Міністерство освіти і науки України

Тернопільський НАЦІОНАЛЬНИЙ технічний Університет

імені Івана Пулюя

ФАКУЛЬТЕТ ПРИКЛАДНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ЕЛЕКТРОІНЖЕНЕРІЇ

**ОЛЕЩУК ВІКТОР ОЛЕКСАНДРОВИЧ**

УДК 621.311

**РОЗРОБКА ТЕХНІЧНИХ ЗАХОДІВ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ТРАНСФОРМАТОРНОЇ ПІДСТАНЦІЇ 35/10 КВ «ПІВНІЧНА»**

141- електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

**Автореферат**

дипломної роботи на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Тернопіль

2018

|  |  |
| --- | --- |
| Роботу виконано на кафедрі електричної інженерії Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя Міністерства освіти і науки України | |
| **Керівник роботи:** | кандидат технічних наук, доцент кафедри електричної інженерії  **Буняк Олег Андронікович,** Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, |
| **Рецензент:** | кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри приладів і контрольно-вимірювальних систем  **Зелінський Ігор Микитович,**  Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, |

Захист відбудеться 26 грудня 2018 р. о 14.00 годині на засіданні екзаменаційної комісії № 36 у Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя за адресою: 46018, м. Тернопіль, вул. Микулинецька, 46, навчальний корпус № 7, ауд. 310.

**ЗАГАЛЬНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ РОБОТИ**

**Актуальність теми.** Надійність енергосистеми визначається як здатність виконувати функції з виробництва, передачі, розподілу й постачання споживачів електричною енергією в необхідній кількості й нормованої якості шляхом взаємодії генеруючих установок, електричних мереж і електроустановок споживачів.

Особливо це важливо для споживачів, які відносяться до І категорії за надійністю електропостачання, у процесі експлуатації яких можливі різні порушення нормального режиму – спади напруги, перевантаження, короткі замикання, які можуть призвести до пошкодження і навіть руйнування електричної апаратури та струмопроводів.

Основними способами забезпечення надійності електричної мережі є: резервування механічної та електричної міцності елементів мережі відповідно до розрахункових навантажень; забезпечення структурної гнучкості; резервування пропускної здатності мережі, включаючи схеми підстанцій; повсюдне застосування засобів грозозахисту й захисту від внутрішніх перенапруг, а також пристроїв релейного захисту та автоматики, які локалізують ушкодження і відновлюють живлення.

Існує два підходи до оцінювання надійності електропостачальних систем: перший – оснований на вимогах ПУЕ, другий – теоретичний. Ці підходи взаємопов’язані і практичні рекомендації ПУЕ основані на висновках теоретичного аналізу.

Встановлено, що під час експлуатації розподільних трансформаторів електричних мереж доцільно впроваджувати заходи щодо підвищення надійності та економічної ефективності роботи основних елементів – ліній і трансформаторів.

Тому актуальним є підвищення надійності роботи електричної мережі на основі забезпечення економічних режимів роботи трансформаторів знижувальних підстанцій підприємства.

**Мета і завдання дослідження.** Метою дипломної роботи є розробка технічних заходів підвищення надійності роботи трансформаторної підстанції на основі забезпечення економічних режимів роботи трансформаторів знижувальних підстанцій електромеханічного заводу.

Відповідно до вказаної мети необхідно розв’язати наступні завдання:

– аналіз заходів підвищення надійності електропостачання при зростанні потужності електроспоживання;

– аналіз графіків електроспоживання підприємства з обґрунтування необхідності збільшення кількості трансформаторів 10/0,4 кВ;

– розрахунок електричних навантажень споживачів підприємства та впровадження технічних заходів забезпечення надійності електропостачання;

– розрахунок струмів короткого замикання та вибір релейного захисту та автоматики трансформаторної підстанції 35/10 кВ;

– провести оцінку надійності силових трансформаторів 10/0,4 кВ за даними їх експлуатації на основі вибору критерію ефективності;

– провести техніко-економічне обґрунтування заміни масляних вимикачів на вакуумні на стороні 35 кВ, 10 кВ;

– на основі техніко-економічного обґрунтування запропонувати організаційно-технічні заходи підвищення надійності роботи підприємства.

