

ЖИТОМИРСЬКИЙ ВІЙСЬКОВИЙ ІНСТИТУТУ ІМЕНІ С.П.КОРОЛЬОВА
ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ІНЖЕНЕРІЇ



КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

здобувача вищої освіти ступеня «бакалавр» заочної форми навчання
за спеціальністю «Електроенергетика, електротехніка та
електромеханіка»

Тема: «РОЗРОБЛЕННЯ СХЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ
АВТОМАТИЗОВАНОГО ЦЕХУ МЕТАЛУРГІЙНОГО ЗАВОДУ»

Виконавець: Микола ПАСАЛЬСЬКИЙ

м. Житомир

2026

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота виконана на 88 сторінках. Робота складається з 3 розділів та містить 3 ілюстрації, 8 таблиць. При виконанні роботи було використано 8 джерел інформації. Об'єктом розробки в кваліфікаційній роботі є автоматизований цех металургійного заводу. Метою виконання роботи було розроблення схеми електропостачання цеху. У роботі був проведений розрахунок та вибір силового трансформатора ТП на підставі величини навантажень ЕП на електричну мережу. Спираючись на характеристики приміщення була розроблена система освітлення, розрахована освітлювальна установка.

Результатом виконаної роботи є схема електропостачання автоматизованого цеху металургійного заводу з апаратами комутації, захисту та компенсації реактивної потужності. З метою підвищення рівня безпеки на підприємстві в роботі розглянуті заходи безпеки при експлуатації електроустановок.

Ключові слова: *ЕЛЕКТРИЧНИЙ АПАРАТ, ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ, ЕЛЕКТРИЧНЕ НАВАНТАЖЕННЯ, ТРАНСФОРМАТОРНА ПІДСТАНЦІЯ, СИСТЕМА ОСВІТЛЕННЯ, ПРИСТРІЙ КОМПЕНСУВАННЯ, ЗАХИСНЕ ЗАЗЕМЛЕННЯ, БЛИСКАВКОЗАХИСТ.*

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ	9
ВСТУП	12
1 ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ СХЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО ЦЕХУ	13
1.1 Характеристика споживачів електричної енергії промислових підприємств	13
1.2 Характеристика автоматизованого цеху	15
1.3 Аналіз категорій надійності споживачів електричної енергії	16
1.4 Вибір величини напруги живлення	18
1.5 Вибір схеми цехової мережі	20
2 РОЗРАХУНОК СХЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО ЦЕХУ	26
2.1 Розрахунок навантаження автоматизованого цеху	27
2.2 Побудова картограми і визначення центру електричних навантажень	36
2.3 Вибір числа і потужності силових трансформаторів	42
2.4 Вибір електричних апаратів і перерізу провідників	46
2.5 Компенсація реактивної потужності	61
2.6 Розрахунок заземлення	63
2.7 Розрахунок освітлення автоматизованого цеху	68
3 БЕЗПЕКА ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЕЛЕКТРОУСТАНОВОК	74
ВИСНОВОК	87
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	88

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

АВР – автоматичне вмикання резерву
АД – асинхронний двигун
БЗВ – блок "запобіжник – вимикач"
БТМ – блок "трансформатор - магістраль"
ВГКЗ – вимикаюча гранична комутаційна здатність
ВЛ – високовольтна лінія
ГПП – головна понижувальна підстанція
ГЩО – груповий щиток освітлення
ДЖ – джерело живлення
ДРЛ – дугова ртутна люмінесцентна
ДРП – джерело реактивної потужності
ЕА – електричний апарат
ЕД – електродвигун
ЕО – електрообладнання
ЕП – електроприймач
ЕРС – електрорушійна сила
ЕУ – електроустановка
КЗ – коротке замикання
ККД – коефіцієнт корисної дії
ККУ – комплектні конденсаторні установки
КТП – комплектна трансформаторна підстанція
ЛЛ – люмінесцентна лампа
ЛР – лампа розжарювання
НН – низька напруга
ПЗ – пристрій заземлення
ПРЕ – пункт розподілу електроенергії
ПС – підстанція
ПТЕ – правила технічної експлуатації

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПУЕ – правила устрою електроустановок
 РЗ – релейний захист
 РП – розподільний пункт
 СВ – струмова відсічка
 СД – синхронний двигун
 СЕП – система електропостачання
 СН – середня напруга
 СРП – силовий розподільний пункт
 СРШ – силова розподільна шафа
 ТЕП – техніко-економічні показники
 ТВ – тривалість вмикання
 ТП – трансформаторна підстанція
 ХХ – холостий хід
 ЦЕН – центр електричних навантажень
 ЦРП – центральний розподільний пункт
 ЦТП – цехова трансформаторна підстанція
 ШВВ – шафа високовольтна вводу
 ШМА – шинопровід магістральний алюмінієвий
 ШНВ – шафа низьковольтна вводу
 ШНЛ – шафа низьковольтна лінійна
 ШНС – шафа низьковольтна секційна
 ШРА – шинопровід розподільний алюмінієвий
 ЩАО – щиток аварійного освітлення
 ЩРО – щиток робочого освітлення

ВСТУП

Одним з основних факторів побудови високорозвиненого суспільства є розвиток енергетики. Лише за умови надійного забезпечення якісною електроенергією можливе стабільне функціонування промисловості, сільського господарства, транспорту, комунального господарства й усіх інших сфер життєдіяльності суспільства.

Характерним для сьогодення рівня розвитку енергетичної галузі є не лише зростання попиту на електроенергію, але й підвищення вимог до її якості, надійності електропостачання, забезпечення більш дієвих заходів безпеки. Відповідно до цього змінюються й нормативні документи, що встановлюють правила обладнання і технічної документації окремих електричних апаратів, електроустановок, мереж та систем у цілому. Удосконалюються методики розрахунків і вибору як окремих електричних апаратів, так і електротехнічних комплексів. Останніми роками розроблена та успішно впроваджується велика кількість принципово нових електротехнічних пристроїв та схемних рішень їх використання в різних електропостачальних системах.

Використання всіх цих розробок і нововведень в практичній діяльності потребує відповідного рівня освіченості й кваліфікованості працівників в галузі електротехніки та енергетики, які б могли застосувати здобуті знання для досягнення конкретних результатів. Тому кваліфікаційна робота є спробою на практиці застосувати теоретичні напрацювання з дотриманням вимог нормативних документів. Об'єктом дослідження в роботі є автоматизований цех. Мета цієї роботи - розробка оптимальної системи електропостачання даного цеху. Для досягнення поставлених цілей необхідно вирішити наступні завдання:

- аналіз нормативних документів для правильного вибору схеми цехової мережі, напруги для живлення електрообладнання, електричних апаратів та елементів захисту;
- розрахунок системи електропостачання цеху та побудова схеми цехової мережі;
- розробка заходів щодо техніки безпеки та охорони праці.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ СХЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО ЦЕХУ

1.1 Характеристика споживачів електроенергії промислових підприємств

Споживачі електроенергії промислових підприємств поділяються на наступні групи [1]:

- споживачі трьохфазного струму напругою до 1000 В, частотою 50 Гц;
- споживачі трьохфазного струму напругою вище 1000 В, частотою 50 Гц;
- споживачі однофазного струму напругою до 1000 В, частотою 50 Гц;
- споживачі, які працюють з частотою відмінною від 50 Гц, їх живлення здійснюється від підстанцій і установок перетворення;
- споживачі постійного струму, які живляться від підстанцій і установок перетворення.

Згідно ПУЕ електротехнічні установки, які виробляють, перетворюють, розподіляють і споживають електроенергію, поділяють на електроустановки напругою до 1000 В і електроустановки напругою вище 1000 В.

Електротехнічні установки напругою до 1000 В виконуються як з глухозаземленою, так і з ізольованою нейтраллю [2].

Ізольованою нейтраллю називають нейтраль трансформатора або генератора, що не з'єднана із заземлюючим пристроєм або з'єднана з ним через прилади сигналізації, вимірювання, захисту, заземлювальні дугогасильні реактори і подібні пристрої, що мають великий опір. Особливістю роботи системи з таким видом нейтралі є те, що при однофазних замиканнях на землю безперебійність живлення електроприймачів не порушується.

Електричні установки з ізольованою нейтраллю слід застосовувати для підвищення надійності живлення систем промислового електропостачання при умові, що в цьому випадку забезпечується контроль ізоляції мережі і цілісність пробивних запобіжників, швидке виявлення персоналом замикань на землю і

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

швидко усунення їх або автоматичне відключення ділянок з замиканням на землю.

Глухозаземленою називають нейтраль трансформатора або генератора, що приєднана до заземлюючого пристрою безпосередньо або через малий опір (наприклад, через трансформатор струму). В системі з таким видом нейтралі значно полегшуються умови роботи ізоляції, але збільшується вплив на лінії зв'язку і заземлюючі пристрої, як наслідок, зростають витрати на їх виготовлення і експлуатацію.

Електричні установки напругою вище 1000 В виконуються:

- з ізольованою нейтраллю (напругою до 35 кВ);
- з нейтраллю, яка вмикається на землю через індуктивний опір для компенсації ємнісних струмів (напругою до 35 кВ і рідко 110 кВ);
- з глухозаземленою нейтраллю (напругою 110 кВ і вище).

Крім цього, всі ці установки поділяються на пристрої з малими струмами замикання на землю (до 500 А) і пристрої з великими струмами замикання на землю (більше 500 А).

За частотою використовуваного струму споживачі електроенергії діляться на споживачі:

- промислової частоти (50 Гц);
- високої частоти (понад 10 кГц);
- підвищеної частоти (до 10 кГц);
- пониженої частоти (менше 50 Гц).

Споживачі електроенергії можуть бути поділені на групи за схожістю режимів роботи, тобто за схожістю графіків навантажень.

Розрізняють три характерні групи споживачів:

- споживачі, що працюють в режимі з тривалим або таким, що мало змінюється навантаженням. В цьому режимі електрична машина або апарат може працювати тривалий час без перевищення температури окремих частин машини або апарата вище допустимої. До таких споживачів відносяться електродвигуни компресорів, насосів, вентиляторів та ін.;

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

- споживачі, що працюють в режимі короточасних навантажень. В цьому режимі робочий період машини або апарата не настільки тривалий, щоби температура окремих частин машини або апарата могла досягнути допустимого значення. Період зупинки машини або апарата настільки тривалий, що машина практично встигає охолонути до температури навколишнього середовища. Прикладом цієї групи споживачів є електродвигуни електроприводів допоміжних механізмів металорізальних верстатів;

- споживачі, які працюють в режимі повторно-короточасного навантаження. В цьому режимі короточасні робочі періоди машини або апарату чергуються з короточасними періодами вимикання. Прикладом цієї групи споживачів є електродвигуни кранів, зварювальні апарати та ін.

1.2 Характеристика автоматизованого цеху

Автоматизація виробничого процесу досягається шляхом використання систем машин-автоматів, що являють собою комбінацію різноманітного устаткування та інших технічних пристроїв, розташованих у технологічній послідовності й об'єднаних засобами транспортування, контролю та управління для виконання часткових процесів виготовлення виробів. Особливо важливу роль при цьому відіграє комплексна автоматизація виробництва, коли без безпосереднього втручання людини, але під її контролем машинами-автоматами здійснюються всі процеси виробництва — від надходження сировини до виходу готового продукту.

Досліджуваний автоматизований цех (АЦ) призначений для випуску металовиробів. Він є одним з цехів металургійного заводу і має дві основні ділянки: штампувальну і висадочну.

На ділянках встановлено штатне устаткування: ковальське, пресове, верстатне та ін.

В цеху передбачені приміщення для трансформаторної підстанції,

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

агрегатного приміщення, вентиляторної, інструментальної, для побутових потреб та ін.

Електропостачання цех отримує від ГПП заводу по кабельній лінії завдовжки 1 км, напруга – 10 кВ. Відстань від енергосистеми до ГПП – 4 км, лінія електропостачання – повітряна.

Кількість робочих змін – 2.

Грунт в АЦ – супісок з температурою +22 °С. Каркас будівлі споруджений з блоків-секцій довжиною 6 м кожен. Розміри цеху А х В х Н = 48 х 30 х 8 м. Всі приміщення, крім технологічних приміщень, двоповерхові висотою 4 м.

1.3 Аналіз категорій надійності споживачів електричної енергії

Надійність є одним з основних показників роботи електропостачальної системи. Вимоги до цього показника значною мірою залежать від того, які можливі наслідки від перерви в електропостачанні того чи іншого електроприймача (ЕП) можуть бути.

Згідно з ПУЕ розрізняють три категорії електроприймачів з погляду забезпечення надійності електропостачання [2].

До першої категорії належать електроприймачі, перерва в електропостачанні яких може викликати такі наслідки:

- небезпеку для життя людей;
- значні втрати народного господарства;
- пошкодження дорогого обладнання;
- масовий брак продукції або розлад в складному технологічному процесі;
- порушення функціонування особливо важливих елементів комунального господарства.

Крім того, у першій категорії виділяють особливу групу електроприймачів, безперебійна робота яких необхідна для безаварійної зупинки виробництва з метою запобігання загрози для життя людей, вибухів, пожеж і пошкодження дорогого обладнання.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Електроприймачі першої категорії повинні забезпечуватись електроенергією від двох незалежних джерел живлення, що мають взаємне резервування, і перерва в їх електропостачанні при порушенні електропостачання від одного джерела живлення може бути допустимою лише на час автоматичного відновлення живлення від іншого джерела живлення.

Згідно з ПУЕ більш жорсткі вимоги передбачені до електропостачання особливої групи електроприймачів першої категорії, а саме обов'язкова наявність третього незалежного джерела живлення, що має взаємне резервування. Функцію третього незалежного джерела живлення для особливої групи електроприймачів та другого для інших електроприймачів першої категорії можуть виконувати місцеві електростанції, електростанції енергосистем, спеціальні агрегати безперебійного живлення, акумуляторні батареї та ін.

До другої категорії відносять електроприймачі, перерва в електропостачанні яких може спричинити такі наслідки:

- масовий недовипуск продукції;
- масові простої робітників, механізмів і промислового транспорту;
- порушення нормальної діяльності значної кількості міських і сільських жителів.

У промисловості прикладом електроприймачів другої категорії можуть бути робочі машини целюлозних підприємства, підприємств з виготовлення продуктів лісохімії, аміачної селітри, розбавленої азотної кислоти та ін.

Згідно з ПУЕ електропостачання електроприймачів другої категорії рекомендується забезпечувати від двох незалежних джерел живлення, що мають взаємне резервування, і перерва в їх електропостачанні при порушенні електропостачання від одного джерела живлення може бути допустимою на час, що необхідний для включення резервного живлення діями чергового персоналу або виїзної бригади.

До третьої категорії належать усі інші електроприймачі, що не підходять під визначення першої і другої категорій.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для електроприймачів третьої категорії електропостачання може виконуватись від одного джерела живлення за умови, що перерви електропостачання, які необхідні для ремонту або заміни пошкодженого елемента електропостачальної системи, не перевищують однієї доби.

Отже, приймаємо, що електроустаткування в досліджуваному автоматизованому цеху належить до електроприймачів 2 категорії надійності електропостачання, тому що перерва в електропостачанні призведе до масового недовипуску продукції, простоїв робітників і механізмів, але не викличе небезпеку для життя людей чи пошкодження дорогого обладнання.

1.4 Вибір величини напруги живлення

При проектуванні систем електропостачання промислових підприємств важливим питанням є вибір раціональних напруг для схеми, оскільки їх значення визначають параметри ліній електропередачі та електроустаткування підстанцій і мереж, а отже, розміри капіталовкладень, витрати кольорового металу, втрати електроенергії й експлуатаційні витрати.

Для отримання найбільш економічного варіанту електропостачання цеху, напруга кожної ланки системи електропостачання повинна вибиратися перш за все з урахуванням напруг суміжних ланок. Вибір напруг ґрунтується на порівнянні техніко-економічних показників різних варіантів у випадках, коли:

- енергію можна одержувати від двох або більше джерел живлення;
- при проектуванні електропостачання підприємств потрібно розширювати існуючі підстанції і збільшувати потужність заводських електростанцій;
- мережу заводських електростанцій необхідно пов'язувати з мережами енергосистем.

Перевагу при виборі варіантів слід віддавати варіанту з вищою напругою навіть при невеликих економічних перевагах (що не перевищують 10...25 %) нижчої з порівнюваних напруг.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для живлення великих і особливо великих підприємств застосовують напруги 110, 150, 220, 330 і 500 кВ. На перших ступенях розподілу енергії на таких великих підприємствах слід застосовувати напруги 110, 150 і 220 кВ.

