

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
(повне найменування вищого навчального закладу)
Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії
(назва факультету)
Кафедра електричної інженерії
(повна назва кафедри)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломного проекту (роботи)

магістр

(освітній (освітньо-кваліфікаційний) рівень)

на тему: Підвищення надійності системи електропостачання
зварювального цеху

Виконав: студент VI курсу, групи ЕЕМЗ-61
напряму підготовки (спеціальності) 141
Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Бриж О.А.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник Лупенко А.М.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль Вакуленко О.О.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії

Кафедра Електричної інженерії

Освітній ступінь магістр

Напрямок підготовки _____

(шифр і назва)

Спеціальність 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

(шифр і назва)

Завідувач кафедри ЕІ

Тарасенко М. Г.

« 02 » вересня 2019 р.

ЗАВДАННЯ НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТУ

Брижу Олександрю Анатолійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Підвищення надійності системи електропостачання
зварювального цеху

Керівник проекту (роботи) Луценко А.М., д.т.н., професор

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом по університету від « 23 » серпня 2019 року № 4/7-731

2. Термін подання студентом проекту (роботи) 10 грудня 2019 року

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Параметри споживачів підприємства, план розташування
електрообладнання, паспортні дані обладнання

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Вступ

2. Аналітична частина

3. Науково-дослідна частина

4. Технологічна частина

5. Проектно-конструкторська частина

6. Спеціальна частина

7. Обґрунтування економічної ефективності

8. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

9. Екологія

10. Загальні висновки до дипломної роботи

11. Перелік посилань

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

1. План об'єкту 1 л. ф – А1

2. КТП 1 л. ф – А1

3. Схема електропостачання 1 л. ф – А1

4. Релейний захист 1 л. ф – А1

5. Схема автоматики 1 л. ф – А1

6. 1 л. ф – А1

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Організаційно-економічна частина	Мельник Л. М. д.е.н., доцент		
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Гурик О. Я. к.т.н., доцент		
	Стручок В. С. ст. викл.		
Екологія	Зварич Н. М. к.т.н., доцент		

7. Дата видачі завдання **02 вересня 2019 року**

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Вступ		
2	Аналітична частина		
3	Науково-дослідна частина		
4	Технологічна частина		
5	Проектно-конструкторська частина		
6	Спеціальна частина		
7	Обґрунтування економічної ефективності		
8	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях		
9	Екологія		
10	Висновки		
11	Оформлення пояснювальної записки		
12	Оформлення графічної частини		

Студент _____
(підпис)Бриж О.А.
(прізвище та ініціали)Керівник проекту (роботи) _____
(підпис)Лупенко А.М.
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Бриж О.А. Підвищення надійності системи електропостачання зварювального цеху. 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка. Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії. Кафедра електричної інженерії, група ЕЕмз-61. – Тернопіль.: ТНТУ, 2019.

Стор. – 90; рис. – 11; табл. – 12; креслень - 6; джерел - 15; додатків - 4.

У дипломній роботі була визначена категорія надійності електропостачання і проведена характеристика споживачів електроенергії. Проведено вибір схеми електропостачання та визначення розрахункового навантаження цеху. Складена відомість споживачів електроенергії. Проведено вибір числа і потужності силових трансформаторів. Зроблено розрахунки потужності та вибір компенсуючого пристрою. Проведена розробка конструкції комплектної трансформаторної підстанції, розрахунки і вибір розподільчої електромережі.

Ключові слова: трансформаторна підстанція, електроенергія, електрична частина, силовий трансформатор.

ANNOTATION

Bryzh O. Improving the reliability of the welding shop power supply system. Ternopil Ivan Puluj National Technical University. Faculty of Applied Information Technologies and Electrical Engineering. Department of Electrical Engineering, group EEmz-61. – Ternopil.: TNTU, 2019.

Pages – 90; Illustrations – 11; Tables – 12; Blueprints – 6; Sources – 15; Additions – 4.

In diploma paper, the category of power supply reliability was defined and performed characterization of consumers. Carried out a choice of power supply circuits and determined the estimated loading plant. Compiled the roll of electricity consumers. Conducted selection of the number and capacity of power transformers. Carried out calculations of power and choice of compensating device. Developed the construction of complex transformer substations, calculations and choice of distribution mains.

Keywords: transformer substation, electricity, electric parts, power transformer.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА.....	10
1.1 Класифікація споживачів електроенергії по надійності системи електропостачання.....	10
1.2 Схеми місцевих електричних мереж.....	11
1.3 Визначення електричних навантажень.....	13
1.4 Вибір системи освітлення. Вибір джерел світла.....	15
1.5 Вибір компенсуючого пристрою.....	17
1.6 Методика розрахунку трансформаторів.....	18
1.7 Вибір трансформаторів головних понижаючих підстанцій за навантажувальною здатністю.....	19
1.8 Вибір числа і потужності цехових трансформаторних підстанцій...	20
2 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА	26
2.1 Резервування – спосіб забезпечення надійності ЕП.....	26
2.2 Проведення характеристика споживачів. Категорія по надійності споживачів зварювального цеху.....	29
2.3 Вибір схем електропостачання споживачів зварювально цеху.....	29
2.4 Висновки до розділу 2.....	30
3. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	31
3.1 Відомість споживачів.....	31
3.2 Розрахунок навантажень.....	33
3.3 Вибір типу світильників та їх розміщення на плані.....	41
3.4 Світлотехнічний розрахунок.....	44
3.5 Розрахунок ЕМ освітлення.....	47
3.6 Розрахунок та вибір розподільчої ЕМ.....	53
3.7 Висновки до розділу 3.....	59

4. ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА.....	60
4.1 Вибір конденсаторної батареї.....	60
4.2 Вибір силових трансформаторів.....	62
4.3 Конструкція КТП.....	65
4.4 Висновки до розділу 4.....	66
5. СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА.....	67
5.1 Втрати електроенергії в електричних мережах і технічні засоби їх зниження.....	67
6 ОБҐРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ	72
6.1 Методика оцінки економічної ефективності інженерних рішень.....	72
6.2 Техніко-економічне обґрунтування вибору масляного трансформатора.....	73
6.3 Оцінка економічної ефективності вибору масляного трансформатора..	74
7. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ....	76
7.1 Особливості впливу електричного струму на організм людини.....	76
7.2 Вимоги пожежної безпеки при гасінні електроустановок.....	78
7.3 Перша допомога людині при ураженні електричним струмом.....	79
7.4 Перша допомога при електротравмах.....	82
8.ЕКОЛОГІЯ.....	85
8.1 Роль енергозбереження у вирішенні екологічних проблем.....	85
8.2 Вплив процесів зварювання на довкілля та шляхи його зменшення.	86
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ДО ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ	88
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	89
ДОДАТКИ.....	1
Додаток А. Порівняльний розрахунок трансформаторів ТМ-1000 і ТМ- 1600.....	2

ВСТУП

Актуальність теми. Для забезпечення надійності живлення споживачів можуть застосовуватися різні методи, включаючи резервування. В загальному випадку необхідна надійність живлення для системи електропостачання промислового підприємства може бути забезпечена необхідною кількістю генераторів, трансформаторів, секцій шин, ліній живлення та засобами автоматизації.

Надійність характеризується здатністю системи електропостачання та її елементів, до складу яких входять лінії, силові трансформатори, електричні апарати, забезпечити підприємство і окремі об'єкти електроенергією належної якості без аварійних перерв, що приводять до порушення плану виробництва, аварій в електричній і технологічній частинах обладнання.

Надійність системи електропостачання залежить від побудови її схеми, ступеня резервування і надійності окремих елементів з врахуванням їх перевантажувальної здатності.

Оцінюючи степінь надійності, необхідно поняттям “електроспоживач” об'єднати як електротехнічну, так і технологічну частину механізму, агрегати або установки. Категорія надійності споживача повинна визначитися з врахуванням резервування в технологічній частині агрегату. Недоцільно резервувати електричну частину агрегату або схему його живлення при відсутності резерву в технологічній частині.

Проектування схем електропостачання промислових підприємств завжди починається з визначення електричних навантажень окремих вузлів споживання електричної енергії (як правило це майбутні цехові підстанції і головна понижувальна підстанція).

Після того як буде вирішене це питання, переходять до визначення кількості і пропускну здатності мереж, що зв'язують вказані вузли навантажень з джерелами живлення. Ці питання можуть вирішуватися і

одночасно з вибором числа і потужності трансформаторів, що в основному так і робиться.

Таким чином, для вибору оптимального варіанта системи електропостачання необхідно вирішити три взаємозв'язані технічні і технічно-економічні задачі: визначення надійності передбачуваних варіантів системи електропостачання; визначення капітальних затрат і річних експлуатаційних витрат, що відповідають кожному з варіантів системи електропостачання; оцінки збитків споживача від перерв в електропостачанні в залежності від надійності живлення.

Отже підвищення надійності системи електропостачання є актуальною задачею.

Мета і завдання дослідження. Метою дипломної роботи є підвищення надійності системи електропостачання зварювального цеху.

Відповідно до вказаної мети необхідно розв'язати наступні завдання:

- провести характеристику споживачів електроенергії;
- запропонувати схему електропостачання цеху;
- визначити силове та освітлювальне навантаження цеху;
- провести розрахунки та вибір розподільчої мережі цеху;
- провести розрахунки компенсуючого пристрою;
- обґрунтувати вибір числа та потужності силових трансформаторів;
- провести реконструкцію комплектної трансформаторної підстанції.

Об'єкт дослідження - режими процесів електроспоживання.

Предмет дослідження – дослідження методів підвищення надійності в мережах електроспоживання.

Наукова новизна отриманих результатів. Отримало подальший розвиток дослідження методів підвищення надійності в мережах електроспоживання для підвищення надійності роботи електроустаткування.

Практичне значення отриманих результатів. Запропоновані технічні рішення щодо зменшення втрат потужності в лініях електропостачання та

заміна комутаційного обладнання дозволить підвищити надійність роботи системи електроспоживання підприємства.

Апробація. Результати досліджень за темою дипломної роботи були представлені на VIII Міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій» (27-28 листопада 2019 року), Тернопіль, Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя.

Структура роботи. Робота складається з вступу, 8 розділів, висновків, переліку посилань (15 найменувань).

Загальний обсяг текстової частини - 94 сторінок, 12 таблиць, 11 рисунків.

1 АНАЛІТИЧНА ЧАСТИНА

1.1 Класифікація споживачів електроенергії по надійності системи електропостачання

Основною вимогою споживачів до електромереж є забезпечення електроенергією потрібної потужності з регламентованими показниками якості і рівнем надійності та безперервності постачання. Відповідно до “Правил улаштування електроустановок” [2] за надійністю і неперервністю постачання споживачів електроенергії поділяють на три категорії (I, II, III).

До першої категорії (I) належать споживачі, перерва в електропостачанні яких призводить до небезпеки для життя людей, руйнування особливо важливих елементів господарства, яка завдає значних матеріальних збитків, порушень технологічного процесу підприємств, призводить до тривалого розладу технологічного процесу або масового браку продукції. Прикладом споживачів I категорії є вентиляційні системи і ліфти шахт, металургійні, хімічні об'єкти – доменні і сталеплавильні печі, мартени і конвертори, реактори, лікарні, підприємства телефонного та телеграфного зв'язку, телецентри, радіомовні станції. Споживачі I категорії повинні мати електропостачання електроенергією від двох незалежних джерел живлення. Перерва в електропостачанні споживачів I категорії може бути допущена лише на час автоматичного введення в дію резервного джерела живлення (АВР). [13]

До другої категорії (II) належать споживачі, перерва в електропостачанні яких призводить до значних втрат продукції, простою робочих механізмів, порушення нормальної діяльності підприємства, селища, міста. Це може бути металургійне обладнання – прокатні стани, електричні дугові печі, цехи текстильних фабрик, цехи металообробних підприємств. Для II категорії допускають перерву в електропостачанні на час, необхідний для вмикання резервного живлення діями чергового персоналу (до 1 години). При високій надійності повітряних ліній 6,3 кВ і вище, здатності їх до швидкого

відновлення при пошкодженнях допускається живлення приймачів II категорії по одній повітряній лінії електропередач (ЛЕП). При живленні їх по кабельній лінії електропередач вона повинна бути розщепленою на два кабелі, під'єднані через самостійні роз'єднувачі. [5]

До третьої категорії (III) по надійності електропостачання належать усі споживачі, які не підпадають під I та II категорії. Для споживачів III категорії допускаються перерви в електропостачанні на час, необхідний для ремонту та заміни пошкодженого обладнання, але не більше однієї доби (до 24 годин). [5]

1.2 Схеми місцевих електричних мереж

Місцеві розподільні мережі забезпечують електропостачання міських комунально-побутових споживачів, дрібних промислових підприємств та сільськогосподарських споживачів. Вони отримують живлення від шин розподільних пристроїв (РП) вторинної напруги (ВН) підстанцій 110/35/10 кВ з подальшою трансформацією 10 (6)/0,4. Місцеві розподільні мережі сільськогосподарських споживачів характеризуються більшою протяжністю ліній електропередач (ЛЕП), ніж промислові й міські електричні мережі (ЕМ), і, як правило, відсутністю електроприймачів напругою 6 кВ. Тому тут використовують напругу 35/10/0,4 кВ. Ці електричні мережі (ЕМ) виконують розімкненими, тобто такими, що не містять замкнених контурів. У цих електричних мережах можливість живлення споживачів першої і другої категорій передбачають від різних секцій шин центру живлення. Найбільше розповсюдження для місцевих розподільних мереж отримали схеми радіальні (паралельне з'єднання), магістральні (послідовне з'єднання), змішані (радіально-магістральні (послідовно-паралельне з'єднання)) і петлеві (кільцеві (кругова)). [5]

В радіальній схемі розподілу електроенергії лінії електропередачі (ЛЕП), як радіуси безпосередньо пов'язують центр живлення з кожним споживачем. Дві секції шин (1 та 2) підстанції живлення сполучено секційним вимикачем, який в нормальному режимі роботи мережі знаходиться у вимкненому стані. При зникненні напруги, наприклад, на 1-ій секції шин цей вимикач вмикається автоматикою введення резервного живлення (АВР), забезпечуючи живлення споживачів, під'єднаних до 1-ої секції шин, від шин секції 2. Вимикачі вмикають відповідні гілки при пошкодженні або плановому вимиканні лінії або трансформатора. Електропостачання найбільш відповідальних споживачів здійснюється по двох лініях через два трансформатори від різних секцій шин центру живлення. Для таких споживачів на напрузі 380 В передбачається автоматичне включення резерву (АВР). При зникненні з якої-небудь причини напруги, наприклад на 1-ій секції шин, автоматично вмикається вимикач і вмикається секційний вимикач. Живлення всіх споживачів здійснюється через трансформатор від 2-ї секції шин. Менш відповідальні споживачі можуть отримувати живлення по одній лінії через один трансформатор з однієї секції шин центру живлення. [5]

В магістральній схемі розподілу електроенергії до однієї лінії (магістралі) під'єднують декілька споживачів. Магістралі можуть бути як одинарними, так і подвійними (дві лінії з послідовно з'єднаними споживачами).

Відповідальні споживачі отримують живлення з подвійної магістралі. У таких споживачів на шинах 0,4 кВ передбачають автоматичне введення резерву (АВР). Менш відповідальних споживачів під'єднують до однієї магістралі. За технічними показниками, зокрема за надійністю електропостачання, радіальна і магістральна схеми практично однакові. Магістральні схеми вимагають меншої кількості вимикачів ніж радіальні, і, отже, є економічнішими. Вибір тієї або іншої схеми зумовлений, в основному, розташуванням споживачів. При розташуванні споживачів у різних напрямках від центру живлення доцільною виявляється радіальна схема, при розташуванні споживачів в одному напрямі від центру живлення – доцільніша магістральна схема. [5]

Змішані схеми розподільних місцевих мереж застосовують при різному розташуванні споживачів щодо центру живлення і поєднують принципи побудови як радіальних, так і магістральних схем.

В петлевій схемі розподілу електроенергії ділянки ліній, що зв'язують між собою різних споживачів, утворюють замкнутий контур (коло).

У нормальних режимах петлева схема завжди працює в розімкненому стані. Для цього розмикається, роз'єднувач на одній з підстанції. При цьому споживачі отримують живлення від 1-ої секції шин центру живлення, а інші частина споживачів – від 2-ої.

При пошкодженні якої-небудь ділянки лінії, вимикається головний вимикач I секції шин центру живлення, споживачі виявляються без живлення. Оперативний персонал вимикає пошкоджену ділянку роз'єднувачами, а потім вмикає головний вимикач (секційний). Електропостачання споживачів відновлюється. Далі оперативний персонал вимикає головний вимикач II секції шин, вмикає роз'єднувач і знову вмикає головний вимикач II секції шин. Електропостачання споживача відновлюється. Петлеві схеми набули широкого поширення в міських розподільних мережах. [5].

1.3 Визначення електричних навантажень

Середня активна потужність P_c являється основною величиною при підрахунку електричних навантажень. Її знаходять по показниках, які визначаються шляхом найпростіших обстеження і перевіряються за питомими витратами електроенергії, що є наявними для більшості виробництв.

Середня активна потужність P_c силових електроприймачів однакового режиму роботи визначається за найбільш завантаженою зміну шляхом множення встановлених потужностей p_n на значення їх коефіцієнтів використання k_e , що виявляються з матеріалів обстеження діючих підприємств [14]:

$$P_c = p_n \cdot k_e$$

Основним показником графіка навантаження є коефіцієнтом використання активної потужності групи приймачів K_6 , що являє собою відношення середньої активної потужності групи електроприймачів P_c однакового режиму роботи до її номінального значення [14]:

$$K_6 = \frac{P_c}{P_n} = \frac{\sum_{i=1}^n p_{ni} \cdot k_{6i}}{\sum_{i=1}^n P_{ni}}$$

Під ефективною кількістю електроприймачів розуміють таке число однорідних по режиму роботи електроприймачів однакової потужності, яке обумовлює ту ж величину розрахункового максимуму, що і група різних по потужності і режиму роботи електроприймачів.

Точне визначення величини n_e проводиться по формулі [14]:

$$n_e = \frac{(\sum_{i=1}^n p_{ni})^2}{\sum_{i=1}^n p_{ni}^2}$$

Активна розрахункова потужність P_p визначається як добуток середньої активної потужності P_c на коефіцієнт максимуму K_{max} (коефіцієнт активної потужності, який залежить від групового коефіцієнту використання K_6 і ефективною кількості електроприймачів n_e) [14]:

$$P_p = P_c \cdot K_{max}$$

Реактивна розрахункова потужність визначається як добуток середньої активної потужності P_c на тангенс кута φ $tg\varphi$ і на коефіцієнт максимуму K_{max} [14]:

$$Q_p = P_p \cdot tg\varphi$$

Тангенс кута обчислюється за формулою:

$$tg\varphi_i = tg(\arccos(\cos(\varphi_i)))$$

Повна розрахункова потужність знаходиться як корінь квадратний із суми квадратів розрахункових активної і реактивної потужностей [14]:

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2}.$$

1.4 Вибір системи освітлення. Вибір джерел світла

Вибір світильників проводиться на основі врахування вимог [4]:

1. Світлотехнічних;
2. Зв'язаних з умовами середовища
3. Економічних (енергетичних)
4. Естетичних (в деяких випадках) вимог.

