МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерії та енергетики  
Кафедра електрифікації, автоматизації виробництва та інженерної екології

Кваліфікаційна робота

на правах рукопису

**Мущицький Денис Миколайович**

УДК 621.359.4

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**

Обґрунтування системи електропостачання арматурного цеху

заводу огороджувальних конструкцій

(тема роботи)

141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

(шифр і назва спеціальності)

Подається на здобуття освітнього ступеня магістр

Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело  
 Мущицький Д.М.\_\_\_

(підпис, ініціали та прізвище здобувача вищої освіти)

Керівник роботи

Денисюк Анатолій Юрійович

(прізвище, ім’я, по батькові)

к.т.н., доцент кафедри електрифікації,

автоматизації виробництва та інженерної екології

(науковий ступінь, вчене звання)

Житомир – 2023

**АНОТАЦІЯ**

Мущицький Д.М. Обґрунтування системи електропостачання арматурного цеху заводу огороджувальних конструкцій. Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальністю 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка – Поліський національний університет, Житомир, 2023.

Основною метою роботи **є** обгрунтування та розробка оптимальної системи електропостачання компресорної станції маслозаводу міста.

Результатом роботи є розробка схеми електропостачання цеху, побудовано схеми навантаження цеху, проведено вибір числа і потужності трансформаторів, проведено вибір вимикачів і кабелю.

**Ключові слова:** арматурний цех, цехова силова мережа, компенсація реактивної потужності, високовольтні вимикачі, категорія надійності.

**ABSTRACT**

Mushchytskyi D.M. Justification of the power supply system of the rebar shop of the plant of fencing structures. Qualification work for obtaining a master's degree in specialty 141 - Electric power, electrical engineering and electromechanics - Polissia National University, Zhytomyr, 2023.

The main goal of the work is the justification and development of the optimal power supply system for the compressor station of the city's oil factory.

The result of the work is the development of the shop's power supply scheme, the shop's load scheme was built, the number and power of transformers were selected, switches and cables were selected.

**Key words:** reinforcement shop, shop power network, reactive power compensation, high-voltage switches, reliability category.

**ЗМІСТ**

|  |  |
| --- | --- |
| ВСТУП | 4 |
| РОЗДІЛ1. ХАРАКТЕРИСТИКА АРМАТУРНОГО ЦЕХУ ЗАВОДУ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ ТА ВИБІР НАПРУГИ ДЛЯ ЖИВЛЕННЯ. | 7 |
| * 1. Характеристика ЗОК | 7 |
| * 1. Характеристика споживачів електричної енергії | 8 |
| * 1. Склад електрообладнання цеху. | 9 |
| * 1. Споживачі промислових підприємств. | 9 |
| 1.5. Вибір величини напруги живлення. | 10 |
| Висновки по розділу 1 | 13 |
|  | 14 |
| 2.1. Вибір схеми цехової мережі. | 14 |
| 2.1.1. Розрахунок цехової мережі | 18 |
| 2.1.2 Розрахунок навантажень цеху | 22 |
| 2.2. Побудова картограми і визначення центру електричних навантажень | 26 |
| 2.3. Вибір числа і потужності силових трансформаторів | 28 |
| 2.4. Вибір вимикачів і перерізу провідників | 31 |
| Висновки по розділу 2 | 33 |
| ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ | 34 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ | 35 |

**ВСТУП**

**Актуальність роботи.** Енергетика відіграє провідну роль у розвитку національної економіки, технологічного прогресу й підвищенні рівня життя людей. Широке застосування електричної енергії у промисловості, сільському господарстві, транспорті, у побуті та інших сферах зумовлене простотою її передавання на значні відстані й перетворення в інші види.

Від постійного і безперебійного електропостачання залежить робота промислового підприємства. Перерви в електропостачанні можуть призвести до серйозних наслідків в підприємстві, що споживає електро- енергію, тому проектування системи електропостачання є надзвичайно важливим питанням. Під час проектування, як правило розробляють кілька схем електропостачання і на підставі техніко-економічного розрахунку вибирають найкращу.

