пристрій для перекладу ремня, перекладні качани або важелі з запірними пристроями, що унеможливають, мимовільний перехід ремня з холостого шків на робочий. Пасова передача від електроприводу до головки машини (в зоні над кришкою промислового стола) повинна мати огороження.

4.2 Протипожежні заходи на швейній фабриці

Забезпечення пожежної безпеки не менш важливе завдання, ніж забезпечення безпеки працівників від ураження електричним струмом.

Перш за все, усі приміщення та територію підприємства необхідно забезпечити вказівниками і знаками безпеки у відповідності до вимог ГОСТ 12.4.026-76, а також мати плани евакуації людей та матеріальних цінностей. У приміщеннях на видних місцях біля телефонів слід розмістити таблички із зазначенням номеру телефону для виклику пожежної охорони. Евакуаційні шляхи і виходи повинні утримуватися вільними, нічим не захащуватися і в разі виникнення пожежі забезпечувати безпеку під час евакуації всіх людей, які перебувають у приміщеннях будівлі [20].

Багато пожеж виникає внаслідок несправностей та порушень правил експлуатації електротехнічних, електронагрівальних приладів, пристроїв та устаткування. В більшості випадків такі пожежі виникають як результат коротких замикань в електричних ланцюгах, перегріву та займання речовин і матеріалів, розташованих у безпосередній близькості від нагрітого електроустаткування, струмових перевантажень проводів та електричних машин, великих перехідних опорів тощо. Відповідно, несправності в електромережах та електроапаратурі, які можуть викликати іскріння, коротке замикання, нагрів горючої ізоляції кабелів і проводів, повинні негайно ліквідуватися. Пошкоджену електромережу потрібно відключати до приведення її в пожежобезпечний стан. Електродвигуни, світильники, проводи

та розподільні пристрої треба регулярно, не рідше одного разу на місяць, а в запиленних приміщеннях - щотижня, очищати від пилу.

З метою запобігання виникнення пожежі не дозволяється:

- експлуатація кабелів і проводів з пошкодженою або такою, що в процесі експлуатації втратила захисні властивості, ізоляцією;
- залишення під напругою кабелів та проводів з неізольованими струмопровідними жилами;
- влаштування та експлуатація тимчасових електромереж (винятком можуть бути тимчасові ілюмінаційні установки і електропроводки, які живлять місця проведення будівельних, тимчасових ремонтно-монтажних та аварійних робіт).

В швейному цеху забороняється зберігання бензину, гасу, масел та інших легкозаймистих речовин.

Системи опалення та вентиляції необхідно постійно підтримувати у справному стані, своєчасно ремонтувати та обслуговувати.

Пожежна безпека підприємства забезпечується [20]:

- системою попередження пожежі (комплексом організаційних заходів та технічних засобів, направлених на попередження виникнення пожежі);
- системою пожежного захисту (комплексом організаційних заходів та технічних засобів, направлених на попередження дії на працюючих небезпечних факторів пожежі та обмеження матеріальної шкоди від неї).

4.3 Дії у разі виникнення аварій та надзвичайних ситуацій техногенного характеру

Надзвичайні ситуації техногенного характеру виникають, як правило, на потенційно, техногенно небезпечних виробництвах. До них належать в першу чергу хімічно небезпечні, радіаційно небезпечні, вибухо - та пожежонебезпечні об'єкти, а також гідро небезпечні об'єкти [21].

Техногенна надзвичайна ситуація - це стан, при якому внаслідок виникнення джерела техногенної надзвичайної ситуації на об'єкті, визначеній

території або акваторії порушуються нормальні умови життя і діяльності людей, виникає загроза їх життю і здоров'ю, завдається шкода майну населення, економіці і довкіллю.

Про загрозу та виникнення надзвичайних ситуацій радіоактивного, хімічного, бактеріологічного зараження, катастрофічного затоплення та інших видів небезпеки керівництво клінічної лікарні отримує інформацію від органів місцевого самоврядування, обласного (міського) управління з питань надзвичайних ситуацій і цивільного захисту населення, територіального управління ДСНС, обласного (міського, районного) штабу цивільного захисту (ЦЗ) по телефонному зв'язку, радіо, телебаченню.

Надзвичайні ситуації техногенного характеру класифікуються за такими основними ознаками:

- за масштабами наслідків (об'єктового, місцевого, регіонального і загальнодержавного рівня);
- за галузевою ознакою (надзвичайні ситуації у сільському господарстві; у лісовому господарстві; заповідній території, об'єкти особливого природоохоронного значення; у водоймах; матеріальних об'єктах - об'єктах інфраструктури, промисловості, транспорті, житлово-комунального господарства тощо).

