

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

Інститут Електроенергетики
(інститут)

Електротехнічний факультет
(факультет)

Кафедра електроенергетики
(повна назва)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

кваліфікаційної роботи ступеню магістра
(бакалавра, спеціаліста, магістра)

студента Гриценко Дмитро Вікторович
(ПІБ)

академічної групи 141М-18-1
(шифр)

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

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

електромеханіка

на тему Дослідження рівнів струму короткого замикання при впровадженні
перетворювачів частоти у вузлах навантаження 6-10 кВ

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи	Папаїка Ю. А.			
розділів:				
Розділ 1	Папаїка Ю. А.			
Розділ 2	Папаїка Ю. А.			
Розділ 3	Тимошенко Л.В.			

Рецензент				
-----------	--	--	--	--

Нормоконтролер	Олішевський Г.С.			
----------------	------------------	--	--	--

Дніпро
НТУ «ДП»
2019

ЗАТВЕРДЖЕНО:

в.о. завідувача кафедри

електроенергетики

(повна назва)

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

« _____ » _____ 2019 року

ЗАВДАННЯ
на кваліфікаційну роботу
ступеню магістра
(бакалавра, спеціаліста, магістра)студенту Гриценку Дмитру Вікторовичу академічної групи 141м-18-1
(прізвище та ініціали) (шифр)спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
спеціалізації _____за освітньо-професійною програмою Електроенергетика, електротехніка та електромеханікана тему Дослідження рівнів струму короткого замикання при впровадженні перетворювачів частоти у вузлах навантаження 6-10 кВзатверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від 07.11 2019 р.
№ 2075-л

Розділ	Зміст	Термін виконання
Розділ 1	Перехідні процеси в СЕП	14.10.19- 28.10.19
Розділ 2	Управління АД за допомогою ВПЧ	29.10.19- 02.11.19
Розділ 3	Розрахунок струмів короткого замикання	03.11.19- 19.11.19
Розділ 4	Аналіз перетворювачів частоти виробництва Siemens	20.11.19- 29.11.19
Розділ 5	Визначення показників економічної ефективності запропонованих рішень	30.11.19- 9.12.19

Завдання видано _____
(підпис керівника)Папаїка Ю. А.
(прізвище, ініціали)Дата видачі 01.09.2019Дата подання до екзаменаційної комісії 17.12.2019Прийнято до виконання _____
(підпис студента)Гриценко Д. В.
(прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Звіт про НДР: 58 с., 4 рис., 10 табл., 0 додатків, 8 джерел.

Об'єкт дослідження – електромагнітні процеси в електрообладнанні знижувальних трансформаторних підстанцій напругою 35-220 кВ.

Предмет дослідження – параметри перехідних процесів у вузлах навантаження 6-10 кВ при короткому замиканні.

Мета НДР – проаналізувати залежність рівнів струму КЗ при варіації кількості та потужності асинхронних та синхронних двигунів та потужності енергетичної системи.

Вихідні дані для проведення роботи – типові схеми знижувальних підстанцій 35-220 кВ, технічні характеристики високовольтних електричних двигунів.

Наукова новизна – враховуючи тенденцію масового впровадження вентильних електромеханічних перетворювачів оцінити діапазон координації струмів КЗ при відсутності підживлення місця КЗ електродвигунами.

Практична цінність полягає у розробці методики розрахунку струмів КЗ з урахуванням підживлення місця КЗ електродвигунами прямого приєднання і приєднання через високовольтний перетворювач частоти.

ПЕРЕХІДНИЙ ПРОЦЕС, СТРУМ КОРОТКОГО ЗАМИКАННЯ, КОРОТКЕ ЗАМИКАННЯ, АСИНХРОННИЙ ДВИГУН, СИНХРОННИЙ ДВИГУН, ВИСОКОВОЛЬТНИЙ ПЕРЕТВОРЮВАЧ ЧАСТОТИ, ЧУТЛИВІСТЬ РЕЛЕЙНОГО ЗАХИСТУ.

ЗМІСТ

Вступ.....	6
Розділ 1 Аналіз перехідних процесів в системах електропостачання.....	9
1.1 Види та причини КЗ.....	9
1.2 Призначення розрахунків електромагнітних перехідних процесів, розрахункові умови.....	12
1.3 Визначення параметрів елементів схеми заміщення.....	13
1.4 Розрахунок складових струму КЗ від двигунів, що перейшли на генераторний режим.....	15
1.5 Наслідки коротких замикань.....	16
Розділ 2 Управління асинхронного електродвигуна перетворювачем частоти.....	19
Розділ 3 Розрахунок струмів короткого замикання.....	22
3.1 Положення для розрахунків.....	22
3.2 Характеристика електродвигунів прийнятих до розрахунків.....	26
3.3 Результати розрахунок струмів КЗ на шинах НН підстанції.....	28
Розділ 4 Високовольтні регульовані електроприводи виробництва Siemens.....	39
4.1 Комплектні регульовані електроприводи серії Perfect Harmony на базі автономних перетворювачів частоти з IGBT транзисторами з багаторівневою широтно-імпульсною модуляцією.....	39
4.1.1 Переваги ВПЧ в порівнянні з іншими рішеннями, запропонованими на ринку.....	40
4.1.2 Основні технічні характеристики ВПЧ.....	43
4.1.3 Конструктивне виконання.....	43
4.2 Управління та захист.....	44
Висновки.....	47
Розділ 5 Визначення показників економічної ефективності запропонованих рішень.....	48

5.1 Актуальність завдання	48
5.2 Розрахунок капітальних витрат	49
5.3 Розрахунок експлуатаційних витрат	52
5.3.1 Розрахунок амортизаційних відрахувань	52
5.3.2 Визначення річних витрат на технічне обслуговування і поточний ремонт	53
Висновки	54
Висновки	56
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	58

Вступ

Коротке замикання або замикання — це випадкове або навмисне, не передбачене нормальним режимом роботи, електричне з'єднання фаз (полюсів) струмоведучих кіл електроустановки між собою або з землею, при якому струми різко зростають, перевищуючи найбільш допустимий максимальний струм усталеного режиму, в колах, що примикають до місця виникнення цього з'єднання.