Для загального освітлення рекомендовано використовувати тип світильників ДРЛ (дугові ртутні лампи).

Переваги ламп [4]:

1. Висока світлова віддача (до $55 \text{ лм} / \text{Вт}$);
2. Великий термін служби ($10\ 000 \text{ годин}$);
3. Компактність;
4. Незалежність до умов зовнішнього середовища.

Недоліки [4]:

1. Переважання синьо-зеленої частини в спектрі променів, в наслідок чого незадовільна передача кольору, яка виключає використання даних ламп у випадках, там де об'єктами розрізнення є забарвлені поверхні чи обличчя людей;

2. Робота на змінному струмі;

3. Тривалість при включенні (приблизно 7 хвилин) та початок повторного розжарювання навіть після короткочасного перериву в живленні лампи буде лише після її вистигання (приблизно 10 хвилин);

4. Пульсації світлового потоку Φ , що є більшими за пульсації в люмінесцентних ламп;

5. Зниження світлового потоку ближче до кінця терміну служби лампи.

Розташування світильників визначається такими розмірами приміщення [4]:

1. H - висота приміщення;
2. h_c - відстань від світильників до стелі;
3. $h_n = H - h_c$ - висота світильників над підлогою;
4. h_p - висота поверхні для розрахунку над підлогою;
5. $h = h_n - h_p$ - висота від світильника до поверхні, що розраховується.
6. L - відстань між сусідніми світильниками або їх рядами;
7. l - відстань від крайніх світильників або їх рядів до стіни.

Розрахунок освітлення проведеться методом коефіцієнта використання, що використовується для розрахунку рівномірного освітлення горизонтальних поверхонь горизонтальних поверхонь.

При розрахунку за методом коефіцієнта високристання світловий потік ламп для кожного світильника F [4]:

$$F = \frac{E \cdot K_z \cdot S \cdot z}{\eta \cdot N},$$

де E - мінімальна освітленість, лк ;

K_z - коефіцієнт запасу;

S - площа, м. кв.;

z - коефіцієнт нерівномірного освітлення;

N - число світильників;

η - КВ в долях одиниці.

По значенню світлового потоку F вибираємо найближча стандартна лампа, але потік якої не повинен відхилитися від F більш ніж на $-10...+20\%$ [4].

Коефіцієнт нерівномірного освітлення z буде залежати від відстані між світильниками L до розрахункової висоти h .

Щоб визначити коефіцієнт використання η знаходиться індекс приміщення i та оцінюються коефіцієнти відбивання поверхонь приміщення по табл. 5.1 [4]:

$$\text{стелі} - \rho_{\text{стелі}} = 50\%,$$

стін - $\rho_{\text{стін}} = 30\%$,

підлоги - $\rho_{\text{підлоги}} = 10\%$.

$$i = \frac{B \cdot l}{h \cdot (B + l)}$$

де B - довжина приміщення;

l - ширина приміщення;

h - висота приміщення.

1.5 Вибір компенсуючого пристрою

Одним із основних питань, які вирішуються при проектуванні і експлуатації систем електропостачання (СЕ) промислових підприємств, є питання компенсації реактивної потужності.

Передача значної кількості реактивної потужності із енергосистеми до споживачів нерациональна по наступним причинам: виникають додаткові втрати активної потужності в енергії в всіх елементах системи електропостачання (СЕ), обумовлені завантаженням їх реактивною потужністю, і додаткові втрати напруги в мережах живлення.

Компенсація реактивної потужності з одночасним покращенням якості електроенергії безпосередньо в електричних мережах промислових підприємств є одним із основних напрямів зменшення втрат електричної енергії і підвищення ефективності електроустановок підприємства.

Найбільше сумарне реактивне навантаження підприємства, яке приймається для визначення потужності компенсуючих пристроїв (КП), рівне [14]:

$$Q = K \cdot Q_p,$$

де K - коефіцієнт, який враховує неспівпадання по часу найбільших активного навантаження енергосистеми і реактивного навантаження промислового підприємства.

1.6 Методика розрахунку трансформаторів

Одночасно з вибором номінальної потужності трансформаторів потрібно передбачати економічні режими їх роботи, які характеризуються мінімумом втрат потужності в трансформаторах. При цьому слід враховувати не тільки втрати активної потужності в самих трансформаторах, але й втрати активної потужності, які виникають в системі електропостачання по всьому колі живлення від генераторів електростанцій до трансформаторів, що розглядаються. Ці втрати виникають із-за споживання трансформаторами реактивної потужності і називаються приведеними.

Ці втрати визначаються по формулі [4]:

$$\Delta P_{sh.tr} = \Delta P_{sh.xx} + K_{zav}^2 \cdot \Delta P_{sh.kz},$$

де $\Delta P_{sh.xx} = \Delta P_{xx} + K_{zav.vtr} \cdot \Delta Q_{xx}$ - приведені втрати холостого ходу трансформатора, враховуючи втрати активної потужності в самому трансформаторі, і втрати, створювані ним в елементах всієї системи електропостачання в залежності від реактивної потужності, яку споживає трансформатор;

$$\Delta P_{sh.kz} = \Delta P_{kz} + K_{zav.vtr} \cdot \Delta Q_{kz} - \text{приведені втрати короткого замикання};$$

ΔP_{xx} - втрати потужності холостого ходу трансформатора (в розрахунках їх приймають рівними втратам в сталі трансформатора);

ΔP_{kz} - втрати потужності короткого замикання (приблизно їх приймають рівним втратам в міді обмоток трансформатора);

$$K_{zav.vtr} - \text{коефіцієнт зміни втрат, приймається рівним } 0,02 \text{ кВт/кВАр};$$

$$K_{zav} - \text{коефіцієнт завантаження трансформатора};$$

$$\Delta Q_{xx} = S_{nom} \cdot \frac{I_{xx}}{100} - \text{реактивна потужність холостого ходу трансформатора};$$

$$\Delta Q_{kz} = S_{nom} \cdot \frac{U_{kz}}{100} - \text{реактивна потужність короткого замикання, яка споживається трансформатором при номінальному навантаженні};$$

I_{xx} - струм холостого ходу трансформатора, %;

U_{kz} - напруга короткого замикання трансформатора, %.

1.7 Вибір трансформаторів головних понижаючих підстанцій за навантажувальною здатністю

Правильний, технічно і економічно обґрунтований вибір числа і потужності трансформаторів для ГПП і ТП має істотне значення для раціональної побудови схеми електропостачання підприємства.

В системах електропостачання промислових підприємств потужність силових трансформаторів повинна забезпечувати в нормальному режимі живлення всіх споживачів.

При виборі числа і потужності силових трансформаторів користуються даними річних приведених затрат, які визначаються з капіталовкладень і річних експлуатаційних витрат. Важливими, часом вирішальними показниками при виборі числа і потужності трансформаторів є також надійність живлення, витрати кольорового металу і розрахункова трансформаторна потужність [11].

Визначаючи кількість і розміщення трансформаторних підстанцій слід керуватися також картограмою електричних навантажень.

При виборі потужності основних трансформаторів в системі електропостачання (не враховуючи допоміжних) слід застосовувати не більше двох – трьох стандартних потужностей. Це полегшує заміну пошкоджених трансформаторів і скорочує складський резерв трансформаторів. Бажана також установка трансформаторів однакової потужності, хоча таке рішення не завжди можливе та доцільне.

При проектуванні ГПП і ТП слід добиватися як економічно доцільного режиму роботи, так і відповідного забезпечення явного та неявного резервування живлення споживачів при відключенні одного з трансформаторів, причому навантаження трансформатора в нормальних умовах, не повинно (по нагріву) приводити до скорочення природного терміну його служби. Потужність трансформаторів повинна забезпечити необхідну потужність в режимі роботи після відключення пошкодженого трансформатора в залежності від вимог споживачів даної категорії [5].

Слід мати на увазі і те, що більшість підприємств протягом періоду роботи збільшують свою продуктивність як за рахунок розширення виробничих площ, так і за рахунок більш раціонального використання існуючих. Тому, щоб врахувати можливість зростання споживаної потужності доцільно передбачувати можливість заміни трансформаторів на більш потужні.

Слід мати на увазі і те, що покриття необхідної потужності може відбуватися не тільки за рахунок номінальної потужності трансформаторів, але й за рахунок їх перевантажувальної здатності. При цьому необхідно слідкувати щоби трансформатор не перевантажувався більше ніж в два рази, а температура верхніх шарів масла не повинна перевищувати 95°C, якщо інструкціями заводів-виготовлювачів не оговорена інша температура [11].

В процесі експлуатації силових трансформаторів слід керуватися вимогами інструкцій заводів-виготовлювачів трансформаторів, вимогами глави Е2.4 «Правил технічної експлуатації електроустановок споживачів» [15] та глави 4.2 ПУЕ [2].

1.8 Вибір числа і потужності цехових трансформаторних підстанцій

Цехові трансформатори, як правило, не повинні мати розподільчого пристрою на стороні високої напруги. Слід широко застосовувати безпосереднє (глухе) приєднання кабельної лінії живлення до трансформатора при

радіальних схемах живлення трансформатора або приєднання через роз'єднувач або вимикач навантаження при магістральних схемах живлення.

Вибір числа трансформаторів пов'язаний з режимом роботи підстанції. Графік навантажень може бути таким, при якому з економічної мотивації необхідно встановлювати не один, а два трансформатори. Такі випадки, як правило, мають місце при низькому коефіцієнту заповнення графіка навантажень (0,5 і нижче). В цьому випадку установка апаратів необхідна для оперативних переключень (черговим персоналом або автоматичними пристроями) з силовими трансформаторами для дотримання економічно доцільного режиму їх роботи.

Число трансформаторів на ГПП і ЦТП визначається в першу чергу ступенем надійності електропостачання.

Головні понижувальні та цехові підстанції бажано виконувати з числом трансформаторів не більше 2. В цих випадках, якщо це можливо, слід розглядати варіант з установкою одного трансформатора і здійсненням резервного живлення від сусідньої трансформаторної підстанції.

При виборі числа трансформаторів треба мати на увазі, що спорудження однострансформаторної підстанції в ряді випадків забезпечує найменші затрати. Якщо по умовах резервування живлення споживачів необхідна установка більше ніж одного трансформатора, то слід старатися щоб кількість трансформаторів не перевищувала двох.

Двохтрансформаторні підстанції економічно більш доцільні, ніж підстанції з одним або більшим числом трансформаторів. Схеми електричних з'єднань на стороні вищої напруги підстанцій бажано виконувати найбільш простими.

Застосування простих схем, особливо вигідно, коли вартість вимикача на стороні вищої напруги співмірна з вартістю установки трансформатора.

Для зниження струмів КЗ і полегшення роботи апаратів до 1000 В в нормальному режимі, як правило, застосовують окрему роботу трансформаторів. Для резервування частини навантаження при відключенні

одного з працюючих трансформаторів другий включається з допомогою секційного автоматичного вимикача, забезпечує електропостачання споживачів і працює з перевантаженням до відновлення схеми нормального режиму роботи. Включення резервного живлення для споживачів першої категорії повинне здійснюватися автоматично.

При виборі числа трансформаторів необхідно враховувати резервування споживачів, виходячи зі наступних міркувань. Споживачі 1-ї категорії повинні одержувати живлення від двох незалежних джерел електроенергії. При живленні цих споживачів від двох підстанцій на них можна встановлювати по одному трансформатору. Забезпечуючи живлення споживачів першої категорії від однієї підстанції, необхідно мати по одному трансформатору на кожную секцію шин; при цьому для забезпечення живлення споживачів потужність трансформаторів повинна бути вибрана з врахуванням допустимого перевантаження кожного з них при відключенні одного з трансформаторів.

Включення резервного живлення для споживачів 2-ї категорії повинне здійснюватися автоматично або діями чергового персоналу. При живленні цих споживачів від однієї підстанції необхідно мати два трансформатори або резервний (складський) трансформатор для декількох підстанцій. Заміну пошкодженого трансформатора необхідно провести на протязі декількох годин. На час заміни трансформатора може вводиться обмеження в живленні споживачів електроенергією з врахуванням допустимого перевантаження трансформатора який залишився в роботі.

Споживачі 3-ї категорії можуть одержувати електроенергію від підстанцій з одним трансформатором при наявності „складського“ резервного трансформатора.

Потужність силових трансформаторів в нормальних умовах повинна забезпечити живлення всіх споживачів електроенергії. Вибір потужності силових трансформаторів слід здійснювати з врахуванням економічно доцільного режиму їх роботи і відповідного забезпечення резервування живлення споживачів при відключенні одного з трансформаторів. При цьому

слід мати на увазі, що навантаження трансформаторів в нормальних умовах не повинне, по нагріву, приводити до скорочення природного терміну його служби.

Номінальною потужністю трансформатора є та потужність, на яку він може бути навантажений постійно на протязі всього терміну своєї роботи (приблизно 20 років) при нормальних температурних умовах навколишнього середовища. А ці умови передбачають:

1. температура навколишнього середовища повинна бути рівною 20°C ;
2. перевищення середньої температури масла над температурою оточуючого середовища повинна становити для систем М і Д 44°C , а для систем охолодження ДЦ і Ц – 36°C .

3. перевищення температури найбільш нагрітої точки обмотки над середньою температурою обмотки було рівним 13°C .

4. відношення втрат КЗ до втрат ХХ було рівне п'яти (приймають найбільше значення для забезпечення запасу по нагріву ізоляції);

5. при зміні температури ізоляції на 6°C від середнього її значення при номінальному навантаженні, що рівна 85°C , термін служби ізоляції змінюється в два рази (знижується при підвищенні температури або підвищується при її зниженні);

6. за час перехідних процесів на протязі доби найбільша температура верхніх шарів масла не повинна перевищувати 95°C , а найбільш нагрітої точки металу обмотки - 140°C . Ця умова справедлива тільки для еквівалентної температури навколишнього середовища, рівній 20°C . При зниженні цієї температури необхідно слідкувати за навантаженням трансформатора по контрольно-вимірювальних приладах і в усіх випадках не допускати перевищення навантаження понад 150% номінального. Визначають підвищене старіння ізоляції трансформатора при перевищенні температури навколишнього середовища над еквівалентною температурою для даного графіку навантажень і вирішують питання про допустимість цього старіння.

Якщо підвищене старіння недопустиме, то навантаження на трансформатор повинне бути відповідно знижене або повинен бути вибраний трансформатор більшої потужності.

Для цехових трансформаторів потужністю до 1000 кВт, особливо старих випусків, можна застосувати спрощений спосіб визначення номінальної потужності. Цей спосіб використовують для перевірки потужності трансформаторів типу ТМ при установці їх на відкритому повітрі при температурі навколишнього середовища, що міняється в межах до $+35^{\circ}\text{C}$, і середньорічній температурі $+5^{\circ}\text{C}$. При цих умовах перевищення температури обмоток трансформатора над температурою навколишнього середовища не повинно перевищувати 70°C . Звідси найбільша допустима температура металу обмоток складає 105°C . Ця температура буде тільки при $\theta_{\text{НС}}=35^{\circ}\text{C}$ і при співпадінні її з максимальним навантаженням трансформатора. Практично максимум навантаження приходить на зимові місяці (грудень-січень) (хоча на бавовняному комбінаті навпаки) і $\theta_{\text{НС}}$ в цей час набагато нижче 35°C , тому в зимовий час контроль за навантаженням трансформатора ведуть по вимірних приладах. В природних умовах охолодження вона не повинна перевищувати 130% номінальної потужності, при форсуванні охолодження – 140%.

Слід мати на увазі, що температура верхніх шарів масла – орієнтовний показник. Якщо трансформатор буде мати температуру верхніх шарів масла 95°C при $\theta_{\text{НС}}=-50^{\circ}\text{C}$, то він не пропрацює в таких умовах і двох-трьох днів, так як ці умови будуть відповідати нагріву металу обмоток до 200°C . Тому при $\theta_{\text{НС}} < +35^{\circ}\text{C}$ необхідно слідкувати за навантаженням трансформатора по вимірних приладах.

В місцевостях, де середньорічна температура відрізняється від $\theta_{\text{ср}}=+5^{\circ}\text{C}$, номінальна потужність трансформатора або знижується з підвищенням температури $\theta_{\text{НС}}$ і $\theta_{\text{ср}}$, або підвищується з її пониженням.

Номінальну потужність трансформатора визначають за формулою:

$$S_{ном. T} = S_{ном. T. л} \left(1 + \frac{S - \theta_{cp}}{100} \right);$$

де $S_{ном. T. л}$ – номінальна паспортна потужність трансформатора для $\theta_{cp} = +5^{\circ}\text{C}$ і $\theta_{НС} = 35^{\circ}\text{C}$;

Коли $\theta_{НС} > +35^{\circ}\text{C}$, номінальна потужність трансформатора додатково знижується на 1% на кожен градус підвищення температури навколишнього середовища в межах до $\theta_{гран.НС} = +45^{\circ}\text{C}$. При подальшому підвищенні $\theta_{НС}$ обов'язково застосування форсованого повітряного або водяного охолодження.

2 НАУКОВО-ДОСЛІДНА ЧАСТИНА

2.1 Резервування – спосіб забезпечення надійності ЕП

“Резервування – спосіб забезпечення надійності об’єкта за рахунок використання додаткових засобів та (або) можливостей, надлишкових відносно мінімально необхідних для виконання потрібних функцій” [1].

В електроенергетичних системах для підвищення надійності схем електричних мереж (ЕМ) застосовують резервування [1]:

- навантажувальне.

На рис. 2.1 зображено замкнена ЕМ з лініями W_1 та W_2 . Дані лінії мають підвищену пропускну здатність в порівнянні з потрібною для нормального режиму роботи. Дані лінії при відмові інших ліній будуть сприймати додаткове навантаження.

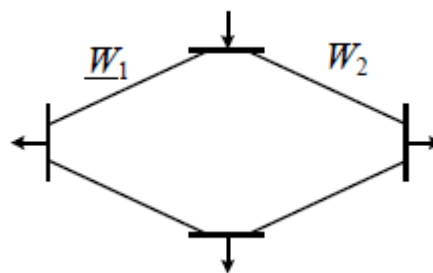


Рис. 2.1 – Навантажувальне резервування.

- роздільне.

На рис. 2.2 магістральна ділянка розподільчої лінії та паралельно споруджена лінія. Резервування відбувається для окремих елементів об’єкту або їх груп.

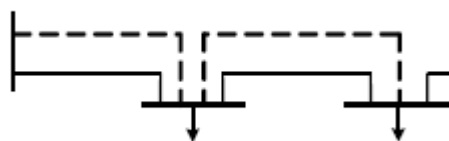


Рис. 2.2 – Роздільне резервування.

- змішане.