Внаслідок техногенних аварій та катастроф складається надзвичайна ситуація, раптове виникнення якої призводить до значних соціально-екологічних і економічних збитків, виникає необхідність захисту людей від дії шкідливих для здоров'я факторів, проведення рятувальних, невідкладних медичних і евакуаційних заходів, а також ліквідації негативних наслідків, які сталися.

Отримавши інформацію про викид в атмосферу сильнодіючих отруйних речовин і про небезпеку хімічного зараження, необхідно надіти засоби індивідуального захисту органів дихання, найпростіші засоби захисту шкіри (плащі, накидки) і залишити район аварії.

Якщо відсутні засоби індивідуального захисту і вийти з району аварії неможливо, залишайтеся у приміщенні, ввімкніть гучномовець місцевого

радіомовлення (радіоприймач, телевізор); чекайте повідомлень відділу (управління) з питань надзвичайних ситуацій та цивільного захисту населення (району, міста).

Також необхідно щільно закрити вікна і двері, димоходи, вентиляційні віддушини (люки). Вхідні двері завісити шторою, використовуючи ковдри і будь-які щільні тканини. Заклейте щілини в вікнах і стики рам плівкою, лейкопластиром або звичайним папером від проникнення в приміщення пару (аерозолів) сильнодіючих отруйних речовин.

При евакуації транспортом необхідно уточнити час і місце посадки, попередити про евакуацію і від'їзд сусідів.

Вийшовши із зони зараження, зніміть верхній одяг і провітрить його на вулиці, прийміть душ, умийтесь з милом, ретельно вимийте очі і прополощіть рот. При підозрі на ураження сильнодіючими отруйними речовинами виключіть будь-які фізичні навантаження, прийміть велику кількість пиття (чай, молоко і т. д.) та зверніться до медичного працівника або в медичний заклад.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі здійснено проект енергоефективної системи електропостачання та впроваджено заходи, що направлені на підвищення потенціалу енергозбереження швейної фабрики, і отримано такі результати:

1. Проаналізовано та досліджено заходи з електрозбереження, що необхідні для побудови енергоефективної системи електропостачання швейної фабрики. Впровадження даних заходів дозволило оптимізувати витрату електроенергії складовими системи приблизно на 30 – 35 %.

2. Розроблено систему електропостачання швейної фабрики. Вирішено основні питання з електропостачання і захисту силового енергоощадного електрообладнання. Вибрано та економічно обгрунтовано вибір силового трансформатора з потужністю 1000 кВА.

3. Проведений розрахунок освітлювального навантаження швейної фабрики. Система освітлення вибрана на базі сучасних світлодіодних промислових світильників. Проведено порівняння споживання потужності енергоефективними та неенергоефективними (люмінісцентними) освітлювальними установками та показано, що споживання потужності знижено майже вдвічі з 42 кВт можливих до 24 кВт.

4. Обрано групову схему компенсації реактивної потужності в автоматичному режимі установкою конденсаторів типу УКРМ-0,4-140-20 на ТП.

5. Розглянуто запровадження на підприємстві моніторингу споживання енергоресурсів та застосування автоматизованої системи керування в сукупності з диспетчеризацією в системі вентиляції і кондиціонування на базі контролерів С2000 та програмного забезпечення SCADA КРУГ-2000, що дозволяє знизити витрати на електроенергію в межах 5...15%.

6. Розглянуто заземлення та зрівнювання потенціалів приміщень швейної фабрики, складено перелік правил безпечних умов праці, протипожежних заходів, дій у разі виникнення аварій і надзвичайних ситуацій техногенного характеру на швейному виробництві.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Бубенко О. П. Економічна стратегія енергозбереження: механізми національного рівня / О. П. Бубенко, Я. В. Курінная // Вчені записки Харківського інституту управління. Серія: Наука і практика управління. – 2015. – Вип. 38. – С. 58-68.

2. Філь В. В. Сучасна енергоефективна система електропостачання швейної фабрики «Global Textile Alliance Ua» / Матеріали X Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“, 24-25 листопада 2021 року. — Т. : ТНТУ, 2021. –Том II – С.45

3. НПАОП 18.2-1.04-13. Правила охорони праці для працівників швейного виробництва. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://dnaop.com/get/32339/>

4. Коменда Т. І. Моделі та методи управління навантаженням систем електропостачання в умовах нечіткості вихідної інформації : Автореф. дис ... канд. техн. наук: 05.14.02 / Тарас Іванович Коменда . – Вінниця : Б.В., 2005 . – 19 с.

