

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
АЕРОКОСМІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРИЗОВАНИХ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ
ТА ТЕХНОЛОГІЙ

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач випускової кафедри

В.П. Квасніков
“ ” 2023 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)

ВИПУСКНИКА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ БАКАЛАВРА

за напрямом 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Тема: «СИСТЕМА ВНУТРІШНЬОЇ ЕЛЕКТРИЧНОЇ МЕРЕЖІ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ
ВИПРОБУВАЛЬНОЇ ЛАБОРАТОРІЇ»

Виконавець _____ студент групи ЕЕ-415Б Соловей Владислав Валентинович
(підпис) (студент, група, прізвище, ім'я, по батькові)

Керівник _____ д.т.н., проф. Філоненко Сергій Федорович
(підпис) (науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

Нормоконтролер _____ Стахова А. П.
(підпис) (П.І.Б)

Київ 2023

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет: Аерокосмічний

Кафедра: Комп'ютеризованих електротехнічних систем та технологій

Освітній ступень: «Бакалавр»

Спеціальність: 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Освітньо-професійна програма: «Електротехнічні системи електроспоживання»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

В.П. Квасніков
«_____» _____ 2023 р.

ЗАВДАННЯ

на виконання дипломного проекту

Соловей Владислав Валентинович

(П.І.Б. випускника)

1. Тема кваліфікаційної роботи «СИСТЕМА ВНУТРІШНЬОЇ ЕЛЕКТРИЧНОЇ МЕРЕЖІ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ВИПРОБУВАЛЬНОЇ ЛАБОРАТОРІЇ» затверджена наказом ректора від «08» травня 2023 р. № 654/ст.

2. Термін виконання проекту: з 22.05.2023 по 25.06.2023.

3. Вихідні дані до дипломної роботи: загальна схема приміщення енергетично випробувальної лабораторії, комп'ютерів – 6; установка для проведення випробувань засобів індивідуального захисту – 1; стенд для проведення приймально здавальних і експлуатаційних електричних випробувань – 1;

Установка для проведення випробувань і перевірки діелектричної міцності ізоляції – 1; апарат для випробування електрообладнання – 1; високовольтна випробувальна установка для випробування кабельних ліній – 1; установка для вимірювання змінного струму синусоїдальної форми – 1; апарат для вимірювання пробою трансформаторного масла – 1; пристрій для перевірки простих засобів релейного захисту і автоматики – 1; блок для контролю стану силових малогабаритних трансформаторів – 1; пристрій для перевірки характеристик електромагнітних і теплових імпульсів – 1; принтерів – 6; ксерокс загального користування – 1; стільців – 12; стіл – 12; шафи – 3; світлодіодні LED панелі – 38.

4. Зміст пояснювальної записки: Вступ. Загальна характеристика об'єкту, аналіз початкових даних для розрахунків, вибір джерела живлення, вибір електричного щитка, розрахунки струмів та проводів, підбір комутаційних та захисних апаратів. Висновки. Список бібліографічних посилань використаних джерел.

5. Перелік обов'язкового ілюстративного матеріалу: схема енергетичної випробувальної лабораторії, електросхема споживачів електричної енергії, схема підключення комутаційної та захисної апаратури в щитку.

6. Календарний план-графік

№ з/п	Завдання	Термін виконання	Підпис керівника
1.	Вивчення інформаційних джерел	22.05–28.05.23	виконано
2.	Розділ 1. Загальні положення для розрахунків	29.05–01.06.23	виконано
3.	Розділ 2. Загальні параметри розрахунків	02.06–05.06.23	виконано
4.	Розділ 3. Вибір захисних електричних апаратів для мережі	06.06–10.06.23	виконано
5.	Розробка креслень	10.06–15.06.23	виконано

7. Дата видачі завдання: “22” травня 2023 р.

Керівник дипломної роботи (проекту) _____ Філоненко С.Ф.
(підпис керівника) (П.І.Б.)

Завдання прийняв до виконання _____ Соловей Владислав Валентинович
(підпис випускника) (П.І.Б.)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломної роботи «Система внутрішньої електричної мережі енергетичної випробувальної лабораторії»: 64 сторінок, 32 рисунків, 4 таблиці, 12 використаних джерел.

Об'єкт дослідження – система внутрішньої електричної мережі енергетичної випробувальної лабораторії.

Предмет дослідження – розробка оптимізації системи внутрішньої електричної мережі енергетичної випробувальної лабораторії. Дослідження спрямоване на вивчення її структури, параметрів, функцій та ефективності з метою покращення безпеки, надійності та ефективності роботи системи.

Мета дипломної роботи – детальне вивчення, та оптимізація системи внутрішньої електричної мережі енергетичної випробувальної лабораторії.

Методи дослідження – проведення аналізу технічного забезпечення випробувальної лабораторії з метою розробки оптимальної схем, вибір проводки, захисного обладнання, та схеми підключення. Застосовано методи моделювання та проектування в середовищі AutoCAD. Також використано методи електричних розрахунків у MathCAD для визначення електричної частини електрозабезпечення лабораторії.

У результаті дослідження були виконані розрахунки, включаючи аналіз забезпечення живлення енергетичної лабораторії. Було здійснено вибір та щитка живлення, а також підведення необхідного живлення до нього. Застосовано відповідні схеми живлення для приміщень, розраховано струми на різних ділянках електроспоживання, вибрано тип та площу перерізу проводів, а також проведено розрахунок втрат електроенергії з уточненням перерізу проводів.

Також було проведено вибір комутаційної та захисної апаратури, а також розроблено відповідні схеми їх з'єднання. Усі ці методи дослідження дозволили оптимізувати систему електричної мережі випробувальної лабораторії, забезпечуючи надійне та ефективне електрозабезпечення.

ЗМІСТ

ЗМІСТ	5
ПЕРЕЛІК ПОЗНАЧЕНЬ І СКОРОЧЕНЬ	7
ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1.	9
ЗАГАЛЬНИЙ ОПИС И ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ’ЄКТА ДОСЛІДЖЕННЯ.....	9
1.1. Загальна характеристика енергетичної випробувальної лабораторії.....	9
1.2 Технічне і допоміжне обладнання, що використовується в енергетичної випробувальної лабораторії	13
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1	24
РОЗДІЛ 2.	25
ЕЛЕКТРИЧНІ РОЗРАХУНОКИ ДЛЯ ЕЛЕКТРОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ВИПРОБУВАЛЬНОЇ ЛАБОРАТОРІЇ	25
2.1 Джерело постачання електричного живлення і схема живлення приміщень енергетичної випробувальної лабораторії.....	25
2.3 Проведення розрахунку струмів, які споживаються на ділянках енергопостачання в приміщеннях енергетичної випробувальної лабораторії	29
2.4 Дроти для постачання електричної енергії в енергетичну випробувальну лабораторію та вибір площі їх перетину.	31
2.5 Розрахунок втрат напруги живлення на ділянках споживання електричної енергії в приміщеннях енергетичної випробувальної лабораторії	37
2.6 Вимоги і вибір щитка живлення для його встановлення в коридорі випробувальної лабораторії	44
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 2	47
РОЗДІЛ 3.	49
ПІДКЛЮЧЕННЯ І ЗАХИСТ ЕЛЕКТРИЧНОЇ МЕРЕЖІ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ВИПРОБУВАЛЬНОЇ ЛАБОРАТОРІЇ	49
3.1 Комутаційна і захисна апаратура і схеми їх з’єднання в енергетичної випробувальної лабораторії	49
3.2. Вимоги до техніки безпеки і пожежної безпеки	55
3.2.1 Вимоги до способів забезпечення пожежної безпеки системи запобігання пожежі	56

3.2.2 Вимоги до способів забезпечення пожежної безпеки системи протипожежного захисту.....	59
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 3	61
Висновки по кваліфікаційній роботі	62
Список використаної літератури	63

ПЕРЕЛІК ПОЗНАЧЕНЬ І СКОРОЧЕНЬ

Д1	– ділянка 1
НД	– нормативні документи
Гц	– частота
LED	– напівпровідниковий пристрій, що випромінює некогерентне світло при пропусканні через нього електричного струму
ПБПП	– провід побутового та промислового використання, має плоску форму

ВСТУП

В сучасному світі електроенергетика відіграє вирішальну роль у забезпеченні потреб населення, промисловості та інших сфер життєдіяльності. Забезпечення безпеки та надійності роботи електричних систем та обладнання є важливим завданням для енергетичних компаній та організацій.

Одним з ключових етапів у забезпеченні безпеки та надійності є випробування захисних засобів та електрообладнання. Випробування проводяться з метою перевірки їх відповідності встановленим стандартам, нормам та технічним вимогам. Це необхідно для попередження можливих аварійних ситуацій, виключення ризику пожежі та захисту життя та здоров'я людей.

У цьому контексті особливе значення має енергетична випробувальна лабораторія. Вона є спеціалізованим виробничим об'єктом, призначеним для проведення комплексних випробувань захисних засобів та електрообладнання. Лабораторія обладнана спеціальними пристроями та устаткуванням, яке дозволяє здійснювати різноманітні випробування, включаючи перевірку ізоляції, стійкості до високих напруг, вимірювання параметрів та характеристик обладнання.

Метою даної дипломної роботи є вивчення та аналіз загальної характеристики енергетичної випробувальної лабораторії, опис функціональності та призначення основного обладнання, яке використовується для проведення випробувань. Також розглянуті вимоги до техніки безпеки та пожежної безпеки.

РОЗДІЛ 1.

ЗАГАЛЬНИЙ ОПИС И ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТА ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1. Загальна характеристика енергетичної випробувальної лабораторії

Енергетична випробувальна лабораторія є виробничим об'єктом і призначена для проведення випробувань захисних засобів і електрообладнання. В енергетичній випробувальній лабораторії буде розміщено обладнання, яке необхідно для проведення випробувань:

- проведення випробувань діелектричних рукавичок, діелектричних бот і калош;
- проведення випробувань ручного електроінструменту (випробування ізоляції рукояток ручного електроінструменту);
- проведення випробувань ізоляційних та опорних штанг;
- проведення випробувань показчиків напруги (робочих та ізольованих частин);
- проведення прийом здавальних і експлуатаційних електричних випробувань засобів захисту, які використовуються в електроустановках;
- проведення випробувань електричної міцності діелектричних матеріалів і виробів по параметрам – напруга пробою, струм витoku, струм виключення;
- автоматизоване випробування електричної міцності діелектричних матеріалів і виробів по параметрам – напруга пробою, струм витoku, струм виключення;
- випробування електрообладнання і індивідуальних засобів електрозахисту з вимірюванням струму витoku;
- випробування кабельних ліній з ізоляцією із поліетилену напругою надвисокої частоти і випробування високою постійною напругою;
- вимірювання напруги змінного струму синусоїдальної форми частотою 50 Гц і токів витoku при випробуваннях засобів електрозахисту, які використовуються в електроустановках;

- вимірювання напруги пробою трансформаторного масла і інших рідких діелектриків при випробуваннях змінною напругою синусоїдальної форми частотою 50 Гц;
 - перевірка характеристик електромагнітних, теплових і електронних розмикачів автоматичних вимикачів змінного і постійного струму з використанням синусоїдального току частотою 50 Гц;
- перевірка простих засобів релейного захисту і автоматики типу струмових реле, реле напруги;
- проведення контролю стану малогабаритних силових і вимірювальних трансформаторів: вимірювання втрат холостого ходу (вимірювальних трансформаторів), вимірювання коефіцієнту трансформації, вимірювання опору короткого замикання, вимірювання активного опору обмоток, які містять індуктивність тощо.

Енергетична випробувальна лабораторія розташована на першому поверсі виробничої трьох поверхової споруди і має вхід із загального коридору першого поверху. В межах енергетичної випробувальної лабораторії знаходяться три приміщення, які мають єдиний вхід, і з'єднані коридором.