Напругу 35 кВ в основному рекомендується використовувати для розподілу енергії на першому ступені середніх підприємств за відсутності значного числа електродвигунів напругою вище 1000 В, а також для часткового розподілу енергії на великих підприємствах, де основна напруга першого ступеня становить 110...220 кВ. Зокрема, напругу 35 кВ можна застосовувати для повного або часткового внутрішньозаводського розподілу електроенергії за наявності:

- потужних електроприймачів на 35 кВ (сталеплавильних печей, потужних ртутно-випрямних установок і ін.);
- електроприймачів підвищеної напруги, значно віддалених від джерел живлення;
- підстанцій малої і середньої потужності напругою 35/0,4 кВ, ввімкнених по схемі «глибокого введення».

Напругу 20 кВ слід застосовувати для живлення:

- підприємств середньої потужності, що віддалені від джерел живлення і не мають своїх електростанцій;
- електроприймачів, віддалених від підстанцій великих підприємств (кар'єрів, копалень і т. п.);
- невеликих підприємств, населених пунктів, залізничних вузлів і т.п., що підключені до теплоелектроцентралі (ТЕЦ) найближчого підприємства. Доцільність застосування напруги 20 кВ повинна обґрунтовуватися техніко-економічними порівняннями з напругами 35 і 10 кВ з урахуванням перспективного розвитку підприємства.

Напругу 10 кВ необхідно використовувати для внутрішньозаводського розподілу енергії:

- на підприємствах з потужними двигунами, що допускають безпосереднє приєднання до мережі 10 кВ;

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- на підприємствах невеликої і середньої потужності за відсутності або незначному числі двигунів на 6 кВ;

- на підприємствах, що мають власну електростанцію з напругою генераторів 10 кВ.

Напругу 6 кВ звичайно застосовують за наявності на підприємстві:

- значної кількості електроприймачів на 6 кВ;

- власної електростанції з напругою генераторів 6 кВ.

Застосування напруги 6 кВ повинно обумовлюватися наявністю електроустаткування на 6 кВ і техніко-економічними показниками при виборі величини напруги живлення.

При нарузі розподільної мережі 10 кВ для електроживлення двигунів середньої потужності (350...1000 кВт) слід застосовувати напругу 6 кВ з використанням в необхідних випадках схеми блоку «трансформатор-двигун» при невеликій кількості двигунів на 6 кВ.

Для живлення освітлювальних установок промислових, житлових і загальних будівель, в більшості випадків, застосовують трифазні чотирьохпровідні мережі змінного струму 380/220 В при заземленій нейтралі, і 220 В при ізольованій нейтралі або постійному струмі.

Зважаючи на те, що в досліджуваному цеху всі електроприймачі живляться змінним струмом, для живлення електроприймачів приймаємо змінний струм напругою 380 В частотою 50 Гц.

Напруга 380/220 В дозволяє від одних і тих же самих трансформаторів здійснювати живлення як силового навантаження, так і освітлювальної мережі.

1.5 Вибір схеми цехової силової мережі

У цехові силові електричні мережі закладається величезна кількість провідникового матеріалу та електричної апаратури, тому вибір схеми живлення визначає не лише якість та особливості роботи електрообладнання (ЕО), але й техніко-економічні показники (ТЕП) усієї системи електропостачання (СЕП).

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

При виборі схеми цехової мережі враховують такі фактори [3]:

- потужність окремих ЕП;
- розміщення ЕП на території цеху;
- потрібна надійність живлення;
- характер технологічного процесу;
- умови середовища та ін.

Цехові силові електричні мережі можуть бути виконані за радіальною, магістральною або змішаною схемами. Кожна з них відрізняється за ступенем надійності й ТЕП, має свої переваги і недоліки.

Радіальні схеми - це схеми з таким розподілом електроенергії, при якому кожний окремий ЕП або зосереджена група ЕП живляться окремою лінією від того чи іншого пункту розподілу електроенергії (ПРЕ) (рисунок 1.1).

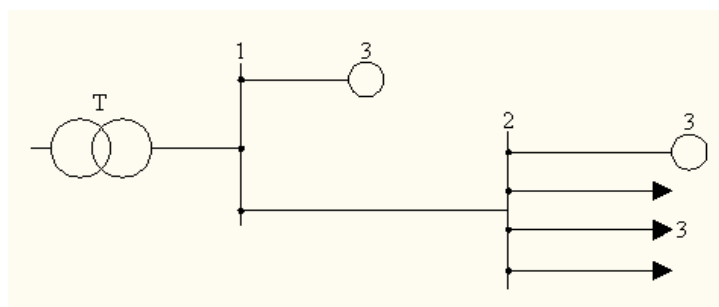


Рисунок 1.1 – Радіальна схема живлення електроприймачів
при напрузі до 1 кВ:

- 1 - розподільний пристрій низької напруги (НН) цехової підстанції;
- 2 - силова розподільна шафа;
- 3 - електроприймачі.

У радіальних схемах проміжними ПРЕ можуть бути силові розподільні шафи (СРШ), силові розподільні пункт (СРП) або силові збірки, тобто пристрої з обмеженою кількістю приєднань (для різних типів СРШ кількість приєднань буває від 4 до 12).

Переваги радіальних схем: висока надійність; простота експлуатації; зручність автоматизації та захисту.

Недоліки радіальних схем: необхідність розвинутого розподільного пристрою НН цехової трансформаторної підстанції (ЦТП), який займає велику площу і має багато електричних апаратів (ЕА); велика кількість ліній, що відходять від розподільного пристрою НН ЦТП, знижує економічність через підвищену витрату провідникового матеріалу; обмежена гнучкість мережі при переміщенні устаткування, пов'язаному зі зміною технологічного процесу.

Радіальні схеми застосовуються для живлення:

- відповідальних ЕП;
- зосереджених навантажень великої потужності;
- груп ЕП невеликої потужності, які живляться від ПРЕ;
- ЕП, які знаходяться у вибухонебезпечних, пожежонебезпечних і курних приміщеннях.

Магістральна схема – це така мережа, уздовж якої в кожній точці можуть бути приєднані споживачі електроенергії (рисунк 1.2).

У суто магістральних схемах як окремі ЕП, так і окремі ПРЕ приєднують до магістралей. Такими магістралями для ЕП є шинопровід розподільний алюмінієвий (ШРА) (рисунк 1.2, а), СРШ (рисунк 1.2, а) і модульні проводки (рисунк 1.2, д), а для ПРЕ (ШРА або СРШ) – шинопровід магістральний алюмінієвий (ШМА) або магістральні кабельні лінії, які приєднані до розподільного пристрою НН ЦТП. Максимальне спрощення розподільний пристрій НН ЦТП одержує в схемі блоку "трансформатор - магістраль" (БТМ), у якій до трансформатора приєднується лише одна шафа вводу, від якої відходить ШМА (рисунк 1.2, в).

Допускається як виняток приєднувати в "ланцюжок" (рисунк 1.2, г) до трьох ЕП одного технологічного призначення при невеликій їх потужності (до 1 кВт), якщо: у ПРЕ мало приєднань; ЕП розташовані близько один від іншого, але значно віддалені від ПРЕ. Однофазні і трифазні ЕП в один "ланцюжок" не з'єднують.

Переваги магістральних схем: забезпечення найкоротшого шляху від джерела живлення (ДЖ) до ЕП, що сприяє зменшенню втрат електроенергії;

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

спрощення розподільного пристрою НН ЦТП (потрібна менша кількість ЕА); висока гнучкість та універсальність мережі при виконанні її шинопроводами, тому що можна переміщувати чи приєднувати нове устаткування без зміни мережі (через зміну технологічного процесу).

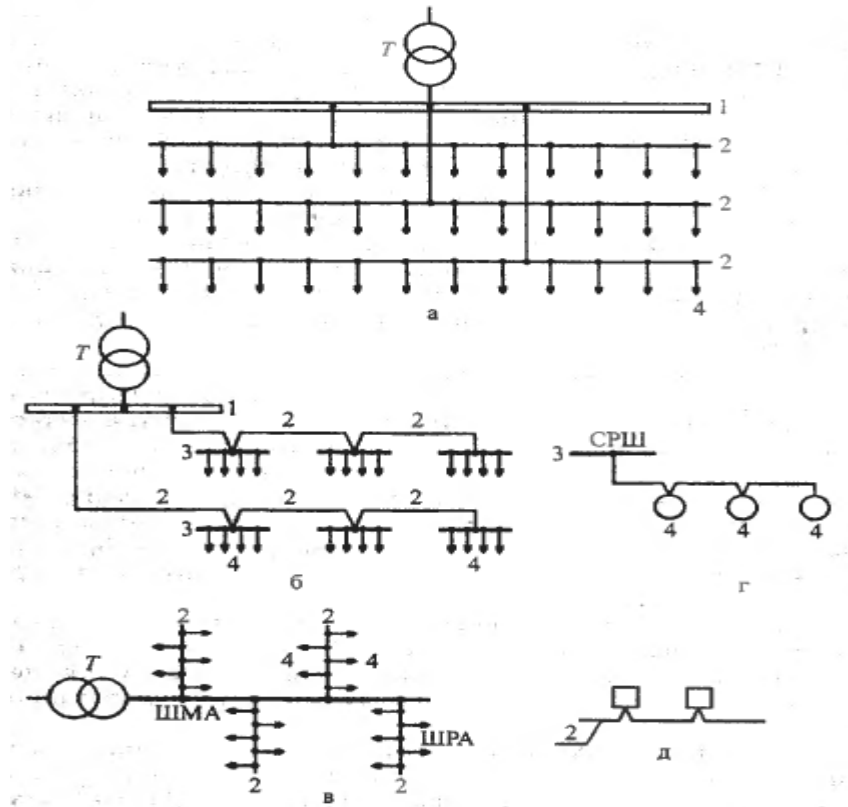


Рисунок 1.2 – Магістральні схеми живлення електроприймачів при напрузі до 1 кВ:

- а – з розподіленням навантаженням;
- б – з зосередженим навантаженням;
- в – блок “трансформатор-магістраль”;
- г - “ланцюжок”;
- д – модульна;
- 1 - розподільний пристрій НН ЦТП;
- 2 – магістралі;
- 3 - силова розподільна шафа;
- 4 - електроприймачі.

Недоліки магістральних схем: менша надійність, ніж у радіальних (одночасно вимикаються всі ЕП, які приєднані до ушкодженої магістралі); деяка

перевитрата кольорового металу через застосування шинопроводів і модульної проводки постійного перерізу.

Магістральні схеми застосовуються для;

- рівномірно розподіленого по площі цеху навантаження;
- технологічно пов'язаних ЕП;
- симетрично розташованих механізмів у разі значної їх довжини.

Змішана схема (рисунок 1.3) поєднує в собі елементи магістральної й радіальної: частина ЕП одержує живлення від магістралей (ШРА), частина – від СРШ, які, у свою чергу, живляться від розподільного пристрою НН ЦТП або від ШРА. Таке сполучення дозволяє більш повно використовувати переваги обох схем в умовах реального розміщення ЕП на площі цеху.

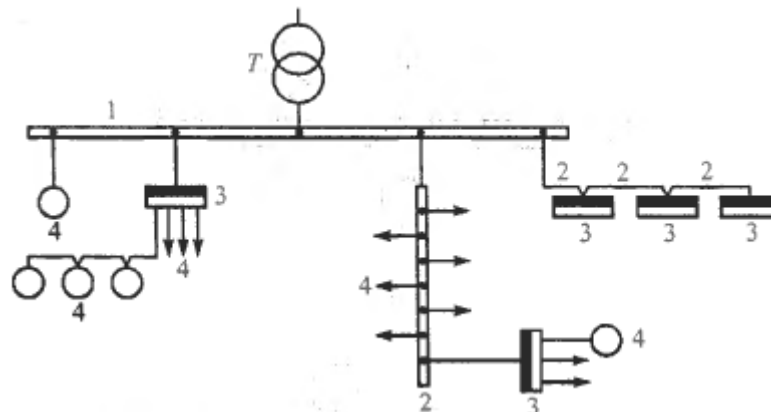


Рисунок 1.3 – Приклад змішаної схеми:

- 1 - розподільний пристрій НН ЦТП;
- 2 – магістралі;
- 3 - силова розподільна шафа;
- 4 - електроприймачі.

На основі аналізу розміщення технологічного обладнання (рисунок 1.4), зважаючи на необхідність забезпечення надійності електропостачання, зручності експлуатації, капітальні затрати і втрати напруги, обираємо радіальну схему цехової електричної мережі.

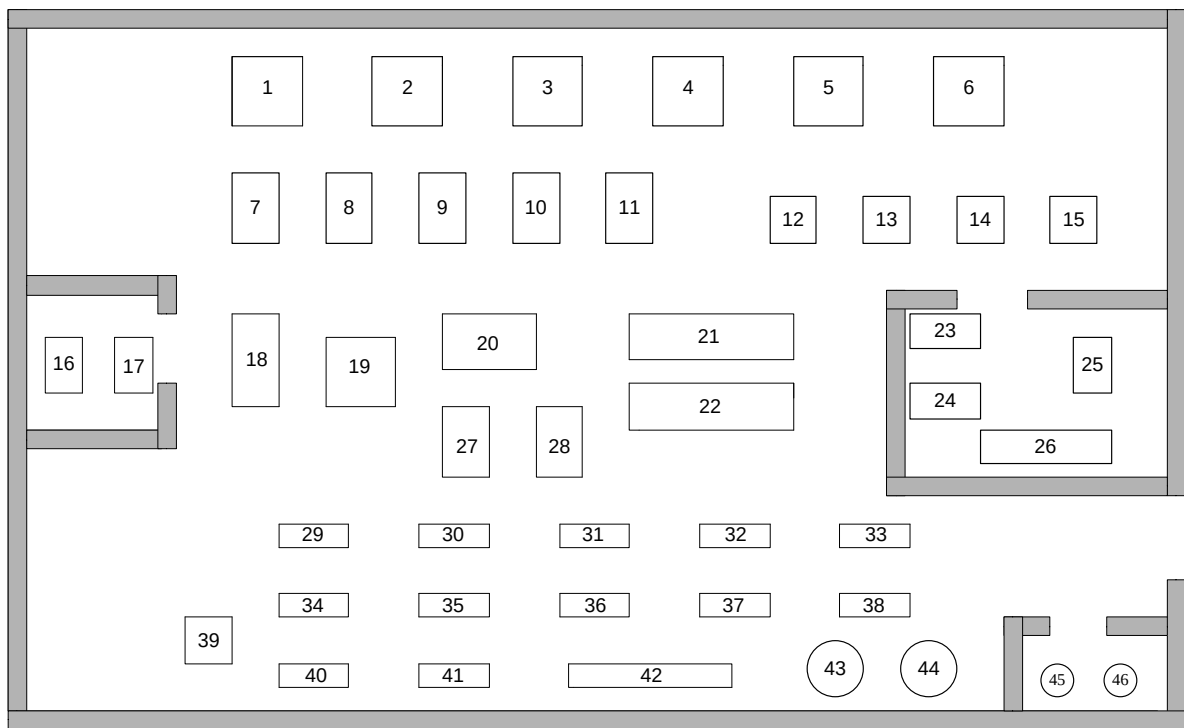


Рисунок 1.4 – План розміщення технологічного обладнання
автоматизованого цеху

Таким чином, в першому розділі було наведено характеристики досліджуваного цеху, обрано категорію надійності і напругу живлення електроустаткування, а також вид схеми цехової мережі.

2 РОЗРАХУНОК СХЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО ЦЕХУ

2.1 Розрахунок навантаження автоматизованого цеху

На основі вихідних даних про кількість та потужність електрообладнання цеху складаємо відомість електричних приймачів цеху у вигляді таблиці

Таблиця 2.1 – Відомість електричних приймачів цеху

Номер на плані	Найменування ЕП	Кількість	Р кВт
1	2	3	4
1-6	Прес ексцентриковий типу КА- 213	6	2,2
7-11	Прес кривошипний типу К- 240	5	3
12-15	Вертикально-сверлильні станки типа 2А 125	3	3
16-17	Перетворювачі зварювальні типу ПСО- 300	2	14
18	Автомат по виготовленню болтів	1	4
19	Автомат різьбоканатний	1	5
20	Верстат протяжний	1	7,5
21-22	Оброблювальні автомати	2	10
23-24	Оброблювальні барабани	2	5
25	Віброоброблювальні барабани	1	5,5
26	Станок віброоброблювальний	1	8,2
27	Автомат обрубний	1	10
28	Машина шнекомийна	1	5,2
29-38	Автомати гайконарізні	9	1,2
39	Кран-балка	1	2
40-41	Електрожорно наждачне	2	1,5

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

1	2	3	4
42	Автомат трипозиційний висадковий	1	5,8
43-44	Вібросито	2	0,8
45-46	Вентилятори	2	5

Всі електроприймачі автоматизованого цеху ділимо на 4 групи і закріплюємо кожну групу за окремим РП.

