

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
ННІ ЕНЕРГЕТИКИ, АВТОМАТИКИ І ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ**

УДК 621.311

ПОГОДЖЕНО
Директор ННІ енергетики,
автоматики і енергозбереження

_____ /Каплун В.В./
(підпис)

« _____ » _____ 2024 р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач кафедри
інженерії енергосистем

_____ /Антипов Є.О./
(підпис)

« _____ » _____ 2024 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: «Підвищення ефективності системи електропостачання з розробкою резервного електроживлення від дизельної електростанції»

Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
(код і назва)

Освітня програма Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
(назва)

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Гарант освітньої програми

К.Т.Н., доцент
(науковий ступінь та вчене звання)

_____ (підпис)

Усенко С.М.
(ПІБ)

Керівник

К.Т.Н., доцент
(науковий ступінь та вчене звання)

_____ (підпис)

Петренко А.В.
(ПІБ)

Виконав

_____ (підпис)

Сідлецький Ю.Ф.
(ПІБ)

КИЇВ – 2024

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
ІННІ ЕНЕРГЕТИКИ, АВТОМАТИКИ І ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ**

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
інженерії енергосистем
к.т.н доцент Антипов Є.О.
(ступінь, звання) (підпис) (ПІБ)
«___» _____ 2024 р.

**ЗАВДАННЯ
ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ**

Сідлецькому Юрію Федоровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»
(код і назва)

Освітня програма Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
(назва)

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Тема магістерської роботи **«Підвищення ефективності системи електропостачання з розробкою резервного електроживлення від дизельної електростанції»** затверджена наказом ректора Національного університету біоресурсів і природокористування України від № _____

Термін подання завершеної роботи на кафедру 15 листопада 2024 р.
(рік, місяць, число)

Вихідні дані до магістерської роботи технічна документація, ситуаційний план, нормативні документи, вимоги до встановлення електроустановок, каталоги електрообладнання

Перелік питань, що підлягають дослідженню: Аналіз вимог навантаження споживачів резервного електроживлення. Визначення параметрів системи централізованого електропостачання. Розробка резервної схеми електроживлення споживачів від дизельної електростанції. Організаційні і технічні заходи з охорони праці

Перелік графічного матеріалу: презентація розроблена в програмі MS Power Point

Дата видачі завдання 31 січня 2024 р

Керівник магістерської роботи _____ Петренко А.В.
(підпис) (ПІБ)

Завдання прийняв до виконання _____ Сідлецький Ю.Ф.
(підпис) (ПІБ)

РЕФЕРАТ

Метою магістерської роботи є підвищення ефективності системи електропостачання з розробкою резервного електроживлення від дизельної електростанції.

Об'єктом дослідження є параметри системи електропостачання, дизельної електростанції та споживачів.

Предметом дослідження є вплив параметрів споживачів на параметри системи електропостачання та дизельної електростанції.

Завдання дослідження. Дослідити ефективність роботи основної електромережі та резервного електроживлення із застосуванням розробленого алгоритму керування для автоматичного вводу резерву в схемі електропостачання споживачів

Вихідні дані для дослідження. Ситуаційний план розташування житлової будівлі. Електричне навантаження 60 кВА. Імітаційна Simulink-модель резервного дизель-генератора з асинхронним електродвигуном в Matlab. Каталоги дизель-генераторів. Вимоги ДБН, ДСТУ та правила улаштування електроустановок.

Актуальність роботи полягає в потребі забезпечення електроенергією критичних споживачів житлової будівлі резервним джерелом електроживлення від дизельної електростанції на період аварійних відключень.

Для досягнення поставленої мети у роботі проведений аналіз навантаження споживачів житлової будівлі. Виконано розрахунок електротехнічного обладнання. Розроблена схема резервного електроживлення критичних споживачів від дизельної електростанції. Розписані заходи щодо зниження втрат електричної енергії в електричній мережі. Проведене моделювання роботи дизельної електростанції. Розроблені організаційні і технічні заходи з охорони праці.

Ключові слова: дизельна електростанція, система електропостачання, резервне електроживлення.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ ВИМОГ НАВАНТАЖЕННЯ СПОЖИВАЧІВ РЕЗЕРВНОГО ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ	8
1.1 Аналіз вимог чинних стандартів до навантаження споживачів резервного електроживлення	8
1.2 Характеристика електричного навантаження будівлі	10
1.3 Визначення місця встановлення резервної дизельної електростанції	12
РОЗДІЛ 2 ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ СИСТЕМИ ЦЕНТРАЛІЗОВАНОГО ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ	14
2.1 Визначення параметрів навантаження споживачів будівлі	14
2.2 Розподіл електричного навантаження по групам	18
2.3 Розроблення схем електричних щитів	19
2.4 Розробка схеми резервного електричного живлення	21
2.5 Розрахунок та вибір пуско-захисного обладнання силових щитів	25
РОЗДІЛ 3 РОЗРОБКА РЕЗЕРВНОЇ СХЕМИ ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ СПОЖИВАЧІВ ВІД ДИЗЕЛЬНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ	31
3.1 Розробка схеми під'єднання шафи керування дизельною електростанцією	31
3.2 Розрахунок потужності та вибір типу дизельної електростанції	33
3.3 Опис роботи резервного електроживлення	38

3.4	Огляд процесу налаштування дизельної електростанції	45
3.5	Управління роботою резервної електростанції	47
3.6	Технічне обслуговування дизельної електростанції	52
РОЗДІЛ 4 ІМІТАЦІЙНА SIMULINK-МОДЕЛЬ РЕЗЕРВНОГО ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРА З АСИНХРОННИМ ЕЛЕКТРОДВИГУНОМ		57
4.1	Опис елементів імітаційної simulink-моделі резервного дизель-генератора з асинхронним електродвигуном	57
РОЗДІЛ 5 ОРГАНІЗАЦІЙНІ І ТЕХНІЧНІ ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ		60
5.1	Ознайомлення із організаційними і технічними заходами з безпечного обслуговування дизельної електростанції	60
5.2	Заземлення дизельної електростанції	62
5.3	Опис системи захисту дизельного генератора від перенапруги	65
ВИСНОВКИ		67
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ		68

ВСТУП

В умовах частих перерв електропостачання від централізованої електромережі, стає актуальним використання резервного електроживлення. Одним із основних способів забезпечення якого є впровадження дизельної електростанції. Для ефективної роботи основної електромережі із резервним електроживленням потрібне застосування автоматичного вводу резерву в схемі електропостачання. Що дозволить автоматично підключити навантаження до резервного джерела електроживлення у разі відключення основної мережі.

Пристрій автоматичного вводу резерву має автоматичний і ручний режим керування. В автоматичному режимі пристрій контролює параметри такі як напруга, частота основної мережі і при виявленні відхилень від номінальних параметрів (напр.: втрата напруги), автоматично відключає основне джерело та підключає резервне джерело живлення. Після появи напруги в основній мережі автоматично вимикається резервне джерело живлення, а навантаження підключається до основної мережі [1].

Для правильного вибору дизельної електростанції, рекомендовано використання методики вибору згідно [2] із перевіркою результатів розрахунку в ліцензованих програмах, для прикладу згідно [3]. Важливо, щоб система автоматичного вводу резерву була вірно налаштована, адже неправильна робота може призвести до відсутності електропостачання в критичний момент. Здійснити налаштування можливо згідно розробленого алгоритму керування, що відповідає електричній схемі автоматичного вводу резерву. До основних компонентів електричної схеми відносяться контролер, контактори електромагнітні, фільтр усунення електромагнітних перешкод, реле контролю напруги, проміжне реле, реле витримки часу, обмежувач перенапруги, автоматичні вимикачі, модуль захисту/індикації та інше.

Значну частину електроенергетичного сектору України складають розподільчі мережі, які постачають електроенергію різним споживачам, таким як промислові компанії та сільськогосподарські підприємства. Сьогодні основним

завданням операторів електромереж є забезпечення точного та раціонального розподілу електроенергії та навантажень, підтримання надійності постачання та якості електроенергії для споживачів, не допускаючи надмірних втрат або перебоїв у постачанні.

Створення електроенергетичних систем вимагає комплексного підходу до вибору та оптимізації схем електричних мереж, а також прийняття техніко-економічних рішень, які передбачають визначення складу системи, зовнішніх та внутрішніх зв'язків, параметрів та надійності.

У магістерській роботі пропонується забезпечити електропостачання важливих споживачів будівлі за допомогою дизель-генераторної електростанції. Аварійні відключення тимчасово забезпечуються шляхом підключення дизель-генераторної станції до важливих споживачів.

Для розробки та обслуговування систем безперебійного електропостачання необхідно розглядати всі компоненти системи комплексно, з узгодженими режимами роботи та максимальним рівнем уніфікації. Приймачі, які працюють безперервно, комп'ютерне обладнання для систем інтернет-зв'язку, системи охоронної сигналізації, аварійного освітлення, ліфти та опалення є одними з найважливіших споживачів будівлі.

Використання резервних джерел живлення є важливим методом забезпечення надійного електропостачання. За наявності щонайменше двох вводів електроживлення, забезпечення автоматичного резервного живлення є способом забезпечення резервного живлення споживачів, підключених до системи електроживлення. Резервне джерело живлення використовується в основному для підвищення надійності системи електропостачання, що дозволяє автоматично підключати навантаження до цього джерела в разі збою в мережі.

Реалізація схем автоматичного вводу резерву підтримується обладнанням релейного захисту та автоматики, такими як реле, цифрові блоки захисту, перемикачі та панелі керування. Ці пристрої включають механічні комутаційні частини, мікропроцесорні блоки управління та сигналізації.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ ВИМОГ НАВАНТАЖЕННЯ СПОЖИВАЧІВ РЕЗЕРВНОГО ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ

1.1. Аналіз вимог чинних стандартів до навантаження споживачів резервного електроживлення

Підвищення надійності електропостачання споживачів та зменшення перерв у технологічних процесах є метою впровадження систем гарантованого електропостачання. Використання АВР для забезпечення резервного електропостачання призначене для приєднань навантаження, підключеного до системи електропостачання, що має щонайменше два вводи живлення, і потрібне для підвищення надійності системи електропостачання. У разі зникнення мережевого живлення до навантажень автоматично підключаються резервні джерела живлення.

Відповідно до ПУЕ, існує три категорії споживачів електроенергії.

До першої категорії належать споживачі, перерви в електропостачанні яких можуть становити небезпеку для життя людей, спричинити значні матеріальні збитки, загрозу державній безпеці або призвести до порушення складних технологічних процесів.

Ці об'єкти віднесено до категорії II, оскільки перебої в електропостачанні можуть призвести до значного дефіциту продукції, простою робітників, поломки обладнання або промислового транспорту.

Категорія III охоплює всіх інших споживачів електроенергії. Особлива група електроприймачів також включена до категорії I. Електроприймач, який не підлягає аварійному відключенню під час зупинки виробництва з метою запобігання людським жертвам, вибухам і пожежам, може бути віднесений до категорії I.

Тривале відключення електроенергії, окрім незручностей у повсякденній діяльності людини, може становити загрозу її життю та безпеці, а також

спричинити матеріальні збитки. Споживачі I категорії можуть досягти безперервного електропостачання, використовуючи електроенергію з двох джерел одночасно, але такий підхід має численні недоліки. У зв'язку з цим необхідна роздільна подача електроенергії та оперативне відновлення електропостачання споживачів. Вирішення цього завдання забезпечує АВР. Підключивши окреме джерело живлення (генератор, акумулятор) або переключившись на інший вимикач, що розділяє мережу, АВР може забезпечити відключення протягом 0,3 - 0,8 секунди.

Різні конструкції дизельних електростанцій зазвичай приводяться в дію двигуном внутрішнього згоряння для забезпечення резервного живлення мереж 0,4 кВ. У разі відключення електроенергії дизель-генераторна установка повинна бути автоматизована для автоматичного запуску двигуна.

Встановлення секційних вимикачів на транспортних засобах, якщо це можливо, дозволяє підвищити надійність електропостачання споживачів за рахунок використання шин трансформаторних підстанцій 0,4 кВ, які є резервними.

Сукупність систем і джерел для перетворення, передачі або розподілу електроенергії називається системою електропостачання. Автономне керування системою електропостачання необхідне для забезпечення надійної та економічно ефективної роботи без втручання людини. Існує ціла низка пристроїв автоматичного керування, найважливішим з яких є система автоматичного релейного захисту, здатна захистити електроустановки від пошкоджень.

Виробництво електроенергії та передача її споживачам забезпечується системою електропостачання, яка визначається характеристиками як джерел постачання електроенергії (електростанцій), так і характеристиками споживачів та їх географічним розташуванням.

Саме система електропостачання в цьому контексті виступає перехідною ланкою між споживачем та джерелом електроенергії. Потужність останнього визначається станом усіх компонентів цієї системи в конкретний момент часу.

Збитки в цій ситуації залежать від тривалості перерви, її величини та частоти перебоїв в електропостачанні.

Щоб вирішити, чи додавати нові потужності до електромережі, чи перенести частину навантаження, також необхідна інформація про пропускну спроможність.

На цю пропускну здатність впливає пропускна здатність елементів мережі. Відмова елементів захисту в електромережі через підключення споживачів без розрахунку їхньої потужності може призвести до аварійної ситуації, що спричинить тривале відключення електроенергії для споживачів.

У будівлі система електропостачання повинна гарантувати безперебійне електроживлення споживачів і забезпечувати надійність якості електроенергії та безпеку електроустаткування.

1.2. Характеристика електричного навантаження будівлі

Згідно вимог на зовнішнє електропостачання, до електромережі планується приєднати комплексну споруду (м. Київ, вул. Мілютенка), в якій будуть розміщені підприємства побутового обслуговування населення. Електричне навантаження - 60 кВт. Надійність електропостачання класифікується на I та II, які залежать від навантаження. До I категорії надійності електропостачання віднесено аварійне освітлення, інженерне обладнання, споживачі пожежогасіння, насоси, ліфти та котельня.

Технічне завдання та архітектурно-будівельний план додаються разом з технічними параметрами. Для електроспоживачів використовується система заземлення TN-S з джерелом живлення КТП 10/0,4 кВ.

Зокрема, роботи повинні забезпечити електроживлення як механізмів забезпечення енергією будівельної техніки за тимчасовою схемою електропостачання, так і електроживлення електроспоживачів підприємства за постійною схемою.

Для того, щоб тимчасово жити будівельну техніку, необхідно визначити потужність навантаження.

В даній роботі критично важливі споживачі будівлі будуть житися від дизель-генераторної станції (ДЕС). Тимчасове електропостачання критичних споживачів забезпечується дизель-генераторною станцією під час аварійних відключень.

Планується розмістити дизель-генераторну станцію на фундаменті будівлі. Для розподілу електроенергії від ДЕС в електрощитовій передбачено встановлення щита SHR-D1. Прокладку кабелю електроживлення SHR-D1 вздовж фасаду будівлі планується виконати із стійкої до ультрафіолетового випромінювання гофрованої труби. Для перемикання живлення від центральної мережі на навантаження ДЕС планується встановлення додаткових щитів SHR-AVR поверх існуючих. Кабель з електроживленням прокладений по стелі з кронштейнами для з'єднання панелей: від SHR-D1 до SHR-AVR-1. SHR-AVR-2 - це панель, яка по фасаду будівлі була обтягнута стійкою до ультрафіолетового випромінювання гофрованою трубою, а також була оснащена кронштейнами для кріплення на стелі 2-го поверху.

Коли кабелі підключені, вони повинні бути розміщені в траншеї на глибині 0,7 м під землею. Якщо вона перетинається з іншими інженерними комунікаціями, кабель слід прокласти в ПВХ-трубі. При перетині автомобільних доріг на глибині 1...1,2 м слід використовувати ПВХ труби з кабельними лініями 10 кВ. На під'їздах до будівлі в трубі з ПВХ повинні бути прокладені кабельні лінії 10 кВ по ширині дороги.

Для обліку електроенергії необхідний трифазний лічильник активної та реактивної енергії марки NIK з трансформаторами струму класу точності 0,5 S. Підстанція повинна бути встановлена на блоках FSB відповідно до норм.

Для системи заземлення підстанції запроектувати контур заземлення з вертикальними круглими сталевими електродами, розрахованими на 0,4 і 10 кВ, який з'єднується з горизонтальною сталевією смугою.

Після розрахунку та вибору розподільчий пристрій повинен включати розподільчий пристрій високої напруги 10 кВ та низької напруги 0,4 кВ, силовий трансформатор, електровимірювальне обладнання та пристрої для компенсації потенційно реактивної потужності.

1.3. Визначення місця встановлення резервної дизельної електростанції

Установка дизель-генератора встановлюється на задалегідь підготовлену основу. Як правило, для цих цілей використовується армована залізобетонна подушка (фундамент). Розміри основи повинні відповідати габаритам встановлюваної установки, а глибина не має бути менше ніж 150-200 мм.

Для підготування фундаменту використовується наступне правило: маса залізобетонної подушки повинна мінімум в два рази перевищувати сумарну вагу генераторної установки.

У процесі установки стаціонарного дизель-генератора повинні витримуватися всі будівельні правила. Тобто ті будівлі і приміщення, де планується установка ДЕС, повинні мати певну конструкцію, яка може витримувати створюване працюючою станцією навантаження разом зі всіма агрегатами, запасом палива і фундаментом. Якщо в приміщення може проникати вода, то залізобетонну подушку треба підняти над підлогою на безпечну висоту.

Вже в самій конструкції стаціонарного дизель-генератора є спеціальні амортизатори, які призначені істотно понизити як появу, так і подальше поширення механічної вібрації. Такі амортизатори розташовуються між настановними опорами вібруючих узлів і станиною. Переміщення ДЕС під час роботи категорично заборонене.

Робота дизельного генератора супроводжується істотним виділення тепла. До частин станції, що найбільше нагріваються, відноситься сам двигун, випускний колектор, а також електрогенератор. Для компенсації підвищення рівня температур в приміщенні, де встановлена ДЕС і забезпечення належних

умов роботи механізмів установки необхідно потурбуватися про відповідну систему вентиляції приміщення.

Розробка ефективної вентиляційної системи проводиться з обов'язковим врахуванням правильного формування і подальшого орієнтування повітряного потоку. Так повітряний потік повинен поступати в приміщення з того боку, де розташований електрогенератор і далі проходити уздовж двигуна.