**Об’єкт дослідження** – процеси забезпечення надійності систем електропостачання промислових підприємств.

**Предмет дослідження** – розробка комплексних технічних заходів підвищення надійності трансформаторних підстанцій.

**Наукова новизна отриманих результатів.**

– отримало подальший розвиток застосування технічних та організаційних заходів підвищення надійності системи електропостачання підприємства.

**Практичне значення отриманих результатів.** Запропоновані технічні заходи дозволяють покращити надійність роботи трансформаторної підстанції 35/10 кВ «Північна» та підвищити енергоефективність електромеханічного заводу.

**Апробація.**

Результати досліджень за темою дипломної роботи були представлені на VII Міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів „Актуальні задачі сучасних технологій“ (28-29 листопада 2018 року), Тернопіль, Тернопільський національний університет імені Івана Пулюя.

**Структура роботи.** Робота складається зі вступу, 8 розділів, висновків, переліку посилань ( 24 найменування).

Загальний обсяг текстової частини – 111 сторінок, 24 таблиці, 5 рисунків.

**ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ**

У **вступі** подано загальну характеристику роботи: стан розробки наукової проблеми й актуальність роботи, мету і завдання роботи, об’єкт, предмет, описану наукову новизну і практичну значимість отриманих результатів.

**У першому розділі «Аналітична частина»** проведений аналіз заходів по підвищенню надійності електропостачання на основі зростання потужності споживачів (електромеханічного заводу).

Аналіз існуючої системи електропостачання показав, що по причині введення на електромеханічному заводі нових навантажень, виникає необхідність встановлення додаткових трансформаторів 10/0,4 кВ.

Враховуючи, що завантаження СШ № 1 буду набагато перевищує СШ № 2, необхідно передбачити конструктивні рішення для забезпечення надійності електропостачання.

Встановлена необхідність заміни масляних вимикачів на стороні 35 кВ та 10 кВ на вакуумні для підвищення надійності роботи ТП 35/10 кВ «Північна».

Встановлено, що для забезпечення надійності кабельних ліній 10 кВ необхідно провести розрахунки механічної та електричної міцності елементів мережі відповідно до розрахункових навантажень для забезпечення структурної гнучкості; резервування пропускної здатності мережі, включаючи схеми підстанцій; застосування засобів грозозахисту й захисту від внутрішніх перенапруг, а також пристроїв релейного захисту та автоматики, які локалізують ушкодження і відновлюють електропостачання.

**У другому розділі «Науково-дослідна частина»** проведений аналіз ефективності функціонування силових трансформаторів 10/0,4 кВ електромеханічного заводу.

Здійснено вибір і обґрунтування критерію ефективності функціонування силових трансформаторів.

Проведено аналіз методів розрахунку надійності відновлюваних систем, побудованих на базі теорії масового обслуговування.

Проведено розрахунок експлуатаційної надійності не резервованих систем тривалого використання та встановлено, що відновлення підвищує надійність системи тільки в сенсі збільшення її готовності до дії, а вірогідність же безвідмовної роботи системи цілком визначається її інтенсивністю відмов.

Здійснено розрахунок надійності силових трансформаторів електромеханічного заводу як відновлюваної системи, побудованої на базі теорії масового обслуговування, за даними їх експлуатації який показав, що ефективність функціонування силових трансформаторів в плані готовності їх до дії висока, тобто, в залежності від режиму використання їх коефіцієнт готовності знаходиться в межах 0.97….0.99.

Встановлено, що для об’єктивної оцінки ефективності функціонування силових трансформаторів за критеріями надійності необхідна достовірна і повна статистика по відмовах.

