

УДК 621.3.08

Сахно О.А.¹, Скрупська Л.С.², Каплієнко О.О.², Михайленко А.О.³

¹ канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

² старш. викл. НУ «Запорізька політехніка»

³ студ. гр. Е-414м НУ «Запорізька політехніка»

СИСТЕМА МОНІТОРИНГУ ВІДКРИТОГО РОЗПОДІЛЬНОГО ПРИБОРУ ТА СИЛОВОГО ТРАНСФОРМАТОРУ ТРДЦН-80000/110

Під час проектування та експлуатації трансформаторів інженер стикається з необхідністю вирішення численних проблем, серед яких однією з найважливіших є проблема нагріву та охолодження. Вона відіграє ключову роль у створенні економічно вигідної та надійної конструкції трансформатора.

Оскільки навантаження більшості трансформаторів змінюється не тільки протягом доби та року, але й протягом усього терміну експлуатації, створення економічно та технічно оптимальної конструкції трансформатора та його системи охолодження є надзвичайно складним завданням. При цьому номінальні умови охолоджувального середовища визначають лише розрахункові температурні значення, необхідні для визначення його параметрів у номінальному режимі. Насправді ж трансформатор працює в умовах постійно змінюваних атмосферних впливів, що значно ускладнює складання коректних вихідних даних для теплотехнічного розрахунку системи охолодження трансформатора, який працює протягом усього терміну експлуатації в перехідних теплових режимах, що практично неможливо передбачити.

Отже, забезпечення роботи трансформатора в умовах, наближених до номінальних за температурним режимом та рівнем зношування ізоляції, є найважливішим технічним і економічним завданням. Однією з ключових умов тривалої та надійної експлуатації трансформатора є правильно розрахована система охолодження та відповідним чином розроблений алгоритм роботи шафи керування.

Автоматична шафа керування охолодженням трансформатора призначена для автоматичного та ручного керування електродвигунами вентиляторів системи охолодження трансформатора.

Функціональні можливості шафи керування:

- індивідуальний захист вентиляторів від коротких замикань, перевантажень, неповнофазних режимів;
- можливість автоматичного або ручного вибору джерела живлення силових ланцюгів;
- застосування локальних (у вигляді сигнальних ламп у шафі керування) та дистанційних ("сухі" контакти) засобів індикації;
- керування системою охолодження в автоматичному режимі (відповідно до ДСТУ 11677-85 або за алгоритмом, погодженим із замовником) і в ручному режимі;
- можливість автоматичного підтримання сприятливого мікроклімату в шафі;
- локальна та дистанційна сигналізація про стан елементів системи охолодження;
- керування електродвигунами вентиляторів за заданим алгоритмом залежно від навантаження, температури масла та обмоток трансформатора.

Потужність трансформаторів та їхні експлуатаційні характеристики в енергетичних системах визначаються з урахуванням необхідності забезпечення електропостачання навіть у разі виходу з ладу одного трансформатора під час пікових навантажень. Тому підвищення допустимих меж тимчасового перевантаження може дозволити відкласти розширення або встановлення нового трансформатора.

У минулому межі перевантаження встановлювалися таким чином, щоб не спричинити надмірного зносу конструкційних матеріалів та елементів. Було проведено аналіз цих меж перевантаження, враховуючи експлуатаційний досвід і статистику аварійності, що дозволило підвищити їх до максимально можливих значень для оптимізації використання активів підстанції. Аналіз проводився з урахуванням фактичних характеристик обладнання, яке не регулюється жодними електротехнічними стандартами, тому вся відповідальність покладалася на споживача.

Зокрема, трансформатори є одним із найкритичніших елементів під час тимчасового перевантаження підстанції. Також було досліджено можливі побічні ефекти підвищення допустимих меж перевантаження для інших елементів системи, які раніше не викликали проблем.

Для оцінки перевантажувальної здатності обладнання підстанції необхідно розглядати його як єдину систему. Було проведено дослідження методів моніторингу роботи обладнання в режимі перевантаження, а також способів його перевірки та ремонту до і після перевантаження. Окрім цього, були розроблені стратегії мінімізації ризиків, пов'язаних із експлуатацією у режимі перевантаження.

На основі досліджень навантажувальних режимів та даних про температуру верхніх шарів масла, навколишнього середовища, астрономічного часу та навантаження, а також використовуючи алгоритм

моделювання температури масла та обмоток трансформатора, автор запропонував схему модернізованої шафи керування, яка має такі переваги:

- оптимальний вибір кількості вентиляторів і насосів;
- згладжування пікових температурних значень у найбільш нагрітому місці обмотки, що зменшує фактичне старіння ізоляції та дозволяє прогнозувати навантажувальну здатність трансформатора;
- відсутність необхідності у використанні дорогих індикаторів температури обмоток;
- відсутність потреби у встановленні окремих вбудованих вимірювальних трансформаторів струму;
- зниження зносу елементів системи охолодження (орієнтовно до 10 %, залежно від характеру навантаження);
- зниження зносу ізоляції трансформатора (орієнтовно до 5 %).

Одним із результатів цього дослідження стало те, що існуючий ліміт перевантаження в 100 % може бути підвищений до 110 %, що дозволить відкласти встановлення або розширення підстанції розподілу на 4–5 років. Аналогічно, для первинних високовольтних та великогабаритних підстанцій було встановлено, що експлуатаційні межі можуть бути збільшені приблизно на 10%. Це дозволить відкласти встановлення або розширення первинних підстанцій на термін від 1 до 5 років, що сприятиме більш ефективному використанню обладнання підстанцій.