

УДК 681.325

Роман Пецков

**СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ МОНІТОРИНГУ СТАНІВ
ТРАНСФОРМАТОРІВ**

Сучасні технології дозволяють різко знизити витрати та підвищити якість моніторингу. Найважливіший елемент систем електропостачання – трансформатор, забезпечуючи безперебійну та номінальну його роботу, усуємо виникнення аварій та незапланованих простоїв обладнання.

Современные технологии позволяют резко снизить затраты и повысить качество мониторинга. Важнейший элемент систем электроснабжения – трансформатор, обеспечивая бесперебойную и номинальную его работу, устраним возникновения аварий и незапланированных простоев оборудования.

Modern technology can dramatically reduce costs and improve the quality of monitoring. The most important element of systems of power supply - transformer, providing a smooth face and it will remove the work of accidents and unplanned downtime of equipment.

Ключові слова: трансформатор, моніторинг, електронний аналізатор

Актуальність теми

Останні роки актуальним стає питання проведення комплексного моніторингу трансформаторного обладнання з метою оцінювання його технічного стану. Тягові трансформатори широко застосовуються для електропостачання на залізницях України. Безперебійне постачання електроенергії потребує постійного контролю роботи трансформаторного обладнання та його моніторингу. Сучасні комп'ютерні системи дозволяють підвищити якість методів контролю станів приладів.

Тому моніторинг працездатності трансформаторів є актуальною темою на сьогоднішній день

Мета. Проаналізувати, які види пошкоджень трансформаторів зустрічаються найчастіше та типи захистів що використовують. А також загальні поняття та розвиток моніторингу станів трансформаторів.

© *Пецков Р.О., 2012*

ІНФОРМАЦІЙНІ, ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНІ ТА ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ

Основний зміст роботи. Одна з найважливіших задач в сучасній електроенергетиці – це швидкий пошук та усунення дефектів на обладнанні. В деяких випадках вдається виявити пошкодження ще до того, як виникне аварія, тобто попередити аварійну ситуацію в енергосистемі. У випадках, коли все-таки даної ситуації не уникнути – виникає аварійна ситуація, яка призводить до простою обладнання.

У зв'язку з тим, що трансформатори є найбільш дорогим елементом системи електропостачання, в тому числі тягового, основну увагу потрібно направити на їхній моніторинг. В системі електропостачання вони займають істотне місце. Сучасні алгоритмічні та програмно-апаратні засоби опрацювання інформації дозволяють різко знизити непотрібні витрати в сфері електроенергетики. Також знизити витрати на моніторинг, забезпечуючи формування сучасної інфраструктури безлюдній експлуатації систем електропостачання.

Застосування інформаційно-вимірювальних систем, дає можливість проводити моніторинг трансформаторів, найважливішими показниками яких є:

- ступінь несиметрії струмів;
- кратність перевантаження;
- тривалість перевантаження;
- контроль температури найбільш нагрітої точки масла і обмотки;
- контроль старіння виткової ізоляції, викликаного струмами навантаження і короткого замикання;
- контроль складу газів, що виділяються при несправності, і ідентифікація пошкоджень;
- контроль втрат електричної енергії.

На основі проведеного аналізу було виявлено ймовірні сценарії поломок трансформаторного обладнання, яке відпрацювало більше 25 років. Виділимо основні види пошкоджень:

- замикання між фазами в середині бака трансформатора та на зовнішніх виводах обмотки;
- виткове замикання, замикання в обмотках між витками однієї фази;
- замикання на землю обмоток;
- пошкодження магнітопроводу.

Найчастіше зустрічаються пошкодження – коротке замикання на виводах та виткове замикання. Багатофазні короткі замикання проходять рідше.

При виткових замиканнях струми, як правило, невисокі, тому захист трансформаторів, призначений для дії при виткових замиканнях, а також при замиканнях на землю в обмотці, що працюють в мережі з ізольованою нейтраллю, повинні мати високу чутливість.

Для обмеження руйнувань захист трансформаторів повинен діяти досить швидко. Пошкодження супроводжуються великими струмами, тому система захисту повинна зпрацьовувати без затримки, час дії повинен складати 0,05 – 0,1 сек..

