**"УТВЕРЖДАЮ"**

**Начальник 15-Й пожарной части**

**майор внутренней службы**

**Н.Ю. ВОЛОДИН**

**РЕФЕРАТ**

**ТЕМА: ПОЖАРНАЯ ОПАСНОСТЬ МАСЛОНАПОЛНЕННЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ. ТРЕБОВАНИЯ К СИСТЕМАМ ПРОТИВОПОЖАРНОЙ ЗАЩИТЫ**

**Выполнил:**

**Ст. инспектор ПЧ-15**

**капитан вн. службы**

**Солдатов Ю.В.**

**г. БАЛАКОВО**

**2001 г.**

**1. Развитие трансформаторостроения**

Изобретателем трансформатора является русский, учённый П.Н. Яблочков. В **1876** г. Яблочков использовал индукционную катушку с двумя обмотками в качестве трансформатора для питания изобретённых им электрических свечей. Трансформатор Яблочкина имел незамкнутый сердечник. Трансформаторы с замкнутым сердечником, появились значительно позднее, в **1884** г. С изобретением трансформатора возник технический интерес к переменному току, который до этого времени не применялся.

Выдающийся русский электротехник М.О. Доливо-Добровольский в **1889** г. предложил трехфазную систему переменного тока, построил первый трехфазный асинхронный двигатель и первый трехфазный трансформатор. На электротехнической выставке во Франкфурте-на-Майне в **1881** г. Доливо-Добровольский демонстрировал опытную высоковольтную электропередачу трехфазного тока протяжённостью **175** *км.* (из местечка Лауфена во Франкфурте-на Майне); трехфазный генератор имел мощность **230** *ква* при напряжении **95** *в*.

При помощи трехфазных трансформаторов напряжение генератора в Лауфене повышалось до **15000** *в* и понижалось во Франкфурне-на-Майне до **65** *в* (фазное значение), при котором осуществлялось питание трехфазного асинхронного двигателя для насосной установки мощностью **75** *квт.* При дальнейших опытах напряжение в линии электропередачи повышалось до **28000** *в* посредством последовательного включения обмотки **ВН** двух трансформаторов. К.П.Д. электропередачи был **77,4%** и считался тогда высоким.

В дальнейшем начали применяться масляные трансформаторы, т.к. было установлено, что масло является не только хорошей изоляцией, но и хорошей охлаждающей средой для трансформаторов.

ХХ столетие характеризовалось быстрым ростом промышленности и транспорта на базе электрификации. К трансформаторам и электрическим машинам предъявлялись более высокие требования в отношении повышения их экономичности, уменьшения массы и габаритов. Проводилась большая работа по изучению электромагнитных и тепловых процессов, происходящих при работе трансформаторов и электрических машин, изысканию новых изоляционных материалов и улучшению свойств Электротехнической стали.

В царской России не было своей трансформаторной и электромашиностроительной промышленности. Имевшиеся в России трансформаторные и электромашиностроительные заводы принадлежали иностранным фирмам и по существу являлись сборочными мастерскими, где машины и трансформаторы собирались из частей, привозимых из-за границы.

В настоящее время электромашинно- и трансформаторостроение развилось в крупнейшую отрасль электропромышленности. Отечественные заводы выпускают трансформаторы различных мощностей и конструкций.

**2. Назначение трансформаторов**

Трансформатор представляет собой статический электромагнитный аппарат с двумя (или более) обмотками, предназначенный чаще всего для преобразования переменного тока одного напряжения в переменный ток другого напряжения. Преобразование в трансформаторе осуществляется переменным магнитным полем. Трансформаторы широко применяются при передаче электрической энергии на большие расстояния, распределении её между приёмниками, а также в различных выпрямительных, усилительных, сигнализационных и других устройствах.

При передаче электрической энергии от электростанции к потребителям сила тока в линии обуславливает потери энергии в этой линии и расход цветных металлов на её устройство. Если при одной и той же передаваемой мощности увеличить напряжение, то сила тока в такой же мере уменьшиться, а следовательно, можно будет применить провода с меньшим поперечным сечением. Это сократит расход цветных металлов при устройстве линии электропередачи и снизит потери энергии в ней.

Электрическая энергия вырабатывается на электростанциях синхронными, генераторами при напряжение **11-20** *кв*; в отдельных случаях применяют напряжение **30-35** *кв.* Хотя такие напряжения являются слишком высокими для их непосредственного использования в производстве и для бытовых нужд, они недостаточны для экономической передачи электроэнергии на большие расстояния. Дальнейшее повышение напряжения в линиях электропередачи (**750** *кв* и более) осуществляется повышающими трансформаторами.