**Метою роботи є** розробка оптимальної системи електропостачання арматурного цеху заводу огороджувальних конструкцій.

Досягнення поставленої мети у роботі вирішуються наступні задачі:

1. Аналіз споживачів електричної енергії, споживачі промислових підприємств, структура та склад електрообладнання типового цеху, підходи та методи щодо вибору значення напруги живлення

2. Розробка системи електропостачання арматурного цеху заводу огороджувальних конструкцій з визначенням кількості трансформаторних підстанцій, типу трансформаторної підстанція для данного підприємства, яке потрібне розташування для розподільчих пунктів, центру навантажень для економічного розподілу енергії.

**Об'єктом дослідження** є аналіз промислових споживачів електричної енергії, структура та склад електрообладнання розглядаємого арматурного цеху, методи вибору величин живлючих напруг.

**Предметом дослідження є** система електропостачання арматурного цеху заводу огороджувальних конструкцій з розробкою та розрахунком цехової мережі, побудовою картограм електричних навантажень, вибором потужності силових елементів та розрахунком струмів короткого замикання.

**Методи досліджень.** При виконанні досліджень, використовувалися методи системного аналізу, методи математичного моделювання, методи розрахунку систем електропостачання, методи вибору компромісних рішень, засновані теорії ігор (теорія контрактів).

**Практична значимість результатів роботи:**

Розроблені методичні засади, математичні моделі та методи оптимізації вибору системи електропостачання промислового об'єкту, що дозволяють ефективно вирішувати такі практичні завдання:

1. Оптимізувати вибір системи електропостачання типового промислового об'єкту в залежності від його профілю, можливостей по встановленню відповідного обладнання, обсягу виробництва тощо, з детальним розрахунком та вибором принципової електричної схеми електропостачання цеху

2. У перспективі реалізувати можливість нарощування системи електропостачання за рахунок встановлення додаткового силового обладнання.

**Перелік публікацій автора за темою дослідження** **:**

Мущицький Д.М. ВИБІР КІЛЬКОСТІ І ПОТУЖНОСТІ СИЛОВИХ ТРАНСФОРМАТОРІВ АРМАТУРНОГО ЦЕХУ ЗАВОДУ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ

Матеріали науково-практичної конференції науково-педагогічних працівників, докторантів, аспірантів та молодих вчених факультету інженерії та енергетики «СТУДЕНТСЬКІ ЧИТАННЯ – 2023» 30 листопада 2023 року. Житомир: Поліський національний університет, 2023.- С 63-68.

Денисюк А.Ю., Мущицький Д.М. ВИБІР ВИСОКОВОЛЬТНИХ ВИМИКАЧІВ І ПЕРЕРІЗУ ПРОВІДНИКІВ ДЛЯ АРМАТУРНОГО ЦЕХУ ЗАВОДУ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ

Матеріали науково-практичної конференції науково-педагогічних працівників, докторантів, аспірантів та молодих вчених факультету інженерії та енергетики «СТУДЕНТСЬКІ ЧИТАННЯ – 2023» 30 листопада 2023 року. Житомир: Поліський національний університет, 2023.- С 63-68.

Денисюк А.Ю., Мущицький Д.М. РОЗХРАХУНОК КОМПЕНСАЦІЇ РЕАКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ АРМАТУРНОГО ЦЕХУ ЗАВОДУ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ.

Матеріали науково-практичної конференції науково-педагогічних працівників, докторантів, аспірантів та молодих вчених факультету інженерії та енергетики «СТУДЕНТСЬКІ ЧИТАННЯ – 2023» 30 листопада 2023 року. Житомир: Поліський національний університет, 2023.- С 63-68.

