

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
кваліфікаційної роботи ступеню бакалавра
(бакалавра, спеціаліста, магістра)

студента М'ячина Владислава Юрійовича
(ПІБ)

академічної групи 141-16-1
(шифр)

спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
(код і назва спеціальності)

спеціалізації¹ _____

за освітньо-професійною програмою Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
(офіційна назва)

на тему Вибір електротехнічного обладнання фотоелектричної станції потужністю 4МВт з розробкою систем обліку і захисту.
(назва за наказом ректора)

| Керівники | Прізвище, ініціали | Оцінка за шкалою | | Підпис |
|------------------------|--------------------|------------------|---------------|--------|
| | | рейтинговою | інституційною | |
| кваліфікаційної роботи | Кошеленко Є.В | | | |
| розділів: | | | | |
| Технічний | Кошеленко Є.В | | | |
| Спеціальний | Кошеленко Є.В | | | |
| Охорона праці | Столбченко О.В | | | |
| Економічний | Дементьєва Н.В | | | |
| Рецензент | | | | |
| Нормоконтролер | Олішевський Г.С. | | | |

Дніпро
2020

ЗАТВЕРДЖЕНО:
В.о. завідувача кафедри

_____ електроенергетики _____
(повна назва)

_____ Рогоза М.В. _____
(підпис) (прізвище, ініціали)

« _____ » _____ 20__ 20__ року

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу
ступеню бакалавра
(бакалавра, спеціаліста, магістра)

студенту М'ячину В.Ю. _____ академічної групи 141-16-1 _____
(прізвище та ініціали) (шифр)

спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
спеціалізації¹ _____

за освітньо-професійною програмою Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
(офіційна назва)

на тему Вибір електротехнічного обладнання фотоелектричної станції потужністю 4 МВт з розробкою систем обліку і захисту.

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від 12.05.2020 № 258-С

| Розділ | Зміст | Термін виконання |
|---------------|--|------------------|
| Технологічний | Характеристика основного обладнання ФЕС | 15.05.2020 |
| Спеціальний | Вибір основного генеруючого, захисного обладнання та пристроїв вузлів обліку | 25.05.2020 |
| Охорона праці | Розробка заходів з техніки безпеки на об'єкті | 05.06.2020 |
| Економічний | Розрахунок капітальних та експлуатаційних витрат | 15.06.2020 |

Завдання видано _____
(підпис керівника)

С.В. Кошеленко
(прізвище, ініціали)

Дата видачі _____

Дата подання до екзаменаційної комісії _____

Прийнято до виконання _____
(підпис студента)

В.Ю. М'ячин
(прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

СОНЯЧНА ЕЛЕКТРОСТАНЦІЯ, ЗЕЛЕНИЙ ТАРИФ, ОБЛІК ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ

Пояснювальна записка: ___ с., ___ рис., ___ табл., ___ додатки.

Об'єкт дослідження: мережева фотоелектрична станція потужністю 4 МВт.

Предмет дослідження: вибір основного генеруючого обладнання для фотоелектричної станції, пристроїв захисту та вузлів обліку.

У даній роботі проаналізовано основні переваги та недоліки сонячних електростанцій (ФЕС) порівняно з іншими видами станцій, проаналізовано підходи щодо вибору кількості панелей при заданій потужності станції. Також підібрано основне захисне обладнання по постійному та змінному струму для захисту панелей та з'єднувальних кабелів від перевантажень та перенапруг, а також захисту інверторного блоку від пошкодження при аварійних режимах роботи станції.

У спеціальній частині визначено необхідну кількість панелей для спорудження станції потужністю 4 МВт, вибрано з'єднувальні кабелі, визначено конфігурацію сонячного поля. Також здійснено вибір типу інверторів, які використовуються для перетворення постійного струму в змінний та подальшого під'єднання ФЕС до електричної мережі. Окрім цього здійснено вибір основного комутаційного та захисного обладнання РП 0,4 кВ, вибір підвищувального трансформатора 0,4/10 кВ та комірки розподільчого пристрою 10 кВ. Для забезпечення комерційного використання електричної енергії від ФЕС здійснено вибір обладнання для облаштування вузла обліку відпущеної енергії.