5. Частотне керування асинхронним приводом [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://nubip.edu.ua/sites/default/files/u132>

6. Основи енергозберігаючого керування електроенергетичними системами та комплексами / [Сінчук О. М., Сінчук І. О., Федорченко Н. А., Мельник О. Є. та ін.] – Кременчук: Вид. ПП Щербатих О. В., 2010. – 340 с.

7. Енергозберігаючі засоби автоматизації і світлодіодні системи освітлення в промисловості, на транспорті, в будівництві та комунальній сфері / В. П. Клименко, В. Б. Корбут, М. Г. Ієвлєв та ін. // Наука та інновації. – 2013. – Т. 9, № 5. – С.19-31.

8. «Енеко+». Система он-лайн моніторингу енергоресурсів [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://eneko.ua/ru/p/eneko--sistema-on-lajn-monitoringa-energoresursov/>

9. Попов В.Д. Енергоєфективна автоматизована система вентиляції будівлі цивільного призначення [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://iee.kpi.ua/wp-content/uploads/2020/09/materials.pdf>

10. ДБН В.2.5-23:2010 Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://kbu.org.ua/assets/app/documents/dbn2>

11. Курсове та дипломне проектування: навч. посіб. для студ. спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: І.С. Рябенко, О. В. Мейта. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 244 с. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://emoev.kpi.ua/wp-content/uploads/2020/09/2.pdf>

12. ДБН В.2.5-28-2006. Природне і штучне освітлення [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.gorsvet.kiev.ua/wp-content/uploads/2016/08>

13. Енергозберігаючі світлодіодні системи освітлення / В. Б. Корбут, М. Г. Ієвлєв, В. Г. Бутко // Науково-технічна інформація. - 2013. - № 2. - С. 42-49. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/NTI_2013_2_10

14. Шестеренко В.Є. Системи електроспоживання та електропостачання промислових підприємств [Текст] : підручник / В.Є Шестеренко. – Вінниця : Нова Книга, 2004. – 656 с.

15. Комплектные конденсаторные установки [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://electrocontrol.com.ua/elektroshhitovoe-oborudovanie/kondensatornye-ustanovki-aku-04>

16. Романюк Ю. Ф. Вибір оптимальної потужності силових трансформаторів знижувальних підстанцій підприємств нафтогазової галузі з урахуванням умови економічності / Ю. Ф. Романюк, О. В. Соломчак, М. Й. Федорів // Нафтогазова енергетика. - 2015. - № 1. - С. 45-51. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nge_2015_1_7

17. Автоматизированная система управления вентиляцией [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://www.krug2000.ru/decisions/solutions_automat/sistema-upravlenija-ventiljaciej.html

18. Блок управління “ВАРТА 1-03.14” [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://temio.com.ua/product/bu-varta-1-03-2/>
19. Укрелектроапарат. Трансформатори - ТМ-10...6300 [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://uea.com.ua/product/tm>
20. Гандзюк М. П. Основи охорони праці [Текст] : підручник / М. П. Гандзюк, Є. П. Желібо, М. О. Халімовський ; за ред. М. П. Гандзюка. - 2-ге вид. - К. : Каравела, 2004. - 406 с.
21. Цивільний захист: Навчальний посібник для студентів вищих педагогічних навчальних закладів всіх спеціальностей за освітньокваліфікаційним рівнем "магістр"/ А.І. Ткачук, О.В. Пуляк. – Перевидання, доповнене та перероблене. – Кропивницький: ПП "Центр оперативної поліграфії "Авангард", 2017. – 144 с.