**РОЗДІЛ 1**

# ХАРАКТЕРИСТИКА АРМАТУРНОГО ЦЕХУ ПАТ ЗОК ТА ВИБІР НАПРУГИ ДЛЯ ЖИВЛЕННЯ

* 1. **Характеристика Публічного акціонерного товариства Завод огороджувальних конструкцій**

Публічне акціонерне товариство Завод огороджувальних конструкцій [3] виготовляє каркаси для таких промислових будівель:

- логістичних центрів;

- спортивних споруд;

- торгівельно-офісних комплексів;

- торгівельно-розважальних комплексів;

- станцій технічного обслуговування;

- конструкцій мостових переходів.

Підприємство знаходиться за адресою: м. Житомир, вул. Баранова 89, і займає площу близько 14,5 гектарів, де розташовані наступні корпуси та дільниці:

- адміністративно-побутовий корпус;

- котельна;

- ремонтно-будівельна дільниця;

- виробничий корпус;

- склад готової продукції.

Виробничий корпус складається з наступних дільниць та цехів:

- дільниці зберігання металу;

- арматурного цеху;

- дільниці готової продукції.

* 1. **Характеристика споживачів електричної енергії**

Розрізнюють три характерні групи приймачів електроенергії:

1) Приймачі, які працюють в режимі з довготривало-незмінним або мало змінним навантаженням. В цьому режимі електрична машина або апарат може робити довготривалі без підвищення температури певних частин машини або апарата вище допустимої. Прикладами приймачів, які працюють в цьому режимі, є електродвигуни компресори, насоси, вентилятори тощо;

2) Приймачі, які працюють в режимі з навантаженням, що триває нетривалий час. Період зупинки машини або апарата настільки довгий, що машина практично встигає охолодитися до температури навколишнього середовища.

3) Приймачі, які працюють в режимі з навантаженням, яке короткочасно повторюється. Технічні засоби включаються на короткий період, а потім виключаються на короткий період [4].

**1.3. Склад електрообладнання цеху**

Досліджуване товариство для виготовлення продукції використовує таке електрообладнання:

- преси марки “И-1334” потужністю 30 кВт;

- преси марки “КД-2128” потужністю 8,3 кВт;

- гільйотини фірми “XRL” потужністю 45 кВт;

- гідравлічний прес “ROHIM” потужністю 11 кВт;

- тримостові крани потужністю 75 кВт;

- свердлувальні верстати марки 2М55 потужністю 13 кВт;

- свердлувальні верстати марки 2П53 потужністю 11 кВт.

* 1. **Споживачі промислових підприємств.**

Електроприймачі поділяють на три категорії [4].

Споживачі 1 категорії.

* аварійне освітлення для продовження роботи і для евакуації людей з приміщень без природного освітлення.
* аварійне освітлення для продовження роботи в приміщеннях з природнім освітленням.

Споживачі 2 категорії.

* робоче і евакуаційне освітлення основних промислових приміщень з природним освітленням.

Споживачі 3 категорії.

* робоче освітлення допоміжних приміщень з природним освітленням при кількості працюючих менше 50 чоловік (ремонтні майстерні склади).

**1.5. Вибір величини напруги живлення**

Вибір напруги мереж залежить від потужності, яку споживає підприємство, від того на скільки воно далеко від джерела живлення, напруги джерела живлення (особливо для невеликих і середніх підприємств), кількості і одиничної потужності електроприймачів (електродвигуни, електропечі, перетворювачі тощо).

Напругу 110 кВ доцільно застосовувати при споживаній промисловим підприємством потужності 10-150 мВА навіть при необхідності відповідної трансформації на РПС.

Напруга 35 кВ має економічні переваги при передаванні потужності не більше 10 мВА. Ця напруга може застосовуватися і для розподілу електроенергії на підприємствах вказаної потужності за допомогою глибоких введень у вигляді магістралей, до яких приєднуються трансформатори 35/0,4-0,66 або 35/6 - 10 кВ, а також для живлення могутніх електроприймачів (сталеплавильні електропечі) на підприємствах більшої потужності;

Значення первинної напруги істотно не впливає на економічні показники, важливіше значення напруги, на яке проводиться трансформація.

