

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Сумський державний університет

Центр заочної, вечірньої та дистанційної форми навчання

Кафедра електроенергетики

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ Лебединський І.Л

“ _____ ” “ _____ ” 2023 р

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня бакалавр

зі спеціальності 141 – “Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка”
освітньо-професійної програми “Електротехнічні системи
електороспоживання”

на тему: “ Розрахунок системи електропостачання ремонтно-механічного цеху
майстерні. ” Студента групи ЕТдн–91п Божинського Андрія Володимировича

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

_____ А.В.Божинський

Керівник: ст. викладач Загородня Т.М.

Суми – 2023

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Сумський державний університет

Центр заочної, вечірньої та дистанційної форми навчання

Кафедра електроенергетики

Завідувачу кафедри

Лебединському І.Л

студента групи ЕТдн–91п

Божинський Андрій

Володимирович

ЗАЯВА

Прошу затвердити мені тему кваліфікаційної роботи на здобуття ступеня бакалавр зі спеціальності зі спеціальності 141–Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка” освітньо-професійної програми “Електротехнічні системи електроспоживання на тему: “ Розрахунок системи електропостачання ремонтно-механічного цеху майстерні.”

“ _____ ” “ _____ ” 2023р _____

ПОГОДЖЕНО:

Керівник кваліфікаційної роботи:

_____ Загородня Т.М.

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу бакалавра
Божинського Андрія Володимировича

Тема роботи: **“Розрахунок системи електропостачання ремонтно-механічного цеху майстерні”**

затверджено наказом по університету № _____ від _____ 2

Термін здачі студентом завершеної роботи

3 Вихідні дані до роботи задана схема електричної мережі, споживачі мережі, їх потужність і категорія

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

- вихідні дані для виконання проекту
- розрахунок електроосвітлювальної установки цеху
- електропостачання і силове електрообладнання цеху
- енергозбереження

5 Список графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

- схема освітлювальної мережі;
- схема силової мережі

Календарний план

№ п/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Вихідні дані для виконання проекту	27.04.-14.05.2023	
2	Розрахунок електроосвітлювальної установки цеху	15.05.-21.05.2023	
3	Електропостачання і силове електрообладнання цеху	22.05.-28.05.2023	
4	Енергозбереження	29.05.-05.06.2023	
5	Оформлення роботи	1.06.-7.06.2023	

Студент гр ЕТдн-91п_____

Божинський А.В.

Керівникроботи_____

Загородня Т.М.

РЕФЕРАТ

с. 58, Рис. 6, табл. 10, кресл. 2.

Бібліографічний опис : “Розрахунок системи електропостачання ремонтно-механічного цеху майстерні.”

[Текст]: робота на здобуття кваліфікаційного ступеня бакалавра; спеціальність 141 – “Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка”; Освітня програма Електротехнічні системи електроспоживання / Божинський А.В.; керівник Т.М. Загородня. - Суми: СумДУ, 2023. - 58 с.

Ключові слова:

електрична майстерня, споживач, категорія, потужність, трансформатор, провід, опір, напруга, схема заміщення, вимикач, магнітний пускач, втрати енергії в мережі, конденсаторні установки.

electric network, consumer, category, power, transformer, power line, wire, resistance, voltage, equivalent circuit, flow distribution, switch, disconnecter, current transformer, voltage transformer, three-phase short circuit, transformer differential current protection, power loss in the network.

Короткий огляд – Вибір технологічного обладнання майстерні. Розрахунок освітлювальної мережі. Розрахунок системи електропостачання майстерні. Розрахунок електричних навантажень майстерні. Розрахунок потужності трансформатора. Вибір обладнання підстанції. Заходи щодо енергозбереження в майстерні.

Перелік умовних позначень

ПС – понижувальна підстанція

ПЛ – повітряна лінія

ВН – вища напруга

НН – низька напруга

РЕМ – розподільні електричні мережі

КЗ – коротке замикання

РП – розподільний пристрій

СКЗ – струм короткого замикання

ПУЕ – Правила улаштування електроустановок

ЛЕП – лінії електропередач

КУ – конденсаторна установка

Зміст пояснювальної записки

	Вступ	7
1	Загальна частина	9
1.2	Вихідні дані для виконання проекту	9
1.2.1	Коротка характеристика виробничої діяльності цеху (призначення, діючі структури, характеристика джерел постачання і збуту продукції)	9
1.2.2	Коротка характеристика технологічного обладнання, особливості електрообладнання	11
1.2.3	Характеристика будівельних конструкцій, умови навколишнього середовища, категорія приміщення з точки зору пожежо- і вибухонебезпеки, небезпеки враження електричним струмом	13
1.3	Перелік нормативних документів і типових проектів, на які є посилання в проекті	14
1.4	Техніко-економічні показники проекту	15
2	Розрахунок електроосвітлювальної установки цеху	17
2.1	Вихідні дані для розрахунку освітлення	17
2.2	Світлотехнічний розрахунок	17
2.3	Розрахунок і вибір елементів електропостачання освітлювальної установки	19
3	Електропостачання і силове електрообладнання цеху	23
3.1	Розрахунок електричних навантажень	23
3.2	Розрахунок та вибір ТП	28
3.3	Розрахунок та вибір комплектуючих пристроїв	35
3.4	Розробка і обґрунтування схем живлячої і розподільчої мережі	38
3.5	Розробка та вибір елементів живлячої мережі	38
3.6	Розрахунок та вибір елементів розподільчої мережі	40
4	Енергозбереження	49
4.1	Нормативно-правове регулювання енергозбереження в Україні	49

					БР.5.141.409. ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.	Божинський.				Літ.	Арк.	Аркушів
Перевір.	Загородня Т.М.					5	58
Реценз.					СУМ ДУ		
Н. Контр.							
Затверд.	Лебединський І.						

Ел постачання механічного цеху. Електроустаткування плоскошліфувального верстата.

4.2	Ефективне використання електроенергії	50
4.3	Раціональне використання елементів систем електропостачання та електричного освітлення	51
	Висновок	56
	Список використаних джерел	57

					БР.5.141.409. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

Вступ

Надійність електропостачання залежить від надійності внутрішньої схеми, монтажу, налагодження електроустановок самих споживачів. У сільській місцевості практично зникли підприємства «Райагроенерго», енергослужби підприємств недержавної форми власності скорочуються. Цей процес негативно впливає на технічний стан електричних мереж сільськогосподарського призначення. Однак у деяких областях, зокрема у Вінницькій та окремих районах інших областей, підприємства Райагроенерго збереглися і «виживають» за рахунок виконання незначних замовлень непрофільного для них характеру. При цьому місцеві сільськогосподарські підприємства не мають реальної можливості експлуатувати власні електроустановки та мережі.

Як варіант, доцільно запропонувати Мінагрополітики України відродити централізоване обслуговування електроустановок та мереж сільськогосподарського призначення, а можливо і внутрішньобудинкових у приватному секторі, силами районних підрозділів агроенергетики.

Слід окремо виділити проблему утримання охоронних зон повітряних та кабельних електричних мереж, особливо ПЛ, які проходять через лісові масиви та зелені насадження населених пунктів. Перевірками виявлено, що траси ПЛ здебільшого не розчищаються, в охоронних зонах розміщуються об'єкти господарської діяльності, яких виявлено понад 6200.

Держенергонаглядом направлено 370 звернень до органів державної влади з метою виправлення ситуації, що склалася.

В свою чергу, електропередавальні організації вкрай недостатньо взаємодіють з органами лісового та сільського господарства з цього питання через недосконалість нормативно-правової бази у цій сфері діяльності. При погіршенні погодних умов, навіть коли їх параметри не виходять за нормативні, відбувається значна кількість масових відключень, особливо ПЛ 0,38–10 кВ. У той же час, за оцінкою електропередавальних організацій ці мережі, в основному, знаходяться у задовільному, а то і в доброму технічному стані. З урахуванням зростання навантаження, особливо у побутовому секторі, у сільській місцевості та малих містах, практично в усіх електропередавальних організаціях розвиток і модернізація електромереж не відповідає дійсним потребам збільшення приєднаної потужності. Точка забезпечення приєднаної потужності за технічними умовами зміщується аж у мережі 110 кВ.

Як підсумок слід зазначити, що Мінпаливенерго та Держенергонагляд й надалі посилюватимуть вимоги щодо забезпечення електропередавальними організаціями якості та надійності електропостачання споживачів на основі

					БР.5.141.409. ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

підвищення рівня ремонтно-експлуатаційного обслуговування мереж та обладнання, збільшення обсягів модернізації, реконструкції та технічного переоснащення електромереж, підвищення рівня кваліфікації оперативного та експлуатаційного персоналу і, як наслідок, підвищення рівня безпеки в роботі мереж та обладнання.

У найближчому майбутньому перед енергетикою стоїть задача всесвітнього розвитку і використання відновлених джерел енергії, розвитку комбінованого виробництва енергії і тепла для централізованого тепlopостачання промислових міст. Але з розвитком електроенергії необхідно слідкувати за охороною природи від шкідливого впливу промислових відходів і викидів. В наслідок цього перед суспільством постали такі задачі з охорони навколишнього середовища: перехід на газ, що різко знизить викиди золи і окисів сірки; зменшення і повне запобігання викиду неочищеної стічної води в басейни морів; прискорене створення надійних і економічних установок, які вловлюють шкідливі викиди та ін.

Утворення і розвиток міжнародної співпраці в області охоронного середовища буде сприяти успішному вирішенні національних і міжнародних проблем охорони природи, обміну досвідом в розробці природоохоронних територій, контролю за забрудненням навколишнього середовища.

					БР.5.141.409. ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. Загальна частина

1.2. Вихідні дані для виконання проекту

Вихідними даними для виконання бакалаврської роботи являється технічна документація базової моделі установки що проектується, план цеху з розміщенням технологічного обладнання та зазначенням потужності верстатів; паспортні дані базової моделі установки, електрообладнання якої проектується

1.2.1. Коротка характеристика виробничої діяльності цеху

Механічний цех виконує ряд технологічних завдань і функцій. У виробничому приміщенні встановлено різні види електрообладнання металорізальних верстатів, за допомогою яких необхідна форма деталі отримується шляхом механічного відокремлення від неї матеріалу ріжучим інструментом. Цех є допоміжною ланкою в виробничій структурі підприємства.

Металорізальні станки є основним обладнанням машинобудівних заводів. Вони являють собою машини для обробки заготовки визначеної форми у відповідності з робочим кресленням деталі шляхом зняття стружки. Агрегатні верстати використовуються для свердління, зенкерування, розточування, фрезерування, нарізання внутрішніх і зовнішніх різьб, деякі види токарної обробки. За допомогою свердлильних станків здійснюється така виробнича діяльність: свердління отворів, їх притирка, вирізання дисків із листового матеріалу. Також виконується обробка отворів у різнорозміщених площинах.

На шліфувальних верстатах деталі оброблюються за допомогою шліфувальних кіл. В цеху також розміщений крановий механізм- тельфер, який використовується для різних технологічних і монтажних операцій. Основними механізмами крану є механізм підймання, переміщення крана і візка, повороту чи зміни позиції вантажу.

У виробничому приміщенні встановлені різні типи верстатів, що вимагає подібної різноманітності електроустаткування та автоматизації їх. Проте більшість верстатів можна звести до типових електроприводів, розділивши умовно приводи кожного верстата на головні та допоміжні.

Характерними режимами роботи головних приводів є тривалий і повторно-короткочасний, а допоміжних (затискування поперечини, переміщення вузлів) – короткочасний.

					БР.5.141.409. ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Механічний цех, для якого виконується проект електропостачання, виконує наступні роботи: ремонтом деталей найрізноманітніших машин і

механізмів, а також приймає замовлення від фізичних та юридичних осіб на виготовлення, ремонт та зварювання деталей для машин та механізмів .

При розробці проекту електропостачання потрібно врахувати те, що цех буде розвиватися і тому потужність трансформатора повинна бути більшою. Широке використання отримала організація робіт в майстернях з допомогою поточних технологічних ліній. Розміщення обладнання та пристроїв на технологічних лініях проводиться по принципу послідовного виконання технологічних операцій по обробці матеріалів і заготовки виробу. На технологічних лініях за рахунок раціонального розміщення обладнання і спеціальних пристроїв забезпечується неперервний потік оброблювальних матеріалів, напівфабрикатів і готових виробів, спрощуються і прискорюються транспортні операції. Створення спеціальних технологічних ліній в майстернях економічно виправдовує себе лише в тому випадку, якщо вони призначені для частого повторення, маючи достатній об'єм робіт.

Отже, можна зробити висновок, що в прекуємому цеху основою виробничої діяльності є металообробка та металорізання. Цех займається виробництвом об'єктів машинобудування, в ньому встановлені верстати для різних видів металообробки. Дане виробництво не відноситься до пожежонебезпечного.

					БР.5.141.409. ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2.2. Коротка характеристика технологічного обладнання, особливості електрообладнання.

