

Гарагуля Р.В., Теников А.В.

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова
Научный руководитель – А.А. Грибанов, к.т.н., доцент

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СУШКИ ИЗОЛЯЦИИ ТРАНСФОРМАТОРОВ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВАКУУМ- ИМПУЛЬСНОГО СПОСОБА

Изоляция играет важную роль в обеспечении безопасности и надёжности трансформаторов в процессе их эксплуатации, а, следовательно, необходимо уделять должное внимание контролю качества изоляционных материалов. Одним из главных параметров при оценке качества изоляции является содержание в ней влаги, которая абсорбируется из внешней среды при длительном пребывании изоляции на открытом воздухе во время её транспортировки и хранения, а также монтаже и ремонте трансформаторов и оказывает негативное влияние на её электрическую прочность.

Для определения состояния электрической изоляции трансформаторов измеряются величина сопротивления изоляции его обмоток и коэффициент абсорбции.

Сопротивление изоляции обмоток трансформатора определяется мегомметром на напряжение 2500 В. Величина сопротивления изоляции измеряется как между обмотками высшего и низшего напряжений, так и между обмотками и корпусом трансформатора.

Показания мегомметра снимаются через 60 с после того, как приложено напряжение, т. е. после того, как ток принял установившееся значение. При увлажненном диэлектрике заряжающий ток растёт быстро и по истечении 15 с достигает установившегося значения. Разницы в этом случае между величинами обоих токов почти нет и коэффициент абсорбции близок к 1.

При сухом диэлектрике ток заряда растёт медленно, а потому величины тока заряда, измеренные через 15 и 60 с, значительно отличаются друг от друга. Учитывая это обстоятельство, коэффициентом абсорбции пользуются как показателем увлажнения диэлектрика. Величина коэффициента абсорбции при хорошем состоянии изоляции трансформаторов мощностью менее 10 000 кВА, напряжением до 35 кВ включительно, при температуре от 10 до 30° составляет не менее 1,3.

На практике для удаления влаги из изоляционных конструкций используются следующие способы:

- в печах (метод заключается в выпаривании влаги из изоляции за счёт её нагрева; требует больших затрат времени и недостаточно эффективный);
- циркуляцией горячего «сухого» масла (способ достаточно эффективный, длительный по времени (примерно 30 суток));
- разбрызгивание «сухого» масла на обмотку трансформатора (на предварительно прогретую выемную часть трансформатора идёт разбрызгивание «сухого» масла на обмотку трансформатора, в трансформаторе

идёт откачка паров газа и влаги под глубоким вакуумом; способ сушки изоляции очень трудоёмкий);

– низкочастотный нагрев (Это уникальный процесс сушки изоляции трансформатора за счёт подачи регулируемого тока низкой частоты на его высоковольтные обмотки. Этот метод является более быстрым и эффективным по сравнению с предыдущими. Он может снизить расход энергии вдвое и значительно ускоряет производственный процесс. Позволяет равномерно нагреть высоковольтные и низковольтные обмотки трансформатора изнутри, путём подачи тока низкой частоты, при этом низковольтные обмотки замыкаются накоротко).

Предлагаемый к использованию способ вакуум-импульсной сушки изоляции состоит в выпаривании влаги путём быстрого создания глубокого вакуума и разогрева изоляции до необходимой температуры. Этот способ является хорошей заменой устаревших традиционных методов сушки изоляции и может снизить затраты времени, энергии и увеличить её качество.

Данный вид сушки изоляции основан на быстром импульсном воздействии изменения давления в вакууме. В этом случае влага, находящаяся в материале, только частично (10...30%) переходит в парообразное состояние, а в основной массе удаляется в виде мелкодисперсных капель жидкости-тумана, без фазового перехода. Для интенсификации процесса массопередачи определяющую роль играют скорость создания вакуума в сушильной камере и его величина. С увеличением скорости количество влаги, удаляемой за счёт фазового перехода, уменьшается до 5%, а влага, удаляемая в виде капель жидкости-тумана, возрастает. Нагрев изоляции осуществляется собственным равновесным насыщенным паром, т.е. концентрация воды в паре равна концентрации воды в изоляции. Это обеспечивает сохранение геометрических размеров материала и отсутствие внутренних напряжений. Позволяет свести к минимуму образование таких дефектов как скручивание, трещины, коробление. В процессе предварительного нагрева изоляции при атмосферном давлении в герметичной камере происходит уменьшение вязкости жидкости, снижение ее поверхностного натяжения и, как следствие, уменьшение энергии (связи между молекулами), возрастание ее текучести. Свободная влага из изоляции вытекает на её поверхность. Резкое создание в камере вакуума ниже давления насыщенного пара приводит жидкость в перегретое состояние и ведет к ее вскипанию в порах изоляции и удалению в объём сушильной камеры.

Качество сушки изоляционного материала непосредственным образом сказывается на параметрах диэлектрика и определяет надежность трансформатора, а также безопасность при его работе. Основной задачей является модернизация технологии сушки изоляции и переход к экономически выгодным и технически совершенным способам сушки. Также необходимо ускорить процесс сушки, при этом сохранив надлежащее качество изоляции. Преимущество вакуум-импульсной сушки изоляции трансформаторов перед классической требует экспериментального подтверждения, что и является нашей основной задачей на ближайшее время.