Приёмники электрической энергии (лампы накаливания, электродвигатели и т.д.) из соображений безопасности рассчитывают на более низкое напряжение (**110**-**380** *в*). Кроме того, изготовление электрических аппаратов, приборов и машин на высокое напряжение связано со значительными конструктивными сложностями, так как токоведущие части этих устройств при высоком напряжении требуют усиленной изоляции. Поэтому высокое напряжение, при которой происходит передача энергии, не может быть непосредственно использовано для питания приёмников и подводится к ним через понижающие трансформаторы.

Электрическую энергию переменного тока по пути от электростанции, где она вырабатывается, до потребителя приходится трансформировать **3-4** раза. В распределительных сетях понижающие трансформаторы нагружаются неодновременно и не на полную мощность. Поэтому полная мощность трансформаторов, используемых для передачи и распределения электроэнергии, в **7-8** раз больше мощности генераторов, устанавливаемых на электростанциях.

**3. Номинальные данные трансформатора**

Полезная мощность, на которую рассчитан трансформатор по условиям нагревания, т.е. мощность его вторичной обмотки при полной (номинальной) нагрузки называется *номинальной мощностью.* Эта мощность выражается в единицах полной мощности - вольтамперах (*ва)* или киловольт-амперах (*ква*). В ваттах или киловаттах выражается активная мощность трансформатора, т.е. та мощность, которая может быть преобразована из электрической в механическую, тепловую, химическую, световую и т.д.

Сечения проводов обмоток и всех частей трансформатора, так же как и любого электротехнического аппарата или электрической машины, определяются не активной составляющей тока или активной мощностью, а полным током, протекающему по проводнику и, следовательно, полной мощностью. Все прочие величины, характеризующие работу трансформатора, в условиях, на которые не рассчитан, также называются номинальными.

Каждый трансформатор снабжён из материала, не подверженного атмосферным влияниям. Щиток прикреплен к баку трансформатора на видном месте и содержит его номинальные данные, которые нанесены травлением, гравировкой, выбиванием или другим способом, обеспечивающим долговечность знаков. На щитке трансформатора указаны следующие данные:

**1**. Марка завода-изготовителя.

**2**. Год выпуска.

**3**. Заводской номер.

**4**. Обозначение типа.

**5**. Номер стандарта, которому соответствует изготовленный трансформатор.

**6**. Номинальная мощность *(****ква****).*

**7.** Номинальное напряжение и напряжения ответвления обмоток (*в* или *кв*).

**8**. Номинальные токи каждой обмотки *(а).*

**9**. Число фаз.

**10**. Частота тока (*гц*).

**11**. Схема и группа соединения обмоток трансформатора.

**12**. Напряжение короткого замыкания (%).

**13**. Род установки (внутренняя или наружная).

**14**. Способ охлаждения.

**15**. Полная масса трансформатора (*кг* или *т)*.

**16**. Масса масла (*кг* или *т*).

**17**. Масса активной части (*кг* или *т*)

**18**. Положения переключателя, обозначенные на его приводе.

Для трансформатора с искусственным воздушным охлаждением дополнительно указана мощность его при отключенном охлаждении. Заводской номер трансформатора выбит также на баке под щитком, на крышке около ввода **ВН** фазы **А** и на левом конце верхней полки ярмовой балки магнитопровода.

Условное обозначение трансформатора состоит из буквенной и цифровой частей. Буквы обозначают следующее: **Т**- трехфазный трансформатор, **О** - однофазный, **М** - естественное масляное охлаждение, **Д** - масляное охлаждение с дутьем (искусственное воздушное и с естественной циркуляцией масла), **Ц** - масляное охлаждение с принудительной циркуляцией масла через водяной охладитель, **ДЦ** - масляное с дутьем и принудительной циркуляцией масла, **Г** - грозоупорный трансформатор, **Н** в конце обозначения - трансформатор с регулированием напряжения под нагрузкой, **Н** на втором месте - заполненный негорючим жидким диэлектриком, **Т** на третьем месте - трехобмоточный трансформатор.

Первое число, стоящее после буквенного обозначения трансформатора, показывает номинальную мощность (*ква*), второе число - номинальное напряжение обмотки **ВН** (*кв*). Так, тип **ТМ 6300/35** обозначает трехфазный двухобмоточный трансформатор с естественным масляным охлаждением мощностью **6300** *ква* и напряжением обмотки **ВН** **35** *кв.*

Буква **А** в обозначении типа трансформатора обозначает автотрансформатор. В обозначении трехобмоточных автотрансформаторов букву **А** ставят либо первой, либо последней. Если автотрансформаторная схема является основной (обмотки **ВН** и **СН** образуют автотрансформатор, а обмотки **НН** дополнительная) букву **А** ставят первой, если трансформаторная схема является дополнительной, букву **А** ставят последней.

