

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

бакалавр

(освітній ступінь (освітньо-кваліфікаційний рівень))

на тему:

**Система електропостачання аналітичної
лабораторії заводу металоконструкцій**

Виконав(ла): студент(ка) 4 курсу, групи ЕТЗс-42
спеціальності 141

електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
(шифр і назва спеціальності)

(підпис) Санчела С. Ю.
(прізвище та ініціали)

Керівник _____
(підпис) Вакуленко О. О.
(прізвище та ініціали)

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

Завідувач кафедри _____
(підпис) Тарасенко М. Г.
(прізвище та ініціали)

Рецензент _____
(підпис) _____
(прізвище та ініціали)

Тернопіль
2021

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

Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії
(повна назва факультету)

Кафедра Електричної інженерії
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Тарасенко М. Г.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

« 10 » березня 2021 р.

ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 141 – електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
(шифр і назва спеціальності)

студенту Санчелі Світлані Юрївні
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Система електропостачання аналітичної лабораторії заводу металоконструкцій

Керівник роботи Вакуленко Олександр Олексійович
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 23 » лютого 2021 року № 4/7-132

2. Термін подання студентом завершеної роботи 10 червня 2021 року

3. Вихідні дані до роботи Генеральний план приміщень аналітичної лабораторії в осях виробництва з переробки металопродукції. Перелік наявних потужностей для випробувань матеріалів. Споживана потужність – не більше 50 кВт. Електроживлення лабораторії здійснити від існуючих потужностей КТП. Графік роботи – двозмінний.

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

1. Аналітичний розділ

2. Проектно-конструкторський розділ

3. Розрахунковий розділ

4. Безпека життєдіяльності та основи охорони праці

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

1. Схема розміщення потужностей. Заземлення 1л. ф – А1

2. Схема електричних з'єднань силової мережі 1л. ф – А1

3. Схема електричних з'єднань однолінійна ВРП 1л. ф – А1

4. Схема електричних з'єднань однолінійна шафи силової 1л. ф – А1

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності та основи охорони праці	Гурик О.Я., к.т.н., доцент кафедри МТ		
Нормоконтроль	Вакуленко О.О., ст. викладач кафедри ЕІ		

7. Дата видачі завдання 10 березня 2021 року**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	19.03.2021	
2	Аналітичний розділ	26.03.2021	
3	Проектно-конструкторський розділ	16.04.2021	
4	Розрахунковий розділ	07.05.2021	
5	Безпека життєдіяльності та основи охорони праці	21.05.2021	
6	Висновки	28.05.2021	
7	Оформлення пояснювальної записки	04.06.2021	
8	Оформлення графічної частини	09.06.2021	

Студент

_____ (підпис)

Санчела С. Ю.

_____ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ (підпис)

Вакуленко О. О.

_____ (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Санчела С. Ю. Кваліфікаційна робота бакалавра. Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії. Кафедра електричної інженерії, група ЕТзс–42. - Т. : ТНТУ, 2021.

Стор. 65; рис. 1; табл. 7; креслень 5; джерел 22; додатків –.

Кваліфікаційна робота бакалавра виконана на підставі завдання на тему: «Система електропостачання аналітичної лабораторії заводу металоконструкцій».

Метою роботи є розробка системи електропостачання комплексу лабораторного обладнання аналітичної лабораторії заводу металоконструкцій з дотриманням вимог нормативної документації щодо надійного та безперебійного забезпечення електроенергією приймачів лабораторії.

Подано схемо - технічне рішення електропостачання лабораторії, розраховані навантаження електромережі лабораторії, типорозміри кабельно–провідникової продукції, струми к.з.; вибрані типи і налаштування захисних пристроїв, схема під'єднання до центру живлення.

Вибір сучасних елементів системи електропостачання комплексу лабораторного обладнання, що територіально розташоване у безпосередній близькості з металопереробним виробництвом, дозволяє підвищити ефективність роботи підприємства.

Ключові слова:

СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ, ЕЛЕКТРОПРИЙМАЧІ, РОЗРАХУНОК НАВАНТАЖЕНЬ, ЗАВОДСЬКА ЛАБОРАТОРІЯ.

					КРБ 19-062.00.00.000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розробив		Санчела С,Ю,			Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Вакуленко О.О.					1
Консультант					РЕФЕРАТ		
Н. Конт.		Вакуленко О.О.			ТНТУ, ФПТ, гр. ЕТзс-42		
Зав. каф.		Тарасенко М.Г.					

ЗМІСТ

Реферат	3
Вступ	6
1 Аналітичний розділ	9
1.1 Основні завдання заводської аналітичної лабораторії	9
1.2 Потужності аналітичної лабораторії	11
1.3 Оцінка категорій навантажень аналітичної лабораторії	14
1.4 Загальна характеристика електроприймачів лабораторії	15
1.5 Особливості побудови схем електропостачання у мережах машинобудівних підприємств	17
1.6 Оцінювання впливу показників якості електроенергії на ефективність функціонування електромереж	19
1.7 Загальна характеристика електроспоживання лабораторії в комплексі підприємства	21
2 Розрахунковий розділ	22
2.1 Складання схеми електропостачання лабораторії	22
2.2 Розрахунок електричних навантажень аналітичної лабораторії	22
2.3 Розрахунок центру електричних навантажень	24
2.4 Визначення розрахункових навантажень лабораторного обладнання	26
2.5 Розрахунок електричного освітлення приміщень лабораторії	31
2.6 Розрахунок навантаження щитка освітлення	36
2.7 Розрахунок потужності ввідно – розподільчого пристрою	36
2.8 Розрахунок навантаження силового трансформатора	37
3 Проектно–конструкторський розділ	39
3.1 Вибір площі перерізу проводів і жил кабелів	39

					КРБ 19-062.00.00.000 ПЗ					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ЗМІСТ					
Розробив		Санчела С.Ю.						Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Вакуленко О.О.								2
Консультант								ТНТУ, ФПТ, гр. ЕТзс-42		
Н. Конт.		Вакуленко О.О.								
Зав. каф.		Тарасенко М.Г.								

3.2 Кабельний журнал	43
3.3 Вибір захисної апаратури електромережі лабораторії	43
3.4 Розрахунок максимальних струмів кіл навантаження силового трансформатора	49
3.5 Вибір марки і перерізу високовольтних струмовідних частин центру живлення	53
4 Безпека життєдіяльності та основи охорони праці	55
4.1 Безпека життєдіяльності на підприємстві з переробки металу	55
4.2 Заходи з охорони праці в аналітичній лабораторії металопереробного підприємства	58
Загальні висновки	62
Перелік посилань	64

					КРБ 19-062.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Актуальною залишається проблема проектування схем електропостачання невеликих і малих споживачів з відносно малими потужностями. В процесі реального проектування вирішується ряд питань: розробка заходів із зниження втрат потужності енергії в мережі, релейний захист, розрахунок комутуючих і заземлюючих пристроїв, оптимальний вибір довжини та січення провідників електроенергії, забезпечення стійкості їх систем електропостачання. Велике значення має збереження надійності і економічності систем електропостачання в різних режимах і умовах експлуатації, до яких насамперед відноситься аварійний та після аварійний режим.

У даній кваліфікаційній роботі на тему: «Система електропостачання аналітичної лабораторії заводу металоконструкцій» розглянуто систему електропостачання невеликої дільниці - лабораторії контролю матеріалів у складі металопереробного підприємства. Її основною продукцією є аналізи металів, що забезпечують безперебійну роботу цехів та дільниць металопереробного підприємства.

Заводські аналітичні лабораторії - це невід'ємна частина загальної структури машинобудівних підприємств.

Необхідність всестороннього освоєння технологічних процесів та найсучасніших досягнень техніки, попередження браку та технічних неполадок на виробництві, розробка нових видів продукції та багато інших завдань стоять перед сучасним виробництвом. Ці та подібні завдання можна вирішити тільки за допомогою науково-дослідницьких центрів підприємств - лабораторій, оснащених необхідним обладнанням і укомплектованих кваліфікованими науково-виробничими кадрами.

					КРБ 19-062.00.00.000 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Санчела С.Ю.			ВСТУП	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Вакуленко О.О.						3
Консультант						ТНТУ, ФПТ, гр. ЕТзс-42		
Н. Конт.		Вакуленко О.О.						
Зав. каф.		Тарасенко М.Г.						

Близькість до виробництва такого центру дозволяє виконувати виробничо - дослідницькі роботи з найменшими затратами праці та більш повно задовільнити запити виробництва, що робить його роботу значно ефективнішою.

Перехід всього науково-виробничого комплексу країни на шабель ринкових відносин надає підприємствам самостійність у вирішенні завдань підвищення ефективності виробництва. В цих умовах особливо важливою стає роль заводських лабораторій як центрів впровадження науково - дослідницьких робіт та перевіреного на практиці досвіду у методологічному супроводі технологічних процесів сучасних підприємств.

Складність та насиченість комп'ютерною технікою технологічних процесів, переробка найсучасніших матеріалів зумовлюють технічне переоснащення заводських аналітичних лабораторій із впровадженням у практику лабораторних аналізів найновішого обладнання, заснованого на використанні комп'ютерних технологій.

Переоснащення матеріально-технічної бази сучасних підприємств на технології, пов'язані із застосуванням потужних несиметричних, нелінійних та швидкозмінних навантажень, викликає різке погіршення показників якості електроенергії та зумовлює перехід їх енергооснащення на найновіше обладнання, нові підходи до проектування систем електропостачання як цілих підприємств, так і окремих виробництв.

Дана кваліфікаційна робота розглядає реконструкцію системи електропостачання лабораторії аналізу металів в умовах дії навантажень виробничого характеру.

Таким чином, практична значимість проблеми, що винесена в заголовок кваліфікаційної роботи, зумовлює **актуальність** її дослідження і полягає в тому, що електропостачання комплексу лабораторного обладнання є основою ефективного функціонування лабораторії із забезпечення виробництва металоконструкцій своєчасним та якісним супроводом.

					КРБ 19-062.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Метою кваліфікаційної роботи є розробка схемо – технічного рішення та електроустаткування системи електропостачання комплексу лабораторного обладнання аналітичної лабораторії заводу металоконструкцій з дотриманням вимог нормативної документації щодо надійного та безперебійного забезпечення електроенергією приймачів лабораторії.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі *завдання*:

- визначити розрахункові активну, реактивну та повну потужності електроспоживачів лабораторії;
- розрахувати потужності ввідно – розподільчого пристрою, силової шафи та щитка освітлення;
- скласти схему системи електроспоживання лабораторного обладнання;
- розрахувати систему освітлення приміщень лабораторії;
- розрахувати потужність та вибрати тип силового трансформатора;
- розрахувати розподільну мережу дільниць лабораторії, площі перерізу проводів та жил кабелів;
- вибрати схему захисту електрообладнання мережі та розрахувати уставки автоматичних захисних пристроїв;
- розрахувати струми короткого замикання зі сторони споживачів силового трансформатора КТП.
- сформулювати висновки та узагальнення щодо досліджуваної проблематики.

Структура роботи. Робота складається з розрахунково-пояснювальної записки та графічної частини. Розрахунково-пояснювальна записка складається з вступу, 4-х розділів, висновків та переліку посилань.

Обсяг роботи: розрахунково-пояснювальна записка – 65 арк. формату А4, графічна частина – 5 плакатів формату А1.

					КРБ 19-062.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

На машинобудівних підприємствах існує комплекс різноманітних лабораторій, які виконують великий обсяг робіт з обслуговування виробництва аналізами матеріалів, випробуваннями комплектуючих виробів, проведенням науково-виробничих та науково-дослідницьких робіт. Більшість з них об'єднуються в центральні заводські лабораторії, поряд з якими в залежності від виробничих завдань функціонують цехові аналітичні експрес-лабораторії та випробувальні лабораторії (центри).

Хімічний аналіз металів і сплавів проводиться лабораторіями з метою визначення кількісного вмісту елементів для встановлення марки досліджуваного зразка. Саме хімічний аналіз металу дозволяє визначити кількісний склад, наявність домішок і їх концентрації в зразку. Подібний метод перевірки актуальний при необхідності ідентифікації матеріалу і підтвердження його маркування. В лабораторіях проводять фізико-хімічний аналіз чорних і кольорових металів, аналіз вуглецевих сталей, легованих, жаростійких, прецизійних сталей різних марок.

1.1 Основні завдання заводської аналітичної лабораторії

Основними завданнями аналітичної лабораторії з аналізу металів є:

а) ведення робіт із вдосконалення технологічних процесів виробництва, передбачених програмою підприємства, освоєння нових матеріалів і доцільне використання їх фізико-хімічних властивостей, що підвищують технічний рівень виробництва та якість випущеної продукції;

б) проведення науково-дослідницьких робіт, пов'язаних з розробкою і впровадженням нової техніки і передової технології виробництва;

					КРБ 19-062.00.00.000 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ	Літ.	Арк.	Аркушів
Розробив		Санчела С.Ю.						13
Керівник		Вакуленко О.О.						
Консультант								
Н. Конт.		Вакуленко О.О.						
Зав. каф.		Тарасенко М.Г.						
						ТНТУ, ФПТ, гр. ЕТзс-42		

в) участь у виконанні плану нової техніки і плану оргзаходів.

Для цього лабораторія з аналізу металів здійснює:

- проведення випробувань, досліджень і аналізів матеріалів, лиття, поковок, штамповок і напівфабрикатів, що надходять на підприємство, до запуску їх у виробництво і надання результатів і висновків про відповідність об'єктів дослідження технічним умовам чи державним стандартам;

- розробку і впровадження спільно з технічними відділами і цехами прогресивних технологічних процесів термічної обробки, покриттів та ізоляції деталей та вузлів, а також систематичне їх вдосконалення;

- проведення випробувань і досліджень матеріалів, що використовуються на підприємстві, для їх заміни іншими більш якісними та економічно вигідними;

- обслуговування цехів та відділів підприємства випробуваннями, дослідженнями і аналізами, необхідними для нормального ведення технологічного процесу виробництва і забезпечення контролю якості продукції;

- проведення дослідження причин передчасного зносу чи поломки деталей і вузлів, виявлених в експлуатації, а також розробку і впровадження спільно з цехами заходів щодо їх ліквідації;

- здійснення макро - і мікродосліджень структури металів згідно завдань підрозділів підприємства для визначення їх якості;

- розробку і впровадження нової технології термічної обробки металів і вдосконалення діючої технології для підвищення якості продукції, що випускається;

- вивчення структури і властивостей металів, сплавів, що застосовуються, та їх замінників для з'ясування їх надійності на можливої заміни більш якісними й економічно вигідними;

- вивчення причин браку деталей, вузлів та інструментів, пов'язаних із структурним станом металу, виявлених на підприємстві чи в експлуатації, і розробка заходів щодо їх ліквідації;

					КРБ 19-062.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- складання висновків про якість металу із результатів хімічного аналізу, механічних випробувань і металографічних досліджень;
- ведення науково-дослідницьких та експериментальних робіт, пов'язаних з відшукуванням і вибором нових марок металу та режимів термічної обробки деталей машин та інструментів для покращення їх якості;
- участь, спільно з цехами, в ліквідації виявлених недоліків в технологічному процесі термічної обробки деталей, вузлів та інструментів;
- розробку і впровадження в інструментальне виробництво нових методів виготовлення інструменту;
- визначення спектральним методом згідно завдання цехів та відділів підприємства хімічного складу металу, сплавів та ін. матеріалів і напівфабрикатів;
- здійснення методичного керівництва над пунктом стилоскопічного сортувального контролю металів, поковок, штамповок, литва на складі;
- розробку конструкцій і схем приладів для фізичних методів контролю та досліджень металів і сплавів;
- проведення згідно завдань цехів та відділів різноманітних механічних випробувань металів, поковок, штамповок, литва і напівфабрикатів, що надходять на підприємство для потреб виробництва;
- перевірку якості зварних з'єднань на міцність згідно технічних умов;
- випробування пружин згідно технічних вимог і нормалей;
- розробка нових методів механічних випробувань матеріалів і впровадження їх у виробництво;
- проведення робіт з підвищення кваліфікації працівників лабораторії;
- забезпечення своєчасного ремонту приладів і обладнання лабораторії.

1.2 Потужності аналітичної лабораторії

На листі КРБ 19-062.01.00.000 «Схема розміщення потужностей. Заземлення» подана схема розміщення потужностей аналітичної лабораторії

					КРБ 19-062.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

механічного заводу металоконструкцій у складі:

- дільниці спектрометрії;
- дільниці механічних випробувань;
- заготівельної дільниці.

На дільниці спектрометрії розміщується обладнання, за допомогою якого проводиться кількісний та напівкількісний спектральний аналіз металів для визначення їх марок. А саме:

1. Система фотоелектрична МФС-8.