На рис. 2.3 поєднано два види резервування – загальне та навантажувальне. Тобто змішане резервування поєднує різні види.

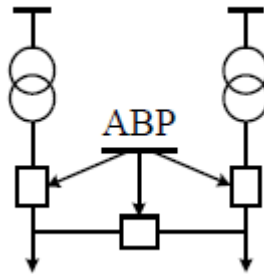


Рис. 2.3 – Змішане резервування.

АВР – автоматичне включення резерву.

- постійне.

На рис. 2.4 показано як лінії W_1 та W_2 в нормальному режимі схеми резервують окремі ділянки основної мережі. Тобто, резервні елементи забезпечують роботу об'єкту разом з основними лініями.

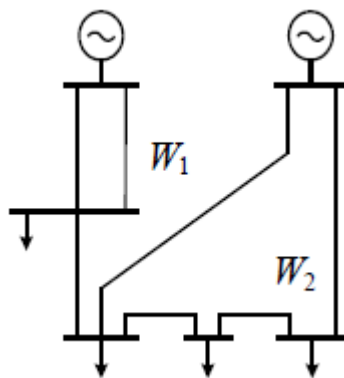


Рис. 2.4 – Постійне резервування.

- заступне.

На рис. 2.5 показано схему, в якій функції основного елемента після відмови передаються резервному.

На рис. 2.5:

ОДЖ – основне джерело живлення;

РДЖ – резервне джерело живлення.

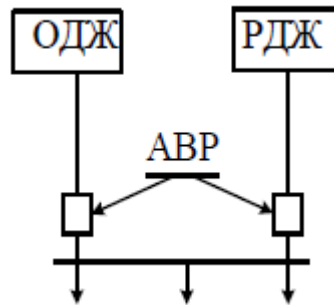


Рис. 2.5 – Заступне резервування.

- ковзне.

На рис. 2.6 показано схему у якій, кожен з групи основних елементів у випадкові моменти відмов основних заміщається спільним резервним.

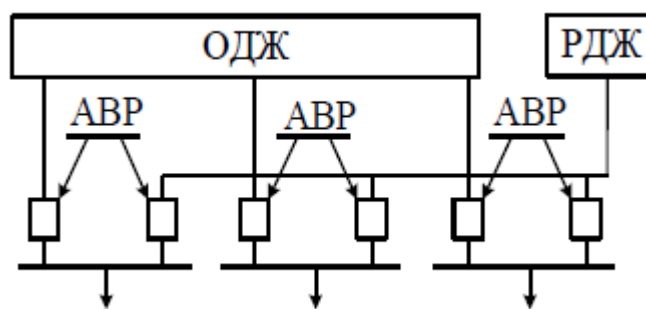


Рис. 2.6 – Ковзне резервування.

2.2 Проведення характеристика споживачів. Категорія по надійності споживачів зварювального цеху.

Електроприймачі поділяються:

- напругою до 1 кВ;
- напругою вище 1 кВ.

Електроприймачі класифікуються по схожості їх режимів роботи:

- робота в тривалому режимі;
- робота в короткочасному режимі;
- робота у повторно-короткочасному режимі.

Основними споживачами даного зварювального цеху являється різноманітне обладнання з виготовлення металевих конструкцій для будинків та споруд. Споживачами електроенергії даного цеху є правильні та відрізні машини для гнуття сталевих листа, стенди для зборки двотаврових колон, кантовочні машини, електрозварювальні агрегати та мостові крани.

З врахуванням вимог ПУЕ [2] всі споживачі зварювального цеху, необхідно віднести до категорій по надійності ЕП:

- споживачі основного виробництва – II категорія (становлять 90% від встановленої потужності);
- верстати дрібносерійного виробництва та сантехнічне обладнання – III категорія.

При виборі числа та потужності силових трансформаторів цехової трансформаторної підстанції потрібно враховувати вимоги по надійності ЕП споживачів II категорії.

2.3 Вибір схем електропостачання споживачів зварювально цеху

За конфігурацією схем ЕМ можна поділити на розімкнені (живлення споживачів електричної енергії відбувається від одного джерела живлення) і

замкнені (живлення споживачів відбувається від не менше як двох джерел живлення) [3].

Розімкнені мережі поділяють на:

- радіальні (кожен споживач одержує живлення окремою лінією);
- магістральні (живлення декількох споживачів або групи споживачів).

Пошкодження ліній в цих мережах призводить до порушення ЕП відповідних споживачів.

Розімкнені мережі резервують для підвищення надійності ЕП.

При об'єднанні радіальної та магістральної схеми, отримаємо комбіновану схему для живлення споживачів.

Враховуючи розміщення електрообладнання зварювального цеху вибираємо комбіновану схему ЕП. Всі електроспоживачі об'єднуємо в окремі групи по місцю їх розташування. Провівши розрахунки навантажень вибираємо розподільчі пункти (РП). Живлення РП відбувається від магістральних шинопроводів. Живлення електрозварювальних апаратів великої потужності відбувається від цехової ТП.

2.4 Висновки до розділу 2

1. Взято до уваги, що устаткування зварювального цеху належить до II (90%) та III (10%) категорії по надійності ЕП.

2. Запропонована комбінована схема ЕП, яка є раціональнішою для зварювального цеху.

3 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

В даному розділі дипломної роботи складено відомість споживачів електричної енергії, проведено розрахунок електричних навантажень, проведено розрахунок освітлення, проведено розрахунок та вибір розподільчої електромережі

3.1 Відомість споживачів

Відомість складається з розділенням споживачів на окремі групи з врахуванням місця їх розташування в цеху.

В табл. 3.1 представлено результати розподілу

Таблиця 3.1 – Відомість споживачів

№ по плану	Назва та номер джерела живлення; назва електричного приймача	<i>n</i> , шт.	P_n , кВт	k_e	$\cos\varphi / \operatorname{tg}\varphi$
<u>1 група</u>					
28	Мостовий кран	3	40	0,2	0,6/1,33
5	Верстат радіально-свердлильний	1	4	0,12	0,4/2,29
9	Автомат зварювальний	1	43	0,4	0,6/1,33
13	Стенд для зборки двотаврових колон	1	10	0,17	0,65/1,17
4	Прес пробивки отворів	1	6,8	0,17	0,65/1,17
6	Прес одно-кривошипний	1	28,5	0,17	0,65/1,17
12	Кантовочна машина	1	5	0,2	0,6/1,33
<u>2 група</u>					
28	Мостовий кран	4	25÷63	0,2	0,6/1,33
3	Ножиці	1	17,5	0,17	0,65/1,17
8	Ножиці кривошипні	1	18,5	0,17	0,65/1,17

<u>3 група</u>					
28	Мостовий кран	3	40÷63	0,2	0,6/1,33
2	Агрегат фігурної різки	1	20	0,4	0,6/1,33
7	Прес одно-кривошипний	1	19	0,17	0,65/1,17
10	Автомат торце-фрезерний	1	60	0,17	0,65/1,17
1	Машина для кровки листів	1	123	0,17	0,65/1,17
6	Прес одно-кривошипний	1	28,5	0,17	0,65/1,17
9	Автомат зварювальний	1	43	0,4	0,6/1,33
<u>4 група</u>					
28	Мостовий кран	3	40÷63	0,2	0,6/1,33
16	Стенд для стиковки	1	20	0,17	0,65/1,17
18	Верстат радіально-свердлильний	2	5,5	0,12	0,4/2,29
19	Ножиці листові	1	45	0,17	0,65/1,17
15	Стенд для зборки колон	1	15	0,17	0,65/1,17
20	Прес одно-кривошипний	1	12	0,17	0,65/1,17
27	Машина газорізки	1	20	0,4	0,6/1,33
<u>5 група</u>					
28	Мостовий кран	3	40÷63	0,2	0,6/1,33
15	Стенд для зборки колон	1	15	0,17	0,65/1,17
12	Кантовочна машина	1	5	0,2	0,6/1,33
21	Прес гідравлічний	1	7,5	0,17	0,65/1,17
26	Правильно-відрізний автомат	1	36,5	0,2	0,65/1,17
<u>6 група</u>					
28	Мостовий кран	3	40	0,2	0,6/1,33
14	Лінія стикової різки	1	40	0,4	0,7/1,02
25	Машина гнуття сталевого листа	1	75	0,17	0,65/1,17
22	Прес WH-400	1	14	0,17	0,65/1,17
12	Кантовочна машина	1	5	0,2	0,6/1,33
29	Електричний візок	1	15	0,35	0,8/0,75

17	Установка для зборки підтримуючих конструкцій	1	40	0,12	0,4/2,29
23	Прес пробивки отворів	1	5,5	0,17	0,65/1,17
24	Прес гнуття кромки	1	7,5	0,17	0,65/1,17
<u>7 група</u>					
11	Зварювальний агрегат	2	260	0,4	0,6/1,33
30	Вентилятори витяжні	8	4,5	0,6	0,8/0,75

3.2 Розрахунок навантажень.

Згідно даних табл. 3.1:

Для прикладу розраховуємо меншу групу - 2.

“Мостовий кран”:

- кількість споживачів:

$$n = 4 \text{ шт.}$$

- потужності для максимуму та мінімуму:

$$P_{н.мах} = 63 \text{ кВт};$$

$$P_{н.мін} = 25 \text{ кВт}.$$

- розраховуємо сумарну потужність [4]:

$$\Sigma P_n = \Sigma P_{н.мін} + \Sigma P_{н.мах},$$

де

$$\Sigma P_{н.мін} = n \cdot P_{н.мін} = 2 \cdot 25 = 50 \text{ кВт};$$

$$\Sigma P_{н.мах} = n \cdot P_{н.мах} = 1 \cdot 63 = 63 \text{ кВт},$$

отже:

$$\Sigma P_n = 50 + 63 = 113 \text{ кВт}.$$

- модуль живлення [4]:

$$m = \frac{P_{н.мах}}{P_{н.мін}} = \frac{63}{25} = 2,5 < 3;$$

- потужності середні за зміну (активна та реактивна) [4]:

- активна:

$$P_c = \Sigma P_n \cdot k_g,$$

де k_g – коефіцієнт використання (КВ);

$$k_g = 0.2,$$

звідси:

$$P_c = 113 \cdot 0.2 = 22,6 \text{ кВт};$$

- реактивна:

$$Q_c = tg \cdot P_c,$$

де $tg \varphi$ – тангенс φ ;

$$tg \varphi = 1,33,$$

$$Q_c = 1,33 \cdot 22,6 = 30 \text{ кВАр}.$$

“Ножиці”. Номер на плані 3:

- кількість споживачів:

$$n = 1 \text{ шт.}$$

- потужності для максимуму та мінімуму:

$$P_{н.маx} = 17,5 \text{ кВт};$$

$$P_{н.мин} = 17,5 \text{ кВт}.$$

отже:

$$\Sigma P_n = 17,5 \cdot 1 = 17,5 \text{ кВт}.$$

- модуль живлення [4]:

$$m = \frac{P_{н.маx}}{P_{н.мин}} = \frac{17,5}{17,5} = 1 < 3,$$

- потужності середні за зміну (активна та реактивна) [4]:

- активна:

$$P_c = \Sigma P_n k_g,$$

де k_g – КВ;

$$k_g = 0.17,$$

звідси:

$$P_c = 17,5 \cdot 0,17 = 3 \text{ кВт}.$$

- реактивна:

$$Q_c = tg \cdot P_c,$$

де $tg \varphi$ – тангенс φ ;

$$tg \varphi = 1,17,$$

$$Q_c = 1,17 \cdot 3 = 3,51 \text{ кВАр}.$$

“Ножиці кривошипні”. Номер на плані 8:

- кількість споживачів:

$$n = 1 \text{ шт}.$$

- потужності для максимуму та мінімуму:

$$P_{н.мах} = 87,5 \text{ кВт};$$

$$P_{н.мін} = 18,5 \text{ кВт}.$$

отже:

$$\Sigma P_n = 18,5 \cdot 1 = 18,5 \text{ кВт}.$$

- модуль живлення [4]:

$$m = \frac{P_{н.мах}}{P_{н.мін}} = \frac{18,5}{18,5} = 1 < 3,$$

- потужності середні за зміну (активна та реактивна) [4]:

- активна:

$$P_c = \Sigma P_n \cdot k_g,$$

де k_g – КВ;

$$k_g = 0,17,$$

звідси:

$$P_c = 18,5 \cdot 0,17 = 3,145 \text{ кВт}.$$

- реактивна:

$$Q_c = tg \cdot P_c,$$

де $\operatorname{tg} \varphi$ – тангенс φ ;

$$\operatorname{tg} \varphi = 1,17,$$

$$Q_c = 1,17 \cdot 3,145 = 3,7 \text{ кВАр}.$$

Інші розрахунки занесено в табл. 3.2.

Групові КВ [4]:

$$k_{в.зр} = \frac{\Sigma P_c}{\Sigma P_H}$$

де ΣP_c – сумарна потужність, активна, кВт ;

$$\Sigma P_c = 22,6 + 3 + 3,145 = 28,75 \text{ кВт}$$

ΣP_H – сумарна потужність, номінальна, по 2 групі, кВт ;

$$\Sigma P_H = 113 + 17,5 + 18,5 = 149 \text{ кВт},$$

тоді

$$k_{в.зр} = \frac{28,75}{149} = 0,2.$$

Груповий КП:

$$\operatorname{tg} \varphi_{зр} = \frac{\Sigma Q_c}{\Sigma P_c}$$

де ΣQ_c – сумарна потужність, реактивна, кВАр ,

$$\Sigma Q_c = 30 + 3,51 + 3,7 = 37,21 \text{ кВАр},$$

тоді

$$\operatorname{tg} \varphi_{зр} = \frac{37,21}{28,75} = 1,3$$

отже,

$$\cos_{зр} = \operatorname{arctg}_{зр} = 0,6$$

- ефективне число [4]:

$$n_{эф} = \frac{2 \cdot \Sigma P_H}{P_{H.max}}$$

де $P_{H.max}$ – максимальна потужність для 2 групи, номінальна, кВт ;

$$P_{n.max} = 63 \text{ кВт},$$

тоді

$$n_{ef} = \frac{2 \cdot 149}{63} = 5 \text{ шт.}$$

Так як $n_{ef} < n$, приймаємо $n_{ef} = 5 \text{ шт.} < n = 6 \text{ шт.}$

- з [4] при

$$k_{в.зр} = 0,2$$

та

$$n_{ef} = 5 \text{ шт.},$$

знаходимо

$$k_m = 2,42.$$

- потужності [4]:

- активна:

$$P_p = k_m \cdot \Sigma P_c = 2,42 \cdot 28,75 = 70 \text{ кВт};$$

- реактивна:

$$Q_p = 1,1 \cdot \Sigma Q_c, \text{ при } n_{ef} < 10,$$

отже,

$$Q_p = 1,1 \cdot Q_c = 1,1 \cdot 37,21 = 41 \text{ кВАр};$$

- повна потужність:

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2} = \sqrt{70^2 + 41^2} = 81 \text{ кВА}.$$

Інші розрахунки представлено в табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Результати розрахунку

Силовий пункт живлення; найменування електроприймачів	К _{ср} шт.	Потужність		m	k _{ср}	cos φ / tg φ	Середня потужність		U _{сф}	k _{ср}	Розрахункова потужність					
		одного, кВт	Σ P _{нр} , кВт				P _{ср} , кВт	Q _{ср} , кВАр			P _{ср} , кВт	Q _{ср} , кВАр	S _{ср} , кВА			
1 група																
Мостовий кран	3	40	120		0,2	0,6/1,33	24	32								
Верстат радіально-свердильний	1	4	4		0,12	0,4/2,29	0,48	1,1								
Автомаг зварювальний	1	43	43		0,4	0,6/1,33	17,2	23								
Стенд для зборки двогаврових колон	1	10	10		0,17	0,65/1,17	1,7	2								
Прес пробивки отворів	1	6,8	6,8		0,17	0,65/1,17	1,16	1,4								
Прес одно-кривошипний	1	28,5	28,5		0,17	0,65/1,17	4,85	5,7								
Кантовозна машина	1	5	5		0,2	0,6/1,33	1	1,33								
Всього по групі 1	9	4 ÷ 43	217,3	> 3	0,2	0,6/1,32	50,4	66,53	9	1,9	96	73	121			
2 група																
Мостовий кран	4	25 ÷ 63	113		0,2	0,6/1,33	22,6	30								
Ножниці	1	17,5	17,5		0,17	0,65/1,17	3	3,51								
Ножниці кривошипні	1	18,5	18,5		0,17	0,65/1,17	3,15	3,7								
Всього по групі 2	6	17,5 ÷ 63	149	> 3	0,2	0,6/1,3	28,75	37,21	5	2,42	70	41	81			
3 група																
Мостовий кран	3	40-63	143		0,2	0,6/1,33	28,6	38								
Агрегат фігурної різки	1	20	20		0,4	0,6/1,33	8	10,64								
Прес одно-кривошипний	1	19	19		0,17	0,65/1,17	3,23	3,8								
Автомаг торце-фрезерний	1	60	60		0,17	0,65/1,17	10,2	12								

Продовження таблиця 3.2

Машини для кроєвки листів	1	123	123		0,17	0,65/1,17	21	24,6					
Прес одно-кривошипний	1	28,5	28,5		0,17	0,65/1,17	4,85	5,7					
Автомат зв'язувальний	1	43	43		0,4	0,6/1,33	17,2	23					
Всього по групі 3	9	19 + 123	436,5	> 3	0,2	0,62/1,26	93,1	117,74	7	2,1	195,5	129,5	234,5
4 група													
Мостовий кран	3	40 ÷ 63	143		0,2	0,6/1,33	28,6	38					
Стенд для стиковки	1	20	20		0,17	0,65/1,17	3,4	4					
Верстат радіально-свердильний	2	5,5	11		0,12	0,4/2,29	1,32	3					
Ножниці листові	1	45	45		0,17	0,65/1,17	7,65	9					
Стенд для зборки колон	1	15	15		0,17	0,65/1,17	2,55	3					
Прес одно-кривошипний	1	12	12		0,17	0,65/1,17	2,04	2,4					
Машини газорізки	1	20	20		0,4	0,6/1,33	8	10,64					
Всього по групі 4	10	5,5 ÷ 63	266	> 3	0,2	0,61/1,31	53,56	70	8	1,99	107	77	132
5 група													
Мостовий кран	3	40÷63	143		0,2	0,6/1,33	28,6	38					
Стенд для зборки колон	1	15	15		0,17	0,65/1,17	2,55	3					
Кантовочна машина	1	5	5		0,2	0,6/1,33	1	1,33					
Прес гідравлічний	1	7,5	7,5		0,17	0,65/1,17	1,3	1,52					
Правильно-відрізний автомат	1	36,5	36,5		0,2	0,65/1,17	7,3	8,54					
Всього по групі 5	7	5 ÷ 63	207	> 3	0,2	0,61/1,28	40,75	52,4	7	2,1	86	58	104
6 група													
Мостовий кран	3	40	120		0,2	0,6/1,33	24	32					
Лінія стикової різки	1	40	40		0,4	0,7/1,02	16	16,3					

Продовження таблиця 3.2

Машинна гнуття сталевого листа	1	75	75			0,17	0,65/1,17	12,75	15					
Прес WH-400	1	14	14			0,17	0,65/1,17	2,38	2,8					
Кантовальна машина	1	5	5			0,2	0,6/1,33	1	1,33					
Електричний візок	1	15	15			0,35	0,8/0,75	5,25	3,94					
Установка для зборки підтримуючих конструкцій	1	40	40			0,12	0,4/2,29	4,8	11					
Прес пробивки отворів	1	5,5	5,5			0,17	0,65/1,17	0,94	1,1					
Прес гнуття кромки	1	7,5	7,5			0,17	0,65/1,17	1,3	1,5					
Всього по групі 6	11	5 ÷ 75	322	> 3		0,2	0,63/1,24	68,42	85	9	1,9	130	93,5	160
<u>7 група</u>														
Зварювальний агрегат	2	260	520			0,4	0,6/1,33	208	276,64					
Вентилятори витяжні	8	4,5	36			0,6	0,8/0,75	21,6	16,2					
Всього по групі 7	10	4,5/260	556	> 3		0,4	0,62/1,27	229,6	292,84	4	1,87	429	322	536
Сялове навантаження	62	4 ÷ 260	2154	> 3		0,3	0,62/1,28	565	722	16	1,41	1113,5	794	1368

3.3 Вибір типу світильників та їх розміщення на плані

Для зварювального цеху вибираємо:

- світильники - частково пилонепроникні;
- серія світильника - *HB*;
- тип світильника - *HBS* із захисним склом;
- лампи - ртутні лампи високого тиску
- тип лампи - ДРЛ.