Таблиця 1.1. Характеристика устаткування

Номер на плані	Назва обладнання	тип	Р, квт	Призначення , технічні характеристики
1	Прес револьверний	ПРМ-0650	7	Призначений для операцій вирубки, пробивки і формування з високою продуктивністю і точністю на металевому листі
2	Вертикально-свердлильний верстат	2Н118	2,2	Призначений для сверління, зенкерування, розточки отворів під різними кутами і послідууючої їх обробки, нарізання різьби.
4,5	Прес листозгинальний	П6226	14,5	
6	Прес механічний	КБ3732	4,7	Застосовуються для штампування з тонколистового прокату різноманітних великогабаритних деталей стіл 2000*1250мм, хід повзуна 200, 1600кN
7	Ножиці висічні	Н478	5,3	Для робіт з листовою сталлю/залізом, та гофрованим листовим металом, а також листовим металом різного профілю
8	Вальці	С-235А	3	Призначені для виготовлення циліндрових і конічних заготовок(труб водовідведень і вентиляційних з листового металу в холодному стані, а також для виготовлення кілець здроту діаметром до 8 мм, рихтування листового металу.
Продовження таблиці 1.1				
9	Ножиці гільйотинні	НКЧ 3214	1,3	Призначені для прямолінійного поперечного різання листового матеріалу з відносною густиною близько 500 мПа/50 кгс/мм ²

10,23	Тельфер	ВТЕ-10-130	11,5	рухається по двом направляючим, що виготовлені із двотаврових профілів. Грузопід'ємність тельфера становить 10 т, а максимальна висота підйому – 11 м.
11	Машина листозгинальна	ИВ2142	22	застосовується для виготовлення деталей способом холодного згинання з листового металу.
12	Машина листозгинальна	ГМ1250	6,6	
13	Токарно-револьверний верстат	1Д325	15	Верстат токарно-револьверний є універсальним верстатом і при значній, як для токарної обробки кількості деталей із прутка в умовах серійного виробництва. Діаметр оброблюваного прутка від 18мм до 25мм, найбільш рекомендований діаметр оброблюваної деталі в патроні – 120мм. На верстаті можна виконувати наступні види робіт: обточування, розточування, свердління, зенкерування, розгортку, нарізання різьби, підрізання торців та інші операції. При оснащенні верстата додатковими пристроями можуть виконуватися наступні види робіт: обробка конусів і інших поверхонь, нарізання різьби різьбонарізним пристроєм.
14	Токарно-револьверний верстат	1П365	7,5	
15,18,19	Токарно-револьверний верстат	1341	10	
16,17	Токарно-револьверний верстат	1П365	4	
20	Плоско-шліфувальний верстат	ЗБ740	2,2	Призначений для точного шліфування площин різних деталей
Продовження таблиці 1.1				
21	Настільно-свердлильний верстат	2532Л	0,55	Призначений для свердління, зенкерування, розточки отворів під різними кутами і послідовної їх обробки, нарізання різьби. Шпінделі установлені в шарикопідшипниках і оснащені внутрішнім конусом Морзе.
24,29	Прес гідравлічний	Д-2430	3	Прес призначений для виконання багатьох робіт: запресовки, прошивки, калібровки, правки, листової штамповки без глибокої витяжки. Може застосовуватись, як в
25	Прес кривошипний	П6320	16,4	

					БР.5.141.409. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

26,28	Прес гідравлічний	ДБ2432А	22	виробничих, так і в ремонтних підрозділах
27	Прес гідравлічний	Д-2428	5,5	
30	Поперечно-стругальний верстат	7Е35	5,5	Для обробки горизонтальних, вертикальних, наклонних плоских і фасонних поверхню, прорізування пазів і канавок, підрізки вертикальних поверхонь в умовах мілко серійного виробництва.
22,23, 34,40	Вертикально фрезерний верстат	6М13П	7,5	Призначені для виконання фрезерувальних робіт циліндричними, торцевими, фасонними і іншими фрезами, для обробки горизонтальних і вертикальних площин, пазів, рамок, кутів, зубчатих колес, спіралей. Має стіл, що повертається на осі 45°
31,36	Вертикально-фрезерний верстат	6Т13	5,5	
35,39	Вертикально-фрезерний верстат	6М82	11	
37,38	Горизонтально-фрезерний верстат	6Т83	7,5	Призначений для виконання фрезерувальних робіт циліндричними, торцевими, фасонними і іншими фрезами, для обробки горизонтальних і вертикальних площин, пазів, рамок, кутів, зубчатих колес, спіралей. Має стіл, що повертається на осі 45°
32	Плоско-шліфувальний верстат	ЗБ722	11	Призначений для шліфування площин різних деталей периферією кола

1.2.3. Характеристика будівельних конструкцій, умови навколишнього середовища, категорія приміщень з точки зору пожежо- і вибухонебезпеки, небезпеки враження електричним струмом.

. Механічний цех 48 × 24 × 6м. Згідно СНІП П.4.79 “Природне і штучне освітлення”, рівень нормованої освітленості для системи загального освітлення складає E=300 Лк. Коефіцієнт відбиття світла будівельними конструкціями складають Rстелі=0,3; Rстін=0,1; Rроб.пов=0,1. Приміщення механічного цеху виконано в збірному залізобетоні, опорні колони встановлені через 6м. Перекриття цеху складається з арочних ригелів, на які укладені плити переkritтя. Стіни поштукатурені, пофарбовані світлою водно-дисперсною фарбою. Підлога - мозаїчний бетон.

Приміщення цеху закрито, з опаленням, умови середовища нормальні.

Даний механічний цех розміщений в зоні помірним кліматом, де відсутня надмірна кількість вологи, високі та низькі температури та різкі коливання температури. Приміщення механічного цеху не відноситься до

					БР.5.141.409. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

вибухонебезпечних приміщень. Дане приміщення за ПВЕ відноситься до сухих, де відносна вологість не перевищує 60%.

У відповідності до СНП II-90-81 цех відноситься за пожежо- і вибухонебезпечною до виробництв категорії Д. Згідно з умовами середовища в приміщенні, все електрообладнання має ступінь захисту IP 23. За ступенем враженням електричним струмом, згідно ПТЕ і ПТБ, проектуємий цех відноситься до приміщень з підвищеною небезпекою, в цеху струмопровідна підлога

1.3. Перелік нормативних документів і типових проектів, на які є посилання в проекті.

Таблиця 1.2. Перелік нормативних документів і типових проектів

№ п.п.	Номер типового проекту (ЦТП)	Назва, рік випуску	Примітка
1	2	3	4
2	5.407-3-287	Зональний типовий проект ТРАНСФОРМАТОРНЫЕ ПОДСТАНЦИИ ТП1x250 кВА. Альбом 1	Транселектпроект МПС
3	203-90	Установка високовольтних розподільчих пристроїв серії КСО-393. Вип.0. матеріалу для проектування Вип.1, монтажні креслення 1989 р.	ВНИПИ Тяжпромелектропроект
4	206111	Установка конденсаторних пристроїв: Вип.1. матеріали для проектування і робочі креслення, 1989 р.	
5	14778	Установка розподільчих шаф серії ЩО-06 Вип. 0. матеріали для проектування: Вип.1. Монтажні креслення .	Укртяжпромелектропроект
	15513	Установка розподільчих щитів серії ПР-11: Вип.0. матеріали для проектування; Вип.1. робочі креслення, 1983	Укртяжпромелектропроект

7	21184	Плити з прокладкою ізоляційною напругою 6-10 кВ для внутрішніх установок.	
8	150-38	Прокладка кабелів і проводів в лотоках типу НЛ: Вип.0. матеріали для проектування Вип.1. Робочі креслення Вип.2. Креслення виробів 1983	Укртяжпромелектро-проект
9	12957-58	Прокладка проводів в сталевих трубах: Вип.0. матеріали для проектування Вип.1. вузли і вироби Вип.2. робочі креслення	Укртяжпромелектро-проект
Продовження таблиці 1.2			
10	СНИП П.4.79	Природне і штучне освітлення	
11	ПУЕ	Правила виконання електроустановок. Київ 2006	
12	ДНАОП	Державні нормативні акти з охорони праці	
13	5.407-11	Заземление електроустановок Робочие чертежи	ВНИПИ Тяжпромелектро-проект

1.4. Техніко-економічні показники проекту.

Таблиця 1.3. Техніко-економічні показники проекту

№ п.п.	Назва	Одиниця виміру	Кількість	Примітка
1	Категорія надійності електроспоживачів		III	
2	Встановлена потужність цеху	кВт	324,95	
3	Розрахункова потужність цеху	кВА	337,55	
4	Встановлена потужність освітлення	кВт	11,5	

									Арк.
									15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.5.141.409. ПЗ				

5	Потужність силового трансформатора	кВА	400	
6	Заробітна плата:			
	3 р.	грн..	12771	
	4 р.	грн..	14237,88	
	5 р.	грн..	16452,52	
	6 р.	грн..	20241,14	
7	Кошторисна вартість силового обладнання	грн..	538948	
8	Кошторисна вартість освітлювального обладнання	грн..	274884	
9	Річна трудомісткість	Люд.год	1668,55	

					БР.5.141.409. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

2. Розрахунок електроосвітлювальної установки цеху.

2.1. Вихідні данні для розрахунку освітлення.

Габаритні розміри приміщення 48x24x6. Згідно СНіП 24-79 рівень нормованої освітленості складає $E=300$ Лк. Коефіцієнт запасу – $k_3=1,5(1,3)$.

Характер і висота розрахункової поверхні – $\Gamma - 0,8$ ($h_{р.п}=0,8$ м).

Приміщення механічного цеху закрите. Умови в приміщенні нормальні.

Будівельні конструкції: кирпична кладка, перекриття виконане плоскими залізобетонними панелями, стіни пофарбовані, стеля побілена.

Коефіцієнт відбиття світла становить $r_{ст}=0,5$, коефіцієнт відбиття робочих поверхонь становить $r_{рп}=0,1$.

Ступінь захисту електроустаткування електроосвітлювальної установки не нижче $IP=20$.

2.2. Світлотехнічний розрахунок.

Освітлювальні установки забезпечують обов'язкове робоче освітлення у приміщенні. Робоче освітлення виконують такою системою:

1. Загальне рівномірне освітлення – світильники знаходяться у верхній частині приміщення.

. Комбіноване освітлення – в приміщеннях, де на робочих місцях потрібні високі рівні освітленості (більше 1000 Лк). До системи загального освітлення додають світильники, встановлені на робочих місцях.

2. Ремонтне освітлення – є різновидом робочого і передбачається в приміщеннях промислових підприємств для підключення переносних світильників. Напруга мережі ремонтного освітлення – 42 В. Для забезпечення зниженої напруги в приміщенні встановлюють ящики з трансформаторами ЯТП-0,25.

3. Аварійне освітлення – обладнується у тих приміщеннях, де аварійне вимикання робочого освітлення і порушення обслуговування обладнання може викликати:

Масовий травматизм.

Найменша освітленість при аварійному освітленні – 5% від робочої, не менше 5 Лк для приміщень. Світильники аварійного освітлення підключаються

до окремого джерела електропостачання.

За проектом передбачаємо робоче освітлення, яке виконуємо системою загального рівномірного освітлення для нагляду за роботою обладнання.

					БР.5.141.409. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

$$H_p = H - h_{зв} - h_{р.н.} = 6\text{м} - 0,5\text{м} - 0,8\text{м} = 4,7\text{м}$$

$$\lambda = 1,2 - 1,6$$

$$L = H_p * \lambda = 4,7 * 1,2 = 5,64\text{м}$$

Визначаємо кількість рядів світильників у приміщенні

$$N_{\text{рядів}} = \frac{A}{L}$$
$$N_{\text{рядів}} = \frac{48}{5,64} = 8,5$$

Ми визначили кількість рядів світильників, яка дорівнює «9».

Розраховуємо світловий потік ряду світильників (світловий потік світлової лінії).

Коефіцієнт використання складає 75%.

$$\Phi_{\text{ряду}} = \frac{E * S * k_3 * Z}{N_{\text{рядів}} * \eta}$$

$$\Phi_{\text{ряду}} = \frac{300 * (48 * 24) * 1,5 * 1,1}{9 * 0,75} = 85110\text{Лм}$$

$$i = \frac{A * B}{H_p (A + B)}$$

$$i = \frac{48 * 24}{4,7 * (48 + 24)} = 3,4$$

Визначаємо світловий потік стандартного світильника потужністю.

					БР.5.141.409. ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\Phi_0 (2 * 40) = 2 * 3000\text{Лм} = 6000\text{Лм}$$

Розраховуємо кількість світильників у ряду.

$$N_{\text{в ряду}} = \frac{\Phi_{\text{ряду}}}{\Phi_0}$$

$$N_{\text{в ряду}} = \frac{85110\text{Лм}}{6000} = 14$$

Визначаємо загальну кількість світильників в приміщенні.

$$N_{\Sigma} = N_{\text{рядів}} * N_{\text{в ряду}} = 9 * 14 = 126$$

Встановлюємо потужність освітлювальної установки.

$$P_{\Sigma} = P_0 * N_{\Sigma} * K_{\text{ГПА}}$$

$$P_{\Sigma} = 80 * 126 * 1,1 = 11,09 \text{ кВт}$$

$$P_{\Gamma} = P_0 * N_{\text{групи}} * K_{\text{ГПА}}$$

2.3 Розрахунок і вибір елементів електропостачання освітлювальної установки.

Робоче освітлення виконати лампою ЛБ, оскільки ефективна віддача таких ламп 75-90 Лю/Вт і термін служби 10000-15000 годин, спектр лампи наближений до денного.

По каталогу вибираємо тип світильника «підвіска на тросу», кріплення виконано на горизонтально розміщеному тросові діаметром 6мм. Світильник ЛПС02-2x40-123УХЛ4 КСС-Д. До троса кріпиться підвісна штанга довжиною 0,5м, $h_{\text{зв}} = 0,5\text{м}$.

$$I_{\Gamma p(220\text{В})} = \frac{P_{\Gamma p}}{U_{\text{нГр}} * \text{Cos } \varphi}$$

$\text{Cos } \varphi = 0,92$; Для люмінесцентних ламп.

$$P_{\Gamma} = P_0 * N_{\text{групи}} * K_{\text{ГПА}} = 80 * 14 * 1,1 = 1232 \text{ Вт}$$

$$I_{\Gamma p(220\text{В})} = \frac{P_{\Gamma}}{U_{\text{нГр}} * \text{Cos } \varphi}$$

					БР.5.141.409. ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$I_{Гр(220В)} = \frac{1232}{220 * 0,92} = 6,08 \text{ А}$$

Визначаємо вставку захисного апарату.

$$I_p = k_3 * I_{Гр} = 1,25 * 6,08 \text{ А} = 7,6 \text{ А}$$

$$I_{вст} = 1,25 * 7,6 = 9,5$$

Приймаємо автоматичний вимикач ВА-47-29/1Р-10А.

Переріз кабельно-провідникової продукції для живлення групової освітлювальної мережі вибирають за умовою нагрівання:

$$I_{т.д.} * K \geq I_3 * K_3$$

$$I_{т.д} \geq 10 \text{ А}$$

$$19 \text{ А} > 10 \text{ А}$$

Групову освітлювальну мережу виконати кабелем марки ВВГЗх1,5

Розраховуємо мережу ремонтного освітлення

$$I_{Гр} = S_{стп} / U_n = 250 / 42 = 5,95 \text{ А}$$

Вибираємо 2 розподільчих щита освітлення ПР11-3052-21УЗ. Тип ввідного вимикача ВА47-29/1р-10А.

Розраховуємо аварійне освітлення

$$I_{Гр(220В)} = \frac{P_{Гр}}{U_{нГр} * \text{Cos } \varphi}$$

$\text{Cos } \varphi = 0,92$; Для люмінесцентних ламп.

$$P_{Гр} = P_o * N_{Групи} * K_{ГПРА} = 80 * 5 * 1,1 = 440 \text{ Вт}$$

$$I_{Гр(220В)} = \frac{P_{Гр}}{U_{н2р} * \text{Cos } \varphi}$$

$$I_{Гр(220В)} = \frac{440}{220 * 0,92} = 2,17 \text{ А}$$

					БР.5.141.409. ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Визначаємо вставку захисного апарату.

$$I_p = k_3 * I_{Гр} = 1,25 * 2,17A = 2,71A$$

$$I_{вст} = 1,25 * 2,71 = 3,38A$$

Приймаємо автоматичний вимикач ВА-47-29/1P-4A.

Переріз кабельно-провідникової продукції для живлення групової освітлювальної мережі вибирають за умовою нагрівання:

$$I_{т.д.} * K \geq I_з * K_з$$

$$I_{т.д.} \geq 10A$$

$$19A > 10A$$

Групову освітлювальну мережу виконати кабелем марки ВВГЗх1,5

Для аварійного освітлення приймаємо щит типу ПР11-3056-21УЗ.