Визначення середньої активної та реактивної потужності за найбільш завантажену зміну[6]:

$$P_{см} = k_{\epsilon} \cdot P_n, \quad (2.1)$$

де k_{ϵ} – коефіцієнт використання;

$P_n = P_{вст}$ для електроприймачів з тривалим режимом роботи.

РП-1:

$$P_{см_{1-6}} = 0,35 \cdot 13,2 = 4,62 \text{ кВт}$$

$$P_{см_{7-11}} = 0,35 \cdot 15 = 5,25 \text{ кВт}$$

$$\sum P_{см} = 4,62 + 5,25 = 9,87 \text{ кВт}$$

РП-2:

$$P_{см_{16-17}} = 0,35 \cdot 28 = 9,8 \text{ кВт}$$

$$P_{cm_{18}} = 0,25 \cdot 4 = 1 \text{ кВт}$$

$$P_{cm_{19}} = 0,25 \cdot 5 = 1,25 \text{ кВт}$$

$$P_{cm_{20}} = 0,22 \cdot 7,5 = 1,65 \text{ кВт}$$

$$P_{cm_{27}} = 0,22 \cdot 10 = 2,2 \text{ кВт}$$

$$P_{cm_{28}} = 0,25 \cdot 5,2 = 1,3 \text{ кВт}$$

$$P_{cm_{29,34}} = 0,22 \cdot 2,4 = 0,53 \text{ кВт}$$

$$P_{cm_{39}} = 0,35 \cdot 2 = 0,7 \text{ кВт}$$

$$\Sigma P_{cm} = 9,8 + 1 + 1,25 + 1,65 + 2,2 + 1,3 + 0,53 + 0,7 = 18,43 \text{ кВт}$$

РП-3:

$$P_{cm_{12-15}} = 0,14 \cdot 12 = 1,68 \text{ кВт}$$

$$P_{cm_{21-22}} = 0,22 \cdot 20 = 4,4 \text{ кВт}$$

$$P_{cm_{23-24}} = 0,17 \cdot 5 = 0,85 \text{ кВт}$$

$$P_{cm_{25}} = 0,17 \cdot 5,5 = 0,94 \text{ кВт}$$

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$P_{cm_{26}} = 0,22 \cdot 8,2 = 1,8 \text{ кВт}$$

$$P_{cm_{45-46}} = 0,65 \cdot 10 = 6,5 \text{ кВт}$$

$$\Sigma P_{cm} = 1,68 + 4,4 + 0,85 + 0,94 + 1,8 + 6,5 = 16,17 \text{ кВт}$$

РП-4:

$$P_{cm_{30-33,35-38}} = 0,22 \cdot 9,6 = 2,11 \text{ кВт}$$

$$P_{cm_{40-41}} = 0,17 \cdot 3 = 0,51 \text{ кВт}$$

$$P_{cm_{42}} = 0,17 \cdot 5,8 = 0,98 \text{ кВт}$$

$$P_{cm_{43-44}} = 0,6 \cdot 1,6 = 0,96 \text{ кВт}$$

$$\Sigma P_{cm} = 2,11 + 0,51 + 0,98 + 0,96 = 4,56 \text{ кВт}$$

$$Q_{cm} = P_{cm} \cdot \operatorname{tg} \varphi, \quad (2.2)$$

РП-1:

$$Q_{cm_{1-6}} = 4,62 \cdot 1,17 = 5,4 \text{ квар}$$

$$Q_{cm_{7-11}} = 5,25 \cdot 1,17 = 6,14 \text{ квар}$$

$$\Sigma Q_{cm} = 5,4 + 6,14 = 11,54 \text{ квар}$$

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РП-2:

$$Q_{см_{16-17}} = 9,8 \cdot 1,17 = 11,47 \text{ квар}$$

$$Q_{см_{18}} = 1 \cdot 1,17 = 1,17 \text{ квар}$$

$$Q_{см_{19}} = 1,25 \cdot 1,17 = 1,46 \text{ квар}$$

$$Q_{см_{20}} = 1,65 \cdot 1,17 = 2,53 \text{ квар}$$

$$Q_{см_{27}} = 2,2 \cdot 1,17 = 2,57 \text{ квар}$$

$$Q_{см_{28}} = 1,3 \cdot 1,17 = 1,52 \text{ квар}$$

$$Q_{см_{29,34}} = 0,53 \cdot 1,17 = 0,62 \text{ квар}$$

$$Q_{см_{39}} = 0,7 \cdot 1,98 = 1,39 \text{ квар}$$

$$\Sigma Q_{см} = 11,47 + 1,17 + 1,46 + 2,53 + 1,93 + 1,52 + 0,62 + 1,39 = 22,09 \text{ квар}$$

РП-3:

$$Q_{см_{12-15}} = 1,68 \cdot 1,17 = 1,97 \text{ квар}$$

$$Q_{см_{21-22}} = 4,4 \cdot 1,17 = 5,15 \text{ квар}$$

$$Q_{см_{23-24}} = 0,85 \cdot 1,98 = 1,68 \text{ квар}$$

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q_{см_{25}} = 0,94 \cdot 1,98 = 1,86 \text{ квар}$$

$$Q_{см_{26}} = 1,8 \cdot 1,17 = 2,11 \text{ квар}$$

$$Q_{см_{45-46}} = 6,5 \cdot 0,75 = 4,88 \text{ квар}$$

$$\Sigma Q_{см} = 1,97 + 5,15 + 1,68 + 1,86 + 2,11 + 4,88 = 17,65 \text{ квар}$$

РП-4:

$$Q_{см_{30-33,35-38}} = 2,11 \cdot 1,17 = 2,47 \text{ квар}$$

$$Q_{см_{40-41}} = 0,51 \cdot 1,98 = 1,01 \text{ квар}$$

$$Q_{см_{42}} = 0,98 \cdot 1,98 = 1,94 \text{ квар}$$

$$Q_{см_{43-44}} = 0,96 \cdot 0,75 = 0,72 \text{ квар}$$

$$\Sigma Q_{см} = 2,47 + 1,01 + 1,94 + 0,72 = 6,14 \text{ квар}$$

Визначаємо коефіцієнт використання k_{θ} для групи електроприймачів, закріплених за окремим розподільним пунктом, за виразом:

$$k_{вгр} = \frac{\sum_1^n k_{\theta} \cdot P_{вст.i}}{\sum_1^n P_{вст.i}}, \quad (2.3)$$

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$k_{взр1} = \frac{9,87}{28} = 0,35$$

$$k_{взр2} = \frac{18,43}{64,1} = 0,29$$

$$k_{взр3} = \frac{16,17}{65,7} = 0,25$$

$$k_{взр1} = \frac{5,46}{20} = 0,23$$

Визначаємо ефективне число приймачів n_{ef} :

$$n_{ef} = \frac{(\sum_{n,i}^n P_{n,i})^2}{\sum_{n,i}^n P_{n,i}^2} \quad (2.4)$$

приймається $n_{ef} = n$, якщо найбільш потужний та найбільш малопотужний приймачі даної групи розрізняються не більш, як в три рази.

$$n_{ef1} = \frac{28,2^2}{6 \cdot 2,2^2 + 5 \cdot 3^2} = 10,3 \approx 10$$

$$n_{ef2} = \frac{64,1^2}{2 \cdot 14^2 + 4^2 + 5^2 + 7,5^2 + 10^2 + 5,2^2 + 1,2^2 + 2^2} = 6,25 \approx 6$$

$$n_{ef3} = \frac{65,7^2}{4 \cdot 3^2 + 2 \cdot 10^2 + 2 \cdot 5^2 + 5,5^2 + 8,2^2 + 2 \cdot 5^2} = 8,1 \approx 8$$

$$n_{ef4} = \frac{20^2}{4 \cdot 11^2 + 4 \cdot 40^2 + 3 \cdot 18^2} = 4,2 \approx 4$$

Визначаємо коефіцієнт максимуму k_m активної потужності з довідникових даних, якщо $k_m = f(k_\phi, n_{ef})$.

Визначаємо розрахункове активне навантаження, тобто максимальне середнє навантаження за інтервал усереднення за формулою:

$$P_p = k_m \cdot \Sigma P_{cm}, \quad (2.5)$$

$$P_{p1} = 1,51 \cdot 9,87 = 13,82 \text{ кВт}$$

$$P_{p2} = 1,4 \cdot 18,43 = 25,8 \text{ кВт}$$

$$P_{p3} = 1,44 \cdot 16,17 = 22,64 \text{ кВт}$$

$$P_{p4} = 1,48 \cdot 4,56 = 6,38 \text{ кВт}$$

Знаходимо реактивне розрахункове навантаження за умовою:

$$Q_p = \Sigma Q_{cm}, \text{ якщо } n_{ef} \geq 10,$$

(2.6)

$$Q_p = 1,1 \cdot \Sigma Q_{cm}, \text{ якщо } n_{ef} < 10,$$

$$Q_{p1} = 11,54 \text{ кВар}$$

$$Q_{p2} = 1,1 \cdot 22,09 = 24,3 \text{ кВар}$$

$$Q_{p3} = 1,1 \cdot 17,65 = 19,42 \text{ кВар}$$

$$Q_{p4} = 1,1 \cdot 6,14 = 6,75 \text{ кВар}$$

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

Визначаємо повне розрахункове навантаження на кожному розподільному пункті за виразом:

$$S_p = \sqrt{P_p^2 + Q_p^2}, \quad (2.7)$$

$$S_{p1} = \sqrt{13,82^2 + 11,54^2} = 18 \kappa BA$$

$$S_{p2} = \sqrt{25,8^2 + 24,3^2} = 35,44 \text{ } \kappa BA$$

$$S_{p3} = \sqrt{22,64^2 + 19,42^2} = 29,83 \text{ kBA}$$

$$S_{p4} = \sqrt{6,38^2 + 6,75^2} = 9,29 \text{ } \kappa BA$$

Вихідні дані та результати розрахунку вносимо в таблицю 2.2

Таблиця 2.2 – Результати розрахунку навантаження
розподільних пунктів

№ ЕП	Кількість	$P_{\text{дод}}$		k_v	$\cos\varphi/\text{tg}\varphi$	Середня потужність		$n_{\text{эф}}$	k_m	Розрахункове навантаження		
		одного кВт	Σ , кВт			$P_{\text{см}}$, кВт	$Q_{\text{см}}$, кВар			P_p , кВт	Q_p , кВар	S_p , кВА
РП-1												
1-6	6	2,2	13.2	0,35	0,65/1,17	4,62	5,4	10	1,4	13,8	11,5	18
7-11	5	3	15	0,35	0,65/1,17	5,25	6,14					
Разом	28,2	0,35		9,87	11,54	0,6	1,04					

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 2.2

ПІІ-2												
16-17	2	14	28	0,35	0,65/1,17	9,8	11,47	6	1,4	25,8	24,3	35,44
18	1	4	4	0,25	0,65/1,17	1	1,17					
19	1	5	5	0,25	0,65/1,17	1,25	1,46					
20	1	7,5	7,5	0,22	0,65/1,17	1,65	2,53					
27	1	10	10	0,25	0,65/1,17	2,2	2,57					
28	1	5,2	5,2	0,25	0,65/1,17	1,3	1,52					
29,34	2	1,2	2,4	0,22	0,65/1,17	0,53	0,62					
39	1	2	2	0,35	0,45/1,98	0,7	1,39					
Разом	64,1	0,29		18,3	22,09	0,61	0,81					
ПІІ-3												
12-15	4	3	12	0,14	0,6/1,17	1,68	1,97	8	1,4	22,6	19,4	29,83
21-22	2	10	20	0,25	0,65/1,17	4,4	5,15					
23-24	2	5	10	0,17	0,45/1,98	0,85	1,68					
25	1	5,5	5,5	0,17	0,45/1,98	0,94	1,86					
26	1	8,2	8,2	0,22	0,65/1,17	1,8	2,11					
45-46	2	5	10	0,65	0,8/0,75	6,5	4,88					
Разом	65,7	0,25		16,17	17,65	0,37	0,49					
ПІІ-4												
30-33 35-38	8	1,2	9,6	0,22	0,65/1,17	2,11	2,47	4	1,4	6,38	6,8	9,29
40-41	2	1,5	3	0,17	0,45/1,98	0,51	1,01					
42	1	5,8	5,8	0,17	0,45/1,98	0,98	1,94					
43-44	2	0,8	1,6	0,6	0,8/0,75	0,96	0,72					
Разом			20	0,23		4,56	6,14					
Всього										68,6	62	92,56

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2 Побудова картограми і визначення центру електричних навантажень

Розрахунок навантажень цеху передбачає побудову картограми навантажень з визначенням центру електричних навантажень (ЦЕН) для подальшого розміщення поблизу нього трансформаторної підстанції [5].

Для визначення центру електричних навантажень цеху, методом коефіцієнта попиту визначаємо розрахункові активні навантаження всіх ЕП цеху за виразом:

$$P_p = k_n \cdot P_{вст}, \quad (2.8)$$

де P_p – розрахункова потужність електроприймачів, кВт;

k_n - коефіцієнт попиту;

$P_{вст}$ - встановлена потужність електроприймачів, кВт.

$$P_{P_{1-6}} = 0,4 \cdot 13,2 = 5,28 \text{ кВт}$$

$$P_{P_{7-11}} = 0,4 \cdot 13,2 = 5,28 \text{ кВт}$$

$$P_{P_{12-15}} = 0,16 \cdot 12 = 1,92 \text{ кВт}$$

$$P_{P_{16-17}} = 0,4 \cdot 28 = 11,2 \text{ кВт}$$

$$P_{P_{18}} = 0,4 \cdot 4 = 1,6 \text{ кВт}$$

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$P_{p_{19}} = 0,4 \cdot 5 = 2 \text{ кВт}$$

$$P_{p_{20}} = 0,4 \cdot 7,5 = 3 \text{ кВт}$$

$$P_{p_{21-22}} = 0,4 \cdot 10 = 4 \text{ кВт}$$

$$P_{p_{23-24}} = 0,4 \cdot 10 = 4 \text{ кВт}$$

$$P_{p_{25}} = 0,4 \cdot 5,5 = 2,2 \text{ кВт}$$

$$P_{p_{26}} = 0,4 \cdot 8,2 = 3,28 \text{ кВт}$$

$$P_{p_{27}} = 0,4 \cdot 10 = 4 \text{ кВт}$$

$$P_{p_{28}} = 0,4 \cdot 5,2 = 2,08 \text{ кВт}$$

$$P_{p_{29,34}} = 0,4 \cdot 2,4 = 0,96 \text{ кВт}$$

$$P_{p_{30-33,35-38}} = 0,4 \cdot 9,6 = 3,84 \text{ кВт}$$

$$P_{p_{39}} = 0,4 \cdot 2 = 0,8 \text{ кВт}$$

$$P_{p_{40,41}} = 0,4 \cdot 1,5 = 0,6 \text{ кВт}$$

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$P_{p_{42}} = 0,4 \cdot 5,8 = 2,32 \text{ кВт}$$

$$P_{p_{43-44}} = 0,75 \cdot 1,6 = 1,2 \text{ кВт}$$

$$P_{p_{45-46}} = 0,8 \cdot 10 = 8 \text{ кВт}$$

$$\begin{aligned} \sum P_p &= 5,28 + 6 + 1,92 + 11,2 + 1,6 + 2 + 3 + 4 + 4 + 2,2 + 3,28 + 4 + 2,08 + \\ &+ 0,96 + 3,84 + 0,8 + 0,6 + 2,32 + 1,2 + 8 = 68,28 \text{ кВт} \end{aligned}$$

Сумарну активну потужність визначаємо за виразом:

$$P_{p\Sigma} = \sum P_p + P_o, \quad (2.9)$$

$$P_{p\Sigma} = 68,64 + 18,06 = 86,7 \text{ кВт}$$

Сумарну реактивну потужність визначаємо за виразом:

$$Q_{p\Sigma} = P_{p\Sigma} \cdot \text{tg}\phi_{cp}, \quad (2.10)$$

де $\text{tg}\phi_{cp}$ - середньозважене значення $\text{tg}\phi$ для даної групи електроприймачів.

$$Q_{p\Sigma} = 78,38 \cdot 1,25 = 97,98 \text{ кВар}$$

Повну розрахункову потужність цеху визначаємо за виразом:

$$S_p = \sqrt{P_{p\Sigma}^2 + Q_{p\Sigma}^2} \cdot k_{pm}, \quad (2.11)$$

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

k_{pm} - коефіцієнт сумісності розрахункових максимумів окремих груп електроприймачів цеху ($k_{pm} = 0,8 - 1$).

$$S_p = \sqrt{86,64^2 + 97,98^2} \cdot 1 = 131 \text{ кВА}.$$

Для вибору місця розташування підстанції побудуємо картограму навантажень цеху і визначимо центр електричних навантажень цеху. Картограму навантажень будуємо на генеральному плані цеху.