Ситуаційний план місцевості, який є просто картою, що показує, де розташована земельна ділянка і що на ній знаходиться. На цьому плані слід зафіксувати наявність усіх об'єктів на досліджуваній території. Місцевість на ситуаційному плані повинна бути прив'язана до конкретної земельної ділянки. З цієї причини на плані відображаються не тільки особливості ділянки, але й вся територія, див. рис. 1.1.



Рис. 1.1. Місце монтажу дизельної електростанції

Аналіз плану ділянки показав, що за умови дотримання необхідних відстаней немає необхідності вживати будь-яких запобіжних заходів проти небезпечного впливу повітряної лінії на інші інженерні споруди.

У зоні із середнім рівнем доступності кабельна лінія 0,4 кВ проходить на відстані рядом. Для обслуговування кабельної лінії 0,4 кВ з урахуванням цього необхідна прокладка силового кабелю з полівінілхлоридною ізоляцією та полівінілхлоридною оболонкою.

РОЗДІЛ 2

ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ СИСТЕМИ ЦЕНТРАЛІЗОВАНОГО ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

2.1. Визначення параметрів навантаження споживачів будівлі

Після вибору місця розташування дизельної електростанції, нанесення траси лінії на план та складання розрахункової схеми, з'являється необхідність розрахунку навантажень на ділянках ліній 0,4 кВ. На розрахунковій схемі слід вказати довжину з'єднань до споживачів, а також кількість секцій. Секції нумеруються від початку до кінця лінії, а потім у зворотному порядку наводяться зведення навантажень.

Під час розрахунку навантажень на вводах будівлі дотримуються наступної послідовності.

У випадках, коли є дані про споживання електроенергії і мережа введена в експлуатацію через рік після проектування, навантаження на вводі житлового будинку розраховується з використанням рекомендацій ДБН або номограм. Для десятирічного періоду розрахунковим роком вважається 12-й рік; для п'ятирічного періоду розрахунковим роком вважається 7-й рік, див. табл. 2.1.

Таблиця 2.1

Питомі навантаження будинків залежно від існуючого річного споживання електричної енергії та перспективи розвитку

Річне споживання електроенергії, кВт·год	Перспектива розвитку споживання електроенергії, років			
	5	7	10	12
700	1,9	2,08	2,26	2,38
800	2,13	2,22	2,43	2,51
900	2,28	2,4	2,6	2,7
1000	2,45	2,55	2,74	2,83
1100	2,62	2,7	2,87	3,0
1200	2,75	2,85	3,0	3,11
1300	2,9	3,0	3,15	3,25
1400	3,05	3,15	3,32	3,4
1500	3,2	3,3	3,44	3,53

Зменшення розрахункового навантаження на 20% необхідне, якщо очікується, що будівля буде газифікована до кінця розрахункового періоду;

Враховуючи ступінь благоустрою, газифікації, тривалість будівництва та наявність побутових електроустановок у нових електрифікованих будівлях, розрахункові навантаження обираються відповідно до їх категорії.

Розрахунок навантаження трансформаторної підстанції 10/0,4 кВ не вимагає врахування навантажень в лініях 0,4 кВ. Для визначення загальної потужності в цьому випадку використовується відношення денного навантаження до вечірнього, $S_{\text{денне}} / S_{\text{вечір}}$, і споживачі групуються відповідно до навантаження, див. табл. 2.2.

Таблиця 2.2

Коефіцієнти потужності на шинах 0,4 кВ трансформаторної підстанції

$S_{\text{денне}} / S_{\text{вечір}}$	$\cos \varphi_{\text{денне}}$	$\cos \varphi_{\text{вечір}}$
0,25...0,35	0,94	0,97
0,36...0,6	0,9	0,95
0,61...0,85	0,85	0,93
0,68...1,15	0,8	0,89
1,16...1,4	0,78	0,84
1,41 і більше	0,75	0,8

Розрахункове навантаження визначається кількістю годин, використаних за добу з використанням максимального навантаження T , яке змінюється в залежності від типу навантаження, див. табл. 2.3.

Таблиця 2.3

Залежність річної кількості годин використання максимуму T та кількості годин втрат τ від розрахункового навантаження

Розрахункове навантаження, кВт	Комунально-побутова		Виробнича		Змішана	
	T	τ	T	τ	T	τ
до 10	900	300	1100	400	1300	600
10 – 20	1200	500	1500	700	1700	850
20 – 50	1600	700	2000	1000	2200	1200
50 – 100	2000	1000	2500	1350	2800	1600
100 – 250	2350	1250	2700	1500	3200	1850
більше 250	2600	1350	2800	1600	3400	2000

Наприкінці розрахункового періоду навантаження існуючих підстанцій – 10/0,4 кВ – розраховуються за формулою

$$P_p = P_{вим} \cdot k_p, \quad (2.1)$$

де $P_{вим}$ – вимірне значення існуючого навантаження ТП, кВт;

k_p – коефіцієнт зростання навантаження; залежить від виду навантаження та розрахункового року (визначається згідно таблиці 2.4).

$P_{вим}$ можна визначити, якщо виміряти максимальне струмове навантаження, $I_{вим}$.

$$P_{вим} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I_{вим} \cdot \cos\varphi, \quad (2.2)$$

Для визначення коефіцієнта потужності використовуються або результати вимірювань, або дані державних будівельних норм.

Таблиця 2.4

Коефіцієнт зростання навантажень для існуючих ТП 10/0,4 кВ

Вид споживача	Розрахунковий рік			
	5	7	10	12
Комунально-побутові	1,2	1,3	1,3	2,0
Виробничі	1,3	1,4	2,1	2,4
Змішані	1,3	1,4	2,0	2,2

Розраховане реактивне навантаження визначають:

$$Q_{роз.маx} = P_{роз.маx} \cdot tg\alpha \quad (2.3)$$

Визначено повний максимум навантаження згідно рівняння:

$$S_n = \sqrt{P_{роз.маx}^2 + Q_{роз.маx}^2} \quad (2.4)$$

Струм навантаження на вводі:

$$I_{роз.маx} = \frac{S_n}{\sqrt{3} \cdot U_n} \quad (2.5)$$

Результати розрахунків навантаження будівлі наведені у таблиці 2.5.

У результаті проведених розрахунків визначені основні параметри навантаження, що обґрунтовують споживання електроенергії будівлею.

Таблиця 2.5

Результати розрахунку навантаження будівлі

Перелік обладнання	Встановлена потужність, кВт	Кількість, шт.	Коефіцієнт попиту, Кс	Розрахункова потужність, Рр,кВт	cosφ	Повна потужність, S,кВА	Розрахунковий струм, Ір,А
Обладнання фіз. Безпеки	0,170	1	1	0,17	0,80	0,21	0,32
Ноутбуки	0,098	45	0,7	3,09	0,70	4,41	6,68
Монітор	0,030	90	0,7	1,89	0,70	2,70	4,09
Зарядка для павербанков та телефоні	0,070	70	0,7	3,43	0,80	4,29	6,50
Освітлення	3,000	1	1	3,00	0,92	3,26	4,94
Опалення кондиціонером	3,500	4	0,8	11,20	1,00	11,20	16,97
Опалення радіатор	2,000	3	0,8	4,80	1,00	4,80	7,27
Бойлер	2,000	1	0,8	1,60	0,90	1,78	2,69
Чйник	2,000	1	0,5	1,00	0,90	1,11	1,68
CCR1009-7G-1C-1S	0,040	1	1	0,04	0,80	0,05	0,08
WS-C3850-48P	0,180	2	1	0,36	0,80	0,45	0,68
Starlink	0,075	1	1	0,08	0,80	0,09	0,14
MEDIA CONVERTER	0,005	1	1	0,01	0,80	0,01	0,01
MEDIA CONVERTER	0,010	1	1	0,01	0,80	0,01	0,02
UPS	0,144	1	1	0,14	0,80	0,18	0,27
Обладнання фіз. Безпеки	0,170	1	1	0,17	0,80	0,21	0,32
Ноутбуки	0,098	70	0,7	4,80	0,60	8,00	12,13
Монітор	0,030	90	0,7	1,89	0,70	2,70	4,09
Точки	0,100	1	0,7	0,07	0,80	0,09	0,13
Освітлення	1,500	1	1	1,50	0,92	1,63	2,47
Зарядка для павербанков та телефоні	0,070	40	0,7	1,96	0,80	2,45	3,71
Опалення кандиціонерами	2,000	4	0,8	6,40	1,00	6,40	9,70
Всього :				47,6	0,85	56,0	84,9

У ході аналізу визначена критична потужність 56 кВА, що відповідає навантаженню споживачів будівлі. На основі отриманих даних про навантаження у наступних розділах будуть описані рекомендації з метою підвищення ефективності та зниження втрат.

2.2. Розподіл електричного навантаження по групам

Підпорядковані території будинку обладнані електрощитовими, розподільними пристроями та трансформаторною підстанцією, а дизельна електростанція забезпечена зовнішнім живленням. Окремі електроспоживачі розподіляються за групами, окремими лініями від розподільного пристрою, які мають трифазну напругу 0,4 кВ.

У розділі необхідно розподілити електричне навантаження для кожної групи окремо, щоб правильно підібрати переріз кабелю, а також номінали пристроїв захисту і контролю та іншого обладнання. З урахуванням середньозваженого коефіцієнта потужності кожної групи електроспоживачів розраховують навантаження окремо. При виконанні робіт згідно аналізу попередньо розрахованого навантаження рекомендовано максимальне навантаження споживачів 60 кВА.

Відповідно до I категорії надійності електропостачання, для власне живлення приймачів зазвичай використовуються ТП і ДЕС. Якщо за місцевими умовами неможливо забезпечити живлення від різних ТП, замість них використовуються трансформатори однієї ТП. Як висока, так і низька сторона трансформаторів живляться взаємно резервованими лініями, які повинні бути підключені до різних незалежних джерел живлення та мати необхідну пропускну здатність для компонентів системи, залежно від характеристик навантаження, таких як навантаження електричного приймача або категорії надійності джерела живлення. Необхідно мати АВР на стороні 0,4 кВ. Для приймачів з II категорією надійності електроживлення рекомендується передбачати живлення від взаємно резервованих джерел. Час, необхідний для ввімкнення резервного електропостачання черговим персоналом або виїзною оперативною групою, вважається допустимим періодом припинення електропостачання. Як показано на рис. 2.1, продемонстрована схема електропостачання найважливіших побутових споживачів. На першому поверсі щитова SHR1, а на другому поверсі два щитові SHR2.

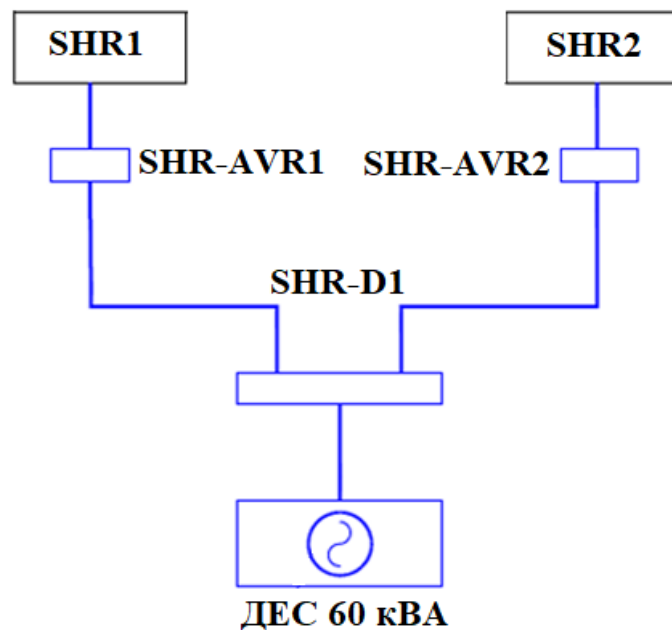


Рис. 2.1. Структурна схема резервного електроживлення споживачів від дизельної електростанції

2.3. Розроблення схем електричних щитів

Доступ до ввідного розподільного пристрою повинен бути обмежений приміщенням, розташованим поблизу виходів із будівлі або назовні, доступ до яких має лише обслуговуючий персонал. Також допускається установка за таких умов: 1) мінімальний рівень захисту IP31 повинен бути забезпечений корпусу; 2) зберігання в легкодоступних і зручних для обслуговування місцях, таких як опалювальні тамбури, коридори тощо; 3) захисні та контрольні пристрої повинні бути розміщені в металевих шафах, які мають зачинені двері; 4) пристрої керування мають бути знімними або замикатися; інакше вони не повинні бути ввімкнені та залишатися на місці; 5) необхідно дотримуватися відстані не менше 0,5 м від систем водопостачання, опалення, каналізації та внутрішньої каналізації, а також 1 м від газопроводів і газових лічильників.

З урахуванням вимог нормативних документів забороняється встановлювати електрощити на сходових клітинах або холах. Розташування розподільних електричних щитів у громадській будівлі позначені на рис. 2.3 та 2.4. Установка має відповідати всім необхідним стандартам безпеки для захисту

від ураження електричним струмом шляхом застосування одного або кількох із наведених нижче заходів захисту: захист струмопровідних елементів за допомогою ізоляції; використання огорож і огорож для охорони; захист від прямого контакту з електрично підключеними компонентами, для забезпечення повної ізоляції. Це також запобігає шуму від прилеглого до приміщення електрообладнання, обмеженого санітарними нормами.

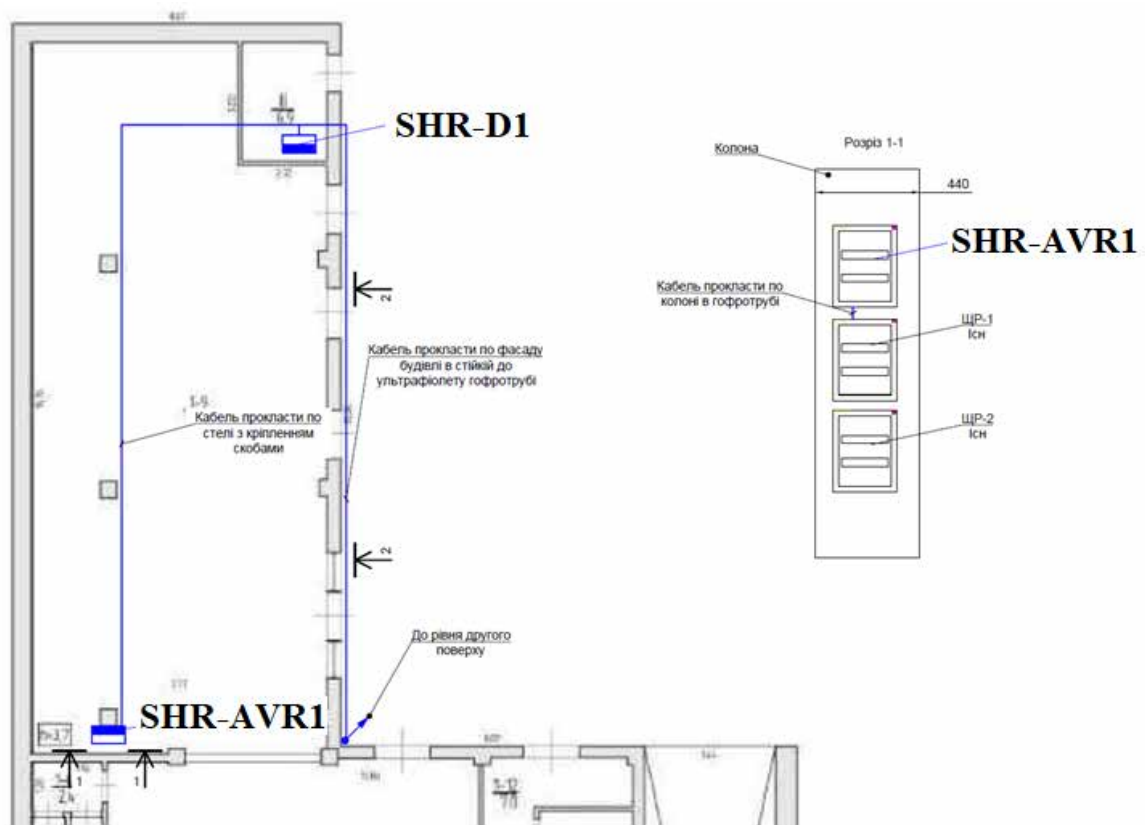


Рис. 2.3. Схема монтажу кабеля електроживлення на першому поверсі

Місце встановлення має електричне освітлення та природну вентиляцію всередині, де встановлено електрощит. Для відкрито розташованих щитів і точок висота установки повинна бути не менше 2,2 м від підлоги. Електричні кола щитів і групових щитів складаються з мідних струмопровідних проводів і мідних збірних шин.

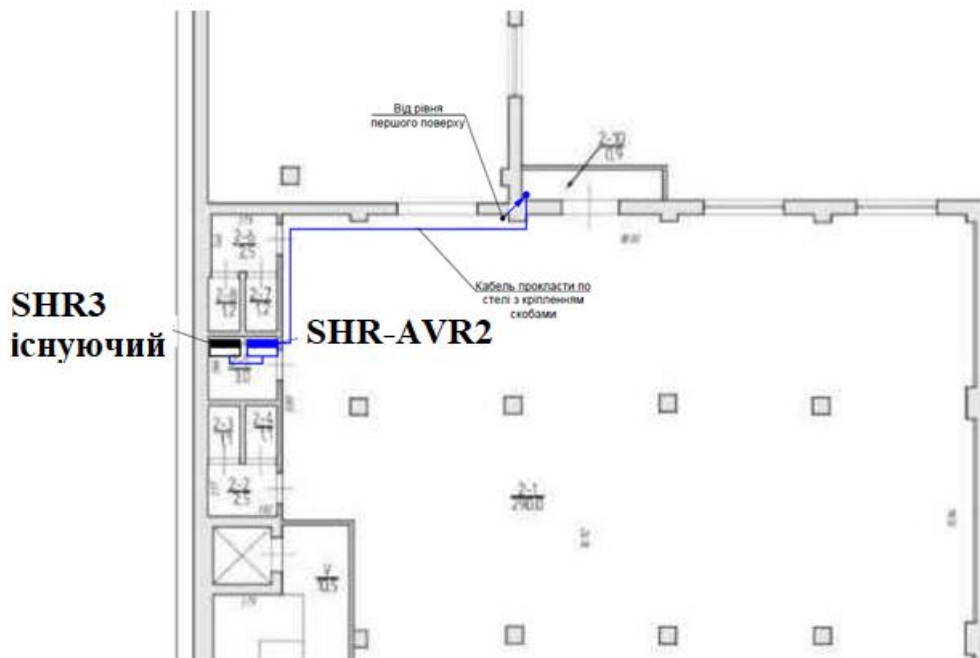


Рис. 2.4. Схема монтажу кабеля електроживлення на другому поверсі

2.4. Розробка схеми резервного електричного живлення

Вимоги до надійного електропостачання істотно зросли внаслідок широкого впровадження електроенергії в нові технологічні процеси промислового виробництва. Вибравши правильний рівень мережевого резервування, можна досягти належної надійності. Це вимагає значної суми початкового капіталу, а щорічні витрати на резервування мережі часто значно перевищують економічний ефект (зменшення перебоїв у електропостачанні). Використання бензинових і дизельних електростанцій є найпоширенішим видом резервної електростанції, що дозволяє підвищити надійність електропостачання. Їхній ККД на рівні - 32% на 33%, окрім того вони потребують дефіцитного палива (переважно бензину та дизеля). Безпосереднє встановлення резервних електростанцій, як правило, здійснюється поблизу споживачів категорій I та II. Резервні є ефективними для підвищення надійності електропостачання цих типів об'єктів. Традиційна дизельна електростанція (ДЕС) в основному складається з дизель-генераторних установок, які можуть включати один або кілька окремих генераторів різної потужності та типу. Під час першого запуску дизель-

генератора проміжок часу між увімкненням резерву та відключенням від мережі становить невеликий – від 90 до 120 секунд. Це не впливає на встановлення додаткового обладнання, яке вимагає додаткових витрат, оскільки особливого впливу на роботу споживачів II типу немає. Ця категорія також не впливає на встановлення додаткового обладнання. На рис. 2.5 зображено схему електричного з'єднання основної системи живлення, двигуна та блоку автоматичного керування дизель-генераторами.