ДОДАТКИ

Додаток А

Таблиця А1 – Навантаження швейної фабрики

ВРП	Група	номер на плані	Назва та тип обладнання	Рном, кВт	Іном, А	ΣРном, кВт	ΣІном, А	кп	Рр, кВт	ΣРр, А	cos φ	tgφ	Qр, кВАр	Sp, ВА
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
ЩР1 Рр, кВт 214 Ір, А			Щит розподільчий технологічний	285,4	401,8	214	401,8	0,75	214,05	214,05	0,85	0,62	132,71	251,82
ЩР2 Рр, кВт 59,13 Ір, кВт	2ЩО1	2N1	Лінія робочого електроосвітлення	2,4	11,9	9,705	48	0,9	2,16	8,7345	0,95	0,32	0,69	2,27
		2N2	Лінія робочого електроосвітлення	1,2	5,9				1,08				0,35	1,14
		2N3	Лінія робочого електроосвітлення	1,27	6,3				1,143				0,37	1,20
		2N4	Лінія робочого електроосвітлення	1,2	5,9				1,08				0,35	1,14
		2N5	Лінія робочого електроосвітлення	2,4	11,9				2,16				0,69	2,27
		2N6	Лінія робочого електроосвітлення	1,235	6,1				1,1115				0,36	1,17
	ШП-5	7-1	В'язальна машина	4	9,3	28	65,1	0,9	3,6	25,2	0,85	0,62	2,23	4,24
		7-2	В'язальна машина	4	9,3				3,6				2,23	4,24
		7-3	В'язальна машина	4	9,3				3,6				2,23	4,24
		7-4	В'язальна машина	4	9,3				3,6				2,23	4,24
		7-5	В'язальна машина	4	9,3				3,6				2,23	4,24
		7-6	В'язальна машина	4	9,3				3,6				2,23	4,24
		7-7	В'язальна машина	4	9,3				3,6				2,23	4,24
	ШП-6	7-1	В'язальна машина	4	9,3	28	65,1	0,9	3,6	25,2	0,85	0,62	2,23	4,24
		7-2	В'язальна машина	4	9,3				3,6				2,23	4,24
		7-3	В'язальна машина	4	9,3				3,6				2,23	4,24
		7-4	В'язальна машина	4	9,3				3,6				2,23	4,24
		7-5	В'язальна машина	4	9,3				3,6				2,23	4,24
		7-6	В'язальна машина	4	9,3				3,6				2,23	4,24
		7-7	В'язальна машина	4	9,3				3,6				2,23	4,24

Додаток А

Продовження таблиці А1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
ЩРЗ Рр, кВт 23,78 Ір, А	ЗЩО1	3N1	Лінія робочого електроосвітлення	1,545	7,6	10,425	51,5	0,9	1,3905	9,3825	0,95	0,32	0,44	1,46
		3N2	Лінія робочого електроосвітлення	1,44	7,1				1,296				0,41	1,36
		3N3	Лінія робочого електроосвітлення	2,16	10,7				1,944				0,62	2,05
		3N4	Лінія робочого електроосвітлення	2,16	10,7				1,944				0,62	2,05
		3N5	Лінія робочого електроосвітлення	1,2	5,9				1,08				0,35	1,14
		3N6	Лінія робочого електроосвітлення	1,92	9,5				1,728				0,55	1,82
	ШП-1	1-1	Швейна машина	0,4	0,9	4	9	0,9	0,36	3,6	0,85	0,62	0,22	0,42
		1-2	Швейна машина	0,4	0,9				0,36				0,22	0,42
		1-3	Швейна машина	0,4	0,9				0,36				0,22	0,42
		1-4	Швейна машина	0,4	0,9				0,36				0,22	0,42
		1-5	Швейна машина	0,4	0,9				0,36				0,22	0,42
		1-6	Швейна машина	0,4	0,9				0,36				0,22	0,42
		1-7	Швейна машина	0,4	0,9				0,36				0,22	0,42
		1-8	Швейна машина	0,4	0,9				0,36				0,22	0,42
		1-9	Швейна машина	0,4	0,9				0,36				0,22	0,42
		1-10	Швейна машина	0,4	0,9				0,36				0,22	0,42
	ШП-2	1-1	Швейна машина	0,4	0,9	4	9	0,9	0,36	3,6	0,85	0,62	0,22	0,42
		1-2	Швейна машина	0,4	0,9				0,36				0,22	0,42
		1-3	Швейна машина	0,4	0,9				0,36				0,22	0,42
		1-4	Швейна машина	0,4	0,9				0,36				0,22	0,42
		1-5	Швейна машина	0,4	0,9				0,36				0,22	0,42
		1-6	Швейна машина	0,4	0,9				0,36				0,22	0,42
		1-7	Швейна машина	0,4	0,9				0,36				0,22	0,42
		1-8	Швейна машина	0,4	0,9				0,36				0,22	0,42
		1-9	Швейна машина	0,4	0,9				0,36				0,22	0,42
		1-10	Швейна машина	0,4	0,9				0,36				0,22	0,42