Призначена для збудження, реєстрації та автоматичної обробки електричних сигналів аналітичних спектральних ліній складових елементів металів в діапазоні довжин хвиль від 200 до 360 нм у складі:

спектрофотометра МФС-8 (позиція 1.1.1 на *листі КРБ*) з розрядною камерою (поз.1.1.3);

генератора низьковольтної дуги та високовольтних іскрових розрядів ИВС-28 (поз. 1.1.2);

спеціалізованого керуючого обчислювального кмплексу ДЗ-28 (поз.1.1.5);

пристрою вводу-виводу запам'ятовуючого ВЗУ з вольтметром цифровим Щ 1516 (поз.1.1.4).

Позиції 1.1.4 та 1.1.5 мають у своєму складі спеціалізовану ЕОМ та потребують для нормальної роботи під'єднання до електромережі з нормованими показниками якості електроенергії.

2. Спектрограф ИСП-30.

Призначений для емісійного кількісного спектрального аналізу металів в області спектру від 160 до 360 нм методом засвічування фотопластинок у складі:

спектрографа кварцевого ИСП-30 (поз.1.2) з розрядною камерою (1.2.2);

генератора низьковольтної дуги та високовольтних іскрових розрядів УГЭ-4А (поз. 1.2.1).

					КРБ 19-062.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. Стаціонарний стилоскоп СЛ-13.

Призначений для емісійного візуального напівкількісного спектрального аналізу металів у видимій області спектру від 380 до 700 нм у складі:

стилоскопа (поз.1.3);

джерела збудження спектру з кількістю підпалюючих імпульсів в режимі низьковольтної іскри за півперіод струму мережі -1,2,3 (поз.1.3.1).

4. Мікроскоп металографічний РВ-23.

Призначений для візуального аналізу травлених у розчинах кислот чи лугів мікрошліфів зразків металів при дослідженні їх мікроструктури (поз.1.8).

5. Кондиціонер технічний КТН-6.3(П1).

Призначений для створення мікроклімату температурного балансу в межах $(15 - 25)^{\circ}C$ з підтриманням температури на визначеній градації у приміщенні дільниці спектрометрії (поз.1.6).

6. Комплект ваг: аналітичної WA-21 та технічної ВЛТ-200 (поз.1.4 та 1.5); стіл лабораторний з місцевим освітлювачем (поз.1.7).

На дільниці механічних випробувань розміщується обладнання, за допомогою якого проводиться визначення механічних показників металів. А саме:

7. Машина розривна Р-5 (поз.2.1).

Призначена для випробування зразків металів на розтяг, стиск та згин:

– максимальне навантаження, кН: 50;

– кількість розрядів цифрового відлікового пристрою вимірювача переміщення активного затискача: 6.

8. Машина МТЛ-10Г (поз.2.2).

Призначена для випробувань технологічних властивостей листового металу на витяжку сферичної лунки у відповідності з вимогами ГОСТ 10510–74.

9. Твердомір ТБ5004-01 (поз.2.3).

Прилад напівавтоматичний з електронним блоком для заміру твердості металів згідно методу Брінелля у відповідності з ГОСТ 23677–79 та

					КРБ 19-062.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ГОСТ9012–80, а також для розбракування металопродукції по твердості з цифровим відображенням показів в одиницях твердості та згідно світлової індикації: "Більше–Норма–Менше" і передачі отриманого масиву даних через інтерфейс на ЕОМ.

Позиція 2.3 має у своєму складі спеціалізовану ЕОМ та потребує для нормальної роботи під'єднання до електромережі з нормованими показниками якості електроенергії.

10. Шафа електрична сушильна лабораторна СНОЛ 3,5.3,5.3,5/3,5–ІІ (поз.2.4).

Призначена для висушування зразків матеріалів та деталей у повітряному середовищі в автоматичному режимі із заданою температурою в межах від 50 до 350⁰С.

На заготівельній дільниці розміщується обладнання, за допомогою якого проводиться попередня механічна обробка зразків металів. А саме:

11. Станки: заточний ЗЛ631 (поз.3.1), заточувально-шліфувальний ЗК633 (поз.3.2), шліфувально-полірувальний ЗЕ881 (поз.3.3) та настільно-свердлильний ЗМ119 (поз.3.4). Тут же розміщений стіл лабораторний з місцевим освітлювачем (поз.3.5).

Для підтримання заходів з охорони праці на робочих місцях з шкідливими викидами встановлені місцеві витяжні вводи, об'єднані в єдину витяжну систему з приточно-витяжним пристроєм W4E350-CP06-31 та кнопкою управління:постом кнопковим ПКЕ 222-2У2, розміщеної на стіні центральної частини приміщення (на коридорі).

1.3 Оцінка категорій навантажень аналітичної лабораторії

На дільниці спектрометрії розташована система фотоелектрична, в складі якої є спеціалізована ЕОМ, призначена для автоматичної обробки електричних сигналів аналітичних спектральних ліній згідно встановленої програми обчислень. Поряд з вимогами щодо дотримання нормативних показників якості

					КРБ 19-062.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

електроенергії тимчасове припинення подачі електроенергії зупиняє весь комплекс робіт, ЕОМ "зависає" і вимагає повного перезапуску системи з повторним встановленням програми обчислень, яке проводиться, зазвичай, на початку робочого дня. Втрачається час та інформація щодо спектрального складу металу. Тому систему фотоелектричну МФС-8 слід віднести до 2-ї категорії споживачів.

Припинення подачі електроенергії на розривну машину Р-5 у момент проведення випробування небезпечно тим, що в зоні випробування залишається зразок металу у навантаженому стані. На протязі тривалості відсутності електроенергії зразок металу є потенційним джерелом тілесного ушкодження обслуговуючого персоналу. Тому розривну машину Р-5 також відносимо до 2-ї категорії споживачів.

Для сушильної шафи СНОЛ 3,5.3,5.3,5/3,5–І1 навіть короточасне припинення подачі електроенергії приводить до повного вимкнення шафи, оскільки її автоматика призначена тільки для підтримання заданого температурного режиму. Буде внесена помилка в основний показник термообробки - її тривалість. Тому і сушильну шафу СНОЛ 3,5.3,5.3,5/3,5–І1 також відносимо до 2-ї категорії споживачів.

Оскільки система електропостачання лабораторії аналізу металів заживлюється одним кабелем від цехової трансформаторної підстанції, а встановлювати паралельне заживлення для допоміжного обладнання заготівельної ділянки економічно не вигідно, всю систему електропостачання споживачів лабораторії відносимо до 2-ї категорії.

1.4 Загальна характеристика електроприймачів лабораторії

Вихідні дані для проектування системи електропостачання наведені в Завданні. Згідно з цими даними аналітична лабораторія механічного заводу металоконструкцій у відповідності до напрямків своєї основної діяльності складається з таких ділянок:

					КРБ 19-062.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- дільниці спектрометрії;
- дільниці механічних випробувань;
- заготівельної дільниці.

Основними споживачами електричної енергії є: електроприводи розривної машини, установок для випробування металу, станків для механічної обробки металічних заготовок; нагрівні елементи опору електропечі; електродвигуни вентиляційної системи та кондиціонування повітря; освітлювальна мережа.

На дільниці спектрометрії встановлено *9 одиниць* обладнання, з яких кондиціонер має асинхронний двигун з короткозамкненим ротором; активна номінальна потужність електродвигуна становить *3,75 кВт*.

Електродвигун вентиляційної системи споживає *2,2 кВт* активної потужності. Ці двигуни споживають також і реактивну потужність, значення якої буде розраховане у спеціальній частині.

На дільниці механічних випробувань встановлено *4 одиниці* обладнання, активна номінальна потужність яких становить: асинхронних двигунів з короткозамкненим ротором – *7,21 кВт*; нагрівних елементів шафи електричної – *3,0 кВт*.

На заготівельної дільниці встановлено *4 одиниці* обладнання, активна номінальна потужність асинхронних двигунів з короткозамкненим ротором яких становить: – *7,80 кВт*.

Таким чином, у загальному балансі споживаної потужності обладнання, приладів та установок аналітичної лабораторії, номінальне значення якої становить *42,46 кВт* (без врахування системи освітлення), *20,96 кВт* активної потужності споживають асинхронні двигуни з короткозамкненим ротором нерегульованих електроприводів, для яких потрібно також розрахувати у відповідному розділі і реактивну потужність.

Крім того, в балансі системи електроспоживання необхідно передбачити витрати на активну потужність для загального освітлення приміщень лабораторії, які будуть розраховані у відповідності із схемою розміщення

					КРБ 19-062.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

потужностей.

1.5 Особливості побудови схем електропостачання у мережах машинобудівних підприємств

При проектуванні схем електропостачання споживачів з малими потужностями, таких як окремі ділянки на машинобудівних виробництвах з сучасним високотехнологічним устаткуванням, або науково-виробничих комплексів як, наприклад, дана аналітична лабораторія, що проектується, у складі таких виробництв неминуче стає проблема забезпечення нормативних показників якості електроенергії на вході цих малопотужних споживачів.

Було наголошено, що для таких малопотужних споживачів як система фотоелектрична МФС-8 з автоматичною обробкою електричних сигналів аналітичних спектральних ліній, що містять спеціалізовані ЕОМ у своєму складі, проблема дотримання нормованих показників якості електроенергії на їх вході є надзвичайно актуальною [5, 10].

Актуальність цієї проблематики посилюється ще й тим, що в межах дотримання нормативних значень, показники якості, в залежності від конкретної схеми електропостачання, можуть мати взаємний вплив на електроспоживачів такого порядку, що він матиме для споживачів руйнівні наслідки.

Останнім часом все ширшого застосування набувають схеми електродвигунів з вентильними перетворювачами, які найбільш повно відповідають сучасним технологічним вимогам. Застосування таких перетворювачів приводить не тільки до значних стрибків активної і, особливо, реактивної потужності, але сильно спотворює криву змінної напруги, приводить до появи вищих гармонік напруги і струму, що в свою чергу викликає додаткові втрати електроенергії, нагрів електрообладнання, збільшує інтенсивність старіння ізоляції електрообладнання і кабелів, шкідливо впливає на роботу вентильних перетворювачів, викликає збої в роботі апаратури, приладів зв'язку, вимірювань, захисту, автоматики, телемеханіки в зв'язку з

					КРБ 19-062.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

виникненням резонансних явищ [6].

ГОСТ13109-97 [20] на якість електроенергії, допускає на затискачах електроспоживача несинусоїдність форми кривої напруги, при якій діюче значення всіх вищих гармонік не повинно перевищувати 5% діючого значення напруги основної частоти. Але в багатьох випадках несинусоїдність напруги значно перевищує границі, допустимі ГОСТ 13109-97. Так, при роботі вентильних перетворювачів коефіцієнт несинусоїдальності може досягти 20-25% і більше [6, 10].

У зв'язку з цим в мережах з симетричними нелінійними навантаженнями впроваджуються комплексні фільтрокомпенсуючі (ФКУ) та фільтросиметруючі (ФСУ) пристрої, які забезпечують одночасно компенсацію реактивної потужності основної частоти, фільтрацію вищих гармонік, компенсацію змін напруги, а також симетрування напруги мережі. Фільтрокомпенсуючі і фільтросиметруючі пристрої доцільно розташовувати у вузлах підключення нелінійних навантажень. Вони складаються з керованої частини компенсатора (КК), що забезпечує регулювання реактивної потужності, і енергетичних фільтрів (Ф), які забезпечують фільтрацію вищих гармонік струму нелінійного навантаження [5, 10].

Основним і найбільш поширеним заходом обмеження вищих гармонік є застосування багатофазних схем випрямлення: 24-, 36-, 48-фазні схеми [6].

Хороші результати дає застосування так званих резонансних фільтрів, що складаються з послідовно з'єднаних реакторів L і конденсаторної батареї C . Кожний фільтр налаштовується на певну частоту вищої гармоніки або спектр вищих гармонік так, щоб опір реактора на частоті гармоніки дорівнював опору

$$\text{батареї: } \nu\omega L = \frac{1}{\nu\omega C}.$$

Крім погашення вищих гармонік, резонансні фільтри є джерелом реактивної потужності на першій гармоніці і тому можуть використовуватися як компенсатори реактивної потужності.

Зменшенню несинусоїдальності сприяє застосування покращених схем

					КРБ 19-062.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

перетворювачів, зокрема застосування пристроїв сі - точного і фазового керування синусоїдальною напругою з мінімальним спотворенням форми кривої напруги. Крім описаних пристроїв, зниження несинусоїдальності напруги можна добитися засобами перебудови електромережі живлення споживачів.

1.6 Оцінювання впливу показників якості електроенергії на ефективність функціонування електромереж

Погіршення показників якості електроенергії пов'язане, як правило, з підсиленням взаємного впливу різних видів електрообладнання через наявність нелінійних та ударних навантажень.

Відхилення напруги.

При відхиленнях напруги на затискачах асинхронного електродвигуна змінюються частота обертання ротора, а також значення активних втрат та споживаної реактивної потужності; це приводить до зміни економічних показників, що характеризують роботу електродвигуна.

При зростанні напруги в мережі зростають втрати активної потужності двигунів.

У вентильних перетворювачах відхилення напруги в мережі на 5% веде до зміни коефіцієнта потужності перетворювача на 5-7%.

Відхилення напруги в електротермічних установках веде до зниження продуктивності цих установок. Так, при відпалі заготовок в печах опору в випадку зниження напруги на 10% процес відпалу виконувати неможливо.

В освітлювальних електроприймачах зниження напруги на 10% веде до зниження рівня світлового потоку на 40%. Підвищення напруги на 10% веде до скорочення терміну служби ламп в 4 рази.

Несиметрія напруги.

В асинхронному електродвигуні при номінальному обертовому моменті та коефіцієнті зворотної послідовності напруг рівному 2% термін служби

					КРБ 19-062.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ізоляції скорочується на 10% лише за рахунок додаткового нагріву; при несиметрії 4% - термін служби ізоляції скорочується вдвічі.

При несиметрії 2% термін служби синхронних двигунів скорочується на 16-17%, трансформаторів – на 4%, конденсаторних батарей – на 20%.

Коливання напруги.

При розмахах напруги більше 10% відбуваються погасання газорозрядних ламп. Коливання напруги величиною 12% приводить до браку продукції установок високочастотного нагріву та руйнування сердечників індукційних плавильних печей.

Коливання напруги знижують продуктивність електролізних установок, а також ведуть до скорочення терміну їх служби внаслідок підвищеного зношування анодів.

Коливання амплітуди та, в більшій мірі, фази напруги викликають вібрації електродвигунів.

Несинусоїдальність напруг

Вищі гармоніки напруги та струму несприятливо впливають на електрообладнання, системи автоматики, релейного захисту, телемеханіки та зв'язку.

Рівень додаткових активних втрат від вищих гармонік в мережах підприємств, крупних промислових центрів, а також мережах електрифікованого залізничного транспорту може досягати 10-15%.

В умовах промислових підприємств конденсатори в ряді випадків опиняються в режимі резонансу струмів, або близькій до цього режиму частоті якої-небудь з гармонік, що приводить до небезпечного перевантаження їх по струму.

Згідно статистичних даних найбільшій мірі впливу вищих гармонік піддаються конденсатори (71% загального числа пошкоджень і відмов електрообладнання).

Струми вищих гармонік зумовлюють підвищення втрат електроенергії в лініях електропередач.

					КРБ 19-062.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.7 Загальна характеристика електроспоживання лабораторії в комплексі підприємства

Електропостачання об'єктів підприємства ТДВ «Бродівський механічний завод» (м. Броди Львівської обл., вул. Чупринки, 6) здійснюється силовими кабелями від комплектної двотрансформаторної підстанції ЗТП-490 10/0,4 кВ «Мех. завод» з трансформаторами типу ТМ 630/10-У1 потужністю 1200 кВ·А, розташованої неподалік від території підприємства. Джерелом електропостачання ТДВ «Бродівський механічний завод» є дві комплектні підстанції: «Броди» 35/10 кВ потужністю 2500 кВ·А та «Підкамінь» 35/10 кВ потужністю 2500 кВ·А.

Загальна встановлена потужність електроприймачів лабораторного комплексу становить 50 кВт.

Керівником енергослужби ТДВ «Бродівський механічний завод» є головний енергетик. В його підпорядкуванні є майстер електродільниці, електрик й електрослюсар КВПіА.

					КРБ 19-062.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 РОЗРАХУНКОВИЙ РОЗДІЛ

2.1 Складання схеми електропостачання лабораторії

На плані аналітичної лабораторії механічного заводу металоконструкцій (див. лист КРБ 19–062.02.00.000 «Силова мережа. Схема електричних з'єднань») відмічаємо місця розташування обладнання. Електричне живлення лабораторії буде здійснюватись кабелем, прокладеним від КТП №2 заводу до ввідно – розподільчого пристрою (ВРП) лабораторії вздовж стін на кабельних полицях. Електроприймачі лабораторії будуть заживлені від шафи силової (ШС) проводами, прокладеними у трубах. З ВРП електроенергія буде поступати на шафу силову та щиток освітлення (ЩО), з якого будуть заживлені освітлювальні прилади та розетки лабораторії.

