

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 Панаріної Світлани Юріївни
(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: **«Розробка заходів щодо підвищення енергетичної ефективності
системи електропостачання машинобудівного підприємства»**

(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.В.			
Економічний	Тимошенко Л.В.			
Рецензент				
Нормоконтролер	Олішевський Г.С.			

Дніпро
НТУ «ДП»
2021

ЗАТВЕРДЖЕНО:
Завідувача кафедри

електроенергетики
(повна назва)

_____ проф. Папаїка Ю.А.
(підпис) (прізвище, ініціали)

« _____ » _____ 2021 року

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

Студенту Панариній С.Ю.

академічної групи 141-18зск1

(прізвище та ініціали)

(шифр)

спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

спеціалізації

за освітньо-професійною програмою

«Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

на тему : «Розробка заходів щодо підвищення енергетичної ефективності системи електропостачання машинобудівного підприємства»

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від 12.04.2021 р. №202-с

Розділ	Зміст	Термін виконання
Технологічний	Стан питання. Споживачі реактивної потужності та заходи щодо її зменшення. Компенсація реактивної потужності. Установка компенсації реактивної потужності УКРМ-900.	10.05. – 20.05.2021 р.
Спеціальний	Розрахунок електричних навантажень ремонтно-механічного цеху. Вибір цехових трансформаторних підстанцій. Внутрішня цехова електрична мережа. Компенсація реактивної потужності. Релейний захист цехових трансформаторів та конденсаторної установки.	21.05. – 30.05.2021 р.
Охорона праці	Інженерно-технічні заходи з охорони праці. Розрахунок заземлення трансформаторної підстанції	01.06. – 07.06.2021 р.
Економічний	Економічна ефективність прийнятих проектних рішень	08.06. – 14.06.2021 р.

Завдання видано _____

(підпис керівника)

Рогоза М.В.

(прізвище, ініціали)

Дата видачі 19.04.2021

Дата подання до екзаменаційної комісії 14.06.2021 р.

Прийнято до виконання _____

(підпис студента)

Панаріна С.Ю.

(прізвище, ініціали)

РЕФЕРАТ

Тема дипломної роботи: «Розробка заходів щодо підвищення енергетичної ефективності системи електропостачання машинобудівного підприємства»

Мета дипломної роботи: підвищення енергетичної ефективності системи електропостачання споживачів, шляхом раціональної компенсації реактивної потужності.

Пояснювальна записка складається з чотирьох розділів, вступу та висновків. У вступі показана роль енергетичного комплексу в економіці країни. В основних розділах показана виробнича діяльність споживачів і характер споживання ними електричної енергії. За результатами аналізу розроблені і запропонована методика раціональної компенсації реактивної потужності та регулювання її перетоків. У другому розділі виконані розрахунки електричних навантажень ділянки цеху, виконаний вибір конденсаторних улаштувань та визначено найбільш раціональні умови компенсації реактивної потужності. Також були розроблені умови для зменшення перетікань реактивної потужності та підвищення ефективності експлуатації систем електропостачання. Це досягається застосуванням автоматичного регулювання потужності конденсаторних батарей з раціональним числом ступенів. В третьому розділі розглянуті питання охорони праці обслуговуючого персоналу, питання протипожежної безпеки, а також був виконаний розрахунок заземлюючого пристрою комплектної трансформаторної підстанції. В четвертому розділі був виконаний розрахунок основних економічних показників.

ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ, РЕАКТИВНА ПОТУЖНІСТЬ, АКТИВНА ПОТУЖНІСТЬ, ТРАНСФОРМАТОР, КОНДЕНСАТОРНІ БАТАРЕЇ, ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ, РОЗПОДІЛЬЧІ МЕРЕЖІ, КОМПЕНСАЦІЯ РЕАТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ, ДИСКОНТОВАНІ ВИТРАТИ, ПИТОМІ ЗАТРАТИ.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
1 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	10
1.1 Реактивна потужність.....	11
1.1.1 Споживачі реактивної потужності та заходи щодо її зменшення	11
1.2 Компенсація реактивної потужності.....	12
1.2.1 Фізика процесу	12
1.2.2 Вимоги енергосистеми до компенсації реактивної потужності в розподільчих мережах	14
1.2.3 Раціональні умови компенсації реактивної потужності	18
1.2.4 Автоматичне регулювання потужності конденсаторних установок	18
1.3 Установка компенсації реактивної потужності УКРМ-900	22
1.3.1 Загальні відомості та область застосування.....	22
1.3.2 Умови експлуатації.....	24
1.3.3 Конструкція та область застосування	24
1.3.4 Схема підключення конденсаторної установки.....	27
1.4 Характеристика споживачів ремонтно-механічного цеху.....	28
2 СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ.....	33
2.1 Розрахунок електричних навантажень ремонтно-механічного цеху методом упорядкованих діаграм	34
2.2 Вибір числа і потужності цехових трансформаторних підстанцій.....	47
2.3 Структура та конструктивне виконання внутрішньої цехової мережі.....	50
2.4 Компенсація реактивної потужності.....	51
2.4.1 Головні завдання компенсації реактивної потужності	51
2.4.2 Компенсація реактивної потужності в ремонтно-механічному цеху.....	51
2.4.3 Дослідження впливу параметрів режиму та параметрів мережі на дисконтовані питомі затрати	58
2.4.4 Обґрунтування і вибір числа ступень регулювання конденсаторних батареї в цеховій мережі	60