Електричний двигун — пристрій для перетворення електричної енергії на механічну та приведення до руху машин і механізмів.

Перетворювач частоти — електронний пристрій для зміни частоти електричного струму (напруги). Цей пристрій перетворює вхідну синусоїдну напругу фіксованої частоти та амплітуди у вхідну імпульсну напругу змінної частоти та амплітуди за допомогою (широтно-імпульсної модуляції).

Розрахункові умови КЗ — найбільш складні, але достатньо важливі, в яких може опинитись елемент електроустановки через різні види коротких замикань. До сукупності характеристик розрахункових умов входять розрахункові: схема, вид струму КЗ, точка (місце), вид і тривалість КЗ.

Розрахункова схема — схема з'єднання елементів електричної мережі, де існують розрахункові умови КЗ для елемента, що розглядається.

Розрахункова точка (місце) КЗ — точка електроустановки, при перебігу струму КЗ в якій для елемента СЕП справедливі розрахункові умови КЗ.

Розрахунковий струм КЗ слід визначати за обставин можливого пошкодження в такій точці мережі, коли при КЗ апарати та провідники мережі або системи захисту від цього пошкодження перебувають в найбільш важких або граничних за чутливістю умовах.

Розрахунковий вид КЗ — це такий, при якому існують розрахункові умови КЗ для розглядуваного елемента СЕП. За розрахунковий вид КЗ необхідно брати:

- трифазне КЗ – у визначенні термічної стійкості апаратів та провідників на всіх ступенях напруги, окрім живлення генераторною напругою;
- три- або двофазне КЗ (залежно від того, яке з них призводить до більшого нагріву) – у визначенні термічної стійкості апаратів та провідників ступені генераторної напруги;
- трифазне КЗ – у визначенні електродинамічної стійкості апаратів і жорстких шин з підтримуючими та опорними конструкціями, що до них належать;
- три- або однофазне КЗ на землю – для вибору апаратів за комутаційними властивостями.

Розрахунок електромагнітних перехідних процесів в СЕП при коротких замиканнях, як найбільш характерних збудженнях, має важливе значення для проектування та експлуатації. Даний розрахунок передбачає обчислення значень напруг, струму та інших параметрів режиму КЗ у точці виникнення КЗ або в інших точках СЕП чи вітках мережі при заданих умовах.

Мета дослідження — розробка розрахункової моделі для визначення величини струмів короткого замикання у вузлі навантаження 6-10 кВ при включенні високовольтних електричних двигунів через перетворювач

частоти, що забезпечує моментальне відключення двигунів від мережі та унеможлиблює підживлення струмів КЗ.

Підтвердження розрахунками про зменшення рівнів струмів КЗ при підключені електродвигунів через перетворювач частоти у вузлі живлення дозволить зменшити витрати на комутаційне обладнання та пристрої вимірювання.

Висновки

Підключення високовольтних електричних двигунів через перетворювачі частоти забезпечує миттєве відключення від живлячої мережі при виникненні короткого замикання і унеможлиблює підживлення місця КЗ при переході двигунів на генераторний режим. Це забезпечується комплексом захистів встановлених в шафі високовольтного регульованого електропривода.

З розрахунків видно, що підключення електричних двигунів через перетворювачі частоти дає змогу зменшити струми КЗ у вузлі приєднання цих двигунів від 11,5% до 43,8%, в залежності від потужності короткого замикання від енергосистеми та потужності трансформатора (що впливає на результуючий опір до точки КЗ та кількість електродвигунів підключених до шин НН трансформатора).

При проектуванні нових та модернізації існуючих мереж живлення промислових підприємств, до яких підключено високовольтні двигуни, координація рівнів струмів КЗ дає змогу обирати обладнання з меншим струмом термічної та динамічної стійкості, а також обирати провідники з меншим перетином, що суттєво знижує капіталовкладення.

Оскільки підключення електричних двигунів призведе до зменшення струмів КЗ, пристрої релейного захисту та автоматики (РЗіА) як самих електродвигунів так і інших приєднань потребують коригування. Значне зменшення струмів КЗ може негативно вплинути на роботу пристроїв релейного захисту та автоматики, оскільки існуючі захисти можуть бути нечутливими до менших СКЗ.

Розраховано економічну доцільність дипломної роботи і доведено, що при впровадженні нової моделі вибору комутуючих пристроїв, зменшуються капітальні вкладення та експлуатаційні витрати.

Отже цим дипломним проектом розроблено модель оцінки впливу підключення високовольтних електричних двигунів через високовольтний перетворювач частоти на рівні струмів КЗ у вузлі навантаження 6 (10) кВ.

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