Схема електропостачання лабораторії не передбачає проміжних розподільчих пунктів між шафою силовою та електроприймачами.

2.2 Розрахунок електричних навантажень аналітичної лабораторії

В таблиці 2.1 подані основні дані для розрахунку електричних навантажень електроприймачів лабораторії.

Еквівалентна кількість електроприймачів лабораторії дорівнює:

$$n_e = \frac{\left(\sum_i P_{Hi} \cdot n_i \right)^2}{\sum_i P_{Hi}^2 \cdot n_i} = \frac{(42,46)^2}{211,58} = 8,5 \approx 9.$$

Ефективна потужність електроприймачів становить:

					КРБ 19–062.00.00.000 ПЗ					
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	2 РОЗРАХУНКОВИЙ РОЗДІЛ					
Розробив	Санчела С.Ю.							Літ.	Арк.	Акрушів
Перевірив	Вакуленко О. О									17
Консульт.								ТНТУ, ФПТ, гр. ЕТзс-42		
Н. Контр.	Вакуленко О. О									
Затверд.	Тарасенко М.Г.									

$$P_e = \frac{\sum_i P_{Hi} \cdot n_i}{n_e} = \frac{42,46}{9} = 5,0 [\text{кВт}]$$

Середньозважений коефіцієнт використання k_B дорівнює:

$$k_B = \frac{P_e}{P_n} = \frac{\sum_i P_{Hi} \cdot n_i \cdot k_{Bi}}{\sum_i P_{Hi} \cdot n_i};$$

Таблиця 2.1 - Коефіцієнт використання потужності електроприймачів

№ на плані	Назва	Встановл. потужн. $P_H, \text{кВт}$	Кількість один., n	Сумарн. потужн., $P_{\text{сум}}, \text{кВт}$	Коеф. використ., k_B	$\cos\varphi$ обладнання	$\text{tg}\varphi$ обладнання	Сума квадратів встановл. потужн., кВт^2	Номинальний струм, $I_H, \text{А}$
1.1.2	Джерело спектру ИВС-28	8,50	1	8,50	0,75	0,70	1,02	72,25	18,45
1.2.1	Генератор універс. УГЕ-4А	7,80	1	7,80	0,45	0,70	1,02	60,84	16,93
1.3.1	Джерело збудж. спектр СЛ-13	2,20	1	2,20	0,75	0,70	1,02	4,84	8,25
1.6	Кондиціонер КТН-6,3 (П1)	3,75	1	3,75	0,35	0,80	0,75	14,06	7,12
2.1	Машина розривна Р-5	5,00	1	5,00	0,60	0,80	0,75	25,00	9,50
2.2	Твердомір ТБ 5004-01	0,33	1	0,33	0,30	0,70	1,02	0,11	0,72
2.3	Машина для металу МТЛ-10Г	1,88	1	1,88	0,50	0,80	0,75	3,54	3,57
2.4	Шафа електр. СНОЛ 3,5.3.3,5/3,5	3,00	1	3,00	0,60	0,95	0,33	9,00	8,29
3.1	Станок заточний ЗЛ631	1,50	1	1,50	0,45	0,80	0,75	2,25	2,85
3.2	Станок заточн.- шліф. ЗК633	2,10	1	2,10	0,45	0,70	1,02	4,41	4,56
3.3	Станок шліф.- полір. ЗЕ881	3,00	1	3,00	0,45	0,70	1,02	9,00	6,51
3.4	Станок наст.- свердл. ЗМ119	1,20	1	1,20	0,35	0,80	0,75	1,44	2,28
В1	Приточн.- витяжн. пристр. W4E350-CP06-31	2,20	1	2,20	0,75	0,80	0,75	4,84	4,18
–	Всього:	–	13	42,46	–	–	–	211,58	93,21

$$\sum_{i=1}^{13} P_{Hi} \cdot n_i \cdot k_{Bi} = 8,50 \cdot 1 \cdot 0,75 + \dots + 2,20 \cdot 1 \cdot 0,75 = 23,727 [\text{кВт}]$$

$$k_B = \frac{23,727}{42,46} = 0,559 \approx 0,56.$$

Середній коефіцієнт реактивної потужності $\text{tg}\varphi_c$ визначається за допомогою виразу:

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

КРБ 19–062.00.00.000 ПЗ

$$\operatorname{tg} \varphi_C = \frac{\sum_i p_{Hi} \cdot n_i \cdot k_{Bi} \cdot \operatorname{tg} \varphi_i}{\sum_i p_{Hi} \cdot n_i \cdot k_{Bi}};$$

$$\sum_{i=1}^{13} p_{Hi} \cdot n_i \cdot k_{Bi} \cdot \operatorname{tg} \varphi_i = 8,50 \cdot 1 \cdot 0,75 \cdot 1,02 + \dots + 2,20 \cdot 1 \cdot 0,75 \cdot 0,75 = 20,80 [\text{кВм}].$$

$$\operatorname{tg} \varphi_C = \frac{20,80}{23,727} = 0,877 \approx 0,88.$$

За допомогою впорядкованих діаграм $k_M = f(n_e; k_e)$ [9] для визначених значень n_e та k_e знаходимо коефіцієнт максимуму: $k_M = 1,34$.

Активне розрахункове навантаження електроприймачів лабораторії становить:

$$P_P = k_M \cdot p_e = k_M \cdot \sum_{i=1}^{13} p_{Hi} \cdot n_i \cdot k_{Bi} = 1,34 \cdot 23,73 = 31,798 \approx 31,80 [\text{кВм}].$$

Реактивне розрахункове навантаження дорівнює:

$$Q_P = k_M \cdot \sum_{i=1}^{13} p_{ni} \cdot n_i \cdot k_{Bi} \cdot \operatorname{tg} \varphi_i = 1,34 \cdot 20,80 = 27,87 [\text{кВ} \cdot \text{А}].$$

Повна розрахункова потужність випробувального обладнання лабораторії дорівнює:

$$S_P = \sqrt{P_P^2 + Q_P^2} = \sqrt{31,80^2 + 27,87^2} = 42,28 [\text{кВ} \cdot \text{А}].$$

2.3 Розрахунок центру електричних навантажень

Центр електричних навантажень $(x_0; y_0)$ визначається для розташування в ньому розподільчих пунктів подачі електроенергії споживачам. При проведенні реконструкції системи електропостачання лабораторії контролю металів враховуємо, що таким розподільчим пунктом є встановлювана нова шафа силова, звідки згідно радіальної схеми будуть заживлені електроприймачі лабораторії.

Для розрахунку використовуємо таблицю 2.2, в якій подано місцезнаходження згідно плану розміщення потужностей лабораторії в

					КРБ 19–062.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

координатах x - y . Точка з координатою $x=0$; $y=0$ знаходиться в лівому куті приміщення лабораторії.

Таблиця 2.2 - Планування потужностей контрольної лабораторії

№ на плані	Назва	Встановл. потужн. P_{Hi} , кВт	Координата x_i , м	Координата y_i , м	$P_{Hi} \cdot x_i$	$P_{Hi} \cdot y_i$
1	2	3	4	5	6	7
1.1.2	Джерело спектру ИВС-28	8,50	1,2	0,8	10,2	6,80
1.2.1	Генератор універс. УГЕ-4А	7,80	3,0	0,8	23,4	6,24
1.3.1	Джерело збудж. спектр СЛ-13	2,20	5,0	2,0	11,0	4,40
1.6	Кондиціонер КТН-6,3 (П1)	3,75	3,5	5,0	13,13	18,75
2.1	Машина розривна Р-5	5,00	10,0	0,8	50,0	4,00
2.2	Твердомір ТБ 5004-01	0,33	11,0	1,0	3,63	0,33
2.3	Машина для металу МТЛ-10Г	1,88	10,0	2,0	18,8	3,76
2.4	Шафа електр. СНОЛ 3,5,3,5/3,5	3,00	11,2	2,0	33,6	6,0
3.1	Станок заточний ЗЛ631	1,50	11,5	4,5	17,25	6,75
3.2	Станок заточн.- шліф. ЗК633	2,10	10,0	4,5	21,0	9,45
3.3	Станок шліф.- полір. ЗЕ881	3,00	11,5	5,5	34,5	16,5
3.4	Станок наст.- свердл. ЗМ119	1,20	10,0	5,5	12,0	6,60
В1	Приточн.- витяжн. пристр. W4E350-CP06-31	2,20	6,5	5,5	14,3	12,10
–	Всього:	42,46	–	–	262,81	101,68

$$x_0 = \frac{\sum_{i=1}^{13} P_{Hi} \cdot x_i}{\sum_{i=1}^{13} P_{Hi}} = \frac{262,81}{42,46} = 6,19 [м];$$

$$y_0 = \frac{\sum_{i=1}^{13} P_{Hi} \cdot y_i}{\sum_{i=1}^{13} P_{Hi}} = \frac{101,68}{42,46} = 2,40 [м];$$

Отримані координати центра навантажень (x_0 ; y_0) з врахуванням масштабу переносимо на креслення. По осі x центр навантажень знаходиться біля несучої стінки в коридорі лабораторії; по осі y координату центра навантажень переміщаємо на 1,5 м у бік зменшення. У центрі навантаження розміщуємо шафу силову, біля неї – ввідно – розподільчий пристрій та щиток освітлення.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КРБ 19–062.00.00.000 ПЗ				

2.4 Визначення розрахункових навантажень лабораторного обладнання

2.4.1 Дільниця спектрометрії.

На дільниці розташовано 14 одиниць лабораторного обладнання, які на листі КРБ 19–062.02.00.000 «Силова мережа. Схема електричних з'єднань» позначені цифрами 1.1...1.8.

Для прикладу покажемо розрахунок навантажень деяких одиниць обладнання – електроприймачів (ЕП).

Електроприймачі: ЕП 1.2.1 Генератор універсальний УГЕ–4А (380 В; 50 Гц; 7,80 кВт) та ЕП 1.2.2 Розетка розрядної камери з місцевим освітлювачем (220 В; 50 Гц; 0,06 кВт):

Визначаємо активну розрахункову потужність:

$$P_{P1.2.1} = k \cdot P_{H1.2.1} = 0,75 \cdot 7,80 = 5,85 \text{ кВт};$$

$$P_{P1.2.2} = k \cdot P_{H1.2.2} = 0,75 \cdot 0,06 = 0,05 \text{ кВт},$$

де $k = 0,75$.

Визначаємо реактивну розрахункову потужність ($\cos\varphi_{1.2.1} = 0,70$; $\cos\varphi_{1.2.2} = 0,80$):

$$Q_{P1.2.1} = P_{P1.2.1} \cdot \operatorname{tg}\varphi_{1.2.1} = 7,80 \cdot 1,02 = 5,967 \text{ кВ}\cdot\text{Ар};$$

$$Q_{P1.2.2} = P_{P1.2.2} \cdot \operatorname{tg}\varphi_{1.2.2} = 0,06 \cdot 0,75 = 0,038 \text{ кВ}\cdot\text{Ар}.$$

Визначаємо повну розрахункову потужність:

$$S_{P1.2.1} = \sqrt{P_{P1.2.1}^2 + Q_{P1.2.1}^2} = \sqrt{5,850^2 + 5,967^2} = 8,356 \text{ кВ}\cdot\text{А};$$

$$S_{P1.2.2} = \sqrt{P_{P1.2.2}^2 + Q_{P1.2.2}^2} = \sqrt{0,050^2 + 0,038^2} = 0,063 \text{ кВ}\cdot\text{А}.$$

Визначаємо розрахунковий струм:

$$I_{P1.2.1} = \frac{S_{P1.2.1}}{\sqrt{3} \cdot U_{H1.2.1}} = \frac{8,356}{\sqrt{3} \cdot 380} = 12,696 \text{ А}; \quad I_{P1.2.2} = \frac{S_{P1.2.2}}{\sqrt{3} \cdot U_{H1.2.2}} = \frac{0,063}{\sqrt{3} \cdot 220} = 0,165 \text{ А}.$$

Визначаємо номінальний струм:

					КРБ 19–062.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$I_{H1.2.1} = \frac{P_{H1.2.1}}{\sqrt{3} \cdot U_{H1.2.1} \cdot \cos \varphi_{1.2.1}} = \frac{7,80}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,70} = 16,930 \text{ A};$$

$$I_{H1.2.2} = \frac{P_{H1.2.2}}{\sqrt{3} \cdot U_{H1.2.2} \cdot \cos \varphi_{1.2.2}} = \frac{0,06}{\sqrt{3} \cdot 220 \cdot 0,80} = 0,197 \text{ A}.$$

Електроприймачі: ЕП 1.6 Кондиціонер технічний КТН-63 (1П) (380 В; 50 Гц; 3,75 кВт) та ЕП 1.7 Розетка місцевого освітлювача (світильник ЛПО 21-1x60) стола лабораторного (220 В; 50 Гц; 0,06 кВт):

Визначаємо активну розрахункову потужність:

$$P_{P1.6} = k \cdot P_{H1.6} = 0,75 \cdot 3,75 = 2,81 \text{ кВт};$$

$$P_{P1.7} = k \cdot P_{H1.7} = 0,75 \cdot 0,06 = 0,05 \text{ кВт},$$

де $k = 0,75$.

Визначаємо реактивну розрахункову потужність ($\cos \varphi_{1.6} = 0,80$; $\cos \varphi_{1.7} = 0,80$):

$$Q_{P1.6} = P_{P1.6} \cdot \operatorname{tg} \varphi_{1.6} = 2,81 \cdot 0,75 = 2,108 \text{ кВ}\cdot\text{Ар};$$

$$Q_{P1.7} = P_{P1.7} \cdot \operatorname{tg} \varphi_{1.7} = 0,06 \cdot 0,75 = 0,038 \text{ кВ}\cdot\text{Ар}.$$

Визначаємо повну розрахункову потужність:

$$S_{P1.6} = \sqrt{P_{P1.6}^2 + Q_{P1.6}^2} = \sqrt{2,810^2 + 2,108^2} = 3,513 \text{ кВ}\cdot\text{А};$$

$$S_{P1.7} = \sqrt{P_{P1.7}^2 + Q_{P1.7}^2} = \sqrt{0,050^2 + 0,038^2} = 0,063 \text{ кВ}\cdot\text{А}.$$

Визначаємо розрахунковий струм:

$$I_{P1.6} = \frac{S_{P1.6}}{\sqrt{3} \cdot U_{H1.6}} = \frac{3,513}{\sqrt{3} \cdot 380} = 5,323 \text{ А}; \quad I_{P1.7} = \frac{S_{P1.7}}{\sqrt{3} \cdot U_{H1.7}} = \frac{0,063}{\sqrt{3} \cdot 220} = 0,165 \text{ А}.$$

Визначаємо номінальний струм:

$$I_{H1.6} = \frac{P_{H1.6}}{\sqrt{3} \cdot U_{H1.6} \cdot \cos \varphi_{1.6}} = \frac{3,75}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,80} = 7,122 \text{ А};$$

$$I_{H1.7} = \frac{P_{H1.7}}{\sqrt{3} \cdot U_{H1.7} \cdot \cos \varphi_{1.7}} = \frac{0,06}{\sqrt{3} \cdot 220 \cdot 0,80} = 0,197 \text{ А}.$$

Визначаємо розрахункові навантаження для всіх інших одиниць електрообладнання.

					КРБ 19-062.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.4.2 Дільниця механічних випробувань.

На дільниці розташовано 4 одиниці лабораторного обладнання, які на листі КРБ 19–062.02.00.000 «Силова мережа. Схема електричних з'єднань» позначені цифрами 2.1...2.4. Розрахунок навантажень електрообладнання дільниці проводимо аналогічним чином.

Електроприймач ЕП 2.2 Твердомір по методу Бринелля з обчислювальним блоком (380 В; 50 Гц; 0,33 кВт):

$$P_{P2.2} = k \cdot P_{H2.2} = 0.75 \cdot 0,33 = 0,248 \text{ кВт},$$

$$Q_{P2.2} = P_{P2.2} \cdot \operatorname{tg}\varphi_{2.2} = 0,248 \cdot 1,02 = 0,253 \text{ кВ}\cdot\text{Ар}.$$

$$S_{P2.2} = \sqrt{P_{P2.2}^2 + Q_{P2.2}^2} = \sqrt{0,248^2 + 0,253^2} = 0,354 \text{ кВ}\cdot\text{А}.$$

$$I_{P2.2} = \frac{S_{P2.2}}{\sqrt{3} \cdot U_{H2.2}} = \frac{0,354}{\sqrt{3} \cdot 380} = 0,538 \text{ А}.$$

$$I_{H2.2} = \frac{P_{H2.2}}{\sqrt{3} \cdot U_{H2.2} \cdot \cos\varphi_{2.2}} = \frac{0,33}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,70} = 0,716 \text{ А}.$$

Електроприймач ЕП 2.4 Шафа електрична сушильна лабораторна СНОЛ 3.5,3.5,3.5/3.5И (220 В; 50 Гц; 3,00 кВт):

$$P_{P2.4} = k \cdot P_{H2.4} = 0.75 \cdot 3,00 = 2,25 \text{ кВт},$$

$$Q_{P2.4} = P_{P2.4} \cdot \operatorname{tg}\varphi_{2.4} = 2,25 \cdot 0,33 = 0,743 \text{ кВ}\cdot\text{Ар}.$$

$$S_{P2.4} = \sqrt{P_{P2.4}^2 + Q_{P2.4}^2} = \sqrt{2,250^2 + 0,743^2} = 2,370 \text{ кВ}\cdot\text{А}.$$

$$I_{P2.4} = \frac{S_{P2.4}}{\sqrt{3} \cdot U_{H2.4}} = \frac{2,370}{\sqrt{3} \cdot 220} = 6,218 \text{ А}.$$

$$I_{H2.4} = \frac{P_{H2.4}}{\sqrt{3} \cdot U_{H2.4} \cdot \cos\varphi_{2.4}} = \frac{3,00}{\sqrt{3} \cdot 220 \cdot 0,95} = 8,287 \text{ А}.$$

Визначаємо розрахункові навантаження для всіх інших одиниць електрообладнання.