Приміщення енергетичної випробувальної лабораторії показані на загальній схемі лабораторії (рис. 1.1). Приміщення енергетичної випробувальної лабораторії мають наступні призначення:

- приміщення для проведення випробувань захисних засобів і електрообладнання (А, рис. 1.1). В приміщенні організовані робочі місця для співробітників персоналу лабораторії, які займаються випробуваннями, і розташовано спеціальне обладнання для проведення випробувань захисних засобів і електрообладнання;
- приміщення з комп'ютерною і оргтехнікою (Б, рис. 1.1), яка використовується для проведення аналізу даних результатів випробувань, підготовки і друку звітної документації (протоколів випробувань, сертифікатів, звітів, рекламної продукції тощо);

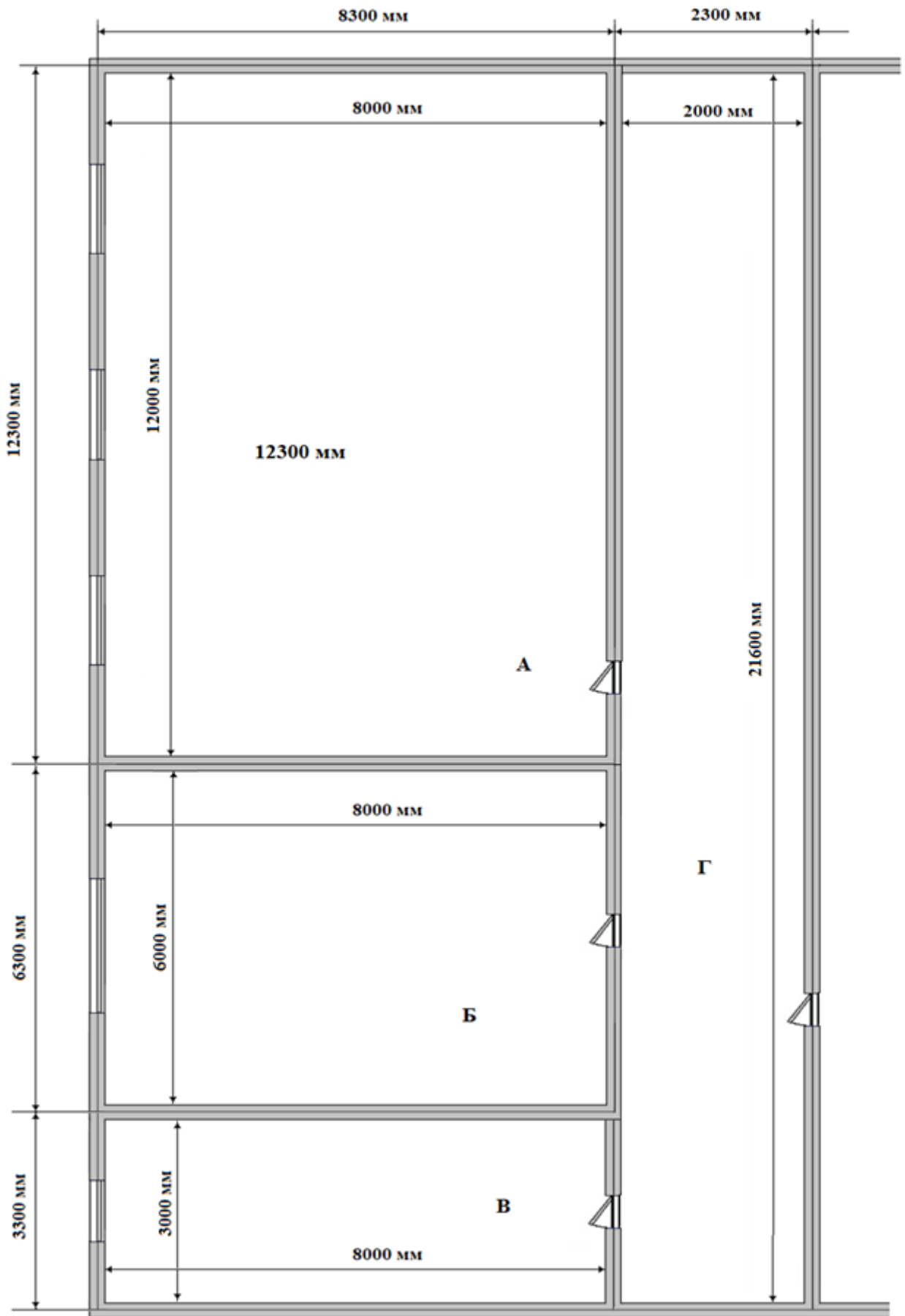


Рис 1.1. Загальна схема приміщень енергетичної випробувальної лабораторії

- приміщення (В, рис. 1.1) для переодягання персоналу енергетичної випробувальної лабораторії в робочий одяг, необхідний при проведенні випробувань захисних засобів і електрообладнання, і зберігання їх особистих речей;
- приміщення коридору (Г, рис.1.2), який забезпечує вхід в енергетичну випробувальну лабораторію, з'єднає всі приміщення лабораторії і забезпечує перехід працівників лабораторії між окремими приміщеннями.

Загальні розміри лабораторії складають – довжина – 22,3 м, ширина – 10,9 м.

Розміри приміщень енергетичної випробувальної лабораторії становлять:

- приміщення для проведення випробувань захисних засобів і електрообладнання (А, рис. 1.1), розміри – 12,0x8,0 м. Загальна площа приміщення становить – 96 м².
- приміщення з комп'ютерною і оргтехнікою (Б, рис. 1.1), розміри – 6,0x8,0 м. Загальна площа приміщення становить – 48,0 м².
- приміщення для переодягання персоналу лабораторії (В, рис. 1.1), розміри – 3,0x8,0 м. Загальна площа приміщення становить – 24,0 м².
- приміщення коридору (Г, рис.1.2), розміри – 21, 6x2,0 м. Загальна площа коридору становить – 43,2 м².

Енергетична випробувальна лабораторія спрямована на проведення досліджень і випробувань захисних засобів і електрообладнання. Тому вона забезпечена необхідним технічним обладнанням. Для забезпечення роботи працівників для проведення аналізу результатів дослідження і випробування захисних засобів і електрообладнання лабораторія забезпечена необхідними засобами комп'ютерної і організаційної техніки. Для можливості проведення досліджень і випробувань захисних засобів і електрообладнання працівники лабораторії забезпечуються робочим одягом. Для його зберігання і зберігання особистих речей працівників лабораторія має окреме приміщення, яке забезпечено індивідуальним обладнанням.

1.2 Технічне і допоміжне обладнання, що використовується в енергетичній випробувальній лабораторії

Як відмічене вище, енергетична випробувальна лабораторія спрямована на проведення досліджень і випробувань захисних засобів і електрообладнання. Розміщення відповідного обладнання для проведення робіт і забезпечення належних умов праці працівників лабораторії наведено на рис. 1.2.

Для проведення відповідних дослідницьких і випробувальних робіт лабораторія забезпечена необхідним технічним обладнанням, яке розміщено в *приміщенні для проведення випробувань захисних засобів і електрообладнання* (А, рис. 1.2).

До такого обладнання відноситься наступне обладнання.

Установка для проведення випробувань засобів індивідуального захисту при роботі з високовольтною напругою, яка складається з високовольтного апарата і блока приставки (1-1, рис. 1.2). Загальний вид установки показаний на рис. 1.3.



Рис. 1.3 Установка для проведення випробувань засобів індивідуального захисту при роботі з високовольтною напругою

Установка дозволяє:

- проводити випробування діелектричних рукавичок,
- діелектричних бот та колош,
- ручного електроінструменту з одношаровою ізоляцією,
- ізолюючих штанг,

- показників напруги (робочої і ізолюючої поверхонь).

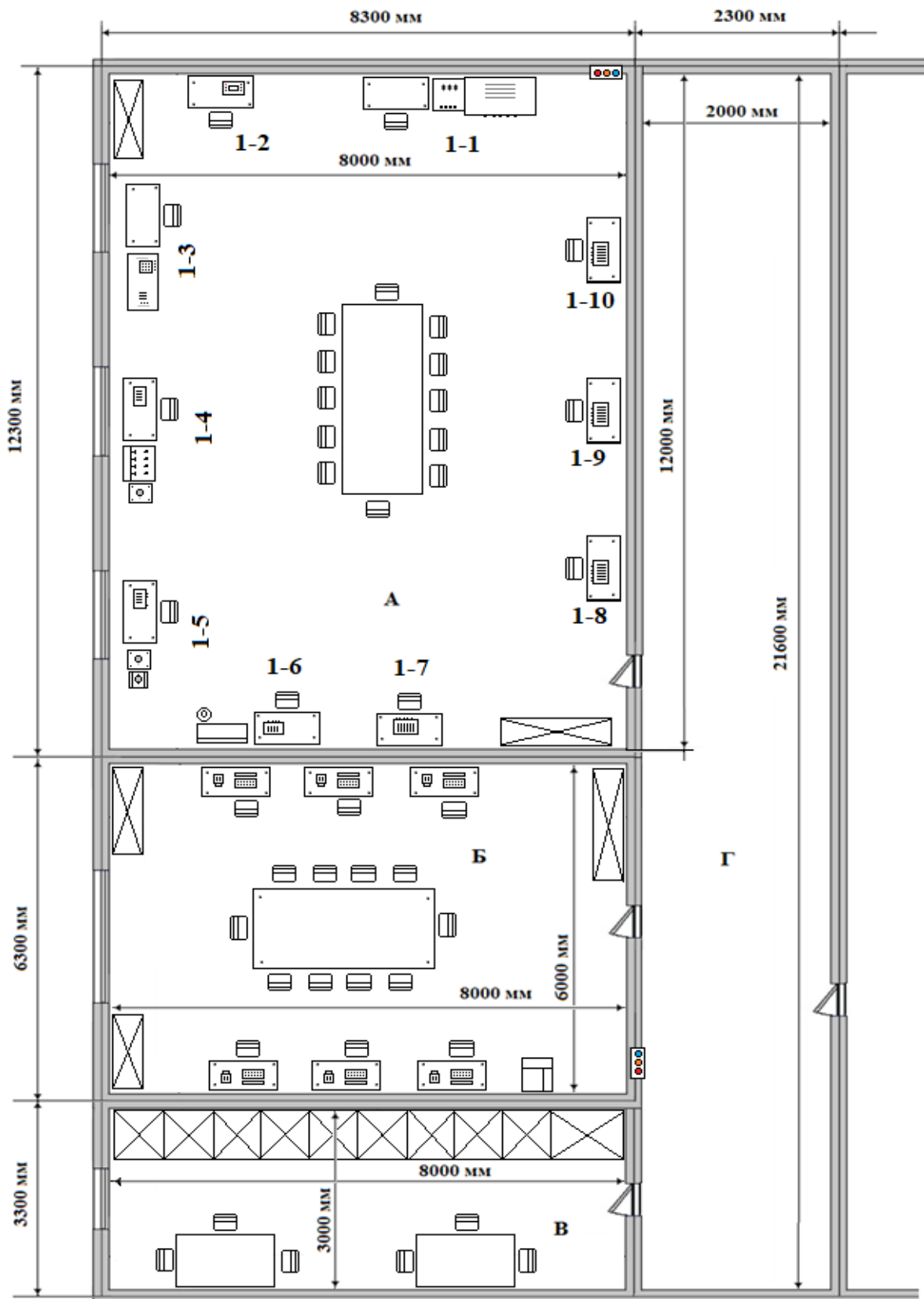


Рис. 1.2 Розташування технічного і господарського обладнання в приміщеннях енергетичної випробувальної лабораторії

Напруга живлення установки становить 220 в, частотою 50 Гц.

Установка забезпечує найбільшу робочу напругу - 20 кВ, найбільший вихідний струм – 22,5 мА, відносна похибка вимірювання вихідної напруги і вихідного струму не перевищує - 3%.

Найбільша споживана потужність установки становить – **600 Вт**.

Стенд для проведення приймально здавальних і експлуатаційних електричних випробувань засобів захисту, які використовуються в електроустановках (1-2, рис. 1.2) з високовольтним блоком живлення.

Загальний вид стенду показаний на рис. 1.4.



Рис. 1.4 Стенд для проведення приймально здавальних і експлуатаційних електричних випробувань засобів захисту, які використовуються в електроустановках

Стенд використовується для випробувань:

- резинових діелектричних рукавичок,
- резинових діелектричних бот та калош,
- слюсарно-монтажного інструменту з ізольованими рукоятками – кусачки, плоскогубці тощо.

Напруга живлення установки становить 220 в, частотою 50 Гц.

Найбільша споживана потужність установки становить – **900 Вт**.

Стенд забезпечує проведення вимірювання напруги до 50 кВ, вимірювання струмів витоку до -10,0 мА, максимальна похибка вимірювань не перевищує 3%.

Установка для проведення випробувань і перевірки діелектричної міцності ізоляції постійним і змінним струмом (1-3, рис. 1.2)

Загальний вид установки показаний на рис. 1.5.



Рис. 1.5 Установка для проведения испытаний и проверки диэлектрической прочности изоляции постоянным и переменным током

Установка використовується для випробувань електричної міцності діелектричних матеріалів і виробів (рукавичок, бот, інструментів, обладнання тощо) по параметрах – напруга пробою, струм витoku, струм вимикання.

Установка містить високовольтний блок і дисплей для відображення результатів вимірювання.

Напруга живлення установки становить 220 в, частотою 50 Гц.

Установка забезпечує максимальну змінну напругу – 50 кВ, максимальну постійну напругу- 70 кВ, максимальний вихідний струм – 10 мА, максимальний струм короткого замикання -50 мА.

Найбільша споживана потужність установки становить – **1500 Вт**.

Апарат для випробування електрообладнання і індивідуальних засобів захисту (1-4, рис.1.2) з вимірюванням струму витoku.

Загальний вид апарата показаний на рис. 1.6.



Рис. 1.6 Апарат для випробування електрообладнання і індивідуальних засобів захисту

Апарат має подвійну індикацію з можливістю візуалізації процесу випробувань засобів захисту.

Напруга живлення апарату становить 220 в, частотою 50 Гц.

Апарат забезпечує вимірювання змінної напруги в діапазоні від 1 кВ до 50 кВ, постійної напругу в діапазоні – від 2 кВ до 70 кВ, максимальне значення змінного струму навантаження – 50 мА, максимальне значення постійного струму навантаження – 25 мА, відносна похибка вимірювання струму і напруги не перевищує 3%.

Найбільша споживана потужність установки становить – **2500 Вт**.