Напруги 10 і 6 кВ застосовуються в живлячих і розподільних мережах невеликих і середніх підприємств і на другій і подальших ступенях розподільних мереж крупних підприємств при застосуванні глибоких введень.

При проектуванні систем електропостачання промислових підприємств важливим є питання вибору обгрунтованих напруг для схеми електропостачання. Порівнюючи техніко-економічних показники різних варіантів здійснюється вибір напруг.

Пріоритет надають варіанту з вищою напругою навіть при невеликих економічних перевагах (не більше 10-25%) нижчої з порівнюваних напруг [5].

Для живлення великих і дуже великих підприємств на перших ступенях розподілу слід застосовувати напруги 110, 150 і 220 кВ.

Напругу 10кВ необхідно використовувати для внутрішніх потреб на тих підприємствах де є потужні двигуни, незначне число двигунів на 6 кВ.

Якщо на підприємстві є значна кількість приймачів на 6 кВ, то можуть застосовувати напругу на 6 кВ. Змінний струм 380/220В, як правило застосовується для освітлення будівель.

Таким чином, всі споживачі електричної енергії поділяються на два види: споживачі населених міст та споживачі промислових підприємств. Кожен вид містить в собі три категорії споживачів. В арматурному цеху всі електроприймачі живляться змінним струмом, тому змінний струм напругою 380 В частотою 50 Гц ми використаємо для живлення електрообладнання цеху.

**Висновки по першому розділу**

На підставі вищесказаного зазначимо:

- Публічне акціонерне товариство Завод огороджувальних конструкцій виготовляє каркаси для промислових будівель, і складається з виробничого корпусу для виготовлення металоконструкцій та складу готової продукції для зберігання виготовленої продукції;

- для виготовлення продукції досліджуване товариство використовує електрообладнання. яке за надійністю належить до другої категорії;

**РОЗДІЛ 2**

**РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ АРМАТУРНОГО ЦЕХУ ЗАВОДУ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ**

**2.1. Вибір схеми цехової мережі.**

Системи електропостачання [6] – це комплекси електротехнічних пристроїв для виробництва, передачі й розподілення енергії, що складаються з джерел електричної енергії, трансформаторних, перетворюючих і розподільчих підстанцій, а також електричних мереж, що підводять цю енергію до приймачів – електроприводів, електротехнологічних установок і джерел електричного освітлення. Вони складаються із системи зовнішнього електропостачання, щоохоплює електротехнічні пристрої від джерел електричної енергії до підстанції підприємства, і системи внутрішнього електропостачання, до якої входять елементи розподілення електричної енергії на території підприємства.

Кожна система електропостачання повинна безперебійно подавати електричну енергію підприємству в необхідній кількості і належної якості, відрізнятися високою надійністю й економічністю за первинними експлуатаційними витратами, простотою, зручністю і безпекою обслуговування.

Приймачі електричної енергії, що використовують електричну енергію для технологічних процесів, поділяють за напругою на дві групи: до 1000 В і більше 1000 В.

Більшість товариств одержують електричну енергію від районних понижувальних трансформаторних підстанцій енергосистем із напругою 6, 10, 35, 110, 220 кВ, що залежить від потужності підприємства і його відстані від джерела живлення. Великі енергоємні товариства можуть одержувати електричну енергію при більш високій напрузі – 330 і 500 кВ.

В енергосистеми входять:

- теплові електростанції;

- атомні електростанції;

- теплоелектроцентралі;

- гідроелектричні станції;

- електричні підстанції.



Рисунок 2.1 – Схема електропостачання великого підприємства від енергосистеми і власної ТЕЦ

Безперебійне електропостачання [6] великого підприємства з приймачами першої та другої категорій, здійснюється двома повітряними лініями електропередач (рисунок 2.1), що подають

електричну енергію від незалежних джерел енергосистеми при напрузі 35, 110 або 220 кВ на головну понижувальну підстанцію (ГПП) із двома трансформаторами, які перебувають в центрі електричних навантажень підприємства та знижують напругу до 6 або 10 кВ.