**4. Трансформаторное масло**

Роль масла в трансформаторах исключительно велика. Оно обладает высокими диэлектрическими свойствами и используется в качестве изоляции, а также, являясь хорошим теплоносителем, обеспечивает отвод теплоты от внутренних частей трансформатора.

Для охлаждения трансформаторов важное значение имеет скорость циркуляции масла. Скорость конвективного движения масла зависит от его вязкости. Последняя изменяется в широких пределах с изменением температуры масла (**рис. 1**) которая в свою очередь зависит от нагрузки трансформатора и от естественно изменяющейся температуры охлаждающей среды.

**160**

**120**

**80**

**40**

**20 0 20 40 60**

**Рис. 1.** *Зависимость коэффициента динамической вязкости трансформаторного масла от температуры масла.*

В настоящее время в отечественном трансформаторостроении широко применяется масла марки **ТКп**, селективной очистки **ТСп** и абсорбционной очистки марки **ТАп** с антиокислительной присадкой "ионол". Освоен выпуск и постоянно расширяется объём применения масел **Т-750** и **Т-1500**, которые обладают более высокими электроизоляционными свойствами и противоокислительной стабильностью. Разрабатывается арктическое масло вместо масла марки **АТМ-65.**

В **таблицах 1 и 2** приведены основные физико-химические показатели отечественных масел.

**Таблица 1**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Наименование показателя** | **ТКп** | **ТСп** | **ТАп** | **Т-750** |
| Вязкость кинематическая, не более, *сСт*  -при +20 *гр.*  -при +50 *гр.*  -при -30 *гр.* | -  9,0  1500 | 28,0  9,0  - | 30,0  9,0  - | -  9,0  1800 |
| Кислотное число, не более, *мг* КОН на 1 *г* масла | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,01 |
| Температура вспышки, определяемая в закрытом тигле, не менее, *гр.* | 135 | 150 | 135 | 135 |
| Температура застывания, не более, *гр* | -45 | -45 | -50 | -55 |
| Общая стабильность против окисления:  кислотное число окислённого масла, не более, *мг* КОН на 1 *г* масла  количество осадка после окисления, не более, % | 0,10  0,01 | 0,10  отс. | 0,10  0,01 | 0,03  отс. |

**Таблица 2**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Наименование показателя** | **Т-1500** | **АТМ-65** | **BSJ** |
| Вязкость кинематическая, не более, *сСт*  -при +20 *гр*  -при +50 *гр*  -при -30 *гр* | -  8,0  1500 | -  3,5  1000 | -  6,8  - |
| Кислотное число, не более, *мг* КОН на 1 *г*  масла | - | 0,015 | 0,01 |
| Температура вспышки, определяемая в закрытом тигле, не менее, *гр* | 135 | 113 | 146 |
| Температура застывания, не более, *гр* | -45 | -65 | -32 |
| Общая стабильность против окисления:  кислотное число окислённого масла, не более, *мг* КОН на 1 *г* масла  количество осадка после окисления, не более, % | 0,05  отс. | 0,015  отс. | 0,01  отс. |

В процессе эксплуатации трансформаторов химические и электрохимические свойства масла претерпевают изменения. Этот процесс называется старением.

В результате старения ухудшаются электроизоляционные свойства трансформаторного масла, происходит накопление осадка на активных частях трансформаторов, что затрудняет отвод теплоты от них и ухудшает её электроизоляционные свойства.

В трансформаторах старение масла происходит при повышенной температуре за счёт совместного воздействия на масло молекулярного кислорода воздуха и электрического поля при катализирующем воздействии материалов, из которых изготовлен трансформатор. Доминирующим фактором старения трансформаторного масла являются окислительные превращения входящих в его состав углеводородов.

По мере накопления в масле кислых соединений образуются продукты глубокого окисления - осадки, нерастворимые в масле.

Скорость окисления масла зависит при прочих равных условий от концентрации растворённого в нем кислорода, который проникает через поверхность соприкосновения масла с воздухом. Окислительные реакции протекают как на поверхности раздела масло - воздух, так и в объёме масла. Если добиться практически полного удаления из масла, растворённого в нём кислорода, то можно предотвратить процесс окисления. На этом принципе основано применение герметичных трансформаторов, в которых масло тем или иным способом защищено от контакта с окружающим воздухом.

Температура способствует активизации окислительного процесса углеводородов масла, ускоряя его примерно в **2** раза при увеличении температуры на каждые **10** *гр*.