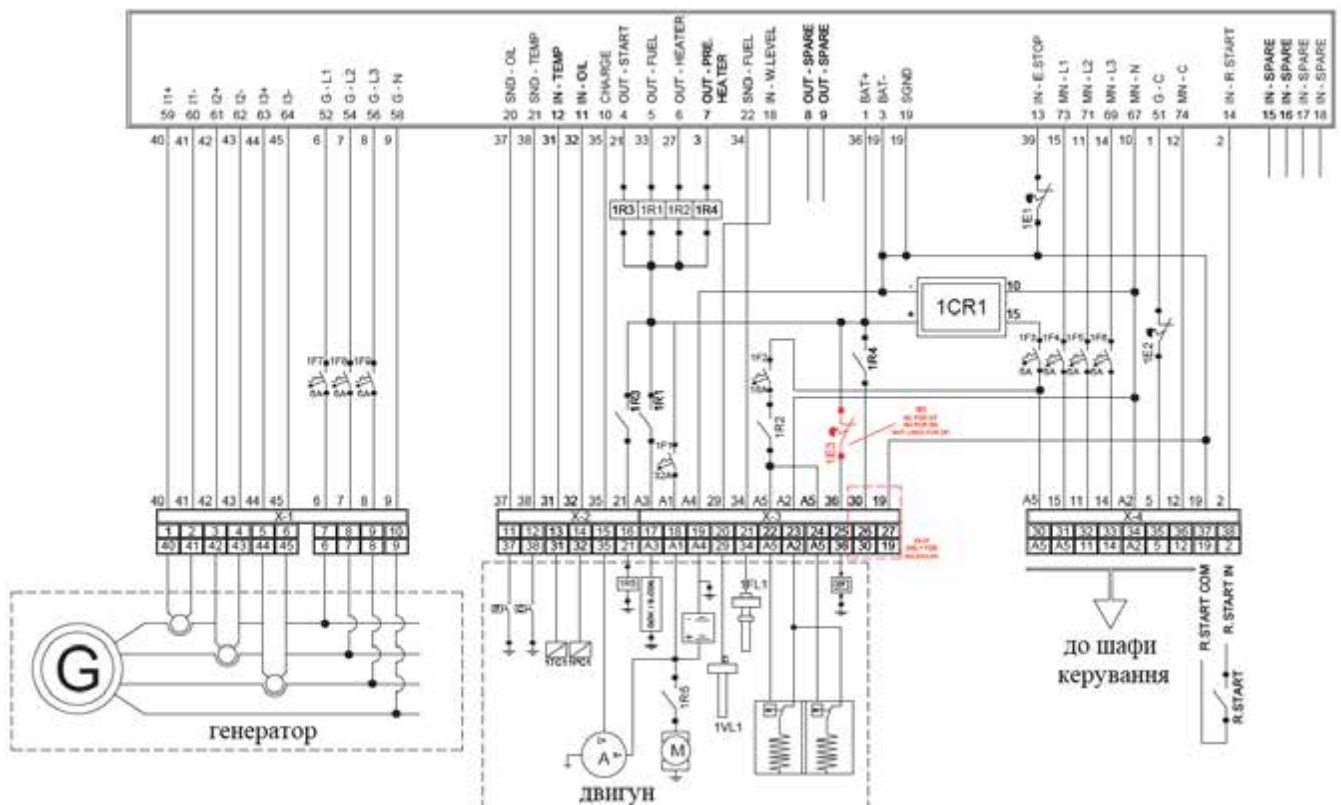


Рис. 2.5. Схема електричного з'єднання основної системи живлення, двигуна та блоку автоматичного керування дизель-генераторами.

На час автономної роботи електростанцій на бензині та дизельному паливі впливає кількість і якість дизельного палива. Об'єм стандартного бака та додаткових паливних баків визначає загальну витрату палива. Різні моделі дизельних електростанцій відрізняються ємністю стандартних баків, що зазвичай дозволяє безперервно працювати на номінальній потужності близько 6...8 годин.

Дизельна електростанція є значним джерелом електроенергії малої потужності. Відповідно, раптова зміна загальної кількості обертів двигуна зазвичай спричинена навіть незначними змінами середнього навантаження споживачів. Різка зміна навантаження не повинна перевищувати 5...10 % номінального значення частоти генерованого струму. Щоб вибрати відповідну електростанцію, важливо ретельно розглянути фізичні характеристики виробників і споживачів електроенергії. Споживачам першої групи необхідно використовувати резервну електроенергію. Ці формули визначають середні активні та реактивні навантаження зарезервованих об'єктів:

$$Q_{max i} = P_{max i} \cdot \tan \varphi_i \quad (2.6)$$

$$Q_{cp i} = P_{cp i} \cdot \tan \varphi_i \quad (2.7)$$

У разі виходу з ладу основного джерела як додаткове джерело живлення використовується дизель-генераторна установка. За дизель-генераторною схемою до системи електропостачання підключаються лише споживачі першої або другої категорії, які підключені до шин 0,4 кВ.

Резервування застосовується до номінальної потужності споживачів критичної групи, яка представлена повною потужністю $S = 60$ кВА. Для відповідності II категорії надійності влаштування електропостачання електроприймачі повинні мати електропостачання від двох незалежних і взаємно резервованих джерел живлення згідно з правилами влаштування електроустановок. Лише на час відновлення електроенергії їм може бути дозволено перервати електропостачання у разі відключення електроенергії від одного з джерел. Щоб уникнути можливості відключення, трифазний генератор з глухозаземленою нейтраллю необхідно захистити. Для запобігання одночасному включенню генератора в обидві мережі необхідне блокування автоматичного вимикача та наявність світлової індикації живлення на шинах. На схемі показано вимоги до автоматики в дизель-генераторній установці, щоб гарантувати, що запуск займає певний проміжок часу, як показано на рис. 2.6.

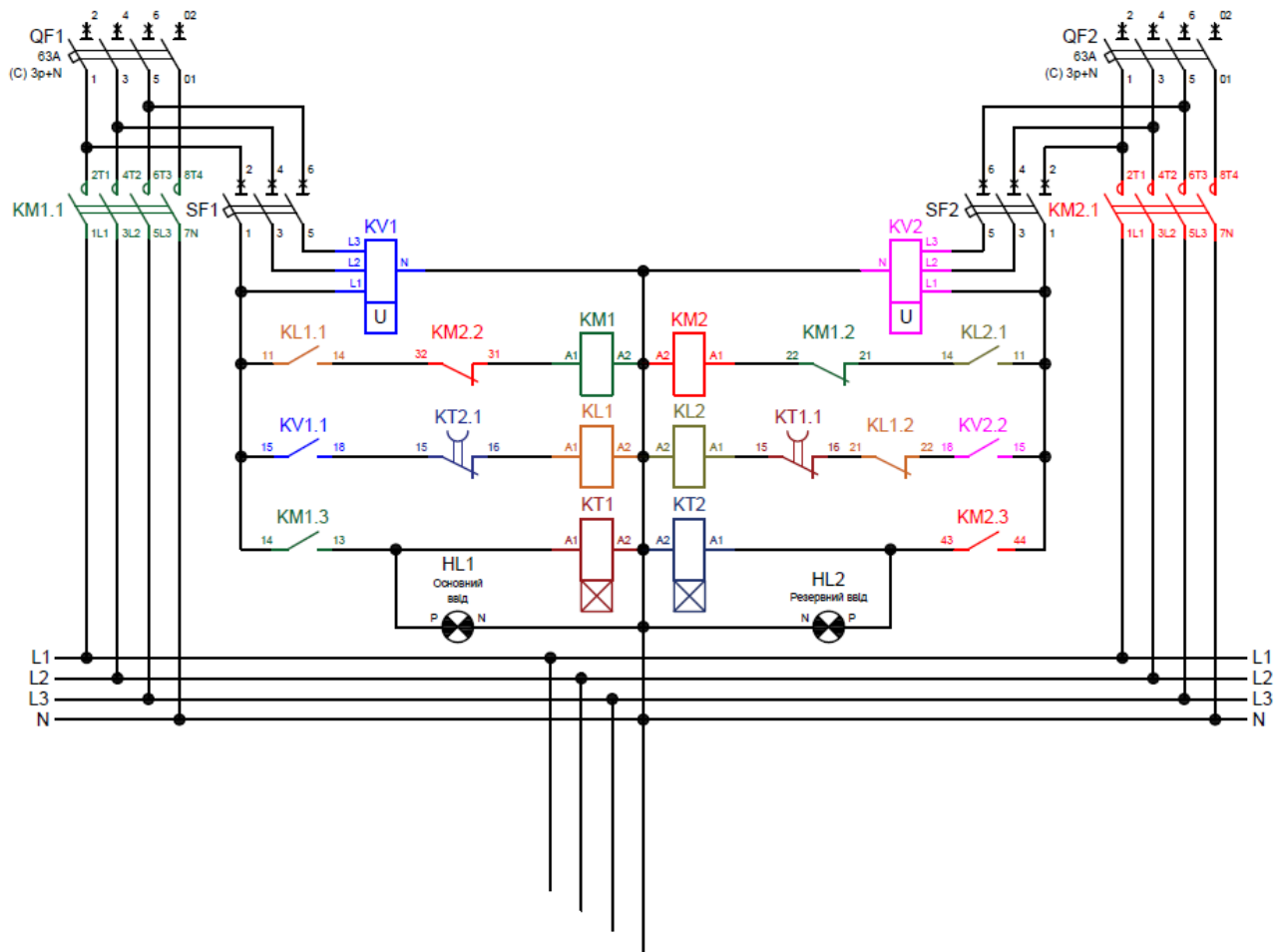


Рис. 2.6. Схема автоматики автоматичного ввімкнення вводу з витримкою часу для запуску дизельного генератора

Дизельна електростанція використовується згідно алгоритму:

- 1) при відключенні основного живлення споживачів, споживачі відключаються від джерела;
- 2) запускається дизель-генератор, який досягає номінальних обертів за час не більше двох хвилин;
- 3) спрацьовує автоматичне перемикання на живлення від дизель-генератора;
- 4) при відновленні основного електропостачання споживачі перемикаються на живлення від основного джерела живлення;
- 5) зупинка дизель-генератора.

Важливо також забезпечити захист від перевантаження, струму короткого замикання та перенапруги. Заземлення необхідно для всіх металевих частин приміщення, де знаходиться генератор.

На наступному рисунку зображено електричну схему підключення панелі автоматичного вводу резерву, на якій зображено світлосигнальну апаратуру на дверцятах шафи, див. рис. 2.7.

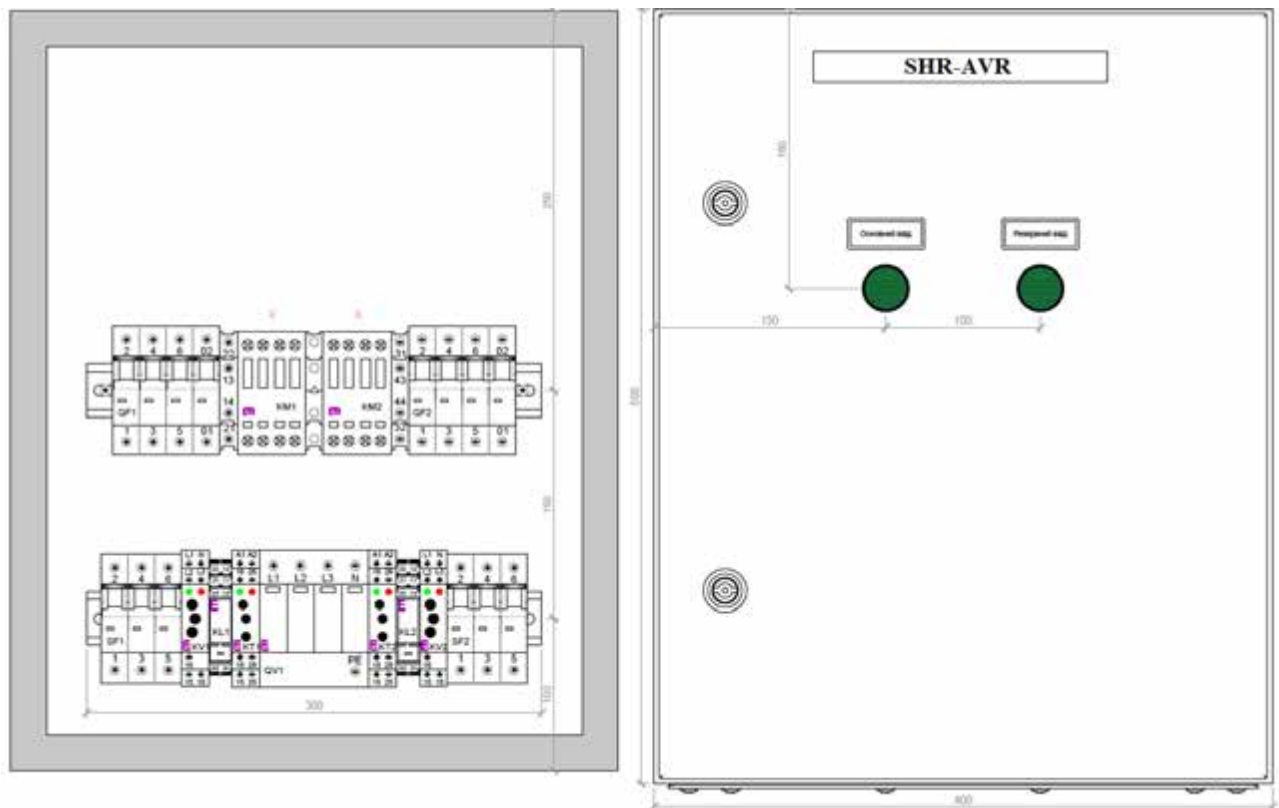


Рис. 2.7. Зовнішній вид зібраного щита автоматичного вводу резерву

2.5. Розрахунок та вибір пуско-захисного обладнання силових щитів

Під час перехідних процесів процеси, які відбуваються в більшості цих систем - раптове коротке замикання або раптова зміна навантаження на синхронну машину - дуже складні, і їх точний кількісний розрахунок ускладнений. Однак поведінка синхронної машини в цих режимах має велике практичне значення, оскільки перехідні процеси можуть викликати пошкодження машини, а отже значні витрати, пов'язані з припиненням електропостачання об'єктів, які отримують живлення від генератора, або

припиненням роботи електроприводів з синхронними двигунами. Таким чином, важливо мати загальне розуміння фізичних процесів, які відбуваються під час перехідних процесів, і прийти до приблизного значення для аварійних струмів, які виникають при короткому замиканні.

Періодичні та аперіодичні компоненти присутні в струмі якоря i_k під час перехідного процесу непрацюючого синхронного генератора з помітними полюсами, який тепер має три фази.

$$i_k = i_{kп} + i_{kА} . \quad (2.8)$$

Внаслідок короткого замикання генератора відбувається зменшення як амплітуди періодичної складової струму, так і амплітуди його струму короткого замикання:

$$I_{km} = \frac{\sqrt{2}}{X_d} E_0 = \frac{E_m}{X_d}. \quad (2.9)$$

Амплітуда періодичної складової в 5-8 разів перевищує I_{km} в першому півперіоді. ЕРС синхронного генератора близька до ЕРС холостого ходу на початку перехідного процесу короткого замикання і стає рівною $E'=E_0$ лише через 0,5 секунди. ЕРС e_e індукується в обмотці збудження раптовою появою перехідного струму, який протидіє швидкому зниженню ЕРС і потоку синхронного генератора.

На початку короткого замикання перехідний струм обмотки збудження є максимальним і поступово зменшується, в кінцевому підсумку падає до постійного значення перед коротким замиканням. В результаті потік зменшується. Момент зміни знаку на валу ротора створюється короткозамкненою роботою синхронного генератора, що призводить до створення незмінного магнітного поля, яке взаємодіє з аперіодичною складовою МДС збудження. У найгіршому випадку миттєві значення цього моменту в 10 разів перевищують номінальне значення, що необхідно враховувати при механічних розрахунках деталей машини та надійності її з'єднання з фундаментом. Механізм захисту спрацьовує при коротких замиканнях зовнішнього кола, що відключає або синхронний генератор від підключеного навантаження, або від мережі.

Незважаючи на наявність внутрішніх замикань в генераторі, він залишається в режимі к.з. шляхом відключення від зовнішнього ланцюга, так як в обмотці якоря генерується ЕРС і по ній все ще протікає великий струм. Необхідно усунути режим короткого замикання, відсікаючи магнітний потік машини, що припиняє струми, що протікають по її обмотці збудження. Під час аварійних режимів операція зупинки обмотки збудження синхронної машини від пропускання струму через неї відома як гасіння магнітного поля.

Визначення робочих струмів використовується для вибору автоматичних вимикачів, які захищають від короткого замикання та перевантаження.