Високовольтна випробувальна установка для випробування кабельних ліній з ізоляцією з поліетилену (1-5, рис. 1.2). Складається з двох частин: пульта управління і високовольтного блоку.

Загальний вид випробувальної установки показаний на рис. 1.7.

Випробувальна установка забезпечує випробування змінним струмом зверх низької частоти та випробування постійною напругою.



Рис. 1.7 Високовольтна випробувальна установка для випробування кабельних ліній з ізоляцією з поліетилену

Високовольтна випробувальна установка для випробування кабельних ліній з ізоляцією з поліетилену забезпечує амплітудне значення випробувальної вихідної напруги до 36 кА, середнє значення струму вимикання - до 15 мА, час витримки до 99 мін.

Напруга живлення установки становить 220 в, частотою 50 Гц.

Найбільша споживана потужність установки становить – **1500 Вт**.

Установка для вимірювання напруги змінного струму синусоїдальної форми частотою 50 Гц і струмів витоку при випробуваннях засобів захисту, які використовуються в електроустановках(1-6, рис.1.2).

Загальний вид установки показаний на рис. 1.8. Установка складається з високовольтного блоку для отримання високої напруги змінного або постійного струму, вимірювального блоку та відповідних кабельних з'єднань.

Установка забезпечує генерацію напруги змінного струму синусоїдальної форми частотою 50 Гц і напруги постійного струму, вимірювання сили струму при проведенні випробувань ізоляції силових кабелів, обмежувачів перенапруження, і твердих діелектриків, систем і схем грозового захисту тощо.



Рис. 1.8 Установа для вимірювання напруги змінного струму синусоїдальної форми частотою 50 Гц і струмів витоку при випробуваннях засобів захисту, які використовуються в електроустановках

Діапазон вимірювання випробувальної напруги змінного струму – до 20 кВ, діапазон вимірювання сили струму – до 10 мА,

Напруга живлення установки становить 220 в, частотою 50 Гц.

Найбільша споживана потужність установки становить – **15 Вт**.

Апарат для вимірювання пробою трансформаторного масла та інших рідких діелектриків (1-7, рис.1.2). Загальний вигляд апарату наведено на рис. 1.9.



Рис. 1.9 Апарат для вимірювання пробою трансформаторного масла та інших рідких діелектриків

Забезпечує максимальну напругу між електродами до 100 кВ, ток відхилення при пробі – 4 мА, час вимкнення при пробі – 100 мкс.

Напруга живлення установки становить 220 в, частотою 50 Гц.

Найбільша споживана потужність установки становить – **200 Вт**.

Пристрій для перевірки простих засобів релейного захисту і автоматики типу струмових реле, реле напруги, реле часу (1-8, рис. 1.2).

Загальний вигляд пристрою наведено на рис. 1.10.

Пристрій забезпечує:

- Формування синусоїдального струму з регулюванням сили струму,
- Формування синусоїдальної або постійної вихідної напруги регульованої величини,
- Вимірювання параметрів значень струму та напруги,
- Вимірювання часових параметрів.



Рис. 1.10 Пристрій для перевірки простих засобів релейного захисту і автоматики типу струмових реле, реле напруги, реле часу

Пристрій забезпечує видачу змінної напруги частотою 50 Гц від 0 до 240 В при струмі 2 А, видачу постійної напруги від 0 до 320 В при струмі 5А, видачу змінного струму частотою 50 Гц від 0 до 25 А, проводить вимірювання напруги і струмів, вимірювання активної потужності до 2000 Вт, дозволяє вимірювати час спрацювання реле до 99 с тощо.

Напруга живлення пристрою становить 220 в, частотою 50 Гц.

Найбільша споживана потужність установки становить – **1000 Вт**.

Блок для контролю стану силових і вимірювальних малогабаритних трансформаторів (1-9, рис. 1.2).

Загальний вигляд блоку наведено на рис. 1.11.



Рис. 1.11 Блок для контролю стану силових і вимірювальних малогабаритних трансформаторів

Блок забезпечує:

- вимірювання втрат холостого ходу силових трансформаторів,
- вимірювання втрат холостого ходу вимірювальних трансформаторів,
- вимірювання коефіцієнту трансформації при однофазному збудженні тощо.

Напруга живлення пристрою становить 220 в, частотою 50 Гц.

Найбільша споживана потужність установки становить – **2200 Вт**.

Пристрій для перевірки характеристик електромагнітних, теплових і електронних розмикачів автоматичних вимикачів змінного і постійного струму (1-10, рис.1.2), а також окремих пристроїв релейного захисту і автоматики.

Загальний вигляд апарату наведено на рис. 1.12.

Напруга живлення установки становить 220 в, частотою 50 Гц.

Найбільша споживана потужність установки становить – **8800 Вт**.

В приміщення для проведення випробувань підведено окремі шини живлення для забезпечення зняття напруги для живлення технічних засобів, що розташовуються в приміщенні (рис. 1.2).



Рис.1.12. Пристрій для перевірки характеристик електромагнітних, теплових імпульсів.

Для забезпечення роботи персоналу лабораторії і технічних засобів в приміщенні для проведення випробувань захисних засобів і електрообладнання знаходяться шафи для зберігання допоміжного інструменту, документації, електронних розмикачів автоматичних вимикачів змінного і постійного струму.

кабелів з'єднання тощо в кількості – 2- штук. Робочі місця мають також стільці для розміщення працівників лабораторії в кількості – 10 штук. У приміщенні випробувальної лабораторії для проведення випробувань також є стіл для проведення засідань із стільцями для працівників лабораторії в кількості –12 штук.

Приміщення з комп'ютерною і оргтехнікою (Б, рис. 1.2), яка використовується для проведення аналізу даних результатів випробувань, підготовки і друку звітної документації (протоколів випробувань, сертифікатів, звітів, рекламної продукції тощо).

В приміщенні розташовано шість робочих місць з комп'ютерною технікою. Кожне робоче місце забезпечено також принтером. Для загального користування в приміщенні використовується універсальний ксерокс для копіювання і друку документів. В приміщенні також використовуються 3 шафи для зберігання звітів, різних копій документів, сертифікатів тощо.

Для проведення засідань і обговорення результатів в приміщенні використовується стіл, який також забезпечений стільцями в кількості 10 штук.

В якості комп'ютерної техніки в приміщенні використовуються 6 однотипних комп'ютерів типу Asus ExpertCenter D500MAES-510400011R з Led монітором. Споживана потужність кожного комп'ютера становить **300 Вт**.

В якості принтерів в приміщенні використовуються 6 однотипних лазерних комп'ютерів типу HP Laser 107r 5UE14A. Споживана потужність кожного принтера становить **320 Вт**.

В якості офісного універсального ксеракса передбачається використовувати багатофункціональний ксерокс типу Xerox WorkCentre Pro 123. Споживана потужність ксерокса становить **400 Вт**.

В приміщенні для переодягання персоналу лабораторії (В, рис. 1.2) розташовано шафи індивідуального використання для зберігання особистих речей працівників енергетичної випробувальної лабораторії та робочого одягу в кількості 10 штук, два стола і 6 стільців.

В приміщенні коридору підведено окремі шини живлення для забезпечення зняття напруги для інших приміщень енергетичної випробувальної лабораторії (рис. 1.2).

В приміщенні для проведення випробувань захисних засобів і електрообладнання електроенергетичної випробувальної лабораторії для забезпечення освітлення будуть використовуватися світлодіодні LED панелі типу Led-Story 30W 2400Lm 5000K IP20 в кількості – 3x6 - 18 штук. Потужність кожного світильника становить 30 Вт.

В приміщенні з комп'ютерною і оргтехнікою електроенергетичної випробувальної лабораторії для забезпечення освітлення будуть використовуватися світлодіодні LED панелі типу Led-Story 30W 2400Lm 5000K IP20 в кількості – 3x3 - 9 штук. Потужність кожного світильника становить 30 Вт.

В приміщенні для переодягання персоналу електроенергетичної випробувальної лабораторії будуть використовуватися світлодіодні LED панелі типу Led-Story 30W 2400Lm 5000K IP20 в кількості – 3 штук.

В приміщенні коридору електроенергетичної випробувальної лабораторії будуть використовуватися світлодіодні LED панелі типу Led-Story 30W 2400Lm 5000K IP20 в кількості – 8 штук. Потужність кожного світильника становить 30 Вт.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1

Загальна характеристика енергетичної випробувальної лабораторії, це виробничий об'єкт, призначений для проведення випробувань захисних засобів і електрообладнання. Для проведення випробувань в лабораторії розміщено необхідне обладнання, яке дозволяє проводити випробування різних електричних пристроїв із необхідними засобами захисту, таких як діелектричні рукавички, ручний електроінструмент, ізоляційні та опорні штанги, покажчики напруги, електрообладнання, індивідуальні засоби електрозахисту, кабельні лінії з ізоляцією із поліетилену тощо.

У лабораторії також можуть проводитись автоматизовані випробування електричної міцності діелектричних матеріалів і виробів зі змінними параметрами – напругою пробою, струмом витoku, струмом виключення. При проведенні перевірки характеристик електромагнітних, теплових і електронних розмикачів автоматичних вимикачів змінного і постійного струму з використанням синусоїдального току частотою 50 Гц.

Перевірка простих засобів релейного захисту і автоматики типу струмових реле, реле напруги. Проведення контролю стану малогабаритних силових і вимірювальних трансформаторів: вимірювання втрат холостого ходу (вимірювальних трансформаторів), вимірювання коефіцієнту трансформації, вимірювання опору короткого замикання, вимірювання активного опору обмоток, які містять індуктивність

Енергетична випробувальна лабораторія є важливим компонентом системи забезпечення безпеки роботи з електричними пристроями і електрообладнанням, тому правильне проведення випробувань є ключовим фактором для запобігання можливих аварій і забезпечення безпеки працівників.

РОЗДІЛ 2.

ЕЛЕКТРИЧНІ РОЗРАХУНОКИ ДЛЯ ЕЛЕКТРОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ВИПРОБУВАЛЬНОЇ ЛАБОРАТОРІЇ

2.1 Джерело постачання електричного живлення і схема живлення приміщень енергетичної випробувальної лабораторії

Як було відмічено в розділі 1, електропостачання енергетичної випробувальної лабораторії проводиться з використанням двох незалежних трьох фазних жил живлення (380 В), які розміщено в окремих нішах.

Перша ніша розташована в приміщенні для проведення випробувань енергетичної випробувальної лабораторії для забезпечення зняття напруги для живлення технічних засобів, що розташовуються в приміщенні (рис. 1.2).

Друга ніша розташована в приміщенні коридору (рис. 1.2) і може використовуватися для живлення коридору, приміщення з організаційною і офісною технікою і приміщення для переодягання персоналу електроенергетичної випробувальної лабораторії.

Для проведення розрахунків електричної частини енергетичного забезпечення енергетичної випробувальної лабораторії необхідно створити план підключення розеток, які будуть застосовуватися для підключення технічного електричного обладнання, і план розташування і підключення світлодіодних приладів для підключення освітлення в приміщення енергетичної випробувальної лабораторії, тобто необхідно провести розділення всіх споживачів електричної енергії на окремі ділянки – ділянки розеток (групи розеток) і ділянки світильників (групи світильників).

План підключення розеток в приміщеннях енергетичної випробувальної лабораторії і світильників в приміщеннях енергетичної випробувальної лабораторії наведено на рис. 2.1.