У схемі електропостачання великого підприємства від енергосистеми (рисунок 2.2) високовольтний двигун М і цехові підстанції ТП1, ТП2 одержують живлення від ГПП за радіальною схемою, при якій електрична енергія надходить до кожного об’єкта по своїй лінії. Інші трансформаторні підстанції приєднані до тієї ж підстанції однією лінією, що відповідає магістральній схемі. Радіальна схема більш надійна у відношенні безперебійності електропостачання, ніж магістральна, але вимагає в порівнянні з нею підвищених витрат кабелів і високовольтних апаратів, що приводить до збільшення первинних втрат.



Рисунок 2.2 – Схема електропостачання великого підприємства від енергосистеми

Об`єднання двох чи декількох магістральних ліній у кільце підвищує надійність їх експлуатації. Для підвищення надійності електропостачання окремих об’єктів підприємства передбачають також резервний кабель, прокладений від головної понижувальної підстанції до кожної цехової підстанції, який розрахований на потужність найбільшої з них і завжди перебуває під напругою. Схема електропостачання підприємства спрощується, якщо електрична енергія надходить на його територію під напругою 6, 10 або 35 кВ (рисунок 2.3). У цьому випадку приймання і розподіл електричної енергії відбувається через головну розподільчу підстанцію без зміни напруги енергосистеми. Наступний розподіл електричної енергії по цехових трансформаторних підстанціях виконано за радіальною схемою.



Рисунок 2.3 – Схема електропостачання підприємства через центральну розподільну підстанцію

Підприємства невеликої потужності з однією трансформаторною підстанцією (рисунок 2.4) одержують електричну енергію від енергосистеми при напрузі 6 або 10 кВ, яку за допомогою трансформаторів знижують до напруги 0,4 або 0,69 кВ, а потім розподіляють по окремих приймачах цехів, що працюють відповідно при напрузі 0,38 або 0,66 кВ.

Вибір числа трансформаторів на підстанціях пов’язаний з капітальними витратами, що є найменшими при однотрансформаторній підстанції.



Рисунок 2.4 – Схема електропостачання підприємства невеликої потужності

Для електропостачання приймачів першої і другої категорій [6] застосовують двотрансформаторну підстанцію, причому в першому випадку номінальну потужність кожного трансформатора вибирають так, щоб один трансформатор міг обслужити всі приймачі підприємства, а інший постійно знаходився в резерві. При наявності приймачів першої та другої категорії номінальну потужність кожного трансформатора приймають рівною 70…90% потужності, необхідної для живлення всіх приймачів.

На підставі аналізу розміщення обладнання (рисунок 2.5) обираємо схему електропостачання великого підприємства від енергосистеми (рисунок 2.2).

 

**2.1.1 Розрахунок мережі**

- РП-1:

1) визначаємо потужності:

(2.1)

(2.2)

*,*

*,*

*,*

Звідси

,

.

*,*

*,*

.

2) обраховуємо *Кв*

(2.3)

3) обраховуємо *Км* [6]:



 (2.4)



4) тоді

 ; (2.5)



 , якщо ; (2.6)

, якщо ;



5) тоді:



* РП-2:

*,*

*,*

*,*

*,*

,

.