Визначаємо:

- висоту над підлогою [5]:

$$h_n = H \cdot h_c,$$

де H – висота зварювального цеху, $м$;

$$H = 7,5 \text{ м},$$

h_c – відстань від стелі, $м$,

$$h_c = 0,5 \text{ м},$$

тоді:

$$h_n = 7,5 \cdot 0,5 = 7 \text{ м}.$$

- розрахункову висоту [5]:

$$h = h_n \cdot h_p,$$

де h_p – висота над підлогою, $м$,

$$h_p = 1 \text{ м},$$

тоді:

$$h = 7 - 1 = 6 \text{ м}.$$

- відстань між світильниками [5]:

$$\lambda = 1,3 \div 1,6,$$

тоді:

$$L = \lambda \cdot h = (1,4 \div 1,6) \cdot 6 = (7,8 \div 9,6) \text{ м},$$

Відстань між світильниками 8 м .

$$L = L_a = L_e = 8 \text{ м.}$$

- для зварювального цеху кількість світильників [5]:

$$N_a = \frac{A}{L_a}$$

де A – довжина зварювального цеху, $м$;

$$A = 60 \text{ м,}$$

L_a – відстань по довжині зварювального цеху, $м$;

$$L_a = 8 \text{ м,}$$

тоді,

$$N_a = \frac{60}{8} = 7,5$$

$$N_a = 8 \text{ шт.}$$

Рядів [5]:

$$N_e = \frac{B}{L_e}$$

де B – ширина зварювального цеху, $м$;

$$B = 60 \text{ м.}$$

L_e – відстань по ширині зварювального цеху, $м$;

$$L_e = 8 \text{ м,}$$

тоді

$$N_e = \frac{60}{8} = 7,5$$

$$N_e = 8 \text{ шт.}$$

Загальна кількість:

$$N = N_a N_e = 88 = 64 \text{ шт.}$$

До крайніх світильників відстані від стін становлять [5]:

$$L = L_a = L_e = 8 \text{ м;}$$

$$l_a = \frac{A - L(N_a - 1)}{2} = \frac{60 - 8(8 - 1)}{2} = 2 \text{ м;}$$

$$l_e = \frac{B - L(N_e - 1)}{2} = \frac{60 - 8(8 - 1)}{2} = 2 \text{ м.}$$

План зварювального цеху з розміщенням світильників показано на рис.

3.1.

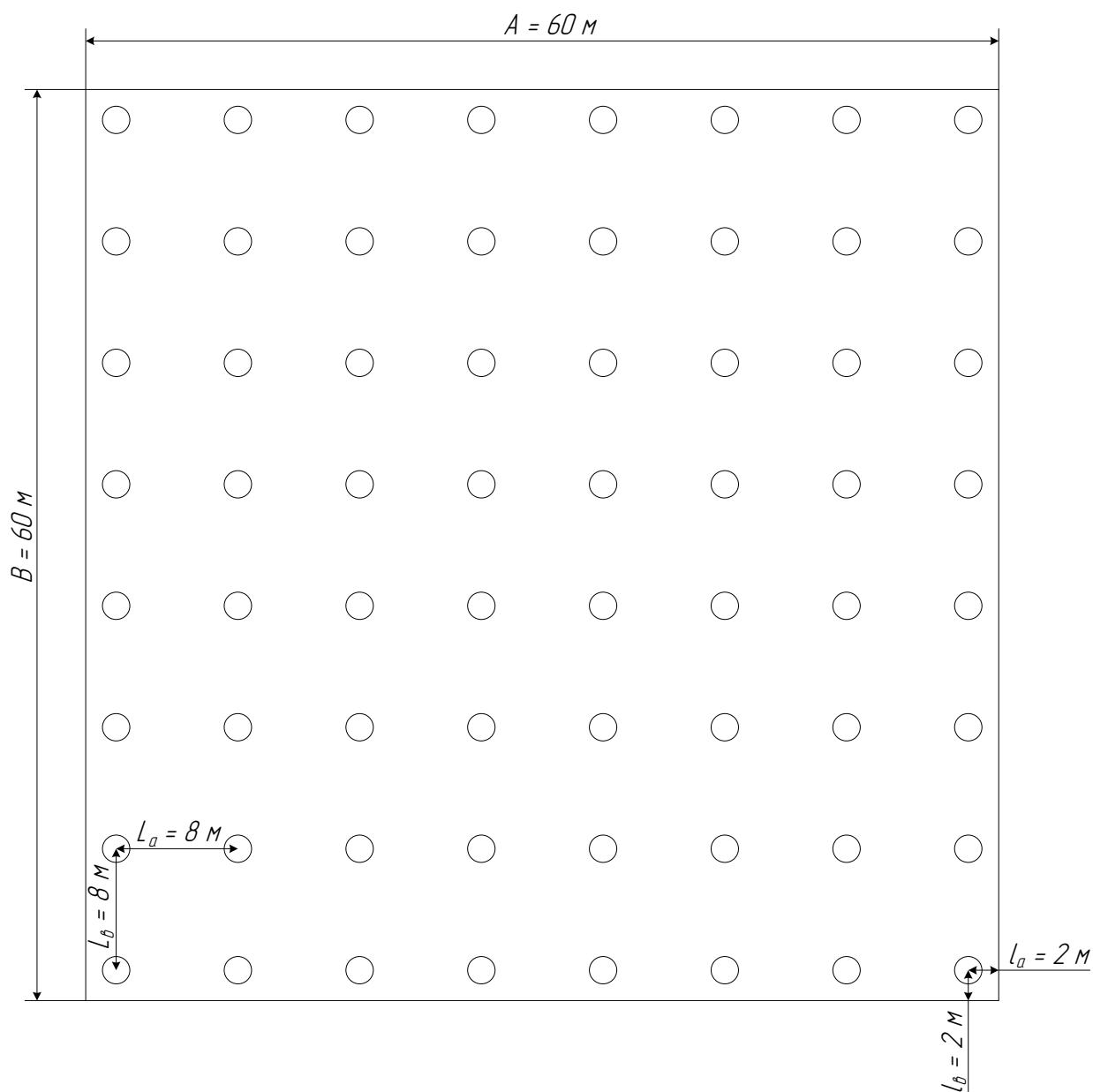


Рис. 3.1 - План зварювального цеху.

3.4 Світлотехнічний розрахунок

Згідно [5] для зварювального цеху норма освітленості при комбінованій системі освітлення складає:

$$E_n = 150 \text{ лк}.$$

Розрахунок:

- індекс приміщення визначаємо з [5]:

$$i = \frac{A \cdot B}{h(A + B)}$$

де A , B – довжина і ширина зварювального цеху, m ;

h – розрахункова висота, m ,

$$i = \frac{60 \cdot 60}{6(60 + 60)} = 5.$$

При $i = 5$, $\rho_n = 50\%$; $\rho_c = 30\%$; $\rho_p = 10\%$, визначаємо КВ СП:

$$\eta = 62\%.$$

- світловий потік становить [5]:

$$\Phi = \frac{E_n \cdot S \cdot K_3 \cdot z}{N \cdot \eta},$$

де S – площа зварювального цеху, m^2 ;

$$S = A \cdot B = 60 \cdot 60 = 3600 \text{ м}^2.$$

z – характеризує нерівномірність освітлення:

$$z = 1,15;$$

E_n – норма освітленості, $лк$;

$$E_n = 150 \text{ лк};$$

K_3 – коефіцієнт запасу,

$$K_3 = 1,5 \div 1,8,$$

Прийmemo:

$$K_3 = 1,5.$$

N – кількість ламп зварювального цеху;

$$N = 64;$$

η – коефіцієнт використання,

$$\eta = 0,62.$$

Звідси:

$$\Phi = \frac{150 \cdot 3600 \cdot 1,5 \cdot 1,15}{64 \cdot 0,62} = 23475 \text{ лм}.$$

Прийmemo *HBS – 400H* на лампу типу *ДРЛ – 400* з світловим потоком $\Phi_{л} = 23700 \text{ лм}$, з потужністю $P_{л} = 400 \text{ Вт}$.

Відхилення світлового потоку лампи відрізняється від пороховано на 1 %.

Потужність установки [5]:

$$P_{уст} = N \cdot P_{л} = 64 \cdot 400 = 25600 \text{ Вт} = 25,6 \text{ кВт}.$$

Перевірка точковим методом. Намічаємо точки *a* та *b* на рис. 3.2. Визначаємо умовну освітленість від світильників *e* і сумарну освітленість Σe . Дані представлено в табл.3.3.

Таблица 3.3 – Умовна освітленість

Точки	Номери світильників	Кількість світильників, N	Відстань до контрольної точки, d , м	Умовна освітленість, лк	
				від одного світильника e	від n світильників, $n \cdot e$
а	1;2;9;10	4	5,6	2	8
	17; 18	2	13	0,11	0,22
					$\Sigma e_a = 8,22$
в	49;50	2	9	0,45	0,9
	57;58	2	4	3,9	7,8
	59	1	12	0,145	0,145
					$\Sigma e_b = 8,85$

На рис. 3.2 показано план розміщення.

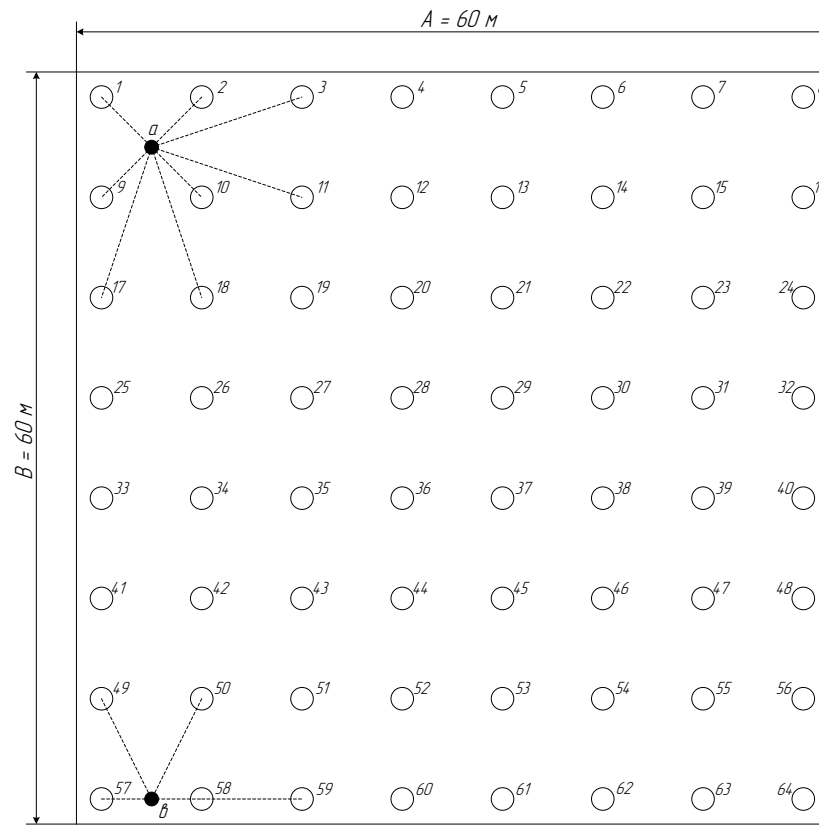


Рис 3.2 - План розміщення

Умовна освітленість в a , $\Sigma e_a = 8,22 \text{ лк}$, менша за b , $\Sigma e_b = 8,85 \text{ лк}$. Це видно з табл. 3.3. Тому, фактична освітленість в a [5]:

$$E_{\phi.a} = \frac{\Phi_{\text{л}} \cdot \mu \cdot \Sigma e_a}{1000 \cdot K_3},$$

де μ – враховує джерела світла;

$$\mu = 1,1 \div 1,2,$$

Прийmemo:

$$\mu = 1,1.$$

$\Phi_{\text{л}}$ – світловий потік, лм ;

$$\Phi_{\text{л}} = 23700 \text{ лм}.$$

K_3 – коефіцієнт запасу;

$$K_3 = 1,5,$$

тоді

$$E_{\phi.a} = \frac{23700 \cdot 1,1 \cdot 8,22}{1000 \cdot 1,5} = 143 \text{ лк}.$$

Вибрана лампа $P_l = 400 \text{ Вт}$ забезпечує норму освітленості $E_n = 150 \text{ лк}$.

Різниця складає -5% . Це допускається.

3.5 Розрахунок ЕМ освітлення

На рис. 3.3 показано плані зварювального цеху, на якому показано розміщенням світильників, намічено центри електричних навантажень, нанесено ЕМ.

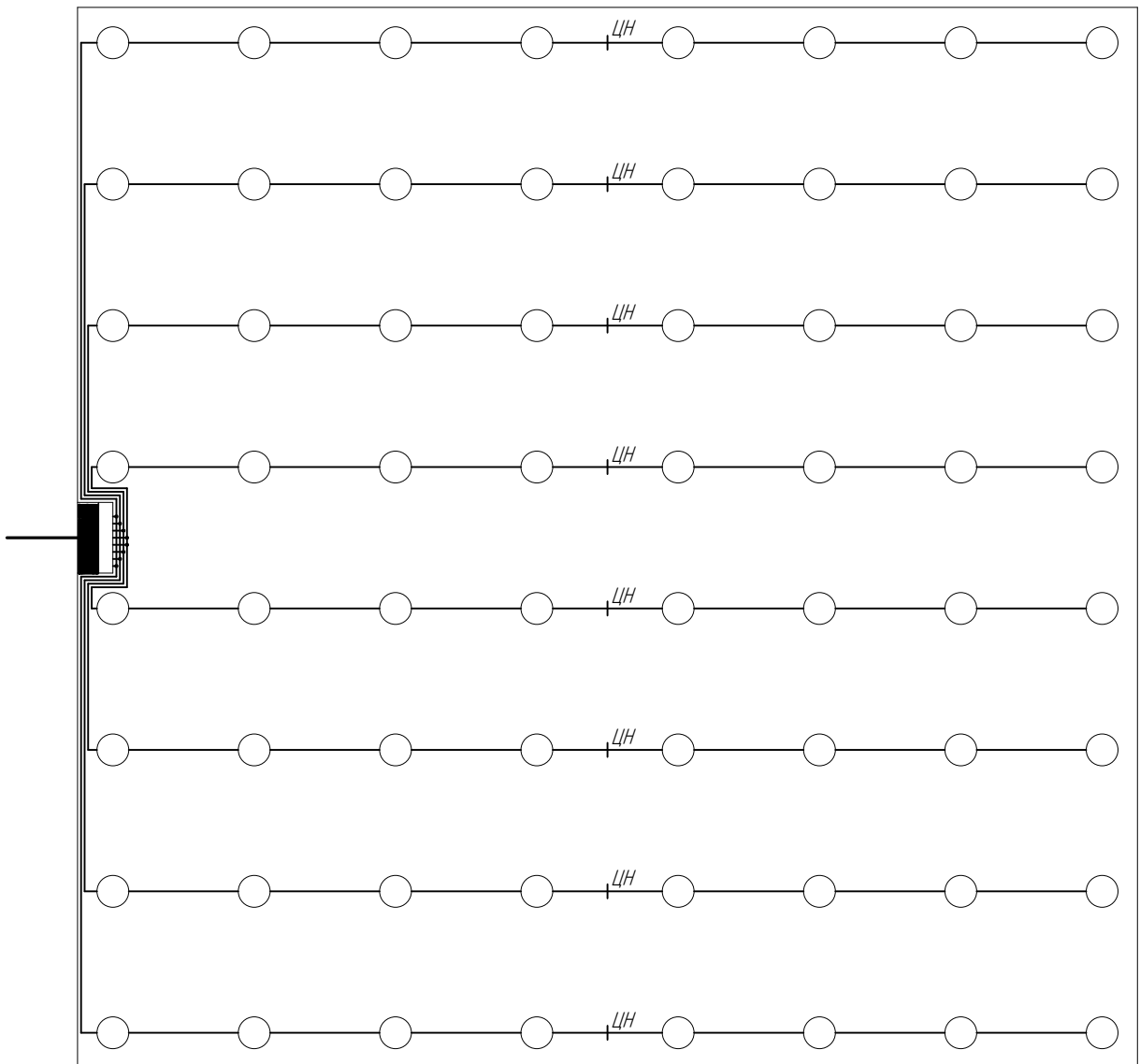


Рис. 3.3 - План зварювального цеху.

На рис. 3.4 показано схему освітлювальної мережі.

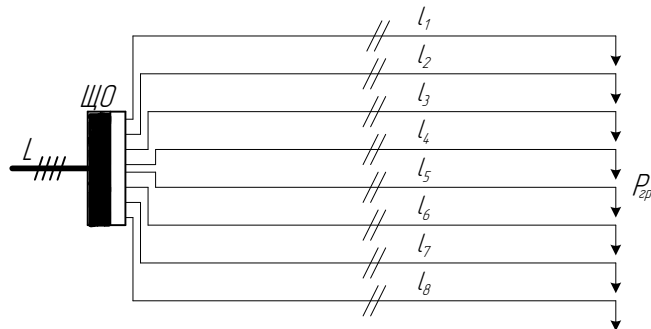


Рис. 3.4 - Схема освітлювальної мережі.