Типи захисту від пошкоджень:

диференціальна – моментальний захист обмоток, вводів та ошиновок трансформатора;

ІНФОРМАЦІЙНІ, ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНІ ТА ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ

струмова відсічка – захист ошиновки, вводів та частини обмотки зі сторони високої напруги;

газова – захист від пошкоджень в середині бака, що супроводжується виділенням газу, а також при зниженні рівня масла.

захист від замикання на корпус.

Сучасні тенденції розвитку комп'ютерних технологій дозволяють передбачити більшу частину несправностей трансформаторного обладнання, запобігти аварії та незапланованого простою обладнання.

Вище згадані види пошкоджень вимагають передбачити їх виникнення для усунення та подальшого забезпечення безперебійної роботи трансформаторів.

Основні методи діагностики подано у *табл. 1*.

Таблиця 1. Методи діагностики трансформаторів

Методи діагностики								
Діагностика трансформаторів під навантаженням						Діагностика при відключеному трансформаторі		
Локалізація розрядних явищ	Інфрачервоний контроль	Аналіз масла	Вібродіагностика	Вимірювання часткових розрядів	Аналіз ефективності системи охолодження масла	Контроль ізоляції обмоток	Вимірювання опору обмоток постійному струму	Інші дослідження

Швидкість старіння ізоляції визначається її температурою, виміряти яку безпосередньо неможливо, оскільки доступ до неї складний через високий потенціал обмотки. У зв'язку з цим шукана температура обчислювалась опосередковано в два етапи через потужність навантаження, теплові параметри трансформатора і температуру навколишнього середовища.

Для вирішення даного питання сучасні технології пропонують комп'ютерний моніторинг на основі електронних аналізаторів. Серед існуючих зразків пропоную розглянути прилад ЕЕ36.

ІНФОРМАЦІЙНІ, ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНІ ТА ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ

Аналізатор ЕЕ36 має можливість безперервного моніторингу активності води, температури масла в рамках від -40 до 180 °С та частки вологи в маслі від 0 до 100 000 ppm.

На рис. 1 відображено структурна схема апаратної реалізації моніторингу трансформаторів за допомогою аналізатора ЕЕ36.

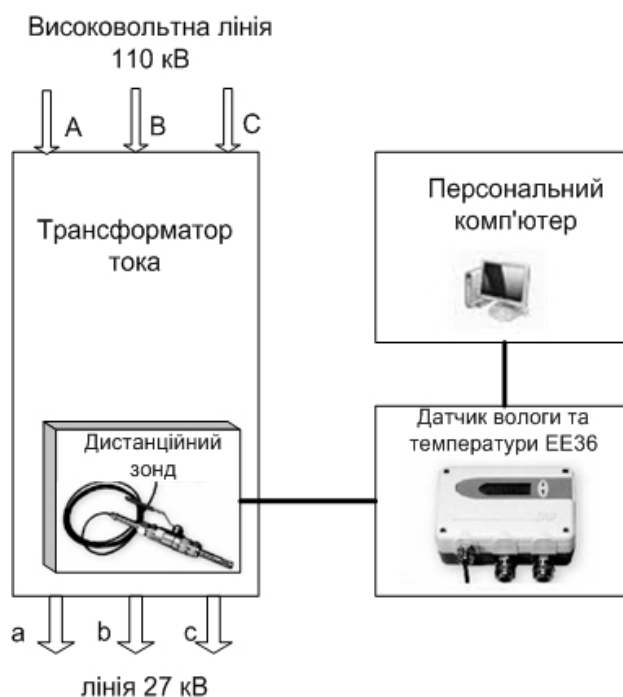


Рис.1. Структурна схема моніторингу трансформатора з використанням електронного аналізатора ЕЕ36

Універсальний та чутливий зонд сконструйований так, що занурюється безпосередньо в масло, при тиску до 20 бар. В комплект входить спеціальний кульковий кран, що дає можливість вводити зонд без переривання технологічного процесу.

Для зняття даних електронний аналізатор ЕЕ36 під'єднується за допомогою лінії зв'язку інтерфейсу RS 232.