2.4.3 Заготівельна дільниця

На дільниці розташовано 5 одиниць лабораторного обладнання, які на листі КРБ 19–062.02.00.000 «Силова мережа. Схема електричних з'єднань»

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

позначені цифрами 3.1...3.5.

Розрахунок навантажень електрообладнання дільниці проводимо аналогічним чином.

Електроприймач ЕП 3.3 Станок шліфувально – полірувальний 3Е881 (380 В; 50 Гц; 3,0 кВт):

$$P_{P3.3} = k \cdot P_{H3.3} = 0,75 \cdot 3,0 = 2,250 \text{ кВт},$$

$$Q_{P3.3} = P_{P3.3} \cdot \operatorname{tg} \varphi_{3.3} = 2,250 \cdot 1,02 = 2,295 \text{ кВ}\cdot\text{Ар}.$$

$$S_{P3.3} = \sqrt{P_{P3.3}^2 + Q_{P3.3}^2} = \sqrt{2,250^2 + 2,295^2} = 3,214 \text{ кВ}\cdot\text{А}.$$

$$I_{P3.3} = \frac{S_{P3.3}}{\sqrt{3} \cdot U_{H3.3}} = \frac{3,214}{\sqrt{3} \cdot 380} = 4,883 \text{ А}.$$

$$I_{H3.3} = \frac{P_{H3.3}}{\sqrt{3} \cdot U_{H3.3} \cdot \cos \varphi_{3.3}} = \frac{3,0}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,70} = 6,512 \text{ А}.$$

Визначаємо розрахункові навантаження для всіх інших одиниць електрообладнання.

Після проведення розрахунків кожної з одиниць обладнання лабораторії визначаємо її макропоказники з енергоспоживання.

Сумарна активна потужність установок та приладів лабораторії складає:

$$P_{УСТ\Sigma} = 10,21 + 22,25 + 7,80 + 2,20 = 42,46 \text{ [кВт]}.$$

Сумарна активна потужність розеток лабораторії складає:

$$P_{P\Sigma} = 0,92 + 1,80 + 1,26 = 3,98 \text{ [кВт]}.$$

Сумарна активна потужність електроприймачів лабораторії складає:

$$P_{ЕП\Sigma} = 42,46 + 3,98 = 46,44 \text{ [кВт]}.$$

Сумарна активна розрахункова потужність електроприймачів лабораторії складає:

$$P_{РЕП\Sigma} = 16,69 + 7,66 + 5,96 + 1,65 = 31,96 \text{ [кВт]}.$$

Сумарна реактивна розрахункова потужність електроприймачів лабораторії складає:

$$Q_{РЕП\Sigma} = 16,27 + 4,87 + 5,43 + 1,24 = 27,81 \text{ [кВ}\cdot\text{Ар]}.$$

Повна розрахункова потужність електроприймачів лабораторії складає:

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

КРБ 19–062.00.00.000 ПЗ

$$S_p = \sqrt{P_{PEIT\Sigma}^2 + Q_{PEIT\Sigma}^2} = \sqrt{31,96^2 + 27,81^2} = 42,36 [кВ \cdot А].$$

У відповідності з схемою електропостачання лабораторне обладнання буде заживлене від шафи силової, а розетки – від щитка освітлювального.

Розраховані потужності електроприймачів відповідно до їх розподілу на дільницях лабораторії зводимо у таблицю.

Таблиця 2.3 - Шафа силова аналітичної лабораторії

№ поз.	Назва електроприймача	Напруга В	Потужність кВт	cosφ	tgφ	Розрахункові навантаження				
						P _p , кВт	Q _p , кВАр	S _p , кВ·А	I _p , А	I _н , А
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Дільниця спектрометрії										
1.1.2	Генератор ИВС	380	8,50	0,70	1,02	6,375	6,508	9,114	13,847	18,449
1.1.3 (p)	Розрядна камера	220	0,60	0,80	0,75	0,45	0,338	0,563	1,477	1,968
1.2.1	Генератор УГЕ-4А	380	7,80	0,70	1,02	5,85	5,967	8,356	12,696	16,93
1.2.2 (p)	Розрядна камера	220	0,06	0,80	0,75	0,05	0,038	0,063	0,165	0,197
1.3.1	Генератор	220	2,20	0,70	1,02	1,650	1,683	2,357	6,185	8,248
1.5 (p)	Вага техн. ВЛТ	220	0,10	0,80	0,75	0,08	0,060	0,100	0,262	0,328
1.6	Кондиціонер КТН-1.6	380	3,75	0,80	0,75	2,81	2,108	3,513	5,323	7,122
1.7(p)	Стіл лабор. з місцев. освітл. (ЛПО21-1x60)	220	0,06	0,80	0,75	0,05	0,038	0,063	0,165	0,197
1.8(p)	Мікроскоп РВ23	220	0,10	0,90	0,48	0,08	0,039	0,089	0,234	0,292
В1	Приточн.-витяжн. пристрій W4E350	380	2,20	0,80	0,75	1,650	1,238	2,063	3,134	4,178
Всього:	обладнання		22,25			16,69	16,27	23,34	41,19	54,93
	розетки		0,92			0,71	0,513	0,878	2,303	2,982
Дільниця механічних випробувань										
2.1	Машина розр. Р-5	380	5,00	0,80	0,75	3,75	2,813	4,688	7,123	9,496
2.1(p)	Пульт керування	220	0,60	0,90	0,48	0,45	0,216	0,499	1,310	1,750
2.2	Твердом. по Бринеллю з обчислювальним блоком ТБ5004-01	380	0,33	0,70	1,02	0,248	0,253	0,354	0,538	0,716
2.2(p)	Пульт керування	220	0,60	0,90	0,48	0,45	0,216	0,499	1,310	1,750
2.3	Машина для випр. лист. металу МТЛ-10Г	380	1,88	0,80	0,75	1,41	1,058	1,763	2,678	3,571
2.3(p)	Пульт керування	220	0,60	0,90	0,48	0,45	0,216	0,499	1,310	1,750
2.4	Шафа сушильна СНОЛ 3,5.3,5.3,5/3,5И	220	3,00	0,95	0,33	2,25	0,743	2,370	6,218	8,287
Всього:	обладнання		10,21			7,658	4,867	9,175	16,557	22,07
	розетки		1,80			1,35	0,648	1,497	3,93	5,25
Заготівельна дільниця										
3.1	Станок заточний ЗЛ631	380	1,50	0,80	0,75	1,125	0,844	1,406	2,137	2,849
3.1(p)	Розетка силова	220	0,60	0,90	0,48	0,45	0,216	0,499	1,310	1,750
3.2	Станок заточувальн.-шліфувальн..ЗК633	380	2,10	0,70	1,02	1,58	1,612	2,257	3,430	4,558

					КРБ 19-062.00.00.000 ПЗ					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

3.2(р)	Розетка силова	220	0,60	0,90	0,48	0,45	0,216	0,499	1,310	1,750
3.3	Станок шліфувальн.- полірувальн. ЗЕ881	380	3,00	0,70	1,02	2,25	2,295	3,214	4,883	6,512

Продовження таблиці 2.3

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
3.4	Станок настільно- свердлильн. ЗМ119	380	1,20	0,80	0,75	0,90	0,675	1,125	1,709	2,279
3.4(р)	Розетка силова	220	0,60	0,90	0,48	0,45	0,216	0,499	1,310	1,750
3.5(р)	Стіл лабор. з місцев. освітл. (ЛПО21-1x60)	220	0,06	0,80	0,75	0,05	0,038	0,063	0,165	0,197
Всього:	обладнання		7,80			5,96	5,43	8,01	11,669	16,198
	розетки		1,26			0,945	0,470	1,061	2,785	3,697
Всього:			44,24			33,313	28,198	43,961	78,434	105,127

Примітка: – позначення "р" – для розеток відповідних електроприймачів

2.5 Розрахунок електричного освітлення приміщень лабораторії

Ефективне використання світла – важливий резерв підвищення продуктивності праці і якості продукції, зниження травматизму людей.

В залежності від джерела світла виробниче освітлення може бути трьох видів : природне, штучне, комбіноване.

Ми будемо використовувати світильники розсіяного світла загального освітлення. Задачею розрахунку освітлення є визначення потрібної потужності, кількості та типу ламп та світильників, їх розподіл у приміщеннях.

Для освітлення дільниць аналітичної лабораторії використовуємо люмінесцентні світильники типу ЛПО 21–2x36(40) та ЛПО 21–4x36(40).

Розташування світильників визначається такими розмірами приміщень:

$H = 3,5 \text{ м}$ – висота приміщень;

$b_1 = 6 \text{ м}; l_1 = 6 \text{ м}$ – розміри дільниці спектрометрії;

$b_2 = 2,5 \text{ м}; l_2 = 2,5 \text{ м}$ – розміри дільниці механічних випробувань;

$b_3 = 2,5 \text{ м}; l_3 = 3,5 \text{ м}$ – розміри заготівельної дільниці;

$b_4 = 3,5 \text{ м}; l_4 = 6 \text{ м}$ – розміри коридора;

$h_C = 0,2 \text{ м}$ – відстань світильника від перекриття;

$h_{II} = 3,3 \text{ м}$ – відстань світильника над підлогою;

					КРБ 19–062.00.00.000 ПЗ					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

$h_p = 1,0 \text{ м}$ – висота розрахункової поверхні над підлогою;

$h = h_{\Pi} - h_p = 2,3 \text{ м}$ – розрахункова висота від світильника до розрахункової поверхні;

Світильники монтуються у три ряди на відстані $1,0 \text{ м}$ від стін та $2,0 \text{ м}$ між собою.

Згідно таблиці 4.4 [16] приймаємо таку освітленість приміщень лабораторії: $E_1 = E_2 = 300 \text{ лк}$; $E_3 = 250 \text{ лк}$; $E_4 = 200 \text{ лк}$.

Коефіцієнт запасу для всіх приміщень однаковий: $K_3 = 1,5$ (внаслідок відсутності якихось особливостей вибираємо його з ряду $1,3 \dots 1,8$).

2.5.1 Дільниця спектрометрії (№1).

Визначаємо індекс приміщення:

$$i_1 = \frac{b_1 \cdot l_1}{h(b_1 + l_1)} = \frac{6 \cdot 6}{2,3(6 + 6)} = 1,304.$$

Стіни та стеля пофарбовані; підлога бетонна, поверх неї поставлені фарбовані дошки. Оцінюємо коефіцієнти відбивання поверхонь приміщення величинами [16]: $\rho_C = 70\%$ - для стелі; $\rho_{CT} = 50\%$ - для стін; $\rho_{\Pi} = 10\%$ - для підлоги. Таким чином, згідно таблиці 5.10 [16] коефіцієнт використання світильника $\eta_1 = 0,24$.

Визначаємо необхідний світловий потік ламп для даного приміщення за формулою:

$$\Phi_1 = \frac{E_1 \cdot K_3 \cdot S_1 \cdot z}{\eta_1} = \frac{300 \cdot 1,5 \cdot 36 \cdot 1,15}{0,24} = 77625 [\text{Лм}],$$

де S_1 – площа приміщення, м^2 ;

z – поправка на мінімальну освітленість; приймаємо $z = 1,15$.

З таблиці 2.15 [16] вибираємо люмінесцентні лампи типу ЛБР–36 з паспортними характеристиками: $P_{\text{л}} = 36 \text{ Вт}$; $\Phi_{\text{л}} = 3000 \text{ Лм}$.

Світловий потік дволампового світильника буде рівний:

$$\Phi_C = 2 \cdot 3000 = 6000 \text{ Лм}.$$

При встановленні в приміщенні $N_1 = 12 \text{ шт.}$ світильників їх загальний

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

КРБ 19–062.00.00.000 ПЗ

потік буде рівний:

$$\Phi_{Cl} = 12 \cdot 6000 = 72000 \text{ Лм.}$$

Згідно норм запас світлового потоку може знаходитись у межах $\delta = (-10 \dots +20)\%$. Для вибраної кількості світильників

$$\delta_1 = \frac{\Phi_{Cl} - \Phi_1}{\Phi_{Cl}} = \frac{72000 - 77625}{72000} \cdot 100\% = -7,8\%.$$

Визначаємо номінальну потужність всіх світильників у даному приміщенні:

$$P_{H1} = 12 \cdot 0,072 = 0,864 [\text{кВт}].$$

Визначаємо активну розрахункову потужність:

$$P_{P1} = k \cdot P_{H1} = 0,75 \cdot 0,864 = 0,648 \text{ кВт},$$

Визначаємо реактивну розрахункову потужність ($\cos\varphi_1 = 0,85$):

$$Q_{P1} = P_{P1} \cdot \operatorname{tg}\varphi_1 = 0,648 \cdot 0,62 = 0,402 \text{ кВ}\cdot\text{Ар.}$$

Визначаємо повну розрахункову потужність:

$$S_{P1} = \sqrt{P_{P1}^2 + Q_{P1}^2} = \sqrt{0,648^2 + 0,402^2} = 0,763 \text{ кВ}\cdot\text{А.}$$

Визначаємо розрахунковий струм:

$$I_{P1} = \frac{S_{P1}}{\sqrt{3} \cdot U_{H1}} = \frac{0,763}{\sqrt{3} \cdot 220} = 2,001 \text{ А.}$$

Визначаємо номінальний струм:

$$I_{H1} = \frac{P_{H1}}{\sqrt{3} \cdot U_{H1} \cdot \cos\varphi_1} = \frac{0,864}{\sqrt{3} \cdot 220 \cdot 0,85} = 2,668 \text{ А.}$$

2.5.2 Дільниця механічних випробувань (№2)

Розрахунок проводимо аналогічно:

$$i_2 = \frac{b_2 \cdot l_2}{h(b_2 + l_2)} = \frac{2,5 \cdot 2,5}{2,3(2,5 + 2,5)} = 0,544.$$

$$\Phi_2 = \frac{E_2 \cdot K_3 \cdot S_2 \cdot z}{\eta_2} = \frac{300 \cdot 1,5 \cdot 6,25 \cdot 1,15}{0,16} = 20215 [\text{Лм}],$$

Світловий потік чотирилампового світильника буде рівний:

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

КРБ 19-062.00.00.000 ПЗ

$$\Phi_C = 4 \cdot 3000 = 12000 \text{ Лм.}$$

При встановленні в приміщенні $N_2 = 2 \text{ шт.}$ світильників їх загальний потік буде рівний:

$$\Phi_{C2} = 2 \cdot 12000 = 24000 \text{ Лм.}$$

$$\delta_2 = \frac{\Phi_{C2} - \Phi_2}{\Phi_{C2}} = \frac{24000 - 20215}{24000} \cdot 100\% = +15,7\%.$$

$$P_{H2} = 2 \cdot 0,144 = 0,288 [\text{кВт}].$$

$$P_{P2} = k \cdot P_{H2} = 0,75 \cdot 0,288 = 0,216 \text{ кВт},$$

$$Q_{P2} = P_{P2} \cdot \text{tg}\varphi_2 = 0,216 \cdot 0,62 = 0,134 \text{ кВ}\cdot\text{Ар.}$$

$$S_{P2} = \sqrt{P_{P2}^2 + Q_{P2}^2} = \sqrt{0,216^2 + 0,134^2} = 0,254 \text{ кВ}\cdot\text{А.}$$

$$I_{P2} = \frac{S_{P2}}{\sqrt{3} \cdot U_{H2}} = \frac{0,254}{\sqrt{3} \cdot 220} = 0,667 \text{ А.}$$

$$I_{H2} = \frac{P_{H2}}{\sqrt{3} \cdot U_{H2} \cdot \cos\varphi_2} = \frac{0,288}{\sqrt{3} \cdot 220 \cdot 0,85} = 0,889 \text{ А.}$$

2.5.3 Заготівельна ділянка (№3).

$$i_3 = \frac{b_3 \cdot l_3}{h(b_3 + l_3)} = \frac{2,5 \cdot 3,5}{2,3(2,5 + 3,5)} = 0,634.$$