Додаток А

Продовження таблиці А1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	ШП-3	1-1	Швейна машина	0,4	0,9	4	9		0,36	3,6			0,22	0,42
		1-2	Швейна машина	0,4	0,9				0,36				0,22	0,42
		1-3	Швейна машина	0,4	0,9				0,36				0,22	0,42
		1-4	Швейна машина	0,4	0,9				0,36				0,22	0,42
		1-5	Швейна машина	0,4	0,9				0,36				0,22	0,42
		1-6	Швейна машина	0,4	0,9				0,36				0,22	0,42
		1-7	Швейна машина	0,4	0,9				0,36				0,22	0,42
		1-8	Швейна машина	0,4	0,9				0,36				0,22	0,42
		1-9	Швейна машина	0,4	0,9				0,36				0,22	0,42
		1-10	Швейна машина	0,4	0,9				0,36				0,22	0,42
	ШП-4	1-1	Швейна машина	0,4	0,9	4	9		0,36	3,6			0,22	0,42
		1-2	Швейна машина	0,4	0,9				0,36				0,22	0,42
		1-3	Швейна машина	0,4	0,9				0,36				0,22	0,42
		1-4	Швейна машина	0,4	0,9				0,36				0,22	0,42
		1-5	Швейна машина	0,4	0,9				0,36				0,22	0,42
		1-6	Швейна машина	0,4	0,9				0,36				0,22	0,42
		1-7	Швейна машина	0,4	0,9				0,36				0,22	0,42
		1-8	Швейна машина	0,4	0,9				0,36				0,22	0,42
		1-9	Швейна машина	0,4	0,9				0,36				0,22	0,42
		1-10	Швейна машина	0,4	0,9				0,36				0,22	0,42
ЩР4 Рр, кВт 24,57 Ір, А	4N1	Лінія робочого електроосвітлення	1,8	8,8	27,3	137,3	0,9	1,62	24,57	0,95	0,32	0,52	1,71	
	4N2	Лінія робочого електроосвітлення	1,5	7,3				1,35				0,43	1,42	
	4N3	Розеточна група	2	10,1			0,9	1,8		0,85	0,62	1,12	2,12	
	4N4	Розеточна група	2	10,1				1,8				1,12	2,12	
	4N5	Розеточна група	2	10,1				1,8				1,12	2,12	
	4N6	Розеточна група	2	10,1				1,8				1,12	2,12	
	4N7	Розеточна група	2	10,1				1,8				1,12	2,12	

Додаток А

Продовження таблиці А1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	4N8	Розеточна група	2	10,1					1,8				1,12	2,12
	4N9	Розеточна група	2	10,1					1,8				1,12	2,12
	4N10	Розеточна група	2	10,1					1,8				1,12	2,12
	4N11	Розеточна група	2	10,1					1,8				1,12	2,12
	4N12	Розеточна група	2	10,1					1,8				1,12	2,12
	4N13	Розеточна група	2	10,1					1,8				1,12	2,12
	4N14	Розеточна група	2	10,1					1,8				1,12	2,12
ЩР5		Щит розподільчий компресорна	160	225,3	120	225,3	0,75	120	120	0,85	0,62	74,40	141,18	
Рр, кВт 120 Ір, А														
ЩС-В Рр, кВт 15,04 Ір, А	ПВ1	Припливно-втяжна установка	1,99	4,6	18,654	78,9	0,9	1,791	15,0426	0,85	0,62	1,11	2,11	
	П1	Припливна установка	1,27	2,9				1,143				0,71	1,34	
	П2	Припливна установка	0,41	2,8				0,369				0,23	0,43	
	В1	Вентилятор	0,296	2,1				0,2664				0,17	0,31	
	В2	Вентилятор	0,154	1,1				0,1386				0,09	0,16	
	В3	Вентилятор	0,154	1,1				0,1386				0,09	0,16	
	В4	Вентилятор	0,296	2,1				0,2664				0,17	0,31	
	В5	Вентилятор	0,75	1,7				0,675				0,42	0,79	
	В6	Вентилятор	0,75	1,7				0,675				0,42	0,79	
	В7	Вентилятор	0,75	1,7				0,675				0,42	0,79	
	В8	Вентилятор	0,194	1,3				0,1746				0,11	0,21	
	К1	Кондиціонер	1,94	9,3				0,75				1,455	0,90	1,71
	К2	Кондиціонер	1,94	9,3								1,455	0,90	1,71
	К3	Кондиціонер	1,94	9,3			1,455					0,90	1,71	
К4	Кондиціонер	1,94	9,3	1,455	0,90	1,71								