Виконаємо розрахунок ділянки з розеточною трифазною групою. Подальші розрахунки аналогічні.

Вихідні дані ділянки: $P_{гр}=1,5$ кВт, $U_n=380$ В, $\cos \varphi = 0,85$.

Знаходимо повну та реактивну потужність навантаження:

$$S_{гр} = \frac{P_{гр}}{\cos \varphi} = \frac{1,5}{0,85} = 1,765 \text{ кВА} \quad (2.10)$$

$$Q_{гр} = \sqrt{S_{гр}^2 - P_{гр}^2} = \sqrt{1,765^2 - 1,5^2} = 0,93 \text{ квар}$$

Враховуючи, що реактивний опір проводу $x_0 \approx 0,08$ Ом/км, знаходимо реактивну складову допустимої втрати напруги:

$$\Delta U_p = \frac{x_0}{U_n} (Q \cdot L) = \frac{0,08}{0,38} (0,93 \cdot 0,007) = 0,001 \text{ В} \quad (2.11)$$

Визначаємо активну втрату напруги:

$$\Delta U_a = \Delta U_{доп} - \Delta U_p = \frac{5}{100} \cdot 380 - 0,001 \approx 19 \text{ В} \quad (2.12)$$

Визначаємо необхідний переріз проводу для ділянки:

$$F = \frac{\rho}{\Delta U_a \cdot U_n} (P \cdot L) = \frac{23,7}{19 \cdot 0,38} (1,5 \cdot 0,007) = 0,034 \text{ мм}^2, \quad (2.13)$$

У програмі Escodial використовуються такі значення параметру ρ відповідно до стандарту МЭК 60909-0 і Cenelec TR 50480:

- для мідних проводів $\rho = 23,7$ Ом·мм²/км;
- для алюмінієвих проводів $\rho = 37,6$ Ом·мм²/км.

Отже, використовуючи каталог проводів марки YnKY [4] приймаємо провід YnKY – 5x1,5 RE, що відповідає перерізу проводу вибраного у результаті комп'ютерного розрахунку. У зв'язку з тим, що вибраний переріз проводу 1,5 мм²

більший за розрахунковий $0,034 \text{ мм}^2$, то перевірку на допустиму втрату напруги можна не робити.

Проте у навчальних цілях для порівняння результатів виконуємо таку перевірку за умовою:

$$\Delta U_{\text{доп}} \geq \Delta U_{\text{факт}} \quad (2.14)$$

Для цього визначаємо фактичну втрату напруги на ділянці за формулою:

$$\Delta U_{\text{факт}} = \frac{P_{\text{гр}} \cdot r_0 \cdot L + Q_{\text{гр}} \cdot x_0 \cdot L}{U_{\text{н}}} = \frac{1,5 \cdot 12,1 \cdot 0,007 + 0,93 \cdot 0,08 \cdot 0,007}{0,38} = 0,336 \text{ В}, \quad (2.15)$$

r_0 – активний опір жил проводу згідно каталогу, $r_0 = 12,1 \text{ Ом/км}$.

Визначаємо фактичну величину втрати напруги у відсотках на ділянці за формулою:

$$\Delta U_{\text{факт}\%} = \frac{\Delta U_{\text{факт}} \cdot 100}{U_{\text{н}}} = \frac{0,336 \cdot 100}{380} = 0,088\%. \quad (2.16)$$

$$\Delta U_{\text{доп}} = 5\% \geq \Delta U_{\text{факт}} = 0,088\%.$$

Отже, умова виконується, а це означає, що переріз проводу вибрано вірно.

Наступною виконаємо перевірку за нагрівом струмами навантаження та тривалодопустимим струмом проводу за умовою:

$$I_{\text{тр. доп.}} \geq I_{\text{нав.}} \quad (2.17)$$

Для цього визначаємо струм навантаження за формулою:

$$I_{\text{нав}} = \frac{P_{\text{гр}}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{н}} \cdot \cos \phi} = \frac{1,5}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,85} = 2,68 \text{ А} \quad (2.18)$$

Визначаємо із каталогу тривалодопустимий струм для проводу марки YnKY – 5x1,5 RE, що складає $I_{\text{тр. доп.}} = 19 \text{ А}$.

Підставляємо отримані значення в умову перевірки струмів:

$$I_{\text{тр. доп.}} = 19 \text{ А} \geq I_{\text{нав.}} = 2,68 \text{ А}$$

Так як умова нагріву струмами навантаження виконується, це означає що перерізи вибрано вірно.

Знаходимо номінальний трифазний струм в лінії за формулою:

$$I_p = \frac{P_{\text{ГР}}}{\sqrt{3} U_{\text{н}} \cos \phi} = \frac{1,5}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,85} = 2,7 \text{ А}$$

Знаходимо номінальний струм пристрою захисного вимкнення з каталогу

$I_{\text{н.УЗО.}} = 16 \text{ А}$ та диференціальним струмом вимкнення $\Delta I_{\text{н.УЗО.}} = 30 \text{ мА}$ за умовою:

$$I_{н.узо.} = 16A \geq I_p = 2,7A$$

Виконуємо перевірку пристрою захисного вимкнення за струмом максимального спрацювання (згідно каталогу [5]):

$$I_{\text{максУЗО}} = 63A \geq I_{\text{макс}} = I_p = 2,7A$$

Виконуємо розрахунок пристрою захисного вимкнення за диференціальним струмом вимкнення:

$$\Delta I = \Delta I_{\text{спож}} + \Delta I_{\text{мер}} = 0,4I_p + 0,01L_{\text{пров}} = 0,4 \cdot 2,7 + 0,01 \cdot 7 = 1,15mA$$

Виконуємо перевірку пристрою захисного вимкнення за диференціальним струмом вимкнення:

$$\Delta I_{\text{узо.}} = 30mA \geq 3\Delta I = 3 \cdot 1,15 = 3,45mA$$

Вибираємо з каталогу 4-полюсний пристрій захисного вимкнення: ABL SURSUM RW4103 з номінальним струмом $I_{н.узо.} = 16A$ та диференціальним струмом вимкнення $\Delta I_{н.узо.} = 30mA$

Вибираємо марку та переріз проводу YnKY з каталогу за умовою:

$$I_{\text{тр.д}} = 19A > I_p = 2,7A, \text{ з перерізом жил } F = 1,5 \text{ мм}^2$$

Марка проводу YnKY-5x1,5 RE.

Детальніше про результати розрахунків, проведених з визначення апаратів керування та захисту, див. на рис. 2.8 «Принципова електрична схема дизельної електростанції».

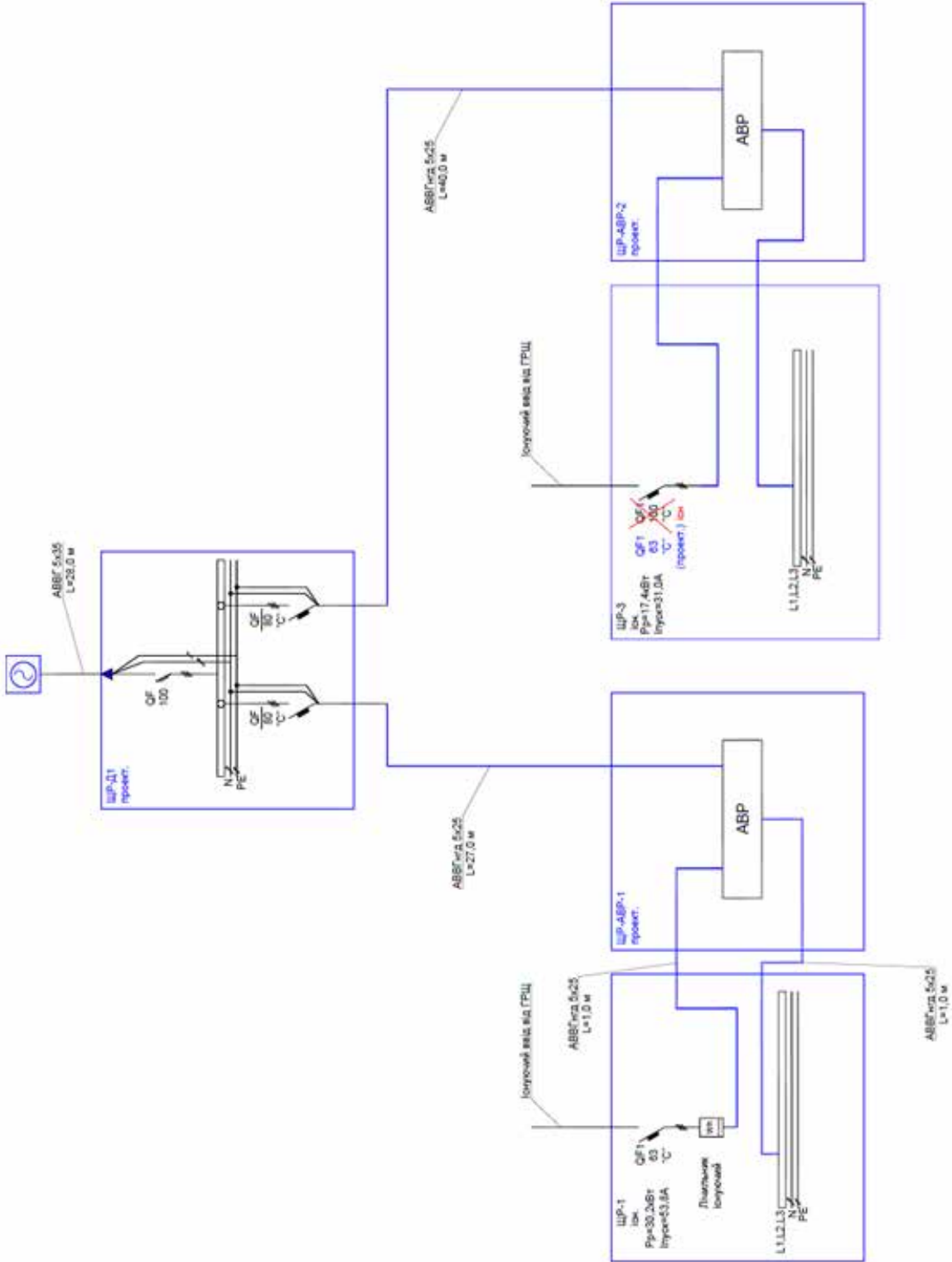


Рис. 2.8. Принципова електрична схема дизельної електростанції.

РОЗДІЛ 3

РОЗРОБКА РЕЗЕРВНОЇ СХЕМИ ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ СПОЖИВАЧІВ ВІД ДИЗЕЛЬНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ

3.1. Розробка схеми під'єднання шафи керування дизельною електростанцією

Тимчасове електроживлення пропонує головну перевагу з точки зору споживання енергії, насамперед автономність і незалежність. Таке електропостачання може бути отримано від системи, яка вже існує в зоні будівництва, з постійними або тимчасовими підстанціями або мобільними електростанціями. Якщо цього вимагають стандарти безпеки праці, джерело живлення може здійснюватися через кабель або повітряну лінію. Основний розподільний пункт можна знайти поблизу району з найбільшою кількістю споживачів електроенергії. Область, де знаходиться найбільша кількість споживачів електроенергії, це місце його встановлення.

Для створення надійних і економічно ефективних систем електропостачання при розробці необхідно керуватися сучасними методами електротехнічного розрахунку, нормативними документами, державними будівельними нормами, правилами електроустановок, будівельними нормами і правилами, а також галузевими рекомендаціями, такими як рекомендації з розрахунку навантажень. Необхідно враховувати інші види споживання для об'єкта під час будівництва, а також планову схему постійного електропостачання об'єкта. На даний момент важливо забезпечити надійність і якість електропостачання, гармонізувати електромагнітну сумісність пристроїв з високими рівнями селективності та взаємодії всіх систем. Для розміщення електромережі за тимчасовою схемою необхідно враховувати, що вона може використовуватися як частина постійного електропостачання і не повинна перетинати на небезпечних відстанях від інших мереж; також треба враховувати характер будівельних робіт і деталі обладнання, що використовується в будівництві.

Вивчаючи вимоги ДБН В.2.5-23:2010, необхідно враховувати такі факти. Якщо в будівлі є електроприймачі критичної групи, вона повинна мати систему безперебійного живлення. Ця система створюється, розвивається та підтримується комплексно. Отже, вона повинна бути виконана ефективним чином, з урахуванням усіх компонентів її структури, з узгодженими операційними системами та максимальним рівнем інтеграції. Системи гарантованого електропостачання реалізуються трьома основними способами та поділяються на розподілені, централізовані та комбіновані (центрально-змішані) відповідно до схемних рішень державних стандартів України.

Виходячи з потужності системи, класифікації її надійності та завдання щодо впровадження вибираємо метод. Мережа електропостачання, яка є одночасно автономною та розподіленою, є кращим варіантом у цій ситуації. Для системи гарантованого електропостачання входить дизельний генератор. Для живлення споживачів зобразимо живлення споживачів на однолінійній електричній схемі, яка включає навантаження секції 2 і важливу групу споживачів електроенергії.

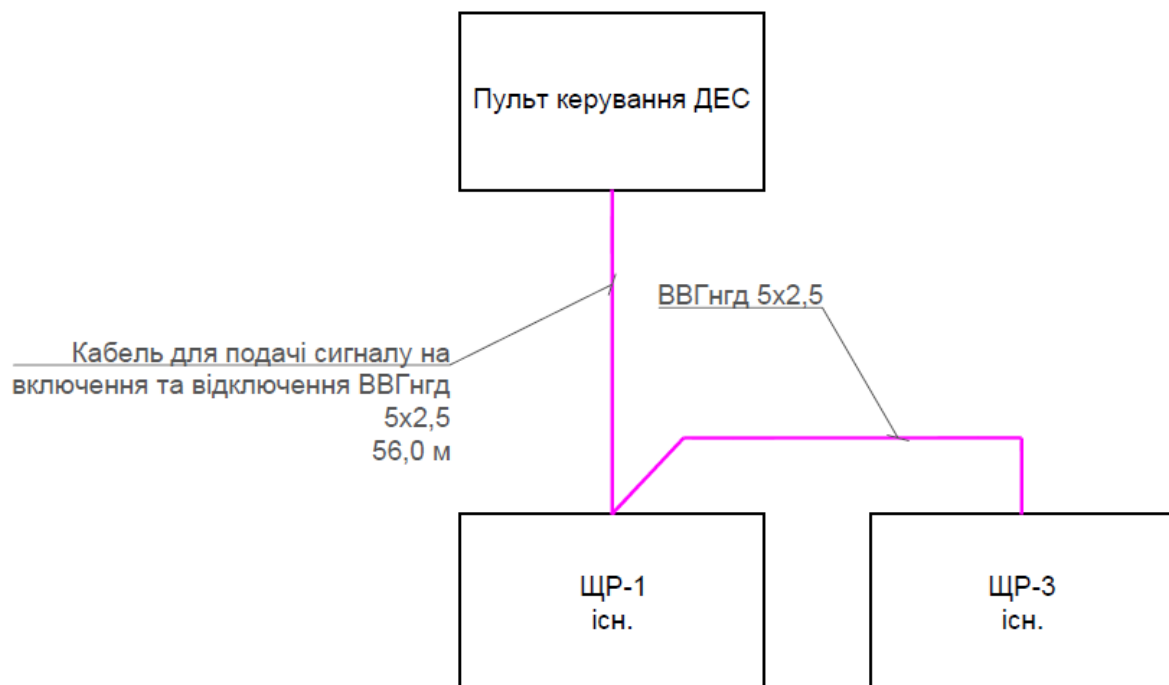


Рис. 3.1. Структурна схема під'єднання шафи керування ДЕС

3.2. Розрахунок потужності та вибір типу дизельної електростанції

При визначенні потужності дизельної електростанції (ДЕС) необхідно мати таку основну інформацію:

- сумарна потужність (електроспоживачів);
- вид навантаження;
- режим роботи;
- екологічні умови.

Щоб визначити повну потужність споживачів електроенергії, можна використати коефіцієнт потужності і розрахувати максимальну активну потужність навантаження.

Вихідні дані для розрахунку потужності і вибору дизельної електростанції (ДЕС):

- електроспоживачі: $P_{\text{ліфт}} = 10\text{кВт}$, $P_{\text{вент}} = 3\text{кВт}$, $P_{\text{нас}} = 1,5\text{кВт}$; $P_{\text{ніч}} = 4\text{кВт}$,
 $P_{\text{калор}} = 2\text{кВт}$, $P_{\text{обігр}} = 20\text{кВт}$; $P_{\text{зовн}} = 5\text{кВт}$, $P_{\text{роб.пр}} = 0,75\text{кВт}$;

- трифазне навантаження з асинхронними електродвигунами вентиляційної та ліфтової установок;

- ДЕС потребує автоматичної підготовки до пуску, пуск, приймання навантаження, зупинки і контролю за робочими параметрами;

- ДЕС використовується в режимі резервного джерела електроживлення;

- температура експлуатації $+20^{\circ}\text{C}$;

- місце встановлення – в опалюваному приміщенні всередині будинку.

1. Визначаємо кількість електроустановок, що підключатимуться до ДЕС:

Відповідно до вихідних даних, кількість електроустановок, що підключатимуться до ДЕС рівна 8: установок з електродвигунами – 3 шт, з нагрівачами – 3 шт, електроосвітлювальне обладнання, що поділяється на два види (зовнішнє та внутрішнє).