*,*

*,*

*,*



(2.3)



 (2.4)



 ; (2.5)



 , якщо ; (2.6)

, якщо ;



Тоді



|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № РП | Кіл-сть | | | |  | | *Кв* | cosφ /tgφ | | | |  | | | | | | | | | |  | | | | | |  | Розрахункове навантаження | | | | | | | | |
| 1.  кВт | Σ,  кВт | кВт | | | | | , | | | | | *,*  кВт | | | *,* | | | | | *,*  кВА |
| РП-1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1,2 | 2 | | | | 4 | 8 | 0, 7 | | 0,8/  0,7 | | | | | | | 42 | | 29,4 | | | | | | 5 | | | 1,8 | | | | 149 | | | 62,8 | | | 161 |
| 3,4,5 | 3 | | | | 30 | 60 | 0,2 | | 0,8/  0,7 | | | | | | | 6,2 | | 4,3 | | | | | |
| 6,7 | 2 | | | | 45 | 90 | 0, 6 | | 0,8/  0,7 | | | | | | | 32,4 | | 22,6 | | | | | |
| РП-2 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | 1 | | | 11 | | 11 | 0,14 | | | | 0,8/  0,7 | | | | 1,5 | | | | | | 1,07 | | 7 | | 1,85 | | | | | 203 | | | | 11,8 | 203 | | |
| 9 | 1 | | | 75 | | 75 | 0,14 | | | | 0,8/  0,7 | | | | 10,5 | | | | | | 7,35 | |
| 10,11,12 | 3 | | 13 | | | 39 | 0,14 | | | 0,8/  0,7 | | | | 1,82 | | | | | | 1,274 | | |  | |  | | | | |  | | | |  | |  | |
| 13,14,15 | 3 | 11 | | | | 33 | 0,14 | | 0,8/  0,7 | | | | 1,54 | | | | | | 1,078 | | | |  | | |  | | | |  | | |  | | |  | |
| Разом | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 397 | | | 77 | | | 369 | |

**2.1.2 Розрахунок навантажень цеху**

Розрахунок навантажень цеху передбачає побудову картограми активних навантажень.

(2.7)

(2.8)

(люмінісцентні лампи)

 (2.9)

Тоді

 (2.10)

(2.11)



Проведемо розрахунки для розподільчих пунктів:

РП-1:

1. розраховуємо за формулою (2.7) активну потужність приймачів:

*,*

*,*

*,*

*,*

*,*

Тоді:









- РП-2:

*,*

*,*

*,*

*,*

*,*

*,*

Тоді:









**2.2 Побудова картограми**

Оберемо радіус круга навантаження арматурного цеху *r* = 50 м. Тоді

 (2.12)

Радіус круга навантаження для кожної ділянкицехувизначаємо за формулою:

 , (2.13)

Після підставлення чисельних даних знаходимо:

- для ділянки РП-1:



- для ділянки РП-2:



Центр електричних навантажень визначаємо за формулами:

 (2.14)

 (2.15)

Тоді





На рисунку 2.5. показаний план цеху з центром електричного навантаження а також радіуси кругів навантаження

Таблиця 2.4 – Результати розрахунків координатділянок розподільчих пунктів

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Ділянки | 1 | 2 |
| Х | 45 | 59 |
| Y | 31 | 10 |
| r | 49,14 | 24,22 |



Рисунок 2.5

**2.****3 Вибір кількості і потужності силових трансформаторів**

В залежності від категорії споживачів визначимо кількість ТП і число трансформаторів. Порівнюючи річні затрати оберемо найкращий варіант.

(2.16)

Кількість трансформаторів на трансформаторній повина бути не менше двох.

Таким чином, обираємо на трансформаторну підстанцію два трифазних трансформатори з номінальною потужністю *Sном* = 630 кВА.

Перевірку правильності вибору потужності трансформатора для трансформаторних підстанційвиконаємоза коефіцієнтами завантаження в нормальному і аварійному режимах. З цією метою перевіримо виконання умов:

; (2.18)

(2.19)

Тоді:

Видно, що вказані умови задовольняються.

Розрахунок втрати потужності в трансформаторі цехової ТП виконаємо за формулами:

 (2.20)

 (2.21)

Для трансформаторів напругою 6…10 кВ, ke = 0,12. Після підстановки чисельних даних знаходимо:







Навантаження:

, (2.22)

, (2.23)

, (2.24)







На підставі виконаних розрахунків для цехової ТП обираємо два масляних трансформатори з номінальною потужністю 630кВА.

