

Міністерство освіти і науки України  
Національний технічний університет  
«Дніпровська політехніка»

Електроенергетики  
(інститут)  
Кафедра електроенергетики  
(повна назва)

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

студентки Андрусенко Валерії Валеріївни  
(ПІБ)

академічної групи 141-18зск-1  
(шифр)

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

спеціалізації \_\_\_\_\_

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

на тему: «**Впровадження широтно-імпульсних перетворювачів змінної  
напруги в безконтактних комутаційних апаратах високої напруги**»

(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи	Рогоза М.В.			
розділів:				
Технологічний	Рогоза М.В.			
Спеціальний	Рогоза М.В.			
Охорона праці	Стовбченко О.А.			
Економічний	Тимошенко Л.В.			
Рецензент				
Нормоконтролер	Олішевський Г.С.			

Дніпро  
НТУ «ДП»  
2021

**ЗАТВЕРДЖЕНО:**

Завідувач кафедри

електроенергетики

(повна назва)

проф. Папаїка Ю.А.

(підпис)

(прізвище, ініціали)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 року

**ЗАВДАННЯ**  
**на кваліфікаційну роботу**  
**ступеню \_\_\_\_\_ бакалавра \_\_\_\_\_**  
(бакалавра, спеціаліста, магістра)

**Студенту Андрусенко В.В.**

**академічної групи 141-18зск-1**

(прізвище та ініціали)

(шифр)

**спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»**

**спеціалізації**

**за освітньо-професійною програмою**

**«Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»**

**на тему : «Впровадження *широко-імпульсних перетворювачів змінної напруги в безконтактних комутаційних апаратах високої напруги*»**

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від 12.04.2020 р. №202-с

<b>Розділ</b>	<b>Зміст</b>	<b>Термін виконання</b>
Розділ 1	Стан питання	10.05. – 20.05.2021 р.
Розділ 2	Дослідження схемних реалізацій тиристорних компенсаторів реактивної потужності	21.05. – 30.05.2021 р.
Розділ 3	Дослідження схемних реалізацій тиристорних швидкодіючих вимикачів	01.06. – 07.06.2021 р.
Розділ 4	Інженерно-технічні задачі з охорони праці	08.06. – 12.06.2021 р.

**Завдання видано**

\_\_\_\_\_ (підпис керівника)

Рогоза М.В.

(прізвище, ініціали)

**Дата видачі 19.04.2021**

**Дата подання до екзаменаційної комісії 14.06.2020 р.**

**Прийнято до виконання**

(підпис студента)

\_\_\_\_\_ (прізвище, ініціали)

Андрусенко В.В.

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: 62 с., 27 рис., 1 табл., 13 джерел.

*Метою роботи є дослідження схемних реалізацій та параметрів широтно-імпульсних перетворювачів як швидкодіючих регуляторів параметрів режимів з метою їх найбільш ефективного використання в системах електропостачання промислових підприємств.*

У вступі подано основні поняття та визначення.

У розділі «Стан питання» визначений стан проблеми, здійснено аналіз схемних реалізацій широтно-імпульсних перетворювачів змінної напруги в комутаційних апаратах систем електропостачання.

У 2,3 розділах приведена ключова інформація щодо використання та основні переваги двохнапівперіодних ключів змінної напруги в пристроях систем *FACTS*, а саме: в обмежувачах струму короткого замикання, тиристорних компенсаторах реактивної потужності, швидкодіючих вимикачах змінного струму високої та низької напруги.

*Практичне значення отриманих результатів в даній роботі полягає у раціональному використанні досягнень силової електроніки в комутаційних пристроях систем електропостачання.*

ШИРОТНО-ІМПУЛЬСНІ ПЕРЕТВОРЮВАЧІ ЗМІННОЇ НАПРУГИ, СИСТЕМИ *FACTS*, ТИРИСТОРНІ КОМПЕНСАТОРИ РЕАКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ, НАПІВПРОВІДНИКОВІ ОБМЕЖУВАЧІ СТРУМІВ КОРОТКОГО ЗАМИКАННЯ, ТИРИСТОРНІ ШВИДКОДІЮЧІ ВИМИКАЧІ.

# **ЗМІСТ**

## **ВСТУП**

### **Розділ 1. Стан питання**

### **Розділ 2. Дослідження схемних реалізацій тиристорних компенсаторів реактивної потужності**

2.1 Тиристорні компенсатори реактивної потужності типу ТКРП

2.2 Статичний тиристорний компенсатор типу СТК

2.3 Компенсатори реактивної потужності КРМ-0,4

### **Розділ 3. Дослідження схемних реалізацій тиристорних швидкодіючих вимикачів**

3.1 Основні варіанти виконання напівпровідникових апаратів змінного струму

3.2 Загальна характеристика напівпровідникових апаратів високої напруги

### **Розділ 4. Охорона праці**

**ВИСНОВОК**

**ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ**

## ВСТУП

Перетворювальні пристрої служать для перетворення змінної напруги в постійну, постійної напруги в змінну, змінної напруги однієї частоти в змінну напругу іншої частоти, низьку постійну напругу у високу постійну напругу. В перетворювальних пристроях використовуються засоби, що здійснюють фільтрацію і стабілізацію струму і напруги. Основними характеристиками перетворювальних пристроїв є коефіцієнт корисної дії, коефіцієнт потужності і інші енергетичні характеристики.