Додаток А

Продовження таблиці А1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
		К5	Кондиціонер	1,94	9,3				1,455				0,90	1,71
		К6	Кондиціонер	1,94	9,3				1,455				0,90	1,71
ГРЩ		ПС	Прилад пожежної сигналізації	0,2	1	2,2	11,1	1	0,2	2,2	0,9	0,5	0,10	0,22
		ОН1	Розеточна група	2	10,1			1	2		0,85	0,62	1,24	2,35
ЩС-П Рр, кВт 5 Ір, А		БА1	Блок автоматики котла	0,2	1	6,6	17	0,75	0,15	5	0,9	0,5	0,08	0,17
		БА2	Блок автоматики котла	0,2	1			0,15	0,08				0,17	
		Г	Газосигналізатор	0,2	1			1	0,10				0,22	
		Н1	Насос	1,5	3,5			0,75	1,125		0,85	0,62	0,70	1,32
		Н2	Насос	1,5	3,5								0,70	1,32
		Н3	Насос	1,5	3,5								0,70	1,32
		Н4	Насос	1,5	3,5								0,70	1,32
Л1			Ліфт	18	35,9	18	35,9	0,75	13,5	13,5	0,85	0,62	8,37	15,88
ТХ1			Зарядка для вилкових навантажувачів	6,4	16,2	6,4	16,2	0,6	3,84	3,84	0,85	0,62	2,38	4,52
ТХ2			Зарядка для вилкових навантажувачів	6,4	16,2	6,4	16,2		3,84	3,84			2,38	4,52
С1			Сервер	4,37	21,6	4,37	21,6	1	4,37	4,37	0,95	0,32	1,40	4,60
1БР			Бокс з розетками	18	33,8	18	33,8	0,6	10,8	10,8	0,85	0,62	6,70	12,71
2БР			Бокс з розетками	18	33,8	18	33,8		10,8	10,8			6,70	12,71
3БР			Бокс з розетками	18	33,8	18	33,8		10,8	10,8			6,70	12,71
4БР			Бокс з розетками	18	33,8	18	33,8		10,8	10,8			6,70	12,71
5БР			Бокс з розетками	18	33,8	18	33,8		10,8	10,8			6,70	12,71
6БР			Бокс з розетками	18	33,8	18	33,8		10,8	10,8			6,70	12,71
7БР			Бокс з розетками	18	33,8	18	33,8		10,8	10,8			6,70	12,71
8БР			Бокс з розетками	18	33,8	18	33,8		10,8	10,8			6,70	12,71
9БР			Бокс з розетками	18	33,8	18	33,8		10,8	10,8			6,70	12,71
10БР			Бокс з розетками	18	33,8	18	33,8		10,8	10,8			6,70	12,71
Н1			Робоче електроосвітлення ВРП	0,7	3,4	0,7	3,4	0,9	0,63	0,63	0,95	0,32	0,20	0,66
Всього				808,154	1568,4				597,95			0,52	362,82	700,21
												Срск	-140	638,20

Додаток Б

Техніко-економічне порівняння варіантів силових трансформаторів

Тип трансформатора	Sn, кВА	ΔP_x , кВт	ΔP_k , кВт	I_o , %	U_k , %	Kз	K, грн	n, шт
2хТМ 400/10/0,4	400	0,9	5,5	1,8	4,5	0,875	82190	2
ТМ-1000/10	1000	1,4	10,6	1,2	5,5	0,7	185000	1

Коефіцієнт приведених втрат, Кв, кВт/кВАр	0,02
Двозмінна робота, Т, год	2500
Амортизаційні відрахування, Ра, %	6,3
Відрахування на ремонт при Рр, %	5
Нормативний коефіцієнт ефективності, Ен	0,15
Ціна за електроенергію, Со, грн.кВт*год	2,89

Результати розрахунків	ΔQ_x , кВАр	ΔQ_k , кВАр	$\Delta P_1'$, кВт	ΔE , кВт*год	Свтр, грн	Са, грн	Ср, грн	С, грн	З, грн
2хТМ 400/10/0,4	7,2	18	11,061125	27652,8125	79916,63	10355,9	8219	98491,57	123148,6
ТМ-1000/10	12	55	7,373	18432,5	53269,93	11655	9250	74174,93	101924,9