2.5 Релейний захист. Захист цехових трансформаторів напругою 6/0,4 кВ та конденсаторної установки	61
2.5.1 Характеристика захистів	61
2.5.2 Розрахунок струмів короткого замикання.....	62
2.5.3 Вибір коефіцієнта трансформації трансформатора струму.....	63
2.5.4 Максимальний струмовий захист.....	64
2.5.4.1 Вибір струму спрацювання захисту	64
2.5.4.2 Розрахунок коефіцієнта чутливості	65
2.5.5 Захист нульової послідовності	65
2.5.6 Струмова відсічка	66
2.5.7 Захист конденсаторних батарей	68
3 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	70
3.1 Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих чинників проектного ремонтно-механічного цеху.....	71
3.2 Інженерно технічні заходи с охорони праці.....	71
3.3 Розрахунок заземлення на трансформаторній підстанції 6/0,4 кВ	73
3.4 Пожежна профілактика	76
3.5 Безпека в надзвичайних ситуаціях	76
4 ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	78
4.1 Вступ.....	79
4.2. Розрахунок капітальних затрат.....	79
4.3. Розрахунок експлуатаційний витрат	80
4.3.1 Розрахунок амортизаційних відрахувань	81
4.3.2 Визначення річних затрат на технічне обслуговування і поточний ремонт	81
4.3.3 Розрахунок вартості спожитої електроенергії	81
4.4 Визначення річної економії від впровадження об'єкту проектування.....	83
4.5 Визначення та аналіз показників економічної ефективності проекту.....	84
4.6 Висновки	86
ВИСНОВОК.....	87

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ ОПИС	89
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	90

ВСТУП

Енергетика є важливою складовою виробничого комплексу України. Задоволення споживачів електричної та іншими видами енергії є основним завданням енергетичного комплексу. Поряд цим мають місце питання раціонального використання паливно-енергетичних ресурсів, які є найбільш актуальними як у нашій країні, так і за кордоном. Для досягнення максимальної ефективності їх використання необхідно розглядати весь ланцюжок виробництва, передачі та споживання енергії, починаючи з видобутку первинних енергоносіїв та їх транспортування до місць переробки в найбільш універсальний вид енергії - електроенергію, закінчуючи використанням її у споживачів. Електрична енергія-найбільш поширений вид енергії в діяльності людини. Це обумовлено відносною простотою її отримання, передачі, розподілу і можливістю перетворення різних видів енергії: механічну, теплову, світлову та інші з високим коефіцієнтом корисної дії. Можливості для зниження втрат енергоресурсів існують на всіх етапах [1].

Зниження втрат електроенергії електричних мережах - важлива складова загального комплексу енергозберігаючих заходів. Електроенергія є єдиним видом продукції, транспортування якої здійснюється за рахунок витрати певної частини самої продукції, тому втрати електроенергії при її передачі неминучі. Завдання полягає у визначенні їх оптимального рівня і підтримки фактичних втрат на цьому рівні [2]. У визначенні величини і значущості втрат електричної енергії великий вплив має реактивна потужність.

Споживання реактивної енергії має ряд особливостей в порівнянні з активною енергією. Перша особливість цієї потужності полягає в тому, що вона є допоміжним компонентом в роботі електричного устаткування і використовується для створення електромагнітних полів і потоків в електричних машинах, трансформаторах і т.д. При цьому реактивна енергія ніякої корисної роботи не виконує.