****

Високовольтні вимикачі обираємо за номінальною напругою і розрахунковим струмом [3].

З цією метою перевіримо виконання умов:

 (2.25)

** (2.26)

де *Iном.в* – струм вимикача номінальний; *Imax*– струм максимальний.

Переріз обираємо за економічною густиною струму:

** (2.27)



****

Для подальшого вибору захисної апаратуривизначимо струми для нормального і післяаварійного режимів для ліній цеху напругою 10 кВ і 0,4кВ:









Для захисної апаратури на стороні 10 кВ, обираємо масляний вимикач типу ВМГ – 10 (Іном = 800А). Для апаратури захисту на стороні 0,4 кВ обираємо автомат типу АВМ-10 (Іном=1000 А).

Перевіряємо обраний вимикач та автомат за умовою:



ВМГ – 10 : 800 ≥ 27,8 А,

АВМ – 10: 1000 ≥ 699,59 А.

Вибір провідників оберемо за густиною струму (jек = 1,2 за час використання максимального навантаження > 5000 год).

Визначаємо за формулою (2.27) економічний переріз провідниківдля лінії живлення:



Для цехової мережі обираємо кабелі типу ААБ.

Для захисту ліній живлення електроприймачів передбачаємо використання селективних вимикачів[6]. Для вибору марки проводу і захисної апаратури розраховуємо кожну ділянку від РП до ТП.

Для лінії ТП-РП1:



- найбільший пусковий струм обчислюємо за формулою:

 (2.28)

 (2.29)



Тоді



 (2.30)



Вибираємо автоматичний вимикач з серіїАВМ-20 з *Iном*.*вимик* = 2000 А і *Iн.розчепл*= 2000 А.

Для АМ20 комутаційний струм відключення складає 35 кА.

Вибираємо кабель типу ААБГ 3×400 + 1×200.

Для лінії ТП-РП2:





- найбільший пусковий струм:





Обираємо автоматичний вимикач серіїАМ8-М з *Iном*.*вимикач* = 1500 А і *Iн.розчепл*= 1500 А.

Для АМ15-М *Iком.відкл*= 45 кА.

Обираємо кабель типу ААБГ 3×400 + 1×200.

Структурна схема електропостачання досліджуваного цеху показана на рисунку 2.7.



Рисунок 2.7 – Схема електропостачання цеху

**Висновки по другому розділу**

Результатом роботи над даним розділом є розрахунок схеми електропостачання цеху досліджуємого цеху, кількості та потужності силових трансформаторів цехової трансформаторної підстанції, пристроїв компенсування, електричних апаратів та перерізу провідників, розрахунок електричних навантажень на різних рівнях електропостачання.

Результат проведенних розрахункив цілком задовольняє вимоги ПУЕ, ПТЕ і БНіП.

**ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ**

Одним з найбільш важливих елементів для системи електропостачання арматурного цеху є цехова ТП, яка забезпечує електроенергією всіх споживачів цеху. Метою кваліфікаційної роботи було здійснення розрахунку та вибір силових трансформаторів для ТП, вибір автоматичних вимикачів, шино проводів та кабелів для внутрішньо цехової електромережі. внутрішньо цехової електромережі.

В ході виконання роботи було розраховано та обрано схему електропостачання цеху. Проведені розрахунки максимально забезпечують надійне електропостачання проектованого цеху.

В результаті проведених розрахунків було визначено розрахункове навантаження арматурного цеху з урахуванням втрат, яке складає S=395,946кВА.

На підставі проведених розрахунків було здійснено вибір трансформаторної підстанції з двома трансформаторами ТМ-630, з огляду на величини навантажень.

**СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. Улаштування електроустановок./ Наказ Міненерговугілля України від 21.07.2017 № 476

2. Ю.Ф. Романюк. Електричні мережі та системи. Навчальний підручник. – Київ: “Знання”, 2007. – 292 с.