Коефіцієнти відбивання поверхонь приміщення [16]: $\rho_C = 50\%$ - для стелі; $\rho_{CT} = 30\%$ - для стін; $\rho_{II} = 10\%$ - для підлоги. Таким чином, $\eta_1 = 0,16$.

$$\Phi_3 = \frac{E_3 \cdot K_3 \cdot S_3 \cdot z}{\eta_3} = \frac{250 \cdot 1,5 \cdot 8,75 \cdot 1,15}{0,16} = 23580 [\text{Лм}],$$

Світловий потік чотирилампового світильника буде рівний:

$$\Phi_C = 4 \cdot 3000 = 12000 \text{ Лм.}$$

При встановленні в приміщенні $N_3 = 2 \text{ шт.}$ світильників їх загальний потік буде рівний:

$$\Phi_{C3} = 2 \cdot 12000 = 24000 \text{ Лм.}$$

Для вибраної кількості світильників

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

КРБ 19-062.00.00.000 ПЗ

$$\delta_3 = \frac{\Phi_{C3} - \Phi_3}{\Phi_{C3}} = \frac{24000 - 23580}{24000} \cdot 100\% = +1,8\%.$$

$$P_{H2} = 2 \cdot 0,144 = 0,288 [\text{кВт}].$$

$$P_{P2} = k \cdot P_{H2} = 0,75 \cdot 0,288 = 0,216 \text{ кВт}.$$

$$Q_{P2} = P_{P2} \cdot \text{tg} \varphi_2 = 0,216 \cdot 0,62 = 0,134 \text{ кВ}\cdot\text{Ар}.$$

$$S_{P2} = \sqrt{P_{P2}^2 + Q_{P2}^2} = \sqrt{0,216^2 + 0,134^2} = 0,254 \text{ кВ}\cdot\text{А}.$$

$$I_{P2} = \frac{S_{P2}}{\sqrt{3} \cdot U_{H2}} = \frac{0,254}{\sqrt{3} \cdot 220} = 0,667 \text{ А}.$$

$$I_{H2} = \frac{P_{H2}}{\sqrt{3} \cdot U_{H2} \cdot \cos \varphi_2} = \frac{0,288}{\sqrt{3} \cdot 220 \cdot 0,85} = 0,889 \text{ А}.$$

2.5.4 Коридор (№4).

$$i_4 = \frac{b_4 \cdot l_4}{h(b_4 + l_4)} = \frac{3,5 \cdot 6,0}{2,3(3,5 + 6,0)} = 0,961.$$

Коефіцієнти відбивання поверхонь приміщення [16]: $\rho_C = 60\%$ - для стелі; $\rho_{CT} = 40\%$ - для стін; $\rho_{II} = 10\%$ - для підлоги. Таким чином, $\eta_4 = 0,20$.

$$\Phi_4 = \frac{E_4 \cdot K_3 \cdot S_4 \cdot z}{\eta_4} = \frac{200 \cdot 1,5 \cdot 21 \cdot 1,15}{0,20} = 36225 [\text{Лм}].$$

Світловий потік чотирилампового світильника буде рівний:

$$\Phi_C = 4 \cdot 3000 = 12000 \text{ Лм}.$$

При встановленні в приміщенні $N_4 = 3$ шт. світильників їх загальний потік буде рівний:

$$\Phi_{C4} = 3 \cdot 12000 = 36000 \text{ Лм}.$$

Запас світлового потоку для вибраної кількості світильників:

$$\delta_4 = \frac{\Phi_{C4} - \Phi_4}{\Phi_{C4}} = \frac{36000 - 36225}{36000} \cdot 100\% = -0,6\%.$$

$$P_{H4} = 3 \cdot 0,144 = 0,432 [\text{кВт}].$$

$$P_{P4} = k \cdot P_{H4} = 0,75 \cdot 0,432 = 0,324 \text{ кВт}.$$

$$Q_{P4} = P_{P4} \cdot \text{tg} \varphi_4 = 0,324 \cdot 0,62 = 0,201 \text{ кВ}\cdot\text{Ар}.$$

					КРБ 19-062.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$S_{P4} = \sqrt{P_{P4}^2 + Q_{P4}^2} = \sqrt{0,324^2 + 0,201^2} = 0,381 \text{ кВ} \cdot \text{А}.$$

$$I_{P4} = \frac{S_{P4}}{\sqrt{3} \cdot U_{H4}} = \frac{0,381}{\sqrt{3} \cdot 220} = 1,00 \text{ А}.$$

$$I_{H4} = \frac{P_{H4}}{\sqrt{3} \cdot U_{H4} \cdot \cos \varphi_4} = \frac{0,432}{\sqrt{3} \cdot 220 \cdot 0,85} = 1,330 \text{ А}.$$

Для комутації освітлення на ділянках лабораторії у приміщенні коридору встановлюємо щиток освітлення (ЩО) (див. лист КРБ 19–062.05.00.000).

2.6 Розрахунок навантаження щитка освітлення

Сумарна активна потужність освітлення лабораторії:

$$P_{O\Sigma} = 0,864 + 0,432 + 0,288 + 0,288 = 1,872 \text{ кВт}.$$

Сумарна активна потужність розеток лабораторії:

$$P_{P\Sigma} = 0,92 + 3,06 = 3,98 \text{ кВт}.$$

Загальна активна потужність освітлення та розеток:

$$P_{\Sigma} = 1,872 + 3,980 = 5,852 \text{ кВт}.$$

Розподіляємо активну потужність між трьома фазами:

- фаза "А" (ЕП(р): 1.1.3...1.8+ЕП(осв): ділянка спектрометрії):

$$P_A = 0,92 + 0,864 = 1,784 \text{ кВт};$$

- фаза "В" (ЕП(р): 2.1...2.3): $P_B = 1,80 \text{ кВт};$

- фаза "С" (ЕП(р): 3.1...3.5+ЕП(осв): коридор–ділянка

механічних випробувань–заготівельна ділянка): $P_C = 1,26 + 0,432 + 0,288 + 0,288 = 2,268 \text{ кВт}.$

Оскільки фаза "С" є найбільш завантаженою, розраховуємо навантаження по освітленню та розеткам саме для цієї фази:

$$P_{OP} = 2,268 \cdot 3 = 6,804 \text{ кВт} \approx 7,0 \text{ кВт}.$$

					КРБ 19–062.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.7 Розрахунок потужності ввідно – розподільчого пристрою

Розраховані у розділі 2.4 потужності електроприймачів шафи силової та у розділі 2.5 потужності освітлювального устаткування зводимо у таблицю.

Таблиця 2.4 - Ввідно – розподільчий пристрій (№ поз.1)

№ поз.	Назва електро-приймача	Напруга В	Потужн кВТ	cosφ	tgφ	Розрахункові навантаження				
						P _p , кВт	Q _p , кВАр	S _p , кВт·А	I _p , А	I _н , А
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2	Шафа силова	380	42,46	–	–	31,90	28,00	42,59	69,41	93,20
3	Щиток освітлення (світильники)	220	1,87			1,41	0,87	1,65	4,34	5,78
3	Щиток освітлення (розетки)	220	3,98			3,41	1,93	3,94	10,33	11,93
1	Ввідно – розподільчий пристрій	380	48,31			36,72	30,80	48,18	84,08	110,91

2.8 Розрахунок навантаження силового трансформатора

Оскільки аналітична лабораторія механічного заводу металоконструкцій належить до II-ї категорії з електроспоживання, передбачаємо двотрансформаторну схему електроживлення (див. лист КРБ 19–062.03.00.000). Потужності виділених комірок силових трансформаторів комплектних трансформаторних підстанцій (КТП) вибираємо з врахуванням повної розрахункової потужності установок, приладів та розеток лабораторії, а також освітлювального навантаження.

Активна розрахункова потужність установок та приладів лабораторії:

$$P_{Pcm} = 18,34 + 7,66 + 5,96 = 31,96 \text{ кВт.}$$

Активна розрахункова потужність освітлення та розеток лабораторії:

$$P_{Pop} = 1,41 + 0,71 + 2,70 = 4,82 \text{ кВт.}$$

Сумарна активна розрахункова потужність лабораторії:

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

КРБ 19–062.00.00.000 ПЗ

$$P_{P\Sigma} = 31,96 + 4,82 = 36,78 \text{ кВт.}$$

Реактивна розрахункова потужність установок та приладів лабораторії:

$$Q_{P_{уст}} = 17,51 + 4,87 + 5,43 = 27,81 \text{ кВ}\cdot\text{Ар.}$$

Реактивна розрахункова потужність освітлення та розеток лабораторії:

$$Q_{Pop} = 0,87 + 0,51 + 1,42 = 2,80 \text{ кВ}\cdot\text{Ар.}$$

Сумарна реактивна розрахункова потужність лабораторії:

$$Q_{P\Sigma} = 27,81 + 2,80 = 30,61 \text{ кВ}\cdot\text{Ар.}$$

Повна розрахункова потужність лабораторії:

$$S_P = \sqrt{P_{P\Sigma}^2 + Q_{P\Sigma}^2} = \sqrt{36,78^2 + 30,61^2} = 47,85 \text{ кВ}\cdot\text{А.}$$

На ЗТП-490 «Мех. завод» механічного заводу металоконструкцій з силовим трансформатором типу ТМЗ 630–10/0,4 кВ виділяємо комірку для електропостачання аналітичної лабораторії потужністю:

$$S_{ТПл} = 1,2 \cdot S_P = 1,2 \cdot 47,85 = 57,42 \text{ кВ}\cdot\text{А} \approx 60 \text{ кВ}\cdot\text{А.}$$

Для резервного живлення лабораторії і механічного заводу в цілому передбачена друга лінія електропостачання від ЗТП-490 «Мех. завод» з аналогічним силовим трансформатором.

					КРБ 19–062.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 ПРОЕКТНО–КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Вибір площі перерізу проводів і жил кабелів

Вибір площі перерізу провідників починаємо з відгалужень від окремих електроприймачів (ЕП) до окремих розподільчих пристроїв в напрямку до джерела живлення. Площу перерізу провідників вибираємо згідно рекомендацій ПУЕ [13] за допомогою коефіцієнта $k_H = 0,8$.

Таким чином, січення провідників, марка проводу чи кабелю, а також їх довжина матимуть такі значення (див. лист КРБ 19–062.04.00.000):

– ЕП1.1.2: $I_H = 18,449 \text{ A}$; $I_{\text{доп}} = 25 \cdot 0,8 = 20,0 \text{ A}$;

січення провідників – $2,5 \text{ мм}^2$; довжина відрізка лінії – 9 м ;
марка проводу – ПВ 3–2,5–0,66;

– ЕП1.2.1: $I_H = 16,930 \text{ A}$; $I_{\text{доп}} = 25 \cdot 0,8 = 20,0 \text{ A}$;

січення провідників – $2,5 \text{ мм}^2$; довжина відрізка лінії – 7 м ;
марка проводу – ПВ 3–2,5–0,66;

– ЕП1.3.1: $I_H = 8,248 \text{ A}$; $I_{\text{доп}} = 16 \cdot 0,8 = 12,8 \text{ A}$;

січення провідників – $1,0 \text{ мм}^2$; довжина відрізка лінії – 7 м ;
марка проводу – ПВ 3–1,0–0,66;

ШС – ЕП1.1.2–1.2.1–1.3.1: $I_H = 18,449 + 16,930 + 8,248 = 43,627 \text{ A}$;

$I_{\text{доп}} = 50 \cdot 0,8 = 40 \text{ A}$; січення провідників – $10,0 \text{ мм}^2$;
довжина відрізка лінії – 4 м ; марка кабелю – ПсВГ 3x10+1x6;

– ЕП1.6: $I_H = 7,122 \text{ A}$; $I_{\text{доп}} = 14 \cdot 0,8 = 11,2 \text{ A}$;

січення провідників – $1,0 \text{ мм}^2$; довжина відрізка лінії – 6 м ;
марка проводу – ПВ 3–1,0–0,66;

– ЕПВ1: $I_H = 4,178 \text{ A}$; $I_{\text{доп}} = 14 \cdot 0,8 = 11,2 \text{ A}$;

січення провідників – $1,0 \text{ мм}^2$; довжина відрізка лінії – 14 м ;

					КРБ 19-062.00.00.000 ПЗ			
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Санчела С.Ю.			3 ПРОЕКТНО– КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевірив		Вакуленко О. О						16
Консульт.						ТНТУ, ФПТ, гр. ЕТзс-42		
Н. Контр.		Вакуленко О. О						
Затверд.		Тарасенко М.Г.						

марка проводу – ПВ 3–1,0–0,66;

ШС – ЕП1.6–В1: $I_H = 7,122 + 4,178 = 11,30 \text{ A}$;

$I_{\text{доп}} = 16 \cdot 0,8 = 12,8 \text{ A}$; сичення провідників – $1,5 \text{ мм}^2$;

довжина відрізка лінії – 8 м;

марка проводу – ПВ 3–1,5–0,66

– ЕП2.1: $I_H = 9,496 \text{ A}$; $I_{\text{доп}} = 14 \cdot 0,8 = 11,2 \text{ A}$;

сичення провідників – $1,0 \text{ мм}^2$; довжина відрізка лінії – 1 м;

марка проводу – ПВ 3–1,0–0,66;

– ЕП2.2–2.3: $I_H = 4,287 \text{ A}$; $I_{\text{доп}} = 14 \cdot 0,8 = 11,2 \text{ A}$;

сичення провідників – $1,0 \text{ мм}^2$; довжина відрізка лінії – 5 м;

марка проводу – ПВ 3–1,0–0,66;

– ЕП2.4: $I_H = 8,287 \text{ A}$; $I_{\text{доп}} = 16 \cdot 0,8 = 12,8 \text{ A}$;

сичення провідників – $1,0 \text{ мм}^2$; довжина відрізка лінії – 6 м;

марка проводу – ПВ 3–1,0–0,66;

ШС – ЕП2.1–2.2–2.3–2.4: $I_H = 9,496 + 4,287 + 8,287 = 22,07 \text{ A}$;

$I_{\text{доп}} = 30 \cdot 0,8 = 24 \text{ A}$; сичення провідників – $4,0 \text{ мм}^2$;

довжина відрізка лінії – 6 м;

марка проводу – ПВ 3–4,0–0,66;

– ЕП3.1–3.3: $I_H = 2,849 + 6,512 = 9,361 \text{ A}$; $I_{\text{доп}} = 14 \cdot 0,8 = 11,2 \text{ A}$;

сичення провідників – $1,0 \text{ мм}^2$; довжина відрізка лінії – 3 м;

марка проводу – ПВ 3–1,0–0,66;

– ЕП3.2–3.4: $I_H = 4,558 + 2,279 = 6,837 \text{ A}$; $I_{\text{доп}} = 14 \cdot 0,8 = 11,2 \text{ A}$;

сичення провідників – $1,0 \text{ мм}^2$; довжина відрізка лінії – 9 м;

марка проводу – ПВ 3–1,0–0,66;

ШС – ЕП3.1–3.2–3.3–3.4: $I_H = 9,361 + 6,837 = 16,198 \text{ A}$; $I_{\text{доп}} = 25 \cdot 0,8 = 20 \text{ A}$;

сичення провідників – $2,5 \text{ мм}^2$; довжина відрізка лінії – 16 м;

марка проводу – ПВ 3–2,5–0,66;

ВРП – ШС: $I_H = 43,627 + 22,07 + 11,30 + 16,198 = 93,195 \text{ A}$; $I_{\text{доп}} = 115 \cdot 0,8 = 92 \text{ A}$;

сичення провідників – 35 мм^2 ; довжина відрізка лінії – 3 м;

марка кабелю – ПсВГ 3×35+1×16;