Потужність щитка освітлення (ЩО) [5]:

$$P_{\text{що}} = P_{\text{уст}} \cdot K_n$$

де $P_{\text{уст}}$ – встановлена потужність, кВт ;

$$P_{\text{уст}} = 25,6 \text{ кВт}.$$

З урахуванням втрат у пускорегулювальних апаратах 10 %:

$$P_{\text{уст}} = 28,2 \text{ кВт};$$

K_n – коефіцієнт попиту;

Прийmemo:

$$K_n = 0,95,$$

Звідси:

$$P_{\text{що}} = 28,2 \cdot 0,95 = 26,8 \text{ кВт}.$$

Моменти груп світильників [5]:

$$m_n = l_n \cdot P_{\text{zp}}$$

де l_n – довжина, м ,

$$l_1 = H \cdot h_{\text{що}} + L_g / 2 + 3 \cdot L_g + l_a + \frac{L_a(n_p - 1)}{2}$$

де H – висота зварювального цеху, м ;

$$H = 7,5 \text{ м}$$

L_a – відстань по довжині зварювального цеху, м ;

$$L_a = 8 \text{ м};$$

$h_{\text{ццо}}$ – висота ЩО, м ;

$$h_{\text{ццо}} = 1,8 \text{ м};$$

L_g – відстань по ширині зварювального цеху, м ;

$$L_g = 8 \text{ м};$$

n_p – кількість в ряду;

$$n_p = 8;$$

l_a – відстань до крайніх світильників, м ;

$$l_a = 2 \text{ м};$$

$$l_1 = 7,5 \cdot 1,8 + 8/2 + 3 \cdot 8 + 2 + \frac{8(8-1)}{2} = 64 \text{ м},$$

Прийmemo $l_1 = 70 \text{ м}$, звiс свiтильникiв ($l_1 = l_8 = 70 \text{ м}$).

$$l_2 = H h_{\text{ццо}} + L_g / 2 + 2L_g + l_a + \frac{L_a(n_p - 1)}{2} = 56 \text{ м};$$

Прийmemo $l_2 = 60 \text{ м}$, звiс свiтильникiв ($l_2 = l_7 = 60 \text{ м}$).

$$l_3 = H h_{\text{ццо}} + L_g / 2 + L_g + l_a + \frac{L_a(n_p - 1)}{2} = 48 \text{ м};$$

Прийmemo $l_3 = 55 \text{ м}$, звiс свiтильникiв ($l_3 = l_6 = 55 \text{ м}$).

$$l_4 = H h_{\text{ццо}} + L_g / 2 + l_a + \frac{L_a(n_p - 1)}{2} = 40 \text{ м};$$

Прийmemo $l_4 = 45 \text{ м}$, звiс свiтильникiв ($l_4 = l_5 = 45 \text{ м}$).

P_{zp} – для однієї групи, кВт

$$P_{zp} = \frac{P_{\text{щц}}}{n_{\text{гр}}}$$

де n_{zp} – груп свiтильникiв,

$$n_{zp} = 8,$$

тоді

$$P_{cp} = \frac{26,8}{8} = 3,35 \text{ кВт},$$

групові моменти:

$$m_1 = m_8 = 70 \cdot 3,35 = 234,5 \text{ кВт} \cdot \text{м};$$

$$m_2 = m_7 = 60 \cdot 3,35 = 201 \text{ кВт} \cdot \text{м};$$

$$m_3 = m_6 = 55 \cdot 3,35 = 184,25 \text{ кВт} \cdot \text{м};$$

$$m_4 = m_5 = 45 \cdot 3,35 = 150,75 \text{ кВт} \cdot \text{м}.$$

- момент мережі живлення [5]:

$$M = L \cdot P_{цо},$$

де L – довжина кабелю живлення ЩО;

$$L = 30 \text{ м},$$

$$M = 30 \cdot 26,8 = 804 \text{ кВт} \cdot \text{м}.$$

- момент навантаження [5]:

$$M_{np} = M + \alpha \cdot \Sigma m_i$$

де α – коефіцієнт приведення [5],

$$\alpha = 1,85;$$

$$M_{np} = 804 + 1,85(2 \cdot 234,5 + 2 \cdot 201 + 2 \cdot 184,25 + 2 \cdot 150,75) = 3655 \text{ кВтм}$$

Допустима втрата напруги:

По [5] при:

$$S_n = 1000 \text{ кВА};$$

$$K_3 = 0,61;$$

$$\cos = 0,95;$$

$$\Delta U_{\%} = 6,2 \%.$$

Переріз кабелю живлення ЩО [5]:

$$S_L = \frac{M_{np}}{C \cdot \Delta U_{\%}},$$

де

$$C = 44,$$

$$S_L = \frac{3655}{44 \cdot 6,2} = 13 \text{ мм}^2.$$

По [2] вибираємо переріз кабелю 16 мм^2 з $I_{\text{дон}} = 60 \text{ А}$:

$$S_L \leq S_{\text{см}}; S_L = 13 \text{ мм}^2 < S_{\text{см}} = 16 \text{ мм}^2.$$

Умова виконується.

Кабель: *АВВГ1* – 416.

- втрати напруги на L [5]:

$$\Delta U_{\phi\%} = \frac{M}{C \cdot S_L} = \frac{804}{44 \cdot 16} = 1,1 \text{ \%}.$$

- втрата напруги [5]:

$$\Delta U_{\text{гр.дон}} = \Delta U_{\%} - \Delta U_{\phi} = 6,2 - 1,1 = 5,1 \text{ \%}.$$

- для провідників групових ліній (для лінії з максимальним моментом)

[5]:

$$S_{1M} = \frac{m_1}{C_{\text{гр}} \cdot \Delta U_{\text{гр.дон}}},$$

де $C_{\text{гр}} = 7,4$, тоді:

$$S_1 = \frac{234,5}{7,4 \cdot 5,1} = 6,2 \text{ мм}^2.$$

Вибрано двохжильний провід марки *АПВ* перерізом 8 мм^2 з $I_{\text{дон}} = 31 \text{ А}$

[2]:

$$S_1 \leq S_{\text{см}}; S_1 = 6,2 \text{ мм}^2 < S_{\text{см}} = 8 \text{ мм}^2;$$

Отже, умова виконується.

Провід: *АПВ* – 2(18).

Перевірка по нагріву:

$$I_{\text{дон}} \geq I_p,$$

де $I_{\text{дон}}$ – допустимий струм кабелю, A ;

I_p – струм навантаження, A .

Струм навантаження лінії живлення ЩО [5]:

$$I_{\text{р.що}} = \frac{1000 P_{\text{що}}}{3 U_{\phi} \cdot \cos \varphi} = \frac{1000 \cdot 26,8}{3 \cdot 380 \cdot 0,95} = 25 \text{ А},$$

Для групових ліній [5]:

$$I_{p.зр} = \frac{1000P_{гр}}{U \cdot \cos\varphi} = \frac{1000 \cdot 3,35}{220 \cdot 0,95} = 16 \text{ A}.$$

Тоді, для лінії, що живить ЩО:

$$K \cdot I_{\text{дон}} \geq I_{p.щО},$$

де K – коефіцієнт поправки [2]:

$$K = 0,92,$$

$$K \cdot I_{\text{дон}} = 0,92 \cdot 60 = 55,2 \text{ A} > I_{p.щО} = 25 \text{ A}.$$

Умова виконується.

- лінії:

$$I_{\text{дон}} \geq I_{p.зр}; I_{\text{дон}} = 31 \text{ A} > I_{p.зр} = 16 \text{ A}.$$

Умова виконується.

Згідно вимог:

$$U_{н.в} \geq U_{н.м}$$

$$I_{н.в} \geq I_p$$

$$I_{н.р} \geq 1,25I_p$$

$$I_{\text{дон}} \geq I_{н.р}$$

Згідно [6] для вибрано автоматичний вимикач *УкрЕМ ВА – 2002*,

Умови перевірки:

$$U_{н.в} = 380 \text{ B} > U_{н.м} = 220 \text{ B};$$

$$I_{н.в} = 40 \text{ A} > I_p = 25 \text{ A};$$

$$1,25I_p = 1,25 \cdot 25 = 31,25 \text{ A};$$

$$I_{н.р} = 31,5 \text{ A} > 1,25I_p = 31,25 \text{ A};$$

$$K \cdot I_{\text{дон}} = 55,2 \text{ A} > I_{н.р} = 31,5 \text{ A}.$$

Умови виконуються.

Вибрано автоматичний вимикач *ВА – 2002 / 32*.

Для відхідних ліній вибираємо автоматичні вимикачі типу *ВА – 2002 / 20* з струмом $I_{н.р} = 20 \text{ A}$.

3.6 Розрахунок та вибір розподільчої ЕМ

Шинопровід вибираємо за номінальним струмом. Шинопровід перевіряємо на відповідність вставки захисного апарата.

Вибір шинопроводу ШП-1.

Знайдемо розрахунковий струм:

$$I_p = \frac{S_p}{\sqrt{3} \cdot U_n}; I_p = \frac{436,5}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 663,19 \text{ A}$$

Вибираємо ШЗМ – 16 з $U_n = 0,38\text{В}$ та струмом $I_{дон} = 1600\text{А}$.

$$I_p < I; I_p = 663,19 \text{ A} < I = 1600 \text{ A}.$$

Умова дотримана.

Для ШП-2.

$$I_p = \frac{396}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 601,66 \text{ A}.$$

Шинопровід ШЗМ – 16 з $U_n = 0,38\text{В}$ та струмом $I_{дон} = 1600\text{А}$.

$$I_p = 601,66 \text{ A} < I = 1600 \text{ A}.$$

Умова дотримана.

Вибір розподільчого пункту (РП) вибирається по кількості автоматичних вимикачів та по номінальному струму.

Дані вибору заносимо в табл. 3.4.

Таблиця 3.4 – Вибір РП

№ з/п	Джерело живлення	Кількість приймачів	I_n А	U_n кВ	Розподільчі пристрої		Вимикачі			
					Тип	К-сть	Зм. струм		Зм. струм	
							I_n А	n шт	I_n А	n шт
							20-160		20-80	
1	РП-1	9	381,4	0,38	ПР21	1	-	-	20	6

Вибираємо марку, число жил і переріз, довжину, тип автомата і його струм для кожного споживача РП-1. Дані заносимо в табл. 3.5.

Таблиця 3.5 – Вибір розподільчої мережі РП-1

№ з/п	Назва приєднання	Номер по плану	Номінальна потужність, кВт	Номінальний струм, А	Марка, число жил і переріз, мм	Довжина, м	Тип автомата і його струм, А
1	Мостовий кран	28	40	96	АПВ-4 (1x70)	14	ВА5133 160/125
2	Мостовий кран	28	40	96	АПВ-4 (1x70)	13	ВА5133 160/125
3	Мостовий кран	28	40	96	АПВ-4 (1x70)	10	ВА5133 160/125
4	Верстат радіально-свердильний	5	4	14	АПВ-4 (1x3)	21	ВА5125 25/20
5	Автомат зварювальний	9	43	103	АПВ-4 (1x95)	16	ВА5133 160/160
6	Стенд для зборки двотаврових колон	13	10	22	АПВ-4 (1x8)	11	ВА5131 100/31,5
7	Прес пробивки отворів	4	6,8	15	АПВ-4 (1x3)	19	ВА5125 25/20
8	Прес одно-кривошипний	6	28,5	63	АПВ-4 (1x35)	11	ВА5131 100/80
9	Кантовочна машина	12	5	12	АПВ-4 (1x2,5)	6	ВА5125 25/16

Вибираємо марку, число жил і переріз, довжину, тип автомата і його струм для кожного споживача РП-2. Дані заносимо в табл. 3.6.

Таблиця 3.6 – Вибір розподільчої мережі РП-2

№ з/п	Назва приєднання	Номер по плану	Номінальна потужність, кВт	Номінальний струм, А	Марка, число жил і переріз, мм	Довжина, м	Тип автомата і його струм, А
1	Мостовий кран	28	25	60	АПВ-4 (1x35)	10	ВА5133 160/80
2	Мостовий кран	28	25	60	АПВ-4 (1x35)	10	ВА5133 160/80
3	Мостовий кран	28	40	96	АПВ-4 (1x70)	14	ВА5133 160/125
4	Мостовий кран	28	63	152	АПВ-4 (1x120)	2,5	ВА5135 250/200
5	Ножиці	3	17,5	39	АПВ-4 (1x16)	19	ВА5131 100/50
6	Ножиці кривошипні	8	18,5	41	АПВ-4 (1x25)	12	ВА5131 100/63

Вибираємо марку, число жил і переріз, довжину, тип автомата і його струм для кожного споживача РП-3. Дані заносимо в табл. 3.7.

Таблиця 3.7 – Вибір розподільчої мережі РП-3

№ з/п	Назва приєднання	Номер по плану	Номінальна потужність, кВт	Номінальний струм, А	Марка, число жил і переріз, мм	Довжина, м	Тип автомата і його струм, А
1	Мостовий кран	28	40	96	АПВ-4 (1x70)	10,5	ВА5133 160/125
2	Мостовий кран	28	40	96	АПВ-4 (1x70)	10,5	ВА5133 160/125
3	Мостовий кран	28	63	152	АПВ-4 (1x120)	2	ВА5135 250/200
4	Агрегат фігурної різки	2	20	48	АПВ-4 (1x25)	20	ВА5131 100/63

Продовження таблиці 3.7

5	Прес одно- кривошипний	7	19	42	АПВ-4 (1x25)	13	ВА5131 100/63
6	Автомат торце- фрезерний	10	60	133	АПВ-4 (1x120)	6	ВА5135 250/200
7	Машина для кровки листів	1	123	273	АПВ-4 (1x120)	19	ВА5137 400/400
8	Прес одно- кривошипний	6	28,5	63	АПВ-4 (1x35)	10	ВА5131 100/80
9	Автомат зварювальний	9	43	103	АПВ-4 (1x95)	5	ВА5133 160/160

Вибираємо марку, число жил і переріз, довжину, тип автомата і його струм для кожного споживача ЩСУ. Дані заносимо в табл. 3.8.

Таблиця 3.8 – Вибір розподільчої мережі ЩСУ

№ з/п	Назва приєднання	Номер по плану	Номінальна потужність, кВт	Номінальний струм, А	Марка, число жил і переріз, мм	Довжина, м	Тип автомата і його струм, А
1	Зварювальний агрегат	11	260	625	АВВГ1-4x150	89	ВА5341 1000/800
2	Зварювальний агрегат	11	260	625	АВВГ1-4x150	96	ВА5341 1000/800
3	Вентилятори витяжні	30	4,5	8	АПВ-4 (1x2,5)	40	ВА5125 25/10
4	Вентилятори витяжні	30	4,5	8	АПВ-4 (1x2,5)	29	ВА5125 25/10
5	Вентилятори витяжні	30	4,5	8	АПВ-4 (1x2,5)	17	ВА5125 25/10
6	Вентилятори витяжні	30	4,5	8	АПВ-4 (1x2,5)	16	ВА5125 25/10
	Вентилятори витяжні	30	4,5	8	АПВ-4 (1x2,5)	45	ВА5125 25/10
	Вентилятори витяжні	30	4,5	8	АПВ-4 (1x2,5)	74	ВА5125 25/10
	Вентилятори витяжні	30	4,5	8	АПВ-4 (1x2,5)	90	ВА5125 25/10
	Вентилятори витяжні	30	4,5	8	АПВ-4 (1x2,5)	102	ВА5125 25/10

Вибираємо марку, число жил і переріз, довжину, тип автомата і його струм для кожного споживача РП-4. Дані заносимо в табл. 3.9.

Таблиця 3.9 – Вибір розподільчої мережі РП-4

№ з/п	Назва приєднання	Номер по плану	Номінальна потужність, кВт	Номінальний струм, А	Марка, число жил і переріз, мм	Довжина, м	Тип автомата і його струм, А
1	Мостовий кран	28	63	152	АПВ-4 (1x120)	25	ВА5135 250/200
2	Мостовий кран	28	40	96	АПВ-4 (1x70)	15	ВА5133 160/125
3	Мостовий кран	28	40	96	АПВ-4 (1x70)	9	ВА5133 160/125
4	Стенд для стиковки	16	20	44	АПВ-4 (1x25)	27	ВА5131 100/63
5	Верстат радіально-свердильний	18	5,5	20	АПВ-4 (1x8)	22,5	ВА5131 100/31,5
6	Верстат радіально-свердильний	18	5,5	20	АПВ-4 (1x8)	19	ВА5131 100/31,5
7	Ножиці листові	19	45	100	АПВ-4 (1x95)	16	ВА5133 160/160
8	Стенд для зборки колон	15	15	33	АПВ-4 (1x16)	24	ВА5131 100/50
9	Прес одно-кривошипний	20	12	27	АПВ-4 (1x16)	12	ВА5131 100/50
10	Машина газорізки	27	20	48	АПВ-4 (1x25)	5	ВА5131 100/63

Вибираємо марку, число жил і переріз, довжину, тип автомата і його струм для кожного споживача РП-5. Дані заносимо в табл. 3.10.

Таблиця 3.10 – Вибір розподільчої мережі РП-5

№ з/п	Назва приєднання	Номер по плану	Номінальна потужність, кВт	Номінальний струм, А	Марка, число жил і переріз, мм	Довжина, м	Тип автомата і його струм, А
1	Мостовий кран	28	63	152	АПВ-4 (1x120)	24	ВА5135 250/200
2	Мостовий кран	28	40	96	АПВ-4 (1x70)	15	ВА5133 160/125
3	Мостовий кран	28	40	96	АПВ-4 (1x70)	9	ВА5133 160/125
4	Стенд для зборки колон	15	15	33	АПВ-4 (1x16)	22,5	ВА5131 100/50
5	Кантовочна машина	12	5	12	АПВ-4 (1x3)	17	ВА5125 25/20
6	Прес гідравлічний	21	7,5	17	АПВ-4 (1x8)	10,5	ВА5131 100/31,5
7	Правильно-відрізний автомат	26	36,5	81	АПВ-4 (1x70)	6	ВА5133 160/125

Вибираємо марку, число жил і переріз, довжину, тип автомата і його струм для кожного споживача РП-6. Дані заносимо в табл. 3.11.

Таблиця 3.11 – Вибір розподільчої мережі РП-6

№ з/п	Назва приєднання	Номер по плану	Номінальна потужність, кВт	Номінальний струм, А	Марка, число жил і переріз, мм	Довжина, м	Тип автомата і його струм, А
1	Мостовий кран	28	40	96	АПВ-4 (1x70)	10,5	ВА5133 160/125
2	Мостовий кран	28	40	96	АПВ-4 (1x70)	10,5	ВА5133 160/125
3	Мостовий кран	28	40	96	АПВ-4 (1x70)	15	ВА5133 160/125
4	Лінія стикової різки	14	40	83	АПВ-4 (1x70)	24	ВА5133 160/125

Продовження таблиці 3.11

5	Машина гнуття сталевого листа	25	75	167	АПВ-4 (1x120)	6	ВА5135 250/200
6	Прес WH-400	22	14	31	АПВ-4 (1x16)	10,5	ВА5131 100/50
7	Кантовочна машина	12	5	12	АПВ-4 (1x3)	30	ВА5125 25/20
8	Електричний візок	29	15	27	АПВ-4 (1x16)	32	ВА5131 100/50
9	Установка для зборки підтримуючих конструкцій	17	40	145	АПВ-4 (1x120)	27	ВА5135 250/200
10	Прес пробивки отворів	23	5,5	12	АПВ-4 (1x3)	19,5	ВА5125 25/20
11	Прес гнуття кромки	24	7,5	17	АПВ-4 (1x8)	13,5	ВА5131 100/31,5

3.7 Висновки до розділу 3

1. Проведені розрахунки навантажень зварювального цеху. Пораховано, що повна потужність зварювального цеху становить 1368 *кВА*.