Тип ввідного апарату . ВА47-29/1р-10А.

Групова освітлювальна мережа перевіряється на втрату напруги, допустимі значення :

$$\Delta U_{роб.осв} \leq 2,5\%$$

$$\Delta U_{ав.осв} \leq 5\%$$

$$\Delta U_{рем.осв} \leq 10\%$$

На втрату напруги перевіряють групу, яка має найбільшу потужність, або найбільшу довжину світлового ряду.

$$M = M_1 + M_2 + M_3 + M_4 + M_5 + M_6 + M_7 + M_8 + M_9 + M_{10} + M_{11} + M_{12} + M_{13} + M_{14}$$

$$M = 80 * 1,6 + 160 * 1,6 + 240 * 1,6 + 320 * 1,6 + 400 * 1,6 + 480 * 1,6 + 560 * 1,6 + 640 * 1,6 + 720 * 1,6 + 800 * 1,6 + 880 * 1,6 + 960 * 1,6 + 1040 * 1,6 + 1120 * 10 = 23,36 \text{ кВт}$$

$$\Delta U_{(220В)} = \frac{2 * 10^{11} * M}{\gamma * S * U_n^2}$$

$$\Delta U_{(220В)} = \frac{2 * 10^{11} * 23,36}{50,6 * 10^6 * 1,5 * 220^2} = 1,27 \%$$

Умова виконується

					БР.5.141.409. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

Знаходимо $\Delta U_{\text{рем.осв}} \leq 10\%$

$$M = M_1 * M_2$$

$$M = 60 * 50 = 3 \text{ кВт}$$

$$\Delta U_{(42)} = \frac{2 * 10^{11} * M}{\gamma * S * U_H^2}$$

$$\Delta U_{(42)} = \frac{2 * 10^{11} * 3}{50,6 * 10^6 * 1,5 * 42^2} = 4,48 \%$$

Умова виконується .

Знаходимо $\Delta U_{\text{ав.осв}} \leq 5\%$

$$M = M_1 + M_2 + M_3 + M_4 + M_5$$

$$M = 80 * 11 + 160 * 11 + 240 * 11 + 320 * 11 + 400 * 5 = 10,8 \text{ кВт}$$

$$\Delta U_{(220В)} = \frac{2 * 10^{11} * M}{\gamma * S * U_H^2} =$$

$$\Delta U_{(220В)} = \frac{2 * 10^{11} * 10,8}{50,6 * 10^6 * 1,5 * 220^2} = 0,58\%$$

Умова виконується.

					БР.5.141.409. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

3. Електропостачання і силове електрообладнання цеху.

3.1 Розрахунок електричних навантажень.

Розрахунок електричних навантажень виконується методом коефіцієнта максимуму(Км) або методом впорядкованих діаграм. Формуються групи електроприймачів за трьома однаковими ознаковими:

- коефіцієнт навантаження (K_e);
- коефіцієнт потужності ($\cos \varphi$);
- $\operatorname{tg} \varphi$

Групи заносимо до таблиці 3.1.

Таблиця 3.1. – Технологічне обладнання.

Номер на плані	Назва обладнання	P, кВт	Кв	Cosφ	Tgφ
1	Прес револьверний	7	0,17	0,65	1,7
2	Вертикально-свердлильний верстат	2,2	0,12	0,4	2,3
3	Прес листозгинальний	2,7	0,17	0,65	1,7
4,5	Прес листозгинальний	14,5	0,17	0,65	1,7
6	Прес механічний	4,7	0,17	0,65	1,7
7	Ножиці висічні	5,3	0,12	0,4	2,3
8	Вальці	3	0,17	0,65	1,7
9	Ножиці гальйотивнні	1,3	0,12	0,4	2,3
10,23	Тельфер	11,5	0,05	0,5	1,73
11	Машина листозгинальна	22	0,2	0,5	1,73
12	Машина листозгинальна	6,6	0,2	0,5	1,73
13	Токарно-револьверний верстат	15	0,17	0,65	1,7
14	Токарно-револьверний верстат	7,5	0,16	0,5	1,73
15,18,19	Токарно-револьверний верстат	10	0,16	0,5	1,73
16,17	Токарно-револьверний верстат	4	0,12	0,4	2,3
20	Плоскошліфувальний верстат	2,2	0,12	0,4	2,3
21	Настільно-свердлильний верстат	0,55	0,12	0,4	2,3
22,23,34,40	Вертикально фрезерний верстат	7,5	0,16	0,5	1,73
24,29	Прес гідравлічний	3	0,17	0,65	1,7
25	Прес кривошипний	16,4	0,17	0,65	1,7
26,28	Прес гідравлічний	22	0,17	0,65	1,7
27	Прес гідравлічний	5,5	0,17	0,65	1,7
30	Поперечно-стругальний верстат	5,5	0,12	0,4	2,3
31,36	Вертикально-фрезерний верстат	5,5	0,12	0,4	2,3
32	Плоско - шліфувальний	11	0,16	0,5	1,73
35,39	Вертикально-фрезерний верстат	11	0,16	0,5	1,73

					Арк.
БР.5.141.409. ПЗ					23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

37,38	Горизонтально-фрезерний верстат	7,5	0,16	0,5	1,73
-------	---------------------------------	-----	------	-----	------

Проводиться розрахунок встановленої активної потужності для сформованих груп електроприймачів та вузла навантаження методом коефіцієнта максимуму за умовами:

- для електроприймачів, що працюють у довготривалому режимі:

$$P_{вст.гп} = \sum_1^n P_{вст.г} , \text{кВт}$$

де n-кількість сформованих груп

$$P_{вст.г1} = 7,5 \times 7 + 11 \times 3 + 10 \times 3 = 115,5 \text{ кВт};$$

$$P_{вст.г2} = 5,5 \times 3 + 4 \times 2 + 1,3 + 5,3 + 2,2 \times 2 + 0,55 = 36,05 \text{ кВт};$$

$$P_{вст.г3} = 22 \times 2 + 5,5 + 3 \times 3 + 16,4 + 4,7 + 14,2 \times 2 + 2,7 + 7 + 15 = 133,3 \text{ кВт};$$

$$P_{вст.г4} = 6,6 + 22 = 28,6 \text{ кВт};$$

- для приймачів що працюють у повторно-короткочасному режимі:

$$P_{вст.д} = P_{вст} \sqrt{ПВ}, \text{ кВт},$$

де ПВ% - тривалість включення (довідникові дані, які приймаються у відносних одиницях).

$$P_{вст.д.г5} = 2 \cdot 11,5 \times \sqrt{0,25} = 11,5 \text{ кВт};$$

$$P_{вст.г} = \sum_1^n P_{вст.г} , \text{кВт}$$

$$P_{вст.г} = 115,5 + 36,05 + 133,3 + 28,6 + 11,5 = 324,95 \text{ кВт}.$$

Розраховується середньозмінна активна потужність для груп електроприймачів, та вузла навантаження з умови:

$$P_{ср.г} = P_{вст.г} \cdot \kappa_{г} , \text{кВт}, \text{ де}$$

$\kappa_{г}$ - довідникове значення

$$P_{ср.г} = \sum_1^n P_{ср.г} , \text{кВт}$$

$$P_{ср.г1} = 115,5 \cdot 0,16 = 18,48 \text{ кВт},$$

$$P_{ср.г2} = 36,05 \cdot 0,12 = 4,32 \text{ кВт},$$

$$P_{ср.г3} = 133,3 \cdot 0,17 = 93,31 \text{ кВт},$$

$$P_{ср.г4} = 28,6 \cdot 0,2 = 5,72 \text{ кВт},$$

$$P_{ср.г5} = 11,5 \cdot 0,05 = 0,58 \text{ кВт},$$

$$P_{ср.г} = 18,48 + 4,32 + 93,31 + 5,72 + 0,58 = 222,41 \text{ кВт}$$

Розраховується середньозмінна реактивна потужність для груп електроприймачів та вузла навантаження з умови:

$$Q_{ср.г} = P_{ср.г} \cdot \text{tg} \varphi , \text{кВАр};$$

де $\text{tg} \varphi$ - довідникове значення,

$$Q_{ср.г} = \sum_1^n Q_{ср.г} , \text{кВАр}$$

						БР.5.141.409. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			24

$$Q_{cp.e1} = 18,48 \cdot 1,73 = 37,9 \text{ кВАр};$$

$$Q_{cp.e2} = 4,32 \cdot 2,3 = 9,93 \text{ кВАр};$$

$$Q_{cp.e3} = 93,31 \cdot 1,7 = 158,6 \text{ кВАр};$$

$$Q_{cp.e4} = 5,72 \cdot 1,73 = 9,89 \text{ кВАр};$$

$$Q_{cp.e5} = 0,58 \cdot 1,73 = 1,01 \text{ кВАр};$$

$$Q_{cp.e} = 31,9 + 9,93 + 158,6 + 9,89 + 1,01 = 211,3 \text{ кВАр}$$

Виходячи з двох розрахункових потужностей $P_{вст.в}$, та $P_{cp.в}$ визначається коефіцієнт використання вузла навантаження з умови:

$$K_{в.в} = \frac{P_{cp.в}}{P_{вст.в}} K_{в.в} < 1$$

$$K_{в.в} = P_{cp.в} / P_{вст.в} = 222,41 / 324,95 = 0,68 < 1, \text{ отже умова виконується.}$$

Визначається ефективна кількість електроприймачів n_e . Для цього знаходиться показник потужності вузла m , з умови:

$$m_e = P_{вст.макс} / P_{вст.мін}$$

$$m_e = 22 / 0,55 = 40 > 3$$

Де $P_{вст.макс}$ - кВт - максимальна потужність одного електроприймача, який встановлено у цеху;

$P_{вст.мін}$, кВт - це мінімальна потужність одного електроприймача, який встановлено в цеху.

$m > 3$, $K_{в} \geq 0,2$ n_e визначаємо з умови:

$$n_e = 2 \cdot P_{вст.в} / P_{вст.макс} = 2 \cdot 324,95 / 22 = 29 \text{ шт};$$

Виходячи з двох розрахункових показників: $K_{в.в}$. та n_e

визначається K_m - коефіцієнт максимуму вузла навантаження [1, мал2,1].

$$K_m = 1,13.$$

Визначається максимальна активна, реактивна, та повна потужність вузла навантаження з умови:

$$P_m = P_{cp.в} \cdot K_m, \text{ кВт}$$

$$P_m = 222,41 \cdot 1,13 = 251,3 \text{ кВт};$$

$$Q_m = Q_{cp.в} \text{ якщо } n \geq 10$$

$$Q_m = 211,3 \text{ кВАр};$$

$$S_m = \sqrt{P_m^2 + Q_m^2}, \text{ кВА}$$

$$S_m = \sqrt{(251,3)^2 + 211,3^2} = 338 \text{ кВА};$$

Визначається максимальний струм навантаження:

$$I_m = S_m / \sqrt{3} \cdot U_n; \text{ А, де } U_n = 0,38 \text{ кВ}$$

										Арк.
										25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

БР.5.141.409. ПЗ

$$I_{\text{м}} = 338/1,73 \cdot 0,38 = 520 \text{ А}$$

Результати розрахунку заносимо до таблиці 3.2

					БР.5.141.409. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

Вихідні дані						Середня потужність групи ЕП		Ефективна кількість електроприймачів P_e , шт	Коефіцієнт максимуму K_M	Максимальна потужність			Розрахунковий струм I_M , А
За завданням технологів				За довідковими даними		Середня активна P_{cp} , кВА	Середня реактивна Q_{cp} , кВАр			Максимальна активна P_M , кВА	Максимальна реактивна Q_M , кВАр	Максимальна повна S_M , кВА	
Найменування характерних категорій ЕП, під'єднаних до вузла живлення	Кількість ЕП, шт. [шт.]	Встановлена потужність		Коефіцієнт використання, K_B	Коефіцієнт реактивної потужності $\frac{\cos \varphi}{\tan \varphi}$								
		Одного ЕП $\frac{P_{вст. min}}{P_{вст. max}}$	Встановлена потуж. групи $P_{вст}$, кВт										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Вертикально-фрезерні, Поперечно-стругальний, токарно-гвинторізні крупносерійного виробництва	13	7,5×7 11×3 10×3	115,5	0,16	0,5 1,73	18,48	31,9						
Вертикально-фрезерні, Горизонтально-фрезерні, Токарно-гвинторізні, Ножиці гальйотивні, Ножиці висічні, Плоскошліфувальний, Настільно-сврдильний	10	5,5×2 5,5×1 4×2 1,3×1 5,3×1 2,2×2 0,55×1	36,5	0,12	0,4 2,3	4,32	9,93						
Прес гідравлічний, Прес гідравлічний, Прес гідравлічний, Прес кривошипний, Прес механічний, Прес листозгинальний, Прес листозгинальний, Прес револьверний, Токарно-револьверний	13	22×2 5,5×1 3×3 16,4×1 4,7×1 14,5×2 2,7×1 7×1 15×1	133,3	0,17	0,65 1,7	93,31	158,6						
Машини листозгинальні	2	6,6×1 22×1	28,6	0,2	0,5 1,73	5,72	9,89						
Тельфера ПВ-25%	2	5,75×2	11,5	0,05	0,5 1,73	0,58	1,01						
Всього з освітленням			337,55	0,68		222,41	211,3	m=40 n _e =29	1.13	251.3	211.3	338	520

3.2. Вибір кількості та потужності силових трансформаторів.

Згідно ПВЕ п.1.2.17. забезпечення споживачів електричної енергією відбувається виходячи з умови надійності електропостачання Електричні приймачі, які під'єднані до вузла навантаження, належать до II і III категорії по надійності електропостачання, тому живлення цих електроприймачів забезпечується згідно з ПВЕ п.1.2.19. п.1.2.20. відповідно.

Розрахункові схеми для споживачів II категорії можуть бути двох типів:

Схема з двома трансформаторами та секціонуванням на стороні 0,4кВ.

Схема з одним трансформатором та резервною перемичкою напругою 0,4 кВ, від існуючого трансформатора.

Проводиться розрахунок для схеми № 1.

Розрахункова схема №1 для споживачів II категорії по надійності електропостачання здійснюється від двох незалежних взаєморезервованих трансформаторів по двом незалежним взаєморезервним лініям. Перерва в електропостачанні допускається на час відновлення живлення діями чергового персоналу, але не більше однієї доби.