					КРБ 19-062.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- ЕП1.1.3(р): $I_H = 1,968 \text{ A}$; $I_{\text{ДОП}} = 16 \cdot 0,8 = 12,8 \text{ A}$;
січення провідників – $1,0 \text{ мм}^2$; довжина відрізка лінії – 12 м ;
марка проводу – ПВ 3–1,0–0,66;
- ЕП1.2.2(р): $I_H = 0,197 \text{ A}$; $I_{\text{ДОП}} = 16 \cdot 0,8 = 12,8 \text{ A}$;
січення провідників – $1,0 \text{ мм}^2$; довжина відрізка лінії – 6 м ;
марка проводу – ПВ 3–1,0–0,66;
- ЕП1.5(р): $I_H = 0,328 \text{ A}$; $I_{\text{ДОП}} = 16 \cdot 0,8 = 12,8 \text{ A}$;
січення провідників – $1,0 \text{ мм}^2$; довжина відрізка лінії – 4 м ;
марка проводу – ПВ 3–1,0–0,66;
- ЕП1.7(р): $I_H = 0,197 \text{ A}$; $I_{\text{ДОП}} = 16 \cdot 0,8 = 12,8 \text{ A}$;
січення провідників – $1,0 \text{ мм}^2$; довжина відрізка лінії – 20 м ;
марка проводу – ПВ 3–1,0–0,66;
- ЕП1.8(р): $I_H = 0,292 \text{ A}$; $I_{\text{ДОП}} = 16 \cdot 0,8 = 12,8 \text{ A}$;
січення провідників – $1,0 \text{ мм}^2$; довжина відрізка лінії – 18 м ;
марка проводу – ПВ 3–1,0–0,66;
- ЩО – ЕП1.1.3(р)–1.2.2(р)–1.5(р)–1.7(р)–1.8(р): $I_H = 2,982 \text{ A}$;
 $I_{\text{ДОП}} = 16 \cdot 0,8 = 12,8 \text{ A}$; січення провідників – $1,0 \text{ мм}^2$;
довжина відрізка лінії – 4 м ;
марка проводу – ПВ 3–1,0–0,66;
- ЕП2.1(р): $I_H = 1,750 \text{ A}$; $I_{\text{ДОП}} = 16 \cdot 0,8 = 12,8 \text{ A}$;
січення провідників – $1,0 \text{ мм}^2$; довжина відрізка лінії – 8 м ;
марка проводу – ПВ 3–1,0–0,66;
- ЕП2.2(р): $I_H = 1,750 \text{ A}$; $I_{\text{ДОП}} = 16 \cdot 0,8 = 12,8 \text{ A}$;
січення провідників – $1,0 \text{ мм}^2$; довжина відрізка лінії – 10 м ;
марка проводу – ПВ 3–1,0–0,66;
- ЕП2.3(р): $I_H = 1,750 \text{ A}$; $I_{\text{ДОП}} = 16 \cdot 0,8 = 12,8 \text{ A}$;
січення провідників – $1,0 \text{ мм}^2$; довжина відрізка лінії – 12 м ;
марка проводу – ПВ 3–1,0–0,66;
- ЕП3.1(р): $I_H = 1,750 \text{ A}$; $I_{\text{ДОП}} = 16 \cdot 0,8 = 12,8 \text{ A}$;
січення провідників – $1,0 \text{ мм}^2$; довжина відрізка лінії – 16 м ;

					КРБ 19-062.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

марка проводу – ПВ 3–1,0–0,66;

– ЕПЗ.4(р): $I_H = 1,750 \text{ A}$; $I_{\text{Доп}} = 16 \cdot 0,8 = 12,8 \text{ A}$;

січення провідників – $1,0 \text{ мм}^2$; довжина відрізка лінії – 22 м;

марка проводу – ПВ 3–1,0–0,66;

– ЕПЗ.5(р): $I_H = 0,197 \text{ A}$; $I_{\text{Доп}} = 16 \cdot 0,8 = 12,8 \text{ A}$;

січення провідників – $1,0 \text{ мм}^2$; довжина відрізка лінії – 12 м;

марка проводу – ПВ 3–1,0–0,66;

ЩО – ЕП2.1(р)–2.2(р)–2.3(р)–3.1(р)–3.4(р)–3.5(р): $I_H = 8,947 \text{ A}$;

$I_{\text{Доп}} = 16 \cdot 0,8 = 12,8 \text{ A}$; січення провідників – $1,0 \text{ мм}^2$;

довжина відрізка лінії – 8 м;

марка проводу – ПВ 3–1,0–0,66;

– ЕП світильники (дільниця спектрометрії): $I_H = 2,668 \text{ A}$;

$I_{\text{Доп}} = 16 \cdot 0,8 = 12,8 \text{ A}$; січення провідників – $1,0 \text{ мм}^2$;

довжина відрізка лінії – 30 м;

марка проводу – ПВ 3–1,0–0,66;

– ЕП світильники (дільниця механічних випробувань): $I_H = 0,889 \text{ A}$;

$I_{\text{Доп}} = 16 \cdot 0,8 = 12,8 \text{ A}$; січення провідників – $1,0 \text{ мм}^2$;

довжина відрізка лінії – 10 м;

марка проводу – ПВ 3–1,0–0,66;

– ЕП світильники (заготівельна дільниця): $I_H = 0,889 \text{ A}$;

$I_{\text{Доп}} = 16 \cdot 0,8 = 12,8 \text{ A}$; січення провідників – $1,0 \text{ мм}^2$;

довжина відрізка лінії – 14 м;

марка проводу – ПВ 3–1,0–0,66;

– ЕП світильники (коридор): $I_H = 1,330 \text{ A}$; $I_{\text{Доп}} = 16 \cdot 0,8 = 12,8 \text{ A}$;

січення провідників – $1,0 \text{ мм}^2$; довжина відрізка лінії – 8 м;

марка проводу – ПВ 3–1,0–0,66;

ЩО – світильники: $I_H = 5,780 \text{ A}$; $I_{\text{Доп}} = 16 \cdot 0,8 = 12,8 \text{ A}$;

січення провідників – $1,0 \text{ мм}^2$; довжина відрізка лінії – 65 м;

марка проводу – ПВ 3–1,0–0,66;

ВРП – ЩО: $I_H = 2,982 + 8,947 + 5,780 = 17,709 \text{ A}$; $I_{\text{Доп}} = 25 \cdot 0,8 = 20 \text{ A}$;

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

КРБ 19-062.00.00.000 ПЗ

січення провідників – $2,5 \text{ мм}^2$; довжина відрізка лінії – 3 м ;
марка проводу – *ПВ 3–2,5–0,66*;

КТП – ВРП (ШС+ЩО): $I_H = 93,195 + 17,709 = 110,91 \text{ А}$;

$I_{\text{Доп}} = 150 \cdot 0,8 = 120 \text{ А}$; січення провідників – 50 мм^2 ;
довжина відрізка лінії – 30 м ;

марка кабелю – *АВБбШв 3×50+1×25* – відкрита проводка.

3.2 Кабельний журнал

Провід з мідною жилою в ПВХ–оболонці, підвищеної гнучкості марки ПВ3–1,0–0,66 ГОСТ 6323–79 – 900 м .

Провід з мідною жилою в ПВХ–оболонці, підвищеної гнучкості марки ПВ3–1,5–0,66 ГОСТ 6323–79 – 35 м .

Провід з мідною жилою в ПВХ–оболонці, підвищеної гнучкості марки ПВ3–2,5–0,66 ГОСТ 6323–79 – 130 м .

Провід з мідною жилою в ПВХ–оболонці, підвищеної гнучкості марки ПВ3–4,0–0,66 ГОСТ 6323–79 – 25 м .

Кабель з ПВХ–самозатухаючою ізоляцією та ПВХ–оболонкою, без захисної броні марки ПсВГ3х10+1х6 ГОСТ 16442–80 – 5 м .

Кабель з ПВХ–самозатухаючою ізоляцією та ПВХ–оболонкою, без захисної броні марки ПсВГ3х35+1х16 ГОСТ 16442–80 – 3 м .

Кабель силовий броньований з ПВХ–ізоляцією та шлангом марки АВБбШв3х50+1х25 ГОСТ 16442–80 – 30 м .

3.3 Вибір захисної апаратури електромережі лабораторії

3.3.1 Вибір запобіжників.

Запобіжники електроприймачів (див. листи *КРБ 19–062.03.00.000* та *КРБ 19–062.04.00.000*) вибираємо, виходячи з умов їх увімкнення згідно таких виразів:

					КРБ 19-062.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$I_{п.у} \geq \frac{I_{пк}}{\alpha},$$

де $I_{п.у}$ – струм плавкої уставки запобіжника, A ;

$I_{пк}$ – піковий струм при увімкненні електроприймача, A ;

α – коеф. умов увімкнення електроприймача ($\alpha = 2,5$; $\alpha = 2,0$; $\alpha = 1,6$);

$$I_{пк} = k_{п} \cdot I_{н},$$

де $k_{п}$ – кратність струму ($k_{п} = 5$, $k_{п} = 3$; $k_{п} = 2$);

$I_{н}$ – ном. струм електроприймача, A .

Таким чином, типи запобіжників та їх плавкі уставки матимуть такі значення:

ШС: ЕП 1.1.2–1.2.1–1.3.1: $I_{н} = 43,627 A$; $I_{пк} = 3 \cdot 43,627 = 130,88 A$;

$$I_{п.у} \geq \frac{130,88}{2,5} = 52,352[A];$$

запобіжник ППНИ–33–00 (63 A);

ЕП В1–1.6: $I_{н} = 11,30 A$; $I_{пк} = 5 \cdot 11,30 = 56,50 A$;

$$I_{п.у} \geq \frac{56,50}{2,0} = 28,25[A];$$

запобіжник ППНИ–33–00 (32 A);

ЕП 3.1–3.3–3.2–3.4: $I_{н} = 16,198 A$; $I_{пк} = 5 \cdot 16,198 = 80,99 A$;

$$I_{п.у} \geq \frac{80,99}{2,5} = 32,396[A];$$

запобіжник ППНИ–33–00 (32 A);

ЕП 2.1–2.2–2.3–2.4: $I_{н} = 22,03 A$; $I_{пк} = 5 \cdot 22,03 = 110,15 A$;

$$I_{п.у} \geq \frac{110,15}{2,5} = 44,06[A];$$

запобіжник ППНИ–33–00 (40 A);

ВРП: ШС: $I_{н} = 43,627 + 11,3 + 16,198 + 22,03 = 93,155 A$;

$$I_{пк} = 3 \cdot 93,155 = 279,465 A;$$

$$I_{п.у} \geq \frac{279,465}{2,5} = 111,79[A];$$

					КРБ 19-062.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

запобіжник ППНИ-35-1 (125 А);

ЩО (р1): ЕП 1.1.3-1.2.2-1.5-1.7-1.8: $I_H = 2,982 \text{ А}$;

$$I_{ПК} = 3 \cdot 2,982 = 8,946 \text{ А};$$

$$I_{п.у} \geq \frac{8,946}{2,5} = 3,578[\text{А}];$$

запобіжник ППНИ-33-00 (4 А);

ЩО (р2): ЕП 2.1-2.2-2.3-3.1-3.4-3.5: $I_H = 8,947 \text{ А}$;

$$I_{ПК} = 3 \cdot 8,947 = 26,841 \text{ А};$$

$$I_{п.у} \geq \frac{26,841}{2,5} = 10,736[\text{А}];$$

запобіжник ППНИ-33-00 (10 А);

ВРП: ЩО: $I_H = 2,982 + 8,947 + 5,780 = 17,709 \text{ А}$;

$$I_{ПК} = 3 \cdot 17,709 = 53,127 \text{ А};$$

$$I_{п.у} \geq \frac{53,127}{2,5} = 21,251[\text{А}];$$

запобіжник ППНИ-33-00 (32 А);

ВРП: ШС-ЩО (розетки + освітлення): $I_H = 43,627 + 11,3 + 16,198 + 22,03 +$

$$2,982 + 8,947 + 5,780 = 110,90 \text{ А};$$

$$I_{ПК} = 3 \cdot 110,90 = 332,70 \text{ А};$$

$$I_{п.у} \geq \frac{332,70}{2,5} = 133,80[\text{А}]$$

запобіжник ППНИ-37-2 (160 А).

3.3.2 Вибір автоматичних вимикачів.

Автоматичний вимикач (АВ) вибираємо з умови:

$$I_{НОМ} > (1,1 \dots 1,3) \cdot I_H,$$

де $I_{НОМ}$ – ном. струм АВ, А;

I_H – ном. струм ЕП, А.

Струм спрацювання відсічки електромагнітного роз'єднувача перевіряємо згідно максимального пікового струму:

					КРБ 19-062.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$I_{ВДС} \geq (1,25 \dots 1,35) \cdot I_{ПК},$$

де $I_{ПК}$ – піковий струм ЕП, А.

Вставку теплового розчіплювача вибираємо з умови:

$$I_T \geq (1,1 \dots 1,2) \cdot I_H.$$

Таким чином, типи автоматичних вимикачів та їх роз'єднувачі матимуть такі значення:

ШС: ЕП1.1.2: $I_H = 18,449 \text{ А}; I_{ПК} = 3 \cdot 18,449 = 55,347 \text{ А};$

$$I_{НОМ} = 1,3 \cdot I_H = 23,984 \text{ А}; I_{ВДС} \geq 1,35 \cdot 55,347 = 74,719 \text{ А};$$

$$I_T = 1,2 \cdot 18,449 = 22,138 \text{ А};$$

автоматичний вимикач ВА 88–32; $I_{НОМ}, \text{ А}: 125; I_P, \text{ А}: 32;$

ЕП1.2.1: $I_H = 16,93 \text{ А}; I_{ПК} = 3 \cdot 16,930 = 50,79 \text{ А};$

$$I_{НОМ} = 1,3 \cdot I_H = 22,009 \text{ А}; I_{ВДС} \geq 1,35 \cdot 50,79 = 68,565 \text{ А};$$

$$I_T = 1,2 \cdot 16,93 = 20,316 \text{ А};$$

автоматичний вимикач ВА 88–32; $I_{НОМ}, \text{ А}: 125; I_P, \text{ А}: 32;$

ЕП1.3.1: $I_H = 8,248 \text{ А}; I_{ПК} = 3 \cdot 8,248 = 24,744 \text{ А};$

$$I_{НОМ} = 1,3 \cdot I_H = 10,722 \text{ А}; I_{ВДС} \geq 1,35 \cdot 24,744 = 33,405 \text{ А};$$

$$I_T = 1,2 \cdot 8,248 = 9,898 \text{ А};$$

автоматичний вимикач ВА 88–32; $I_{НОМ}, \text{ А}: 125; I_P, \text{ А}: 12,5;$

ЕП В1: $I_H = 4,178 \text{ А}; I_{ПК} = 5 \cdot 4,178 = 20,890 \text{ А};$

$$I_{НОМ} = 1,3 \cdot I_H = 5,431 \text{ А}; I_{ВДС} \geq 1,35 \cdot 20,890 = 28,202 \text{ А};$$

$$I_T = 1,2 \cdot 4,178 = 5,014 \text{ А};$$

контактор КМИ–10960; 9 А; РТИ–1314; 4,0 кВт;

ЕП1.6: $I_H = 7,122 \text{ А}; I_{ПК} = 5 \cdot 7,122 = 35,61 \text{ А};$

$$I_{НОМ} = 1,3 \cdot I_H = 9,259 \text{ А}; I_{ВДС} \geq 1,35 \cdot 35,61 = 48,074 \text{ А};$$

$$I_T = 1,2 \cdot 7,122 = 8,546 \text{ А};$$

автоматичний вимикач ВА 88–32; $I_{НОМ}, \text{ А}: 125; I_P, \text{ А}: 12,5;$

ЕП3.1: $I_H = 2,849 \text{ А}; I_{ПК} = 5 \cdot 2,849 = 14,245 \text{ А};$

$$I_{НОМ} = 1,3 \cdot I_H = 3,704 \text{ А}; I_{ВДС} \geq 1,35 \cdot 14,245 = 19,231 \text{ А};$$

$$I_T = 1,2 \cdot 2,849 = 3,419 \text{ А};$$

автоматичний вимикач ВА 88–32; $I_{НОМ}, \text{ А}: 125; I_P, \text{ А}: 12,5;$

					КРБ 19-062.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЕПЗ.3: $I_H = 6,512 \text{ A}; I_{\text{ПК}} = 5 \cdot 6,512 = 32,56 \text{ A};$

$I_{\text{НОМ}} = 1,3 \cdot I_H = 8,465 \text{ A}; I_{\text{ВДС}} \geq 1,35 \cdot 32,56 = 43,956 \text{ A};$

$I_T = 1,2 \cdot 6,512 = 7,814 \text{ A};$

автоматичний вимикач ВА 88–32; $I_{\text{НОМ}}, \text{ A: } 125; I_P, \text{ A: } 12,5;$

ЕПЗ.2: $I_H = 4,558 \text{ A}; I_{\text{ПК}} = 5 \cdot 4,558 = 22,79 \text{ A};$

$I_{\text{НОМ}} = 1,3 \cdot I_H = 5,925 \text{ A}; I_{\text{ВДС}} \geq 1,35 \cdot 22,79 = 30,766 \text{ A};$

$I_T = 1,2 \cdot 4,558 = 5,470 \text{ A};$

автоматичний вимикач ВА 88–32; $I_{\text{НОМ}}, \text{ A: } 125; I_P, \text{ A: } 12,5;$

ЕПЗ.4: $I_H = 2,279 \text{ A}; I_{\text{ПК}} = 5 \cdot 2,279 = 11,395 \text{ A};$

$I_{\text{НОМ}} = 1,3 \cdot I_H = 2,963 \text{ A}; I_{\text{ВДС}} \geq 1,35 \cdot 11,395 = 15,382 \text{ A};$

$I_T = 1,2 \cdot 2,279 = 2,735 \text{ A}$

автоматичний вимикач ВА 88–32; $I_{\text{НОМ}}, \text{ A: } 125; I_P, \text{ A: } 12,5;$