2. Проведені розрахунки системи освітлення. Освітлювальне навантаження становить 28,2 *кВА*.

3. Для підвищення надійності системи електроспоживання проведені розрахунки та вибір розподільчої ЕМ зварювального цеху.

4 ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА

4.1 Вибір конденсаторної батареї

Потужність силового навантаження:

$$P_{\text{сил}} = 1113,5 \text{ кВт};$$

$$Q_{\text{сил}} = 794 \text{ кВАр};$$

$$S_{\text{сил}} = 1368 \text{ кВА}.$$

Активна потужність освітлювального навантаження:

$$P_{\text{осв}} = 28,2 \text{ кВт}.$$

Коефіцієнт використання:

$$K_{\text{в}} = 0,95.$$

$$P_{\text{сер.осв}} = K_{\text{в}} \cdot P_{\text{осв}} = 0,95 \cdot 28,2 = 26,8 \text{ кВт}.$$

Коефіцієнт потужності:

$$\cos\varphi = 0,95.$$

Отже:

$$\operatorname{tg}\varphi = \operatorname{tg}(\arccos(\cos\varphi)) = \operatorname{tg}(\arccos(0,95)) = 0,33.$$

Реактивна потужність освітлювального навантаження:

$$Q_{\text{осв}} = P_{\text{сер.осв}} \cdot \operatorname{tg}\varphi = 26,8 \cdot 0,33 = 8,844 \text{ кВАр}.$$

Повна потужність освітлювального навантаження:

$$S_{\text{осв}} = \sqrt{P_{\text{осв}}^2 + Q_{\text{осв}}^2} = \sqrt{26,8^2 + 8,844^2} = 28,2 \text{ кВА}.$$

Для сусідніх цехів:

$$P_{\text{цех}} = 18,2 \text{ кВт}.$$

$$Q_{\text{цех}} = 6,2 \text{ кВАр}.$$

$$S_{\text{цех}} = \sqrt{P_{\text{цех}}^2 + Q_{\text{цех}}^2} = \sqrt{18,2^2 + 6,2^2} = 19 \text{ кВА}.$$

Сума:

$$P_{\Sigma} = P_{\text{сил}} + P_{\text{сер.осв}} + P_{\text{цех}} = 1113,5 + 26,8 + 18,2 = 1158,5 \text{ кВт};$$

$$Q_{\Sigma} = Q_{\text{сил}} + Q_{\text{осв}} + Q_{\text{цех}} = 794 + 8,844 + 6,2 = 809,04 \text{ кВАр};$$

$$S_{\Sigma} = S_{\text{сил}} + S_{\text{осв}} + S_{\text{цех}} = 1368 + 28,2 + 19 = 1415,2 \text{ кВА}.$$

Потужність конденсаторної установки [4]:

$$Q_{\text{кн}} = \Sigma P_p \cdot (\operatorname{tg} \varphi_p - \operatorname{tg} \varphi_H) \cdot \alpha.$$

де ΣP_p – активна потужність зварювального цеху;

$$\Sigma P_p = 1159 \text{ кВт}.$$

$\operatorname{tg} \varphi_p$ – тангенс кута;

$$\operatorname{tg} \varphi_p = 0,7.$$

$\operatorname{tg} \varphi_H$ – тангенс кута необхідний;

$$\operatorname{tg} \varphi_H = 0,3.$$

α – враховує збільшення коефіцієнта потужності;

$$\alpha = 0,9;$$

$$Q_{\text{кн}} = 1159(0,7 - 0,3) \cdot 0,9 = 417,24 \text{ кВАр}.$$

Вибрано конденсаторну установку УКРІО,4–420–20УЗ з реактивною потужністю $Q_{\text{кн.ст}} = 420 \text{ кВАр}$, [7].

Повна потужність зварювального цеху [4]:

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + (Q_p - Q_{\text{кн.ст}})^2} = \sqrt{1159^2 + (809 - 420)^2} = 1222,5 \text{ кВА}.$$

Струм конденсаторної установки:

$$I_{\text{ном.КУ}} = \frac{Q_{\text{ном}}}{U_{\text{ном}} \cdot \sqrt{3}} \cdot 1,3 = \frac{389}{380 \cdot \sqrt{3}} \cdot 1,3 = 768 \text{ А}.$$

Значення потужностей при врахуванні конденсаторної установки та без неї показано на рис. 4.1.

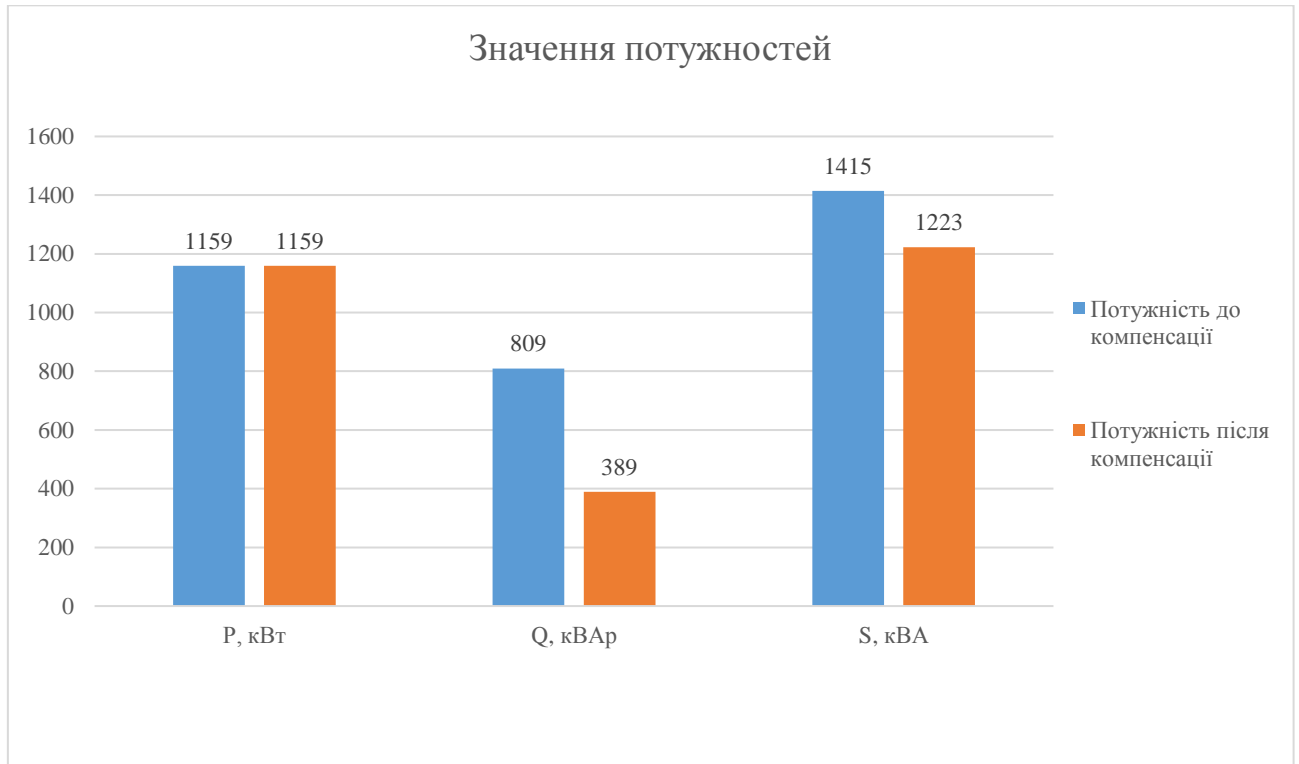


Рис. 4.1 - Значення потужностей

4.2 Вибір силових трансформаторів

Розрахунок показано в Додатку А.

Паспортні дані силового трансформатора взято з [8]. Ціна трансформатора взято з [9]:

Для першого запропонованого для розрахунку варіанту:

ТМ-1000/10;

$$S_m = 1000 \text{ кВА};$$

$$\Delta P_{xx} = 1,55 \text{ кВт};$$

$$\Delta P_{кз} = 10,8 \text{ кВт};$$

$$U_{к.з} = 5,5 \%;$$

$$I_{xx} = 1,2 \%;$$

$$Ц = 108 \text{ тис.грн.}$$

Для другого запропонованого для розрахунку варіанту:

$$TM - 630 / 10;$$

$$S_m = 630 \text{кВА};$$

$$\Delta P_{xx} = 1,05 \text{кВт};$$

$$\Delta P_{кз} = 7,6 \text{кВт};$$

$$U_{к.з} = 5,5 \%;$$

$$I_{xx} = 1,6 \%;$$

$$Ц = 70 \text{тис.грн.}$$

Коефіцієнт, який характеризує зміни втрат [4]:

$$K_{зм.втр} = 0,02 \text{ кВт} / \text{кВАр}.$$

Приведені втрати для двох варіантів:

$$\Delta Q_{xx} = 1000 \cdot \frac{1,2}{100} = 12 \text{кВАр}$$

$$\Delta Q_{кз} = 1000 \cdot \frac{5,5}{100} = 55 \text{кВАр}$$

$$\Delta P'_{xx} = 1,55 + 0,02 \cdot 12 = 1,79 \text{кВт}$$

$$\Delta P'_{кз} = 10,8 + 0,02 \cdot 55 = 11,9 \text{кВт}$$

$$\Delta P'_1 = 1,79 + 0,61^2 \cdot 11,9 = 6,24 \text{кВт}.$$

$$\Delta Q_{xx} = 630 \cdot \frac{1,6}{100} = 10,08 \text{кВАр}$$

$$\Delta Q_{кз} = 630 \cdot \frac{5,5}{100} = 34,65 \text{кВАр}$$

$$\Delta P'_{xx} = 1,05 + 0,02 \cdot 10,08 = 1,252 \text{кВт}$$

$$\Delta P'_{кз} = 7,6 + 0,02 \cdot 34,65 = 8,293 \text{кВт}$$

$$\Delta P'_1 = 1,252 + 0,971^2 \cdot 8,293 = 9,065 \text{кВт}.$$

Для двох трансформаторів:

$$\Delta P'_{1,2} = 2 \cdot 6,24 = 12,48 \text{кВт}$$

$$\Delta P'_{1,2} = 2 \cdot 9,065 = 18,129 \text{ кВт}$$

Час роботи трансформатора в році:

$$t_{\text{екл}} = 365 \cdot 24 = 8760 \text{ год.}$$

За рік втрачається електроенергії:

$$\Delta E = \Delta P'_{1,2} \cdot t_{\text{екл}}$$

$$\Delta E = 12,48 \cdot 8760 = 109321,2 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

$$\Delta E = 18,129 \cdot 8760 = 158813,578 \text{ кВт} \cdot \text{год.}$$

1 кВт електричної енергії для промислового підприємства [10]:

$$c = 2,24 \text{ грн.}$$

Втрати електричної енергії за рік становлять:

$$C_e = \Delta E \cdot c$$

$$C_e = 109321,2 \cdot 2,24 = 244879,459 \text{ тис. грн.};$$

$$C_e = 158813,578 \cdot 2,24 = 355742,414 \text{ тис. грн.}$$

Капітальні затрати в проект:

$$K_1 = 2 \cdot 108 = 216 \text{ тис.грн.};$$

$$K_2 = 2 \cdot 70 = 140 \text{ тис.грн.}$$

Експлуатаційні затрати за рік:

$$C_a = \phi \cdot K,$$

де ϕ - коефіцієнт амортизації:

$$\phi = 0,1.$$

$$C_a = 0,1 \cdot 216 = 21,6 \text{ тис.грн.}$$

$$C_a = 0,1 \cdot 140 = 14,0 \text{ тис.грн.}$$

Сумарні затрати за рік:

$$C = C_e + C_a$$

$$C_1 = 244,879 + 21,6 = 266,479 \text{ тис. грн.};$$

$$C_2 = 355,742 + 14,0 = 369,742 \text{ тис. грн.}$$

Термін окупності:

$$T_{ок} = \frac{K_1 - K_2}{C_2 - C_1} = \left| \frac{216 - 140}{369,742 - 266,479} \right| = 0,736 \text{ року}.$$

Кращим варіантом згідно розрахунків є *ТМ 1000/10*. Також можна буде розширити навантаження зварювального цеху.

Економічна ефективність:

$$E = C_2 - C_1 = |369,742 - 266,479| = 103,263 \text{ тис. грн}.$$

Вибрано *ТМ – 1000/10/0,4* з паспортними даними [9]:

$$S_{ном} = 1000 \text{ кВА};$$

$$U_{номВН}/U_{номНН} = 10/0,4 \text{ кВ}$$

$$\Delta P_{xx} = 1,55 \text{ кВт};$$

$$\Delta P_{кз} = 10,8 \text{ кВт};$$

$$u_{к} = 5,5\% ;$$

$$I_{xx} = 1,2\% .$$

4.3 Конструкція КТП

В табл. 4.1 показано параметри КТП.

Таблиця 4.1 – Параметри КТП

Найменування параметра	Розрахункові дані	Дані 2КТП-1000
1. Потужність силового трансформатора (кВА):	1223	1000
2. Номінальна напруга на стороні високої напруги (кВ):	10	10
3. Номінальна напруга на стороні низької напруги (кВ):	0,4	0,4
4. Частота змінного струму (Гц):	50	50

Продовження таблиці 4.1

5.Номинальний струм збірних шин(кА): УВН РУНН	0,1 1,443	0,4 1,445
6.Струм електродинамічної стійкості (кА): УВН РУНН	42 20,218	51 50
7.Струм термічної стійкості за 1с (кА ² с): УВН РУНН	309 135	400 625

4.4 Висновки до розділу 4

1. Проведено вибір конденсаторної установки типу *УКРП – 0,4 – 420 – 20УЗ*, крок регулювання якої становить *20 кВАр*.
2. На основі значення повної потужності для зварювального цеху обґрунтовано встановлення двохтрансформаторної ПС *2x1000/10/0,4кВ*.
3. Проведена реконструкція *КТП – 2x1000*.

5 СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

5.1 Втрати електроенергії в електричних мережах і технічні засоби їх зниження

Електроенергія - це товар, якість якого повинна відповідати вимогам стандартів. Нині споживача цікавлять три питання: якої якості електроенергію він купив і чи варта вона цих грошей (у тому розумінні, який збиток йому приносить кожне порушення якості електроенергії); на які цілі й у якій кількості він споживає електроенергію (раціонально чи ні); як грамотно керувати енергоспоживанням, щоб звести до мінімуму витрати електроенергії (у який момент і які навантаження варто відімкнути, щоб не перевищити ліміт споживання).

Як тільки споживач одержує достовірну інформацію про те, куди й скільки він витрачає кіловат-годин, його сумарне споживання знижується на 10-15%. Це тільки частина потенціалу енергозбереження, яку можна зреалізувати без великих витрат на модернізацію електромережі й устаткування.

Електричній мережі загалом потрібен баланс генерації й споживання активної й реактивної потужності. Основним нормативним показником підтримки балансу активної потужності в кожний момент часу є частота змінного струму, яка є загальносистемним критерієм. А основним нормативним показником підтримки балансу реактивної потужності в кожний момент часу є рівень напруги - місцевий критерій, що для кожного вузла навантаження й кожного шабля номінальної напруги істотно відрізняється. Тому на відміну від балансу активної потужності необхідно забезпечити баланс реактивної потужності не тільки загалом в енергосистемі, а й у вузлах навантаження.

Значні резерви економії енергетичних ресурсів наявні в електромережах. В нашій країні втрати в електричних мережах сягають 12-14% а за іншими статистичними даними до 18%. Перш за все, це обумовлено величезними обсягами крадіжок електричної енергії з мереж, відсутністю систем обліку, що дозволяє використовувати її майже без обмежень, застарілим обладнанням електромереж, крадіжками обладнання.

Проте існують і значні технологічні втрати, і не слід забувати, що на початку 1990-х років втрати у вітчизняних електромережах були на рівні 6-8%, такі ж втрати і в електричних мережах розвинутих країн.

Основні технологічні втрати електроенергії в мережах це [11]:

- навантажувальні втрати в проводах ліній електропередачі (ЛЕП) та обмотках силових трансформаторів підстанцій;
- втрати в залізі осердь трансформаторів при неробочому ході;
- втрати на корону проводів ЛЕП;
- втрати на власні потреби;
- втрати в компенсаційних пристроях (конденсаторні батареї, синхронні компенсатори, статичні тиристорні компенсатори та ін.);

Заходи по зниженню втрат в мережах слід вибирати виходячи з принципу досягнення мінімуму приведених затрат при виконанні умов по надійності електропостачанню і якості електроенергії.

Проведені оціночні розрахунки вказують, що найбільш ефективними заходами є заходи групи 2 і в першу чергу технічні заходи по компенсації реактивної потужності. Питоме зниження втрат при встановленні БСК в мережах споживачів, що отримують живлення від трансформаторів 220/6-10 кВ, вкладає 70 тис. кВт. год в рік на 1 МВАр реактивної потужності батареї; від трансформаторів 110/6-10 кВ - 200 тис. кВт. год в рік; від трансформаторів 35/6-10 кВ - 300 тис. кВт. год в рік. Таким чином, проведення комплексних заходів - є ефективним способом зниження втрат електроенергії в системах електропостачання промислових підприємств.

Використання конденсаторних установок дозволяє:

- розвантажити лінії живлення електропередачі, трансформатори і розподільчі пристрої;
- зменшити витрати на оплату електроенергії; при використанні певного типу установок знизити рівень вищих гармонічних складових;
- подавити мережеві перешкоди, понизити несиметрію фаз;
- зробити розподільчі мережі надійнішими і економічнішими.

За допомогою КУ можливі наступні види компенсації [11]:

Індивідуальна (нерегульована) - КУ розміщують безпосередньо біля електроспоживачів і комутують одночасно з ними. Оптимальна при компенсації одиничних, постійно приєднаних протягом тривалого часу потужностей понад 20 кВт. Недоліки даного виду КРП - залежність часу під'єднання КУ від часу вмикання електроспоживачів і необхідність узгодження ємності КУ з індуктивністю компенсованого електроспоживача для запобігання виникненню резонансних явищ або застосування спеціальних схем під'єднання (перемикання з "зірки" на "трикутник", коли паралельно приєднуються до обмоток двигуна три однофазні конденсатори).