У відповідності до створено плану розміщення в приміщеннях енергетичної випробувальної лабораторії розеток і світильників (рис. 2.1) сформуємо наступні ділянки підключення розеток приміщеннях енергетичної випробувальної лабораторії:

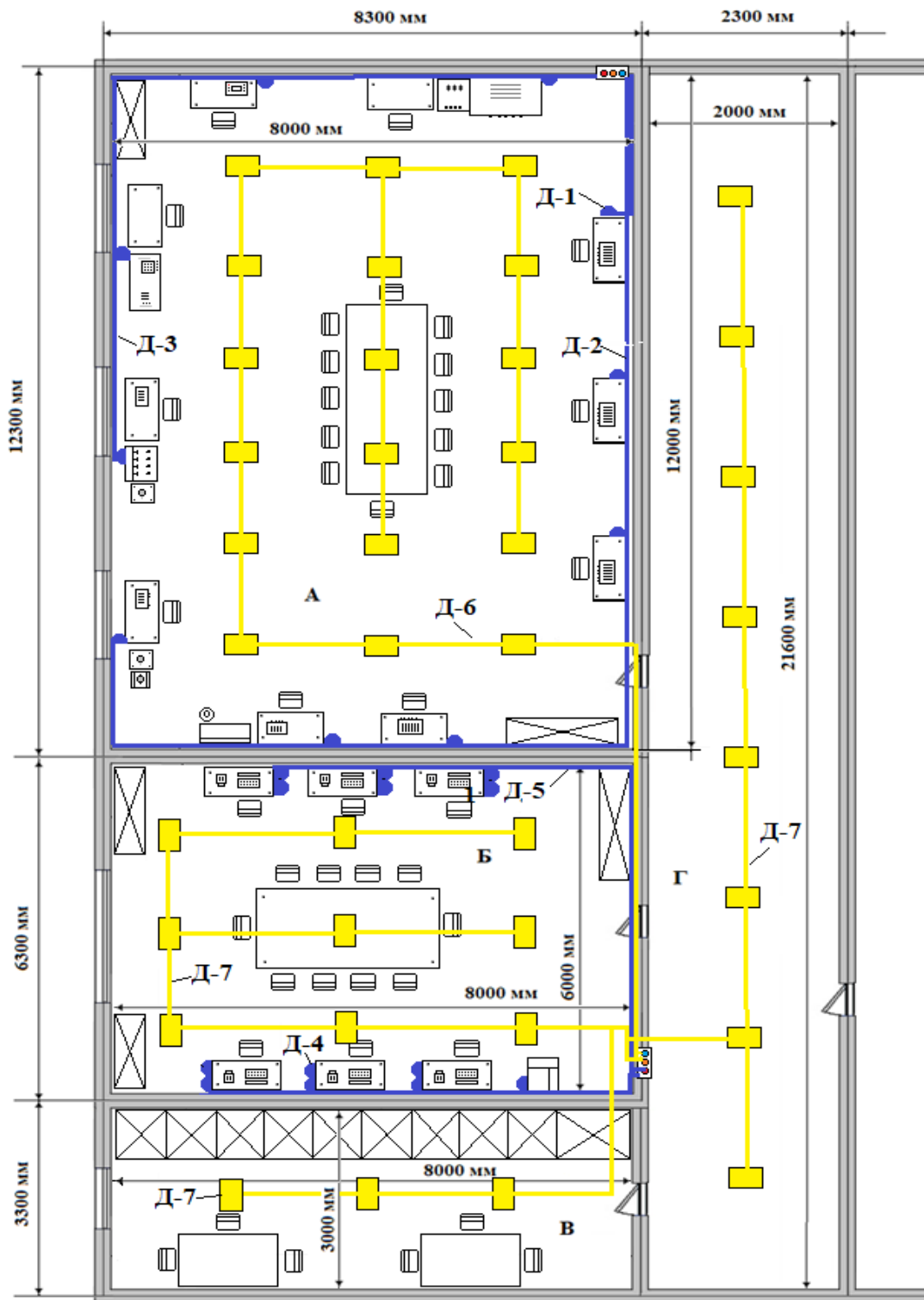


Рис. 2.1 План підключення в приміщеннях енергетичної випробувальної лабораторії розеток і світильників

Перша ділянка Д-1 – група розеток в приміщенні для проведення випробувань енергетичної випробувальної лабораторії (А, рис. 2.1) – одна розетка для підключення найбільш потужного обладнання.

Друга ділянка Д-2 - група розеток в приміщенні для проведення випробувань енергетичної випробувальної лабораторії (А, рис. 2.1) – 5 розеток для підключення обладнання.

Третя ділянка Д-3 - група розеток в приміщенні для проведення випробувань енергетичної випробувальної лабораторії (А, рис. 2.1) – 4 розетки для підключення обладнання.

Четверта ділянка Д-4 - група розеток в приміщенні з комп'ютерною і оргтехнікою електроенергетичної випробувальної лабораторії (Б, рис. 2.1) – 7 розеток для підключення комп'ютерної і оргтехніки.

П'ята ділянка Д-5 - група розеток в приміщенні з комп'ютерною і оргтехнікою електроенергетичної випробувальної лабораторії (Б, рис. 2.1) – 6 розеток для підключення комп'ютерної і оргтехніки.

Сформуємо наступні ділянки підключення освітлювальних приладів в приміщеннях енергетичної випробувальної лабораторії:

Шоста ділянка Д-6 - група освітлювальних приладів в приміщенні для проведення випробувань енергетичної випробувальної лабораторії (А, рис. 2.1) – 18 світлодіодних LED панелей.

Сьома ділянка Д-7 - група освітлювальних приладів в приміщенні з комп'ютерною і оргтехнікою, приміщенні для переодягання персоналу і коридорі електроенергетичної випробувальної лабораторії (Б, В, Г рис. 2.1) – 20 світлодіодних LED панелей.

У відповідності до плану розміщення обладнання і освітлювальних приладів в приміщеннях енергетичної випробувальної лабораторії (рис. 2.1) та освітлювальних приладів, які розміщено в приміщеннях, а також потужності використовуваних випробувальних приладів і світлодіодних приладів створимо діаграму потужності споживання електричної енергії на визначених ділянках її споживання.

Діаграма потужності на ділянках споживання електричної енергії в приміщеннях енергетичної випробувальної лабораторії наведено на рис. 2.2.

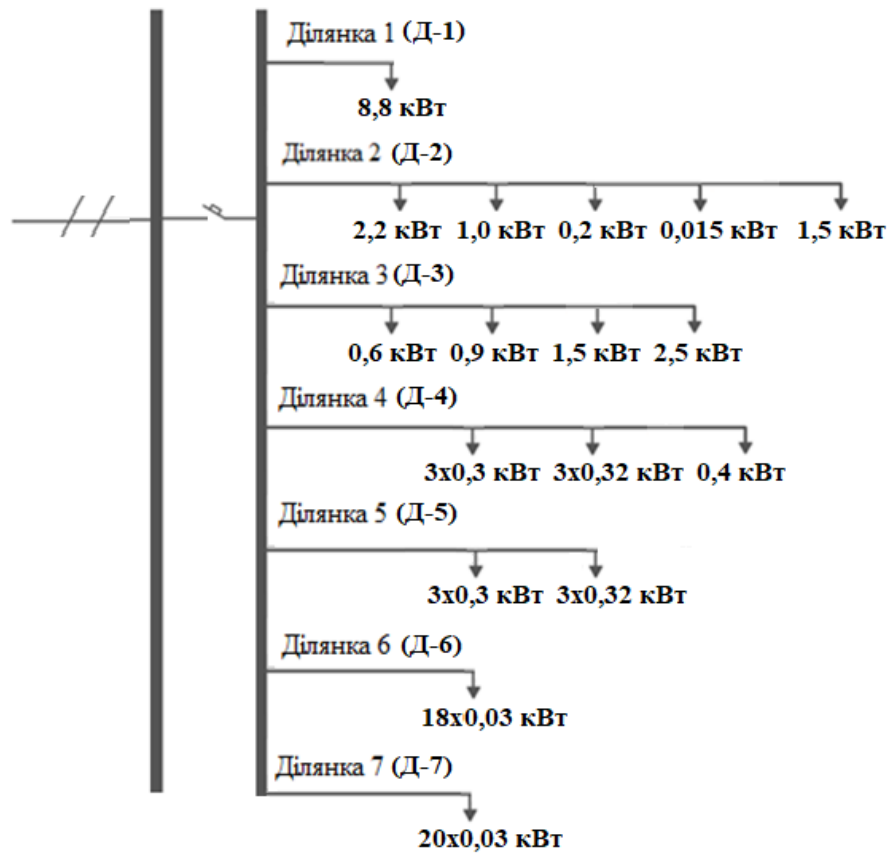


Рис. 2.2 Діаграма споживання потужності на визначених ділянках споживання електричної енергії в приміщеннях енергетичної випробувальної лабораторії

Діаграма споживання потужності на визначених ділянках споживання електричної енергії в приміщеннях енергетичної випробувальної лабораторії необхідна для проведення розрахунків струмів на кожній ділянці електроспоживання.

У відповідності до діаграми споживання потужності на визначених ділянках в приміщеннях енергетичної випробувальної лабораторії (рис. 2.2) проведемо визначення сумарної потужності на кожній ділянці. Результати розрахунків сумарної потужності на ділянках електроспоживання наведено в табл. 2.1.

Сумарна потужність на ділянках електроспоживання в приміщеннях енергетичної випробувальної лабораторії

№ ділянки	Сумарна потужність
Перша ділянка	$P_1 = 8800 \text{ Вт}$
Друга ділянка	$P_2 = 4914 \text{ Вт}$
Третя ділянка	$P_3 = 5500 \text{ Вт}$
Четверта ділянка	$P_4 = 1960 \text{ Вт}$
П'ята ділянка	$P_5 = 1560 \text{ Вт}$
Шоста ділянка	$P_6 = 540 \text{ Вт}$
Сьома ділянка	$P_7 = 600 \text{ Вт}$

2.3 Проведення розрахунку струмів, які споживаються на ділянках енергопостачання в приміщеннях енергетичної випробувальної лабораторії

У відповідності до електричного обладнання, яке використовується в приміщенні для проведення випробувань захисних засобів і електрообладнання, в приміщенні з комп'ютерною і оргтехнікою, а також освітлення, що застосовується в приміщенні для проведення випробувань захисних засобів і електрообладнання, в приміщенні з комп'ютерною і оргтехнікою, в приміщенні для переодягання персоналу і коридорі енергетичної випробувальної лабораторії необхідно використовувати однофазну мережу. Для однофазної мережі електропостачання необхідно провести розрахунки максимальних струмів на ділянках споживання електричної енергії, згідно сумарної потужності споживання на кожній ділянці.

Для однофазної мережі розрахунки максимальних струмів на кожній ділянці споживання електричної енергії в енергетичній випробувальній лабораторії необхідно проводити за виразом:

$$I_m = \frac{P}{U} \cos \varphi, \quad (2.1).$$

де P – значення сумарна потужність споживання електричної енергії на окремій ділянці; U – напруга живлення однофазної мережі на ділянці електроспоживання, яка дорівнює 220 В; $\cos \varphi$ - коефіцієнт потужності, значення якого дорівнює $\cos \varphi = 1$.

Згідно виразу (2.1) і табл. 2.1, проведемо розрахунки максимальних струмів для кожної ділянки електроспоживання в енергетичній випробувальній лабораторії.

Для ділянки Д-1 (рис. 2.1) максимальний струм електроспоживання буде дорівнювати:

$$I_{m1} = \frac{P_1}{U} \cos \varphi = \frac{8800}{220} \times 1 = 40 \text{ А.}$$

Для ділянки Д-2 (рис. 2.1) максимальний струм електроспоживання буде дорівнювати:

$$I_{m2} = \frac{P_2}{U} \cos \varphi = \frac{4914}{220} \times 1 = 22,34 \text{ А.}$$

Для ділянки Д-3 (рис. 2.1) максимальний струм електроспоживання буде дорівнювати:

$$I_{m3} = \frac{P_3}{U} \cos \varphi = \frac{5500}{220} \times 1 = 25,0 \text{ А.}$$

Для ділянки Д-4 (рис. 2.1) максимальний струм електроспоживання буде дорівнювати:

$$I_{m4} = \frac{P_4}{U} \cos \varphi = \frac{1960}{220} \times 1 = 9,91 \text{ А.}$$

Для ділянки Д-5 (рис. 2.1) максимальний струм електроспоживання буде дорівнювати:

$$I_{m5} = \frac{P_5}{U} \cos \varphi = \frac{1560}{220} \times 1 = 7,1 \text{ А.}$$

Для ділянки Д-6 (рис. 2.1) максимальний струм електроспоживання буде дорівнювати:

$$I_{m6} = \frac{P_6}{U} \cos \varphi = \frac{540}{220} \times 1 = 2,45 \text{ А.}$$

Для ділянки Д-7 (рис. 2.1) максимальний струм електроспоживання буде дорівнювати:

$$I_{m7} = \frac{P_7}{U} \cos \varphi = \frac{600}{220} \times 1 = 2,73 \text{ А.}$$

За проведеними розрахунками можна визначити максимальний струм, який необхідно забезпечити для вхідної ділянки живлення приміщень енергетичної випробувальної лабораторії. Він буде дорівнювати:

$$I_m = I_{m1} + I_{m2} + I_{m3} + I_{m4} + I_{m5} + I_{m6} + I_{m7} + I_{m8} = 109,53 \text{ А.}$$

Цей розрахунок необхідний для вибору кабелю живлення всієї лабораторії. Однак, як відмічене в розділі 2.1, для живлення приміщень лабораторії підведено окремі незалежні трьох фазні жили живлення (380 В), які розміщено в окремих нішах в приміщенні для проведення випробувань захисних засобів і електрообладнання і в коридорі. Це дозволяє безпосередньо використовувати електричне живлення обладнання приміщень з трьох фазних жил живлення без прокладання додаткових кабелі живлення.

2.4 Дроти для постачання електричної енергії в енергетичну випробувальну лабораторію та вибір площі їх перетину.

Дріт з металу, який може проводити електричний струм, називається жилою. Жила характеризується кількістю дротів, з яких вона складається, і поперечним перерізом, який визначає пропускну здатність.

Жили поділяються на монолітні і багатодротяні в залежності від кількості дротів. Більше дротів у жилі означає більшу гнучкість.

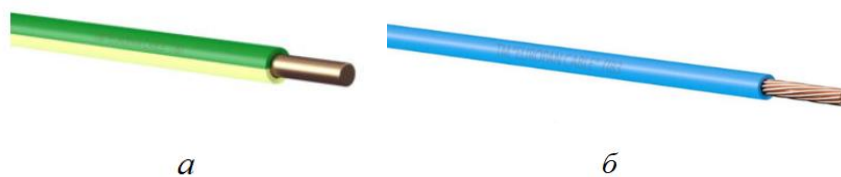


Рис. 2.3 Типи жил: а - Однодротяна жила; б - Багатодротяна жила

Площа перерізу провідників визначає максимальну потужність струму, який може пройти. Жили завжди мають ізоляцію, що захищає людину від контакту зі струмоведучою жилою. Використання ізоляції також дозволяє розмістити кілька жил поруч, уникнувши короткого замикання. Для ізоляції використовуються різні матеріали, такі як кераміка, скло, полівінілхлориди або целулоїди.