ЕП2.1: $I_H = 9,496 \text{ A}; I_{\text{ПК}} = 5 \cdot 9,496 = 47,480 \text{ A};$

$I_{\text{НОМ}} = 1,3 \cdot I_H = 12,345 \text{ A}; I_{\text{ВДС}} \geq 1,35 \cdot 47,480 = 64,098 \text{ A};$

$I_T = 1,2 \cdot 9,496 = 11,395 \text{ A};$

автоматичний вимикач ВА 88–32; $I_{\text{НОМ}}, \text{ A: } 125; I_P, \text{ A: } 12,5;$

ЕП2.2–2.3: $I_H = 0,716 + 3,571 = 4,287 \text{ A}; I_{\text{ПК}} = 5 \cdot 4,287 = 21,435 \text{ A};$

$I_{\text{НОМ}} = 1,3 \cdot I_H = 5,573 \text{ A}; I_{\text{ВДС}} \geq 1,35 \cdot 21,435 = 28,937 \text{ A};$

$I_T = 1,2 \cdot 4,287 = 5,145 \text{ A};$

автоматичний вимикач ВА 88–32; $I_{\text{НОМ}}, \text{ A: } 125; I_P, \text{ A: } 12,5;$

ЕП2.4: $I_H = 8,287 \text{ A}; I_{\text{ПК}} = 3 \cdot 8,287 = 24,861 \text{ A};$

$I_{\text{НОМ}} = 1,3 \cdot I_H = 10,773 \text{ A}; I_{\text{ВДС}} \geq 1,35 \cdot 24,861 = 33,562 \text{ A};$

$I_T = 1,2 \cdot 8,287 = 9,945 \text{ A}$

автоматичний вимикач ВА 88–32; $I_{\text{НОМ}}, \text{ A: } 125; I_P, \text{ A: } 12,5;$

ШС (QF1): $I_H = 43,627 + 11,3 + 16,198 + 22,03 = 93,155 \text{ A};$

$I_{\text{ПК}} = (93,155 - 43,627) + 3 \cdot 43,627 = 180,409 \text{ A};$

$I_{\text{НОМ}} = 1,3 \cdot I_H = 121,102 \text{ A}; I_{\text{ВДС}} \geq 1,35 \cdot 180,409 = 243,552 \text{ A};$

$I_T = 1,2 \cdot 93,155 = 111,786 \text{ A}$

автоматичний вимикач ВА 88–35; $I_{\text{НОМ}}, \text{ A: } 250; I_P, \text{ A: } 125;$

ЩО (QF19–розетки: ЕП1.1.3–1.2.2–1.5–1.7–1.8–2.1–2.2–2.3–3.1–3.4–3.5):

					КРБ 19-062.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$I_H = 2,982 + 8,947 = 11,929 \text{ A};$$

$$I_{ППК} = (11,929 - 8,947) + 3 \cdot 8,947 = 29,823 \text{ A};$$

$$I_{НОМ} = 1,3 \cdot I_H = 15,508 \text{ A};$$

$$I_{ВДС} \geq 1,35 \cdot 29,823 = 40,261 \text{ A}; I_T = 1,2 \cdot 11,929 = 14,415 \text{ A};$$

автоматичний вимикач *C60L 3P 15 кА С*; $I_{НОМ}$, А: 63; I_P , А:

16;

пристрій захисного відключення *ПЗВ-2001-2р*

(габарит - 16 А; струм витоку - 30 мА);

ЩО (QF20—освітлення дільниці спектрометрії): $I_H = 2,668 \text{ A};$

$$I_{ППК} = 2 \cdot 2,668 = 5,336 \text{ A};$$

$$I_{НОМ} = 1,3 \cdot I_H = 3,468 \text{ A};$$

$$I_{ВДС} \geq 1,35 \cdot 5,336 = 7,204 \text{ A}; I_T = 1,2 \cdot 2,668 = 3,202 \text{ A};$$

автоматичний вимикач *C60L 1P 15 кА С*; $I_{НОМ}$, А: 63; I_P , А:

16;

ЩО (QF21—освітлення коридору): $I_H = 1,334 \text{ A}; I_{ППК} = 2 \cdot 1,334 = 2,668 \text{ A};$

$$I_{НОМ} = 1,3 \cdot I_H = 1,734 \text{ A};$$

$$I_{ВДС} \geq 1,35 \cdot 2,668 = 3,602 \text{ A}; I_T = 1,2 \cdot 1,334 = 1,601 \text{ A};$$

автоматичний вимикач *C60L 1P 15 кА С*; $I_{НОМ}$, А: 63; I_P , А:

16;

ЩО (QF22—освітлення заготівельної дільниці): $I_H = 0,889 \text{ A};$

$$I_{ППК} = 2 \cdot 0,889 = 1,778 \text{ A}; I_{НОМ} = 1,3 \cdot I_H = 1,156 \text{ A};$$

$$I_{ВДС} \geq 1,35 \cdot 1,778 = 2,40 \text{ A}; I_T = 1,2 \cdot 0,889 = 1,067 \text{ A};$$

автоматичний вимикач *C60L 1P 15 кА С*; $I_{НОМ}$, А: 63; I_P , А:

16;

ЩО (QF23—освітлення дільниці механічних випробувань): $I_H = 0,889 \text{ A};$

$$I_{ППК} = 2 \cdot 0,889 = 1,778 \text{ A}; I_{НОМ} = 1,3 \cdot I_H = 1,156 \text{ A};$$

$$I_{ВДС} \geq 1,35 \cdot 1,778 = 2,40 \text{ A}; I_T = 1,2 \cdot 0,889 = 1,067 \text{ A};$$

автоматичний вимикач *C60L 1P 15 кА С*; $I_{НОМ}$, А: 63; I_P , А:

16;

ЩО (QF24—резерв): *C60L 3P 15 кА С*; $I_{НОМ}$, А: 63; I_P , А: 16; *ПЗВ-2001-2р*;

					КРБ 19-062.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВРП (QF18 – (ШС+ЩО)): $I_H = 97,373 + 5,780 + 11,929 = 115,082 \text{ A}$;

$I_{ПК} = (115,082 - 97,373) + 3 \cdot 97,373 = 309,828 \text{ A}$;

$I_{НОМ} = 1,3 \cdot I_H = 149,607 \text{ A}$; $I_{ВДС} \geq 1,35 \cdot 309,828 = 418,268 \text{ A}$;

$I_T = 1,2 \cdot 115,082 = 138,098 \text{ A}$;

автоматичний вимикач ВА 88–37; $I_{НОМ}, \text{ A}: 400$; $I_P, \text{ A}: 250$.

Проектне рішення:

- на ВРП встановити центральний комутуючий пристрій – рубильник типу РРБ 3–2 (рубильник з бічним (Б) приводом (П) триполюсний (3) на номінальну силу струму 250 А (габарит 2));

- у приміщеннях лабораторії встановити побутові вимикачі з клавішним приводом: 2шт. однополюсних С1-05-6/220 та 2шт. двополюсних С2-06-6/220;

- на щитку освітлювальному встановити автоматичні вимикачі однополюсні типу С60L 1P 15 кА С (ном.-63; розчіплювач-16А) -4шт. (для світильників на ділянках) та автоматичні вимикачі для розеток з розчіплювачами струму в нульовому проводі типу С60L 2P 15 кА С – 2шт.;

- проводку для світильників провести прихованою всередині приміщень ділянок проводами: АПВ-2,5=30 м; АППВ2х2,5=20 м; АППВ3х2,5=15 м; коробки з'єднувальні під'єднати до щитка освітлювального проводом: ПВ 3–1,0–0,66=70 м;

- у приміщеннях встановити світильники з люмінесцентними лампами ЛБ 36(40): ЛПО 21-2х40 - 12шт. та ЛПО 21-4х40 - 7шт.

3.4 Розрахунок максимальних струмів кіл навантаження силового трансформатора

У вторинних колах силових трансформаторів можуть протікати струми коротких замикань різної величини. На механічному заводі металоконструкцій електропостачання споживачів здійснюється за допомогою трансформаторів номінальною потужністю $S_{НОМ} = 630 \text{ кВ}\cdot\text{А}$.

					КРБ 19-062.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Опір кола трифазного к.з. в т. *K1* сумарний:

$$Z_{\Sigma}^{(3)} = \sqrt{(R_{\Sigma}^{(3)})^2 + (X_{\Sigma}^{(3)})^2};$$

$$(R_{\Sigma}^{(3)}) = R_T + R_{III} + R_a + R_K + R_{T.T}; \quad (X_{\Sigma}^{(3)}) = X_T + X_{III} + X_a + X_{T.T},$$

де R_a, X_a - опори котушок розчіплювачів макс. струму АВ (табл. 3.1);

R_K - перехідні опори контактів (табл. 3.2);

R_{TC}, X_{TC} - опори обвиток тр-ра струму (табл. 3.3).

$$R_{\Sigma 1}^{(3)} = 1,02 + 0,5 + 0,25 + 0,12 + 0,2 = 2,09 \text{ мОм};$$

$$X_{\Sigma 1}^{(3)} = 4,85 + 2,25 + 0,094 + 0,3 = 7,50 \text{ мОм};$$

$$Z_{\Sigma 1}^{(3)} = \sqrt{2,09^2 + 7,50^2} = 7,79 \text{ мОм};$$

Струму трифазного к.з. діюче значення:

$$I_{к.з.}^{(3)} = \frac{U_{ср.ном.}}{\sqrt{3} \cdot Z_{\Sigma 1}^{(3)}}; \quad I_{к.з.}^{(3)} = \frac{380}{\sqrt{3} \cdot 7,79 \cdot 10^{-3}} = 28,2 \cdot 10^3 \text{ А} \approx 28 \text{ кА}.$$

Струм к.з. від системи ударний:

$$i_{к.з.}^{(3)} = \sqrt{2} k_{y.c.} \cdot I_{к.з.}^{(3)}; \quad i_{к.з.}^{(3)} = \sqrt{2} \cdot 1,4 \cdot 28 = 55,4 \cdot 10^3 \text{ А} \approx 55 \text{ кА}.$$

Для визначення ударного струму сумарного визначаємо струми к.з. від асинхронних двигунів (№ позиції на плані: 1.6; 2.1; 2.2; 2.3; 3.1; 3.2; 3.3; 3.4; В1):

$$\Sigma i_{y.д.} \approx 6,5 \Sigma I_{ном.д.}; \quad \Sigma i_{y.д.} \approx 6,5 \cdot 41,29 = 268,39 \text{ А} \approx 210 \text{ А} = 0,27 \text{ кА}.$$

Струм ударний сумарний в т. *K1*:

$$i_{y.\Sigma}^{(3)} = i_{y.c}^{(3)} + \Sigma i_{y.д.}; \quad i_{y.\Sigma}^{(3)} = 55,4 + 0,27 = 55,67 [\text{кА}].$$

Струми к.з. в т. *K2* визначаємо аналогічно, починаючи з відносних опорів елементів схеми.

$$Z_{\Sigma 2}^{(3)} = \sqrt{(R_{\Sigma 2}^{(3)})^2 + (X_{\Sigma 2}^{(3)})^2};$$

$$R_{\Sigma 2}^{(3)} = R_{\Sigma 1}^{(3)} + R_{III} + R_{II}; \quad X_{\Sigma 2}^{(3)} = X_{\Sigma 1}^{(3)} + X_{III} + X_{II};$$

$$R_{\Sigma 2}^{(3)} = 2,09 + 0,5 + 0,1 = 2,60 \text{ мОм}; \quad X_{\Sigma 2}^{(3)} = 7,5 + 2,25 + 0,05 = 9,80 \text{ мОм};$$

										Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

КРБ 19-062.00.00.000 ПЗ

Таблиця 3.2 - Перехідні опори контактів розмикачів

Ном. струм, A	50	100	200	400	600	1000	1600
R_K (АВ), МОм	1,3	0,75	0,6	0,4	0,25	-	-
R_K (рубильник), МОм	-	0,5	0,4	0,2	0,15	0,08	-

Таблиця 3.3 - Опори обвиток трансформатора струму

Коеф. трансформації тр-ра струму	100/5	150/5	200/5	300/5	400/5
X_{TC} , МОм	2,7	1,2	0,67	0,3	0,17
R_{TC} , МОм	1,7	0,75	0,42	0,2	0,17

3.5 Вибір марки і перерізу високовольтних струмовідних частин центру живлення

Для живлення двотрансформаторної підстанції приймаємо дві високовольтні кабельні лінії напругою 10 кВ.

Струм навантаження розрахунковий:

$$I_P = \frac{\sqrt{P_P^2 + (Q_P - Q_{KH})^2}}{n \cdot \sqrt{3} \cdot U_H} [A]; \quad I_P = \frac{\sqrt{631^2 + (634 - 220)^2}}{2 \cdot \sqrt{3} \cdot 10} = 22,197 \text{ A}.$$

Січення жил кабелів:

$$S_{EK} = \frac{I_P}{j_{EK}} \text{ мм}^2; \quad S_{EK} = \frac{22,197}{1,4} = 15,86 \text{ мм}^2.$$

Вибираємо кабель типу ААШнг 3х16+1х10.

Січення кабелю перевіряємо допустимим струмом нагріву за умовою:

$$I_P \leq K_{PP} \cdot I_{доп} [A].$$

$$I_P = 22,2 \leq 0,95 \cdot I_{доп} = 0,95 \cdot 75 = 71,25 [A].$$

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

КРБ 19-062.00.00.000 ПЗ

Січення кабелю перевіряємо допустимим струмом нагріву в післяаварійному режимі, тобто при відключенні одного кабелю, за умовою:

$$1,4 \cdot I_p \leq 1,3 \cdot I_{\text{доп}} \cdot K_{\text{пр}} [A],$$

$$1,4 \cdot 22,2 = 31,08 \leq 1,3 \cdot 75 \cdot 0,95 = 92,62 [A].$$

Отже, вибраний кабель відповідає умовам роботи в нормальному та післяаварійному режимах.

					КРБ 19-062.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Безпека життєдіяльності на підприємстві з переробки металу

При проведенні будь-яких робіт з металом (зварювання, різання, литво) життєво необхідно знати правила безпечного проведення цих робіт. Наприклад, зварювальні роботи заборонені, якщо недалеко від місця зварювання розташовуються легкозаймисті або вогненебезпечні предмети, а також що зварювання під час дощу і вночі теж заборонено.

Для обробки металу використовуються різні пристрої і технології. Це лиття, обробка металевих виробів під високим тиском за допомогою верстатів, а також зварювання. Всі ці методи застосовуються послідовно або ж комбінуються один з одним.

Але для того, щоб подібні роботи проходили безпечно, важливо створити необхідні умови на робочому місці і в подальшому дотримуватися правил життєдіяльності при роботі з металом.

Обробка металу представляє собою процес впливу на матеріал з метою створення необхідних деталей згідно заданих параметрів. Робітники, які виконують листову металообробку, повинні працювати тільки в рукавицях, що дозволить їм уникнути порізів, опіків та ін.. Метал при підвищеній температурі не змінює свого кольору, тому відрізнити його від холодного вкрай складно.

Всі інструменти повинні знаходитися на своїх місцях і використовуватися тільки за призначенням. Необхідно берегти робочий інструмент і техніку від забруднень, не класти на них сторонні предмети, які можуть сприяти аварійним ситуаціям. Важливо стежити за тим, щоб всі деталі на верстаті були міцно закріплені.

Причини нещасних випадків можуть бути різними, але при роботі на

					КРБ 19-062.00.00.000 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Санчела С.Ю.			4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Вакуленко О.О.						7
Консультант						ТНТУ, ФПТ, гр. ЕТзс-42		
Н. Конт.		Вакуленко О.О.						
Зав. каф.		Тарасенко М.Г.						

розточувальних верстатах найпоширенішими вважаються опіки, засмічення очей дрібною стружкою і частинками шліфувального круга. Всі ці випадки можуть статися, якщо не дотримуються правила техніки безпеки.

При роботі з листовим металом вони повинні проводитися у вентильованому і досить добре освітленому приміщенні. Стіни та підлога обов'язково повинні бути виконані з вогнетривкого матеріалу - цегли або бетону. Для роботи з листовим металом обов'язковим є металічний стіл.

Забороняється проводити роботи в безпосередній близькості від легкозаймистих, горючих матеріалів, таких як бензин, гас, стружка тощо. Забороняється проводити роботи у вологому приміщенні або в мокрому взутті.

Одяг повинен бути з досить щільного матеріалу, щоб її не могли пропалити випадкові іскри під час роботи з листовим металом. Руки і ноги повинні бути закриті повністю. На одязі не повинно бути шнурків, клаптів і ниток, так як вони можуть намотатися на обертові елементи інструменту або спалахнути. Необхідно обов'язково використовувати рукавиці з щільного матеріалу і захисну маску або прозорий щиток (в залежності від характеру виконуваних робіт).

Всі електричні проводи і з'єднання повинні бути цілими, без надривів і порушень ізоляції, тому що ураження електричним струмом при подібних роботах досить ймовірне.