Вибір типу та потужності силових трансформаторів для нормального режиму, виконується згідно СН 174-75. Потужність силового трансформатора приймається за коефіцієнтом завантаження ($K_{з.т}$ значення якого становить 0,75-0,85) з умови:

Вибір типу та потужності силових трансформаторів для нормального режиму, виконується згідно СН 174-75. Потужність силового трансформатора приймається за коефіцієнтом завантаження ($K_{з.т}$ значення якого становить 0,75-0,85) з умови:

$$K_{з.т.} = S_m / 2 \cdot S_{н.т.р.}$$

де S_m - це максимальна розрахункова потужність (таблиця електричних навантажень 2.1), $S_{н.т.р.}$ - потужність силового трансформатора, кВА [1, таб.2.106]

$$K_{з.т.} = 338 / 2 \cdot 250 = 0,67$$

$K_{з.т.}$ - не задовольняє умови роботи нормального режиму, тому для даних споживачів встановлення двох трансформаторів по 250 кВА недоцільно, але з умови подальшого розвитку підприємства і під'єднання додаткових навантаженьмаксимальною потужністю 87 кВА їх застосування стає можливим.

$$S_{м(нр)} = 2 \cdot S_{н.т.р.} \cdot K_{з.т.} - S_m, \text{ кВА}$$

$$S_{м(нр)} = 2 \cdot 250 \cdot 0,85 - 338 = 87 \text{ кВА};$$

Приймаються два трансформатори ТМЗ-250-10 [2, т2.106]

Перевірка вибраної потужності силового трансформатора в аварійному режимі виконується з умови:

					БР.5.141.409. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

$$S_{M(II)} \leq 1,4 \cdot S_{н.т.р.} \cdot K_{з.т.}$$

де $S_{M(II)}$ – це потужність електроприймачів другої категорії (кВА)

$$S_{M(II)} = 0,4 \cdot S_M$$

$$S_{M(II)} = 169 \text{ кВА}$$

$$169 \leq 1,4 \times 250 \times 0,85$$

$169 \leq 297,5$ кВА – умова виконується

Умови нормального і аварійного режимів виконуються, отже трансформатори вибрано правильно.

Розрахунок елементів схеми №1

Вибір елементів схеми на стороні 10 кВ:

$$I_p = S_{н.т.р.} / \sqrt{3} \cdot U_n, \text{ де } U_n = 10 \text{ кВ}$$

$S_{н.т.р.}$ - номінальна потужність силового трансформатора

$$I_p = 250 / 1,73 \cdot 10 = 14,5 \text{ А}$$

- Вибір запобіжника з умови

$$U \geq U_p \quad I_{н.в.} \geq 2 \div 3 \quad I_p \quad I_{н.в.} \geq 2 \cdot I_p$$

$$I_{н.в.} \geq 2 \cdot 14,5$$

$$I_{н.в.} \geq 29 \text{ А}$$

Приймається запобіжник ПКТ 102-10-31,5-31,5У3 [1, т. 2.77]

- Вибір вимикача навантаження [1, 182, таблиця 2.77]

$$U_e \geq U_p \quad U_n = 10 \text{ кВ}$$

$$U_e \geq 10 \text{ кВ} \quad I_e = 630 \text{ А}$$

Приймається вакуумний вимикач ВНПУ-10/630-У3

-Вибір перерізу живлячого провідника виконується з умови:

$$F_{\min} = I_p / j_e$$

де $j_e = 1,4 \text{ А/мм}^2$;

$$F_{\min} = 14,5 / 1,4 = 10,3 \text{ мм}^2$$

$$I_{т.д.} \geq I_3 \cdot K_3$$

$$I_{т.д.} \geq 31,5 \cdot 1,2 = 37,8 \text{ А}$$

Приймається кабель ААШв 3×16; $I_{\phi} = 65 \text{ А}$ [2, т. 1.3.18]

Вибір елементів схеми на стороні 0,4 кВ:

$$I_p = S_{н.т.р.} \cdot K_{з.т.} / \sqrt{3} \cdot U_n, \text{ А, де } U_n = 0,4 \text{ кВ} \quad K_{з.т.} = 0,85$$

$$I_p = 250 \cdot 0,85 / 1,73 \cdot 0,4 = 307,08 \text{ А}$$

-Вибір автоматичного вимикача приймається в залежності від типу шафи прийняті проектом:

$$I_{н.т.р.} \geq 1,25 \cdot I_p$$

					БР.5.141.409. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

$$I_{н.т.р.} \geq 1,25 \cdot 307,08$$

$$I_{н.т.р.} \geq 383,85 \text{ А}$$

Приймаємо автоматичний вимикач АЗ736Б 400/400

-Вибір перерізу шин АДЗ1Т з умови:

$$I_{т.д.} \geq I_3 \cdot \kappa_3 \quad I_3 = I_{н.т.р.} \cdot \kappa_3 = 1$$

$$I_{т.д.} \geq 383,85 \text{ А}$$

Приймається шина АДЗ1Т 40×4 $I_0=480 \text{ А}$.

Проводиться розрахунок для вибору секційного автоматичного вимикача який спрацює в аварійному режимі, при виході з ладу одного з силових трансформаторів. В аварійному режимі споживачі III категорії від'єднуються від шин трансформаторів. Навантаження споживачів II категорії, що рівномірно під'єднані до кожної секції шин становлять $0,5 S_{м(II)}$ кВА на кожний трансформатор.

Визначається струм, який буде проходити через секційний автоматичний вимикач з умови:

$$I_{p(c.a.)} = 0,5 \cdot S_m / \sqrt{3} \cdot U_n$$

де $U_n = 0,38 S_m$ – потужність споживачів другої категорії.

$$I_{p(c.a.)} = 0,5 \cdot 169 / 1,73 \cdot 0,38 = 130 \text{ А.}$$

$$I_{н.т.р.} \geq 1,25 \cdot I_{p(c.a.)}$$

$$I_{н.т.р.} \geq 1,25 \cdot 130$$

$$I_{н.т.р.} \geq 162,5 \text{ А;}$$

Приймається рубильник РЕ 19-41 (1000А) що вмонтований в панель ЩО-06-2313УЗ

Вибираємо схему живлення споживачів майстерні.

					БР.5.141.409. ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

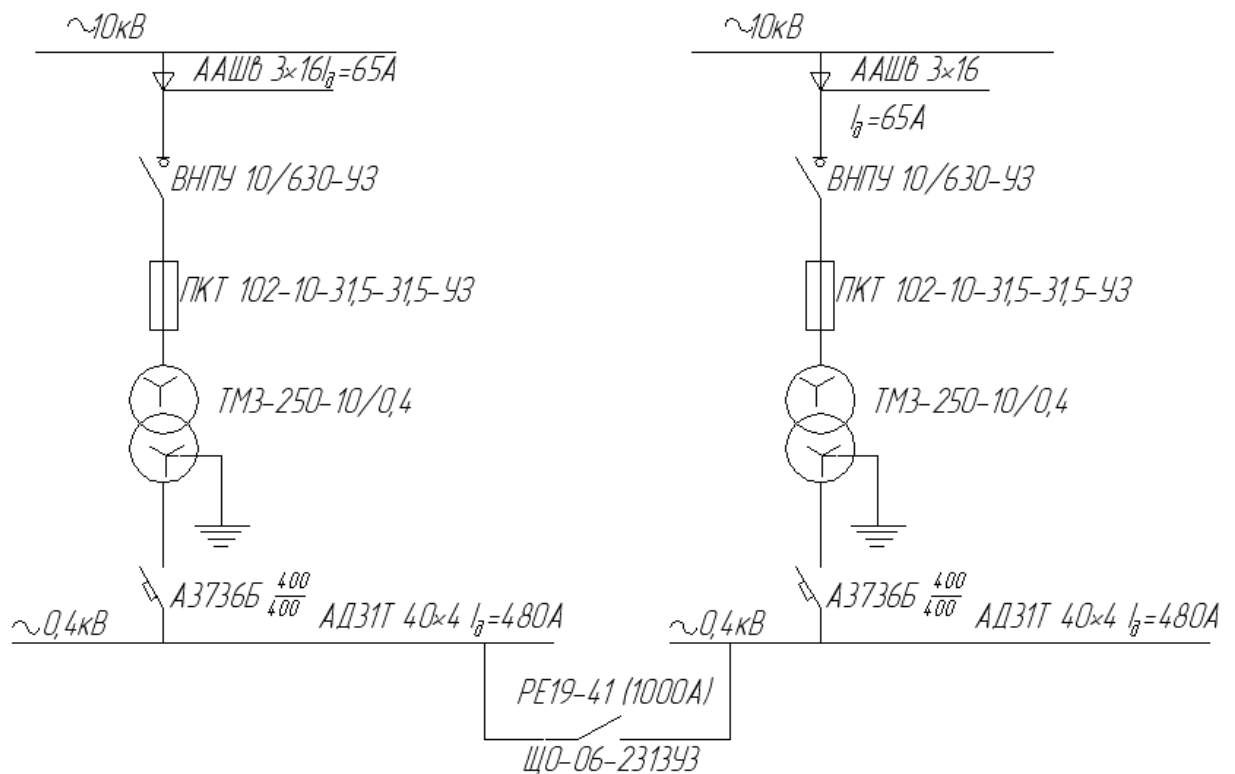


Рис.3.1 – Розрахункова схема №1

Розрахункова схема №1

Надійність електропостачання споживачів II категорії може забезпечити схема з одним силовим трансформатором та резервною перемичкою на стороні 0,4 кВ від існуючого трансформатора. Проводиться вибір потужності силового трансформатора для забезпечення нормального режиму з умови:

$$K_{з.т.} = S_{м.} / 2 \cdot S_{н.т.р.}$$

$K_{з.т.}$ становить 0,75-0,85, згідно СН 174-75.

$$K_{з.т.} = 338/400 = 0,84$$

$K_{з.т.}$ - задовольняє умови

Приймається трансформатор ТМЗ-400-10 [2, т2.106]

Для аварійного режиму розраховується резервна перемичка, по якій передається потужність електроприймачів другої категорії $S_{м(II)}$ кВА

Електроприймачі III категорії в аварійному режимі від'єднується від шин трансформаторної підстанції.

Розрахунок елементів схеми №2.

Вибір елементів схеми на стороні 10 кВ:

$$I_p = S_{н.т.р.} / \sqrt{3} \cdot U_n, \text{ де } U_n = 10 \text{ кВ}$$

$S_{н.т.р.}$ - номінальна потужність силового трансформатора

$$I_p = 400 / 1,73 \cdot 10 = 23,1 \text{ А}$$

										Арк.
										31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.5.141.409. ПЗ					

- Вибір запобіжника з умови

$$U \geq U_p \quad I_{н.в.} \geq 2 \div 3 \quad I_p \quad I_{н.в.} \geq 2 \cdot I_p$$

$$I_{н.в.} \geq 2 \cdot 23,1$$

$$I_{н.в.} \geq 46,2 \text{ А}$$

Приймається запобіжник ПКТ 102-10-50-12,5УЗ [1, т. 2.77]

- Вибір вимикача навантаження [1, т. 2.77]

$$U_{\epsilon} \geq U_p \quad U_n = 10 \text{ кВ}$$

$$U_{\epsilon} \geq 10 \text{ кВ} \quad I_{\epsilon} = 630 \text{ А}$$

Приймається вакуумний вимикач ВНПУ-10/630-УЗ

-Вибір перерізу живлячого провідника виконується з умови:

$$F_{\min} = I_p / j_e$$

$$\text{де } j_e = 1,4 \text{ А/мм}^2;$$

$$F_{\min} = 23,1 / 1,4 = 16,5 \text{ мм}^2$$

$$I_{т.д.} \geq I_3 \cdot \kappa_3 \quad I_3 = 50 \text{ А} \quad \kappa_3 = 1,2$$

$$I_{т.д.} \geq 50 \cdot 1,2 = 60 \text{ А}$$

Приймається кабель ААШв 3×16 $I_{\delta} = 65 \text{ А}$ [2, т. 1.3.18]

Вибір елементів схеми на стороні 0,4 кВ:

$$I_p = S_{н.т.р.} \cdot \kappa_{з.т.} / \sqrt{3} \cdot U_n, \text{ А,} \quad \text{де } U_n = 0,4 \text{ кВ} \quad \kappa_{з.т.} = 0,85$$

$$I_p = 400 \cdot 0,85 / 1,73 \cdot 0,4 = 492 \text{ А}$$

-Вибір рубильника, трансформаторів струму, автоматичного вимикача, які вмонтовані в панель ЩО

$$I_{н.т.р.} \geq 1,25 \cdot I_p$$

$$I_{н.т.р.} \geq 1,25 \cdot 492$$

$$I_{н.т.р.} \geq 615 \text{ А}$$

Приймається панель ЩО-06-2118УЗ

QSPE 19-41 (1000А)

ТА ТШП-0,66 1000/5

QF ВА $\frac{630}{630}$ 51-39

-Вибір перерізу шин АД31Т з умови:

$$I_{т.д.} \geq I_3 \cdot \kappa_3 \quad I_3 = I_{н.т.р.} \quad \kappa_3 = 1$$

$$I_{т.д.} \geq 630 \text{ А}$$

Приймається шину АД31Т 50×5 $I_{\delta} = 665 \text{ А}$.

2.2.10. Розрахунок елементів резервної перемички.

$$I_{р(р.н.)} = S_m / \sqrt{3} \cdot U_n$$

$$I_{р(р.н.)} = 0,4 \times 338 / 1,73 \cdot 0,38 = 208 \text{ А}$$

-Вибір автоматичного вимикача:

$$I_{н.т.р.} \geq 1,25 \cdot I_{р(р.н.)}$$

$$I_{н.т.р.} \geq 1,25 \cdot 208$$

$$I_{н.т.р.} \geq 260 \text{ А}$$

					БР.5.141.409. ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Приймається автоматичний вимикач А3736ФУЗ 400/320

-Вибір живлячого кабелю:

$$I_{м.д.} \geq I_3 \cdot \kappa_3 \cdot I_3 = I_{н.т.р.} \cdot \kappa_3 = 1$$

$$I_{м.д.} \geq 320 \text{ А}$$

Приймається кабель 2ААВВГ 3×95+1 ×50, $I_0 = 320\text{А}$.