Мідь і алюміній є найпоширенішими матеріалами для жил. Алюмінієві жили мають низьку вартість, високу теплопровідність і легкість, але їх використання обмежене їхньою гнучкістю і хімічною стійкістю.

Мідні жили мають кращу електропровідність, гнучкість і еластичність, а також можуть бути паяні і зварювані без додаткових матеріалів. Однак вони дорожчі і мають вищу щільність.

Жили електричних проводів класифікуються залежно від потужності навантаження і умов застосування. Для побутового випадку характерним є застосування наступних видів проводів: ПБПП, ПБППг, АПУНП, ППВ, АППВ, АПВ, ПВ1 – ПВ3, ПВС, ШВВП.

Провід ПБПП [7] (плоскої форми – рис. 2.4). Плоский захищений провід з мідними однодротяними жилами, перетином від 1,5 до 6 мм², розташованими в одній площині. Матеріал зовнішньої і внутрішньої ізоляції ПВХ. Може використовуватися при температурах в діапазоні -15/+50, при монтажі дозволяється згинати по колу з радіусом не менше 10 діаметрів (так як провід плоский, то вимірюється ширина – велика сторона). Призначений для передачі струму напругою до 250 Вольт, частотою 50 Герц. Використовується переважно для підключення освітлення або розеток.

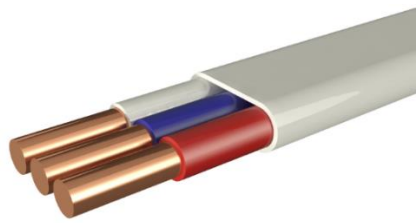


Рис. 2.4 Провід ПБПП

Провід ПБППг [7] (плоскої форми – рис. 2.5). Буква «г» у назві вказує на відмітну рису дроту – гнучкість, яку надає використання багатодротяної жили. Це також зменшує радіус вигину при монтажі, який дорівнює 6 діаметрам. Всі інші характеристики такі ж, як у ПБПП (ПУНП).

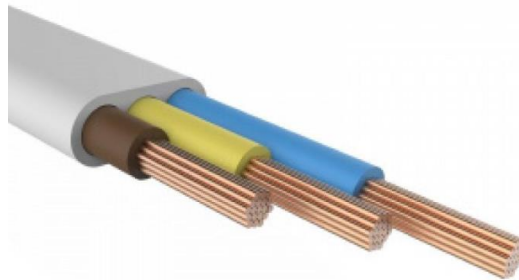


Рис. 2.5 Провід ПБППг

Провід АПУНП [7] (круглої форми – рис. 2.6). Купуючи провід ПБПП, ПБППг і АПУНП треба пам'ятати, що ДСТУ визначає для них допуск по товщині жили і ізоляції в 30%. Це означає, що переріз проводу з маркуванням 1,5 мм² за фактом цілком може виявитися ≈ 1 мм². Крім того, провід АПУНП заборонений для використання і виготовляють його тільки через попит, викликаний низькою ціною.

Хоча ізоляція таких проводів повинна витримувати напругу до 250 Вольт, але з вищевказаних причин це не завжди так. Тому використовувати їх краще тільки на освітлення.

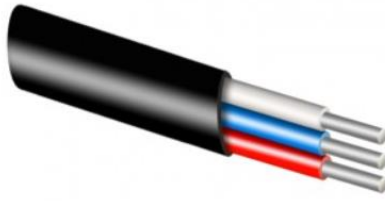


Рис. 2.6 Провід АПУНП

Провід ПВВ[7] (плоскої форми – рис. 2.7).Провід легко впізнати завдяки характерним перемичкам між жилами, які зроблені з того ж матеріалу, що і їх ізоляція – ПВХ. Кількість самих жил 2-3, вони однодротові, перетином 0,75-6 мм². Провід можна використовувати для передачі струму напругою 450 Вольт і частотою до 400 Гц. Ізоляція не горить, стійка до кислот і лугів – після монтажу провід може використовуватися при температурах -50/+70 °С і в умовах 100% вологості. При монтажі допускається вигин з радіусом 10 діаметрів.



Рис. 2.7 Провід ППВ

З результатів проведеного огляду випливає, що для забезпечення електропостачання в приміщення енергетичної випробувальної лабораторії необхідно застосовувати провід типу ПБППг із мідними жилами у гофрованих трубах з ПВХ[1]. Такий провід забезпечує високу надійність, довго тривалість, електричний захист тощо.



Рис.2.8 гофрована труба ПВХ

Існує ряд незаперечних переваг використання такого типу труби, серед них визначаються наступні:

- гнучка гофрована труба є чудовим діелектриком і має некосормність (коли піддається прямому джерелу полум'я, вона повільно тоне, але має здатність до самовдосконалення, тим самим запобігаючи розповсюдженню полум'я),
- вітер і водонепроникний,
- відрізняється міцністю і не втрачає своїх захисних властивостей з часом,
- має хороший ступінь захисту від наслідків фізичного навантаження,
- діелектрична міцність - до 2000 вольт,
- ПВХ - це хороша ізоляція, опір труби досягає позначки 100 Ом,
- висока екологічність та низька токсичність матеріалу,
- довговічність (обчислений термін експлуатації до 50 років),
- гнучкість труби дозволяє утворювати маршрути різної геометричної складності без залучення додаткових витрат.
- Звичайно, цей тип труб не є повною заміною систем зв'язку з інших типів труб з ряду причин, які повинні бути класифіковані як недоліки: полівінілхлорид не в змозі протистояти високій температурі. Установка не рекомендується при температурі навколишнього середовища нижче 5 градусів тепла. Максимальна робоча температура матеріалу становить 45 градусів Цельсія.
- тільки труби з ПВХ не виводять прямі промені сонця, тому їхня покладання на вулицю не рекомендується (за винятком тих сортів, які мають посилену структуру).

У відповідності до вибраного типу проводу з мідними жилами, максимальних струмів і максимальних потужностей на ділянках споживання електричної енергії в

приміщеннях енергетичної випробувальної лабораторії можна провести вибір перетину дротів для проведення необхідної розводки електропостачання, тобто вибір перетину дротів будемо проводити для однофазної мережі за струмом і потужністю.

Для цього будемо використовувати стандартні табличні дані, які наведено в табл. 2.2

Таблиця 2.2

Дані для вибору перетину дротів з мідними жилами

Мідні жили проводів і кабелів		
Перетин струмопровідної жили, мм ² .	Напруга живлення, 220 В	
	струм, А	потужність, кВт
1,5	19	4,1
2,5	27	5,9
4	38	8,3
6	46	10,1
10	70	15,4
16	85	18,7
25	115	25,3
35	135	29,7
50	175	38,5
70	215	47,3
95	260	57,2
120	300	66,0

У відповідності до даних з максимального струму на ділянках споживання в приміщеннях енергетичної випробувальної лабораторії і максимальної сумарної потужності споживання енергії на відповідних, у відповідності до табличних даних (табл. 2.2), обираємо перетин кабелів для постачання електричної енергії на відповідні ділянки:

- Ділянка Д-1 – 10 мм²;

- Ділянка – Д-2 – 2,5 мм²;
- Ділянка Д-3 – 4 мм²;
- Ділянки Д-4, Д-5, Д-6, Д-7 – 1,5 мм².

2.5 Розрахунок втрат напруги живлення на ділянках споживання електричної енергії в приміщеннях енергетичної випробувальної лабораторії

Згідно існуючим уявленням, лінія електропередачі транспортує струм від розподільчого щитка до споживача по струмоведучим жилам різної довжини. В точках входу і виходу напруга буде не однаковою. Це обумовлено втратами напруги, які виникають за рахунок довжини дротів.

Падіння напруги по довжині кабелю виникає за рахунок високого току, який викликає збільшення опору провідника. На лініях великої довжини втрати будуть вище, ніж при проходженні струму по коротким лініям також перетину. Тому для забезпечення необхідної напруги, необхідно проводити розрахунки з урахуванням втрат в струмоведучих провідниках, відштовхуючись від довжини провідників.

При цьому в залежності від відсотка втрат напруги в дротах необхідно проводити корегування перетину проводів для постачання електричної енергії в приміщення де розташовано обладнання, з урахуванням норм, згідно правил експлуатації електроустаткування. Згідно цих правил для силових мереж відхилення напруги від нормального значення повинно не перевищувати $\pm 5 \%$. Для мереж електричного освітлення промислових підприємств і будівель відхилення напруги від нормального значення повинно не перевищувати $\pm 2,5 \%$.

Проведення розрахунків втрат напруги в електричних проводах проводиться з урахуванням опору проводів, в залежності від довжини використаного проводу. Розрахунки опору проводів проводяться за виразом:

$$R = \frac{\rho L}{S}, \quad (2.2)$$

де L – довжина проводу, що використовується для підведення електричної енергії, вимірюється в м; S – площа перетину використаного проводу, вимірюється в мм^2 ; ρ – питомий опір матеріалу, який застосовується в використаному проводі.

Питомий опір матеріалу є стандартною величиною, яка вибирається із табличних даних.

Питомий опір для деяких матеріалів наведено у табл. 2.3

В розділі 2.4 при проведенні розрахунків і вибору перетину дротів, в якості матеріалу дроту було вибрано мідь. Згідно табл. 2.3 для проводів з мідними жилами питомий опір дорівнює

$$\rho = 0.0175 \frac{\text{Ом} \cdot \text{мм}^2}{\text{м}}.$$

Для проведення розрахунків опору дротів, що використовуються для постачання електричної енергії в приміщення енергетичної випробувальної лабораторії, згідно виразу (2.2), нам необхідно визначити довжину дротів на кожній ділянці енергопостачання.

Згідно схеми визначених ділянок енергопостачання в приміщення енергетичної випробувальної лабораторії (рис. 2.1), в таблиці. 2.4 наведено довжина використовуваних дротів.

Проведемо розрахунки опору проводів на ділянках постачання електричної енергії за виразом (2.2), з урахуванням довжини окремих ділянок і питомого опору для мідних жил.

Для ділянки Д-1 (рис. 2.1) опір використовуваного дроту буде становити:

$$R_1 = \frac{\rho L_1}{S_1} = \frac{0,0175 \times 2,5}{10} = 0,0044 \text{ Ом.}$$

Для ділянки Д-2 (рис. 2.1) опір використовуваного дроту буде становити:

$$R_2 = \frac{\rho L_2}{S_2} = \frac{0,0175 \times 22,5}{2,5} = 0,156 \text{ Ом.}$$

Таблиця 2.3.

Питомий опір деяких матеріалів провідників

Питомий опір деяких речовин
(при 20 °С)

Матеріал	Питомий опір (Ом·м)
срібло	$1,59 \times 10^{-8}$
мідь	$1,75 \times 10^{-8}$
золото	$2,44 \times 10^{-8}$
алюміній	$2,82 \times 10^{-8}$
залізо	$9,8 \times 10^{-8}$
платина	11×10^{-8}
олово	$11,5 \times 10^{-8}$
графіт	$3,5 \times 10^{-5}$
германій	0,46
кремній	близько 10^3
скло	$10^{10} \text{ — } 10^{14}$
гума	близько 10^{13}
сірка	близько 10^{15}

Таблиця 2.4.

Довжина дротів на ділянках енергопостачання в приміщеннях енергетичної випробувальної лабораторії

№ ділянки	Довжина дроту, м
Перша ділянка	$L1 = 2,5 \text{ м}$
Друга ділянка	$L2 = 22,5 \text{ м}$
Третя ділянка	$L3 = 15,2 \text{ м}$
Четверта ділянка	$L4 = 6,4 \text{ м}$
П'ята ділянка	$L5 = 12,1 \text{ м}$
Шоста ділянка	$L6 = 33,8 \text{ м}$
Сьома ділянка	$L7 = 45,8 \text{ м}$

Для ділянки Д-3 (рис. 2.1) опір використовуваного дроту буде становити:

$$R_3 = \frac{\rho L_3}{S_3} = \frac{0,0175 \times 15,2}{4} = 0,0665 \text{ Ом.}$$

Для ділянки Д-4 (рис. 2.1) опір використовуваного дроту буде становити:

$$R_4 = \frac{\rho L_4}{S_4} = \frac{0,0175 \times 6,4}{1,5} = 0,075 \text{ Ом.}$$

Для ділянки Д-5 (рис. 2.1) опір використовуваного дроту буде становити:

$$R_5 = \frac{\rho L_5}{S_5} = \frac{0,0175 \times 12,1}{1,5} = 0,141 \text{ Ом.}$$

Для ділянки Д-6 (рис. 2.1) опір використовуваного дроту буде становити:

$$R_6 = \frac{\rho L_6}{S_6} = \frac{0,0175 \times 33,8}{1,5} = 0,394 \text{ Ом.}$$

Для ділянки Д-7 (рис. 2.1) опір використовуваного дроту буде становити:

$$R_7 = \frac{\rho L_7}{S_7} = \frac{0,0175 \times 45,8}{1,5} = 0,534 \text{ Ом.}$$

Отже при відомому значенні опору дротів на кожній ділянці енергопостачання в приміщення енергетичної випробувальної лабораторії, а також при відомих значеннях максимальних струмів на ділянках енергопостачання (розділ 2.3) можна розрахувати втрати електричної енергії на кожній ділянці.