Вибираємо масштаб побудови картограми навантажень. Прийmemo радіус круга навантаження автоматизованого цеху $r = 20$ м. Тоді масштаб картограми навантажень:

Визначаємо радіус круга навантаження для цеху при даному масштабі:

Для вибору місця розташування ЦТП визначимо центр електричних навантажень цеху:

$$X_o = \frac{\sum P_i \cdot X_i}{\sum P_i}, \quad Y_o = \frac{\sum P_i \cdot Y_i}{\sum P_i}, \quad (2.12)$$

де P_{pi} – потужності і-го ЕП;

X_i, Y_i – координати і-го ЕП відповідно по x і y .

Координати кожного ЕП вносимо в таблицю 2.3

Таблиця 2.3 – Координати ЕП цеху

№ ЕП	1	2	3	4	5	6	7	8
X, м	0,5	6,5	2,5	8,5	4,5	0,5	0	4
Y, м	6	6	6	6	6	6	1	1
№ ЕП	9	10	11	12	13	14	15	16
X, м	18	22	26	34	38	42	46	2,8
Y, м	21	21	21	20,5	20,5	20,5	20,5	14,6
№ ЕП	17	18	19	20	21	22	23	24
X, м	5,4	10	14	19,4	28	28	38,5	38,5
Y, м	14,6	15,5	16	14,2	14	17	19,2	22
№ ЕП	25	26	27	28	29	30	31	32
X, м	44,2	43	18,7	22,5	13	19	25	31
Y, м	20,6	11,5	11	11	7,2	7,2	7,2	7,2
№ ЕП	33	34	35	36	37	38	39	40
X, м	37	13	19	25	31	37	8	13
Y, м	7,2	9,2	9,2	9,2	9,2	9,2	3,2	2
№ ЕП	41	42	43	44	45	46		
X, м	19	27,2	34,5	38,5	43,5	46,5		
Y, м	2	3	3,1	3,1	1,3	1,3		

$$\begin{aligned}
& 10,5 \cdot 2,2 + 16,5 \cdot 2,2 + 22,5 \cdot 2,2 + 28,5 \cdot 2,2 + 34,5 \cdot 2,2 + 40,5 \cdot 2,2 + 10 \cdot 3 + \\
& + 14 \cdot 3 + 18 \cdot 3 + 22 \cdot 3 + 26 \cdot 3 + 34 \cdot 3 + 38 \cdot 3 + 42 \cdot 3 + \\
& + 46 \cdot 3 + 2,8 \cdot 14 + 5,4 \cdot 14 + 10 \cdot 4 + 14 \cdot 5 + 19,4 \cdot 7,5 + 28 \cdot 10 \cdot 2 + \\
& + 38,5 \cdot 5 \cdot 2 + 44,2 \cdot 5,5 + 43 \cdot 8,2 + 18,7 \cdot 10 + 22,5 \cdot 5,2 + 13 \cdot 1,2 + \\
& + 19 \cdot 1,2 + 25 \cdot 1,2 + 31 \cdot 1,2 + 37 \cdot 1,2 + 13 \cdot 1,2 + 19 \cdot 1,2 + 25 \cdot 1,2 + \\
& + 31 \cdot 1,2 + 37 \cdot 1,2 + 8 \cdot 2 + 13 \cdot 1,5 + 19 \cdot 1,5 + 27,2 \cdot 5,8 + 34,5 \cdot 0,8 + \\
& + 38,5 \cdot 0,8 + 43,5 \cdot 5 + 46,5 \cdot 5 \\
X_o = \frac{\sum P_i \cdot X_i}{\sum P_i} = & \frac{2,2 \cdot 6 + 3 \cdot 5 + 3 \cdot 4 + 14 \cdot 2 + 4 + 5 + 7,5 + 10 \cdot 2 + 5 \cdot 2 + 5,5 + \\
& + 8,2 + 10 + 5,2 + 1,2 \cdot 10 + 2 + 1,5 \cdot 2 + 5,8 + 0,8 \cdot 2 + 5 \cdot 2}{178} = \\
& = \frac{4351,8}{178} = 24,45\text{м}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& 26 \cdot 2,2 \cdot 6 + 21 \cdot 3 \cdot 5 + 20,5 \cdot 4 \cdot 3 + 14,6 \cdot 14 \cdot 2 + 15,5 \cdot 4 + 16 \cdot 5 + \\
& + 14,2 \cdot 7,5 + 14 \cdot 10 + 17 \cdot 10 + 19,2 \cdot 5 + 22 \cdot 5 + 20,6 \cdot 5,5 + 11,5 \cdot 8,2 + 11 \cdot 10 + \\
Y_o = \frac{\sum P_i \cdot Y_i}{\sum P_i} = & \frac{11 \cdot 5,2 + 7,2 \cdot 1,2 \cdot 5 + 9,2 \cdot 1,2 \cdot 5 + 3,2 \cdot 2 + 2 \cdot 1,5 \cdot 2 + 3 \cdot 5,8 + 3,1 \cdot 0,8 \cdot 2 + 1,3 \cdot 5 \cdot 2}{2,2 \cdot 6 + 3 \cdot 5 + 3 \cdot 4 + 14 \cdot 2 + 4 + 5 + 7,5 + 10 \cdot 2 + 5 \cdot 2 + 5,5 + \\
& + 8,2 + 10 + 5,2 + 1,2 \cdot 10 + 2 + 1,5 \cdot 2 + 5,8 + 0,8 \cdot 2 + 5 \cdot 2} = \\
& = \frac{2598,46}{178} = 14,6\text{м}
\end{aligned}$$

Визначимо центр навантажень кожної з РП за виразом:

$$\text{РП-1:} \quad r = \sqrt{\frac{P_p \Sigma 1}{\Pi \cdot m_p}} = \sqrt{\frac{13,82}{3,14 \cdot 0,07}} = 8(\text{м})$$

$$\text{РП-2:} \quad r = \sqrt{\frac{P_p \Sigma 2}{\Pi \cdot m_p}} = \sqrt{\frac{25,8}{3,14 \cdot 0,07}} = 10,8(\text{м})$$

$$\text{РП-3:} \quad r = \sqrt{\frac{P_p \Sigma 3}{\Pi \cdot m_p}} = \sqrt{\frac{22,64}{3,14 \cdot 0,07}} = 10,15(\text{м})$$

$$\text{РП-4:} \quad r = \sqrt{\frac{P_p \Sigma 4}{\Pi \cdot m_p}} = \sqrt{\frac{6,38}{3,14 \cdot 0,07}} = 5,4(\text{м})$$

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Маючи всі необхідні дані проектуємо структурну схему електропостачання автоматизованого цеху (рис. 2.1).

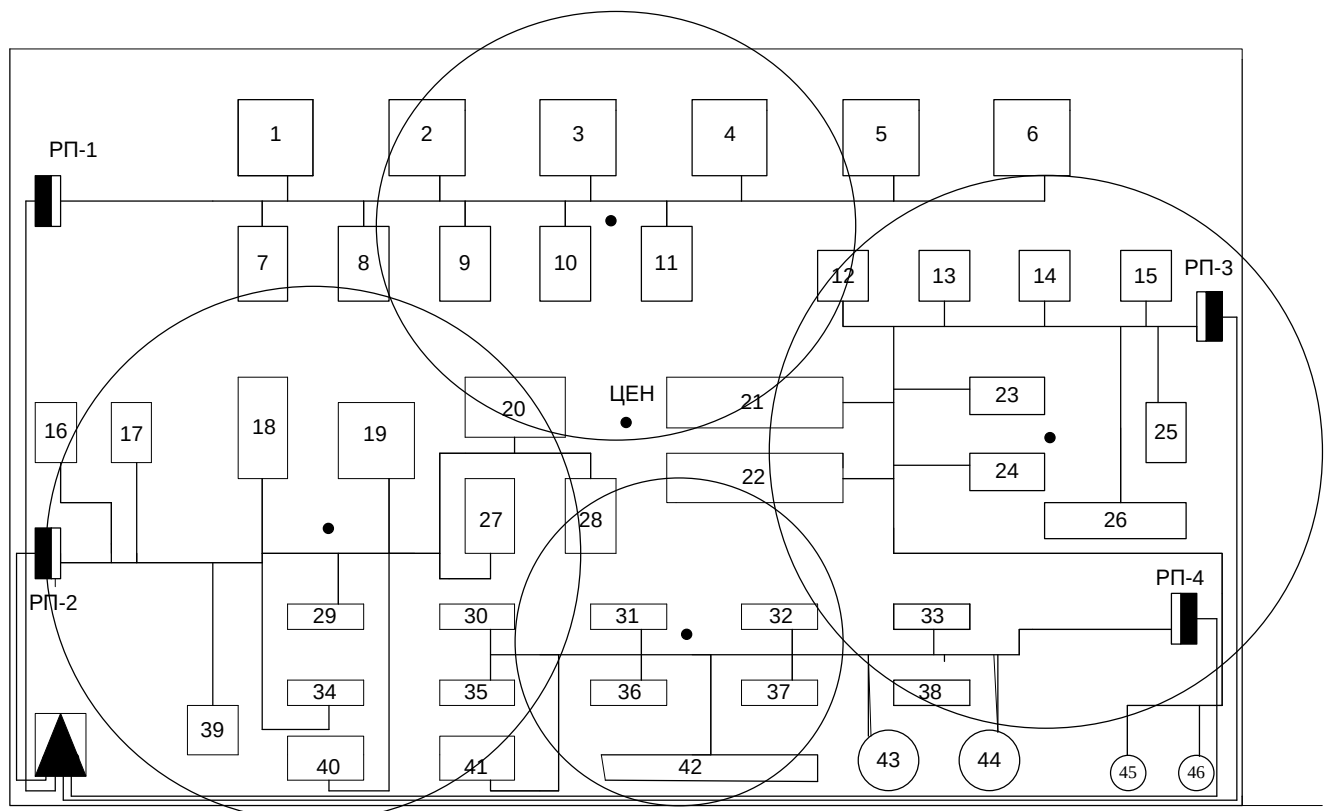


Рисунок 2.1 – Структурна схема електропостачання цеху

2.3 Вибір числа і потужності силових трансформаторів

Правильний вибір числа і потужності трансформаторів на цехових трансформаторних підстанціях є одним з основних питань раціональної побудови СЕП.

Двохтрансформаторні підстанції застосовують при значному числі споживачів 1 і 2-ої категорії. Доцільно застосування двохтрансформаторної підстанції при нерівномірному добовому і річному графіках навантаження підприємства, при сезонному режимі роботи. Як правило, передбачається роздільна робота трансформаторів для зменшення струмів КЗ.

Вибір потужності трансформаторів проводиться виходячи з розрахункового навантаження об'єкту електропостачання, числа годин використання максимуму

навантаження, темпів зростання навантажень, вартості електроенергії, допустимого перевантаження трансформаторів і їх економічного завантаження.

Найвигідніше (економічне) завантаження цехових трансформаторів залежить від категорії ЕП, від числа трансформаторів і способів резервування.

Сукупність допустимих навантажень, систематичних і аварійних перевантажень, визначають навантажувальну здатність трансформаторів, в основу розрахунку якої покладений тепловий знос ізоляції трансформатора. Допустимі систематичні навантаження і аварійні перевантаження не приводять до помітного старіння ізоляції і істотного скорочення термінів служби.

Допустимі аварійні перевантаження трансформаторів при виборі їх номінальної потужності залежать від тривалості перевантаження на протязі доби, від температури навколишнього середовища і системи охолодження трансформатора.

Оскільки в цеху переважають приймачі 3-ої категорії, то для установки на цехову трансформаторну підстанцію обираємо 1 трансформатор потужністю $S_{нтр}=100$ кВА. З характеристиками: $\Delta P_{хх}=0,32$ кВт, $\Delta P_{кз}=1,97$ кВт, $I_{хх}=2,6\%$, $U_{кз}=5,5\%$, $k_{\epsilon}=0,12$.

Визначимо коефіцієнт завантаження трансформаторів в нормальному і аварійному режимах:

$$K_{з.нр} = \frac{S_p}{2 \cdot S_{нтр}} \leq 0,5 - 0,9, \quad (2.13)$$

$$K_{з.ар} = \frac{S_p}{S_{нтр}} \leq 1,4. \quad (2.14)$$

де S_p - повна розрахункова потужність цеху, кВА;

$S_{нтр}$ - номінальна потужність трансформатора, кВА.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K_{з.нр} = \frac{131}{2 \cdot 100} = 0,64,$$

$$K_{з.ар} = \frac{131}{100} = 1,31.$$

Втрати потужності в трансформаторах визначаються за виразами:

$$\Delta P_{тр} = n \cdot (\Delta P_{хх} + k_e \cdot 0,01 \cdot I_{хх} \cdot S_{н.тр}) + \frac{\Delta P_{кз} + k_e \cdot 0,01 \cdot U_{кз} \cdot S_{н.тр}}{n} \cdot \left(\frac{S_p}{S_{н.тр}} \right)^2 \quad (2.15)$$

$$\Delta Q_{тр} = n \cdot 0,01 \cdot I_{хх} \cdot S_{н.тр} + \frac{U_{кз} \cdot S_p^2}{n \cdot 100 \cdot S_{н.тр}} \quad (2.16)$$

де $\Delta P_{тр}$, $\Delta Q_{тр}$ – втрати активної і реактивної потужності в трансформаторах, кВт;

n – кількість трансформаторів, шт.;

$\Delta P_{хх}$, $\Delta P_{кз}$ – втрати холостого ходу і короткого замикання, кВт;

$I_{хх}$, $I_{кз}$ – струм холостого ходу і короткого замикання у відсотках від номінальних значень;

k_e – економічний еквівалент реактивної потужності, кВт/кВар. Для трансформаторів напругою 6-10 кВ $k_e = 0,12$ [5].

$$\Delta P_{тр} = 1 \cdot (0,32 + 0,12 \cdot 0,01 \cdot 2,6 \cdot 100) + \frac{1,97 + 0,12 \cdot 0,01 \cdot 5,5 \cdot 100}{1} \cdot \left(\frac{131}{100} \right)^2 = 4,76 \text{ кВт}$$

$$\Delta Q_{тр} = 1 \cdot 0,01 \cdot 2,6 \cdot 100 + \frac{5,5 \cdot 131^2}{1 \cdot 100 \cdot 100} = 11,26 \text{ квар}$$

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

Навантаження з врахуванням втрат:

$$P^* = P_{p\Sigma} + \Delta P_{tr} = 86,64 + 4,76 = 91,4 \text{ кВт},$$

$$Q^* = Q_{p\Sigma} + \Delta Q_{tr} = 97,98 + 11,26 = 109,24 \text{ кВар},$$

$$S^* = \sqrt{P^{*2} + Q^{*2}} = \sqrt{91,4^2 + 109,24^2} = 140 \text{ кВА}.$$

Результати розрахунків заносимо в таблицю 2.4.