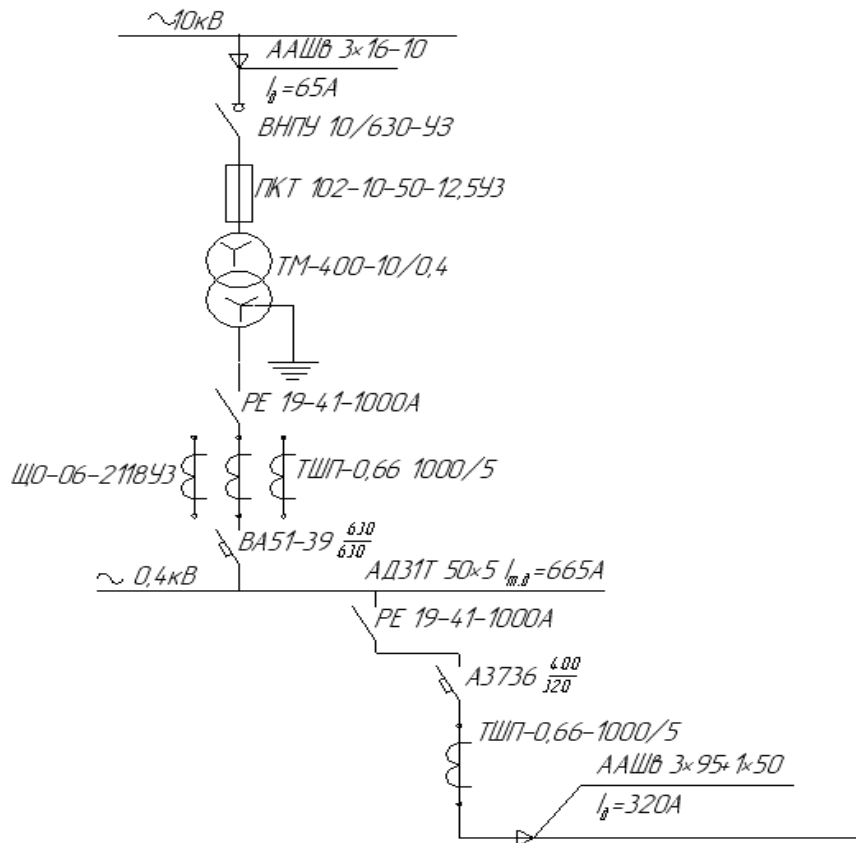


Рис.3.2. – Розрахункова схема 2

Для визначення остаточної кількості та потужності силового трансформатора проводжу техніко-економічний розрахунок.

Технічні данні трансформаторів приймається з [3,табл.145]та заносяться в таблицю. 3.3

					БР.5.141.409. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

Таблиця 3.3 – Технічні характеристики трансформаторів

Тип трансформатора	Втрати активної потужності		Напруга короткого замикання $U_{к.з.} \%$	Втрати реактивної потужності		Струм холостого ходу $I_{х.х.} \%$	Ціна гривні
	При холостому ході $\Delta P_{х.х.}$ кВт	При короткому замиканні $\Delta P_{к.з.}$ кВт		При холостому ході $\Delta Q_{х.х.}$ кВАр	При короткому замиканні $\Delta Q_{к.з.}$ кВАр		
Схема №1	0,62	5,5	4,5	8,4	17,1	2,1	29040
Схема №2	1,42	7,6	5,5	12,6	33,	2	31050

Визначаються втрати при короткому замиканні:

Схема №1 $\Delta P_{к.з.} = 2 (\Delta P_{к.з.1} + 0,005 \cdot \Delta Q_{к.з.1})$ кВт,

Схема №2 $\Delta P_{к.з.} = \Delta P_{к.з.2} + 0,005 \cdot \Delta Q_{к.з.2}$ кВт,

Схема №1 $\Delta P_{к.з.} = 2(5,5 + 0,005 \cdot 17,1) = 11,2$ кВт,

Схема №2 $\Delta P_{к.з.} = 7,6 + 0,005 \cdot 33,8 = 7,8$ кВт,

Визначаються втрати при холостому ході:

Схема №1 $\Delta P_{х.х.} = 2 (\Delta P_{х.х.1} + 0,005 \cdot \Delta Q_{х.х.1})$ кВт,

Схема №2 $\Delta P_{х.х.} = \Delta P_{х.х.2} + 0,005 \cdot \Delta Q_{х.х.2}$ кВт,

Схема №1 $\Delta P_{х.х.} = 2(0,62 + 0,005 \cdot 8,4) = 1,3$ кВт,

Схема №2 $\Delta P_{х.х.} = 1,42 + 0,005 \cdot 12,6 = 1,5$ кВт,

Визначаються повні приведені втрати:

Схема №1 $\Delta P_{мп1} = P_{х.х.1} + \kappa_{з.м.1} \cdot \Delta P_{к.з.1}$ кВт,

Схема №2 $\Delta P_{мп2} = P_{х.х.2} + \kappa_{з.м.2} \cdot \Delta P_{к.з.2}$ кВт,

Схема №1 $\Delta P_{мп1} = 10,4$ кВт,

Схема №2 $\Delta P_{мп2} = 11,04$ кВт;

Схема №1	Схема №2
$\Delta P_{мп1} = 10,4$	$\Delta P_{мп2} = 11,04$

Визначаються втрати в трансформаторі за рік експлуатації при кількості годин $t_m = 2400$ год.

Схема №1 $\Delta W_1 = \Delta P_{мп1} \cdot t_m$

Схема №2 $\Delta W_2 = \Delta P_{мп2} \cdot t_m$

Схема №1 $\Delta W_1 = 24960$

Схема №2 $\Delta W_2 = 26496$

Схема №1	Схема №2
$\Delta W_1 = 24960$	$\Delta W_2 = 26496$

Визначаються експлуатаційні витрати за рік:

$$C = C \cdot \Delta W + P_a / 100 \cdot K + P_c / 100 \cdot K$$

де C – собівартість електроенергії – 0,26гр за кВт/год

P_a -6,3% - амортизаційні відрахування на капітальний ремонт

P_c -3% - амортизаційні відрахування на поточний ремонт

K – вартість трансформатора, грн;

$$C_1 = 0,4 \cdot 24960 + 6,3 / 100 \cdot 29040 + 3 / 100 \cdot 29040 = 6943,8$$

$$C_2 = 0,4 \cdot 26496 + 6,3 / 100 \cdot 31050 + 3 / 100 \cdot 31050 = 7140,7$$

Схема №1	Схема №2
$C_1 = 6943,8$	$C_2 = 7140,7$

Визначаються капітальні затрати:

$$Z_1 = 0,125 \cdot K_1 + C_1, \text{ грн}$$

$$Z_2 = 0,125 \cdot K_2 + C_2, \text{ грн}$$

$$Z_1 = 0,125 \cdot 29040 + 6943,8 = 10573,8$$

$$Z_2 = 0,125 \cdot 31050 + 7140,7 = 11021,25$$

Схема №1	Схема №2
$Z_1 = 10573,8$	$Z_2 = 11021,25$

$$\Delta Z = (Z_1 - Z_2) \cdot 100 / Z_1, \%$$

$$\Delta Z = (11021,25 - 10573,8) \cdot 100 / 11021,25 = 4,2\%$$

Поскільки капітальні витрати за рік схеми №1 на 4,2% більші від капітальних витрат схеми №2, а коефіцієнти завантаження відповідно $K_{з.т.1} = 0,67$ та $K_{з.т.2} = 0,84$. Приймаємо до виконання схему №2 з одним трансформатором.

3.3 Розрахунок та вибір компенсуючих пристроїв.

Електропостачальна організація, для проектуємого об'єкту, зазначає ефективний коефіцієнт потужності, значення якого становить:

$$\cos \varphi = 0,92 \quad (\tan \varphi = 0,426).$$

Виконання цієї умови для проектуємих споживачів, виконується за допомогою комплектних конденсаторних установок, які під'єднуються до шин розподільчого пристрою наругою 0,4кВ .

Централізована компенсація реактивної потужності дозволяє збільшити пропускну здатність живлячих провідників, зменшити втрати електроенергії та здійснити економію енергії.

Тип, номінальну потужність конденсаторної установки приймаю з номенклатурного каталогу основних виробів ВАТ „Аскоукрем”

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

2.3.1. Розрахунок потужності конденсаторної установки проводиться з умови:

$$Q_{KKV} = Q_m - P_m \cdot \operatorname{tg} \varphi \text{ (квар)}$$

$$Q_{KKV} = 211,3 - 251,3 \cdot 0,426 = 104,3 \text{ кВАр}$$

Де Q_m ; P_m - розрахункові потужності (табл. 2.2. "Розрахунок електричних навантажень"), Приймається комплектна конденсаторну установк типу QRSz потужністю 75-150кВА при $I_H=162A$

Вибір конденсаторної установки:тип, потужність, струм конденсаторної установки з каталогу ВАТ „Аскоукрем”

Вибір елементів схеми:

- автоматичний вимикач з умови:

$$I_{н.т.р.} \geq 1,3 \cdot I_{KKV}$$

$$I_{н.т.р.} \geq 1,3 \cdot 162$$

$$I_{н.т.р.} \geq 210,6 \text{ А}$$

Приймається автоматичнтй вимикач А3736Б250/250

- переріз живлячого кабелю з умови:

$$I_{т.д.} \geq I_3 \cdot \kappa_3 \quad I_3 = I_{н.т.р.} \quad \kappa_3 = 1$$

$$I_{т.д.} \geq 210,6 \text{ А}$$

Приймається кабель АВВГ 3×150+1×95, $I_0 = 266A$.

[2, т. 1.3.6]

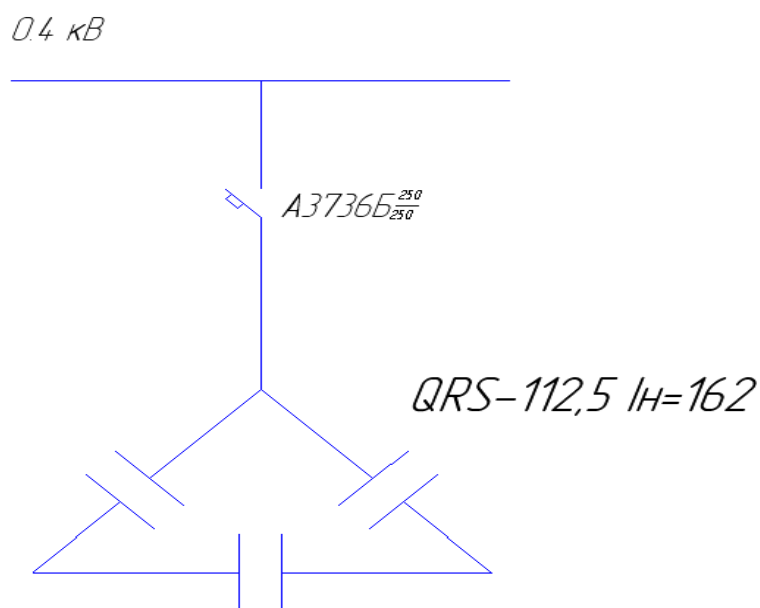


Рис.3.3. – Схема конденсаторної установки

Перевіряється реальний $\operatorname{tg} \varphi$ з умови: $\operatorname{tg} \varphi = Q_m - Q_{KKV} / P_m$

де Q_{KKV} - потужність конденсаторної установки за каталогом,

$$\operatorname{tg} \varphi = 211,3 - 112,5 / 251,3 = 0,398$$

Так, як в конденсаторній установці певна кість ступенів, то можливе автоматичне регулювання і підтримування заданого $\operatorname{tg} \varphi$ за допомогою вмикання різних ступенів.

					БР.5.141.409. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

Приймаємо конденсаторну установку типу QRS, виконану в шафах із листової сталі з ґратами для штучної вентиляції. Конденсаторну установку встановлюємо на підлогу або конденсаторами над кабельним каналом. Стандартно кабель підводиться з низу. В якості головного вимикача використовуємо трьохполосний вимикач вбудований в шафу. Кожну ступінь захищають силові запобіжники.

Також для підвищення коефіцієнта потужності проводимо наступні заходи:

- ❖ До заходів, що не вимагають застосування компенсуючи пристроїв відносять:
 - Упорядкування технологічного процесу, що веде до поліпшення енергетичного режиму устаткування, а отже і до підвищення потужності;
 - Перемикання статорних обмоток асинхронних двигунів напругою до 1000кВ з трикутника на зірку, якщо їхнє завантаження становить менш 40%
 - Усуненню режиму роботи асинхронних двигунів без навантаження, шляхом установки обмежувачів холостого ходу, коли тривалість, операційного періоду перевищує 10кВ.
 - Заміна, переустановка і відключення трансформаторів, що завантажуються в середньому менш ніж на 30% від їхньої номінальної потужності;
 - Замінна мало завантажувальних двигунів, двигунами меншої потужності за умови, що вилучення надлишкової потужності спричиняє зменшення сумарних витрат активної енергії в енергосистемі та двигуні.
 - Заміна АД синхронними двигунами тої ж потужності де це можливо за техніко-економічними міркуваннями;
 - Регулювання напруги, що підводиться до електродвигуна при тиристорному регулюванні;
 - Підвищення якості ремонту двигунів, при якому зберігаються їхні нормальні данні.
- ❖ До заходів, пов'язаних із застосуванням компенсуючи пристроїв:
 - Установка статичних конденсаторів;
 - Використання синхронних двигунів, як компенсаторів;
- ❖ До заходів щодо підвищення коефіцієнта потужності, що допускається у вигляді виключення:
 - Використання наявних на підприємстві синхронних генераторів, як синхронних компенсаторів;
 - Синхронізація двигунів, при чому вона допускається при навантаженні на валу не вище 70% від номінальної потужності і відповідному техніко-економічному обґрунтуванні.

При живленні ПС фазний ротор втягується в синхронізм і може працювати з випереджальним коефіцієнтом потужності придбавши властивості, подібні з властивостями синхронного двигуна, але зі значною перевантажувальною здатністю.

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

Синхронізація АД з фазним ротором застосовується тільки для двигунів, що вже перебувають в експлуатації.

3.4. Вибір і обґрунтування схеми розподілу електричної енергії.

В проектуємому цеху встановлені електроприймачі II та III категорії по надійності електропостачання перерва в електропостачанні яких приводить до масового недовипуску продукції, простоювання робітників, механізмів і промислового транспорту, порушення нормальної діяльності.

Згідно ПВЕ п 1.2.19. електроприймачі II категорії рекомендується забезпечувати електроенергією від двох незалежних джерел живлення які резервують один одного, (див. схему№1 та схему№2.)

Схеми живлячої та розподільчої мережі повинні забезпечувати надійність живлення споживачів, бути зручними і безпечними в експлуатації при мінімальних витратах на провідники та інші елементи лінії електропередач.

Схеми розподілу електричної енергії можуть бути виконані по радіальному, магістральному та змішаному принципу. Радіальна схема конструктивно виконується по чотирьох ступінчатому принципу, а саме, енергія від розподільчого пристрою 0,4кВ, який компонується панелями типу ЩО-94, через живлячі кабелі типу АВВГ і ААШв, передаються до розподільчих щитів типу ПР11. Мережа від розподільчих щитів виконується проводом АПВ, який прокладено в трубах, чи кабелем АВВГ, який прокладено на кабельних конструкціях. В якості захисних апаратів застосовуються автоматичні вимикачі з комбінованим розщиплювачем: тепловий розщиплювач виконує захист мережі від перевантажень, електромагнітний - від струмів К.З.

Радіальна схема розподілу електричної енергії має декілька переваг перед магістральною: високу надійність і простоту в експлуатації і обслуговуванні, безпеку роботи.