Отримана інформація переноситься на комп'ютер і далі опрацьовується.

Дані, які отримуємо під час моніторингу дають можливість провести розрахунок відпрацьованого ресурсу ізоляції та визначити залишок часу життя трансформатора. Можливість передчасно замінити пошкоджені його частини або все трансформаторне обладнання в цілому – основна ціль сьогодення.

Висновок

Перспективи впровадження системи моніторингу визначаються необхідністю глобального контролю режимів роботи і технічного стану елементів систем

ІНФОРМАЦІЙНІ, ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНІ ТА ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ

Аналізатор ЕЕ36 має можливість безперервного моніторингу активності води, температури масла в рамках від -40 до 180 °С та частки вологи в маслі від 0 до 100 000 ppm.

На рис. 1 відображено структурна схема апаратної реалізації моніторингу трансформаторів за допомогою аналізатора ЕЕ36.

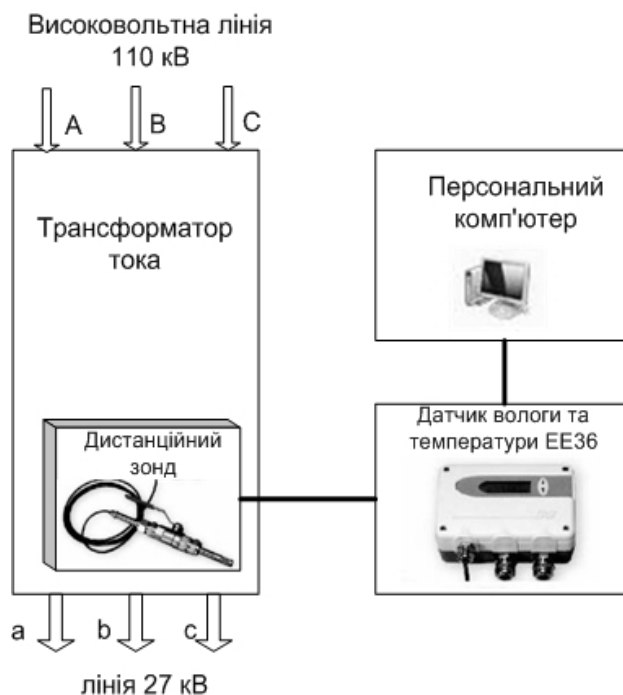


Рис.1. Структурна схема моніторингу трансформатора з використанням електронного аналізатора ЕЕ36

Універсальний та чутливий зонд сконструйований так, що занурюється безпосередньо в масло, при тиску до 20 бар. В комплект входить спеціальний кульковий кран, що дає можливість вводити зонд без переривання технологічного процесу.

Для зняття даних електронний аналізатор ЕЕ36 під'єднується за допомогою лінії зв'язку інтерфейсу RS 232.

Отримана інформація переноситься на комп'ютер і далі опрацьовується.

Дані, які отримуємо під час моніторингу дають можливість провести розрахунок відпрацьованого ресурсу ізоляції та визначити залишок часу життя трансформатора. Можливість передчасно замінити пошкоджені його частини або все трансформаторне обладнання в цілому – основна ціль сьогодення.

Висновок

Перспективи впровадження системи моніторингу визначаються необхідністю глобального контролю режимів роботи і технічного стану елементів систем

ІНФОРМАЦІЙНІ, ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНІ ТА ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ ТЕХНОЛОГІЇ

тягового електропостачання. Моніторинг є дієвим засобом діагностики стану і режимів роботи трансформаторів тягових підстанцій.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Шалин А.И.* Диагностика в электроэнергетике: Учеб. пособие .–Новосибирск: Изд-во НГТУ, 1996.–89 с.
2. Техника высоких напряжений; под ред. Д.В. Разевига. Изд. 2-е, переработанное и дополненное.– М., «Энергия», 1976
3. *Сви П.М.* Методы и средства диагностики оборудования высокого напряжения / П М Сви. –:М Энергоатомиздат, 1995. – 239 с
4. *Аксенов Ю.П., Голубев А.В.* Новые подходы к диагностике и ремонту силовых трансформаторов на подстанциях.– «Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика». –2001.– №7.