

Міністерство освіти і науки України Національний
технічний університет
«Дніпровська політехніка»
Навчально-науковий Інститут Електроенергетики

(інститут)

Електротехнічний

(факультет)

Кафедра ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКИ

(повна назва)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
кваліфікаційної роботи ступеню бакалавра

(бакалавра, спеціаліста, магістра)

Студента Хоменко Владислав Ігорович

(ПІБ)

академічної групи 141-19ск-1

(шифр)

спеціальності 141 – ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКА, ЕЛЕКТРОТЕХНІКА ТА ЕЛЕКТРОМЕХАНІКА

(код і назва спеціальності)

спеціалізації¹

за освітньо-професійною програмою ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКА, ЕЛЕКТРОТЕХНІКА ТА ЕЛЕКТРОМЕХАНІКА

на тему Розробка електричної частини сонячної станції потужністю 20 МВт з двосторонніми фотоелектричними модулями

(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтингово ю	інституційно ю	
Кваліфікаційно ї роботи	<u>Луценко І.М.</u>			
розділів:	Луценко І.М.			
Аналітична частина	Луценко І.М.			
Основна частина:	Луценко І.М.			
Економічний	Тимошенко Л. В.			
Охорона праці	Столбченко О.В.			
Рецензент				
Нормоконтролер	<u>Олішевський Г.С.</u>			

Дніпро
2022

ЗАТВЕРДЖЕНО:
завідувач кафедри
електроенергетики

_____ (повна назва)

Папайка Ю. А.

_____ (підпис)

« _____ » _____ 2022 року

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

Студенту Хоменко В.І. академічної групи 141-19ск-1

(прізвище та ініціали) (шифр)

спеціальності 141 – ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКА, ЕЛЕКТРОТЕХНІКА ТА ЕЛЕКТРОМЕХАНІКА
спеціалізації¹ _____ за

освітньо-професійною програмою ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКА, ЕЛЕКТРОТЕХНІКА ТА
ЕЛЕКТРОМЕХАНІКА

(офіційна назва)

на тему Розробка електричної частини сонячної станції потужністю 20 МВт з двосторонніми
фотоелектричними модулями

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від _____ № 217-с

Розділ	Зміст	Термін виконання
<i>Аналітичний розділ</i>	Провести аналітичну характеристику, та обґрунтувати вибір ФЕМ	12.05.2022
<i>Основна частина</i>	Виконати розрахунок основного обладнання	29.05.2022
<i>Економічний</i>	Визначити техніко-економічні показники проекту: капітальні та експлуатаційні витрати, термін окупності проекту.	05.06.2022
<i>Охорона праці</i>	Розробка інженерно-технічних заходів з охорони праці при експлуатації об'єкту.	08.06.2022

Завдання видано _____
(підпис керівника)

Луценко І.М.
(прізвище, ініціали)

Дата видачі 02.05.2022р.

Дата подання до екзаменаційної комісії

Прийнято до виконання _____
(підпис студента)

Хоменко В.І.
(прізвище, ініціали)

Реферат

Пояснювальна записка: 85 сторінок, 13 таблиць, 30 рисунки, 36 джерела.

Ключові слова: фотоелектрична станція, сонячна станція, двосторонні ФЕМ, вибір основного обладнання СЕС, точка підключення, система телемеханіки, система моніторингу, АСКОЕ, розрахунок КЗ.

Мета кваліфікаційної роботи: провести розрахунок електричної частини СЕС з використанням двосторонніх ФЕМ та зробити оцінку доцільності використання технології

У вступі приводиться короткий опис актуальності використання технології двосторонніх ФЕМ.

У технологічному розділі розглядаються загальні тренди світової та української сонячної енергетики, основні технології будівництва ФЕМ.

У спеціальному розділі проводиться розрахунок та вибір основного та допоміжного обладнання СЕС, розрахунок режиму короткого замикання та рівня загальорічної генерації електроенергії

У економічному розділі проводиться техніко-економічне обґрунтування доцільності використання двосторонніх ФЕМ при різних режимах роботи у порівнянні з аналогічним одностороннім варіантом.

Результати роботи: за результатами розрахунків підтверджені переваги використання двосторонніх фотоелектричних ФЕМ над класичним варіантом у плані окупності та прибутковості при однаковій номінальній потужності.