Таблиця 2.4 Результати розрахунку навантаження трансформаторів

Розрахункове навантаження			К-ть трансформаторів	$S_{н.тр},$ кВА	$k_{з.нр}$	$k_{з.ар}$	Втрати в трансформаторах		Навантаження з урахуванням втрат		
$P_{p\Sigma},$ кВт	$Q_{p\Sigma},$ кВар	$S_{p},$ кВА					$\Delta P,$ кВт	$\Delta Q,$ кВар	$P^*,$ кВт	$Q^*,$ кВар	$S^*,$ кВА
78,4	98	132	1	100	0,63	1,25	4,67	11,26	93,14	109,24	140

2.4 Вибір електричних апаратів і перерізу провідників

Високовольтні вимикачі вибираємо за номінальною напругою і розрахунковим струмом з врахуванням післяаварійних режимів. При виборі мають виконуватися такі умови [3]:

$$U_{ном.в} \geq U_{ном.мережі}, \quad (2.17)$$

$$I_{ном.в} \geq I_{макс}, \quad (2.18)$$

де $U_{ном.в}$ - номінальна напруга вимикача, В;

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

$I_{ном.в}$ - номінальний струм вимикача, А;

$I_{макс}$ - максимальний струм, А.

Визначимо струми для нормального і післяаварійного режимів для ліній напругою 10 кВ і 0,4 кВ за виразами:

$$I_{норм} = \frac{S_p}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot U_{ном}}, \quad (2.19)$$

$$I_{н.ар} = 2 \cdot I_{норм}, \quad (2.20)$$

$$I_{норм10} = \frac{125,47}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 10} = 3,6 \text{ А}$$

$$I_{н.ар10} = 2 \cdot 3,6 = 7,2 \text{ А}$$

$$I_{норм0,4} = \frac{125,47}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 0,4} = 90,55 \text{ А},$$

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$I_{n.ap_{0,4}} = 2 \cdot 90,55 = 181,1 \text{ A.}$$

Для установки на стороні 10 кВ вибираємо масляні вимикачі типу ВМП - 10 з $I_{ном} = 630 \text{ A}$ та номінальним струмом розчеплення $I_{н.розч.} = 20 \text{ кА}$. Повний час відключення вимикача 0,14 с.

Для установки на стороні 0,4 кВ вибираємо автоматичні вимикачі АВМ-4, в яких номінальний струм $I_{ном} = 400 \text{ A}$ та номінальний струм розчеплення $I_{н.розч.} = 20 \text{ кА}$.

– Лінія ТП-РП1:

Розрахунковий максимальний струм:

$$I_p = \frac{S_p}{\sqrt{3} \cdot U_{ном}}, \quad (2.21)$$

де S_p - розрахункова повна потужність (з таблиці 2.2)

$$I_p = \frac{18}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 27,38 \text{ A}$$

Найбільший пусковий струм визначаємо за виразом:

$$I_{н.макс} = 5 \cdot I_{н.макс}, \quad (2.22)$$

де $I_{н.макс}$ - номінальний струм ЕП, пусковий струм якого найбільший на даному РП.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$I_{н.макс} = \frac{P_{н.макс}}{\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot \cos \varphi}, \quad (2.23)$$

де $P_{н.макс}$ - номінальна потужність електроприймача, потужність якого найбільша на даному РП.

$$I_{н.макс} = \frac{3}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,6} = 7,6 \text{ А},$$

$$I_{н.макс} = 5 \cdot 7,6 = 38 \text{ А}.$$

Піковий струм лінії знаходимо за виразом:

$$I_n \approx I_p + I_{н.макс}, \quad (2.24)$$

$$I_n \approx 27,38 + 38 = 65,38 \text{ А}.$$

Вибираємо масляний вимикач ВА88-32 з номінальним струмом $I_{ном.в} = 125 \text{ А}$, номінальним струмом теплового розчіплювача $I_{т.розч} = 125 \text{ А}$ і номінальним струмом електромагнітного розчіплювача $I_{е.розч} = 1250 \text{ А}$. Для ВА88-32 найбільша відключаюча здатність становить 25 кА.

Вибираємо кабель ААБГ (3х25+1х16).

– Лінія ТП-РП2:

Розрахунковий максимальний струм:

$$I_p = \frac{35,44}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 53,9 \text{ А}.$$

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Найбільший пусковий струм:

$$I_{н.макс} = \frac{14}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,6} = 35,63 \text{ A},$$

$$I_{п.макс} = 5 \cdot 35,63 = 178,15 \text{ A}.$$

Піковий струм лінії:

$$I_n \approx 53,9 + 178,15 = 232,05 \text{ A}.$$

Вибираємо: автоматичний вимикач ВА 51-35 $I_{ном}=250 \text{ A}$; номінальним струмом теплового розчіплювача $I_{т.розч} = 250 \text{ A}$. Для ВА 51-35 найбільша відключаюча здатність становить 18 кА.

Вибираємо кабель ААБГ (3х70+1х35).

– Лінія ТП-РПЗ:

Розрахунковий максимальний струм:

$$I_p = \frac{29,83}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 45,32 \text{ A}.$$

Найбільший пусковий струм:

$$I_{н.макс} = \frac{10}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,6} = 25,32 \text{ A},$$

$$I_{п.макс} = 5 \cdot 25,32 = 126,61 \text{ A}.$$

Піковий струм лінії:

$$I_n \approx 45,32 + 126,61 = 171,93 \text{ A}.$$

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вибираємо масляний вимикач ВА88-35 з номінальним струмом $I_{ном.в} = 250 \text{ A}$, номінальним струмом теплового розчіплювача $I_{т.розч} = 250 \text{ A}$ і номінальним струмом електромагнітного розчіплювача $I_{е.розч} = 3000 \text{ A}$. Для ВА88-35 найбільша відключаюча здатність становить 35 кА.

Вибираємо кабель ААБГ (3х35+1х25).

– Лінія ТП-РП4:

Розрахунковий максимальний струм:

$$I_p = \frac{9,29}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 14,01 \text{ A}.$$

Найбільший пусковий струм:

$$I_{п.макс} = 5 \cdot 14,7 = 73,5 \text{ A}.$$

Піковий струм лінії:

$$I_{н.макс} = \frac{5,8}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,6} = 14,7 \text{ A},$$

$$I_n \approx 14,01 + 73,5 = 87,51 \text{ A}.$$

Вибираємо масляний вимикач ВА88-32 з номінальним струмом $I_{ном.в} = 125 \text{ A}$, номінальним струмом теплового розчіплювача $I_{т.розч} = 125 \text{ A}$ і номінальним струмом електромагнітного розчіплювача $I_{е.розч} = 1250 \text{ A}$. Для ВА88-32 найбільша відключаюча здатність становить 25 кА.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

Вибираємо кабель ААБГ (3х35+1х25).

Вибір провідників для кожного окремого ЕП:

– ЕП 1-6:

Номінальний струм:

$$I_n = \frac{P_n}{\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot \cos \varphi} = \frac{2,2}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,65} = 5,14 \text{ А}.$$

Пусковий струм:

$$I_n = 5 \cdot I_n = 5 \cdot 5,14 = 25,7 \text{ А}.$$

Вибираємо автоматичний вимикач ВА47-60 з номінальним струмом $I_{ном.в} = 40 \text{ А}$ і струмом розчеплення $I_{розч.} = 6 \text{ кА}$.

Вибираємо провід АПВ (3х4+4).

– ЕП 7-11:

Номінальний струм:

$$I_n = \frac{P_n}{\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot \cos \varphi} = \frac{3}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,65} = 7,02 \text{ А}.$$

Пусковий струм:

$$I_n = 5 \cdot I_n = 5 \cdot 7,02 = 35,1 \text{ А}.$$

Вибираємо автоматичний вимикач ВА47-60 з номінальним струмом $I_{ном.в} = 40 \text{ А}$ і струмом розчеплення $I_{розч.} = 6 \text{ кА}$.

Вибираємо провід АПВ (3х10+1х10).

– ЕП 12-15:

–

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Номінальний струм:

$$I_H = \frac{P_H}{\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot \cos \varphi} = \frac{3}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,6} = 7,6 \text{ A}.$$

Пусковий струм:

$$I_n = 5 \cdot I_H = 5 \cdot 7,6 = 38 \text{ A}.$$

Вибираємо автоматичний вимикач ВА47-60 з номінальним струмом $I_{ном.в} = 40 \text{ A}$ і струмом розчеплення $I_{розч.} = 6 \text{ kA}$.

Вибираємо провід АПВ (3х10+1х10).

– ЕП 16-17:

Номінальний струм:

$$I_H = \frac{P_H}{\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot \cos \varphi} = \frac{14}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,65} = 32,7 \text{ A}.$$

Пусковий струм:

$$I_n = 5 \cdot I_H = 5 \cdot 32,7 = 163,5 \text{ A}.$$

Вибираємо автоматичний вимикач АЕ2066 з номінальним струмом $I_{ном.в} = 200 \text{ A}$ і струмом розчеплення $I_{розч.} = 6 \text{ kA}$.

Вибираємо провід АПВ (3х70+1х35).

– ЕП 18:

Номінальний струм:

$$I_H = \frac{P_H}{\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot \cos \varphi} = \frac{5}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,65} = 11,7 \text{ A}.$$

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Пусковий струм:

$$I_n = 5 \cdot I_H = 5 \cdot 11,7 = 58,5 \text{ A}.$$

Вибираємо автоматичний вимикач ВА47-100 з номінальним струмом $I_{ном.в} = 80 \text{ A}$ і струмом розчеплення $I_{розч.} = 10 \text{ kA}$.

Вибираємо провід АПВ (3х16+1х16).

– ЕП 19:

Номінальний струм:

$$I_H = \frac{P_H}{\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot \cos \varphi} = \frac{5}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,65} = 11,7 \text{ A}.$$

Пусковий струм:

$$I_n = 5 \cdot I_H = 5 \cdot 11,7 = 58,5 \text{ A}.$$

Вибираємо автоматичний вимикач ВА47-100 з номінальним струмом $I_{ном.в} = 80 \text{ A}$ і струмом розчеплення $I_{розч.} = 10 \text{ kA}$.

Вибираємо провід АПВ (3х16+1х16).

– ЕП 20:

Номінальний струм:

$$I_H = \frac{P_H}{\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot \cos \varphi} = \frac{7,5}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,65} = 17,55 \text{ A}.$$

Пусковий струм:

$$I_n = 5 \cdot I_H = 5 \cdot 17,55 = 87,75 \text{ A}.$$

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вибираємо автоматичний вимикач ВА47-100 з номінальним струмом $I_{ном.в} = 100 \text{ А}$ і струмом розчеплення $I_{розч.} = 6 \text{ кА}$.

Вибираємо провід АПВ (3х35+1х25).

– ЕП 21-22:

Номінальний струм:

$$I_H = \frac{P_H}{\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot \cos \varphi} = \frac{10}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,65} = 23,4 \text{ А}.$$

Пусковий струм:

$$I_n = 5 \cdot I_H = 5 \cdot 23,4 = 117 \text{ А}.$$

Вибираємо автоматичний вимикач ВА88-33 з номінальним струмом $I_{ном.в} = 160 \text{ А}$ і струмом розчеплення $I_{розч.} = 35 \text{ кА}$.

Вибираємо провід АПВ (3х50+1х25).

– ЕП 23-24:

Номінальний струм:

$$I_H = \frac{P_H}{\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot \cos \varphi} = \frac{5}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,65} = 11,7 \text{ А}.$$

Пусковий струм:

$$I_n = 5 \cdot I_H = 5 \cdot 11,7 = 58,5 \text{ А}.$$

Вибираємо автоматичний вимикач ВА47-100 з номінальним струмом $I_{ном.в} = 80 \text{ А}$ і струмом розчеплення $I_{розч.} = 10 \text{ кА}$.

Вибираємо провід АПВ (3х16+1х16).

– ЕП 25:

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Номінальний струм:

$$I_H = \frac{P_H}{\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot \cos \varphi} = \frac{5,5}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,4} = 20,89 \text{ A}.$$

Пусковий струм:

$$I_n = 5 \cdot I_H = 5 \cdot 20,89 = 104,45 \text{ A}.$$

Вибираємо автоматичний вимикач ВА88-33 з номінальним струмом $I_{ном.в} = 160 \text{ A}$ і струмом розчеплення $I_{розч.} = 35 \text{ kA}$.

Вибираємо провід АПВ (3х50+1х25).

– ЕП 26:

Номінальний струм:

$$I_H = \frac{P_H}{\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot \cos \varphi} = \frac{8,2}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,65} = 19,2 \text{ A}.$$

Пусковий струм:

$$I_n = 5 \cdot I_H = 5 \cdot 19,2 = 96 \text{ A}.$$

Вибираємо автоматичний вимикач ВА47-100 з номінальним струмом $I_{ном.в} = 100 \text{ A}$ і струмом розчеплення $I_{розч.} = 35 \text{ kA}$.

Вибираємо провід АПВ (3х35+1х25).

– ЕП 27:

Номінальний струм:

$$I_H = \frac{P_H}{\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot \cos \varphi} = \frac{10}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,65} = 23,37 \text{ A}.$$

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Пусковий струм:

$$I_n = 5 \cdot I_H = 5 \cdot 23,37 = 116,85 A.$$

Вибираємо автоматичний вимикач ВА88-33 з номінальним струмом $I_{ном.в} = 160 A$ і струмом розчеплення $I_{розч.} = 35 kA$.

Вибираємо провід АПВ (3х50+1х25).

– ЕП 28:

Номінальний струм:

$$I_H = \frac{P_H}{\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot \cos \varphi} = \frac{5,2}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,65} = 12,17 A.$$

Пусковий струм:

$$I_n = 5 \cdot I_H = 5 \cdot 12,17 = 60,85 A.$$

Вибираємо автоматичний вимикач ВА47-100 з номінальним струмом $I_{ном.в} = 80 A$ і струмом розчеплення $I_{розч.} = 10 kA$.

Вибираємо провід АПВ (3х16+1х16).

– ЕП 29-38:

Номінальний струм:

$$I_H = \frac{P_H}{\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot \cos \varphi} = \frac{1,2}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,65} = 3,05 A.$$

Пусковий струм:

$$I_n = 5 \cdot I_H = 5 \cdot 3,05 = 15,25 A.$$

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вибираємо автоматичний вимикач ВА47-60 з номінальним струмом

$I_{ном.в} = 16 \text{ A}$ і струмом розчеплення $I_{розч.} = 6 \text{ kA}$.

Вибираємо провід АПВ (3х4+1х4).

– ЕП 39:

Номінальний струм:

$$I_H = \frac{P_H}{\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot \cos \varphi} = \frac{5,2}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,65} = 12,17 \text{ A}.$$

Пусковий струм:

$$I_n = 5 \cdot I_H = 5 \cdot 12,17 = 60,85 \text{ A}.$$

Вибираємо автоматичний вимикач ВА47-100 з номінальним струмом

$I_{ном.в} = 80 \text{ A}$ і струмом розчеплення $I_{розч.} = 10 \text{ kA}$.

Вибираємо провід АПВ (3х16+1х16).

– ЕП 40-41:

Номінальний струм:

$$I_H = \frac{P_H}{\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot \cos \varphi} = \frac{1,5}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,65} = 3,51 \text{ A}.$$

Пусковий струм:

$$I_n = 5 \cdot I_H = 5 \cdot 3,51 = 17,55 \text{ A}.$$

Вибираємо автоматичний вимикач ВА47-60 з номінальним струмом

$I_{ном.в} = 25 \text{ A}$ і струмом розчеплення $I_{розч.} = 6 \text{ kA}$.

Вибираємо провід АПВ (3х4+1х4).

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– ЕП 42:

Номінальний струм:

$$I_H = \frac{P_H}{\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot \cos \varphi} = \frac{5,8}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,65} = 13,57 \text{ A}.$$

Пусковий струм:

$$I_n = 5 \cdot I_H = 5 \cdot 13,57 = 67,85 \text{ A}.$$

Вибираємо автоматичний вимикач ВА47-100 з номінальним струмом $I_{ном.в} = 80 \text{ A}$ і струмом розчеплення $I_{розч.} = 6 \text{ kA}$.

Вибираємо провід АПВ (3х16+1х16).

– ЕП 43-44:

Номінальний струм:

$$I_H = \frac{P_H}{\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot \cos \varphi} = \frac{0,8}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,65} = 1,87 \text{ A}.$$

Пусковий струм:

$$I_n = 5 \cdot I_H = 5 \cdot 1,87 = 9,35 \text{ A}.$$

Вибираємо автоматичний вимикач ВА47-60 з номінальним струмом $I_{ном.в} = 16 \text{ A}$ і струмом розчеплення $I_{розч.} = 6 \text{ kA}$.

Вибираємо провід АПВ (3х4+1х4).