Групова (також нерегульована). Застосовується при КРП декількох індуктивних навантажень, приєднаних до одного розподільного пристрою загальної КУ. З підвищенням коефіцієнта одночасності вмикання навантаження знижується потужність і підвищується ефективність роботи КУ, який можна встановлювати на стороні 0,4 кВ або 6 (10) кВ. Недоліки - роздільна комутація КУ й неповне розвантаження розподільних мереж підприємства від РП.

Централізована (як правило, регульована). Для вузлів навантаження із широким діапазоном зміни споживання РП. Потужність КУ можна регулювати у функції реактивного струму навантаження, але для цього КУ повинна бути обладнана спеціальним автоматичним регулятором, а її повна компенсаційна потужність (що дорівнює РП установлених конденсаторів) поділена на щаблі, що комутуються окремо. Такі комплектні КУ називаються автоматизованими (АКУ). АКУ компенсують РП відповідно до її фактичного споживання. Крім

керування щаблями КУ, автоматичні регулятори РП вимірюють параметри якості електроенергії мережі з виведенням результатів на дисплей регулятора (у більшості типів автоматичних регуляторів, наприклад Prophi, BR6000, передбачена також опція передавання через інтерфейс результатів вимірювань у комп'ютер).

Розглянемо регулятор коефіцієнта потужності DCRK-5,7,8,12.

Технічні характеристики регулятора коефіцієнта потужності DCRK-5,7,8,12 [12]:

- Номінальна напруга - 380.. 415 В
- Відхилення напруги — (-15.+ 10) Ун
- Номінальна частота — 50 або 60 Гц +1%
- Споживана потужність — 6,2 ВА
- Відключення при зникненні напруги — ≥ 8 мс
- Номінальний струм — 5 А
- Робочий діапазон струму — 0,125...6 А
- Короткочасний струм к.з. — $10I_H$
- Робоча температура — -20 ...+150 °С
- Вологість повітря — $\geq 90\%$
- Корпус — Щиток
- Габарити — 96x96x65 мм
- Розміри вікна — 91x91 мм
- Ступінь захисту — IP54

DCRK-5,7,8,12 має тризначний семи сегментний дисплей, мембранну клавіатуру з чотирма кнопками, внутрішній датчик температури.

Існує три способи установки параметрів, при яких контролер буде працювати належним чином:

- Ручна установка за допомогою клавіатури;
- Швидка установка через персональний комп'ютер;
- Автоматична установка.

Контроллер может работать в режиме ручного и автоматического управления. DCRK 5,7,8,12 установленный у пульте управления з 5,7,8,12 конденсаторными банками. Номинальная реактивная мощность одной ступени конденсаторов составляет 5 кВАр. Номинальная напряжение 400 В.

В автоматическом режиме контроллер учитывает оптимальную конфигурацию ступеней для достижения необходимого значения $\cos\varphi$, что задается при установке.

6 ОБҐРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ

6.1 Методика оцінки економічної ефективності інженерних рішень

Методика оцінки економічної ефективності інженерних рішень допускає виконання наступного комплексу робіт:

- вибір об'єкта для порівняння;
- вибір системи показників, які відображають особливості рішень, які аналізуються, і виявлення переваг рішення, яке пропонується порівняно з базовим;
- підготовка і збір вихідної інформації;
- розрахунок і аналіз показників економічної ефективності.

Вимоги до вибору бази для порівняння варіантів інженерного рішення відрізняються в залежності від того, на якому етапі проводиться аналіз. На етапі формування планів науково-дослідницьких і експериментально-конструкторських робіт в якості бази для порівняння приймаються показники найкращої техніки.

На етапі формування планів по освоєнню перших промислових серій, введення прогресивної технології, нових методів організації виробництва і праці, а також введення і експлуатації нової техніки – показники техніки, що замінюється.

Необхідно мати на увазі, що в якості бази порівняння необхідно приймати аналоги не по конструктивних якостях, а по призначенню, по тих функціях, які має виконувати виріб. При створенні засобів механізації і автоматизації, які не мають аналогів, в якості об'єктів для порівняння необхідно приймати комплект засобів, який забезпечує виконання тих самих операцій.

Система показників, необхідних для техніко-економічних розрахунків, виявляється в процесі встановлення переваг інженерних рішень, що розглядаються, порівняно з базовим варіантом. При цьому конкретно визначається, за рахунок чого може боти отриманий економічний ефект.

При визначенні річного економічного ефекту повинно бути забезпечене співвідношення порівнюваних варіантів нової і базової техніки по об'єму виготовленої з допомогою нової техніки продукції (роботи), якісних параметрах, фактору часу, соціальним факторам виробництва і використання продукції.

6.2 Техніко-економічне обґрунтування вибору масляного трансформатора

Вибір потужності і числа силових трансформаторів для трансформаторних підстанцій промислових підприємств має бути технічно і економічно обумовлений, так як він відіграє важливу роль в раціональній побудові промислового електропостачання.

Критерієм при виборі трансформаторів являються надійність електропостачання (в залежності від того, яка категорія споживача), розхід кольорового металу і споживана трансформаторна потужність. Оптимальний варіант вибирається на основі порівняння капітальних вкладень і річних експлуатаційних розходів.

Для зручності експлуатації систем електропостачання необхідно вибирати не більше двох стандартних потужностей основних трансформаторів (не враховуючи допоміжних). Це веде до скорочення резерву, який знаходиться на складі і полегшує заміну пошкоджених трансформаторів.

В даній дипломній роботі проводиться порівняння двох варіантів: масляного трансформатора ТМ-1000 та масляного трансформатора меншої потужності ТМ-630.

6.3 Оцінка економічної ефективності вибору масляного трансформатора

Втрати електричної енергії за рік становлять:

$$C_e = \Delta E \cdot c$$

Для першого варіанту:

$$C_e = 109321,2 \cdot 2,24 = 244879,459 \text{ тис. грн};$$

Для другого варіанту:

$$C_e = 158813,578 \cdot 2,24 = 355742,414 \text{ тис. грн}.$$

Капітальні затрати в проект:

Для першого варіанту:

$$K_1 = 2 \cdot 108 = 216 \text{ тис.грн};$$

Для другого варіанту:

$$K_2 = 2 \cdot 70 = 140 \text{ тис.грн}.$$

Експлуатаційні затрати за рік:

$$C_a = \phi \cdot K,$$

де ϕ - коефіцієнт амортизації:

$$\phi = 0,1.$$

Для першого варіанту:

$$C_a = 0,1 \cdot 216 = 21,6 \text{ тис.грн}.$$

Для другого варіанту:

$$C_a = 0,1 \cdot 140 = 14,0 \text{ тис.грн}.$$

Сумарні затрати за рік:

$$C = C_e + C_a$$

Для першого варіанту:

$$C_1 = 244,879 + 21,6 = 266,479 \text{ тис. грн};$$

Для другого варіанту:

$$C_2 = 355,742 + 14,0 = 369,742 \text{ тис. грн}.$$

Термін окупності:

$$T_{ок} = \frac{K_1 - K_2}{C_2 - C_1} = \left| \frac{216 - 140}{369,742 - 266,479} \right| = 0,736 \text{ року}.$$

Кращим варіантом згідно розрахунків є $TM 1000/10$. Також можна буде розширити навантаження зварювального цеху.

Економічна ефективність:

$$E = C_2 - C_1 = |369,742 - 266,479| = 103,263 \text{ тис. грн}.$$

7 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

7.1 Особливості впливу електричного струму на організм людини

Електричний струм, проходячи через тіло людини, зумовлює перетворення поглинутої організмом електричної енергії в інші види і спричиняє термічну, електролітичну, механічну і біологічну дію.

Найбільш складною є біологічна дія, яка притаманна тільки живим організмам. Термічний і електролітичний вплив властиві будь-яким провідникам. Термічний вплив електричного струму характеризується нагріванням тканин аж до опіків.

Статистика свідчить, що більше половини всіх електротравм становлять опіки. Вони важко піддаються лікуванню, тому що глибоко проникають у тканини організму. В електроустановках напругою до 1 кВ найчастіше спостерігаються опіки контактного виду при дотиканні тіла до струмопровідних частин. При проходженні через тіло людини електричного струму в тканинах виділяється тепло (Дж).

Опіки можливі при проходженні через тіло людини струму більше 1 А. Тільки при великому струмі тканини, які уражаються, нагріваються до температури 60-700 С° і вище, при якій згортається білок і з'являються опіки.

Майже у всіх випадках включення людини в електричне коло на її тілі і в місцях дотикання спостерігаються “електричні знаки” сіро-жовтого кольору круглої або овальної форми.

При опіках від впливу електричної дуги можлива металізація шкіри частками металу дугової плазми. Уражена ділянка шкіри стає твердою, набуває кольору солей металу, які потрапили в шкіру.

Електролітична дія струму проявляється у розкладанні органічної рідини, в тому числі крові, яка є електролітом, та в порушенні її фізико-хімічного складу.

Біологічна дія струму проявляється через подразнення і збудження живих тканин організму, а також порушення внутрішніх біологічних процесів.

Механічна дія струму призводить до розриву тканин організму внаслідок електродинамічного ефекту, а також миттєвого вибухоподібного утворення пари з тканинної рідини і крові. Внаслідок дії електричного струму або електричної дуги виникає електротравма. Електротравми умовно поділяють на загальні і місцеві.

До місцевих травм належать опіки, електричні знаки, електрометалізація шкіри, механічні пошкодження, а також електрофтальмія (запалення очей внаслідок впливу ультрафіолетових променів електричної дуги).

Загальні електротравми називають також електричними ударами. Вони є найбільш небезпечним видом електротравм. При електричних ударах виникає збудження живих тканин, судомне скорочення м'язів, параліч м'язів опорно-рухового апарату, м'язів грудної клітки (дихальних), м'язів шлуночків серця.

Розрізняють три ступені впливу струму при проходженні через організм людини (при змінному струмі):

- відчутний струм – початок болісних відчуттів (0-1,5 мА);
- невідпускний струм – судоми і біль, важке дихання (10-15 мА);
- фібриляційний струм – фібриляція серця при тривалості дії струму 2-3 с, параліч дихання (90-100 мА).

Змінний струм небезпечніший за постійний. При струмі 20-25 мА пальці судомно стискають узятий в руку предмет, який опинився під напругою, в м'язи передпліччя паралізуються і людина не може звільнитися від дії струму. У багатьох паралізуються голосові зв'язки: вони не можуть покликати на допомогу.

Має значення струму через тіло і особливо місця входу і виходу струму. Із можливих шляхів проходження струму через тіло людини найбільш

небезпечним є той, при якому вражається головний мозок (голова-руки, голова-ноги), серце і легені (руки-ноги). Але відомі випадки смертельних уражень електричним струмом, коли струм зовсім не проходив через серце, легені, а йшов, наприклад, через палець або через дві точки на гомілці. Це пояснюється існуванням на тілі людини особливо уразливих точок, які використовують при лікуванні голкотерапією.

При ураженні електричним струмом насамперед необхідно надати потерпілому першу медичну допомогу.

7.2 Вимоги пожежної безпеки при гасінні електроустановок

Засоби гасіння пожеж підбирають в залежності від технологічних умов об'єкту. Засобами гасіння пожеж є: вода і водяна пара, піна, інертні гази – азот і вуглекислота, пісок (земля) і шматки щільної тканини – повсть і азбест.

Щоб ліквідувати горіння треба: а) припинити виділення тілом, що горить, горючих газів і парів, ізолювавши їх середовищем, яке не підтримує горіння; б) охолодити це тіло нижче температури його спалаху або займання; в) видалити горючі тіла (речовини).

Протипожежні вимоги до електроустаткування, яке застосовується на різноманітних заводах, визначаються в залежності від пожежо- та вибухонебезпечності виробництва в певному цеху згідно ПУЕ.

Під час роботи генераторів, електродвигунів, трансформаторів, випрямлячів, розподільних пристроїв буває надмірне нагрівання ізоляції обмоток та інших елементів, що може призвести до пожежі. Іскріння та електричні дуги, що виникають під час аварій і вимикання струму, можуть стати причиною спалахування накопиченого пилу й горючих газів. Тому залежно від пожежної безпеки виробництва застосовується електроустаткування різних конструкцій, які перешкоджають виникненню пожежі.

Гасіння пожеж на електроустановках має свої особливості та порядок. Для цього потрібно:

- 1) відімкнути обладнання від мережі електропостачання;
- 2) виявити джерело загоряння;
- 3) при потребі викликати відповідні рятувальні служби (101);
- 4) евакуювати персонал у безпечне місце;
- 5) локалізувати та ліквідувати, по можливості, загоряння;
- 6) обмежити доступ персоналу до місця загоряння.

Гасіння проводять засобами, що не є провідниками. Найкраще використовувати такі речовини для гасіння на електроустановках: інертні гази – вуглекислота та азот, при гасінні якими відбувається зниження процентного вмісту кисню в повітрі, внаслідок чого уже при 12-15% вуглекислого газу в ньому горіння припиняється; гасіння піском або землею для ізолювання місць горіння та струмоведучих частин. Тобто виключене гасіння пожеж на електроустановках речовинами, які мають хоча б мінімальну провідність (вода, водяна пара).

Кожен цех забезпечується первинними засобами пожежогасіння враховуючи специфіку виробництва та обладнання, що використовується, та небезпеку, яку вони можуть нести. Інженер з охорони праці повинен слідкувати за виконанням вимог і правил пожежної безпеки та наявністю усіх первинних засобів пожежогасіння.

У цеху є два протипожежних щита, кожен з них укомплектований: вогнегасники 3 шт., кошма (2м·2м), відра 2 шт., сокири 2 шт., лопати 2 шт., лом 2 шт., гак 1шт., багор 1 шт., ящик з піском (1 м³).

Працівники повинні знати правила пожежної безпеки та вміти користуватись первинними засобами пожежогасіння при гасінні електроустановок.

7.3 Перша допомога людині при ураженні електричним струмом

Перша медична допомога — це комплекс заходів, спрямованих на відновлення або збереження здоров'я потерпілих, здійснюваних немедичними працівниками (взаємодопомога) або самим потерпілим (самодопомога).

Найважливіше положенню надання першої допомоги — її терміновість. Чим швидше вона буде надана, тим більше сподівань на сприятливий результат.

Послідовність надання першої допомоги:

— усунути вплив на організм вражаючих факторів, котрі загрожують здоров'ю та життю потерпілого, оцінити його стан;

— визначити характер та важкість травми, найбільшу загрозу для життя потерпілого і послідовність заходів щодо його рятування ;

— виконати необхідні заходи з рятування потерпілих в послідовності терміновості (відновити прохідність дихальних шляхів, здійснити штучне дихання, провести зовнішній масаж серця);

— підтримати основні життєві функції потерпілого до прибуття медичного працівника;

— викликати швидку медичну допомогу або вжити заходів щодо транспортування потерпілого до найближчого лікувального закладу.

Рятувати потерпілого від впливу електричного струму залежить від швидкості звільнення його від струму, а також від швидкості та правильності надання йому допомоги.

При ураженні електричним струмом смерть часто буває клінічною, тому ніколи не слід відмовлятися від надання допомоги потерпілому і вважати його мертвим через відсутність дихання, серцебиття чи пульсу.

Весь персонал, що обслуговує установки, електричні станції, підстанції і електричні мережі, повинен не рідше одного разу на рік проходити інструктаж з техніки безпеки при експлуатації електроустановок, з надання першої медичної допомоги, а також практичне навчання з прийомів звільнення від електричного струму, виконання штучного дихання та зовнішнього масажу серця. Заняття повинні проводити компетентні особи з медичного персоналу або інженери з техніки безпеки, котрі пройшли спеціальну підготовку і мають право навчати персонал підприємства наданню першої допомоги. Відповідальним за організацію навчання є керівник підприємства.

В місцях постійного чергування персоналу повинні бути:

— аптечка з необхідними пристосуваннями та засобами для надання першої медичної допомоги;

— плакати, присвячені правилам надання першої медичної допомоги, виконання штучного дихання та зовнішнього масажу серця, вивішені на місцях, що добре видні.

Дотик до струмоведучих частин, що знаходяться під напругою, викликає мимовільне судомне скорочення м'язів та загальне збудження, котре може призвести до порушення і навіть повного припинення діяльності органів дихання та кровообігу. Якщо потерпілий тримає провід руками, його пальці сильно стискаються, що звільнити їх від проводу стає неможливим.

У зв'язку з цим першою дією того, хто надає першу допомогу, повинне бути швидке вимкнення цієї частини електроустановки, до якої доторкається потерпілий. Вимкнення здійснюється за допомогою вимикача, рубильника або іншого апарату.

Якщо вимкнути установку швидко не можна, слід вжити заходів щодо звільнення потерпілого від струмоведучих частин, до яких він доторкається. У всіх випадках ураження той, хто надає допомогу, не повинен доторкатися до потерпілого без належних запобіжних заходів, оскільки це небезпечно для життя. Він також може бути ураженим електричним струмом.

При відділенні потерпілого від струмопровідних частин рекомендується діяти однією рукою. В усіх випадках ураження електричним струмом необхідно обов'язково викликати лікаря незалежно від стану потерпілого.

Якщо потерпілий при свідомості, має стійке дихання, пульс, але до цього втрачав свідомість, його слід покласти на підстилку з одягу, розстібнути його одяг, який утруднює дихання, забезпечити приплив свіжого повітря, розтерти і зігріти тіло та забезпечити повний спокій, дати понюхати нашатирний спирт, сполоснути обличчя холодною водою. Коли потерпілий, який знаходиться без свідомості, прийде до тями, слід йому дати випити 15 – 20 краплин настоянки валеріани і гарячою чаю.

В жодному разі не можна дозволяти потерпілому рухатися, а тим більше продовжувати роботу, оскільки відсутність важких симптомів після ураження не виключає можливості подальшого погіршення стану. Лише лікар може робити висновок про стан здоров'я потерпілого. Якщо потерпілий дихає рідко і судорожно, але у нього не порушується пульс, необхідно одразу зробити йому штучне дихання.

За відсутності дихання та пульсу у потерпілого внаслідок різкого погіршення кровообігу мозку розширюються зіниці, зростає синюшність шкіри та слизових оболонок. У таких випадках допомога повинна бути спрямована на відновлення життєвих функцій шляхом проведення штучного дихання та зовнішнього масажу (непрямого) масажу серця.

Потерпілого слід переносити в інше місце лише в тих випадках, коли йому та особі, що надає допомогу, продовжує загрожувати небезпека ураження електричним струмом або коли надання допомоги на місці не можливе. Для того, щоб не втрачати час, не слід роздягати потерпілого. Не обов'язково, щоб при проведенні штучного дихання потерпілий знаходився в горизонтальному положенні.

7.4 Перша допомога при електротравмах

Необхідні заходи першої допомоги — підтримання основних життєвих функцій потерпілого до прибуття медперсоналу. Після того, як потерпілого звільнили від дії електричного струму його кладуть на спину та з'ясовують чи є дихання і пульс. У разі необхідності проведення штучного дихання та масажу серця:

- Якщо допомогу надає одна особа, то темп реанімаційних заходів за хвилину має складати 4 цикли по два вдихання та 15 натискань на грудну клітину. За хвилину потрібно зробити не менше 60 натискань та 8 вдихань.
- Якщо допомогу надають дві особи, то співвідношення дихання-масаж становить 1:5, тобто після одного глибокого вдування роблять п'ять натискань

на грудну клітку. За хвилину потрібно зробити не менше 60 натискань та 15 вдихань.