2. Розраховуємо потужність електроустановок з електродвигунами, згідно рівняння (4.2):

$$P_{ел.дв} = k'_{n1} P_{ліфт} + k''_{n1} P_{вент} + k'''_{n1} P_{нас} = 0,3 \cdot 10 + 0,75 \cdot 3 + 0,75 \cdot 1,5 = \\ = 3 + 2,25 + 1,13 = 6,38 \text{ кВт.}$$

3. Розраховуємо потужність електроустановок з нагрівачами, згідно рівняння (4.3):

$$P_{наг} = k'_{n2} P_{пич} + k''_{n2} P_{калор} + k'''_{n2} P_{обігр} = 0,6 \cdot 4 + 0,6 \cdot 2 + 0,6 \cdot 20 = \\ = 2,4 + 1,2 + 12 = 15,6 \text{ кВт.}$$

4. Розраховуємо потужність електроосвітлювального обладнання, згідно рівняння (4.4):

$$P_{осв} = k'_{n3} P_{зовн} + k''_{n3} P_{роб.пр} = 1 \cdot 5 + 0,8 \cdot 0,75 = 5 + 0,6 = 5,6 \text{ кВт.}$$

5. Визначаємо розрахункову активну потужність навантаження ДЕС згідно рівняння (4.1):

$$P_{\max} = P_{ел.дв} + P_{наг} + P_{осв} = 6,38 + 15,6 + 5,6 = 27,58 \text{ кВт.}$$

6. Визначаємо розрахункову максимальну потужність ДЕС з урахуванням втрат потужності в мережі та на власні потреби ДЕС, згідно рівняння:

$$P_{\max.розр} = \frac{P_{\max} k_{втр}}{k_{вт}} = \frac{27,58 \cdot 1,05}{0,97} = 29,85 \text{ кВт.}$$

7. Визначаємо повну розрахункову потужність навантаження, згідно рівняння (4.6):

$$S_{\max.розр} = \frac{29,85}{0,8} = 37,3 \text{ кВА}$$

8. З каталогу виробника [8] вибираємо ДЕС враховуючи коефіцієнт завантаження:

$$S_{ДЕС} = 60 \text{ кВА} \geq 37,3 \text{ кВА.}$$

Отже, умова виконується, тому приймаємо марку ДЕС Е УД ХХ 0060. Зовнішній вигляд дизельної електростанції наведено на рис. 3.2, а технічні параметри в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1

Технічні параметри дизельної електростанції

EMSA MODEL	ESP (kVA) @ cos phi : 0,8	PRP (kVA) @ cos phi : 0,8	Fuel Tank (l)	Fuel Cons. @ PRP	Fuel Tank Type	ENGINE BRAND	ENGINE MODEL	Engine Total Lubrication System Capacity (lt)	Engine Total Coolant Capacity (lt)
E YD XX 0060	60	54	101	13,2	IN-BUILT	YANGDONG	Y4102ZLD	13	15,1

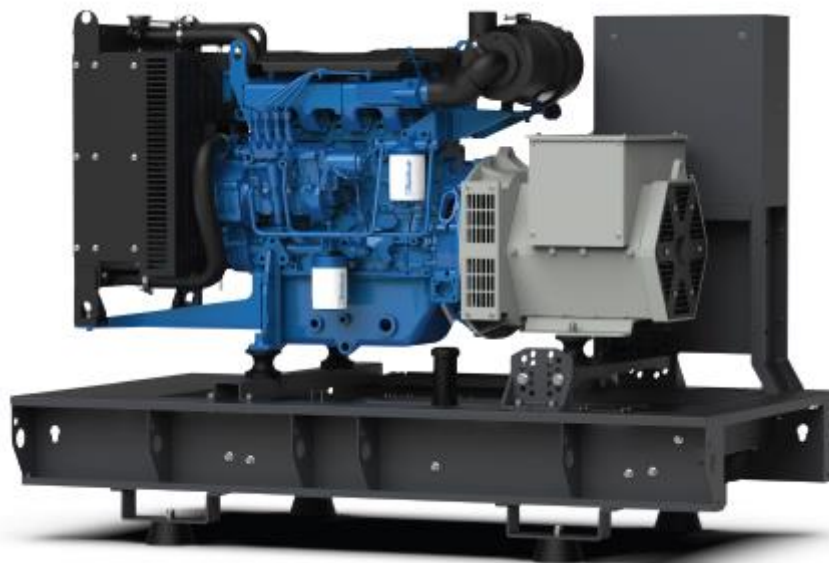


Рис. 3.2. Зовнішній вид закритої ДЕС потужністю 60 кВА фірми "EMSA GENERATOR".

При виборі електростанції важливо враховувати кількість фаз. Залежно від типу навантаження можна вибрати трифазну або однофазу. Застосування однофазних ДЕС обмежено однофазними електроприймачами. Трифазна ДЕС необхідна для установок, що використовують трифазні електродвигуни, які є споживачами електроенергії. При підключенні трифазних електроприймачів повинна виконуватися умова рівної потужності споживачів, приєднаних до різних фаз. Як правило, різниця між фазними навантаженнями не повинна перевищувати 20-25% від нормальної роботи генератора. Вибір ДЕС в установках з АД і потужними асинхронними електродвигунами є актуальним у

зв'язку з тим, що номінальне значення пускового струму АД в 5..7 разів перевищує навантаження ДЕС. Для коректної роботи ДЕС з АД вона повинна вдвічі або більше перевищувати його розрахункову потужність, або потрібен додатковий спеціальний спосіб запуску АД. Максимальний термін служби безперервного режиму роботи не повинен перевищувати 60..80% від навантаження дизельної електростанції, що рекомендовано виробниками для оптимальної роботи.

У резервному режимі дизельна електростанція повинна мати потужність навантаження не більше 70-90% від загальної потужності електростанції. В результаті потужність дизель-електростанції повинна бути в 1,25...1,67 рази більшою за потужність навантаження, і в 1,11...1,43 рази - резервної дизель-електростанції для постійної роботи.

При напрацюванні дизель-генератора до 500 годин на рік необхідно вибирати дизель-генератор з частотою обертання валу 3000 об/хв, а при більш інтенсивному використанні і тривалій експлуатації рекомендується використовувати дизель-генератор з частотою 1500 об/хв, що при тій же потужності дозволить збільшити ресурс двигуна і знизити рівень шуму. Як наслідок, максимальне значення потужності, розраховане, множиться на вказану кількість разів.

Вибір дизель-генератора здійснюється за отриманим значенням каталожних таблиць, яке вказує на те, що потужність знаходиться в допустимих межах. Дизель-генератор повинен мати потужність, більшу за допустиму, якщо його температура навколишнього середовища вище $+25^{\circ}\text{C}$, що еквівалентно номінальній потужності дизель-генератора, і має постійне значення навантаження. Щоб забезпечити ефективний і безпечний запуск, дизель-генератор повинен бути оснащений дизельним нагрівачем під час роботи при температурі навколишнього середовища $+10^{\circ}\text{C}$ або нижче.

Для завершення вибору конкретної ДЕС необхідно врахувати наступну додаткову інформацію:

- потрібний степінь автоматизації ДЕС;

- необхідність дистанційного керування і дистанційного контролю за роботою ДЕС;
- вимоги до ДЕС за шумовими характеристиками;
- умови, в яких буде експлуатуватися вибрана ДЕС;
- добові та сезонні діапазони зміни рівня напруги в централізованій електромережі;
- потрібний спосіб заправки ДЕС паливом.

По рівню автоматизації ДЕС бувають нульового, першого, другого та третього ступеня. Ступені автоматизації забезпечують:

- нульовий ступінь (0) - ручне управління ДЕС, індикація значень параметрів, які контролюються, автоматичну стабілізацію параметрів електроенергії і температури охолоджуючої рідини, автоматична підзарядка стартерних акумуляторних батарей, захист генератора від перевантаження за струмом і короткого замикання;
- перший ступінь (1) - виконання операцій нульового ступеня, а також захист дизеля від перегріву охолоджувальної рідини, падіння тиску оливи, різкого зростання частоти обертання вала дизеля ("рознос");
- другий ступінь (2) - виконання операцій першого ступеня, а також автоматичну підготовку до пуску, пуск, приймання навантаження, зупинка і контроль за робочими параметрами ДЕС;
- третій ступінь (3) - виконання операцій другого ступеня, а також автоматичне поповнення витратних паливних баків, системи змащення та, при необхідності, охолоджуючої рідини.

У випадку експлуатації на відкритому просторі (будівельні майданчики та ін.) шумоізоляція як правило не потрібна, а ДЕС встановлюються під спеціальним навісом. Якщо ДЕС використовується в приміщеннях (всередині будівель), для зниження рівня шуму під час роботи, ДЕС обладнуються спеціальними шумопоглинаючими кожухами або контейнерами.

3.3. Опис роботи резервного електроживлення

Генератор, який виробляє електроенергію шляхом з'єднання дизельного двигуна та електричного генератора (його також називають генератором змінного струму), називається дизель-генератором, або дизель-агрегатом. Це тип двигуна-генератора, як і більшість дизельних двигунів із запалюванням від стиснення, розроблені для роботи лише на дизельному паливі, деякі також можуть працювати на природному газі чи іншому рідкому паливі.

Використання дизель-генераторних установок є поширеним у місцях без доступу до електричної мережі як альтернативне джерело енергії під час збоїв у електропостачанні, а також для більш складних завдань, таких як підтримка мережі або генерація відключення пікового навантаження та експорт електроенергії з сітка. Потужність дизель-генератора має важливе значення для запобігання низькому навантаженню або дефіциту електроенергії. Швидке вмикання та вимикання дизель-генераторів може допомогти впоратися з піковими навантаженнями на мережу, оскільки вони призначені для використання незалежно від затримки. Комерційні генератори мають потужність від 8 кВт до 2000 кВт, тоді як побутові генератори мають потужність від 8 до 30 кВт.

Середнє споживання 0,4 літра палива на кВтгод для дизель-генераторів призводить до ефективності 25 відсотків. З іншого боку, ефективність будь-якого дизельного генератора залежить від його роботи та використання. Іншими словами, дизельний двигун - це, по суті, двигун внутрішнього згорання. Для запалювання та спалювання палива в дизельному двигуні використовується тепло стиснення, а не іскра, на відміну від бензинових двигунів. Більшість цих двигунів, особливо для безперервного та важкого використання, мають найвищий термічний ККД серед усіх двигунів внутрішнього згорання. Численні похідні сирові нафти доступні для використання в дизельних двигунах. Процес згорання в дизельному двигуні може включати використання природного газу, спиртів, деревного газу, бензину та дизельного палива. При спалюванні

дизельного або іншого палива виділяються вихлопні гази. Дизельні генератори виробляють вуглекислий газ (CO_2), оксид азоту (NO_x) і тверді частинки. Деградація: викиди від цих генераторів зараз потрапляють у навколишнє середовище, що значно впливає на якість повітря поблизу. На кожен літр бензину в дизельному паливі виділяється 0,73 кілограма (2,6 кг) вуглекислого газу.

Розглянемо основні елементи дизель-генератора. Різні елементи дизель-генератора працюють разом, щоб виробляти електроенергію. Наступний перелік основних компонентів надійного дизель-генератора наведено нижче, як показано на рис. 3.3.

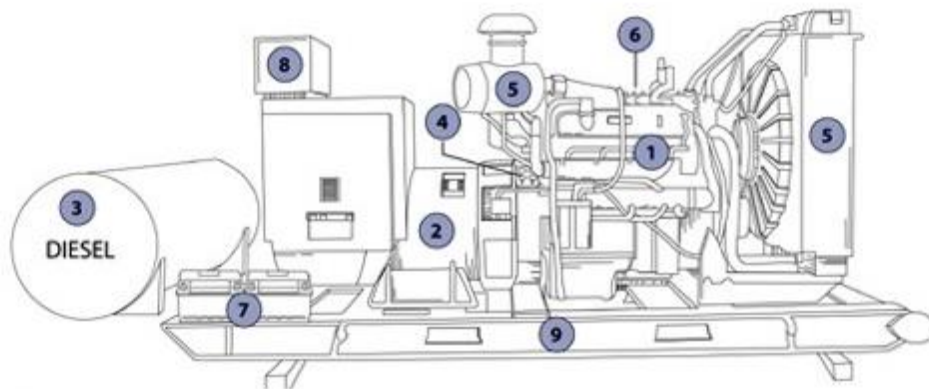


Рис. 3.3. Основні частини дизельного генератора: 1 – Двигун; 2 – Генератор змінного струму; 3 – Паливна система; 4 – Стабілізатор напруги; 5 – Охолоджуюча вихлопна система; 6 – Система змащення; 7 – Система стартера та акумулятора; 8 – Панель управління; 9 – Корпус/каркас.

Саме двигун забезпечує механічну енергію, яка потім перетворюється в електричну – і тому він є найважливішою частиною будь-якої дизель-генераторної установки. Генератори мають потужність, пропорційну розміру двигуна, з яким вони працюють. Чим більша потужність двигуна, тим більшу кількість електроенергії він виробляє. Ще одним важливим елементом дизель-генератора є генератор змінного струму. За допомогою індукції механічна енергія двигуна (обертання вала) перетворюється в електричну. Ротор генератора змінного струму генерує електричний струм під дією магнітного поля. Отже, ротор розглядається як центральний елемент генератора. Принаймні на початку

1830-х років Фарадей виявив або описав «електромагнітну індукцію» як механізм. Відповідно до цього принципу рух провідника (або будь-якого електричного провідника) через таке магнітне поле викликає в ньому електричний струм. Якщо існує магнітне поле, яке рухається навколо проводу, а він залишається нерухомим, виникає той самий ефект. Просто проходячи через магнітне поле, електрони рухаються по дроту. Рухаючись з півночі на південь, електрони рухаються в одному напрямку, і навпаки, якщо дріт рухається з півдня на північ. Індукований більший струм, оскільки дріт довгий і з сильнішим полем. Центральний обертовий вал оточує кілька масивних потужних магнітів у сучасних генераторах. Вони відомі як ротор або арматура. Для створення магнітного поля, яке обертає двигун, використовуються постійні магніти та електромагніти. Іншим важливим елементом генератора змінного струму є статор, який складається з серії щільно з'єднаних котушок дроту, які щільно упаковані навколо ротора. Щоразу, коли зовнішня сила (наприклад, дизельний двигун) обертає центральний вал, північний і південний полюси магнітного поля постійно передаються на пучки дроту, що оточують ротор. По суті, це призводить до появи електричного струму (званого «змінним»).

Генератор забезпечується паливом паливною системою, яка його накопичує і розподіляє. Ключовим фактором запуску двигуна є паливо. Механічна енергія, вироблена паливом, перетворюється двигуном в електричну. Серед компонентів паливної системи це найбільш помітно, оскільки в баку достатньо пального для роботи не менше 6-8 годин. Цей резервуар можна інтегрувати в корпус генератора малих портативних генераторів або це може бути окрема зовнішня конструкція для великих стаціонарних генераторів. Паливна система також містить паливні лінії, паливний насос, подібний до тих, що є в більшості автомобілів, паливний фільтр і вентиляційні труби або клапани для запобігання надмірному тиску або розрідженню в паливному баку. Щоб запобігти розбризкуванню палива на двигун або генератор, передбачена переливна труба, яка забезпечує злив палива у разі переливу. Функціонування різних вузлів дизель-генератора забезпечується системою змащення. Монітор: щоб уникнути

проблем, дуже важливо постійно стежити за системою змащення генератора. З огляду на те, що генератор має багато обертових частин, наявність ефективних систем змащування має вирішальне значення для захисту рухомих частин від тертя та підтримки їх охолодження.

Важливою частиною є стабілізатор напруги, який є складним. Якщо не використовувати, напруга та сила струму змінного струму змінюватимуться залежно від швидкості двигуна. Для сучасного електрообладнання необхідне надзвичайно стабільне джерело живлення, і тому потрібно щось зробити, щоб його збалансувати. Наше розуміння принципу роботи стабілізатора напруги досить заплутане, і ми не будемо обговорювати його детально в цій статті. Подібно до автомобіля, система охолодження двигуна генерує значну кількість відпрацьованого тепла на додаток до механічної енергії. Енергія проходить через генератор змінного струму завдяки теплу, яке утворюється електричним опором у цих проводах. Тепло поглинається теплоносієм, зазвичай водою, але не завжди водою, яка потім проходить через теплообмінник і повертається в повітря або іноді в іншу систему охолодження.

У всіх двигунах внутрішнього згорання утворюються вихлопні гази. Двигун і сторонні люди повинні триматися подалі від них, оскільки вони отруйні. Як правило, вихлопні гази викидаються в атмосферу через отвір у трубі. Перш ніж встановлювати новий генератор, ознайомтеся з місцевими правилами охорони здоров'я та техніки безпеки для конкретного способу або місця, де потрібно випускати вихлопні гази.

У дизельному двигуні, як в автомобілі чи вантажівці, система стартера й акумулятора активується за допомогою цього невеликого електромотора. Джерелом живлення цього електростартера є акумулятор, який заряджається або від генератора, або від окремого зарядного пристрою. Панель керування: Панель керування містить кнопку Пуск/Стоп та індикатори для різних параметрів, як показано нижче: елементи керування Пуск/Зупинка; Перемикач фаз; Перемикач частоти; Перемикач режимів двигуна; Швидкість двигуна; Паливо двигуна; Температура теплоносія; Моторне масло; Заряд акумулятора; вихідна напруга

генератора; вихідний струм генератора (ампер); вихідна потужність генератора в кВА; частота змінного струму.

Щоб забезпечити належну роботу, важливо контролювати ці властивості під час роботи генератора. Дизель-генератор може бути розміщений у відкритому каркасі, водонепроникному корпусі або мобільному пристрої. Разом усі ці функції забезпечують з'єднання та безпеку компонентів. Це гарантує, що всі електричні компоненти також правильно заземлені. В основі принципу роботи дизель-генератора лежить перетворення енергії за законом термодинаміки. Енергія не може бути створена або знищена, а лише перетворюється з однієї форми в іншу відповідно до цього закону. Дизельні генератори проходять послідовність кроків для виробництва електроенергії змінного струму. Коли дизель-генератор активується, він проходить чотири стадії згоряння: всмоктування; стиснення; потужність; і вихлоп. Результатом є перетворення хімічної енергії палива в механічну енергію обертання. Обставини використовуються для обертання колінчастого вала за допомогою механічної енергії. Це пояснюється тим, що коли обертається вал, обертається і його ротор генератора змінного струму. Двома основними компонентами генератора, які виробляють електроенергію, є ротор і статор.

Магніт оточує циліндричний компонент, відомий як ротор, який обертається всередині статора, виготовленого з ізолюваного провідника з мідного проводу. Рух магнітів уздовж дроту зрештою створює електричні заряди в ланцюзі. Коли ротор обертається, також виробляється електроенергія. Під час роботи магніти, що оточують ротор, точно вирівнюються для створення магнітного поля, коли вони проходять через мідну проводку статора. Магнітне поле створюється в електричних генераторах комбінацією двох поляризованих магнітів. Магнітне поле, створене магнітом, притягує напругу, яку сприймає статор. Контролюючи напругу, пристрій, який називається регулятором напруги, подає електроенергію туди, де вона потрібна. Випрямляч в дизель-генераторі перетворює змінний струм, вироблений генератором, в постійний.