– ЕП 45-46:

Номінальний струм:

$$I_H = \frac{P_H}{\sqrt{3} \cdot U_{ном} \cdot \cos \varphi} = \frac{5}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,65} = 11,7 \text{ A}.$$

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Пусковий струм:

$$I_n = 5 \cdot I_n = 5 \cdot 11,7 = 58,5 \text{ A}.$$

Вибираємо автоматичний вимикач ВА47-100 з номінальним струмом

$$I_{ном.в} = 80 \text{ A} \text{ і струмом розчеплення } I_{розч.} = 10 \text{ кА}.$$

Вибираємо провід АПВ (3х16+1х16).

Результати розрахунків та вибору автоматів заносимо в таблицю 2.5

На основі вибраних ЕА складемо принципову схему електропостачання цеху (рис. 2.2)

Таблиця 2.5 – Вибір захисних апаратів і провідників цехової мережі

Лінія	I_p , А	I_M , А	Тип захисного апарата	$I_{ном.в}$, А	$I_{розч.}$, кА	Тип провідника	s, мм ²
ГПП-ТП	3,6	7,2	ВМП-10	630	20	ААБ	3х16
ТП-РП1	27,38	65,38	ВА88-32	125	25	ААБГ	3х25+1х16
ТП-РП2	53,9	232,05	ВА88-35	250	35	ААБГ	3х70+1х35
ТП-РП3	45,32	171,93	ВА88-35	250	35	ААБГ	3х70+1х35
ТП-РП4	14,01	87,51	ВА88-32	125	25	ААБГ	3х35+1х25
ЕП 1-6	5,14	25,7	ВА47-60	40	6	АПВ	3х4+1х4
ЕП 7-11	7,02	35,1	ВА47-60	40	6	АПВ	3х10+1х10
ЕП 12-15	7,6	38	ВА47-60	40	6	АПВ	3х10+1х10
ЕП 16-17	32,7	163,5	АЕ20-66	200	25	АПВ	3х70+1х35
ЕП 18	11,7	58,5	ВА47-100	80	10	АПВ	3х16+1х16
ЕП 19	11,7	58,5	ВА47-100	80	10	АПВ	3х16+1х16

Продовження таблиці 2.5

ЕП 20	17,55	87,75	BA47-100	100	10	АПВ	3x35+1x25
ЕП 21- 22	23,4	117	BA88-33	160	35	АПВ	3x50+1x25
ЕП 23- 24	11,7	58,5	BA47-100	80	10	АПВ	3x16+1x16
ЕП 25	20,89	104,45	BA88-33	160	35	АПВ	3x50+1x25
ЕП 26	19,2	96	BA47-100	100	10	АПВ	3x35+1x25
ЕП 27	23,37	116,85	BA88-33	160	35	АПВ	3x50+1x25
ЕП 28	12,17	60,85	BA47-100	100	10	АПВ	3x16+1x16
ЕП 28- 38	3,05	15,25	BA47-60	16	6	АПВ	3x4+1x4
ЕП 39	12,17	60,85	BA47-100	80	10	АПВ	3x16+1x16
ЕП 40- 41	3,51	17,55	BA47-60	25	6	АПВ	3x4+1x4
ЕП 42	13,57	67,85	BA47-100	80	10	АПВ	3x16+1x16
ЕП 43- 44	1,87	9,35	BA47-60	16	6	АПВ	3x4+1x4
ЕП 45- 46	11,7	58,5	BA47-100	80	10	АПВ	3x16+1x16

2.5 Компенсація реактивної потужності

Основними споживачами реактивної потужності є асинхронні двигуни і індукційні печі. Проходження в електричних мережах реактивних струмів обумовлює додаткові втрати активної потужності в лініях, трансформаторах, генераторах електростанцій, додаткові втрати напруги, вимагає збільшення номінальної потужності або числа трансформаторів, знижує пропускну спроможність всієї системи електропостачання.

Заходи по зниженню реактивної потужності: природна компенсація без застосування спеціальних компенсуючих пристроїв; штучні заходи із застосуванням компенсуючих пристроїв.

До природної компенсації відносяться: впорядкування і автоматизація технологічного процесу, що веде до вирівнювання графіка навантаження; створення раціональної схеми електропостачання за рахунок зменшення кількості ступенів трансформації; заміна малозавантажених трансформаторів і двигунів трансформаторами і двигунами меншої потужності і їх повне завантаження; застосування синхронних двигунів замість асинхронних; обмеження тривалості холостого ходу двигунів і зварювальних апаратів.

До технічних засобів компенсації реактивної потужності відносяться: конденсаторні батареї, синхронні двигуни, вентильні статичні джерела реактивної потужності.

Для компенсації реактивної потужності визначимо необхідну потужність конденсаторних батарей.

Перевіряємо мінімально необхідне число трансформаторів в цеховій ТП:

$$N_0 = \frac{P_{p\Sigma}}{\beta_{н.тр} \cdot S_{н.тр}}, \quad (2.25)$$

де $P_{p\Sigma}$ - сумарна активна розрахункова потужність цеху, кВт;

$S_{н.тр.}$ - номінальна потужність трансформатора, кВА;

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

$\beta_{н.тр}$ - нормативний коефіцієнт завантаження трансформаторів

$$N_0 = \frac{88,38}{0,98 \cdot 100} = 0,9$$

вибираємо $N_0 = 1$

Реактивна потужність, яка передається:

$$Q_{\varepsilon} = \sqrt{(N_0 \cdot \beta_{н.тр} \cdot S_{н.тр})^2 - P_{p\Sigma}^2}, \quad (2.26)$$

$$Q_{\varepsilon} = \sqrt{(1 \cdot 0,98 \cdot 100)^2 - 88,38^2} = 42,34 \text{ кВар}$$

Перевіряємо значення коефіцієнта потужності $\cos \varphi$:

$$\cos \varphi = \frac{P_{p\Sigma}}{\sqrt{P_{p\Sigma}^2 + Q_{\varepsilon}^2}}, \quad (2.27)$$

$$\cos \varphi = \frac{88,38}{\sqrt{88,38^2 + 42,34^2}} = \frac{88,38}{132} = 0,65$$

При такому значенні коефіцієнта потужності можливі значні втрати. Слід підвищувати потужність батарей конденсаторів, щоб добитися співвідношення $\cos \varphi = 0,85 - 0,98$

Знаходимо різницю реактивних потужностей, яку необхідно компенсувати:

$$Q_{\text{бк}} = Q_{p\Sigma} - Q_{\varepsilon}, \quad (2.28)$$

$$Q_{\text{бк}} = 109,24 - 42,34 = 66,9 \text{ кВар}$$

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

З довідника вибираємо тип конденсаторної установки для мережі $U = 380 \text{ В}$, найближчу по потужності до 66,9 кВар.

Обираємо комплектну конденсаторну установку УК-0,38-110Н, номінальною потужністю 110 кВар.

2.6 Розрахунок заземлення

Захисне заземлення забезпечує зниження напруги дотику при замиканні на корпус до відносно безпечних значень шляхом зменшення потенціалу заземленого обладнання, вирівнювання потенціалів підвищенням потенціалів місця, на якому стоїть людина, до значень, що близькі до потенціалу заземлених конструктивних частин обладнання.

Для розрахунку захисного заземлення визначимо основні параметри заземлення – кількість, розміри та порядок розміщення одиночних заземлювачів та заземлюючих провідників, при яких напруга дотику та кроку в період замикання фази на заземлений корпус не перевищує допустимих значень.

Розрахунок захисного заземлення здійснюємо для випадку розташування заземлювача в однорідній землі. При цьому враховуємо опір верхнього шару землі (шар сезонних змін), який обумовлений замерзанням або засухою ґрунту. Розрахунок здійснюємо за коефіцієнтами використання провідності заземлювача як для простих, так і для складних конструкцій групових заземлювачів.

При розрахунку заземлювачів в однорідній землі способом коефіцієнтів використання значення опору R захисного заземлення визначаємо в наступному порядку:

- обчислюємо необхідний опір пристрою заземлення R_{ζ} . Згідно ПУЕ найбільш припустимі значення R_{ζ} складають для установок до 1000 В:

1) 10 Ом при сумарній потужності генераторів або трансформаторів, що живлять дану мережу, не більше 100 кВА;

2) 4 Ом у всіх інших випадках;

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- обчислюємо кількість вертикальних і довжину горизонтальних електродів:

$$n = \frac{4 \cdot \sqrt{S}}{a'}, \quad (2.29)$$

де n - кількість вертикальних електродів, штук;

S – площа цеху, м^2 ;

a' – задана відстань між електродами, м;

$$l_2 = 2 \cdot a + 2 \cdot b, \quad (2.30)$$

де l_2 – сумарна довжина горизонтальних електродів, м;

a – ширина сторони цеху, м;

b – довжина сторони цеху, м;

- розраховуємо опори розтікання струму вертикального $R_{\text{в}}$ та горизонтального R_2 електродів:

$$R_{\text{в}} = \frac{\rho_{\text{роз.в}}}{2 \cdot \pi \cdot l_{\text{в}}} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot l_{\text{в}}}{d} + \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{4 \cdot t + l_{\text{в}}}{4 \cdot t - l_{\text{в}}} \right), \quad (2.31)$$

де $\rho_{\text{роз.в}}$ – розрахунковий питомий опір землі для вертикального електрода, Ом·м;

$l_{\text{в}}$ – довжина вертикальних стрижневих електродів, м;

d – діаметр електрода, мм;

t – глибина занурення в землю верхнього кінця електрода, м;

$$R_2 = \frac{\rho_{\text{роз.г}}}{2 \cdot \pi \cdot l_2} \cdot \ln \frac{2 \cdot l_2}{0,5 \cdot b' \cdot t}, \quad (2.32)$$

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

де $\rho_{роз.г}$ – розрахунковий питомий опір для горизонтального електрода, Ом·м;

$l_г$ – довжина горизонтальних електродів, м;

b' – товщина горизонтального електрода, м;

- за даними таблиці 2.10 та таблиці 2.11 визначаємо коефіцієнти використання для вертикальних та горизонтальних електродів $\eta_{\hat{a}}$ та $\eta_{\tilde{a}}$ та з їх врахуванням обчислюємо розрахунковий опір заземлювача за виразом:

$$R = \frac{R_{\hat{e}} \cdot R_{\tilde{e}}}{R_{\hat{e}} \cdot \eta_{\tilde{e}} + R_{\tilde{e}} \cdot \eta_{\hat{e}} \cdot n}, \quad (2.33)$$

Таблиця 2.6 – Коефіцієнти використання вертикальних $\eta_{\hat{e}}$ електродів групового заземлення без урахування впливу смуги зв'язку

Відношення відстаней між вертикальними електродами до їх довжини	Число заземлювачів							
	2	4	6	10	20	40	60	100
Електроди розміщені по контуру								
1	-	0,69	0,61	0,56	0,47	0,41	0,39	0,36
2	-	0,78	0,73	0,68	0,63	0,58	0,55	0,52
3	-	0,85	0,80	0,76	0,71	0,66	0,64	0,62

Таблиця 2.7 – Коефіцієнти використання горизонтальних η_z електродів смугового електрода, з'єднуючого вертикальні електроди групового заземлення

Відношення відстаней між вертикальними електродами до їх довжини	Число заземлювачів							
		4	6	10	20	40	60	100
Вертикальні електроди розміщені по контуру								
1	-	0,45	0,40	0,34	0,27	0,22	0,20	0,19
2	-	0,55	0,48	0,40	0,32	0,29	0,27	0,23
3	-	0,70	0,64	0,56	0,45	0,39	0,36	0,33

Для розрахунку заземлювача задаємось такими вихідними даними: виробничий цех площею $S = 1440 \text{ м}^2$ з понижуючою підстанцією 10/0,4кВ.

Заземлювач передбачається виконати з вертикальних стрижневих електродів довжиною $l_g = 5 \text{ м}$, діаметром $d = 12 \text{ мм}$ і відстанню між ними $a' = 5 \text{ м}$ та горизонтальних електродів (сталеві смуга перетином $4 \times 40 \text{ мм}$) на глибині $t = 0,8 \text{ м}$. Розрахункова величина питомого опору ґрунту у місці спорудження захисного заземлення для суглинку $\rho = 100 \text{ Ом} \cdot \text{м}$. Коефіцієнти вертикальної прокладки K_g і горизонтальної прокладки $K_{\tilde{a}}$ приймаються для третього кліматичного району $K_g = 1,5$, $K_z = 2,3$. Розрахункові питомі опори ґрунту для вертикальних і горизонтальних заземлювачів визначаються відповідно за виразами:

$$\rho_{роз.в} = K_g \cdot \rho, \quad (2.34)$$

$$\rho_{роз.г} = K_z \cdot \rho. \quad (2.35)$$

Таким чином, для суглинку:

$$\rho_{роз.в} = 1,5 \cdot 100 = 150 \text{ Ом} \cdot \text{м},$$

$$\rho_{роз.г} = 2,3 \cdot 100 = 230 \text{ Ом} \cdot \text{м}.$$

Здійснюємо розрахунок у відповідності з зазначеною послідовністю:

- згідно ПУЕ необхідний опір заземлюючого пристрою складає $R_z = 4 \text{ Ом}$;
- визначаємо кількість вертикальних та довжину горизонтальних електродів:

$$n = \frac{4 \cdot \sqrt{1440}}{5} = 31 \text{ шт.},$$

$$l_z = 2 \cdot 30 + 2 \cdot 48 = 156 \text{ м},$$

- визначаємо опори розтікання струму вертикального $R_{\text{в}}$ та горизонтального R_z електродів:

$$R_{\text{в}} = \frac{150}{2 \cdot 3,14 \cdot 5} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot 5}{0,012} + \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{4 \cdot 3,3 + 5}{4 \cdot 3,3 - 5} \right) = 34,03 \text{ Ом},$$

$$R_z = \frac{230}{2 \cdot 3,14 \cdot 156} \cdot \ln \frac{2 \cdot 156}{0,05 \cdot 0,04 \cdot 0,8} = 2,32 \text{ Ом};$$

- за даними таблиці 2.6 та таблиці 2.7 обираємо коефіцієнти використання для вертикальних та горизонтальних електродів $\eta_{\text{в}} = 0,44$ та $\eta_z = 0,24$;

- визначаємо розрахунковий опір заземлювача R:

$$R = \frac{34,03 \cdot 2,32}{34,03 \cdot 0,24 + 2,32 \cdot 0,44 \cdot 31} = 2,89 \text{ Ом}.$$

Отримане значення відповідає вимогам ПУЕ, а саме : $2,89 \text{ Ом} \leq 4 \text{ Ом}$.

Таким чином, проєктований заземлювач є контурним, складається з 31 вертикальних стрижневих електродів довжиною 5 м і діаметром 12 мм та горизонтальних електродів у вигляді сталеві смуги довжиною 156 м, перетином $4 \times 40 \text{ мм}^2$, занурених у землю на 0,8 м.

2.7 Розрахунок освітлення автоматизованого цеху

Вибір того або іншого ДС визначається вимогами до освітлення (кольоровість випромінювання, зоровий комфорт, показник блиску й ін.) і виконується на підставі зіставлення переваг і недоліків існуючих джерел світла. При цьому перевагу необхідно віддавати розрядним джерелам світла як найбільш економічним, що має світлову віддачу більше 50 лм/Вт, і у зв'язку із цим забезпечує мінімальне споживання електроенергії.

Відповідно до [2], загальне (незалежно від прийнятої системи освітлення) штучне освітлення виробничих приміщень, призначених для постійного перебування людей, повинне забезпечуватися розрядними джерелами світла.

Застосування ламп накаливання допускається в окремих випадках, коли за умовами технології, середовища або вимог оформлення інтер'єра використання розрядних джерел світла неможливо або недоцільно.

Лампи накаливання через їх низьку світлову віддачу можна використовувати в наступних випадках:

а) у приміщеннях з нормованою освітленістю 50 лк і нижче, тобто коли за допомогою газорозрядних джерел світла неможливо забезпечити зоровий комфорт;

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

б) у приміщеннях з важкими умовами середовища й вибухонебезпечних, при відсутності необхідних світильників з газорозрядними лампами;

в) у приміщеннях, де неприпустимі радіоперешкоди;

г) для аварійного й евакуаційного освітлення, коли робоче освітлення виконане розрядними лампами високого тиску (ДРЛ, ДРН, Днат).

Люмінесцентні лампи низького тиску рекомендується застосовувати в приміщеннях:

а) де робота пов'язана з більшою й тривалою напругою зору;

б) де потрібне розпізнавання колірних відтінків;

в) без природного світла;

г) де люмінесцентне освітлення доцільно по архітектурно-художніх міркуваннях.

