

Ямантаев Ильяс Зекриевич

магистр

Вохмин Вячеслав Сергеевич

доцент, преподаватель

ФГБОУ ВО «Башкирский государственный

аграрный университет»

г. Уфа, Республика Башкортостан

ПОЖАРООПАСНЫЕ ФАКТОРЫ СОВРЕМЕННОГО ТРАНСФОРМАТОРА И СПОСОБЫ БОРЬБЫ С НИМИ

Аннотация: в статье рассматриваются причины возникновения пожаров и взрывов масляных выключателей, способы охлаждения трансформаторов, типы релейной защиты в трансформаторах для защиты от ненормальных режимов работы.

Ключевые слова: пожарная опасность, факторы, масляный трансформатор, пожарная безопасность, аппараты защиты.

Силовые трансформаторы, это один из центральных органов системы передачи и распределения электроэнергии. Первая конструкция силового трансформатора была предложена и спроектирована в конце 1800-х годов и с того времени его идея почти не видоизменялась. Однако новые исследовательские разработки в данной области и технологические процессы изготовления благоприятно отражаются на свойствах современных конструкций трансформаторов.

Возрастающая конкуренция в энергетическом секторе для организаций, изготавливающих трансформаторы, диктуют повышение их качества и надежности, в том числе и по пожарной безопасности.

Облик современного трансформатора – это наработанный опыт проектирования в комбинации вместе с широкими усилиями в сфере передачи и распределения электроэнергии. Разработанные новые конструкции трансформаторов существенно уменьшились в размерах, повысили свои технико-экономические

показатели, и показывают внушительное повышение эффективности и уменьшение потерь электроэнергии.

Трансформаторы подразделяются по методу охлаждения на сухие и масляные. В сухих трансформаторах обмотки и сердечник охлаждаются при помощи воздействия окружающего воздуха. Такие трансформаторы в меньшей степени пожароопасны, чем масляные, потому что в конструкции таких трансформаторах горючим материалом выступает лишь твердая изоляция – бумажно-бакелитовые цилиндры, бумажная и хлопчатобумажная изоляция обмоток, пропитанная электроизоляционными лаками и компаундами.

Более мощные силовые трансформаторы используют в большей степени масляное охлаждение: естественное или искусственное. А при использовании в трансформаторе минерального масла повышает их пожарную опасность, так как масло хорошо горит, а его пары в смеси с воздухом воспламеняются под действием электрической дуги, искр и т. д.

Минеральное изоляционное масло является продуктом дробной перегонки нефти. Такое масло обладает отличными электроизоляционными свойствами. Из-за своей малой степени вязкости и высокой степени текучести оно проникает внутрь и пропитывается в поры волокнистой изоляции (преимущественно картон и бумага), что увеличивает ее электрическую прочность. Также масло, это хороший переносчик тепла и его используют как охлаждающую жидкость для трансформаторов. Так как масло обладает отличными электроизолирующими свойствами и имеет не высокую стоимость, то его можно использовать для охлаждения не только в трансформаторах, но и в выключателях, реакторах, реостатах, конденсаторах и кабелях [2].

Основную опасность возникновения пожара в масляных трансформаторах несут следующие горючие материалы: изоляционное масло, деревянные детали (планки для крепления отводов, клинья, ярмовые балки – у трансформаторов малых габаритов), также бумажная и хлопчатобумажная изоляция обмоток. Однако в сухих трансформаторах минеральное масло не используется, а ис-

пользуются иные горючие материалы подобные тем, которые применяются в масляных трансформаторах.

Основная опасность возникновения пожара в масляных трансформаторах возникает при перегреве обмоток и магнитопровода или при формировании электрических дуг, что приводит к воспламенению масла, при этом степень воспламенения увеличивается при перегреве масла, например, вследствие перегрузки трансформаторов. Перегрев и воспламенение изоляции трансформаторов являются в основном аварийные ситуации, к которым принадлежат и разного рода короткие замыкания: межвитковые, между фазами, между фазой и корпусом, между обмотками высшего и низшего напряжения. Основным фактором коротких замыканий очень часто является некачественное выполнение изоляции катушек заводом-изготовителем [3].

Еще одним пожароопасным фактором современных трансформаторах является пожар в стали магнитопровода. Это явление характеризуется излишним нагревом вихревых токов какой-либо части магнитопровода из-за нарушения изоляции между листами стали или между магнитопроводом и стягивающими его шпильками. Перегрев магнитопровода служит причиной разложения масла и его воспламенения [1].