Система збудження створює електромагнітне поле в роторі. Магнітне поле, створюване статором, прямо пропорційне електричній потужності, яку він генерує. Залежно від розміру генератора, постійний струм (DC) використовується для створення електромагнітного поля, яке може коливатися від 50 ампер до 9000 ампер і більше. Постійний струм генерується в сучасних системах збудження за допомогою трансформаторів потенціалу (ТП) і трансформаторів струму насичення (ТС) для випрямлення змінного струму, який не є статичним. Незважаючи на негативні наслідки попередніх версій, сучасні дизельні двигуни подолали свої недоліки, такі як підвищений рівень шуму та вищі витрати на технічне обслуговування. У порівнянні з газовими двигунами аналогічного розміру вони працюють тихіше і потребують менше обслуговування.

Переваги дизель-генераторів описані нижче. Витрати на технічне обслуговування нижчі: генераторний двигун потребує менше деталей, а це означає, що свічки запалювання не потрібно замінювати або карбюратори ремонтувати частіше, ніж газовий двигун.

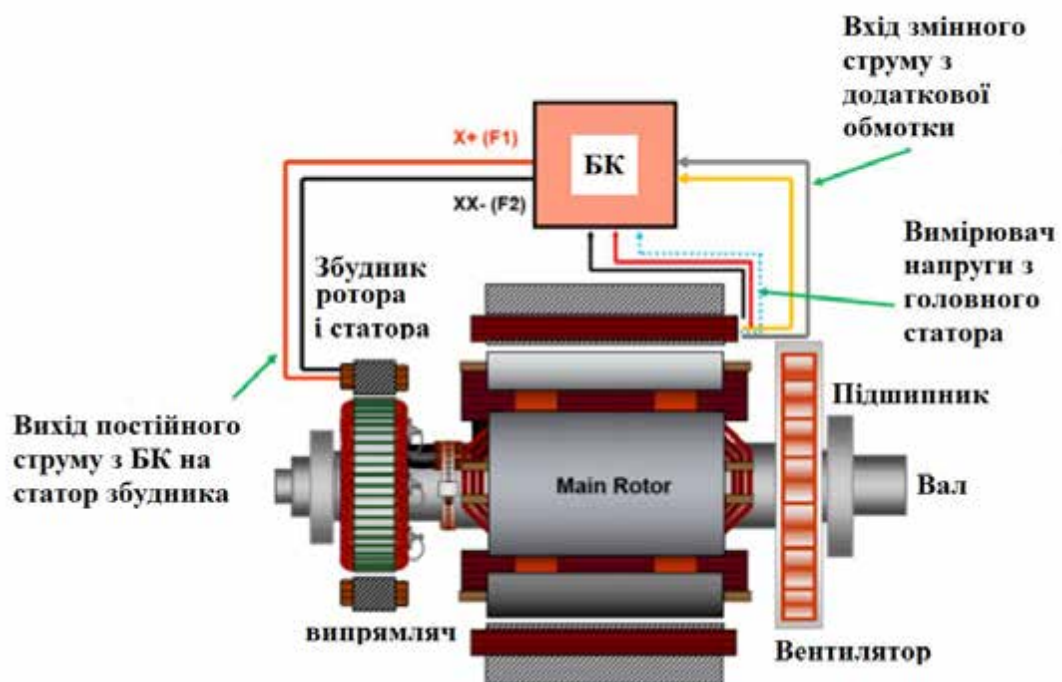


Рис. 3.4. Будова дизель-генератора

У різних налаштуваннях дизельні двигуни здатні витримувати знос завдяки своїй довговічності. Безпечне зберігання можливе для дизельного палива, навіть незважаючи на те, що воно є легкозаймистим, оскільки набагато менше ймовірність його спалаху під час спалювання. Дизельні генератори можуть підтримувати свою вихідну потужність протягом більш тривалого періоду часу, що більше, ніж інші генератори, і витримують більші навантаження.

І навпаки, дизель-генератори мають низку екологічних недоліків. Середня кількість CO₂, що виділяється 1 літром палива, становить 2,7 кг. Дизельні генератори впливають на навколишнє середовище більше, ніж інші джерела енергії. Їхні викиди містять не лише окис вуглецю, а й тверді частинки та оксиди азоту. Дизельні генератори є не тільки джерелом шумового забруднення, але також мають високу початкову вартість і вимагають дорогого обслуговування та ремонту порівняно з іншими видами джерел енергії. Найважливішим аспектом обслуговування дизельного двигуна є регулярна заміна масла. Дизельні генератори, які добре обслуговуються, можуть служити довше, ніж ті, які погано обслуговуються. Зимовий сезон може бути важким часом для запуску генератора. Цю проблему можна вирішити, використовуючи свічки розжарювання та інші нагрівальні компоненти для прогрівання двигуна, включаючи все повітря, що надходить у впускний отвір. Тим не менш, це призводить до витрат. Важкі та складні для транспортування, дизельні генератори можуть виробляти шкідливі вихлопні гази.

Акумулятори часто використовуються в поєднанні з дизель-генераторами для зберігання енергії, але це рішення має значні недоліки. У багатьох програмах батареї вважаються занадто важкими, мають короткий час розряду та потребують тривалих періодів часу для перезарядки. Загальновідомо, що батареї не довговічні, вони сприяють підкисленню атмосфери, а їх виробництво виснажує цінні природні ресурси, такі як кобальт і нікель.

Основними недоліками використання дизель-генератора є: ціни на дизельне паливо продовжуватимуть зростати через норми щодо викидів парникових газів. Підтримувати генератори в робочому стані необхідно, що вимагає регулярного

обслуговування. Це робить систему впорскування палива та інші компоненти більш чутливими до поломок, що призводить до нижчої надійності, ніж інших компонентів, і вищих цін на запасні частини. Наявність великих важких компонентів у дизельних двигунах може зробити ремонт досить дорогим. Вартість установки може бути нижчою, але вона може бути дорожчою і займати більше часу. Основною проблемою є шумове забруднення. Незважаючи на те, що вони дещо шумні, дизельні двигуни часто розташовуються далеко від визначених робочих місць. Ці дизельні генератори вважаються надто важкими та громіздкими для своєї категорії, тому їх не можна вважати мобільними чи компактними, натомість їх слід зберігати в сухому місці, щоб запобігти корозії.

3.4. Огляд процесу налаштування дизельної електростанції

Введення в експлуатацію дизельної електростанції (ДЕС) є одним із його значущих етапів. Нижче наведено пояснення до введення в експлуатацію з урахуванням схем.

Передпускове налаштування. Перед введенням в експлуатацію необхідно підтвердити, що монтажні та електричні роботи виконані точно, а все обладнання встановлено згідно з проектом. Переконайтеся, що обладнання має всі необхідні дозволи та документацію, включаючи схеми та технічні паспорти.

Потрібно перевірити ДЕС та його компоненти на наявність будь-яких ознак дефектів, пошкоджень або недоліків шляхом візуального огляду.

При підключенні генератора, системи керування, автоматики та захисту рекомендується дотримуватися електричної схеми підключення. Перевірити правильність з'єднань і заземлення.

Потрібно звернути увагу на систему охолодження та паливні системи, оглянувши систему охолодження дизель-генератора, щоб переконатися у відсутності витоків. Перевірити наявність витоків у паливній системі та заправити її.

Переконатися, що всі системи автоматичного керування та захисту налаштовані відповідно до схем та вимог. Переконатися, що всі наявні у вас засоби захисту функціонують належним чином.

Підготовка до запуску. Розмістити усі перемикачі та елементи керування в готовому для початку процесу. Переконатися, що паливна система та система охолодження працюють. Перевірити процес запуску та роботи, дотримуючись інструкцій виробника під час запуску генераторної установки. Спостерігати за роботою генераторної установки, включаючи налаштування напруги та частоти, температуру, тиск та інші параметри. Оглянути генераторну установку, щоб переконатися в її функціональності та підтримувати надійність джерела живлення.

Тест-драйв. Підключити навантаження до ДЕС разом із тестовою батареєю, якщо необхідно забезпечити необхідну потужність. Перевірити зміну навантаження під час автоматизації.

Після успішного введення в експлуатацію завершити виконання завдань з введення в експлуатацію та підготувати всі необхідні документи, включаючи акт приймання.

Встановити послідовний графік технічного обслуговування та моніторингу для ДЕС.

Вибір місця розташування генератора є вирішальним моментом для досягнення якісного автономного електропостачання. Щоб визначити можливе і необхідне місце для електростанції, необхідно врахувати кілька суттєвих моментів, які є універсальними для всіх електростанцій. Під час роботи всі двигуни внутрішнього згоряння утворюють відпрацьовані (вихлопні) гази. Для охолодження електростанцій необхідна система вентиляції. Це робить електростанцію технічно складною. Забезпечення достатнього простору має важливе значення для технічного обслуговування, і за необхідності електростанцію можна демонтувати. Будь-який двигун внутрішнього згоряння під час роботи створює вібрацію. Отже, для установки будь-якої електростанції необхідно передбачити рівний фундамент, який мінімум в півтора рази важчий

за саму електростанцію. Два способи встановлення генератора - на відкритому повітрі та всередині, один - у приміщенні. Існують і інші варіанти установки генератора на причепі або всередині автомобіля, але вони не дуже поширені.

Зовнішня установка вимагає використання захисту (всезащитного шумозахисного кожуха), фундаменту для генератора, систем опалення в холодну пору року (підігрів теплоносія, підігрів палива, свічки розжарювання тощо). Якщо встановлювати генератор в приміщенні, то в цьому приміщенні необхідно мати: систему вентиляції, щоб холодне повітря з вулиці охолоджувало його; інший для виходу гарячого повітря з радіатора дизель-генераторної установки; і система відведення відпрацьованих газів на вулицю.

Попереднє встановлення: основа також використовується для встановлення дизель-генератора. Для цих застосувань зазвичай використовується залізобетонна підкладка. Глибина основи повинна бути в межах 150-200 мм, розміри встановленої інсталяції також повинні відповідати. Підготовка фундаменту дотримується правила, яке вимагає, щоб загальна вага генераторної установки принаймні вдвічі перевищувала масу залізобетонної площадки. При установці стаціонарного дизель-генератора необхідно з великою ретельністю дотримуватися всіх правил конструкції. Фундамент будівель і приміщень, де передбачається установка дизель-генератора, повинен мати конструкцію, здатну витримувати навантаження всіх агрегатів, подачу палива і підтримувати його. Рекомендується безпечна висота над підлогою для залізобетонної площадки, якщо вода може проникнути в приміщення.

3.5. Управління роботою резервної електростанції

Автоматичний трипозиційний сервоперемикач використовується для підключення та керування дизельним генератором. Зображення елементів пульта управління на рис. 3.5.

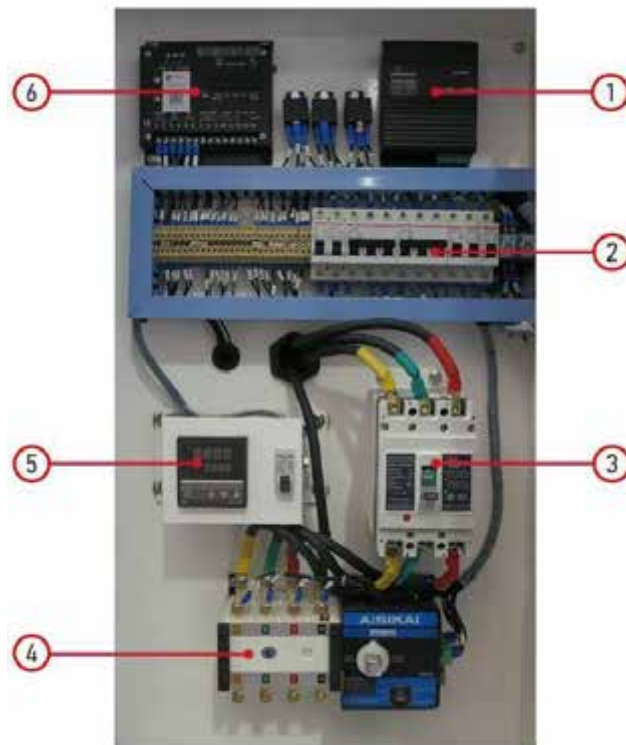


Рис. 3.5. Зовнішній вид панелі керування дизельною електростанцією (1 – зарядний пристрій; 2 – автоматичні вимикачі системи керування; 3 – силовий автоматичний вимикач альтернатора, частина генератора, що відповідає за генерування електроенергії; 4 – автоматичний мережевий перемикач навантаження; 5 – контроллер підігріву водяного охолодження; 6 – електронний блок керування двигуном).

Зображення автоматичного мережевого перемикача навантаження на рис. 3.6.

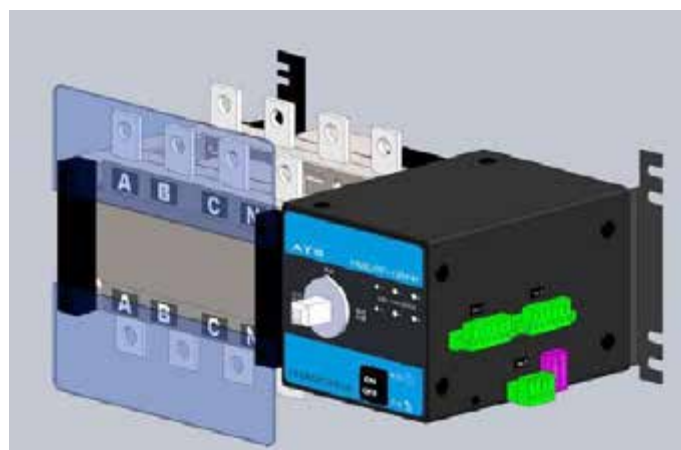


Рис. 3.6. Зображення автоматичного мережевого перемикача навантаження

Нижній ряд клем:

- А, В, С є клемами підключення фаз кінцевих споживачів;
- N-нейтраль.

вимкнення генератора; 14 - Індикатор зупинки ДЕС інформує про зупинений генератор; 15 - Кнопка запуску; 16 - Кнопка прокручування вниз перегляду інформаційних сторінок контролера; 17 - Кнопка введення підтвердження команди під час програмування; 18 - Кнопка меню Вхід у режим програмування функцій ДЕС; 19 - Кнопка прокручування вгору.

Використовуючи цифрові, мікропроцесорні та мережеві технології, контролер генераторної установки серії HGM6120N використовується для системи автоматичного керування дизель-генераторами. Його можливості охоплюють автоматичний запуск або зупинку, розподіл даних і функції захисної сигналізації. Завдяки вбудованому РК-дисплею 132x64 контролер пропонує альтернативний інтерфейс російською, англійською та іспанською мовами з покращеним покриттям, стійким до подряпин і механічних пошкоджень. Це дуже простий, надійний контролер. Така інформація, як 3-фазна напруга, 3-фазний струм, частота, може відображатися на дисплеї контролера.

Технологія мікрообчислень інтегрована в контролер генераторної установки серії HGM6120N для забезпечення точного вимірювання, безперервного регулювання кількості та часу/порогів, а також інших функцій. Завдяки компактній структурі, передовій схемотехніці, простоті підключення та високій надійності ця технологія підходить для всіх систем автоматичного керування генераторами, а також може широко застосовуватися в автоматизованих системах енергоблоків.

Це називається автоматичним режимом і описує послідовність дій після вибору «заводських налаштувань» модуля. Вивчіть джерело налаштувань, щоб визначити найбільш ефективний вибір налаштувань і послідовностей, враховуючи унікальність модуля та його використання. Цей режим можна запустити, натиснувши кнопку AUTO. Ця дія підтверджується світлодіодним індикатором, який з'являється біля кнопки. При надходженні дистанційного сигналу на вхід дистанційного пуску або при перенапрузі, зниженні напруги або обриві фази в мережі відбувається наступна послідовність дій: запалювання

паливного соленоїда і включення стартера через одну секунду. Запуск двигуна відбудеться в призначений час. Стартер буде вимкнено на встановлений період зупинки, якщо протягом цього часу двигун не запускається. Якщо (3) використовується під час встановленої кількості спроб запуску, тоді на РК-екрані буде відображено сигнал тривоги про відсутність запуску, і послідовність запуску припиняється.

Після вимкнення стартера вмикається таймер Safety On, щоб стабілізувати тиск масла, високу температуру двигуна, низьку швидкість, збій заряджання та інші допоміжні вхідні сигнали, не викликаючи збоїв. Після запуску двигуна активується таймер прогріву (якщо доступний), щоб дозволити двигуну стабілізуватися перед прийняттям або відхиленням навантаження. Після отримання задовільного сигналу від мережі активується таймер вимкнення. Після закінчення таймера вимкнення навантаження від генератора передається назад до комунального підприємства. Відразу спрацьовує таймер охолодження, щоб забезпечити охолодження двигуна перед вимкненням. Після закінчення таймера охолодження генератор вимикається через дезактивацію паливного соленоїда.

Активація для входу в режим ручного тестування, як показано на рис. 3.7. Це підтверджується світлодіодом, розташований поруч із кнопкою. У ручному або тестовому режимі натискання кнопки запускає послідовність операцій. Якщо вибрано цю опцію, попередній нагрів активує пов'язаний таймер і буде вибрано допоміжний вихід. Паливний соленоїд і стартер активуються після затримки, зазначеної вище. Це змушує двигун запускатися протягом заданого періоду часу. Протягом цього часу двигун стартера вимикається на вказаний період відключення, якщо він не запускається. Коли використовується рекомендована кількість спроб запуску двигуна (3), це призведе до збою послідовності запуску та відображення на РК-дисплеї попередження про невдачу запуску. Після запуску двигуна він вимикає стартер. Таймер Safety On активується після вимкнення стартера, що дозволяє стабілізувати тиск масла, високу температуру

двигуна, низьку швидкість, збій заряджання та інші допоміжні вхідні дані, не викликаючи несправності.

Після запалювання двигуна активується таймер прогріву (якщо є), щоб стабілізувати двигун перед тим, як приймати навантаження. Якщо генератор працює в ручному режимі, він буде або отримувати навантаження, або не отримувати навантаження в залежності від напруги мережі. Інакше буде навантаження на генератор. Коли генератор перебуває в режимі ручного тестування, він приймає навантаження незалежно від того, чи є напруга в мережі нормальною. Натиснувши кнопку, генератор зупиниться в описаному вище процесі.