Недоліками радіальних схем є: мала економічність внаслідок значних витрат провідникового матеріалу; необхідність в додаткових площах для розміщення силових РП; обмежена гнучкість мережі при переміщенні технологічних механізмів, яке пов'язане зі зміною технологічного процесу.

3.5 Розрахунок і вибір елементів живлячої мережі.

Вибір елементів виконується по розрахунковому (номінальному) струму споживача.

Знаходимо розрахунковий струм на стороні 10кВ

$$I_p = S_{н.т.р.} / \sqrt{3} \cdot U_n,$$

де $U_n = 10$ кВ

$$I_p = 400 / 1,73 \cdot 10 = 23,1 \text{ А}$$

Виходячи із значення розрахункового струму вибираємо елементи сторони високої напруги:

					БР.5.141.409. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

$$U_{\epsilon} \geq U_p I_{m.d.} \geq I_3 \cdot K_3$$

$$U_{\epsilon} \geq 10 \text{кВ}$$

Вибираємо кабель ААШВ 3×16, I_{т.д.}=65А

Перевіряємо переріз вибраного кабелю по економічній щільності струму:

$$F_{\min} = I_p / j_e$$

де $j_e = 1,4 \text{ А/мм}^2$;

$$F_{\min} = 23,1 / 1,4 = 16,5 \text{мм}^2$$

Вибраний кабель застосувати доцільно.

Вибір вимикача навантаження

$$U_{\epsilon} \geq U_p U_n = 10 \text{кВ}$$

$$U_{\epsilon} \geq 10 \text{кВ} \quad I_{\epsilon} = 630 \text{А}$$

Тип автоматичного вимикача узгоджують з типом вимикача, що може бути встановлений в камері вводу типу КСО394.

Вибираємо плавку вставку високовольтного запобіжника:

$$U \geq U_p I_{n.в.} \geq 2 \div 3 I_p I_{n.в.} \geq 2 \cdot I_p$$

$$I_{n.в.} \geq 2 \cdot 23,1$$

$$I_{n.в.} \geq 46,2 \text{ А}$$

$$I_{n.в.} = 50 \text{ А}$$

$$I_{\text{відкл.}} = 12,5 \text{кА}$$

В якості вимикаючого та захисного пристрою на стороні 10 кВ вибираємо камеру типу КСО394-04-10, яка комплектується запобіжником ПКТ 102-10-50-12,5УЗ, $I_{n.в.} = 50$ та вимикачем навантаження

ВНПУ-10/630-УЗ.

Визначаємо розрахунковий струм на стороні 0,4кВ

$$I_p = \frac{S_n}{\sqrt{3} U_n \times \cos \varphi}, \text{ А}$$

Де $K_{з.т.} = 0,85$; $U_n = 0,4 \text{кВ}$

$$I_p = \frac{400 \cdot 0,85}{\sqrt{3} \cdot 0,4} = 492 \text{ А}$$

Виходячи з розрахункового струму вибираємо елементи сторони низької напруги.

Струм розчіплювача автоматичного вимикача вибираємо з умови:

$$I_{н.т.р.} \geq 1,25 \cdot I_p$$

$$I_{н.т.р.} \geq 1,25 \cdot 492$$

$$I_{н.т.р.} \geq 615 \text{ А}$$

$$I_{н.т.р.} = 630 \text{ А}$$

Приймаємо до установки автоматичний вимикач А3736БУ3630/630

									Арк.
									39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

Вибір перерізу шин АД31Т з умови:

$$I_{m.д.} \geq I_3 \cdot \kappa_3 \quad I_3 = I_{н.м.р.} \quad \kappa_3 = 1$$

$$I_{m.д.} \geq 630 \text{ А}$$

Приймається шину АД31Т 50×5 $I_0=665 \text{ А}$.

На стороні 0,4кВ в якості вимикаючого та захисного пристрою використовуємо шафу вводу низької напруги ЩО 98-35УЗ, яка укомплектована вимикачем АЗ736БУЗ 630/630, трансформатор струму ТШ-0,66- 1000/5А

Дані для вибраних елементів заносимо до таблиці 2.4

Таблиця 3.4 .- Вибір елементів живлячої мережі

Назва елементів Живлячої мережі	Тип елемента	Захисний апарат	$I_{н.}$ А	Марка провідника	$I_{г.д.}$ А
Камера зібрана Одностороннього Обслуговування	КСО394-04-10УЗ	ПКТ017	$\frac{100}{50}$	ААШВ 3×16	65
Трансформатор силовий масляний	ТМ-400-10/0,4	ВНПУ-10/630	630	ААШВ 3×16	65
Шафа вводу низької напруги	ЩО 98-35УЗ	АЗ736 630/630	630	АД31Т50	665
Комплектна конденсаторна установка	QRS-112.5-5-С2АЛJ	АЗ736 250/250	250	АВВГ 3×150+1×95	266

3.6 Розрахунок і вибір елементів розподільчої мережі.

До елементів розподільчої мережі відносяться:

- розподільчі щити типу ПР-11(в разі радіальної схеми розподілу ел. енергії)
- автоматичні вимикачі, які виконують функцію захисту електро-приймачів від режиму перевантажень та струму короткого замикання;
- живлячі провідники (кабелі АВВГ, провуда АПВ).

Вибір елементів проводиться по розрахунковому(номінальному) струму споживача з умови:

$$I_p = \frac{P_n}{\sqrt{3}U_n \times \cos \varphi}$$

Прес револьверний (1)

$$I_p = \frac{7}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,85} = 12,75 \text{ А}$$

Вертикально-свердлильний верстат (2)

$$I_p = \frac{2,2}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,85} = 9,6 \text{ А}$$

Прес листозгинальний (3)

$$I_p = \frac{2,7}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,85} = 4,9 \text{ А}$$

					БР.5.141.409. ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Прес листозгинальний (4,5)	$I_p = \frac{14,5}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,85} = 26,3A$
Прес механічний (6)	$I_p = \frac{4,7}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,85} = 8,5A$
Ножиці висічні (7)	$I_p = \frac{5,3}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,85} = 9,6A$
Вальці(8)	$I_p = \frac{3}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,85} = 5,4A$
Ножиці гільйотивні(9)	$I_p = \frac{1,3}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,85} = 2,3A$
Машина листозгинальна(11)	$I_p = \frac{22}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,85} = 40A$
Машина листозгинальна(12)	$I_p = \frac{6,6}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,85} = 12A$
Токарно-револьверний верстат(13)	$I_p = \frac{15}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,85} = 27,2A$
Токарно-гвинторізний верстат(14)	$I_p = \frac{7,5}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,85} = 13,6A$
Токарно-гвинторізний верстат(15,18,19)	$I_p = \frac{10}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,85} = 18,1A$
Токарно-гвинторізний верстат(16,17)	$I_p = \frac{4}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,85} = 7,2A$
Плоскошліфувальний верстат(20)	$I_p = \frac{2,2}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,85} = 4A$
Настільно-свердлильний верстат(21)	$I_p = \frac{0,55}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,85} = 1A$
Вертикально-фрезерний верстат(22,23,34,40)	$I_p = \frac{7,5}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,85} = 13,6A$
Прес гідравлічний(24,29)	$I_p = \frac{3}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,85} = 5,4A$
Прес гідравлічний(27)	$I_p = \frac{5,5}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,85} = 10A$
Продольно-стругальний верстат(30)	$I_p = \frac{5,5}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,85} = 10A$
Вертикально-фрезерний верстат (35,39)	$I_p = \frac{11}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,85} = 20A$
Плоско - шліфувальний(32)	$I_p = \frac{11}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,85} = 20A$
Вертикально-фрезерний(31,36)	$I_p = \frac{5,5}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,85} = 10A$

Горизонтально-фрезерний(37,38)

$$I_p = \frac{7,5}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,85} = 13,6A$$

Тельфер(10,23)

$$I_{p7} = \frac{P_n \times \sqrt{ПВ}}{\sqrt{3}U_n \times \cos \varphi} \times \frac{1}{0,875} = \frac{11,5 \times \sqrt{0,25}}{\sqrt{3} \times 0,38 \times 0,85} = 11,76A$$

Вибираємо автоматичний вимикач з умови:

$$I_{н.а.в.} \geq I_{н.т.р.}, \quad I_{н.т.р.} \geq 1,25 \cdot I_p,$$

та переріз живлячого провідника з умови:

$$I_{м.д.} \geq I_3 \cdot K_3$$

де $I_{м.д.}$ - приймається з таблиць ПУЕ (13.4.-1.3.31.) в залежності від провідника та способу прокладання.

$$I_3 = I_{н.т.р.} \cdot K_3 = 1 \text{ для мережі до 1 кВ.}$$

Прес револьверний (1)

$$I_{н.т.р.} \geq 1,25 \cdot 12,7$$

$$I_{н.т.р.} \geq 15,8A$$

Приймаємо автоматичний вимикач АЕ2036 25/16 $I_{м.д.} = 16A$

Живлячий провід АПВ 4(1×2,5) $I_{м.д.} = 19A$

Вертикально-свердильний верстат (2)

$$I_{н.т.р.} \geq 1,25 \cdot 4$$

$$I_{н.т.р.} \geq 5A$$

Приймаємо автоматичний вимикач АЕ2036 25/8 $I_{м.д.} = 8A$

Живлячий провід АПВ 4(1×2) $I_{м.д.} = 15A$

Прес листозгинальний (3)

$$I_{н.т.р.} \geq 1,25 \cdot 4,9$$

$$I_{н.т.р.} \geq 6,1A$$

Приймаємо автоматичний вимикач АЕ2036 25/8 $I_{м.д.} = 8A$

Живлячий провід АПВ 4(1×2) $I_{м.д.} = 15A$

Прес листозгинальний (4,5)

$$I_{н.т.р.} \geq 1,25 \cdot 26,3$$

$$I_{н.т.р.} \geq 32,8A$$

Приймаємо автоматичний вимикач АЕ2046 63/40 $I_{м.д.} = 40A$

Живлячий провід АПВ 4(1×16) $I_{м.д.} = 55A$

Прес механічний (6)

$$I_{н.т.р.} \geq 1,25 \cdot 8,5$$

$$I_{н.т.р.} \geq 10,6A$$

Приймаємо автоматичний вимикач АЕ2036 25/16 $I_{м.д.} = 16A$

Живлячий провід АПВ 4(1×2,5) $I_{м.д.} = 19A$

Ножиці висічні (7)

$$I_{н.т.р.} \geq 1,25 \cdot 9,6$$

$$I_{н.т.р.} \geq 12A$$

Приймаємо автоматичний вимикач АЕ2036 25/16 $I_{м.д.} = 16A$

Живлячий провід АПВ 4(1×2,5) $I_{м.д.} = 19A$

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

Вальці(8)

$$I_{н.т.р.} \geq 1,25 \cdot 5,4$$

$$I_{н.т.р.} \geq 6,75A$$

Приймаємо автоматичний вимикач АЕ2036 25/8 $I_{м.д.} = 8A$

Живлячий провід АПВ 4(1×2) $I_{м.д.} = 15A$

Ножиці гільйотивні(9)

$$I_{н.т.р.} \geq 1,25 \cdot 2,3$$

$$I_{н.т.р.} \geq 2,8A$$

Приймаємо автоматичний вимикач АЕ2036 25/4 $I_{м.д.} = 4A$

Живлячий провід АПВ 4(1×2) $I_{м.д.} = 15A$

Машина листозгинальна(11)

$$I_{н.т.р.} \geq 1,25 \cdot 40$$

$$I_{н.т.р.} \geq 50A$$

Приймаємо автоматичний вимикач АЕ2046 63/63 $I_{м.д.} = 63A$

Живлячий провід АПВ 4(1×25) $I_{м.д.} = 70A$

Машина листозгинальна(12)

$$I_{н.т.р.} \geq 1,25 \cdot 12$$

$$I_{н.т.р.} \geq 15A$$

Приймаємо автоматичний вимикач АЕ2036 25/16 $I_{м.д.} = 16A$

Живлячий провід АПВ 4(1×2,5) $I_{м.д.} = 19A$

Токарно-револьверний верстат(13)

$$I_{н.т.р.} \geq 1,25 \cdot 27,5$$

$$I_{н.т.р.} \geq 34A$$

Приймаємо автоматичний вимикач АЕ2046 63/40 $I_{м.д.} = 40A$

Живлячий провід АПВ 4(1×16) $I_{м.д.} = 55A$

Токарно-гвинторізний верстат(14) та фрезерні(22,33,34,40,37,38)

$$I_{н.т.р.} \geq 1,25 \cdot 13,6$$

$$I_{н.т.р.} \geq 17A$$

Приймаємо автоматичний вимикач АЕ2036 25/20 $I_{м.д.} = 20A$

Живлячий провід АПВ 4(1×3) $I_{м.д.} = 21A$

Токарно-гвинторізний верстат(15,18,19)

$$I_{н.т.р.} \geq 1,25 \cdot 18,1$$

$$I_{н.т.р.} \geq 22,6A$$

Приймаємо автоматичний вимикач АЕ2036 25/25 $I_{м.д.} = 25A$

Живлячий провід АПВ 4(1×5) $I_{м.д.} = 27A$

Токарно-гвинторізний верстат(16,17)

$$I_{н.т.р.} \geq 1,25 \cdot 7,2$$

$$I_{н.т.р.} \geq 9A$$

Приймаємо автоматичний вимикач АЕ2036 25/10 $I_{м.д.} = 10A$

Живлячий провід АПВ 4(1×2) $I_{м.д.} = 15A$

Настільно-свердлильний верстат(21)

$$I_{н.т.р.} \geq 1,25 \cdot 1$$

$$I_{н.т.р.} \geq 1,25A$$

Приймаємо автоматичний вимикач АЕ2036 25/1,6 $I_{м.д.} = 1,6A$

					БР.5.141.409. ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Живлячий провід АПВ 4(1×2) $I_{m.д.} = 15A$

Прес кривошипний(25)

$$I_{н.т.р.} \geq 1,25 \cdot 29,8 \quad I_{н.т.р.} \geq 37,25A$$

Приймаємо автоматичний вимикач АЕ2046 63/40 $I_{m.д.} = 40A$

Живлячий провід АПВ 4(1×16) $I_{m.д.} = 55A$

Прес гідравлічний(27) Вертикально-фрезерний(22,23,34) Поперечно-строгальний(30)

$$I_{н.т.р.} \geq 1,25 \cdot 10 \quad I_{н.т.р.} \geq 12,5A$$

Приймаємо автоматичний вимикач АЕ2036 25/16 $I_{m.д.} = 16A$

Живлячий провід АПВ 4(1×2,5) $I_{m.д.} = 19A$

Фрезерні верстат(35,39)

$$I_{н.т.р.} \geq 1,25 \cdot 20 \quad I_{н.т.р.} \geq 25A$$

Приймаємо автоматичний вимикач АЕ2036 25/25 $I_{m.д.} = 25A$

Живлячий провід АПВ 4(1×5) $I_{m.д.} = 27A$

Плоско – шліфувальний (32)

$$I_{н.т.р.} \geq 1,25 \cdot 20 \quad I_{н.т.р.} \geq 25A$$

Приймаємо автоматичний вимикач АЕ2036 25/25 $I_{m.д.} = 25A$

Живлячий провід АПВ 4(1×5) $I_{m.д.} = 27A$

Тельфер(10,23)

$$I_{н.т.р.} \geq 1,25 \cdot 11,76 \quad I_{н.т.р.} \geq 14,7A$$

Приймаємо автоматичний вимикач АЕ2036 25/16 $I_{m.д.} = 16A$

Живлячий провід АПВ 4(1×2,5), КГ4×1,5

Вибір розподільчих щитів проводимо в залежності:

- кількості під'єднаних електроприймачів до щита (від 2 до 12 макси-мально);
- номінального струму автоматичних вимикачів, та струму теплових розчіплювачів, які захищають під'єднані електроприймачі (0,6-160А);
- сумарного струму споживачів під'єднаних до щита (шинопровода), який визначається з умови:

$$I_p = \sum I_n \cdot K_n$$

де $K_n = 0,3-0,7$; (для щитів), $K_n = 0,9-0,99$ (для шинопроводів) в залежності від технологічної функції, яку виконують споживачі [1, 37, табл. 2.2.1].