- Дітям від 1 до 12 років масаж серця роблять однією рукою, у хвилину від 70 до 100 натискань, а дітям до 1 року — від 100 до 120 натискань у хвилину двома пальцями (вказівним та середнім) на середину грудини або великими пальцями обох рук.

- Штучне дихання та зовнішній масаж серця необхідно робити до відновлення самостійного дихання та діяльності серця в потерпілого або до його передачі медичному персоналу.

Якщо немає можливості викликати медичний персонал, необхідно забезпечити транспортування потерпілого до найближчої лікарні. Перевозити людину можна лише за умови стабільного пульсу та дихання.

Пам'ятайте! При звільненні від дії електричного струму і наданні першої допомоги потерпілому дорога кожна хвилина.

Охоронні зони ліній електропередачі. Порядок проведення робіт в охоронних зонах електричних мереж. Відповідальність за порушення правил охорони електромереж.

Лінії електропередач є об'єктами підвищеної небезпеки. Для запобігання враження людей електричним струмом, а також для забезпечення збереження енергетичних об'єктів звертаються до населення з роз'ясненням вимог правил безпеки та правил охорони електричних мереж, що затверджені постановою Кабінету Міністрів України 4 березня 1997р. №209.

Уздовж всіх повітряних та кабельних ліній електропередач встановлена охоронна зона у вигляді земельної ділянки та повітряного простору, обмежених вертикальними площинами, що віддалені по обидві сторони лінії від крайніх проводів за умови невідхиленого їх положення на відстань:

- 2 метрів - для повітряних ліній напругою до 1 кВ;
- 10 метрів - для повітряних ліній напругою до 20 кВ;
- 15 метрів - для повітряних ліній напругою 35 кВ;
- 20 метрів - для повітряних ліній напругою 110 кВ;

- 3 метрів - від огорожі або споруди за периметром трансформаторних підстанцій;

- 1 метра - від підземних кабельних ліній електропередачі.

В охоронних зонах електроустановок **ЗАБОРОНЯЄТЬСЯ**:

- стороннім особам перебувати на території і в приміщеннях трансформаторних підстанцій, розподільних пунктів і пристроїв, відчиняти двері і люки цих споруд, здійснювати самовільне переключення електричних апаратів та підключення до електричних мереж;

- будувати житлові, громадські та дачні будинки;

- влаштовувати будь-які звалища;

- складати добрива, корми, торф, соломку, дрова, інші матеріали;

- розпалювати вогнища;

- розташовувати автозаправні станції або інші сховища паливномастильних матеріалів;

- накидати на струмопровідні частини об'єктів електричних мереж і наближати до них сторонні предмети, підніматися на опори повітряних ліній електропередачі, електрообладнання трансформаторних підстанцій, розподільних пунктів і пристроїв, демонтувати їх елементи;

- саджати дерева та інші багаторічні насадження, крім випадків створення плантацій новорічних ялинок;

- влаштовувати спортивні майданчики для ігор, стадіони, ринки, зупинки громадського транспорту, проводити будь-які заходи, пов'язані з великим скупченням людей, не зайнятих виконанням дозволених у встановленому порядку робіт;

- запускати спортивні моделі літальних апаратів, повітряних зміїв;

- виконувати роботи із застосуванням ударних механізмів, скидати вантажі масою понад 5 тон, скидати і зливати їдкі і ті, що спричиняють корозію, речовини, пально-мастильні матеріали (в охоронних зонах підземних кабельних ліній електропередачі).

8 ЕКОЛОГІЯ

8.1 Роль енергозбереження у вирішенні екологічних проблем

Енергозбереження, впровадження нових технологій, що потребують менших затрат енергії, має бути основним напрямом подальшого розвитку народного господарства. За розрахунками вчених, зниження питомої енергомісткості національного доходу України вдвоє збереже споживання енергії в 2010 р. у порівнянні з сьогоденним рівнем. І це завдання цілком реальне. Наприклад, у США завдяки великій увазі, яку було приділено енергозбереженню після нафтової кризи 1973 р., споживання енергоресурсів за десять років після кризи зменшилося на кілька відсотків порівняно з рівнем 1973 р., валовий же суспільний продукт країни за цей період зріс на 25 %.

А між тим ми маємо величезні резерви для економії. Наведемо деякі приклади. Так, в більшості країн світу на освітлення витрачається близько 13 % виробленої електроенергії. А в Україні питомі витрати електроенергії, що йде на світло, у 1,5 раз вищі, ніж в західних країнах. Причина полягає в тому, що у нас переважають дуже неекономні джерела світла — лампи розжарення, які перетворюють на світло лише 5—8 % енергії. В розвинених же країнах переважають люмінесцентні лампи, корисна віддача яких 20 %, а найновіших типів — до 30 %. Розрахунки свідчать, що масове впровадження таких ламп заощадило б майже 70 % електроенергії.

Надзвичайно багато енергії споживає наша побутова техніка. Якби вітчизняні телевізори, пральні машини, пилососи тощо мали такі ж показники, як найкращі зразки світової побутової техніки, економія електроенергії була б такою, що Україна могла б відмовитися від усіх АЕС на її території.

Україна дістала у спадщину від СРСР надзвичайно неефективну, енергоємну й матеріалоємну промисловість. Питомі затрати енергії у чорній металургії Японії на 20—30 % нижчі, ніж у нас, причому, як не парадоксально - головним чином за рахунок впровадження таких передових технологій, як

безперервна розливка сталі, сухе гасіння коксу, утилізація тепла газів доменних печей. Ці технології були розроблені у нас, японці придбали ліцензії на їх застосування і мають із цього неабияку вигоду, а у вітчизняній металургії вони майже не впровадженні.

Зростання масштабів використання електричної енергії, загострення проблем охорони навколишнього середовища значно активізували пошуки екологічно чистіших способів вироблення електричної енергії. Інтенсивно розробляються способи використання непаливної відновлюваної енергії — сонячної, вітряної, геотермальної, енергії хвиль, припливів і відпливів, енергії біогазу тощо. Джерела цих видів енергії — невичерпні, але потрібно розумно оцінити, чи зможуть вони задовольнити усі потреби людства.

Новітні дослідження направлені переважно на вироблення електричної енергії за рахунок енергії вітру, енергії сонця, геотермальної енергії (енергія надр землі).

8.2 Вплив процесів зварювання на довкілля та шляхи його зменшення

Зварювання – один із технологічних процесів, що широко застосовується в різноманітних галузях промисловості. Обсяг виробництва зварних металічних конструкцій у всьому світі становить сотні мільйонів тон на рік, що створює певну шкідливу дію на навколишнє середовище. Зварювальне виробництво належить до суттєвих джерел можливого забруднення довкілля на різних стадіях виробництва продукції: підготовка матеріалів (збереження, теплова обробка, очищення, різання, підготовка кромки до зварювання), зварювальні процеси, випробування (хімічні, фізичні, радіографічні, магнітні, гідравлічні, проникаюча здатність) і заключні технологічні операції (травлення, теплова обробка, фарбування виробів). Ці процеси супроводжуються забрудненням атмосфери, ґрунту та води. Разом з тим за екологічними наслідками зварювальне виробництво не можна віднести до найбільш забруднюючих видів

діяльності, оскільки в ньому останнім часом почали застосовувати відповідні запобігаючі екологічні заходи.

Визначено такі основні напрямки поліпшення стану навколишнього середовища в наслідок зварювального виробництва:

- зменшити екологічні наслідки зварювального виробництва на довкілля за повним циклом виробництва продукції;
- створити екологічно чисті технології зварювання та споріднених технологій;
- забезпечити екологічну безпеку рециклінгу зварних конструкцій і споруд після вичерпання їх експлуатаційного ресурсу;
- скоротити споживання енергії і пошук шляхів застосування її нових джерел;
- зменшити кількість відходів у виробництві зварювальних матеріалів та зварних конструкцій;
- здійснити екологічно безпечну утилізацію відходів (зварювальних аерозолів, що накопичуються в системах очищення повітря, недогарків зварювальних електродів, шлаку), пакувальної тари і конструкцій, що демонтуються;
- поліпшити санітарно-гігієнічні характеристики зварювальних матеріалів та ін.;
- підвищити вимоги до безпеки і більш ефективного захисту здоров'я зварювальників та операторів безпосередньо на робочих місцях, а також усього персоналу;
- виключити використання матеріалів, які включено до "чорного та сірого списку" міжнародних стандартів серії ISO 14000.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ДО ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ

У роботі проведено підвищення надійності СЕП зварювального цеху.

Отримано результати:

1. Взято до уваги, що устаткування зварювального цеху належить до II (90%) та III (10%) категорії по надійності ЕП.
2. Запропонована комбінована схема ЕП, яка є раціональнішою для зварювального цеху.
3. Проведені розрахунки навантажень зварювального цеху. Пораховано, що повна потужність зварювального цеху становить 1368 кВА .
4. Проведені розрахунки системи освітлення. Освітлювальне навантаження становить $28,2 \text{ кВА}$.
5. Для підвищення надійності СЕП проведені розрахунки та вибір розподільчої ЕМ зварювального цеху.
6. Проведено вибір конденсаторної установки типу $УКРП - 0,4 - 420 - 20УЗ$, крок регулювання якої становить 20 кВАр .
7. На основі значення повної потужності для зварювального цеху обґрунтовано встановлення двохтрансформаторної ПС $2 \times 1000 / 10 / 0,4 \text{ кВ}$.
8. Проведена реконструкція $КТП - 2 \times 1000$.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Журахівський А.В. Надійність електроенергетичних систем і електричних мереж: підручник / А. В. Журахівський, С. В. Казанський, Ю. П. Матеєнко, О. Р. Пастух. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2017. – 456 с.
2. “ПУЕ”. Видання третє, перероблене і доповнене. - Мінпаливенерго України, 2010 р.
3. Сегеда М.С. Електричні мережі та системи: Підручник. – 2-ге вид. – Львів: Видівництво Національного університету “Львівська політехніка”, 2009. – 488 с.
4. Федоров А.А., Каменева В.В. Основы электроснабжения промышленных предприятий. 1979. — М.: Энергия, — 408 с, ил. — 3-е изд., перераб. и доп. Учебник для вузов.
5. Справочная книга для проектирования электрического освещения / Г. М. Кнорринг, И. М. Фадин, В. Н. Сидоров — 2-е изд., перераб. и доп. — СПб.: Энергоатомиздат. Санкт-Петербургское отд-ние, 1992. —448 с: ил.
6. Українська електротехнічна корпорація АСКОУКРЕМ “Каталог електротехнічної продукції”, 2009 р.
7. Рудницький В.Г. “Внутрішньозаводське електропостачання”. Курсове проектування: навчальний посібник. - Суми: ВТД”Університетська книга”, 2006р.
8. Методичні вказівки до курсового проекту з курсу „Електропостачання”./ укладач Біленький Й.Т.–ТДТУ, Тернопіль – 2004 р
9. <http://atrans.in.ua>
10. <https://www.toe.com.ua/index.php/component/content/article?id=2>
11. [http : //електроснабжение.com.ua/promelektro. html](http://електроснабжение.com.ua/promelektro.html)
12. <http://www.bbtel.com>
13. Решетник В.Я. Електричні системи і мережі: Навч. посіб. – Тернопіль: Видавництво ТНТУ, 2010. - 191 с.

14. Липкин Б.Ю. Электроснабжение промышленных предприятий и установок. Учебник для учащихся техникумов. 3-е изд., пераб, и дол. — М.: Высш. школа, 1981. — 376 с, ил.

15. Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів.

ДОДАТКИ

Додаток А

Порівняльний розрахунок трансформаторів ТМ-1000 і ТМ-630

Потужність трансформаторів вибирається з урахуванням повної потужності силових споживачів, освітлення та сусідніх цехів

$$S_p := 1223 \text{ кВА}$$

Вибираємо два трансформатори, оскільки 90% споживачів належать до другої категорії. Так як, трансформатори можуть працювати як в перевантаженому (на 40%), так і в недовантаженому режимі, будемо розраховувати два варіанти:

Перший варіант:

ТМ1000 – 10

Потужність трансформаторів:

Перший варіант:

$$S_{tr1} := 1000 \text{ кВА}$$

Другий варіант:

ТМ630 – 10

Другий варіант:

$$S_{tr2} := 630 \text{ кВА}$$

Визначаємо коефіцієнт завантаження в нормальному і аварійному режимах:

Перший варіант:

$$K_{zav.tr1.nom} := \frac{S_p}{2 \cdot S_{tr1}} \quad K_{zav.tr1.nom} = 0.61$$

Перевантаження одного трансформатора можна проводити на 40%:

$$K_{zav.tr1.avar} := \frac{S_p}{1.4 \cdot S_{tr1}} \quad K_{zav.tr1.avar} = 0.874$$

Другий варіант:

$$K_{zav.tr2.nom} := \frac{S_p}{2 \cdot S_{tr2}} \quad K_{zav.tr2.nom} = 0.971$$

$$K_{zav.tr2.avar} := \frac{S_p}{1.4 \cdot S_{tr2}} \quad K_{zav.tr2.avar} = 1.387$$

Значення втрат холостого ходу, втрат короткого замикання, струму холостого ходу, напруги короткого замикання виберемо з табл. [8]. Вартість трансформаторів виберемо із [9]:

Перший варіант:

$$\Delta P_{xx.tr1} := 1.55 \text{ кВт} \quad \Delta P_{kz.tr1} := 10.8 \text{ кВт} \quad I_{xx.tr1} := 1.2 \%$$

$$U_{kz.tr1} := 5.5 \% \quad C_{tr1} := 108000 \text{ грн}$$

Другий варіант:

$$\Delta P_{xx.tr2} := 1.05 \text{ кВт} \quad \Delta P_{kz.tr2} := 7.6 \text{ кВт} \quad I_{xx.tr2} := 1.6 \%$$

$$U_{kz.tr2} := 5.5 \% \quad C_{tr2} := 70000 \text{ грн}$$

Час включення:

$$t_{vkl} := 365 \cdot 24 = 8760 \text{ год}$$

Коефіцієнт зміни втрат вибираємо з [4] ст. 86:

$$K_{zm.vtr} := 0.02 \frac{\text{кВт}}{\text{кВАр}}$$

Визначаємо приведені втрати електроенергії:
Перший варіант:

$$\Delta Q_{xx.tr1} := S_{tr1} \cdot \frac{I_{xx.tr1}}{100} = 12 \text{ кВАр}$$

$$\Delta Q_{kz.tr1} := S_{tr1} \cdot \frac{U_{kz.tr1}}{100} = 55 \text{ кВАр}$$

$$\Delta P_{xx.sh.tr1} := \Delta P_{xx.tr1} + K_{zm.vtr} \cdot \Delta Q_{xx.tr1} = 1.79 \text{ кВт}$$

$$\Delta P_{kz.sh.tr1} := \Delta P_{kz.tr1} + K_{zm.vtr} \cdot \Delta Q_{kz.tr1} = 11.9 \text{ кВт}$$

$$\Delta P_{sh.tr1} := \Delta P_{xx.sh.tr1} + K_{zav.tr1.nom}^2 \cdot \Delta P_{kz.sh.tr1} = 6.24 \text{ кВт}$$

Приведені втрати в двох трансформаторах:

$$\Delta P_{1.2.sh.tr1} := 2 \cdot \Delta P_{sh.tr1} = 12.48 \text{ кВт}$$

Втрати електроенергії за рік:

$$\Delta E_{tr1} := \Delta P_{1.2.sh.tr1} \cdot t_{vkl} = 109321.187 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

Вартість одного кіловата електроенергії для підприємства (для промислових і прирівняних до них споживачі з приєднаною потужністю 750 кВА і більше 2-го класу до 35 кВ [10]):

$$m := 2.24 \text{ грн}$$

Вартість втрат електроенергії за рік:

$$C_{e.tr1} := \Delta E_{tr1} \cdot m = 244879.459 \text{ грн}$$

По другому варіанті:

$$\Delta Q_{xx.tr2} := S_{tr2} \cdot \frac{I_{xx.tr2}}{100} = 10.08 \text{ кВАр}$$

$$\Delta Q_{kz.tr2} := S_{tr2} \cdot \frac{U_{kz.tr2}}{100} = 34.65 \text{ кВАр}$$

$$\Delta P_{xx.sh.tr2} := \Delta P_{xx.tr2} + K_{zm.vtr} \cdot \Delta Q_{xx.tr2} = 1.252 \text{ кВт}$$

$$\Delta P_{kz.sh.tr2} := \Delta P_{kz.tr2} + K_{zm.vtr} \cdot \Delta Q_{kz.tr2} = 8.293 \text{ кВт}$$

$$\Delta P_{sh.tr2} := \Delta P_{xx.sh.tr2} + K_{zav.tr2.nom}^2 \cdot \Delta P_{kz.sh.tr2} = 9.065 \text{ кВт}$$

$$\Delta P_{1.2.sh.tr2} := 2 \cdot \Delta P_{sh.tr2} = 18.129 \text{ кВт}$$

$$\Delta E_{tr1} := \Delta P_{1.2.sh.tr2} \cdot t_{vkl} = 158813.578 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

$$C_{e.tr2} := \Delta E_{tr1} \cdot m = 355742.414 \text{ грн}$$

Капітальні затрати становлять:

По першому варіанті:

$$K_{z.tr1} := 2 \cdot C_{tr1} = 216000 \text{ грн}$$

По другому варіанті:

$$K_{z.tr2} := 2 \cdot C_{tr2} = 140000 \text{ грн}$$

Річні експлуатаційні затрати:

$$C_a = \phi \cdot K_{z.tr}$$

де ϕ - коефіцієнт амортизаційних відрахувань на трансформатор

$$\phi := 0.1$$

По першому варіанті:

$$C_{a1} := \phi \cdot K_{z.tr1} \quad C_{a1} = 21600 \text{ грн}$$

По другому варіанті:

$$C_{a2} := \phi \cdot K_{z.tr2} \quad C_{a2} = 14000 \text{ грн}$$

Сумарні річні затрати:

По першому варіанті:

$$C_1 := C_{e.tr1} + C_{a1} = 266479.459 \text{ грн}$$

По другому варіанті:

$$C_2 := C_{e.tr2} + C_{a2} = 369742.414 \text{ грн}$$

Визначаємо термін окупності:

$$T_{ok} := \frac{K_{z.tr1} - K_{z.tr2}}{C_2 - C_1} = 0.736 \text{ роки}$$

Розрахунки підтвердили, що найкращим варіантом для вибору є трансформатор ТМ1000 – 10. Також встановлення потужнішого трансформатора дасть змогу розширити виробництво в майбутньому.

Економічна ефективність при встановленні масляного трансформатора ТМ-1000, а не масляного трансформатора ТМ-630 буде становити:

$$E := |C_1 - C_2| = 103262.955 \text{ грн}$$