ЗМІСТ

		стр.
	Вступ	6
1	АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ	
1.1	Сучасний стан розвитку сонячної енергетики в Україні і світі	7
1.2	Аналіз сучасних типів фотоелектричних модулів	11
1.3	Двосторонні фотоелектричні модулі та їх характеристики	15
1.4	Технічне завдання на проектування ФЕС	16
1.5	Опис типової структури мережевих фотоелектричних станцій	17
1.6	Висновки та постановка задач проектування	19
2	ОСНОВНА ЧАСТИНА	
2.1	Вибір типу і параметрів двосторонніх фотоелектричних модулів	20
2.2	Розрахунок приведених експлуатаційних параметрів ФЕМ	22
2.3	Розрахунок параметрів та схеми з'єднань стрінгів ФЕМ	29
2.4	Визначення конструктивних параметрів окремого модуля ФЕМ	33
2.5	Визначення місця розташування інвертора	36
2.6	Вибір параметрів кабельних ліній мережі постійного струму	37
2.7	Визначення сумарних втрат потужності в мережі постійного струму	38
2.8	Визначення загальної кількості фотоелектричних модулів	39

2.9	Вибір схеми видачі потужності в мережу напругою 35 кВ	40
2.10	Вибір номінальної потужності та кількості силових підвищувальних трансформаторів 0,4/35 кВ	43
2.11	Вибір параметрів кабельних ліній напругою 0,4 кВ	46
2.12	Розрахунок струмів КЗ в мережах 0,4 та 35 кВ	52
2.13	Вибір параметрів кабельних ліній напругою вище 35 кВ	54
2.14	Вибір комутаційного обладнання для видачі потужності в мережу	57
2.15	Розрахунок продуктивності ФЕС	
3	ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ	59
3.1	Техніко-економічне обґрунтування розробки електричної частини ФЕС	
3.2	Розрахунок капітальних витрат	61
3.3	Розрахунок експлуатаційних витрат	64
3.4	Визначення річних витрат на технічне обслуговування і поточний ремонт	69
3.5	Визначення інших витрат	70
3.6	Визначення та аналіз показників економічної ефективності проекту	70
4.	ОХОРОНА ПРАЦІ	
4.1	Аналіз небезпечних та шкідливих виробничих чинників проєктованого технологічного процесу, об'єкту, система або пристрою	71
4.2	Інженерно-технічні заходи з охорони праці	72
4.3	Пожежна профілактика	76
4.4	Заходи з ергономіки	78
4.5	Розрахунок освітлення виробничого приміщення	79
	Висновки за розділами	81
	Перелік посилань	82

Вступ

Головним трендом сонячної енергетики є постійне зниження питомої вартості потужності ФЕМ. Це зумовлене веденням постійної наукової роботи з удосконалення процесів виробництва фотоелектричних модулів, а також впровадження нових технологій, здатних підвищити одиничну потужність ФЕМ. При цьому у останні роки відвищення питомого ККД ФЕМ значно загальмувалось з причини досягнення плато у відношенні доцільність впровадження нових технологій – вартість виробництва одиниці продукції.

З цієї причини в останній час стрімкий ріст отримала технологія двосторонніх ФЕМ, що за допомогою технологічного рішення генерації електроенергії від розсіяного світла під столом фотомодулів може підвищити рівень загальної генерації СЕС до 30%

У даному дипломному проекті запропоновано рішення використання двосторонніх ФЕМ при будівництві СЕС встановленою потужністю 0,99 МВт, що включає в себе технічний та економічний розрахунки, а також аналіз доцільності впровадження такої технології.

ВИСНОВКИ

Під час розробки проекту електричної частини ФЕС потужністю 20 МВт, враховано встановлення всіх найважливіших вузлів.

Для перетворення сонячного випромінювання в електроенергію постійного струму на опорних конструкціях встановлюється масив двосторонніх фотоелектричних модулів (ФЕМ) типу DUMAX twin з максимальною потужністю 410 Вт. Далі генерована потужність від збірок ФЕМ за допомогою PV кабелів перерізом 6 мм² передається до інверторів постійного струму в змінний типу SUN2000-185KTL-N1 виробництва HUAWEI. Від інверторів генерована потужність кабельними лініями марки АПВВГ- 3, перерізом жил 3x95 мм², 3x150 мм² та 3x185 мм² передається до КТП 35/0,4 кВ з підвищувальними трансформаторами.

Спроектовано сонячну електростанцію сумарною інверторною (АС) потужністю 20,35 МВт, яка складається із дев'яти полів, встановленою інверторною (АС) потужністю 2220 кВт. Сумарна панельна (DC) потужністю складає 16,83 МВт, дев'ять полів панельною (DC) потужністю 1836 кВт (пік).

В склад проекту сонячної електростанції області входять:

- інверторне обладнання одиничною потужністю 185 кВт (110 шт.);
- фотоелектричні модулі одиничною потужністю 410 Вт (44 880 шт.);
- комплектні трансформаторні підстанції 35/0,4 кВ з силовим трансформатором потужністю 2500 кВА кВА (9 шт.);
- розподільчий пункт 35 кВ (1 шт.).

Згідно усіх розрахунків, можна зробити висновок, що фотоелектричну станцію побудовано згідно усім нормам і ДСТУ. Аналіз шкідливих факторів показав, що небезпека для здоров'я працівників і навколишнього середовища відсутня. Проект готовий для впровадження.

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