**У третьому розділі «Технологічна частина»** проведений аналіз завантаження трансформаторів 10/0,4 кВ трансформаторної підстанції 35/10 кВ “Північна” та здійснені розрахунки електричних навантажень.

Проведений розрахунок електричних навантажень споживачів, під’єднаних до діючих трансформаторів 10/0,4 кВ електромеханічного заводу підсумовуванням навантажень та прийняті рішення щодо реконструкції кабельної лінії 10 кВ, що дозволяє підвищити надійність електропостачання електричного обладнання цехів.

Проведено розподіл електроенергії в корпусах і цехах підприємства в залежності від розташування обладнання і характеру приміщення та конструктивне виконання мережі 10 кВ по розподільним пунктам щодо силового та освітлювального обладнання.

Визначено величини необхідної реактивної потужності з енергосистеми в режимах її максимальних і мінімальних активних навантажень та здійснена компенсація реактивної потужності в цехах на основі батарей статичних конденсаторів УК–038–110.

**У четвертому розділі «Проектно-конструкторська частина»** проведені розрахунки короткого замикання та здійснено вибір засобів автоматики захисту електричного обладнаннятрансформаторів.

Проведені розрахунки струмів короткого для вибору апаратури та перевірки елементів електроустановок на електродинамічну та термічну стійкість, проектування та налагодження релейного захисту з врахуванням реконструкції.

Здійснено вибір релейного захисту що отримують живлення від трансформатора на шинах вводу 10 кВ. На трансформаторах встановлений захист від перевантаження зі сторони 10 кВ.

**У п’ятому розділі «Спеціальна частина»** запропоновані технічні заходи щодо підвищення надійності трансформаторних підстанцій електромеханічного заводу.

На основі техніко-економічного обґрунтування заміни масляних вимикачів на вакуумні на ланках 35, 10 кВ здійснено вибір вимикачів та роз’єднувачів.

На основі вимог щодо побудови систем автоматичного введення резерву на підприємствах запропонована система автоматичного ввімкнення резервного живлення (АВР).

Проведений розрахунок заземлюючого пристрою трансформаторної підстанції 35/10 кВ “Північна” та блискавкозахист будівель і споруд на підстанції для забезпечення безперебійної роботи.

**У шостому розділі «Обґрунтування економічної ефективності»** на основі техніко-економічного обґрунтування запропоновані організаційно-технічні заходи підвищення надійності роботи підприємства: раціональна організація поточних і капітальних ремонтів і профілактичних випробувань; підвищення вимог до експлуатаційного персоналу; раціональна організація знаходження і усунення пошкоджень електричного обладнання.

**У сьомому розділі «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях»** запропоновані заходи з охорони праці та техніки безпеки на підстанції.

Запропоновані заходи щодо підвищення стійкості роботи трансформаторної підстанції за умов надзвичайних ситуацій.

**У восьмому розділі «Екологія»** запропоновані заходи по охороні навколишнього середовища на об’єкті в процесі експлуатації.

**ВИСНОВКИ**

У дипломній роботі вирішено практичну проблему впровадження технічних заходів підвищення надійності роботи трансформаторної підстанції на основі забезпечення економічних режимів роботи трансформаторів знижувальних підстанцій електромеханічного заводу.

1. Проведений аналіз розвитку підприємства показав, що у зв’язку введенням додаткових потужностей виникає необхідність встановлення додаткових трансформаторів 10/0,4 кВ.

2. Проведені розрахунки електричних навантажень підприємства показали, що завантаження СШ № 1 набагато перевищує СШ № 2. Тому, передбачено технічні рішення для забезпечення надійності електропостачання ТП 35/10 кВ на ланці 10 кВ:

– встановлення АВР на ділянці лінії КЛ – 10 кВ між ТП 10/0,4 кВ № 7 та № 8;

– споріднення КЛ – 10 кВ у вигляді перемички між лініями КЛ – 10 кВ № 11 та № 12.