Розрахунки втрат електричної енергії на ділянках енергопостачання в приміщення енергетичної випробувальної лабораторії будемо проводити за виразом

$$U_V = IR, \quad (2.3)$$

де I – струм, який споживається на визначений ділянці енергопостачання енергії; R – опір дроту, що використовується на ділянці енергопостачання.

Оскільки струм на кожній ділянці проходить по дроту двічі - по нейтральному проводу і по фазі навантаження, то для проведення розрахунків будемо використовувати вираз:

$$U_V = 2IR, \quad (2.4)$$

Результати розрахунків:

Для ділянки Д-1 (рис. 2.1) втрати напруги на довжині проводу ділянки будуть становити:

$$U_{V1} = 2I_1R_1 = 2 \times 40,0 \times 0,0044 = 0,35 \text{ В.}$$

Для ділянки Д-2 (рис. 2.1) втрати напруги на довжині проводу ділянки будуть становити:

$$U_{V2} = 2I_2R_2 = 2 \times 22,34 \times 0,156 = 6,974 \text{ В.}$$

Для ділянки Д-3 (рис. 2.1) втрати напруги на довжині проводу ділянки будуть становити:

$$U_{V3} = 2I_3R_3 = 2 \times 25,0 \times 0,0665 = 3,33 \text{ В.}$$

Для ділянки Д-4 (рис. 2.1) втрати напруги на довжині проводу ділянки будуть становити:

$$U_{V4} = 2I_4R_4 = 2 \times 9,91 \times 0,075 = 1,47 \text{ В.}$$

Для ділянки Д-5 (рис. 2.1) втрати напруги на довжині проводу ділянки будуть становити:

$$U_{V5} = 2I_5R_5 = 2 \times 7,1 \times 0,141 = 2,0 \text{ В.}$$

Для ділянки Д-6 (рис. 2.1) втрати напруги на довжині проводу ділянки будуть становити:

$$U_{V6} = 2I_6R_6 = 2 \times 2,45 \times 0,394 = 1,93 \text{ В.}$$

Для ділянки Д-7 (рис. 2.1) втрати напруги на довжині проводу ділянки будуть становити:

$$U_{V7} = 2I_7R_7 = 2 \times 2,73 \times 0,534 = 2,9.$$

Для перевірки відповідності допускам на втрати електроенергії для освітлення і інших споживачів електричної енергії проведемо визначення втрат напруги у відсотках на кожній ділянці за виразом:

$$\delta = \frac{U_V}{U_N} \cdot 100\% , \quad (2.5)$$

де U_V – втрата напруги на ділянці споживання електричної енергії; U_N - номінальна напруга мережі живлення, яка використовується для живлення приміщення енергетичної випробувальної лабораторії (дорівнює $U_N = 220$ В).

Розрахунки за виразом (2.5):

Для ділянки Д-1 (рис. 2.1) втрати напруги у відсотках на довжині проводу ділянки будуть становити:

$$\delta_1 = \frac{U_{V1}}{U_N} \cdot 100\% = \frac{0,35}{220} 100 = 0,15 \%$$

Для ділянки Д-1 (рис. 2.1) втрати напруги у відсотках на довжині проводу ділянки будуть становити:

$$\delta_2 = \frac{U_{V2}}{U_N} \cdot 100\% = \frac{6,974}{220} 100 = 3,2 \%$$

Для ділянки Д-3 (рис. 2.1) втрати напруги у відсотках на довжині проводу ділянки будуть становити:

$$\delta_3 = \frac{U_{V3}}{U_N} \cdot 100\% = \frac{3,33}{220} 100 = 1,5 \%$$

Для ділянки Д-4 (рис. 2.1) втрати напруги у відсотках на довжині проводу ділянки будуть становити:

$$\delta_4 = \frac{U_{V4}}{U_N} \cdot 100\% = \frac{1,47}{220} 100 = 0,67 \%$$

Для ділянки Д-5 (рис. 2.1) втрати напруги у відсотках на довжині проводу ділянки будуть становити:

$$\delta_5 = \frac{U_{V5}}{U_N} \cdot 100\% = \frac{2,0}{220} 100 = 0,9 \%$$

Для ділянки Д-6 (рис. 2.1) втрати напруги у відсотках на довжині проводу ділянки будуть становити:

$$\delta_6 = \frac{U_{V6}}{U_N} \cdot 100\% = \frac{1,93}{220} 100 = 0,88 \%$$

Для ділянки Д-7 (рис. 2.1) втрати напруги у відсотках на довжині проводу ділянки будуть становити:

$$\delta_7 = \frac{U_{V7}}{U_N} \cdot 100\% = \frac{2,9}{220} 100 = 1,32 \%$$

З результатів проведених розрахунків видно.

На ділянках 1, 3, 4, 5 (ділянки розеток) втрати напруги знаходяться в допустимих межах $< 5\%$.

На ділянці 6 і ділянці 7 (ділянка освітлення) втрати напруги знаходяться в допустимих межах $< 2,5\%$.

На ділянці 2 (ділянки розеток) втрати напруги перевищують допустимі норми $> 5\%$.

Це потребує корегування перетину проводів, що використовуються для енергопостачання на даних ділянках.

Проведемо повторні перерахунки для ділянки 2 із збільшенням перетину дроту до 4 мм^2 . Результати розрахунків:

$$R_2 = \frac{\rho L_2}{S_2} = \frac{0,0175 \times 22,5}{4} = 0,098 \text{ Ом};$$

$$U_{V2} = 2I_2 R_2 = 2 \times 22,34 \times 0,098 = 4,37 \text{ В};$$

$$\delta_2 = \frac{U_{V2}}{U_N} \cdot 100\% = \frac{4,37}{220} 100 = 1,9 \%$$

Таким чином для ділянки 2 вибираємо перетин дроту 4 мм^2 .

2.6 Вимоги і вибір щитка живлення для його встановлення в коридорі випробувальної лабораторії

У відповідності до визначених ділянок енергопостачання в приміщення енергетичної випробувальної лабораторії та необхідності розташування в щитку апаратури для захисту внутрішньої мережі від КЗ і перевантаження, і при необхідності відключення будь-якої внутрішньої мережі будемо використовувати 2 щитка типу ІЕК ЩУРВ-1/12зо-1 36 УХЛЗ ІР31[3], обліково-розподільчого типу, які будуть розташовані в приміщеннях енергетичної випробувальної лабораторії.

Щиток живлення в коридорі повинен відповідати певним вимогам, щоб забезпечити безпечну експлуатацію електричної мережі. Основні вимоги до щитка живлення в коридорі включають:

1. **Безпечність:** щиток повинен бути відповідно заземлений і має мати захист від випадкового дотику.
2. **Доступність:** щиток має бути легко доступним для обслуговування та ремонту.
3. **Відповідність стандартам:** щиток повинен відповідати всім стандартам та нормам безпеки електричних систем.
4. **Відповідність потребам:** щиток має відповідати потребам житлового приміщення з точки зору об'єму та потужності.



Рис.2.9 **а** – щиток ІЕК ЩУРВ-1/12зо-1 36 УХЛЗ ІР31; **б** – щиток ІЕК ЩУРН-1/15зо-1 36 УХЛЗ ІР3.

Призначений для збирання обліково-розподільних електрощитів з використання модульної апаратури, для введення електроенергії, її обліку і розподулу, а також захисту мереж напругою 230/400 В від струмів перевантаження і короткого замикання.

Переваги:

Підвищена антикорозійна стійкість, високоякісне зовнішнє покриття, єдиний секрет замку, набір додаткових аксесуарів, висока технологічність і простота збірки, кілька кольорів і варіантів покриття, високий рівень електробезпеки.

Технічні характеристики:

Вид установки: навісний; товщина металу: 0,8-1,0 мм; номінальний струм: 50 А; тип покриття: ЕПК / шагрень; колір: RAL7035; ступінь захисту: IP31; кут відкриття дверей: 105°; тип застосування апаратів: модульний.

Розшифровка позначень: ЩУРН-3/12зо-1 36 УХЛЗ IP31

Щ – щит; УР – обліково-розподільний; н – навісне виконання / в- вбудований; 1 або 3 – тип лічильника (одно-, трифазний); 12-48 – кількість модулів; з – з замком; 0 – з вікном; 1 – номер модифікації; 3 – тип; 6 – колір фарби УХЛЗ; У2 – кліматичне виконання за ДСТУ 15150; IP31 або IP54 – ступінь захисту за ДСТУ 14254.

Технічні характеристики:

Вид установки: навісний; товщина металу: 0,8-1,0 мм; номінальний струм: 50 А; тип покриття: ЕПК / шагрень; колір: RAL7035; ступінь захисту: IP31; кут відкриття дверей: 105°; тип застосування апаратів: модульний.



Рис.2.11 в – щит на 36(42) модулів, VOLTA;

г – щит на 24(28) модулів, VOLTA.

Основні електричні характеристики: номінальна напруга – 400 В; електричний струм – номінальний струм 63 А; кришка, двері – ступінь захисту - IP 30, можливість блокування – ні.

Обладнання: кількість одиниць – 12; кількість рядів щита – 3; кількість секцій щита – 1; кількість рядів – 3; можливість приєднання додаткового обладнання – так.

Стандарти: GWT – тест дротом розжарування – 650 °С; європейська директива WEEE – пов'язаний.

Безпека: клас захисту IK від механічних ударів – IK07; захисне виконання – IP30.

Основні електричні характеристики (щит на 24(28) модулів, VOLTA): номінальна напруга – 400 В; електричний струм – номінальний струм – 63 А; кришка, двері – ступінь захисту – IP 30; можливість блокування – ні; Обладнання – кількість одиниць – 12; кількість рядів щита – 3; кількість секцій щита – 1; кількість рядів – 3;

ВИСНОВКИ ДО РОДІЛУ 2

У розділі було розглянуто енергетичне забезпечення випробувальної лабораторії, включаючи план підключення розеток і світильників, розміщених в приміщенні лабораторії і коридору. Для забезпечення живлення технічних засобів були використані дві незалежні трьох фазних жил живлення (380 В), розташовані в окремих нішах. Розрахунок електричної частини був здійснений шляхом розділення всіх споживачів електричної енергії на окремі ділянки – ділянки розеток (групи розеток) і ділянки світильників (групи світильників). З метою забезпечення безперебійного живлення було виконано резервне живлення. У результаті були сформовані ділянки підключення розеток в приміщеннях енергетичної випробувальної лабораторії, що дозволить ефективно забезпечити енергетичні потреби лабораторії і забезпечити безпеку під час експлуатації.

Для визначення споживання електричної енергії на кожній ділянці було створено діаграму потужності. Ці дані допоможуть відповідальним особам забезпечити необхідність електроживлення для усього обладнання і освітлення в лабораторії. Для правильного функціонування енергетичної випробувальної лабораторії необхідно проводити розрахунок максимальних струмів на кожній ділянці споживання електричної енергії. Для однофазної мережі електропостачання необхідно використовувати вираз (2.1), в якому враховуються сумарна потужність споживання, напруга живлення та коефіцієнт потужності. В результаті розрахунків було визначено максимальні струми на кожній ділянці споживання електричної енергії в енергетичній випробувальній лабораторії. Отримані результати можуть бути використані для вибору необхідного обладнання та розрахунку захисту електричних мереж в лабораторії.

Описано проблему втрат напруги на ділянках споживання електричної енергії в приміщеннях енергетичної випробувальної лабораторії. Наведені розрахунки, які дозволяють врахувати втрати напруги в струмоведучих провідниках і обчислити оптимальний перетин провідників для забезпечення необхідної напруги в точках споживання. Для проведення розрахунків використовуються формули, які враховують довжину провідника, площу перетину провідника і питомий опір

матеріалу провідника. За результатами розрахунків можуть бути внесені корективи до проектування системи живлення з метою забезпечення необхідного рівня напруги. Для мідних провідників було наведено значення питомого опору з таблиці, яке використовується для проведення розрахунків. Норми відхилень напруги від нормального значення також були зазначені згідно правил експлуатації електроустаткування.

Також у розділі було описано вимоги та вибір щитка живлення для його встановлення в коридорі випробувальної лабораторії. Було зазначено, що для захисту внутрішньої мережі від короткого замикання та перевантаження, а також для можливості відключення будь-якої внутрішньої мережі, будуть використані щитки типу ІЕК ЩУРВ-1/12зо-1 36 УХЛЗ ІР31, обліково-розподільчого типу.

Було наведено короткий огляд щитків, що використовуються в приміщеннях житлових будинків. Також була наведена фотографія і технічні характеристики, призначеного для збирання обліково-розподільних електрощитів з використання модульної апаратури, для введення електроенергії, її обліку і розподілу, а також захисту мереж напругою 230/400 В від струмів перевантаження і короткого замикання.

РОЗДІЛ 3.