При відсутності обмежень до передачі кольору варто застосовувати люмінесцентні лампи типу ЛБ, що мають найбільшу світлову віддачу й найменшу пульсацію світлового потоку. При підвищеній вимозі до передачі кольору використовують лампи ЛД і ЛДЦ. У жарких приміщеннях застосовують амальгамні люмінесцентні лампи типу ЧОЛА.

При виборі газорозрядних ламп низького тиску необхідно враховувати, що при температурі навколишнього середовища $+5^{\circ}\text{C}$ і нижче або відносної вологості більше 80 % запалювання ламп не гарантується.

Розрядні лампи високого тиску (ДРЛ, ДРИ, ДНаТ) застосовуються у високих виробничих приміщеннях ($H \geq 6\text{ м}$). Причому при відсутності вимог до передачі кольору можна застосовувати лампи ДРЛ, при наявності вимог до передачі кольору - ДРИ.

По застосуванню натрієвих ламп (Днат) на теперішній час немає ще достатніх даних про вплив монохроматичного жовтого випромінювання цих ламп на зорову працездатність і фізичний стан людей. Тому поки ці лампи рекомендується застосовувати в запилених цехах, у приміщеннях з інтенсивним пароутворенням, де виконуються роботи малої й дуже малої точності.

Для аварійного освітлення (освітлення безпеки й евакуаційного) застосовуються: лампи накаливання; люмінесцентні лампи – у приміщеннях з мінімальною температурою повітря не менш 5° С за умови живлення ламп у всіх режимах напруги не нижче 90 % номінальної; розрядні лампи високого тиску за умови їх миттєвого або швидкого повторного запалювання як у гарячому стані після короткочасного відключення живлячої напруги, так і в холодному стані.

Якщо робоче освітлення виконане люмінесцентними лампами, то й аварійне освітлення також виконується ЛЛ за умови, що напруга в мережі знижується в аварійних або ремонтних режимах не нижче 90 % номінальної.

Відповідно до викладеного вище зробимо вибір джерел світла для системи загального рівномірного й аварійного (евакуаційного) освітлення приміщень цеху.

Результати вибору джерел світла заносимо в табл.2.8.

Таблиця 2.8 Вибір джерел світла

№	Найменування приміщення	Розміри приміщення, м			Джерела світла	
		Висота Н	Довжина А	Ширина В	Загальне	Аварійне
1	Штампувальна ділянка	8	12	42	ДРЛ	ЛР
2	Висадочна ділянка	8	18	30	ДРЛ	ЛР
3	Кабінет майстра	4	4	6	ЛЛ (ЛБ)	
4	Склад штампів	4	8	6	ЛЛ (ЛБ)	
5	Агрегатна	4	6	6	ЛЛ (ЛБ)	
6	Трансформаторна	4	6	6	ЛЛ (ЛБ)	
7	Інструментальна	4	6	3	ЛЛ (ЛБ)	ЛР
8	Голтовочна	8	8	12	ЛЛ (ЛБ)	ЛР
9	Вентиляторна	4	3	6	ЛЛ (ЛБ)	

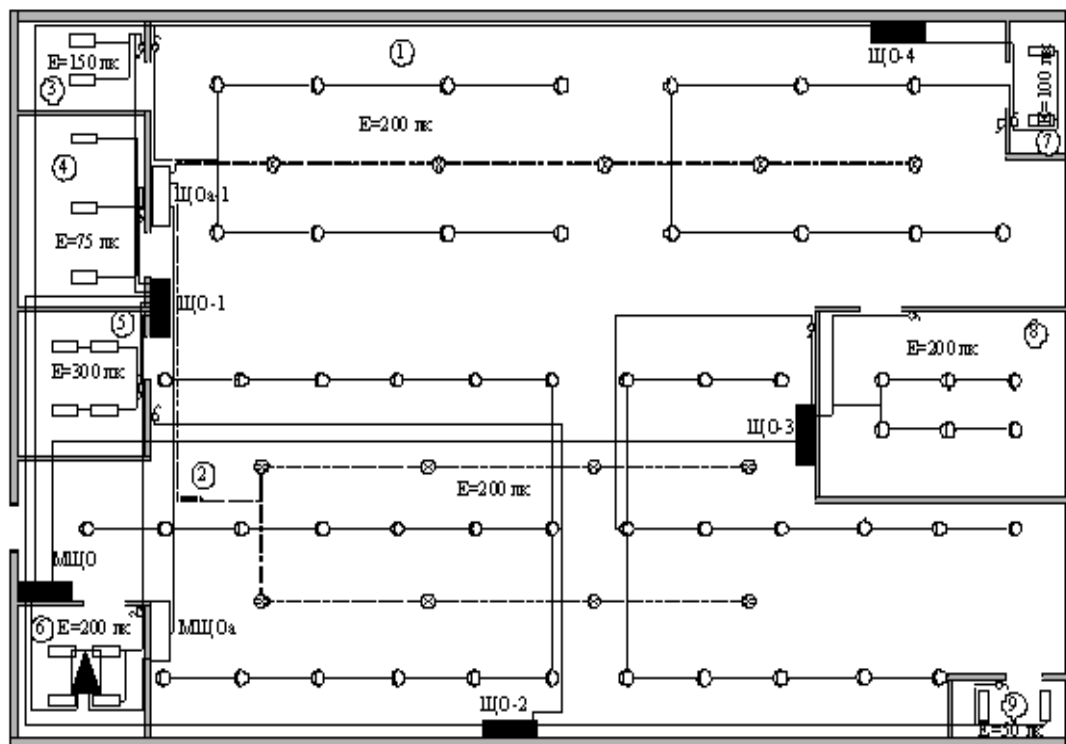


Рисунок 2.3. - Схема освітлення цеху

Відповідно до [3] живлення електроприймачів повинне виконуватися від мережі 380/220 В с системою заземлення TN-S або TN-C-S.

Живлення освітлювальних приладів ремонтного й місцевого освітлення з лампами накаливання повинне виконуватись на безпечній напрузі (не вище 50 В) від понижувальних трансформаторів з електрично-роздільними обмотками високої й низької напруги або автономних джерел живлення. З метою електробезпечності один з виводів або нейтраль обмотки нижчої напруги трансформатора повинні бути заземлені або занулені.

Світильники робочого освітлення й світильники освітлення безпеки у виробничих і суспільних будинках і на відкритих просторах повинні живитися від незалежних джерел.

Світильники й світлові покажчики евакуаційного освітлення у виробничих будинках із природним освітленням, у суспільних і житлових будинках можуть бути приєднані до мережі, не пов'язаної з мережею робочого освітлення, починаючи від щита підстанцій (розподільного пункту освітлення) або, при

наявності тільки одного введення, починаючи від ввідного розподільного пристрою.

Живильні мережі для освітлювальної установки й силового електроустаткування рекомендується виконувати розмежувальними лініями.

На початку кожної живильної лінії встановлюються апарати захисту й відключення. На початку групової лінії обов'язково встановлюється апарат захисту, а апарат, що відключає, може не встановлюватися при наявності таких апаратів по довжині лінії.

При живленні внутрішнього освітлення від КТП недоцільно використовувати потужні лінійні автоматичні вимикачі для захисту ліній живильної мережі, тому що їхні номінальні дані можуть бути значно вище потужності ліній. Тому поблизу КТП встановлюються магістральні щитки з автоматичними вимикачами, від яких живиться групові щитки.

Схеми живлення електричного освітлення повинні забезпечувати: необхідний ступінь надійності електропостачання; безпеку, простоту, зручність експлуатації й керування; економічність освітлювальної установки.

Групові лінії освітлювальної мережі поєднуються груповими щитками освітлення. Кожна лінія, що відходить від джерела живлення може забезпечувати живлення не більше п'яти групових щитків освітлення.

Згідно сказаного вище, розробимо схеми живлення освітлювальних установок.

Живлення освітлювальної мережі здійснюється від КТП, окремо від живлення силової мережі.

Як живильна мережа приміщень, як робочого, так і аварійного освітлення використовуємо однофазну систему (3-х провідну). Світильники підключаємо на фазну напругу.

Живлення групових щитків (ГЩО) робочого освітлення здійснюється через магістральний щиток (МЩО), безпосередньо від КТП через трансформатор Т1.

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Живлення щитків аварійного освітлення (ЩОа) здійснюється через магістральний щиток (МЩОа) окремо від живлення робочого освітлення, безпосередньо від КТП через трансформатор Т2.

В освітлювальну мережу включаємо штепсельні розетки загального призначення (~220V), що підключаються в групи разом з освітлювальними установками. Їхня кількість залежить від призначення й розмірів приміщення.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

З БЕЗПЕКА ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЕЛЕКТРОУСТАНОВОК

Виділяють три системи засобів і заходів забезпечення електробезпеки:

- система технічних засобів і заходів;
- система електрозахисних засобів;
- система організаційно-технічних заходів і засобів.

Технічні засоби і заходи з електробезпеки реалізуються в конструкції електроустановок при їх розробці, виготовленні і монтажі відповідно до чинних нормативів. За своїми функціями технічні засоби і заходи забезпечення електробезпеки поділяються на дві групи:

- технічні заходи і засоби забезпечення електробезпеки при нормальному режимі роботи електроустановок;
- технічні заходи і засоби забезпечення електробезпеки при аварійних режимах роботи електроустановок.

Основні технічні засоби і заходи забезпечення електробезпеки при нормальному режимі роботи електроустановок включають:

- ізоляцію струмовідних частин;
- недоступність струмовідних частин;
- блоківки безпеки;
- засоби орієнтації в електроустановках;
- виконання електроустановок, ізольованих від землі;
- захисне розділення електричних мереж;
- компенсацію ємнісних струмів замикання на землю;
- вирівнювання потенціалів.

Із метою підвищення рівня безпеки, залежно від призначення, умов експлуатації і конструкції, в електроустановках застосовується одночасно більшість з перерахованих технічних засобів і заходів.

Ізоляція струмовідних частин. Забезпечує технічну працездатність електроустановок, зменшує вірогідність потраплянь людини під напругу,

					Кваліфікаційна робота	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

замикань на землю і на корпус електроустановок, зменшує струм через людину при доторканні до неізолюваних струмо-відних частин в електроустановках, що живляться від ізолюваної від землі мережі за умови відсутності фаз із пошкодженою ізоляцією. ДСТ 12.1.009-76 розрізняє ізоляцію:

- робочу — забезпечує нормальну роботу електроустановок і захист від ураження електричним струмом;
- додаткову — забезпечує захист від ураження електричним струмом на випадок пошкодження робочої ізоляції;
- подвійну — складається з робочої і додаткової;
- підсилену — поліпшена робоча ізоляція, яка забезпечує такий рівень захисту як і подвійна.

При розробці електроустановок опір ізоляції приймається в межах 1кОм/В, якщо технічними умовами не передбачені більш жорсткі вимоги відповідно до чинних актів. З метою забезпечення працездатності електроустановок і безпечної їх експлуатації проводиться контроль стану ізоляції, який характеризується електричною міцністю ізоляції, її електричним опором і діелектричними втратами. В установках, напругою більше 1000 В, проводять всі види випробування ізоляції, а при напрузі до 1000 В — контролюється тільки електричний опір і електрична міцність. Виділяють приймально-здавальні випробування, післяремонтні (реконструкція і капітальний ремонт) і міжремонтні в терміни, встановлені чинними нормативами залежно від типу електроустановки і умов її експлуатації. Так, опір переносних світильників, що живляться від електромережі, електрифікованого ручного інструменту, контролюється кожні 6 місяців, зварювального обладнання -кожні 12 місяців. При цьому опір ізоляції має бути не менше 0,5 МОм, а для електрифікованого інструменту - 1 МОм.

Забезпечення недоступності струмовідних частин. Статистичні дані щодо електротравматизму свідчать, що більшість електротравм пов'язані з дотиком до струмовідних частин електроустановок (близько 55%). Якщо в установках до 1000 В небезпека електротравм пов'язана, переважно, з дотиком до неізолюваних струмовідних елементів електроустановок, то за напруги більше 1000 В електро-

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

травми можливі і при дотику до ізольованих струмовідних частин. Основними заходами забезпечення недоступності струмовідних частин є застосування захисних огорожень, закритих комутаційних апаратів (пакетних вимикачів, комплектних пускових пристроїв, дистанційних електромагнітних приладів управління споживачами електроенергії тощо), розміщення неізольованих струмовідних частин на недосяжній для ненавмисного доторкання до них інструментом висоті, різного роду пристосуваннями тощо, обмеження доступу сторонніх осіб в електротехнічні приміщення.

Застосування блоківки безпеки. Блоківки безпеки застосовуються в електроустановках, експлуатація яких пов'язана з періодичним доступом до огорожених струмовідних частин (випробувальні і дослідні стенди, установки для випробування ізоляції підвищеною напругою), в комутаційних апаратах, помилки в оперативних переключеннях яких можуть призвести до аварії і нещасних випадків, в рубильниках, пусковій апаратурі, автоматичних вимикачах, які працюють в умовах підвищеної небезпеки (електроустановки на плавзасобах, в гірничодобувній промисловості). Призначення блоківки безпеки: унеможливити доступ до неізольованих струмовідних частин без попереднього зняття з них напруги, попередити помилкові оперативні та керуючі дії персоналу при експлуатації електроустановок, не допустити порушення рівня електробезпеки та вибухозахисту електрообладнання без попереднього відключення його від джерела живлення. Основними видами блоківки безпеки є механічні, електричні і електромагнітні.

Механічні блоківки безпеки виконуються, переважно, у вигляді механічних конструкцій (стопори, замки, пружинно-стержневі і гвинтові конструкції тощо), які не дозволяють знімати захисні огороження електроустановок, відкривати комутаційні апарати без попереднього зняття з них напруги.

Електричні блоківки забезпечують розрив мережі живлення спеціальними контактами, змонтованими на дверях огороження, розподільчих щитів і шаф, кришках і дверцятах кожухів електрообладнання. При дистанційному управлінні електроустановкою ці контакти доцільно включати в мережу управління

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						76
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

пускового апарата послідовно з органами пуску. В такому разі подача напруги на установку органами пуску буде неможливою до замикання контактів електричних блоків. До одного з варіантів електричних блоків можна віднести поблокове виконання електричних апаратів, щитів і пультів управління з застосуванням закритих штепсельних рознімів. При видаленні такого блоку з загального корпусу пульта (стійки) штепсельні розніми розмикаються, і напруга з блоку знімається автоматично.

Електромагнітні блоки безпеки вимикачів, роз'єднувачів, заземлюючих ножів використовуються на відкритих і закритих розподільних пристроях з метою забезпечення необхідної послідовності вмикання і вимикання обладнання. Вони виконуються, переважно, у вигляді стержневих електромагнітів. Стержень електромагніта при знеструмленні його обмотки під дією пружини заходить у гніздо корпусу органа управління електроустановки, що не дозволяє маніпулювати цим органом. При подачі напруги на обмотку електромагніта осердя останнього втягується в котушку електромагніта, що забезпечує розблокування органа управління електроустановкою і можливість необхідних маніпулювань цим органом. Засоби орієнтації в електроустановках дають можливість персоналу чітко орієнтуватись при монтажі, виконанні ремонтних робіт і запобігають помилковим діям. До засобів орієнтації в електроустановках належать: маркування частин електрообладнання, проводів і струмопроводів (шин), бирки на проводах, кольорові рішення неізолюваних струмопровідних частин, ізоляції, внутрішніх поверхонь електричних шаф і щитів керування, попереджувальні сигнали, написи, таблички, комутаційні схеми, знаки високої електричної напруги, знаки постійно попереджувальні тощо.

Попереджувальні сигнали використовують з метою забезпечення надійної інформації про перебування електрообладнання під напругою, про стан ізоляції та пристроїв захисту, про небезпечні відхилення режимів роботи від номінальних тощо. Світловою сигналізацією обладнуються в електроустановках напругою понад 1000 В комірники роз'єднувачів, масляних вимикачів, трансформаторів. У ввідних шафах комплектних трансформаторних підстанцій, незалежно від

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						77
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

величини напруги, передбачається попереджувальна сигналізація станів "Увімкнено" і "Вимкнено".