Також у роботі розглянуто питання забезпечення експлуатації фотоелектричної станції, розроблено заходи попередження ураження персоналу станції електричним струмом.

У економічній частині здійснено аналіз капітальних та експлуатаційних, пов'язаних зі спорудженням та подальшим утриманням ФЕС.

Зміст

| | |
|---|-----------|
| ВСТУП | 6 |
| 1 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ | 7 |
| 1.1. Вихідні дані для проектування..... | 8 |
| 1.2. Коротка характеристика об'єкта, дані про проектну потужність об'єкта | 8 |
| 1.3. Конфігурація сонячної електростанції | 8 |
| 1.4. Технологічні рішення..... | 9 |
| 1.5. Фотоелектричні модулі | 10 |
| 1.6. Мережі постійного струму | 10 |
| 1.7. Інвертор | 11 |
| 1.8. Мережі 0,48 кВ генерованих потужностей | 11 |
| 1.9. Комплектна трансформаторна підстанція..... | 12 |
| 1.10. Розподільчі мережі 10 кВ | 12 |
| 1.11. Мережі 0,4 кВ власних потреб..... | 12 |
| 1.12. Блискавкозахист та заземлення | 13 |
| 1.13. Облік електроенергії на стороні 0,48 кВ | 13 |
| 1.14. Облік електроенергії на стороні 10 кВ | 14 |
| 1.15. Релейний захист і автоматика..... | 14 |
| 1.15.1 Захист інвертора | 14 |
| 1.15.2 Захист мереж 10 кВ змінного струму..... | 15 |
| 1.16. Система моніторингу параметрів сонячної електростанції..... | 16 |
| 2 СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ | 19 |
| 2.1 Фотоелектричні модулі | 20 |
| 2.2 Мережі постійного струму | 23 |
| 2.3 Перевірочний розрахунок вибору кабелів 10 кВ..... | 24 |
| 2.3.1. Перевірка кабелю по допустимому тривалому струму навантаження | 25 |
| 2.3.2 Перевірка кабелю за допустимим струмом короткого замикання по жилі..... | 28 |
| 2.3.3 Перевірочний розрахунок падіння напруги..... | 29 |
| 2.3.4 Розрахунок падіння напруги | 29 |
| 2.4 Розрахунок струмів короткого замикання СЕС..... | 30 |
| 2.4.1 Розрахунок в максимальному режимі роботи системи. | 31 |
| 2.4.2 Розрахунок струму короткого замикання на шинах 10 кВ КТП №2 (т. К2) | 32 |
| 2.4.3 Розрахунок струму короткого замикання на шинах 0,4 кВ КТП №2, приведеного до сторони 10 кВ (точка К3)..... | 32 |
| 2.4.4 Розрахунок в мінімальному режимі роботи системи. | 33 |
| 2.4.5 Розрахунок струму короткого замикання на шинах 10 кВ КТП №2 (т. К2) | 33 |
| 2.4.6. Розрахунок струму короткого замикання на шинах 0,4 кВ КТП №2, приведеного до сторони 10 кВ (точка К3)..... | 34 |

| | |
|---|--|
| 2.4.7 Розрахунок струму короткого замикання на шинах 10 кВ КТП №1 (точка К1)..... | 34 |
| 2.4.8 Розрахунок струму короткого замикання на шинах 10 кВ КТП №2 (точка К2)..... | 34 |
| 2.4.9 Розрахунок струму короткого замикання на шинах 0,4 кВ КТП №2, приведенного до сторони 10 кВ (точка К3)..... | 35 |
| 2.5 Встановлена апаратура | 39 |
| 2.6 Перевірка силового трансформатора..... | 42 |
| 2.7 Перевірка трансформатору струму | 43 |
| 2.8 Перевірка роз'єднувачів..... | 44 |
| 2.9 Перевірка силового вимикача | 45 |
| До установки приймаємо вимикач марки IZMX40 3р, з наступними характеристиками: | 45 |
| 2.10 Вибір лічильника..... | 45 |
| 3 ОХОРОНА ПРАЦІ | 47 |
| 3.1 Оцінка можливості виникнення та розвиток аварійних ситуацій..... | 48 |
| 3.2 Оцінка пливучої планової діяльності на оточуюче навколишнє середовище..... | 49 |
| 3.3 Оцінка впливу планової діяльності на оточуюче техногенне середовище | 50 |
| 3.5 Занулення інвертора..... | 53 |
| 4 ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ | 56 |
| Вступ | 57 |
| 4.1 Розрахунок капітальних витрат | 58 |
| 4.2 Розрахунок експлуатаційних витрат | 66 |
| 4.3. Розрахунок амортизаційних відрахувань..... | 67 |
| 4.4 Розрахунок річного фонду заробітної плати | 67 |
| 4.5 Єдиний соціальний внесок | 68 |
| 4.6 Визначення інших витрат..... | 69 |
| 4.7 Висновки | 69 |
| Висновок | 70 |
| Список літератури..... | 71 |
| Додаток А | 72 |
| Рецензія на дипломний проект..... | Ошибка! Закладка не определена. |