					БР.5.141.409. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

До щита №1 відносяться:

- Вертикально-свердлильний верстат(2)
- Прес механічний(3)
- Токарно-гвинторізний верстат(19)
- Плоско-шліфувальний верстат(20)
- Настільно-свердлильний(21)
- Тельфер(23)
- Преси гідравлічні(24,26,27,28,29)
- Прес кривошипний(25)

$$I_p = (4+4,9+18,1+4+1+11,76+5,4+29,8+40+10+40+5,4) \times 0,7 = 91,42 \text{ А}$$

Приймаємо щит типу ПР11-3085А-21УЗ з автоматичним вимикачем ВА5135 250/125

Кабель живлення РЩ1: АВВГ3×70+1×35 $I_{m.o.} = 140 \text{ А}$

До щита №2 відносяться:

- Вертикально-фрезерні верстати(22,31,33,34,35,36,39,40)
- Горизонтально-фрезерні(37,38)
- Плоско - шліфувальний (32)
- Продольно-стругальний(30)

$$I_p = (13,6+10+10+20+13,6+20+10+13,6+13,6+20+13,6) \times 0,7 = 120,12 \text{ А}$$

Приймаємо щит типу ПР11-3085А-21УЗ з автоматичним вимикачем ВА5135 250/125

Кабель живлення РЩ2: АВВГ 3×70+1×35 $I_{m.o.} = 140 \text{ А}$

До щита №3 відносяться:

- Машина листозгинальна(11,12)
- Токарно-револьверний верстат(13)
- Токарно-гвинторізний(14,15,16,17,18)

$$I_p = (40+12+27,3+13,6+18,1+7,2+7,2+18,1) \times 0,7 = 100,4 \text{ А}$$

Приймаємо щит типу ПР11-3068-21УЗ з автоматичним вимикачем ВА5135 250/125

Кабель живлення РЩ3: АВВГ3×70+1×35 $I_{m.o.} = 140 \text{ А}$

До щита №4 відносяться:

- Прес револьверний(1)
- Вертикально-свердлильний верстат(7)
- Преси листозгинальні(4,5)
- Прес механічний(6)
- Вальці(8)
- Ножиці гільйотинні(9)
- Тельфер(10)

$$I_p = (7+14,5+14,5+4,7+5,3+3+1,3+11,5) \times 0,7 = 43,26 \text{ А}$$

Приймаємо щит типу ПР11-3068-21УЗ з автоматичним вимикачем ВА5135 250/80

Кабель живлення РЩ4: АВВГ3×35+1×25 $I_{m.o.} = 90 \text{ А}$

					БР.5.141.409. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

До електро щита №5 відносяться електроосвітлення цеху. Приймаємо до установки щит типу
 ПР11-3052-21УЗ з головним автоматичним вимикачем ВА47-29

До електро щита №6 відносяться електроосвітлення цеху. Приймаємо до установки щит типу

ПР11-3052-21УЗ з головним автоматичним вимикачем ВА47-29
 Кабель живлення ВВГ 5×4

За виконання і по виду установки приймаємо розподільчі щити
 навісного виконання.

Щити навішуємо на стіну за допомогою дюбелів.

Результати розрахунку заносимо в таблицю 3.5

Таблиця 3.5

Поз.	$P_{\text{вст.}}$ кВт	I_p А	Тип щита	Тип захисного автомата	$I_n/I_{\text{рнт.}}$ А	Марка та переріз провідника	$I_{\text{гд}}$ А	Довжина провідника
1	2	3	4	5	6	7	8	9
РЩ1		91,42	ПР11-3085А21УЗ	ВА5135	250/125	АВВГ3×70+1×35	140	
2	2,2	4		АЕ2036	25/8	АПВ4(1×2)	15	
3	2,7	1,9		АЕ2036	25/8	АПВ4(1×2)	15	
19	10,0	18,1		АЕ2036	25/25	АПВ4(1×5)	27	
20	2,2	4		АЕ2036	25/8	АПВ4(1×2)	15	
21	0,55	1		АЕ2036	25/1,6	АПВ4(1×2)	15	
23	11,5	11,76		АЕ2036	25/16	АВВГ4×2,5 КГ4×1,5	19	
24	3,0	5,4		АЕ2036	28/8	АПВ4(1×2)	15	
25	16,4	29,8		АЕ2046	63/40	АПВ4(1×16)	55	
26	22	40		АЕ2046	63/63	АПВ4(1×25)	70	
27	5,5	10		АЕ2036	25/16	АПВ4(1×2,5)	19	
28	22	40		АЕ2046	63/63	АПВ4(1×25)	70	
29	3	5,4		АЕ2036	25/8	АПВ4(1×2)	15	
РЩ2		120,1	ПР11-3085А21УЗ	ВА5135	250/125	АВВГ3×70+1×35	140	
22	7,5	13,6		АЕ2036	25/20	АПВ4(1×3)	21	
30	5,5	10		АЕ2036	25/16	АПВ4(1×2,5)	19	
31	5,5	10		АЕ2036	25/16	АПВ4(1×2,5)	19	
32	11	20		АЕ2036	25/25	АПВ4(1×5)	27	
33	7,5	13,6		АЕ2036	25/20	АПВ4(1×3)	21	
34	7,5	13,6		АЕ2036	25/20	АПВ4(1×3)	21	
35	11	20		АЕ2036	25/25	АПВ4(1×5)	27	
36	5,5	10		АЕ2036	25/16	АПВ4(1×2,5)	19	
37	7,5	13,6		АЕ2036	25/20	АПВ4(1×3)	21	
38	7,5	13,6		АЕ2036	25/20	АПВ4(1×3)	21	
39	11	20		АЕ2036	25/25	АПВ4(1×5)	27	
40	7,5	13,6		АЕ2036	25/20	АПВ4(1×3)	21	
РЩ3		100,4	ПР11-3068-21УЗ	ВА5135	250/125	АВВГ3×70+1×35	140	

Продовження таблиці 3.5

11	22	40		АЕ2046	63/63	АПВ4(1×25)	70	
12	6,6	12		АЕ2036	25/16	АПВ4(1×2,5)	19	
13	15	27,3		АЕ2046	63/40	АПВ4(1×16)	55	
14	7,5	13,6		АЕ2036	25/20	АПВ4(1×3)	21	
15	10	18,1		АЕ2036	25/25	АПВ4(1×5)	27	
16	4	7,2		АЕ2036	25/10	АПВ4(1×2)	15	
17	4	7,2		АЕ2036	25/10	АПВ4(1×2)	15	
18	10	18,1		АЕ2036	25/25	АПВ4(1×5)	27	
РЩ4		43,2	ПР11-3068-21УЗ	ВА5135	250/80	АВВГ3×35+1×25	90	
1	7	12,7		АЕ2036	25/16	АПВ4(1×2,5)	19	
4	14,5	26,3		АЕ2046	63/40	АПВ4(1×16)	55	
5	14,5	26,3		АЕ2046	63/40	АПВ4(1×16)	55	

Арк.

БР.5.141.409. ПЗ

46

Змн. Арк. № докум. Підпис Дата

6	4,7	8,5		AE2036	25/16	АПВ4(1×2,5)	19	
7	5,3	9,6		AE2036	25/16	АПВ4(1×2,5)	19	
8	3,0	5,4		AE2036	25/8	АПВ4(1×2)	15	
9	1,3	2,3		AE2036	25/4	АПВ4(1×2)	15	
10	11,5	11,76		AE2036	25/16	АПВ4(1×2,5) КТ4×1,5	19	
РЦ5		23	ПР11-3052	ВА4729	25/10	ВВГ5×4		
РЦ6		23	ПР11-3052	ВА4729	25/10	ВВГ5×4		

Складаємо кабельний журнал та заносимо до таблиці 3.6.
Таблиця 3.6. – Кабельний журнал.

Маркування кабелю	початок	кінець	Марка	Кількість жил та переріз, мм ²	Довжина, м
1	2	3	4	5	6
Н1-1	РУ-04_Л1	РЦ1	АВВГ	АПВ4(1×2)	
Н1-2	РЦ1	ЕП-3	АПВ	АПВ4(1×2)	
Н1-3	РЦ1	ЕП-20	АПВ	АПВ4(1×5)	
Н1-4	РЦ1	ЕП-21	АПВ	АПВ4(1×2)	
Н1-5	РЦ1	ЕП-2	АПВ	АПВ4(1×2)	
Н1-6	РЦ1	ЕП-19	АПВ	АВВГ4×2,5 КТ4×1,5	
Н1-7	РЦ1	ЕП-24	АПВ	АПВ4(1×2)	
Н1-8	РЦ1	ЕП-26	АПВ	АПВ4(1×16)	
Н1-9	РЦ1	ЕП-28	АПВ	АПВ4(1×25)	
Н1-10	РЦ1	ЕП-25	АПВ	АПВ4(1×2,5)	
Н1-11	РЦ1	ЕП-27	АПВ	АПВ4(1×25)	
Н1-12	РЦ1	ЕП-29	АПВ	АПВ4(1×2)	
Н1-13	РЦ1	ЕП-23	АПВ КТ	АПВ4(1×2)	
Н2-1	РУ-04_Л2	РЦ2	АВВГ	АВВГ3×70+1×35	
Н2-2	РЦ2	ЕП-35	АПВ	АПВ4(1×2,5)	
Н2-3	РЦ2	ЕП-36	АПВ	АПВ4(1×2,5)	
Н2-4	РЦ2	ЕП-37	АПВ	АПВ4(1×5)	
Н2-5	РЦ2	ЕП-22	АПВ	АПВ4(1×3)	
Н2-6	РЦ2	ЕП-30	АПВ	АПВ4(1×3)	
Н2-7	РЦ2	ЕП-31	АПВ	АПВ4(1×5)	
Н2-8	РЦ2	ЕП-32	АПВ	АПВ4(1×2,5)	
Н2-9	РЦ2	ЕП-33	АПВ	АПВ4(1×3)	
Н2-10	РЦ2	ЕП-34	АПВ	АПВ4(1×3)	
Продовження таблиці 3.6					
Н2-11	РЦ2	ЕП-38	АПВ	АПВ4(1×5)	
Н2-12	РЦ2	ЕП-39	АПВ	АПВ4(1×3)	
Н2-13	РЦ2	ЕП-40	АПВ	АВВГ3×70+1×35	
Н3-1	РУ-04_Л3	РЦ3	АВВГ	АПВ4(1×25)	
Н3-2	РЦ3	ЕП-11	АПВ	АПВ4(1×2,5)	
Н3-3	РЦ3	ЕП-12	АПВ	АПВ4(1×16)	
Н3-4	РЦ3	ЕП-13	АПВ	АПВ4(1×3)	
Н3-5	РЦ3	ЕП-16	АПВ	АПВ4(1×5)	
Н3-6	РЦ3	ЕП-17	АПВ	АПВ4(1×2)	
Н3-7	РЦ3	ЕП-18	АПВ	АПВ4(1×2)	
Н3-8	РЦ3	ЕП-14	АПВ	АПВ4(1×5)	
Н3-9	РЦ3	ЕП-15	АПВ	АВВГ3×35+1×25	
Н4-1	РУ-04_Л4	РЦ4	АВВГ	АПВ4(1×2,5)	
Н4-2	РЦ4	ЕП-10	АВВГ КТ	АПВ4(1×2,5) КТ4×1,5	

									Арк.
									47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БР.5.141.409. ПЗ				

H4-3	PII4	EP-4	APB	APB4(1×16)	
H4-4	PII4	EP-1	APB	APB4(1×2,5)	
H4-5	PII4	EP-5	APB	APB4(1×2,5)	
H4-6	PII4	EP-7	APB	APB4(1×2)	
H4-7	PII4	EP-9	APB	APB4(1×2)	
H4-8	PII4	EP-8	APB	APB4(1×2,5)	
H4-9	PII4	EP-6	APB	BBГ5×4	
H5-1	PY-04, J15	PII5(ЩО)	BBГ	BBГ5×4	
H6-1	PY-04, J16	KKY	ABBГ		

					БР.5.141.409. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

4. Енергозбереження

4.1 Нормативно-правове регулювання енергозбереження в Україні

Для правового розв'язання проблем енергозбереження прийнято Закон України «Про енергозбереження». Цей Закон визначає правові, економічні, соціальні та екологічні основи енергозбереження для всіх підприємств, об'єднань та організацій, розташованих на території України, а також для громадян.

Основними принципами державної політики у сфері енергозбереження є:

а) створення державою економічних і правових умов заінтересованості в енергозбереженні юридичних та фізичних осіб;

б) здійснення державного регулювання діяльності у сфері енергозбереження на основі застосування економічних, нормативно-технічних заходів управління;

в) пріоритетність вимог енергозбереження при здійсненні господарської, управлінської або іншої діяльності, пов'язаної з видобуванням, переробкою, транспортуванням, зберіганням, виробленням та використанням паливно-енергетичних ресурсів;

г) наукове обґрунтування стандартизації у сфері енергозбереження та нормування використання паливно-енергетичних ресурсів, необхідність дотримання енергетичних стандартів та нормативів при використанні палива та енергії;

д) створення енергозберігаючої структури матеріального виробництва на основі комплексного вирішення питань економії та енергозбереження з урахуванням екологічних вимог, широкого впровадження новітніх енергозберігаючих технологій;

					БР.5.141.409. ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

е) обов'язковість енергетичної експертизи;

є) популяризація економічних, екологічних та соціальних переваг енергозбереження, підвищення громадського освітнього рівня у цій сфері;

ж) поєднання методів економічного стимулювання та фінансової відповідальності з метою раціонального використання та економного витрачання паливно-енергетичних ресурсів;

з) встановлення плати за прямі втрати і нераціональне використання паливно-енергетичних ресурсів;

и) вирішення проблем енергозбереження у поєднанні з реалізацією енергетичної програми України, а також на основі широкого міждержавного співробітництва.