ПІДКЛЮЧЕННЯ І ЗАХИСТ ЕЛЕКТРИЧНОЇ МЕРЕЖІ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ВИПРОБУВАЛЬНОЇ ЛАБОРАТОРІЇ

3.1 Комутаційна і захисна апаратура і схеми їх з'єднання в енергетичній випробувальній лабораторії

Для захисту внутрішньої мережі приміщень, зазвичай, використовуються автоматичні вимикачі, обладнання захисного відключення (ОЗВ), диференційні автомати та реле напруги (див. рис. 3.1). Також можна використовувати стабілізатори та інші засоби захисту від імпульсних перенапружень. Однак для внутрішньої проводки не потрібне обладнання захисту від імпульсних перенапружень і грозових розрядів, оскільки вона зазвичай входить у загальну захисну систему будинку.

Для вибору характеристик захисного обладнання використовуються значення встановленої потужності, номінальних струмів та розрахункових перетинів проводів, які були отримані під час попередніх розрахунків.



Рис. 3.1 Засоби захисту внутрішньої мережі приміщень

Автоматичний вимикач є спеціальним пристроєм, який служить для захисту електромереж від високої напруги або короткого замикання. Автоматичний вимикач це – прилад який призначений для розрива ланцюгів живлення, якщо сила струму перевищила допустиму.

Максимальна величина струму, яку прилад може проводити безкінечно довго без втрати працездатності й без перевищення встановлених максимальних температур струмопровідних частин жил, залежить від кількох факторів, включаючи конструкцію приладу, матеріали, використані для створення провідника. Перевищення номінального струму веде до розмикання контактів автоматичного вимикача. Втім розрив контактів може відбутись не відразу. Швидкість спрацювання залежить від того як швидко наростає струм. Якщо він різко виростає і перевищує номінальний декілька раз то розмикається практично моментально зазвичай це зв'язано з пробоем ізоляції та коротким замиканням. А при півтора кратному перевищенні номіналу розімкнути може й через час зазвичай таке буває при підключенні потужних споживачів до електромережі. Таке допускається з врахуванням запасу проводки.

Номінальна напруга

Залежно від конкретного пристрою, номінальна напруга становить 220 В, 220/380 В, 380 В, 380/690 В, 690 В. В однофазних мережах напруга дорівнює 220 В, в трифазних – 380 В. Для захисту окремого промислового обладнання необхідні автомати, розраховані на 380/690 В.

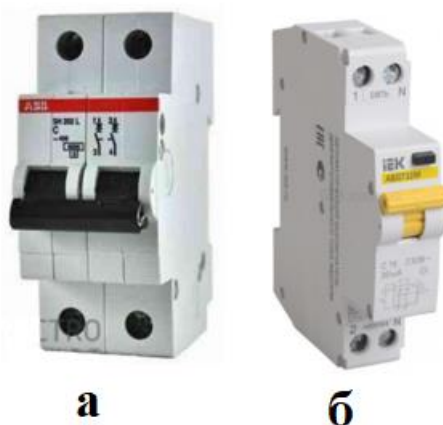


Рис.3.2 а – автоматичний вимикач S202 C100 6КА на 100 А, [4];
б – Диференційний автомат АВДТ32М 2Р 32 А 100А, [4].

Особливості моделі S202-C100 від німецької компанії АВВ полягає в першу чергу в механізмі швидкого вимикання, який у разі зменшує ймовірність згоряння контактів у разі високих навантажень. Пристрої з кривою С рекомендуються до застосування в будь-яких ланцюгах, за винятком термостатів (електрообігрівачів, бойлерів) та окремих видів освітлення. Номінальний струм для даної моделі 100 А, а здатність, що відключає 6кА.

Якість та простота

Виробник гарантує працездатність пристрою при температурах від -20С до +60С, що дозволить використовувати автоматичний вимикач у найрізноманітніших приміщеннях, а велике та докладне маркування апаратів, що містить всю необхідну інформацію та двопозиційна клямка максимально спростить процес монтажу та експлуатацію пристрою.

Диференціальне реле – визначає виник в мережі струм витоку не більше встановленого налаштуванням і робить відключення живлення. Таким чином здійснюється захист від можливих струмів витоку на землю в електропроводці або використовуються електричних приладах.

Переваги та недоліки диференційного автомата

Плюси диференційного автоматичного вимикача:

- Універсальність. Це комбінований пристрій (дифреле + автоматичний вимикач), який поєднує в собі одразу ряд функцій захисту від: струмів витоку на землю, струмів короткого замикання і теплового навантаження.
- Компактність. Економія місця в електричному щиті (за рахунок того, що автоматичний вимикач не потрібен).

Мінуси:

- При спрацюванні дифавтомата, у звичайних моделях, немає індикації, за якою із захисних функцій спрацював апарат.
- Немає великого вибору пристроїв за номінальними показниками струму витоку.

Автоматичний вимикач диференційного струму ІКЕ серії АВДТ32М для однофазних мереж в одномодульному виконання (18 мм) призначені для захисту

людини від ураження електричним струмом при пошкодженій ізоляції електроустановок, а також для захисту від перенаванження і короткого замикання в мережах змінного струму напругою 230В і частотою 50 Гц.

Особливості:

- Надійний захист: апарат серії АВДТ марки ІЕК, АВДТ32М є єдино можливим захистом при прямому дотику людини до струмоведучих частин;
- Безпека експлуатації
- Наявність напайки з срібломісткого композиту підвищує зносостійкість контактної групи і знижує перехідний опір.
- Насічки на контактах затискачах знижують теплові втрати і збільшують механічну стійкість з'єднання.
- Надійне приєднання провідників за рахунок підвищеної міцності корпусу.
- Економія місця в електрощиті.
- Зручність монтажу, яку забезпечує наявність засувки з подвійним фіксованим положенням.
- Широкий діапазон робочих температур від -25 до +40 °С дозволяє використовувати вимикач в різних кліматичних зонах.

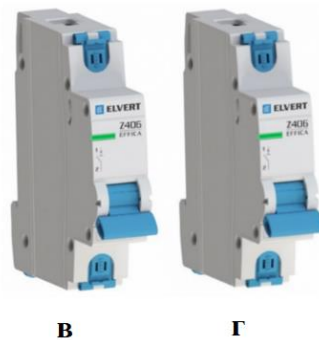


Рис.3.4 **в** – Автоматичний вимикач Z406 1P C50 4,5КА - 50 А, [10];

г – Автоматичний вимикач Z406 1P C50 4,5КА - 32 А, [10].

Автоматичний вимикач Z406 1P C50 4,5КА на 50 А - це електричний пристрій, призначений для захисту електричних мереж від перевантажень та коротких замикань. Він може працювати як самостійний елемент захисту або як частина більш складної системи автоматизації.

3406 - це модель автоматичного вимикача, 1P означає, що він має один полюс. С50 - це номінальний струм вимикача, який становить 50 А. 4,5КА - це максимальна короткозамикана витрата струму, яку цей вимикач може витримати, це значить, що він може вимикатися при поточному замиканні величиною до 4,5 кА.

Цей вимикач має можливість швидко відключати електричну мережу при виникненні перевантажень та коротких замикань. Він також має можливість плавного пуску, який дозволяє запобігти різкому споживанню електроенергії при запуску обладнання.

Основні характеристики: полюсність: 1P (однополюсний); номінальний струм: 50 А; характеристика вимикання: С (характеристика вимикання на ток перевантаження та коротке замикання); Здатність до вимикання: 4,5 кА (максимальний струм короткого замикання, який може вимикати автоматичний вимикач) ; номінальна напруга: до 240 В; допустима температура навколишнього середовища: від -25 до +55 градусів Цельсія.

Автоматичний вимикач Z406 1P C32 4,5КА - 32 А - однополюсний автоматичний вимикач з вимикачем потоку, який використовується для захисту електричних схем від перевантажень та коротких замикань.

Цей автоматичний вимикач забезпечує надійний захист від перевантажень та коротких замикань в електричних колах. Він може встановлюватися в електрощити, що використовуються в житлових, комерційних та промислових будівлях, а також в інших промислових установках і системах електроживлення.

Основні характеристики: полюсність: 1P (однополюсний); номінальний струм: 32 А; характеристика вимикання: С (характеристика вимикання на ток перевантаження та коротке замикання); здатність до вимикання: 4,5 кА (максимальний струм короткого замикання, який може вимикати автоматичний вимикач); номінальна напруга: до 240 В; допустима температура навколишнього середовища: від -25 до +55 градусів Цельсія.

У відповідності до визначених ділянок енергопостачання в приміщення енергетичної випробувальної лабораторії та струмів споживання в приміщеннях лабораторії вибираємо наступні апарати:

1. Для першого щітка, який буде розміщено в приміщенні для проведення випробувань захисних засобів і електрообладнання випробувальної енергетичної випробувальної лабораторії :

- загальний автоматичний вимикач S202 C100 6КА на 100 А (виробництва фірми АВВ);

- диференціальний автомат - D06 2P В100А ТИПУ АС, АВДТ на 100 А (виробництва фірми ІЕК);

- один автоматичний вимикач Z406 1P C50 4,5КА на 50 А;

- два автоматичних вимикача Z406 1P C32 4,5КА на 32 А.

Загальна схема підключення захисного обладнання до щітка в приміщенні для проведення випробувань захисних засобів і електрообладнання енергетичної випробувальної лабораторії наведена на рис. 3.6. (Щиток №1)

Загальна схема підключення захисного обладнання до щітка в приміщенні коридору для підключення обладнання в приміщенні з комп'ютерною і оргтехнікою, та освітлення у всіх приміщеннях енергетичної випробувальної лабораторії наведена на рис. 3.7. (Щиток №2)

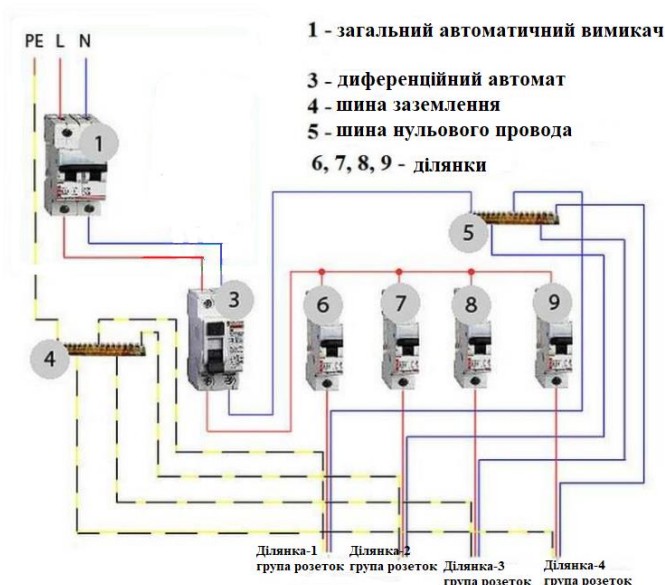


Рис. 3.6 Загальна схема підключення захисного обладнання до щітка в приміщенні для проведення випробувань захисних засобів і електрообладнання енергетичної випробувальної лабораторії (Щиток №1)

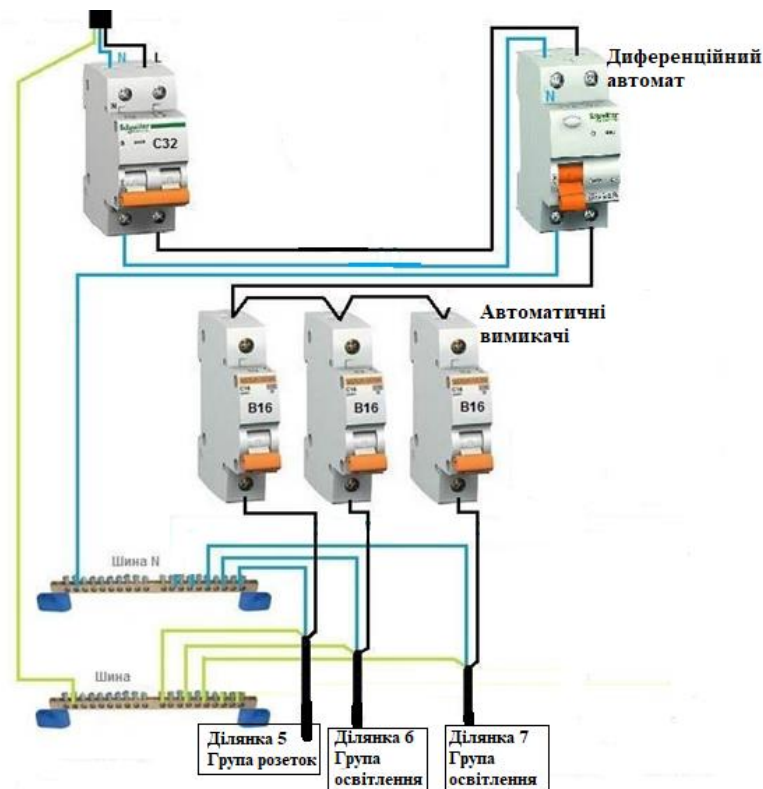


Рис. 3.7. Загальна схема підключення захисного обладнання до щитка в приміщенні коридору енергетичної випробувальної лабораторії (Щиток №2)

3.2. Вимоги до техніки безпеки і пожежної безпеки

Відповідно до ДСТУ 2272-2006: пожежна безпека об'єкта мусить забезпечуватися наступними системами:

- системою запобігання пожежі;
- системою протипожежного захисту;
- організаційно-технічними заходами.