При зварювальних роботах в тісних і закритих приміщеннях необхідно робити часті перерви. На кожне зварювальне робоче місце необхідно виділити мінімум 4 квадратних метри з проміжками між робочими місцями не менше 80 сантиметрів. Поруч з цим приміщенням постійно повинен бути присутнім ще один зварювальник для виконання функції спостерігача.

При виконанні будь-якого зварювального процесу працівнику необхідно одягнутися в повністю застібнутий робочий захисний одяг, також обов'язкові закриті захисні окуляри.

При недостатньому освітленні потрібно користуватися електричними лампами з напругою 12 вольт.

					КРБ 19-062.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Техніка безпеки при роботі з металами категорично забороняє розташовувати газові шланги між ніг, під пахвою або на плечах. Зварювальник повинен тримати газові шланги збоку від себе. Під час перерв потрібно погашати полум'я пальника і щільно закривати всі вентиля труб.

При витоку горючих газів або кисню необхідно призупинити всі зварювальні роботи в приміщенні, виявити місце витоку, ізолювати його і провітрити приміщення.

На випадок загоряння рідкого пального на робочому місці необхідно тримати вогнегасники, відра з піском і деяку кількість вогнетривкого брезенту. Категорично забороняється гасити полум'я водою.

Для підвищення працездатності й запобігання хворіб виробничого персоналу передбачається створити стабільні метеорологічні умови - мікроклімат повітряного середовища з контрольованими і регульованими параметрами: температура, відносна вологість, швидкість руху повітря.

Значне коливання параметрів мікроклімату приводить до порушення терморегуляції організму, тобто здатності організму підтримувати постійну температуру тіла. Це призводить до порушення систем кровообігу, нервової і потовидільної, що може визвати підвищення або пониження температури тіла, слабкість, зомління, привести до зниження працездатності і до професійних захворювань.

Гранично-допустимі концентрації шкідливих речовин у повітрі на постійних та непостійних робочих місцях технологічного процесу обробки металів підприємства, що піддається реконструкції, згідно гігієнічних нормативів ГН 2.2.5.686-98 «Гранично допустимі концентрації (ГДК) шкідливих речовин в повітрі робочої зони» такі, $мг/м^3$: акролеїн - 0,7; пари соляної і азотної кислот - 5,0; пил штучних абразивів - 1,0; пари свинцю - 0,01; марганцю - 0,3; молібдену - 6,0; міді - 1,0; вольфраму - 0,1; ванадію - 6,0; окислів азоту - 5,0; озону - 0,1; ацетону - 200; скипидару - 300; уайт-спириту - 300; пилу з вмістом двоокису кремнію від 2% до 10% - $4,0^3$; сажі - 4.

					КРБ 19-062.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для зниження рівня шуму на робочих місцях, джерелом яких є силові агрегати металооброблювальних та штампувально-зварювальних станків, ливарних машин, трансформатор живлячої силової мережі використовують такі організаційно - технічні заходи: установлення кожухів та екранів, використання віброізолюючих фундаментів і амортизаторів під обладнання для недопущення передачі вібрацій на будівельні конструкції; облицювання звукопоглинаючими матеріалами стін і стелі приміщень.

Для запобігання попадання абразивного пилю на тіло, в легені та слизову оболонку усі працівники повинні бути забезпечені робочим спецодягом, штанами, головними уборами; на робочих місцях, де присутні пари металів, сажа та кремнистий пил, крім попередніх заходів, додатково застосовуються респіратори або марлеві пов'язки.

Всі робочі місця, у повітряному просторі яких присутні сторонні домішки, обладнуються як місцевою, так і загально-цеховою вентиляцією.

4.2 Заходи з охорони праці в аналітичній лабораторії металопереробного підприємства

Проведення аналізів та випробувань в аналітичній лабораторії заводу металопродукції супроводжується такими шкідливими факторами дії на організм людини:

- пари кислот та лугів при хімічному та електролітичному травленні металів;
- пил штучних абразивів при операціях заточування, шліфування та полірування сухим способом мікрошліфів металів;
- пари металів, озон та ін. сполуки, що утворюються у приміщенні лабораторії при охолодженні парів металів під час проведення візуального спектрального аналізу;
- виділення акролеїну при проведенні гартування зразків металів в оливі;
- статична електрика при роботі на шліфувально – полірувальному

					КРБ 19-062.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

верстаті (допустимий струм – 500 мА протягом 0,1 с);

– уламки досліджуваних зразків та деталей, механічні забої від пружних деталей та матеріалів;

– уражувальна дія електричного струму обладнання лабораторії.

При проведенні аналізів чи випробувальних робіт на робочих місцях лабораторії необхідно бути уважним, не відволікатися на сторонні справи та розмови, не відволікати інших; не допускати на своє робоче місце осіб, що не мають відношення до виконуваної роботи; постійно слідкувати за справністю обладнання, приладів й пристосіблень.

Оскільки проведення металознавчого аналізу чи підготування зразків для механічних випробувань металів супроводжується паро–пилевиділеннями у повітряну зону робочих місць, а також нагріванням зразків металів та окремих вузлів устаткування обов’язково необхідно:

– увімкнути загальну (місцеву) витяжну вентиляцію, слідкувати за справною її роботою. Негайно припинити роботу при виході з ладу витяжної вентиляції;

– при роботі на точильному верстаті круг, що був попередньо оглянутий на відсутність тріщин, піддати короткотерміновому обертанню вхолосту на робочій швидкості (при діаметрі круга до 400 мм – протягом 2 хв.; при діаметрі вище 400 мм – протягом 5 хв.). Діаметр отвору круга повинен перевищувати діаметр шпинделя на (0,1...1,5) мм в залежності від розміру зовнішнього діаметра круга. При обробці абразивним кругом деталей товщиною більше 2 мм, що утримуються в руках, застосування підставки є обов’язковим;

– під час роботи точильного верстату необхідно стояти збоку відносно площини обертання круга. Деталь для абразивної обробки підводити до круга плавно, не допускаючи ударів та поштовхів деталі об круг; не дозволяється проводити обробку деталей на точильно–шліфувальних верстатах у рукавицях;

– при травленні мікрошліфів металічних зразків працювати у кислото–лугостійких рукавицях. Температура соляної кислоти не повинна перевищувати 35⁰С, сірчаної кислоти – 65⁰С;

					КРБ 19-062.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– для гартування металічних зразків застосовувати оливу з температурою спалаху не нижче 170°C (індустріальна І–12, циліндрова). Максимальна температура нагріву оливи при гартуванні не повинна перевищувати $(80\dots 85)^{\circ}\text{C}$. Для контролю температури оливи повинен бути встановлений термометр. У випадку спалаху оливи необхідно припинити гартування й накрити бак з оливою кришкою, що не буде пропускати повітря у зону горіння;

– не допускати високотемпературного нагріву у печі одночасно деталей з алюмінієвих сплавів та чорних металів, так як дюралюмінієвий пил та окалина заліза утворюють вибухонебезпечну суміш – терміт;

– при проведенні механічних випробувань встановлювати та знімати досліджувані зразки необхідно тільки після повної зупинки рухомих частин обладнання у зоні випробування; не працювати без захисної огорожі або кожуху, що прикриває досліджуваний зразок; не брати та не подавати через зону випробування будь-які предмети;

– обов'язково зупинити хід випробування при відлученні, навіть короткотерміновому, тимчасовому припиненні роботи, перерві у подачі електроенергії; виявленні несправності; установці, зніманні чи заміру досліджуваного зразка; виявленні обриву відводу заземлення чи заземлювальної шини, розкриття зовнішніх захисних елементів електроприводу;

– не допускається вивільнення навантаженого досліджуваного зразка із затискних пристосіблень обладнання.

Під час роботи необхідно дотримуватися наступних правил:

- не перевіряти на дотик наявність напруги та нагрів струмовідних частин;
- не заміряти напруги та струми переносними приладами з неізольованими проводами та щупами;
- не замінювати запобіжників у ввімкненого електрообладнання;
- не працювати на високовольтних установках без захисних засобів.

Роботи, які виконуються у лабораторії, відносяться до розряду зорових робіт IV (III) категорії у відповідності з ДБН В.2.5-28:2018 «Природне та

					КРБ 19-062.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

штучне освітлення. Інженерне обладнання будинків та споруд».

Для запобігання погіршення зору застосовується своєчасна заміна відпрацьованих ламп світильників, регулярне миття світильників, регулювання потужності за нормою освітленості.

Всі робочі місця, у повітряному просторі яких присутні сторонні домішки, обладнані як місцевою, так і загальною лабораторною вентиляцією.

У лабораторії використовується електрообладнання, вибір якого і встановлення виконані у відповідності до вимог ДНАОП 0.00-1.32-2001 «Правила улаштування електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок». Переносний електричний інструмент використовується тільки такий, що має відповідну ступінь захисту оболонок.

Електроустановки в пожежонебезпечних зонах мають апарати, які відключають взагалі або частково лабораторне устаткування у випадках аварій і пожеж. Для цієї мети передбачаються автоматичні вимикачі. Обсяг вимикання визначається технологією виробництва з врахуванням місця, небезпечності та охопленості пожежею технологічного устаткування.

Приміщення лабораторії має електроапарат для відключення ззовні силових і освітлювальних мереж незалежно від наявності апаратів для відключення всередині ввідного пристрою світильників. В освітлювальній мережі проводи захищаються від перевантажень. Кабелі і проводи мають оболонку і покриття з матеріалів, що не розповсюджують горіння.

Заземлення електрообладнання і вирівнювання потенціалів здійснюється відповідно до розділу 1.7 ПУЕ.

Таким чином, система пожежобезпечності є складовою частиною заходів щодо забезпечення безпечних умов праці. Кожна дільниця підприємства, в тому числі і аналітична лабораторія, має план евакуації працівників при загрозі і під час пожежі, а складові протипожежного захисту забезпечують відсутність задимлення на шляхах евакуації та пожежосповіщення.

					КРБ 19-062.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В кваліфікаційній роботі на тему: «Система електропостачання аналітичної лабораторії заводу металоконструкцій» розроблено систему електропостачання лабораторії аналізу металів в умовах дії навантажень виробничого характеру. Подано схемо - технічне рішення електропостачання лабораторії, розраховані навантаження електромережі лабораторії, типорозміри кабельно-провідникових матеріалів, струми к.з.; вибрані типи і налаштування захисних пристроїв, схема під'єднання до центру живлення.

У світлотехнічній частині роботи передбачені такі рішення: приміщення лабораторії обладнані побутовими вимикачами, а на щитку освітлювальному встановлені сучасні автоматичні вимикачі однополюсні та вимикачі з розчіпленням нульового проводу для вимкнення розеток. У приміщеннях встановлені світильники з люмінесцентними лампами.

Захист ВРП від струмів к.з. зі сторони щитка освітлювального та шафи силової лабораторного обладнання здійснюється запобіжниками та автоматичними вимикачами. ВРП вимикається рубильником і автоматичним вимикачем, розрахованими на номінальний струм аналітичної лабораторії - 115 А при роботі у нормальному режимі.

Розраховані струми трифазного к. з. на різних рівнях вторинних кіл живлення споживачів від понижувального силового трансформатора КТП.

На щитку збірному КТП для живлення аналітичної лабораторії виділена комірka із автоматичним вимикачем та розмикачем для 4-х комірок – рубильником. Від цієї комірki до контрольної лабораторії електроенергія подається броньованим кабелем.

Сумарне навантаження лабораторії: активне - 37 кВт; реактивне - 31 кВ·Ар; повне - 49 кВ·А.

					КРБ 19-062.00.00.000 ПЗ			
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив		Санчела С.Ю.			ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	Літ.	Арк.	Аркушів
Керівник		Вакуленко О.О.						2
Консультант						ТНТУ, ФПТ, гр. ЕТзс-42		
Н. Конт.		Вакуленко О.О.						
Зав. каф.		Тарасенко М.Г.						

Вибір сучасних елементів системи електропостачання комплексу лабораторного обладнання, що територіально розташоване у безпосередній близькості з металопереробним виробництвом, дозволив зменшити втрати електроенергії, а також підвищити надійність її постачання.

В роботі розроблені заходи, щоб забезпечити безпеку, зберегти здоров'я та працездатність персоналу під час роботи, а також зменшити чи запобігти впливам на людину шкідливих факторів.

Отже, актуальність розробленої теми полягає в тому, що запропонований спосіб проектування системи електропостачання комплексу лабораторного обладнання безпосередньо на виробництві, може бути використаний при розробці подібних аналітичних центрів чи інших виробничих лабораторій при підприємствах в умовах дії впливів виробничого характеру.

					КРБ 19-062.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Воронцов Ф. Ф. Выбор сечения проводов и кабелей для электропроводок. - М.-Л. : Госэнергоиздат, 1962. – 135 с.
2. Голубев М. Л. Расчет уставок релейной защиты и предохранителей в сетях 0,4 – 35 кВ.– М. : Энергия, 1969.– 135 с.
3. ДНАОП 0.00-1.32-2001 Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок – К. : Держспоживстандарт України, 2003. – 56 с.
4. Електроустановочне обладнання. Довідникові матеріали // Промислова електроенергетика та електротехніка.– 2006.– №5.– С. 5–27.
5. Жежеленко И. В. Высшие гармоники в системах электроснабжения промышленных предприятий / И. В. Жежеленко. – 2–е изд., перераб. и доп. – М. : Энергоатомиздат, 1984. – 160 с.
6. Жежеленко И. В. Показатели качества электроэнергии и их контроль на промышленных предприятиях / И. В. Жежеленко, Ю. Л. Саенко. – 3–е изд. – М. : Энергоатомиздат, 2000. – 252 с.
7. Кабышев А. В. Молниезащита электроустановок систем электроснабжения: уч. пособие. - Томск : Изд-во ТПУ, 2006. - 124 с.
8. Князевский Б. А. Электроснабжение промышленных предприятий / Б. А. Князевский, Б. Ю. Липкин. – М. : Высшая школа, 1979. – 340 с.
9. Липкин Б. Ю. Электроснабжение промышленных предприятий. - М. : Высшая школа, 1975. – 320 с.
10. Овчаренко А. С. Повышение эффективности электроснабжения промышленных предприятий / А. С. Овчаренко, Д. И. Розинский. – К. : Техніка, 1989. – 286 с.
11. Охорона праці в галузі : методичні вказівки / Укладач к.т.н., доц. каф. ТМ І. Г. Ткаченко. – Тернопіль, ТДТУ, 2001. – 32 с.

					КРБ 19-062.00.00.000 ПЗ		
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ ТНТУ, ФПТ, гр. ЕТЗс-42		
Розроб.		Санчела С.Ю.					
Керівник		Вакуленко О.О.					
Консульт.							
Н. Контр.		Вакуленко О.О.					
Затверд.		Тарасенко М.Г.					
					Літ.	Арк.	Аркушів
							2

12. Пантелеев Е. Г. Монтаж и ремонт кабельных линий: Справочник / Под ред. А. Д. Смирнова и др. – М. : Энергоатомиздат, 1990. – 288 с. : ил.
13. Правила улаштування електроустановок. - 3-є вид., перероб. і доп. - Х.: Форт, 2010. - 732 с.
14. Проектирование кабельных сетей и проводок / Под ред. Г. Е. Хромченко. – М. : Энергия, 1980.– 230 с.
15. Справочник по охране труда на промышленном предприятии / К. Н. Ткачук, Д. Ф. Иванчук, Р. В. Сабарно, А. Г. Степанов. – К. : Техніка, 1991. – 192 с.
16. Справочная книга для проектирования электрического освещения / Г. М. Кнорринг, И. М. Фадин, В. Н. Сидоров. - 2-е изд., перераб. и доп. - СПб.: Энергоатомиздат, 1992. - 448 с. : ил.
17. Федоров А. А. Учебное пособие для курсового и дипломного проектирования по электроснабжению промышленных предприятий: / А. А. Федоров, Л. Е. Старкова. – М. : Энергоатомиздат, 1987. – 368 с. : ил.
18. Цивільна оборона: навч. посібн. / М. А. Кулаков, В. О. Ляпун та ін.; за ред. проф. В. В. Березуцького. - Х.: НТУ «ХП», 2005. - 363 с.
19. Цивилев М. П. Инженерно-спасательные и неотложные аварийно-восстановительные работы в очаге ядерного поражения / М. П. Цивилев, А. А. Никаров, В. М. Суслин. – М. : Воениздат, 1975. – 286 с.
20. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения : ГОСТ 13109–97. – М. : ИПК. Изд–во стандартов, 1999. – 32 с. - (Государственный стандарт).
21. Электробезопасность на промышленных предприятиях: Справочник / Р. Б. Сабарно, А. Г. Степанов, А. В. Слонченко, Г. Д. Харламов. – К. : Техніка, 1985. – 288с. : ил.
22. Якість електричної енергії. Терміни та визначення : ДСТУ 3466–96. – К. : Держкомстандартизації, 1997. – 35 с. (Державний стандарт України).

					КРБ 19-062.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		