3. **Лисяк В.Г. Оптимальні режими вузлів навантаження електропостачальних систем. Навчальний посібник,–Львів: “ННІ” 2007. – 251 с.**

4. П.М. Монтік Електротехніка та електромеханіка. Навчальний посібник – Львів: “Новий Світ”, 2011. – 487 с.

5. Електричні мережі та системи.: Навч. посібник для студ. електроенерг. спец. / М. С. Сегеда; Державний ун-т "Львівська політехніка". - Л.: Каменяр, 1999. - 296 с. - Бібліогр.: с.292-296. - ISBN 5-7745-0766-1

6. Методичні вказівки до курсового проекту з дисципліни "Проектування електричних систем": для студ. спец. 7.090602 "Електричні системи і мережі" / Вінницький держ. технічний ун-т; уклад. Ж. І. Остапчук. - Вінниця: [б.в.], 1998. - 46 с.

7. Автоматика електроенергетичних систем. Практикум з дисципліни "Релейний захист та системна автоматика": Навч. посіб. для студ. спец. "Електричні мережі та системи"/О. Є. Рубаненко; Вінницький держ. технічний ун-т. - Вінниця: ВДТУ, 1999. - 63 с.

8. Релейний захист та автоматика в електроенергетиці: Навч. посіб. для студ. спец. "Электрична частина електричних станцій", "Електричні мережі та системи", "Електротехнічні системи та системи електроспоживання" / В. М. Кутін [та ін]; Вінницький держ. технічний ун-т. - Вінниця: ВДТУ, 2001. - 104 с.

9. Методичні вказівки до вибору схем розподільних пристроїв підстанцій напругою 35-750 кВ з курсу "Електричні системи та мережі" для студентів спеціальності "Електричні системи та мережі"/ Національний технічний ун-т "Харківський політехнічний ін-т" ; уклад. В. П. Волков. - Х.: НТУ "ХПІ", 2001. - 19 с.

10. Конструкції повітряних ліний електропередачі. Курсове проектування: навч. посібник для студ. спец. 7.090602 "Електричні системи і мережі" / М. О. Головатюк; Вінницький держ. технічний ун-т. - Вінниця : ВДТУ, 2001. - 107 с.: рис. - Бібліогр.: с. 106-107

11. Експлуатація повітряних ліній електропередачі: навч. посіб. для студ. спец. 7.090602 "Електричні системи і мережі" / М. О. Головатюк; Вінницький держ. технічний ун-т. - Вінниця: ВДТУ, 2001. - 129 с.: рис. - Бібліогр.: с. 129

12. Електромонтажні роботи. Електричні мережі до 1000 В: Навч. посібник для студ. електротехн. спец. з дисципліни "Робоча професія" / О. Д. Демов [і др.]; Вінницький держ. технічний ун-т. - Вінниця: ВДТУ, 2002. - 55 с.

13. Електричні системи та мережі [Текст] : методичні вказівки до виконання курсового проекту для студ. спец. 7.090603 "Електротехнічні системи електроспоживання" денної та заоч. форм навчання / Національний ун-т харчових технологій ; уклад. С. Є. Вакуленко. - К.: НУХТ, 2002. - 51 с.: рис. - Бібліогр.: с. 51-52

14. Розрахунки електричних мереж при їх проектуванні: навч. посібник для студ. спец. 7.090601 - "Електричні станції, 7.090602 - "Елетричні системи і мережі" / Ю. В. Лук'яненко [та др.]; Вінницький держ. технічний ун-т. - Вінниця: ВДТУ, 2002. - 111 с.: рис. - Бібліогр.: с.111.

15. Електричні мережі систем електропостачання [Текст] : навч. посібник для студ. вищих навч. закл. / Г. Г. Півняк [та ін.]; ред. Г. Г. Півняк; Національний гірничий ун-т. - Д.: НГУ, 2003. - 316 с.: рис. - Бібліогр.: с. 311. - ISBN 966-8271-45-9