Програма розроблена на період до 2020 р. Основними засадами з вирішення проблем енергозбереження виступають "Глобальні стратегії енергозбереження для України", "Програма структурної перебудови економіки України", "Державна програма розвитку гірничо-металургійного комплексу України", Національна програма "Нафта і газ України до 2010 р.", програми розвитку галузей промисловості, інших секторів економіки та соціальної сфери.

Для реалізації Закону «Про енергозбереження» Указом Президента №666 від 26.07.95 року був утворений Державний комітет України з енергозбереження.

4.2. Ефективне використання елементів систем електропостачання

В даному проекті використовується декілька енергозберігаючих заходів: розрахунок мережі за допустимими втратами напруги; компенсація реактивної потужності; (пункт 3,

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

4. 3. Раціональне використання елементів систем електропостачання та електричного освітлення

Для раціонального використання елементів електроосвітлення необхідно використовувати той тип лампи, який забезпечує максимальний світловий потік на один ват встановленого навантаження. Повинні використовуватись лампи, які мають найвищу ефективність.

Вплив дизайну та облицювання. Поверхні пофарбовані в світлий тон відбивають більше світла і є більш ефективними. Збільшення коефіцієнтів відбиття поверхонь дозволяє економити електроенергію внаслідок збільшення рівня освітленості.

Регулятори освітлення забезпечують ефективне освітлення в потрібному місці протягом необхідного часу. Вони бувають фотоелектричні, безконтактні, з таймером.

Автоматичне управління рядами світильників використовується при освітленні великих приміщень, де використовується кілька рядів світильників, розміщених паралельно до стіни. Можна відключати окремі ряди в залежності від зміни природного освітлення, часу доби, роботи в окремих частинах приміщення.

Розрахунок економії електроенергії в освітлювальних установках

1. Установлена потужність:

$$P = P_{\text{л}} * N_{\Sigma} * K_{\text{ПРА}}$$

$$P = 80 * 126 * 1,1 = 1109 \text{ Вт}$$

Де P- потужність освітлювальної установки;

$K_{\text{ПРА}}$ – коефіцієнт втрат у пускорегулюючій апаратурі освітлювальних приладів; $P_{\text{л}}$ -потужність лампи; N- кількість ламп.

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

2. Річне енергоспоживання:

$$W_{\Gamma} = P * T_{\Gamma} * k_{и}$$

$$W_{\Gamma} = 1109 * 1300 * 0,92 = 1442 \text{ кВт* год/рік};$$

Де W_{Γ} - сумарне річне споживання електроенергії; T_{Γ} -річне число годин роботи системи; $k_{и}$ - коефіцієнт використання встановленої потужності.

3. Економія за рахунок чищення світильників

$$\Delta W_1 = W_{\Gamma} * k_{ч}$$

$$\Delta W_1 = 1442 * 0,03 = 43,26 \text{ кВт* год/рік};$$

Де $k_{ч}$ - коефіцієнт чищення світильників

4. Економія енергії при підвищенні коефіцієнта відбиття поверхонь приміщення до $\tau = 0,5$ (фарбування побілка) складе 10% або:

$$\Delta W_2 = 144 \text{ кВт* год/рік};$$

5. Економія енергії в результаті впровадження системи автоматичного включення й відключення освітлення:

$$\Delta W_3 = W_{\Gamma} (k_{за} - 1)$$

$$\Delta W_3 = 1442 * (1,1 - 1) = 144 \text{ кВт* год/рік};$$

Де коефіцієнт ефективності автоматизації керування освітленням, що залежить від рівня складності системи керування.

№	Рівень складності системи автоматичного керування освітленням.	$k_{за}$
1	Контроль рівня освітленості й автоматичне включення й виключення системи освітлення при критичному значенні E	1,1 - 1,15
2	Зонне керування висвітленням (включення й відключення висвітлення дискретно, залежно від зонного розподілу природної освітленості)	1,2 - 1,25
3	Плавне керування потужністю й світловим потоком світильників залежно від розподілу природної освітленості	1,3 - 1,4

6. Економія за рахунок установки нових світильників з більш високим ККД=75% але з аналогічним світлорозподілом:

$$\Delta W_4 = W_{\Gamma}(1 - k_{св})$$

$$\Delta W_4 = 1442 * (1 - 0,52/0,75) = 447 \text{ кВт* год/рік};$$

При виконанні цих умов загальне ΔW складе: 778,26 кВт* год/рік.

Одним із засобів енергозбереження облік електричної енергії так як він дає можливість контролювати електроспоживання та виявляти аварійні та ненормальні режими роботи в мережі.

На вводі через трансформатори струму підключається високоточний багатофункціональний мікропроцесорний лічильник електроенергії серії Альфа А1802RALXQVM-P2GB-4 фірми Ельстер Метроніка.

Технологічні можливості:

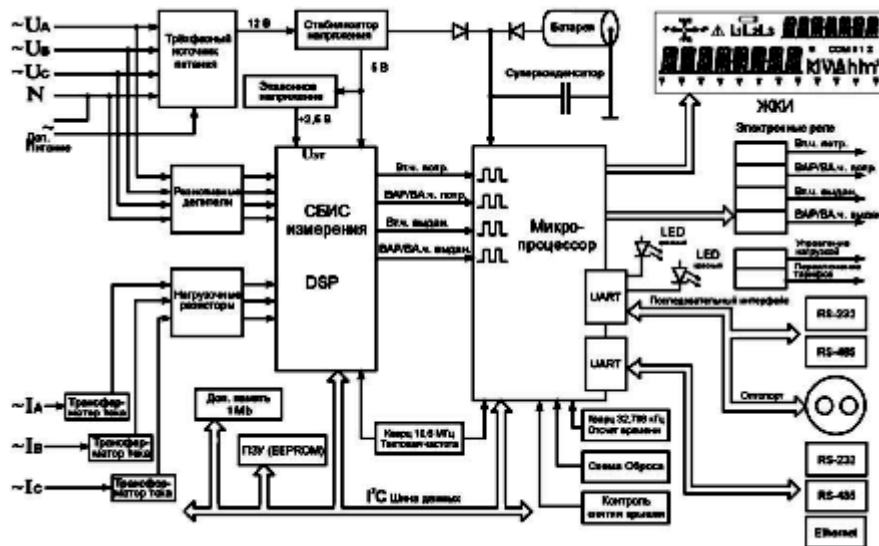
Вимірювання активної і реактивної енергії повної і максимальної в багатотарифному режимі; зображення графіка навантаження по енергії і параметрам мережі; додаткова пам'ять – 1Мб; функція врахування втрат; кількість імпульсних каналів – 2; основний цифровий порт (RS485 чи RS232); під світла дисплея; додаткове живлення; трьохелементний; розрахунок втрат в силовому трансформаторі і лінії електропередач; передача даних з допомогою інтерфейсів на диспетчерський пункт; вимірювання та відображення параметрів 3-фазної енергетичної мережі (струмів, напруг, частоти, кутів зсуву фаз, коефіцієнта викривлення синусоїдальності кривих струму та напруги, гармонічного складу кривих струму та напруги) по кожній фазі окремо та по всій мережі; захист від несанкціонованого доступу (пароль лічильника, апаратне блокування, контроль зняття кришки зажимів, запис фактів зміни конфігурації лічильника, фіксація спроб зв'язку з невірним паролем,); збереження даних в пам'яті при відсутності живлення 30 років; самодіагностика виконується при ввімкненні живлення а також після кожного обміну через оптичний порт; фіксація дати і часу максимальних потужностей; сигналізація про вихід параметрів за межі;

					БР.5.141.409. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

Технічні характеристики:

Клас точності – 0,2S; номінальна напруга – 3х220/380; робочий діапазон від номінального +/- 20%; номінальна частота 50+/-2 Гц; споживаємо потужність 2Вт, 3,6ВА; ступінь захисту –IP54; межа похибки вимірювання +/-0,5%; кількість тарифних зон – до 4; запис графіків навантаження до 8

Електронна схема лічильника складається з трансформаторів струму, резистивних дільників напруги, аналого-цифрових перетворювачів, мікропроцесора, електрично програмуємих запам'ятовуючих пристроїв (ЗП), рідкокристалічного індикатора (РКІ). Збереження даних і програм забезпечується енергозалежною пам'яттю і вбудованим літійовим джерелом живлення. Живлення лічильника забезпечується від вимірювальних кіл напруги а також від зовнішнього джерела змінної напруги. Додаткові параметри можуть індичуватись на РКІ лічильника чи на дисплеї комп'ютера з допомогою програмного пакету.



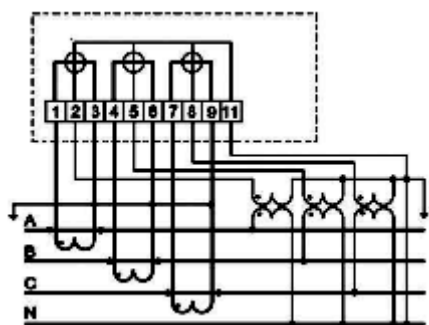
Принцип вимірювання

Первинний струм в лічильнику вимірюється за допомогою вимірювальних трансформаторів струму. В колі трансформаторів струму встановлені шунтуючі резистори, сигнали з яких поступають на вхід вимірювальної мікросхеми DSP(цифровий сигнальний процесор).

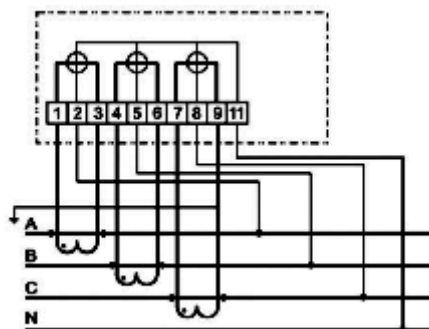
					Арк.
					БР.5.141.409. ПЗ
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	54

Вимірювана напруга кожної фази через резистивні дільники подається на вимірювальну мікросхему. Вимірювальна мікросхема, використовуючи аналого-цифрові перетворювачі, виконує обчислення для отримання необхідних величин. З виходів мікросхеми на мікроконтроллер поступають сигнали активної і реактивної енергії. Мікроконтроллер виконує подальшу обробку інформації і накопичує дані в енергозалежну пам'ять та управляє обміном по цифровим інтерфейсам. Також мікроконтроллер виконує управління відображенням інформації на РКІ. РКІ виводить дані на вихідні імпульсні пристрої.

Для реалізації багатотарифності можуть бути використані: до 4-х зон на добу, до 4-х типів днів, до 12-ти сезонів.



мал 1



мал. 2

(мал 1) Схема включення 3-елементного А1800 в 4-провідну мережу з заземленою нейтраллю.

(мал. 2) Схема включення 3-елементного А1800 в 4-провідну мережу 0,4 кВ без трансформаторів напруги.

Даний лічильник задовольняє вимоги відповідних міжнародних та державних стандартів, та має необхідні сертифікати.

Висновок

В бакалаврській роботі розглядаються питання підвищення ефективності та надійності системи електропостачання споживачів ремонтно-механічної майстерні, за рахунок модернізації електрообладнання, яке пропонується встановити в ремонтних та діагностичних цехах.

В роботі висвітлені такі питання:

- Матеріали дослідження виробничих цехів майстерні;
- Розрахунок навантаження майстерні та вибір потужності силового трансформатора.
- Розрахунок навантаження на лініях 0,38 кВ, вибір проводів внутрішніх мереж.
- Розрахунок освітлювальної та силової мережі приміщень.
- Обґрунтування та вибір обладнання для підвищення ефективності використання електричної енергії та покращення системи енергозбереження в майстерні.

					БР.5.141.409. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

Список використаних джерел.

1. «Електропостачання сільського господарства» Притака Г. П.-К; Вища школа 1983-343с. Укр.
2. Козирський В.В. Електропостачання агропромислового комплексу: підруч. / козирський В.В., Каплун В.В., Волошин С.М. – К.: Аграрна освіта, 2011. – 448с.
3. Електричні мережі та системи. Підручник. Сегеда М.С. / Трете видання, доповнене та перероблене. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2015. 540 с. ISBN 978-617-607-831-9
4. Електричні системи та мережі : конспект лекцій / укладачі: І. Л. Лебединський, В. І. Романовський, Т. М. Загородня. – Суми: Сумський державний університет, 2018.– 214 с.
5. 3202 Методичні вказівки до виконання курсового проекту на тему „Розрахунок замкнутої електричної мережі” з курсу „Електричні системи та мережі” / укладачі: І. Л. Лебединський, С. М. Лебеда, В. І. Романовський, В. В. Волохін. – Суми: Сумський державний університет, 2011. – 40 с
6. Правила улаштування електроустановок - 5-те вид., переробл. й доповн. – Харків, Форт, 2014. – 782 с.
7. Справочні матеріали для курсового та дипломного проектування. / С.С. Ананичева, А.Л. Мизін, С.Н. Шелюг. ГОУ ВПО УГТУ–УПИ, 2005.-52с
<http://www.energyland.info/files/library/487586c140e2946c28be316bcbd800a3.pdf>
8. Розрахунки електричних мереж при їх проектуванні. Навчальний посібник. Лук'яненко Ю.В., Остапчук Ж.І., Кулик В.В. / Вінниця: ВДТУ, 2002.–116с.
<http://kulykvv.vk.vntu.edu.ua/file/posibn/cf207246a5ffede8257f5b865a7b60d9.pdf>

					БР.5.141.409. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

9. Методичні вказівки до практичних занять з курсу «Електрична частина станцій та підстанцій» (для слухачів другої вищої освіти спеціальності 7.05070103 – Електротехнічні системи електроспоживання (за видами)) / Харків. нац. ун-т. міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова; уклад. : В. М. Гаряжа,

Є.Д. Дьяков, Г. В. Капустін. – Х. : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2015.– 44 с.

10. Сегеда М.С., Гапанович В.Г., Олійник В.П., Покровський К.Б. Проектування структурних схем електростанцій та підстанцій: навч. посіб. – Львів: Вид-во НУ «ЛП», 2010.

11. Кідиба В.П. Релейний захист електроенергетичних систем: Підручник. –Львів: Вид-во НУ «Львівська політехніка», 2015. – 504 с.

12. Методичні вказівки до проведення практичних занять з курсу «Релейний захист та автоматика» / Харк. нац. ун-т. міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова; уклад.: Д. С. Шимук. – Х.: ХНУМГ, 2013 – 60

					БР.5.141.409. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		58