К основным причинам возникновения пожаров и взрывов масляных выключателей можно отнести следующее:

1. Недостаточный слой масла над контактами. Так как газовые пузыри, которые образуются при гашении дуги, прорывают слой масла и вместе с воздухом образуют горючую взрывчатую смесь. Опасность взрыва создается в случаях, когда температура и концентрация прорвавшихся газов достигает температуры самовоспламенения.

2. Толстый слой масла над контактами. Так как при горении дуги газовые пузыри вытесняют масло. Масло поднимается и ударяет крышку выключателя, при этом возможен удар такой силы, что крышка может оторваться, а масло будет выплескиваться наружу из выключателя. Электрическая дуга, которая про-

должна гореть, при контакте с кислородом воздуха способна спровоцировать возгорание остального масла в выключателе.

3. Возникновение сильных электрических дуг при очень больших токах короткого замыкания. Такие электрические дуги масляный выключатель не всегда может погасить. Из масла при продолжительном горении электрической дуги выделяется огромное количество газов, и это провоцирует мгновенное увеличение давления в выключателе. Порой давление способно достигать пределов таких масштабов, при котором выключатель может взорваться. Взрыв сопровождается воспламенением масла [3].

4. Неисправность выключающего устройства в масляном выключателе. В данном случае дуга способна гореть длительный промежуток времени, тем самым инициируя мгновенное увеличение давления и бурное формирование газов внутри выключателя. Газовые пузыри, которые постоянно растут в размерах, способны пробиваться через слой масла, который не предназначен для такого большого давления. Также масло имеет способность мгновенно подниматься, что приведет к последствиям, как при наличии весьма толстого слоя масла над контактами.

5. Формирование внутренних искровых перекрытий, переходящих в дуги. Перекрытия возникают между контактными устройствами, которые принадлежат различным фазам, а также между контактными устройствами и стенкой бака выключателя. Основными факторами появления перекрытий являются: низкая электрическая прочность масла, связанная с его увлажнением и загрязнением продуктами старения и термического распада, которые выделяются при многократных выключениях.

Основные мероприятия, гарантирующие пожарную безопасность трансформаторов, делятся на две группы. К первой относится мероприятие, связанное с оборудованием трансформаторов аппаратами защиты и различными предохранительными устройствами. Во вторую группу входят мероприятия, взаимосвязанные с рациональным размещением трансформаторов и масляных

выключателей, размещением соответствующего оборудования, а также планировкой помещения и открытых площадок и выбором средств тушения пожаров. Обязано должна быть предусмотрена релейная защита против дефектов и ненормальных режимов на трансформаторах, которая должна обеспечивать защиту от [2]: всех видов КЗ, в том числе и витковых, в обмотках и на выводах; замыканий внутри бака маслонаполненных трансформаторов; междуфазных КЗ на ошиновках выводах ВН и НН; замыканий на землю на ошиновках выводов ВН и НН; токов внешних КЗ; перегрузок обмоток; повышения напряжения на выводах; нарушений в системе охлаждения; возгорания (пожара) масла.

Исходя из вышеизложенного, можно сделать следующие выводы:

– характерные причины для развития пожаров на трансформаторах находятся в зависимости от зоны их локализации;

– вследствие влияния электрической дуги на трансформаторное масло и расщепления масла на воспламеняющиеся газы при коротком замыкании способны осуществляться взрывоопасные ситуации, влекущие за собой разрушение трансформаторов, масляных выключателей и растеканию горящего масла;

– пожарная опасность, которая возникает при возгорании трансформаторов очень быстро нарастает, и может распространиться в места размещения распределительного щита, кабельных каналов или туннели. Как следствие, масштабы возможного очага возгорания очень быстро расширяются и могут привести к значительным экономическим последствиям.

Список литературы

1. Муравей Л.А. Экология и безопасность жизнедеятельности [Текст]: учеб. пособие для вузов / Л.А. Муравей [и др]. – М.: Юнити-Дана, 2006. – 447 с.

2. О пожарной опасности трансформаторов и маслонаполненных аппаратов на энергетических объектах [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://oppb.com.ua/content/o-pozharnoy-opasnosti-transformatorov-y-maslonapolnennyh-apparatov-na-energetycheskyh>.

3. Быстрицкий Г.Ф. Выбор и эксплуатация силовых трансформаторов [Текст]: учеб. пособие / Г.Ф. Быстрицкий, Б.И. Кудрин. – М.: Техническая литература, 2003. – 176 с.