3.6. Технічне обслуговування дизельної електростанції

Генераторні установки потребують регулярного технічного обслуговування (ТО). Виконувати відповідні роботи з технічного обслуговування дозволяється лише уповноваженому персоналу офіційних сервісних центрів або особам, які мають спеціальну підготовку з роботи з дизель-генераторами та детальні знання роботи з дизель-генераторами. Це пов'язано з тим, що вимоги настільки високі, що навіть незначна помилка електрики може спричинити серйозні проблеми та в кінцевому підсумку завдати шкоди життю та здоров'ю інших людей. Так само «Журнал технічного огляду та ремонту» (входить до гарантійного талона) містить інформацію про кожну виконану роботу. Ведення журналу необхідно для будь-якого користувача дизель-генератора. Окрім гарантії належного виконання запланованих робіт, цей метод дозволяє зменшити аварійні ситуації.

Всі види робіт з технічного обслуговування дизель-генераторів можна розділити на групи: - Попередні пуско-налагоджувальні роботи, які проводяться перед підключенням генератора; - Щоденна робота, що дозволяє забезпечити безперебійну роботу дизель-генератора; - Періодичний контроль і профілактика, яка проводиться один раз на тиждень, місяць, квартал тощо; - Протягом

встановленого періоду часу під час роботи генератора. Щоденно проводиться технічне обслуговування дизель-генератора.

Виявити несправності та оперативно вжити заходів щодо їх усунення можна, проводячи щоденну базову технічну перевірку обладнання. Це гарантує, що ви зможете запобігти серйозним поломкам у майбутньому. Хоча такі завдання можуть здаватися простими, їх повинен виконувати сертифікований фахівець, який має відповідний дозвіл на електромонтажні роботи. Перевіряти масляний картер, рівень охолоджуючої рідини та індикатори тиску дизель-генераторної установки рекомендується кожні 8 годин. Докази зносу пасової передачі, ослаблених частин або пошкодження інших частин дизель-генераторної установки повинні бути відзначені на її зовнішньому вигляді. Щоденне технічне обслуговування особливо важливо, коли дизельні генератори працюють за надзвичайно низьких температур навколишнього середовища (нижче 0°C або вище 30°C), і ймовірність поломки значно зростає.

Технічне обслуговування, яке планується раз на тиждень, місяць, квартал і рік з профілактичною метою. Відповідно до інструкції, всі планово-технічні роботи на дизель-генераторах проводяться згідно з їх встановленим графіком. Крім того, враховуються умови експлуатації. Кожен тип генератора має свій графік профілактичних робіт, але для всіх без винятку можна виділити наступні моменти: - Контроль справності механічних вузлів і систем, періодичне регулювання натягу ремня, перевірка кріплень, болтів, системи охолодження та ін. аналогічна робота; - Перевірка електричної частини дизель-генератора: автоматичних пристроїв і систем, акумуляторних батарей, електричних приладів керування, стартера, систем безпеки та інших допоміжних пристроїв; - Перевірка роботи генератора, характеристик ізоляції, правильності затягування шин генератора; - Випробування роботи дизель-генератора, регулювання, а при необхідності регулювання показників потужності і потужності дизель-генератора; - Перевірка роботи дизель-генератора, характеристик ізоляції, правильності затягування шин генератора; - Перевірка роботи дизель-

генератора, налагодження, а при необхідності і регулювання продуктивності дизель-генератора; - Перевірка роботи дизель-генератора.

Для проведення планово-профілактичних робіт необхідні спеціальні інструменти та обладнання. На додаток до технічного аспекту, кваліфіковані особи з відповідною підготовкою та допуском необхідні для експлуатації цього типу дизель-генератора. Дизель-генератори через деякий час. Через певну кількість годин дизель-генератор необхідно регулярно обслуговувати для проведення планового ТО. Після 50-100 годин роботи зазвичай потрібне первинне технічне обслуговування. Твір досить різноманітний за змістом. Щоб забезпечити належну роботу, необхідно перевірити функціональність повітряного та паливного фільтрів, а також охолоджуючої рідини, опору та акумуляторів. Перевірка натягу ременя механічної частини, контролю швидкості та вихідної напруги також є важливою. Необхідно злити конденсат і переконатися, що він відповідає заявленим параметрам системи впуску та випуску. Протягом цього періоду всі вимірювальні прилади та панель керування повинні бути налаштовані для забезпечення їх функціональності. На початку технічного обслуговування проводиться тестовий пуск дизель-генератора на повну потужність, і з цього часу установка працює в щадному режимі. Рекомендується проводити технічне обслуговування кожні 250-300 годин, залежно від типу установки, оскільки це зазвичай вважається оптимальним на основі практики. Кожного разу, коли проводиться планова перевірка, деякі системи переглядаються та налагоджуються. На третьому циклі технічного обслуговування, наприклад, змінюється настройка клапанного механізму, а на п'ятому - частота обертання. Зрозуміло, є також необхідність періодичної заміни витратних компонентів і робочих рідин. Дотримання періодичності та якості технічного обслуговування дизель-генератора забезпечує тривалу працездатність усіх вузлів механізмів, а також безперебійну роботу.

Періодичність обслуговування дизельних генераторів залежить від умов експлуатації та рекомендацій виробника. Загальний графік технічного обслуговування електростанцій, вказаний нижче, носить рекомендаційний

характер і може змінюватися в залежності від марки та моделі двигуна, яким комплектується дизельний генератор.

Наведена періодичність сервісного обслуговування відповідає середнім умовам, в яких експлуатується дизельна електростанція. Нижченаведені періоди на обслуговування дизель-генераторів справедливі тільки для двигунів, в яких використовуються призначені для них види палива і моторної оливи.

Позначення в таблиці 3.2 нижче:

A - Перше обслуговування дизельних генераторів проводиться через 20 - 50 годин

B - Щодня або через кожні 8 мотогодин

C - Через кожні 200 мотогодин або через півроку

D - Через кожні 400 мотогодин або щорічно

E - Через кожні 800 мотогодин

F - Через кожні 1200 мотогодин

G - Через кожні 2000 годин

(1) - виконується, якщо вказаний пристрій встановлено на дизельний електрогенератор

(2) - виконується кваліфікованим персоналом

(3) — для двигунів дизель-генераторів — через кожні 250 мотогодин, або щорічно.

Обслуговування електростанцій виконується по закінченню періоду, що вимірюється в мотогодинах або місяцях (приймається більш короткий період).

Таблиця 3.2

Операції технічного обслуговування дизельних електрогенераторів

Назва виду операції	A	B	C	D	E	F	G
Перевірка кількості охолоджувальної рідини	*	*	*	*	*	*	*
Перевірка стану приводного ременя	*		*	*	*	*	*

Очищення відстійника і сітчастого фільтра підкачувального паливного насоса				*	*	*	*
Перевірка наявності води в фільтрі попереднього очищення палива (1)	*	*	*	*	*	*	*
Заміна фільтруючого елемента паливного фільтра				*	*	*	*
Перевірка стану форсунок (2)							*
Перевірка і регулювання режиму холостого ходу (2)	*						
Перевірка тиску масла за допомогою манометра (1)	*	*	*	*	*	*	*
Заміна моторного масла (3)	*			*	*	*	*
Заміна масляного фільтра (3)	*			*	*	*	*
Перевірка системи відведення картерних газів (1)							*
Промивання повітряного фільтра або видалення забруднень з сміттєзбірника: - за сильного забруднення повітря - за звичайних умов роботи	*	*	*	*	*	*	*
			*	*	*	*	*
Очищення або заміна фільтруючого елемента повітроочисника (якщо не було виконано раніше)				*	*	*	*
Внутрішнє очищення турбокомпресора							*
Очищення повітряного фільтра компресора (1)			*	*	*	*	*
Перевірка компресора (1,2)							*
Регулювання зазорів клапанів (2)							*
Перевірка генератора, стартера, турбокомпресора і інших систем (2)							*

РОЗДІЛ 4

ІМІТАЦІЙНА SIMULINK-МОДЕЛЬ РЕЗЕРВНОГО ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРА З АСИНХРОННИМ ЕЛЕКТРОДВИГУНОМ

4.1. Імітаційної simulink-модель резервного дизель-генератора з асинхронним електродвигуном

У цьому розділі розглянуто імітаційну simulink-модель резервного дизель-генератора з асинхронним електродвигуном, зображену на рис. 4.1.

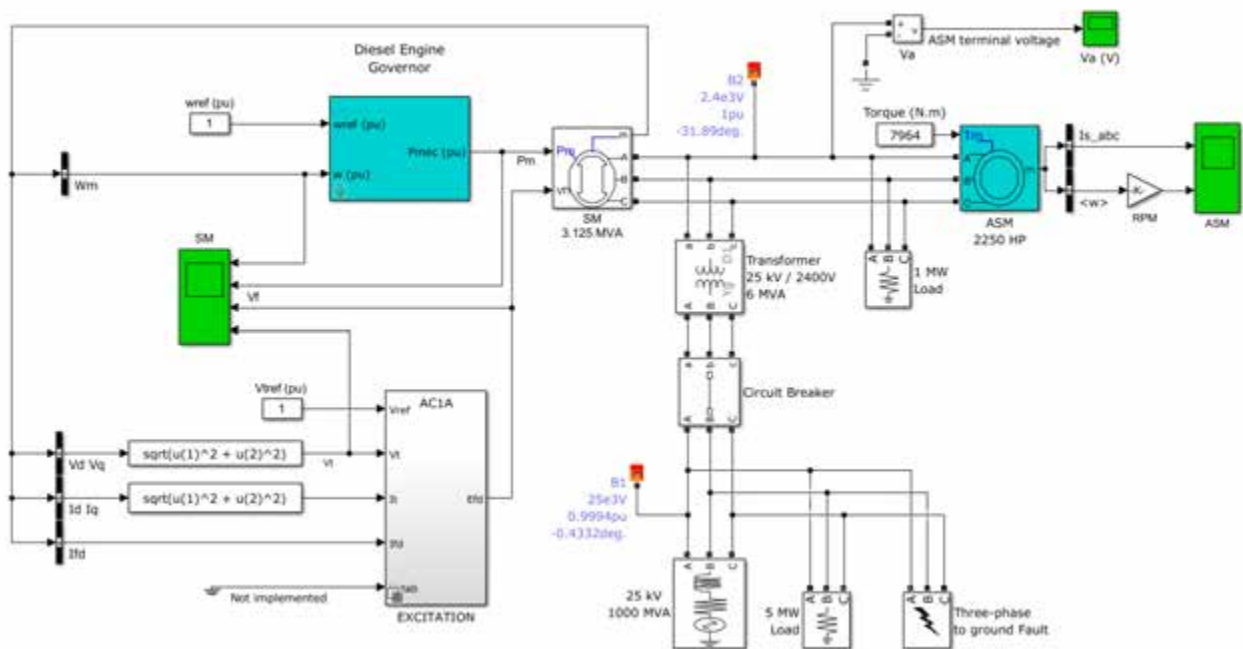


Рис. 4.1. Імітаційна simulink-модель резервного дизель-генератора з асинхронним електродвигуном

Установка, що складається з резистивного та моторного навантажень, живиться при напрузі до 2400 В від розподільчої мережі до 25 кВ через трансформатор Wye-Delta потужністю до 6 МВА 25/2 кВ та від блоку аварійного синхронного генератора/дизельного двигуна. Мережа до 25 кВ моделюється еквівалентним джерелом R-L з рівнем короткого замикання до 1000 МВА та навантаженням до 5 МВт. У системі до 25 кВ виникає трифазне замикання на землю, що спричиняє розмикання автоматичного вимикача до 25 кВ.

Щоб розпочати симуляцію в стаціонарному стані, синхронну машину та асинхронний двигун потрібно ініціалізувати за допомогою інструменту Load Flow у powergui. Параметри потоку навантаження машини та двигуна визначаються на вкладці потоку навантаження двох блоків:

Для синхронної машини: параметр «Generator type» встановлено на «PV», що вказує на те, що потік навантаження виконується з машиною, яка контролює свою активну потужність і напругу на клемі. Параметр «Active power generation P» встановлено на 0.

Для асинхронного двигуна: параметр «Mechanical Power» встановлено на 60 кВА.

У меню Powergui виберіть «Load Flow». З'являється нове вікно. Зведені параметри потоку навантаження відображаються в таблиці.

Натисканням кнопки «Compute», розраховується потік навантаження. Тепер у таблиці відображаються фактичні активна та реактивна потужності машин.

Натисканням кнопки «Apply», застосовується вирішення потоку навантаження до моделі.

Після відкриття блоків SM і ASM зверніть увагу, що початкові значення були оновлені інструментом Load Flow. Значення постійного блоку, підключеного до вхідного крутного моменту асинхронного двигуна, також було автоматично встановлено.

У блоці регулятора дизельного двигуна. Зауважте, що початкове значення механічної потужності було встановлено на 60 кВА інструментом Load Flow.

Відкрийте блок EXCITATION (ЗБУДЖЕННЯ) та зверніть увагу на вкладку Початкові значення, що початкові значення напруги на клемі та напруги поля встановлені відповідні.

Після натискання правою кнопкою миші на блок ЗБУДЖЕННЯ, а потім можна обрати тип системи збудження, яку треба змоделювати.

Результати моделювання, отримані на графічних залежностях рис. 4.1 і 4.2. свідчать про стабілізацію напруги на клемі V_t , що досягається менш ніж за 2 секунди з моделлю ST1A та менше ніж за 3 секунди з моделлю AC1A.

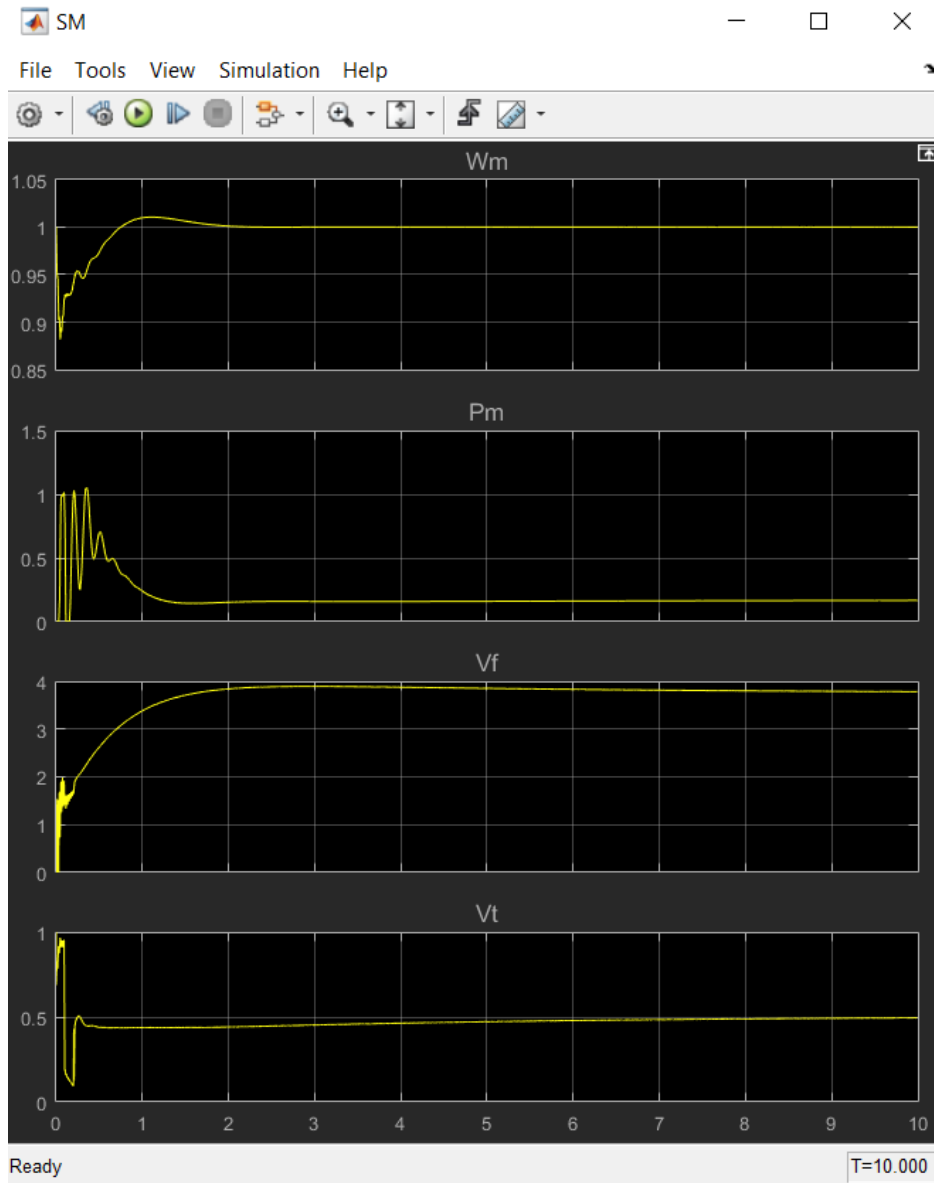


Рис. 4.1. Результати моделювання параметрів напруги та потужності

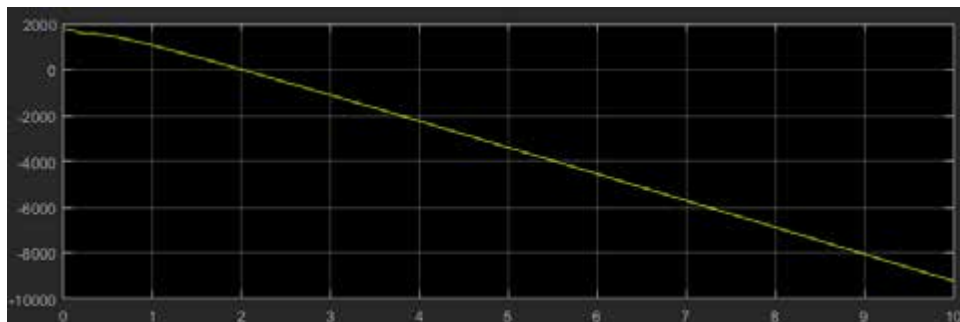


Рис. 4.1. Результати моделювання швидкості обертів двигуна

Швидкість двигуна тимчасово знижується з 1789 об/хв до 1635 об/хв, а потім повертається до свого нормального значення.