3. Проведений розрахунок надійності силових трансформаторів 10/0,4 кВ підприємства за даними їх експлуатації на базі теорії масового обслуговування показав, що в залежності від режиму використання їх коефіцієнт готовності знаходиться в межах 0.97….0.99.

4. Проведені розрахунки короткого замикання та здійснено вибір засобів автоматики захисту електричного обладнання трансформаторної підстанції 35/10 кВ для забезпечення надійності роботи.

Проведено техніко-економічне обґрунтування та встановлення вакуумних вимикачів на ланках 35 кВ та 10 кВ.

5. Проведений розрахунок заземлюючого пристрою трансформаторної підстанції 35/10 кВ “Північна” та блискавкозахист будівель і споруд на підстанції, що дозволить підвищити надійність роботи.

6. Запропоновані організаційно-технічні заходи для підвищення рівня технічного обслуговування електричного обладнання.

**СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ АВТОРОМ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ РОБОТИ**

1. Розробка технічних заходів підвищення надійності трансформаторної підстанції 35/10 кВ / Актуальні задачі сучасних технологій: зб. тез доповідей міжнар. наук.-техн. конф. Молодих учених та студентів, (Тернопіль, 28–29 листопада 2018.) // М-во освіти і науки України, Терн. націон. техн. ун-т ім. І. Пулюя [та ін]. – Тернопіль: ТНТУ, 2018. – С. 60.

АНОТАЦІЯ

**Олещук В.О. Розробка технічних заходів підвищення надійності трансформаторної підстанції 35/10 кВ «Північна»**, 141 – електроенергетика, електротехніка та електромеханіка; Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя; Тернопіль, 2018.

У дипломній роботі вирішено практичну проблему впровадження технічних заходів підвищення надійності роботи трансформаторної підстанції на основі забезпечення економічних режимів роботи трансформаторів знижувальних підстанцій електромеханічного заводу.

Проведений розрахунок надійності силових трансформаторів 10/0,4 кВ підприємства за даними їх експлуатації на базі теорії масового обслуговування показав, що в залежності від режиму використання їх коефіцієнт готовності знаходиться в межах 0.97….0.99.

Проведені розрахунки короткого замикання та здійснено вибір засобів автоматики захисту електричного обладнання трансформаторної підстанції 35/10 кВ для забезпечення надійності роботи.

Проведено техніко-економічне обґрунтування та встановлення вакуумних вимикачів на ланках 35 кВ та 10 кВ.

Запропоновані організаційно-технічні заходи для підвищення рівня технічного обслуговування електричного обладнання.

**Ключові слова:** трансформаторна підстанція, надійність, навантаження, коефіцієнт готовності.

**ANNOTATION**

**Oleshchuk V. Development of technical measures to improve the reliability of transformer substation «Pivnichna» of 35/10 kV**, 141 – Electrical energetics, electrical engineering and electromechanics; Ternopil Ivan Puluj National Technical University; Ternopil, 2018.

In diploma work the practical problem of implementation of technical measures to increase the reliability of the transformer substation is solved on the basis of providing economic modes of operation of transformers of downstream substations of the electromechanical plant.

Conducted calculation of reliability of 10 / 0.4 kV power transformers according to their operation is carried out on the basis of the theory of mass service showed, that depending on the mode of use, their readiness factor is within the range of 0,97 ... 0,99.

Conducted calculations of short-circuit and choice of automation equipment for the protection of electric equipment of a 35/10 kV transformer substation was carried out to ensure the reliability of the work.

Feasibility study and installation of vacuum switches on the links of 35 kV and 10 kV were conducted.

Proposed organizational and technical measures to increase the level of technical maintenance of electrical equipment.

**Keywords:** transformer substation, reliability, the load, coefficient of readiness.