Дані системи мають характеризуватися рівнем забезпечення пожежної безпеки людей і матеріальних цінностей, а також економічними критеріями ефективності цих систем для матеріальних цінностей, з урахуванням усіх стадій (наукова розробка, проектування, будівництво, експлуатація) життєвого циклу об'єктів і виконувати одне з наступних завдань:

- виключати виникнення пожежі;
- забезпечувати пожежну безпеку людей;
- забезпечувати пожежну безпеку матеріальних цінностей;

– забезпечувати пожежну безпеку людей і матеріальних цінностей одночасно.

Об'єкти, пожежі на яких можуть призвести до масового ураження людей, що знаходяться на цих об'єктах і навколишній території, небезпечними і шкідливими виробничими чинниками (за ДСТУ 12.0.003-74)[5], а також небезпечними чинниками пожежі та їхніми вторинними проявами, мусять мати системи пожежної безпеки, що забезпечують мінімально можливу вірогідність виникнення пожежі. Конкретні значення мінімально можливої вірогідності виникнення пожежі визначають проектувальники і технологи при паспортизації цих об'єктів в установленому порядку.

Об'єкти, що віднесені до відповідних категорій з вибухопожежної та пожежної безпеки, мусять мати економічно ефективні системи пожежної безпеки. Імовірність виникнення пожежі від електричного або іншого одиничного технологічного виробу або устаткування при їхній розробці та виготовленні не має перевищувати значення 10^{-6} у рік.

3.2.1 Вимоги до способів забезпечення пожежної безпеки системи запобігання пожежі

Запобігання пожежі має досягатися запобіганням утворенню горючого середовища і (або) запобіганням утворенню в горючому середовищі (або внесення до нього) джерел запалювання.

Запобігання утворенню горючого середовища має забезпечуватися одним з наступних способів або їх комбінацій:

- максимально можливим застосуванням негорючих і важкогорючих речовин і матеріалів;
- максимально можливим за умовами технології й будівництва обмеженням маси або об'єму горючих речовин, матеріалів і найбільш безпечним способом їхнього розміщення;

– ізоляцією горючого середовища (застосуванням ізольованих відсіків, камер, кабін і тому подібне);

– підтримкою безпечної концентрації середовища відповідно до норм і правил та інших нормативно-технічних, нормативних документів (НД) і правил безпеки;

– достатньою концентрацією флегматизатора в повітрі захищуваного об'єму (його складнику);

– максимальною механізацією й автоматизацією технологічних процесів, пов'язаних із обертанням горючих речовин;

– установкою пожежонебезпечного обладнання за можливості в ізольованих приміщеннях або на відкритих майданчиках;

– застосуванням пристроїв захисту виробничого обладнання з горючими речовинами від пошкоджень і аварій, установкою вимикачів, відсікачів та інших пристроїв.

Запобігання утворення в горючому середовищі джерел запалювання має досягатися застосуванням одного з таких способів або їхньою комбінацією: – застосуванням машин, механізмів, обладнання, пристроїв, при експлуатації яких не утворюються джерела запалення;

– застосуванням електроустаткування, що відповідає пожежонебезпечній і вибухонебезпечній зонам, групі та категорії вибухонебезпечної суміші відповідно до вимог ДСТУ 12.1.011, ПУЕ, ДНАОП 0.00-1.32-01 [5].

– застосуванням в конструкції швидкодіючих засобів захисного відключення можливих джерел запалення;

– застосуванням технологічного процесу й устаткування, що задовольняє вимогам електростатичної іскробезпеки за ДСТУ 12.1.018;

– облаштуванням блискавкозахисту будівель, споруд і устаткування;

– підтримкою температури нагріву поверхні машин, механізмів, устаткування, пристроїв, речовин і матеріалів, які можуть увійти до контакту з горючим середовищем, нижче гранично допустимої й такої, що становить 80 % найменшої температури самозаймання пального;

– виключення можливості появи іскрового розряду в горючому середовищі з енергією, що є вищою за мінімальну енергію запалення;

– застосуванням інструменту, що не іскрить, при роботі з легкозаймистими рідинами та горючими газами;

– ліквідацією умов для теплового, хімічного та (або) мікробіологічного самозаймання речовин, матеріалів, виробів і конструкцій. Порядок спільного зберігання речовин і матеріалів здійснюють відповідно до встановлених НД;

– усуненням контакту з повітрям пірофорних речовин;

– зменшенням визначального розміру горючого середовища нижче гранично допустимого по горючості;

– дотриманням діючих будівельних норм, правил і стандартів. Обмеження маси й (або) об'єму горючих речовин і матеріалів, а також найбільш безпечний спосіб їхнього розміщення мають досягатися застосуванням одного з таких способів або їхньою комбінацією;

– зменшенням маси й (або) об'єму горючих речовин і матеріалів, що знаходяться одночасно у приміщенні або на відкритих майданчиках;

– облаштуванням аварійного зливу пожежонебезпечних рідин і аварійного випускання горючих газів з апаратури;

– улаштуванням на технологічному обладнанні систем противибухового захисту;

– періодичного очищення території, на якій розташовується об'єкт, приміщень, комунікацій, апаратури від горючих відходів, відкладень пилу, пуху й т.п.;

– видаленням пожежонебезпечних відходів виробництва;

– заміною легкозаймистих і горючих рідин на пожежобезпечні технічні миючі засоби.

3.2.2 Вимоги до способів забезпечення пожежної безпеки системи протипожежного захисту

Протипожежний захист має досягатися застосуванням одного з таких способів або їхньою комбінацією:

- застосуванням засобів пожежогасіння й відповідних видів пожежної техніки;
- застосуванням автоматичних установок пожежної сигналізації й пожежогасіння;
- застосуванням основних будівельних конструкцій і матеріалів, зокрема використовуваних для облицювання конструкцій, з нормованими показниками пожежної небезпеки;
- застосуванням просочення конструкцій об'єктів антипиренами та нанесенням на їх поверхню вогнезахисних фарб (речовин);
- пристроями, що забезпечують обмеження розповсюдження пожежі;
- організацією за допомогою технічних засобів, включаючи автоматичні, своєчасного оповіщення й евакуації людей;
- застосуванням засобів колективного й індивідуального захисту людей від небезпечних чинників пожежі;
- застосуванням засобів протидимного захисту.

Обмеження розповсюдження пожежі за межі вогнища має досягатися застосуванням одного з наступних способів або їхньою комбінацією:

- улаштуванням протипожежних перешкод;
- установленням гранично допустимих за техніко-економічними розрахунками площі протипожежних відсіків і секцій, а також поверховості будівель і споруд, але не більше, ніж установлено за нормами;
- улаштуванням аварійного відключення та перемикання установок і комунікацій;
- застосуванням засобів, що запобігають або обмежують розливання і розтікання рідини при пожежі;

– застосуванням вогнеперешкоджаючих пристроїв в устаткуванні. Кожен об'єкт мусить мати таке об'ємно-планувальне й технічне виконання, щоб евакуація людей з нього була завершена до настання гранично допустимих значень небезпечних чинників пожежі, а при недоцільності евакуації був забезпечений захист людей на об'єкті.

Засоби колективного й індивідуального захисту мають гарантувати безпеку людей протягом усього часу дії небезпечних чинників пожежі. На кожному об'єкті господарства має бути забезпечене своєчасне оповіщення людей та сигналізація про пожежу в її початковій стадії технічними або організаційними засобами.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 3

На основі наданої інформації про електричне обладнання та захисні апарати для надійної роботи енергетичної випробувальної лабораторії можна зробити висновок, що використання автоматичних вимикачів і диференціальних автоматів є необхідним для забезпечення безпеки та захисту внутрішньої мережі приміщень. Використані моделі автоматичних вимикачів з механізмом швидкого вимикання демонструє переваги, такі як зменшення ймовірності згоряння контактів при високих навантаженнях. Виробники гарантують якість, простоту використання та докладне маркування апаратів, що спрощує їх монтаж та експлуатацію.

Застосування відповідних апаратів захисту допомагає запобігти можливим пошкодженням або аваріям у системі електропостачання, забезпечуючи надійну роботу енергетичної випробувальної лабораторії.

Крім того, розділ також наголошує на важливості дотримання загальних вимог до пожежної безпеки та електричної безпеки, що сприяє забезпеченню безпеки приміщень та запобіганню виникненню пожеж та шкоди матеріальним цінностям, людям і довкіллю.

Висновки по кваліфікаційній роботі

Створений план підключення розеток, які будуть застосовуватися для підключення технічного обладнання і план розташування підключення технічного обладнання, та план розташування і підключення світлодіодних приладів для підключення освітлення в приміщеннях випробувальної лабораторії.

Також наведена діаграма споживання потужності на визначених ділянках споживання електричної енергії. Проведення розрахунку струмів, які споживаються на ділянках енергоспоживання енергетичної випробувальної лабораторії. Також проведені розрахунки втрат електричної енергії на ділянках енергопостачання. Було розглянуто підключення і захист електричної мережі в енергетичній випробувальній лабораторії. Проведено вибір і пояснено використання автоматичних вимикачів і диференціальних автоматів для забезпечення захисту внутрішньої мережі приміщень. Було наведено приклади конкретних моделей і їх особливості, такі як швидке вимикання та здатність до відключення при високих навантаженнях.

Оглянуті загальні вимоги до пожежної безпеки і електричної безпеки. Були наведені визначення основних понять, пов'язаних з пожежною безпекою, і вказано на системи, які мають забезпечувати безпеку об'єкта, зокрема систему запобігання пожежі, систему протипожежного захисту і організаційно-технічні заходи.

Було виконано значну роботу, пов'язану з вибором та описом апаратів захисту та комутаційної апаратури для забезпечення стабільної роботи електричної мережі в енергетичній випробувальній лабораторії. Підкреслено важливість дотримання загальних вимог щодо пожежної безпеки та електричної безпеки, які необхідні для захисту персоналу та обладнання в лабораторії. В результаті цієї роботи були встановлені відповідні апарати та розроблені схеми підключення, що сприятимуть безпечній та ефективній експлуатації лабораторії.

Список використаної літератури

1. Шкрабець Ф.П. Електропостачання. [Шкрабець Ф.П.] Дніпропетровськ: НГУ, 2015. 540 с.
2. Бурбело М.Й. Проектування систем електропостачання. Приклади розрахунків.[БурбелоМ.Й.]Навчальний посібник. Вінниця: УНІВЕРСУМ – Вінниця, 2005. 148 с.
3. Гофровані труби [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: Різновиди гофрованих труб та їх застосування. Статті компанії «ТОВ "Вітокс"». Кабель, провод, електрооборудование от производителей Киев. Украина – [1] – URL: <https://vitox.com.ua/ua/a457528-raznovidnosti-gofrirovannyh-trub.html> (дата звернення: 31.05.2023).
4. Види проводів і кабелю, їх застосування. *Ledmir.com.ua*. – [2] – URL: https://ledmir.com.ua/articles/vidy_provodov_i_kabelja_ikh_primenenie (дата звернення: 31.05.2023).
5. Щитові коробки ЩРВ-24з-0 36 УХЛЗ ІР31 PRO, ІЕК | 001.com.ua. *001.com.ua*. – [3] – URL: <https://001.com.ua/uk/korpus-metalevyy-schrv-24z-0-36-uhl3-ip31-pro-iek#chars>. (дата звернення: 31.05.2023).
6. АксиомПлюс || Електрика та електроустаткування для будівництва. *АксиомПлюс || Електрика та електроустаткування для будівництва*. – [4] – URL: <https://axiomplus.com.ua/> (дата звернення: 31.05.2023).
7. Заходи пожежної безпеки в приміщенні електрощитової [Електронний ресурс] – [5] – Режим доступу до ресурсу: https://kubg.edu.ua/images/stories/Departaments/vdd/documenty/rozdil_21/instr_z_pozhezhi_110.pdf.
8. Types of Electrical Wires and Cables - Electrical Technology. *ELECTRICAL TECHNOLOGY*. – [6] – URL: <https://www.electricaltechnology.org/2020/04/types-wires-cables.html> (дата звернення: 31.05.2023).
9. Види кабелів і проводів – їх призначення та характеристики. *Добрий господар*. – [7] – URL: <https://isu.org.ua/vydy-kabeliv-i-provodiv-yih-pryznachennya-harakterystyky-ta-markuvannya/> (дата звернення: 31.05.2023).

10. Проводи і шнури [Електронний ресурс] – [8] – Режим доступу до ресурсу: <https://europan.ua/produkcija/provoda-i-shnury/ppv-ppvngd-2/>.

11. Види кабелів і проводів, їх призначення, характеристики та маркування [Електронний ресурс] – [9] – Режим доступу до ресурсу: <https://isu.org.ua/vydy-kabeliv-i-provodiv-yih-pryznachennya-harakterystyky-ta-markuvannya/>.

12. Автоматичний вимикач [Електронний ресурс] – [10] – Режим доступу до ресурсу: <https://www.prostanki.com/board/item/65389>.