

ИЗМЕНЕНИЕ КАЧЕСТВА ИЗОЛЯЦИИ ОБМОТОК ТРАНСФОРМАТОРА ПРИ ЦИКЛИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЯХ РЕСУРСА ИЗОЛЯЦИИ ПОВЫШЕННОЙ ТЕМПЕРАТУРОЙ

И. В. КОТЕЛ, В. Н. ГАЛУШКО

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Разработка системы оценки технического состояния трансформаторов в системе железнодорожного нетягового электроснабжения линий сигнализации, централизации, блокировки, предприятий железнодорожных электрических сетей (ПЭ и АБ) и на подстанциях является актуальной задачей. На сегодня более 50 % трансформаторов системы электроснабжения железнодорожной отрасли страны отработали установленный срок службы – 25 лет – согласно ГОСТ 11677-85. Многие из таких трансформаторов могут эксплуатироваться еще длительное время, однако в этом случае должны предъявляться повышенные требования к методам диагностики их технического состояния. С другой стороны, многие специалисты отмечают, что менять трансформатор по истечении его назначенного ресурса (25–30 лет) [1, 2] зачастую оказывается нецелесообразно [3]. Дело в том, что, если условия работы оборудования на протяжении срока эксплуатации соответствовали расчетным, а нагрузки не превышали номинальных значений, велика вероятность того, что состояние его твердой изоляции (основной параметр, определяющий реальный срок службы трансформатора) после завершения назначенного ресурса останется удовлетворительным.

Прогнозирование технического состояния электрооборудования на основе мониторинга диагностических параметров позволяет получить достоверную информацию о его фактическом состоянии, своевременно устранить возможность отказа этого оборудования, сократить его простои и использовать ресурсы электрических машин в полном объеме.

Следует отметить, что диагностический мониторинг приводит к снижению расходов на ремонт оборудования (на 50–80 %) и на его техническое сопровождение (на 50–80 %), материально-производственных затрат (на 30 %), а также к повышению рентабельности производства (на 20–60 %), надежности работы оборудования и снижению ущерба от его отказов.

Сопrotивление изоляции постоянному току электрических цепей между фазами и относительно корпуса является одним из основных показателей ее электрической прочности. Измерение сопротивления изоляции является неотъемлемой частью пуско-наладочных испытаний всех видов электрооборудования и электрических цепей.

В устройствах сигнализации, централизации и блокировки (СЦБ) на железных дорогах используются трансформаторы, которые обычно имеют высокие требования к надежности и безопасности. Классы изоляции этих трансформаторов должны соответствовать этим требованиям. Наиболее распространенные классы изоляции, используемые в таких устройствах, – Е (120 °С); В (130 °С); F (155 °С); Н (180 °С).

Алгоритм операций подготовки и выполнения измерений

1 Подготовка измерительного оборудования и испытываемых образцов согласно требованиям, описанным выше. Трансформатор отключен от сети, обмотки имеют температуру окружающей среды не ниже 10 °С.

2 Подключение мегаомметра Е6-32 к трансформатору согласно таблице 1 для измерения сопротивления изоляции (R_{15} , R_{60} , R_{600}) и коэффициентов абсорбции и поляризации. Запись полученных данных в журнал испытаний.

3 Нагрев испытываемого трансформатора с помощью опыта короткого замыкания (температура обмоток трансформатора ПОС1-50 УХЛЗ IV равна 160 °С). Длительность нагрева – 8 ч.

4 Для исключения негативного влияния поверхностных токов утечки (например, вызванных загрязнением поверхности измеряемого объекта) необходимо проводить измерения с помощью экранированного измерительного кабеля (кабель РАПМ.685631.001 или РЛПА.685551.001).

Опыты проводились примерно в одно и то же время дня при относительно одинаковых температурах обмоток трансформатора. Температура окружающей среды равна температуре обмоток во время измерения диэлектрических показателей изоляции обмоток. Данное обстоятельство позволяет сравнивать полученные данные без использования коэффициентов перевода. При получении резко отличающихся измеряемых величин по сравнению с предыдущими опытами, проводились повторные измерения для уменьшения случайной погрешности.

В результате опытов по определению диэлектрических показателей испытуемого трансформатора получены данные, сведенные в таблицу 1 для ПОС1-50 УХЛЗ IV.

Таблица 1 – Результаты опытов по определению диэлектрических показателей трансформатора ПОС1-50 УХЛЗ IV

Номер опыта	Параметр изоляции					
	R_{15} , ГОм	R_{60} , ГОм	R_{600} , ГОм	DAR, о. е.	PI, о. е.	Время нагрева, ч
<i>Точки измерения: ВН – корпус</i>						
1	262	534	879	2,04	1,65	8
2	763	1035	1380	1,36	1,33	8
3	1232	1217	1242	0,99	1,02	8
4	1003	1011	1015	1,01	1,00	8
5	248	274	320	1,10	1,17	8
6	370	703	918	1,90	1,31	8
7	436	475	462	1,09	0,97	8
8	580	782	856	1,35	1,09	8
9	213	227	239	1,07	1,05	8
10	235	239	239	1,02	1,00	8
<i>Точки измерения: НН – корпус</i>						
1	681	887	726	1,30	0,82	8
2	1182	1388	1227	1,17	0,88	8
3	1202	1288	1232	1,07	0,96	8
4	1054	1004	1012	0,95	1,01	8
5	353	410	423	1,16	1,03	8
6	614	700	644	1,14	0,92	8
7	646	628	631	0,97	1,00	8
8	746	809	851	1,08	1,05	8
9	713	761	780	1,07	1,02	8
10	221	299	230	1,35	0,77	8

Для трансформатора ПОС1-50 УХЛЗ IV наиболее характерное изменение качества изоляции прослеживается у показателя R_{60} для точек измерения ВН – корпус.

Стоит отметить, что измерение сопротивления изоляции и коэффициентов абсорбции и поляризации является важным элементом комплексной системы диагностики трансформаторов. Эти методы обладают рядом преимуществ, таких как простота, низкая стоимость и возможность раннего выявления дефектов. Однако они имеют и свои недостатки, включая ограниченную информативность и зависимость от внешних факторов. Поэтому для повышения точности прогноза остаточного ресурса рекомендуется использовать эти методы в сочетании с другими диагностическими техниками.

Опыты с трансформатором ПОС1-50 УХЛЗ IV (класс изоляции E) дают наглядную характеристику старения изоляции обмоток, дальнейшую динамику которой можно спрогнозировать.

Список литературы

1 ГОСТ 11677–85. Трансформаторы силовые. Общие технические условия. – Введ. 1986-07-01. – М. : Изд-во стандартов, 2002. – 39 с.

2 ГОСТ Р 52719–2007. Трансформаторы силовые. Общие технические условия. – Введ. 2008-01-01. – М. : Стандартинформ, 2007. – 45 с.

3 Львов, М. Ю. Об оценке состояния силовых трансформаторов с длительным сроком эксплуатации // Методы и средства оценки состояния энергетического оборудования – СПб. : ПЭИПК, 2000. – Вып. 11. – С. 264–268.