Виконання електричних мереж, ізольованих від землі. В мережах, ізольованих від землі, при однофазному включенні людини під напругу і відсутності пошкодження ізоляції інших фаз, величина струму через людину визначається опором ізоляції фаз відносно землі. Таким чином, виконання мереж, ізольованих від землі, обмежує величину струму через людину за рахунок опору ізоляції фаз відносно землі при умові забезпечення необхідного стану ізоляції. За наявності фаз з пошкодженою ізоляцією і доторканні людини до фазного проводу з непошкодженою ізоляцією сила струму через людину значно зростає. Тому застосування мереж, ізольованих від землі, вимагає обов'язкового контролю опору ізоляції. В особливо небезпечних умовах такий контроль щодо електротравм повинен бути постійним, з автоматичним відключенням електроустановок з пошкодженою ізоляцією. Відповідно до чинних нормативів, наприклад у гірничодобувній промисловості і на торфодобуваннях, виконання електромереж, ізольованих від землі з постійним на відключення контролем опору ізоляції, є обов'язковим. На промислових підприємствах, підприємствах невиробничої сфери, у сільськогосподарському виробництві, побуті застосовуються, зазвичай, мережі з глухозаземленою нейтраллю.

Компенсація ємнісної складової струму замикання на землю. В мережах з ізольованою нейтраллю струм однофазних замикань на землю, як і струм через людину при однофазному дотику до струмопровідних частин, оцінюється активною і ємнісною складовими. Так, ємність кожного проводу повітряної мережі 6...35 кВ складає приблизно 5000...6000 пФ/км, а ємнісний струм на 1кВ лінійної напруги і на 1 км довжини — 2,7...3,3 мА для мереж на дерев'яних опорах. В мережах на металевих опорах цей струм на 10...15% більший. В протяжних розгалужених мережах ємнісна складова струму через людину може перевищувати активну і бути визначальною в тяжкості ураження людини електричним струмом. Крім того, значні ємності мереж напругою більше 1000 В негативно впливають на ізоляцію мережі, викликають перенапругу в ізоляції, що

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						78
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

може призводити до її перекриття. За певних співвідношень індуктивності реактора і ємності мережі її ємнісний струм можна компенсувати. Для налагодження на ємність мережі індуктивність реактора змінна. В конструкціях реакторів окремих типів можливе автоматичне налагодження їх індуктивності на ємність мережі для забезпечення резонансу струмів.

Технічні заходи попередження електротравм при переході напруги на неструмовідні частини електроустановок. Поява напруги на неструмовідних частинах електроустановок пов'язана з пошкодженням ізоляції і замиканням на корпус. Основними технічними заходами щодо попередження електротравм при замиканнях на корпус є захисне заземлення, занулення, захисне відключення. Захисне заземлення. Відповідно до ДСТ 12.1.009-76, захисне заземлення - це навмисне електричне з'єднання з землею чи її еквівалентом металевих неструмовідних частин електроустановок, які можуть опинитись під напругою.

При пошкодженні в установці ізоляції фазного проводу корпус установки може опинитися під напругою. Якщо людина доторкнеться у цьому випадку до корпусу установки, то це буде майже рівноцінно доторканню до неізольованого проводу. В результаті цього виникне мережа струму.

За наявності заземлення паралельно людині буде мати місце додатковий струмопровід, і струм замикання на землю буде розподілятися між цим струмопроводом і людиною обернено пропорційно їх опорам, що забезпечує захист людини від ураження електричним струмом. Крім того, при наявності захисного заземлення має місце розтікання струму в землі, в результаті чого на поверхні землі, виникає поле підвищених потенціалів відносно нульового потенціалу землі. В результаті цього напруга, під яку потрапляє людина буде визначатись різницею потенціалів корпусу установки і поверхні землі в місці розташування людини. Зі зменшенням відстані між заземлювачем і людиною напруга дотику буде зменшуватись, що сприяє поліпшенню безпеки.

Захисному заземленню підлягають: - електроустановки напругою 380 В і більше змінного струму і 440 В і більше

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						79
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

постійного струму незалежно від категорії приміщень (умов) щодо небезпеки електротравм;

- електроустановки напругою більше 42 В змінного струму і більше 110 В постійного струму в приміщеннях з підвищеною і особливою небезпекою електротравм, а також електроустановки поза приміщеннями;

- всі електроустановки, що експлуатуються у вибухонебезпечних зонах (з метою попередження вибухів).

Відповідно до зазначеного заземлюються:

- неструмовідні частини електричних машин, апаратів, трансформаторів;
- каркаси розподільчих щитів, шаф, щитів управління, а також їх знімні частини і частини, що відкриваються, якщо на них встановлено електрообладнання напругою більше 42 В змінного і більше 110 В постійного струму.

- металеві конструкції розподільчих пристроїв, металеві кабельні коробки й інші кабельні конструкції, металеві кабельні муфти, металеві гнучкі рукави і труби електропроводки, електричні світильники;

- металоконструкції виробничого обладнання, на якому є споживачі електроенергії; - опори повітряних ліній електропередач тощо.

Не заземлюються неструмовідні частини електроустановок, розміщених на заземлених металоконструкціях, за умови надійного контакту між ними, за винятком електроустановок, що експлуатуються у вибухонебезпечних зонах.

Конструктивно захисне заземлення включає заземлюючий пристрій і провідник, що з'єднує заземлюючий пристрій з обладнанням, яке заземлюється — заземлюючий провідник. Для заземлюючих провідників використовують неізольовані мідні провідники поперечним перерізом не менше 4 мм² або сталеві струмопроводи діаметром 5... 10 мм. Заземлюючі провідники між собою і з заземлювачами з'єднуються зварюванням, а з обладнанням, що заземлюється — зварюванням або за допомогою гвинтового з'єднання з застосуванням антикорозійних заходів. У виробничих приміщеннях заземлюючі провідники прокладаються відкрито, а обладнання приєднується до внутрішньої магістралі

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						80
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

заземлення індивідуально шляхом паралельних приєднань. Заземлюючі пристрої можуть бути природними і штучними. Як природні заземлюючі пристрої використовуються прокладені в землі трубопроводи, оболонки кабелів, арматура будівельних конструкцій, що має контакт із землею тощо. Штучні заземлюючі пристрої — це спеціально закладені в землі металоконструкції, призначені для захисного заземлення. Штучними заземлювачами можуть бути металеві, вертикально закладені в ґрунт електроди (стержні, труби, кутова сталь тощо), з'єднані між собою за допомогою зварювання з'єднувальною смугою, смугова і листовая сталь і т. ін. На кожний діючий заземлюючий пристрій повинен бути паспорт, в якому наводиться його схема, дані про результати перевірок стану заземлюючого пристрою, проведені ремонтні роботи і конструктивні зміни.

Занулення. Відповідно до ДСТ 12.1.009-76, занулення в загальному розумінні — це навмисне електричне з'єднання з нульовим захисним провідником металевих неструмовідних частин, які можуть опинитись під напругою в результаті пошкодження ізоляції.

Занулення в електроустановках — це навмисне з'єднання елементів електроустановки, які не знаходяться під напругою, з глухо-заземленою нейтраллю генератора чи трансформатора в мережах трифазного струму, з глухозаземленим вводом джерела однофазного струму, з глухозаземленою середньою точкою джерела в мережах постійного струму.

Для забезпечення ефективності захисту при застосуванні занулення необхідно, щоб струм короткого замикання $I_{кз}$ відповідав струму спрацювання захисту від короткого замикання $I_{вст}$. Останнє досягається обґрунтованим визначенням можливого струму короткого замикання, відповідним вибором каліброваних вставок плавких запобіжників, регулюванням автоматичних електромагнітних засобів захисту від короткого замикання, забезпеченням цілісності нульового проводу. Щоб створити умови для спрацювання занулення при обриві нульового проводу останній періодично заземлюється.

Вимоги щодо застосування занулення залежно від величини напруги і категорії приміщень за безпекою електротравм аналогічні вимогам до

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						81
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

застосування захисного заземлення. За величиною напруги мережі живлення застосування занулення обмежується напругою до 1 кВ.

Згідно з чинними нормативами можливі два варіанти реалізації занулення:

- заземлена через певні відстані (100...200 м) нейтраль мережі виконує функції нульового робочого і нульового захисного провідника одночасно;
- для занулення обладнання прокладається окремий провідник, який виконує функції тільки нульового захисного.

Захисне відключення. Призначення захисного відключення — відключення електроустановки при пошкодженні ізоляції і переході напруги на неструмовідні її елементи. Застосовується в доповнення до захисного заземлення (занулення) для забезпечення надійного захисту, перш за все, в умовах особливої небезпеки електротравм. У подібних випадках ефективний захист може бути забезпечений застосуванням пристроїв захисного відключення, спрацювання яких може бути спричинене струмами витоку на землю з корпусу електроустановки, зниженням опору ізоляції фази відносно землі, перерозподілом навантаження на фази тощо. Промисловістю серійно випускаються пристрої захисного відключення.

Система електрозахисних засобів. Електрозахисні засоби - це технічні вироби, що не є конструктивними елементами електроустановок і використовуються при виконанні робіт в електроустановках з метою запобігання електротравм.

ДНАОП 1.1.10-1.07-01 "Правила експлуатації електрозахисних засобів" (в подальшому Правила) - чинний нормативний документ, в якому наведено перелік засобів захисту, вимоги до їх конструкції, обсягів і норм випробувань, порядку застосування і зберігання, комплектування засобами захисту електроустановок та виробничих бригад. Засоби захисту, що використовуються в електроустановках, повинні відповідати вимогам чинних державних стандартів, технічних умов щодо їх конструкції.

Електрозахисні засоби поділяються на ізолювальні (ізолюючі штанги, кліщі, накладки, діелектричні рукавиці тощо), огорожувальні (огородження, щитки, ширми, плакати) та запобіжні (окуляри, каски, запобіжні пояси, рукавиці для

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						82
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

захисту рук). Ізолюючі електрозахисні засоби поділяються на основні і додаткові. Основні ізолюючі електрозахисні засоби розраховані на напругу установки і при дотриманні вимог безпеки щодо користування ними забезпечують захист працівників.

Додаткові електрозахисні засоби навіть у разі дотримання функціонального їх призначення не забезпечують надійного захисту працюючих і застосовуються одночасно з основними для підвищення рівня безпеки. У разі застосування основних електрозахисних засобів достатньо використовувати один додатковий засіб. Для захисту працівників від напруги кроку достатньо використовувати діелектричне взуття без застосування основних засобів. Для захисту працівників при виконанні робіт в умовах електричного поля, параметри якого перевищують допустимі, застосовуються індивідуальні екранувальні комплекти одягу та екранувальні пристрої. Вимоги щодо комплектування електроустановок електрозахисними засобами регламентуються Правилами, Положенням про порядок забезпечення працівників спеціальним одягом, спеціальним взуттям та іншими засобами індивідуального захисту (ДНАОП 0.00-4.26-96), галузевими чинними нормативами тощо. Відповідальність за своєчасне забезпечення працівників і комплектування електроустановок засобами захисту згідно з нормами комплектування, за організацію належних умов зберігання, створення необхідного запасу, своєчасне проведення періодичних оглядів і випробувань, вилучення непридатних засобів та організацію обліку несе власник цих засобів. Електрозахисні засоби повинні зберігатись у приміщеннях в спеціально відведених місцях сухими і чистими, в умовах, що виключають можливість їх механічних ушкоджень, шкідливої дії вологи, агресивного середовища, мастила тощо. У встановлені нормативами терміни електрозахисні засоби повинні оглядатись з перевіркою їх наявності згідно з вимогами до комплектування, очищатись від пилу, забруднень тощо, періодично проходити спеціальні випробування на відповідність їх діелектричних, механічних і т. ін. показників чинним вимогам. Крім того, електрозахисні засоби повинні оглядатись перед кожним їх застосуванням. При таких оглядах увага звертається на справність

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						83
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

засобів захисту, відсутність тріщин, подряпин та деформації ізолюючих елементів, терміни чергової перевірки. У разі виявлення перерахованих дефектів чи простроченого терміну чергового випробування, користування електрозахисними засобами забороняється. При оглядах діелектричних рукавиць і діелектричного взуття увагу слід звертати на наявність вологи, забруднень, розривів, інших механічних пошкоджень. Відсутність розривів і проколів рукавичок перевіряється скручуванням їх від нарукавника в бік пальців. Вимоги до термінів випробування електрозахисних засобів, методики і параметрів цих випробувань регламентуються Правилами залежно від типу електрозахисних засобів.

Електричні випробування електрозахисних засобів проводяться спеціально підготовленими працівниками. Кожний засіб захисту перед випробуваннями необхідно оглянути з метою перевірки розмірів, справності, комплектності, стану ізоляційної поверхні, наявності номера. Випробування проводяться напругою змінного струму частотою 50 Гц при температурі повітря 25 ± 10 °C і регламентованій Правилами швидкості підвищення напруги. Результати випробувань оцінюються за величиною струму, що протікає через засоби захисту. При позитивних результатах випробувань на засобах захисту проставляється штамп, що відповідає інвентарному номеру засобу захисту, даті наступного випробування та граничній напрузі застосування. Штамп на засобах захисту, застосування яких не залежить від напруги електроустановки (діелектричні рукавиці, ізолювальний інструмент), не містить величини напруги застосування. Результати випробувань засобів захисту оформляються протоколом встановленої форми.

Заходи безпеки при обслуговуванні електродвигунів. При роботі, пов'язаній з дотиком до струмоведучих або обертових частин електродвигуна, що приводиться їм у рух механізму, необхідно зупинити електродвигун і на його пусковому пристрої або ключі керування повісити плакат «Не включати. Працюють люди».

					Кваліфікаційна робота	Арк.
						84
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Операції по відключенню і включенню електродвигунів напругою вище 1000В пусковою апаратурою з приводами ручного керування роблять золгоючої підстави в діелектричних рукавичках.

При роботі на електродвигуні заземлення накладають на кабель (з від'єднанням або без від'єднання його від електродвигуна) або на його приєднання в розподільному пристрої. При роботі на механізмі, якщо вона не зв'язана з дотиком до обертових частин або від'єднанням сполучної муфти, заземлювати живильний кабель електропривода не потрібно.

Перед допуском до роботи на електродвигунах насосів, димососів і вентиляторів, якщо можливо обертання електродвигунів від з'єднаних з ними механізмів, повинні бути закриті і закриті на замок. Обслуговувати щітковий апарат на працюючому електродвигуні допускається одноосібне працівникові оперативного персоналу або виділеному для цієї мети навченому працівникові, що має групу по електробезпеці не нижче III. При цьому необхідно дотримувати наступні запобіжні заходи: працювати в головному уборі і застібнутому спецодязі, остерігаючи захоплення її обертливими частинами машини; користуватися діелектричними голошами або гумовими коврикками; не торкатися руками одночасно струмоведучих частин.

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						85
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВОК

В даній кваліфікаційній роботі було проведено розрахунок системи електропостачання автоматизованого цеху з вибором трансформаторів, вимикачів та провідників для внутрішньоцехової електромережі.

По-перше, було наведено характеристику досліджуваного цеху, обрано категорію надійності і напругу живлення електроустаткування, а також вид схеми цехової мережі, а саме радіальну схему.

По-друге, було проведено розрахунок системи електропостачання цеху з вибором трансформаторів, провідників та пристроїв захисту для внутрішньоцехової електромережі. На основі проведених розрахунків для встановлення на трансформаторну підстанцію було здійснено вибір одного трансформатора потужністю 100 кВА. Також з урахуванням особливостей радіальних схем було побудовано принципову електричну схему електропостачання цеху, на якій було показано вибране електрообладнання.

Роботу виконав:

					<i>Кваліфікаційна робота</i>	Арк.
						86
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Василега П.О. Електропостачання: Навчальний посібник. - Суми: ВТД «Університетська книга», 2008. - 415 с.
2. Рудницький В.Г. Внутрішньоцехове електропостачання. Курсове проектування: Навчальний посібник. - Суми: ВТД «Університетська книга», 2007. - 280 с.
3. Босов Є.П., Жесан Р.В., Каліч В.М. Охорона праці при проектуванні систем автоматизації виробництва: Навчальний посібник. - Кіровоград: КНТУ, 2007. - 112 с.
4. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів. – Київ, 2021.
5. Князевський Б.А., Ліпкин Б.Ю. Електропостачання промислових підприємств. – Київ.: Вища школа, 1986.
6. Правила улаштування електроустановок. Видання офіційне. Київ 2006
7. С.Е.Васільєв „Довідник по налагодженню електроустановок і електроавтоматики”. Київ Наукова думка
8. Довідник для проектування електричного освітлення” Енергія 2006.