Друга особливість полягає в джерелах реактивної потужності. Генератори електричних станцій є потужними джерелами електричної енергії. Але використання генераторів для вироблення реактивної потужності обмежується еконо-

мічними та технічними міркуваннями: не раціонально завантажувати генератори понад економічно доцільною реактивної потужності за рахунок зниження активної потужності навантаження, витрачаючи органічне паливо на її вироблення. Крім того, при такому рішенні реактивна потужності від генераторів до споживачів буде передаватися по протяжним електричним мережах. Ця реактивна потужність обумовлює додаткові втрати потужності та електричної енергії, втрату напруги, що погіршує техніко-економічні показники роботи мереж та якості електричної енергії. Тому енергопостачальні компанії обмежують споживання реактивної потужності з мережі, що змушує споживачів встановлювати місцеві джерела реактивної потужності у вигляді конденсаторних батарей для забезпечення балансу реактивних потужностей в точці розподілу балансової належності мереж. Рішення проблеми компенсації реактивної потужності полягає у визначенні необхідної потужності компенсуючих установок та доцільного місця їх установки. Виконання такої роботи повністю відповідає темі дипломного проекту.

Тому в проекті виконаний розрахунок з визначення величини реактивної потужності споживачів ремонтно-механічного цеху та, встановлена доцільність компенсації реактивної потужності. Використовуючи критерій мінімуму сумарних дисконтованих витрат було встановлено, що компенсація реактивної потужності на стороні 6 кВ є найбільш економічно вигідною, а застосування регульованих конденсаторних установок виключає генерацію реактивної потужності в мережу в години мінімального навантаження.

ВИСНОВОК

У роботі розглянуті і вирішені питання підвищення ефективності експлуатації електричних мереж шляхом раціональної компенсації реактивної потужності та регулювання її перетоків.

Проект складається з чотирьох розділів. У першому технологічному розділі проекту розглянуте питання сучасних методів компенсації реактивної потужності і регулювання її перетоків, приведена конструкція конденсаторної установки та дана коротка характеристика споживачів електричної енергії ремонтно-механічного цеху. Це дозволило виявити основні проблеми системи електропостачання та виробити послідовність їх розгляду.

Так як будь-яка система електропостачання характеризується значеннями потужностей, то в другому спеціальному розділі проекту було визначено найбільші навантаження цеху. Також вирішені проблеми компенсації реактивних потужностей. Для цього, виходячи з положень директивних документів, визначені потужності батарей і за допомогою методу сумарних дисконтованих витрат виконана їх оптимальна розстановка. Також проведені дослідження впливу параметрів режиму (С,Ф) і параметрів мережі ($N_{т.л.}$, $S_{ном.т.}$) на дисконтова ні питомі затрати, в результаті яких було виявлено:

- мінімум сумарних витрат на батареї конденсаторів і трансформатори без урахування витрат на КЛ спостерігається при ступені КРМ $C = 0$ (тобто без установки конденсаторів на низькій напрузі), а при їх обліку мінімум сумарних витрат на ЦТ, КЛ і БК має місце при $C > 0$;
- при збільшенні одиничної потужності трансформаторів 10 / 0,4 кВ сумарні витрати зменшуються при інших рівних умовах;
- сумарні витрати при радіальній схемі приєднання трансформаторів 10 / 0,4 кВ завжди більше, ніж при магістральній.

У третьому розділі проекту розглянуті питання забезпечення електробезпеки при експлуатації цехових електричних мереж. Визначено основні небезпечні фактори, вказані шляхи боротьби із ними, також було виконано розрахунок заземлення для трансформаторної підстанції 6/0,4 кВ. Враховуючи важливу роль у забезпеченні пожежної безпеки, було запропоновано заходи з пожежної профілактики, і заходи для забезпечення безпеки при надзвичайних ситуаціях.

В четвертому розділі було встановлено, що в результаті впровадження системи конденсаторних установок для компенсації реактивної потужності очікувана економія складе 87 943 грн./рік, а капітальні вкладення, задіяні в отриманні належного результату, окупляться протягом 0,604 року. Таким чином, отримані результати дозволяють говорити про доцільність впровадження заходів з компенсації реактивної потужності.

За результатами розрахунків визначено потужності конденсаторних установок та місце їх встановлення. Розроблені в проекті заходи щодо компенсації реактивних потужностей сприяють підвищенню ефективності системи електропостачання в подальшій експлуатації. Це досягається якістю виконання розрахункових і схемних рішень. В процесі експлуатації економічний ефект досягається за рахунок запропонованої оптимальної компенсації реактивної потужності, оптимізації режимів розподільних мереж і скорочення втрат електричної енергії.

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