ВСТУП

Розвиток економіки тісно пов'язаний з виробництвом енергії. Використання в якості паливно-енергетичних ресурсів викопні види палива упродовж десятиліть стає причиною тривалих економічних криз та предметом для маніпуляцій цілими країнами та регіонами світу. Розвиток відновлюваної енергетики – це спроба людства перейти до сталого розвитку. До того ж використання енергії води, вітру, сонця та біомаси має набагато менший екологічний відбиток порівняно з традиційною енергетикою, що базується на викопному паливі.

Стимуляція розвитку відновлюваної енергетики здійснюється за допомогою так званого «зеленого» тарифу, за яким власники об'єктів отримують плату за відпущену до мережі електричну енергію. За чинним законодавством суб'єктом генерації можуть бути як фізичні, так і юридичні особи. При цьому для фізичних осіб, які утримують приватні електростанції на даху будинку та на присадибній території, для отримання винагороди за відпущену енергію важливо за розрахунковий період згенерувати більше енергії, ніж спожито.

Стрімкий розвиток зокрема сонячної енергетики вже на сьогодні створив ряд проблем, пов'язаних із невідповідністю генерації електричної енергії її споживанню особливо у весняні та осінні місяці, коли спостерігаються різкі піки потужності генерації.

Тому на сьогодні однією з важливих задач енергетики є не тільки раціональний вибір основного генеруючого та захисного обладнання фотоелектричних станцій, але й технологічне оснащення станцій пристроями контролю за генерацією, приведення її у відповідність з потребами енергосистеми, які б дозволяли обмежувати генерацію у години надлишкового виробництва, накопичувати та перерозподіляти вироблену енергію у відповідності з її споживанням.

Висновок

У даній роботі виконано обґрунтування вибору основного генеруючого обладнання мережевої сонячної електростанції. До основного обладнання таких станцій відносяться безпосередньо фотоелектричні модулі, з'єднувальні «сонячні» кабелі, призначені для об'єднання модулів в єдиний генеруючий блок, що має назву «стринг», та об'єднання стрингів в єдину групу, підключену до мережевого інвертора. Останній забезпечує передачу згенерованої електричної енергії в електричну мережу в синхронізованому режимі.

Також для забезпечення стійкої та надійної роботи сонячної електростанції вибрано захисне обладнання для мереж постійного струму і для мереж змінного струму. Для під'єднання фотоелектричної станції до мережі застосовується робоча напруга 10 кВ, тому було також обрано трансформаторне обладнання для підвищення рівня напруги і захисні комутаційні пристрої комірки розподільчого пристрою 10 кВ.

Для забезпечення можливості здійснення обліку відпущеної в електричну мережу енергії та виконання взаєморозрахунків з енергопостачальною компанією обрано обладнання вузла обліку.

Окрім цього у роботі розглянуто питання безпечної експлуатації сонячної електростанції та попередження ураження обслуговуючого персоналу електричним струмом. В економічній частині роботи виконано розрахунки капітальних та експлуатаційних витрат, пов'язаних зі спорудженням та утриманням об'єкта.

Для більш детального ознайомлення з матеріалами кваліфікаційної роботи звертайтеся до заступника завідуючого кафедри електроенергетики проф. Луценко І.М.
Електронна адреса lutsenko.i.m@nmu.one