ОРГАНІЗАЦІЙНІ І ТЕХНІЧНІ ЗАХОДИ З ОХОРОНИ ПРАЦІ

5.1. Ознайомлення із організаційними і технічними заходами з безпечного обслуговування дизельної електростанції

З міркувань безпеки генераторну установку має встановлювати та ремонтувати виключно кваліфікований електрик або технік з монтажу, який добре обізнаний із необхідними стандартами, правилами та вимогами. Крім того, оператор повинен мати кваліфікацію та знання цієї інформації. 1) Викиди від двигунів, наприклад чадний газ, можуть бути смертельними для людини. При вдиханні високих рівнів газ може спричинити втрату свідомості або смерть, якщо вдихнути достатні рівні. Утримайтеся від модифікації або заміни вихлопної системи - це може призвести до невідповідності нормам і стандартам. 2) Відповідний потік вхідного повітря та достатній випуск вихлопних газів є важливими для належної роботи генератора. Ніколи не перекривайте повітря на вході та випуску, інакше це може серйозно пошкодити генератор. 3) Бережіть руки, ноги та одяг. Тримайте подалі від обертових або гарячих компонентів, таких як приводні паси, вентилятори тощо. Переконайтеся, що приводний ремінь або кришка не знімаються з двигуна генератора під час його роботи. 4) Будьте обережні під час роботи генератора. 5) Регулярно перевіряйте генератор і вимагайте заміни або ремонту у свого дилера. 6) Не намагайтеся залізти на генератор. Виконання цієї дії може призвести до пошкодження окремих частин і потенційно спричинити небезпечні умови роботи, такі як витік вихлопних газів (наприклад, дизельного або бензинового), витік палива, масла тощо.

Існує небезпека вихлопу. Вихлопні гази двигуна генератора містять отруйний чадний газ, який не має ні запаху, ні кольору. Вдихання чадного газу може спричинити низку симптомів, включаючи: запаморочення, втрату пульсу, нудоту, посмикування м'язів, головний біль, блювоту, слабкість, сонливість, втрату свідомості, непритомність, втрату свідомості або смерть. У разі отруєння чадним газом негайно зверніться до лікаря та вийдіть на свіже повітря.

Встановлення генератора має обмежуватися лише відкритими місцями. Експлуатація генератора в зоні обмеженого доступу заборонена законом.

Небезпечне ураження електричним струмом. - Генератор створює небезпечну електричну напругу, яка може призвести до ураження електричним струмом. Під час роботи генератор може піддаватися дії небезпечно високої напруги, коли живлення подається на вимикач. Уникайте торкання порожніх проводів, клем або з'єднань. В роботі поки генератор. Перед початком роботи огляньте ваше оточення та переконайтеся, що у вас є все необхідне захисне спорядження тощо. Встановлюється там, де є. Стійте на сухій ізольованій поверхні, щоб запобігти ураженню електричним струмом під час роботи поблизу працюючого генератора. - Переконайтеся, що ви не торкаєтеся електричного обладнання, перебуваючи у воді, і не торкайтеся його мокрими руками. Можлива форма ураження електричним струмом. - При зникненні живлення в мережі автоматичний генератор може запустити її в будь-який момент. Щоб запобігти пошкодженню, рекомендується вимкнути генератор перед роботою з ним для огляду або технічного обслуговування, від'єднавши клеми акумулятора та натиснувши кнопку аварійної зупинки. - У разі ураження електричним струмом рекомендується негайно вимкнути пристрій. Винесіть потерпілого з місця аварії, якщо це неможливо. Не тримайтеся за руки або потерпілого. Невідкладна допомога: Зверніться за медичною допомогою, якщо потерпілий непритомний.

Небезпечна пожежа та вибух. Для запобігання пожежі необхідно правильно встановлювати та обслуговувати генератор. Під час встановлення необхідно дотримуватися всіх застосовних норм, стандартів, законів і місцевих норм. Пам'ятайте про всі місцеві, державні та національні електричні/будівельні норми та відповідні правила. Генератор не слід міняти після його належного встановлення. Біля генератора обов'язковий вогнегасник. Необхідно, щоб оператор володів знаннями про використання вогнегасника та постійно тримав його наповненим. У місцях поблизу генератора палити заборонено. Відіжміть масло або паливо. Важливо переконатися, що генератор не містить легкозаймистих речовин. Для оператора та обслуговуючого персоналу

необхідний доступ до зони генераторної установки. Переконайтесь, що двигун регулярно перевіряється на наявність будь-яких витоків дизельного палива чи оливи.

5.2. Заземлення дизельної електростанції

Заземлення дизель-генератора має важливе значення для належної роботи та безпеки системи. Щоб запобігти перенапрузі та витоку струму в разі короткого замикання, використовується заземлення. Згідно ПУЕ і міжнародним стандартам безпеки (IEC) всі дизель-генератори повинні бути заземлені. Значення елементів, які необхідно враховувати при заземленні дизель-генератора, показано у табл. 5.1.

Нижче наведені фрагменти контуру заземлення дизельної електростанції, що містить рельєф, зображений на рис. 5.1. Опір заземлювача береться згідно з гл. 1.1.7 в ПУЕ. Вертикальні електроди контуру заземлення виготовлені з круглої сталі довжиною 20 мм і довжиною 8,0 м, а горизонтальний заземлювач виготовлений зі смужової сталі перерізом 40x40x4 мм.

Таблиця 5.1

Електричні параметри системи заземлення

Розрахунковий опір ґрунту	Розрахунковий опір ґрунту	Опір одного вертикального заземлювача (Ом)	Опір горизонтального заземлювача (Ом)	К-ть вертикальних заземлювачів (шт)	Необхідний опір вертикальних заземлювачів	Уточнена к-ть вертикальних заземлювачів
$\rho_{\text{ras_vert}}$	$\rho_{\text{ras_gor}}$	r_{vert}	r_{gor}	n_{ver}	R_{vert}	N
128	40	18,78	40,93	2	38,46	2

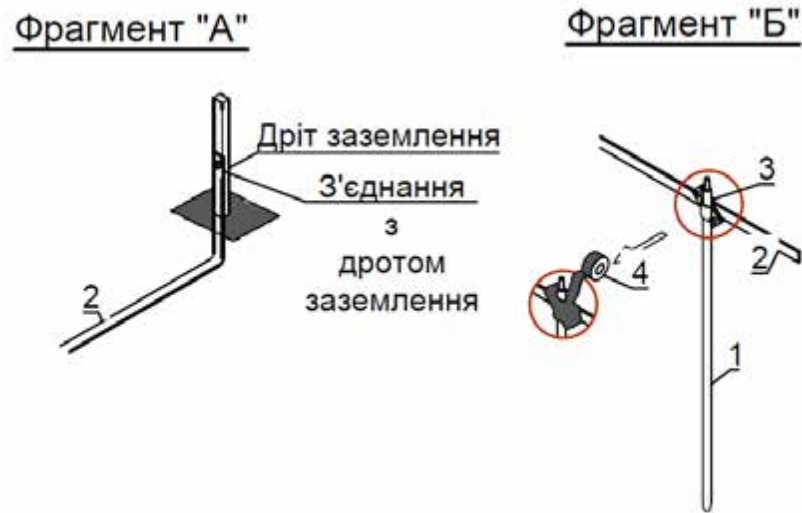


Рис. 5.1. Типовий вузол улаштування контуру заземлення ДЕС.

Опис фрагментів «А» і «Б». Монтаж вузлів зовнішнього контуру заземлення:

1. Стержень заземлення $L=8000$ мм $\varnothing 20$ мм (по 4шт.+2шт. на 1 заземлювач);
2. Полоса сталеві оцинкована
3. Універсальний з'єднувач для стержнів заземлення
4. Антикорозійна стрічка

Щоб створити низький опір електричному струму, система складається з металевих стрижнів, які вбиваються в землю. Як правило, для заземлення використовуються мідні або алюмінієві стрижні.

Встановлення заземлення для генератора. Для з'єднання всіх металевих частин дизель-генератора, які можуть спричинити небезпеку ураження електричним струмом, слід використовувати заземлення. Сюди входять рама, двигун та інші металеві компоненти, з яких складається корпус генератора.

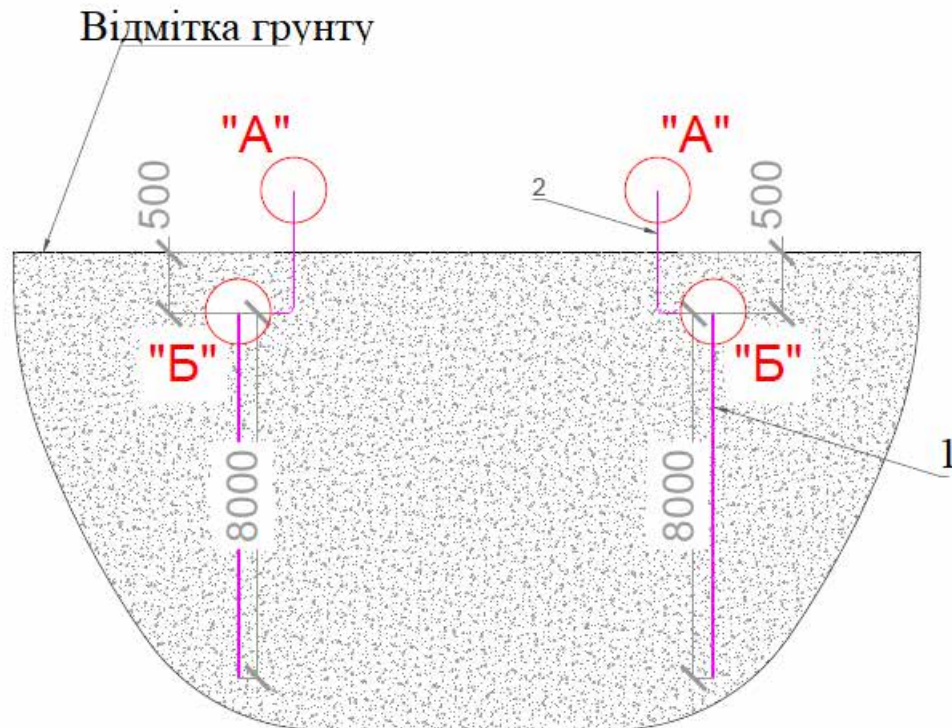


Рис. 5.2. Розріз рельєфу контуру заземлення ДЭС.

Фундамент захисного огородження. Генератор оточує захисний кожух, який утримує внутрішні електричні компоненти окремо від зовнішніх. Запобігання пошкодженню генератора та забезпечення безпеки операторів також має передбачати заземлення цього корпусу. Дослідження системи заземлення. Необхідні випробування, щоб переконатися, що система функціонує належним чином після встановлення заземлення. Необхідно виміряти опір заземлення для забезпечення відповідності встановленим стандартам.

Встановлення заземлення. Для ідентифікації всі частини дизель-генератора, підключені до системи заземлення, повинні бути позначені «заземлено» або мати спеціальні маркування. Запобігання ураженню електричним струмом є одним із найважливіших аспектів безпеки електричної системи, тому заземлення дизель-генератора є необхідним для забезпечення безпеки.

Безпечна робота дизель-генератора забезпечується належним чином встановленою та функціонуючою системою заземлення для запобігання будь-яким несподіваним аварійним ситуаціям.

5.3. Опис системи захисту дизельного генератора від перенапруги

Встановлення системи захисту від перенапруги для дизель-генератора необхідне для захисту двигуна та підключених до нього електричних систем від надмірних рівнів напруги, які можуть виникнути через відключення навантаження, раптове відключення навантаження або інші несправності. Запобігання стрибкам напруги, які можуть завдати шкоди генератору, підключеному обладнанню та становити загрозу безпеці, зазвичай є метою цієї системи захисту. Ми надаємо детальний опис системи захисту від перенапруг для дизель-генератора, представленої тут. Система захисту від стрибків напруги заснована на стабілізаторі напруги, який постійно контролює вихідну напругу генератора. Струм збудження генератора спрямований на підтримку певного діапазону вихідної напруги. Електронні датчики. Для вимірювання рівня напруги в системі генератора використовуються різні датчики. Ці датчики в режимі реального часу передають дані на регулятор напруги та пристрої захисту.

Важливим компонентом системи захисту є реле перенапруги. Реле запрограмоване на виявлення перевищення порогової напруги. Перевищення напруги може призвести до спрацювання реле та відключення навантаження від генератора. Завдяки цьому досягається запобігання майбутнім пошкодженням генератора та підключених пристроїв. Точка напруги для визначення напруги. Найчастіше регулятор напруги має вихід (напругу), встановлений на заданий користувачем параметр. Ініціюється коригувальна дія, щоб повернути вихідну напругу до вказаного діапазону, якщо вона перевищує цей параметр. Затримка. Тимчасові коливання напруги часто супроводжуються механізмом затримки часу в системі захисту для запобігання помилкових тривог. Це дозволяє генератору підтримувати тимчасову рівновагу напруги до того, як реле перенапруги спричинить його спрацювання.

Оператори та обслуговуючий персонал сповіщаються про перевищення напруги через вбудовану систему сигналізації. Як правило, він включає візуальні та звукові сигнали тривоги разом із можливостями дистанційного моніторингу.

Пристрій під назвою автоматичний регулятор напруги призначений для регулювання струму збудження генератора за допомогою зворотного зв'язку датчика. Щоб підтримувати потрібну напругу, він керує збудженням поля генератора. Механізм переривання. У деяких установках може бути присутнім механізм байпасу для відведення надлишкової напруги від генератора. Застосовуються захисні заходи, щоб захистити генератор від пошкодження.

Захисне заземлення від потенційних пошкоджень. Відповідна система заземлення необхідна для стрибків напруги та має бути в генераторній установці для забезпечення безпечного скидання надлишкової напруги на землю.

Тестування, а також обслуговування. Потрібно переконатися, що система захисту від перенапруг підтримується шляхом періодичного тестування та технічного обслуговування. Серед завдань – калібрування датчиків, тестування реле перенапруги, перевірка функціонування сигналізації та механізмів захисту.

Встановлення системи захисту від перенапруг для дизель-генераторів має важливе значення для забезпечення безпеки та захисту підключеної системи та генератора. Цей захід дозволяє уникнути стрибків напруги, які можуть спричинити пошкодження обладнання, збої в роботі та загрози безпеці. Важливо забезпечити правильний монтаж, підключення та обслуговування системи для її максимальної ефективності.

ВИСНОВКИ

У роботі розроблена схема резервного електроживлення від дизельної електростанції для навантаження будівлі потужністю 60 кВА. Підключення навантаження виконується тимчасово на період аварійних відключень. Головною перевагою використання дизельної електростанції є автономне та незалежне електропостачання.

Відповідно до державних будівельних норм визначено потребу в потужності дизельної електростанції. Джерелом резервного електроживлення важливих електроприймачів вибрано ДЕС потужністю 60 кВА фірми "EMSA GENERATOR", напругою 400 В. Електроприймачі, що належать до важливої групи для безперервної роботи, це комп'ютерне обладнання, системи інтернет-зв'язку, системи охоронної сигналізації, аварійного освітлення, ліфтів та опалення.

ДЕС встановлюється на фундаментній основі. Розроблена схема електроживлення силових щитів від SHR-D1, який розподіляє живлення від ДЕС до розподільних електрощитів. Для прокладки кабелю живлення SHR-D використовується гофрована труба, стійка до ультрафіолету. Щити SHR-AVR встановлюються над щитами для перемикання живлення від центральної мережі до навантаження ДЕС.

Виконано імітаційне моделювання роботи резервного дизель-генератора з асинхронним електродвигуном. Для моделювання використана Simulink-модель. Для моделі зроблений опис елементів, параметрів налаштування та наведені результати моделювання.

Описано схему підключення АВР дизель-генератора з алгоритмом автоматичного включення резерву. Він містить інформацію про загальні небезпечні ситуації, пов'язані з роботою з дизельною електростанцією, а також поради та підказки щодо зменшення несприятливих наслідків різних технічних ризиків.

Обґрунтоване використання системи заземлення та наведено опис механізму захисту від перенапруг, що використовується в дизель-генераторі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Автоматичне введення резерву: принцип роботи та переваги. SumyElectric. Режим доступу: <https://electric.sumy.ua/avtomatychno-vvedennia-rezervu-pryntsyyp-roboty-ta-perevahy/>
2. Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення: ДБН В.2.5-23:2010. – [Чинний від 2010-10-1]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2010. – 167 с. – (Державні будівельні норми України).
3. Методичні вказівки щодо виконання лабораторних робіт з дисципліни "Основи проектування енергетичних об'єктів" спеціальність – 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»: методичні вказівки / уклад.: А. В. Петренко, Л. В. Мартинюк. - К.: 2020. - 102 с. <https://dglib.nubip.edu.ua/handle/123456789/6300>
4. Електричні кабелі мідні з ізоляцією та в оболонці УпКУ 0,6/1 kV. Каталог електрокабелів. ТОВ «Компанія «МІКО». Режим доступу до сервера: www.promiko.com.ua.
5. Модульні низковольтні пристрої. Каталог ABL SURSUM. Bayerische Elektrozubehor GmbH & Co. Режим доступу до сервера: www.abl-sursum.com.
6. Правила улаштування електроустановок. – Видання офіційне. Міненерговугілля України. – Х.: Видавництво «Форт», 2017. – 760 с.
7. Проектування систем електропостачання / В.В. Козирський, С.С. Макаревич, А.В. Петренко – К.: ЦП "КОМПРИНТ", 2015. – 590 с.
8. DIESEL GENERATOR MAINTENANCE AND OPERATION MANUAL. www.emsa.gen.tr
9. Державні Будівельні Норми України. Організація будівельного виробництва. ДБН А.3.1-5-2009. – К.: Мінрегіон України – 2009 – 70 с.
10. Методичні вказівки щодо виконання практичних робіт з дисципліни "Надійність та проектування електричних систем" спеціальності 6.050701 "Електротехніка та електротехнології" (на основі повної середньої освіти) / С.С. Макаревич, А.В. Петренко // К.: ЦП "Компринт", 2016. – 72 с.

11. Emergency Diesel-Generator and Asynchronous Motor. Example shows the Machine Load Flow tool of Powergui block to initialize an induction motor/diesel-generator system. G. Sybille (Hydro-Quebec), Tarik Zabaïou (ETS). The MathWorks, Inc.

12. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів: ДНАОП 0.00- 1.21-98: Затв. 09.01.98 №4 / Державний комітет України по нагляду за охороною праці / І.Д. Сорокін (ред.), В.М. Ясинський (відп.викон.). — К., 2004. — 381с.

13. Захист територій, будинків і споруд від шуму. ДБН В.1.1-33:2013. [чинний від 01.06.2014] -К. Мінрегіон України, 2013. – 42 с. – (Державні будівельні норми України).

14. ДСТУ 3429-96. Електрична частина електростанції та електричної мережі. Терміни та визначення. ДСТУ (Державний Стандарт України). Наказ Держстандарту України від 2 жовтня 1996 р. № 409.