Переваги напівпровідникових перетворювальних пристроїв в порівнянні з іншими перетворювачами незаперечні: вони володіють високими регульовальними характеристиками та енергетичними показниками, мають малі габарити і масу, прості і надійні в експлуатації. Крім перетворення і регулювання струму і напруги такі установки забезпечують безконтактну комутацію струмів в силових колах.

Завдяки зазначеним перевагам напівпровідникові перетворювальні пристрої отримують широке застосування в різних галузях народного господарства.

У теперішній час силові напівпровідникові перетворювальні пристрої широко використовують у кольоровій металургії та хімічної промисловості, на залізничному та міському електротранспорті, для живлення контактних мереж гірничорудного та інших видів промислового транспорту; у чорній металургії, енергетиці, верстатобудуванні, в різних галузях промисловості для електроприводів кранів і екскаваторів, збудження електричних машин, зарядки акумуляторів, живлення гальванічних ванн; у зварювальних апаратах, агрегатах безперебійного живлення, пристроях електротермії; для високовольтних ліній електропередачі постійного струму, живлення світлотехнічних приладів; в якості безконтактної комутаційної і регулюючої апаратури, тиристорні регулятори потужності використовують для регулювання широтно-імпульсних трифазних електропечей, регулятори напруги використовують для комутації секцій первинних обмоток зварювальних трансформаторів, для живлення двигунів

електропотягів від мереж змінного струму, частотному електроприводі з частотним керуванням та ін.

Силова електроніка є одним з найбільш ефективних напрямків електротехніки. Широке впровадження силових напівпровідникових пристроїв в різні галузі промисловості сприяє подальшому технічному прогресу.

Основними видами перетворювачів електричної енергії є:

а) випрямлячі, перетворюють потужність змінного струму в потужність постійного струму;

б) інвертори, що перетворюють потужність постійного струму в потужність змінного струму;

в) перетворювачі частоти, що перетворюють потужність змінного струму однієї частоти в потужність змінного струму іншої частоти;

г) імпульсні перетворювачі постійного або змінного струму, що перетворюють постійний або змінний струм однієї напруги в постійний або змінний струм іншої напруги;

д) перетворювачі числа фаз, що перетворюють потужність змінного струму з одним числом фаз в потужність змінного струму з іншими числом фаз;

е) перетворювачі форми кривої, що перетворюють, наприклад, постійний або змінний струм в короткі імпульси.

Одною з найбільш перспективних сфер використання тиристорних перетворювачів є пристрої систем *FACTS* - «Гнучкі системи передачі змінного струму».

Удосконалення силових напівпровідникових приладів і оптимальне поєднання їх параметрів з режимами перетворювача при його проектуванні, використання перетворювачів сприяють розробці перетворювальних пристроїв з високими техніко-економічними показниками.

## Висновки

Останні досягнення силової електроніки останнім часом все успішніше застосовуються в пристроях систем *FACTS* – гнучких системах передачі змінного струму, зокрема в тиристорних компенсаторах реактивної потужності, обмежувачах струмів короткого замикання, швидкодіючих вимикачах змінного струму високої напруги.

Статичні тиристорні компенсатори реактивної потужності нового покоління типів ТКРМ, СТК та КРМ на підставі використання мікропроцесорних систем управління призначені для покращення якості електричної енергії промислових мереж напругою 6,3 та 10,5 кВ, що живлять потужні тиристорні електроприводи прокатних станів і шахт, дугові сталеплавильні та рудотермічні печі, та інші навантаження зі змінним споживанням реактивної потужності.

У розподільних мережах комунально-побутових споживачів, що містять переважно однофазне навантаження, пристрої компенсації реактивної потужності застосовуються вкрай рідко, але витрата електроенергії в житловому секторі збільшується, тому розгляд встановлення пристроїв компенсації у таких абонентів також стає актуальною темою.

Ефективне обмеження струмів КЗ (СКЗ) дозволяє суттєво підвищити надійність роботи обладнання та всієї системи електропостачання в цілому, проте засоби обмеження СКЗ мусять задовольняти достатньо жорстким вимогам.

Обмежувачі струмів коротких замикань, виконані на основі силової електроніки, можуть успішно вирішувати проблеми, що виникають в мережах при їх розширенні та посиленні, зокрема, знижувати вимоги до відключаємої здатності комутаційної апаратури.

Проведено аналіз головних результатів впровадження напівпровідникових і надпровідникових обмежувачів струмів в промислово розвинених країнах світу: Японії, Німеччини, США.

Виконано аналіз виконання головних схемних реалізацій та характеристик напівпровідникових швидкодіючих напівпровідникових вимикачів змінного струму, як одного з пристроїв *FACTS*.

Найважливішим перевагами тиристорних швидкодіючих вимикачів є струмообмеження, фазовмикання що забезпечують: високу швидкодію; практично необмежений ресурс роботи; відсутність перенапруги при комутаціях і відсутність дуги; можливість роботи у вибухо- і пожежонебезпечних приміщеннях.

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](mailto:lutsenko.i.m@nmu.one)