Электрическое поле напряжённостью, характерной для трансформаторов (до **5000** *В/мм*), также ускоряет окисление трансформаторного масла, при этом изменяется соотношение конечных продуктов окисления: образуется много воды, в заметных количествах выделяется водород и метан. Одновременно происходит накопление осадка в зонах максимальной напряженности поля, что ухудшает охлаждение трансформатора, снижает электрическую прочность изоляции.

Для повышения устойчивости трансформаторных масел от окисления применяют в качестве присадок антиокислители (ингибиторы).

**5. Правила технической эксплуатации трансформаторов**

Установка трансформаторов должна соответствовать требованиям ПУЭ.

На баках однофазных трансформаторов должны быть нанесены расцветка фаз. На баках трехфазных трансформаторов и групп однофазных трансформаторов должны быть сделаны надписи, указывающие мощность и порядковые подстанционные номера трансформаторов.

Трансформаторы наружной установки должны быть окрашены в светлые тона.

На дверях трансформаторных пунктов и камер должны быть укреплены предупредительные плакаты установленного образца и формы. Двери должны быть заперты на замок.

Вновь устанавливаемые трансформаторы при отсутствии соответствующего указания завода-изготовителя могут не подвергаться внутреннему осмотру со вскрытием.

Осмотр со вскрытием необходим при наличии наружных повреждений, допущенных при транспортировании или хранении, вызывающих предположение о возможности внутренних повреждений.

Трансформаторы, оборудованные газовой защитой, должны быть установлены так, что крышка имела подъем по направлению к газовому реле не менее **1-1,5%**, а маслопровод от трансформатора к расширителю - не менее **2-4%.**

Выхлопная труба должна быть снабжена мембраной и соединена с верхней частью расширителя. На маслопроводе между расширителем и газовым реле должен быть установлен кран.

Для обслуживания трансформаторов должны быть обеспечены удобные и безопасные условия наблюдения за уровнем и температурой масла, газовым реле, а также отбора проб масла.

Осмотр высоко расположенных частей работающих трансформаторов **1У** габарита и выше должен производиться со стационарных лестниц с учётом требований Правил техники безопасности.

Все маслонаполненные трансформаторы, оборудованные расширителем, должны иметь термометры для измерения температуры масла.

На трансформаторах с соволовым наполнением для контроля за давлением внутри бака должны быть установлены мановакуумметры и реле давления, срабатывающие при давлении внутри бака выше **0,6** *ат.*

Обслуживающий персонал должен вести постоянное наблюдение за показаниями мановакуумметров, снижая нагрузку трансформаторов при увеличении давления выше нормы (**0.5** *ат).*

Для контроля за максимальной нагрузкой трансформаторы мощностью **1000** *ква* и выше должны снабжаться амперметрами. На подстанциях без постоянного дежурства рекомендуется устанавливать амперметры биметаллического типа с буксирной стрелкой. Устройство вентиляции трансформаторных пунктов и камер должны обеспечивать работу трансформаторов с номинальной нагрузкой.

При установке сухих трансформаторов охлаждающий воздух не должен содержать пыль, паров кислот и других разъедающих веществ.

Относительная влажность воздуха и колебания температуры не должны превышать пределов, указанных в заводской инструкции.

Трансформаторные установки должны быть оснащены противопожарными средствами в соответствии с требованиями ПУЭ. При наличии под трансформаторами маслоприёмных устройств дренаж от них и маслопроводы должны содержаться в исправном состоянии.

Уровень масла в расширителе неработающего трансформатора не должен быть ниже уровня контрольных черт, соответствующих уровням масла в трансформаторе при температурах окружающей среды **-35**, **+15** и **+35** *гр*.

Принудительная циркуляция масла в системе охлаждения трансформатора должна осуществляться непрерывно вне зависимости от величины нагрузки.

Эксплуатация трансформаторов с принудительной циркуляцией масла без сигнализации о прекращении циркуляции масла, охлаждающей воды или остановки вентиляторов дутья не допускается.

При наличии маслоохладителей с водяным охлаждением маслонасос должен быть установлен до маслоохладителя по ходу масла. Давление масла в маслоохладителях должно превышать давление, пропускаемое через них воды.

Для трансформаторов с принудительным охлаждением допускаются аварийные режимы работы с прекращением циркуляции масла или воды, либо при остановке вентиляторов дутья. Длительность указанных режимов устанавливается местными инструкциями в соответствии с результатами испытания или заводскими данными. При включении масло-водянного охлаждения трансформаторов в первую очередь пускается масляный насос, а затем водяной. Водяной насос пускается при температуре масла **+10** *гр*.

При отключении сначала отключается водяной насос, а затем масляный.

При эксплуатации трансформаторов должны быть предусмотрены меры по предотвращения замораживания маслоохладителей, насосов и водяных магистралей, а также по устранению неплотностей в системе маслоохлаждения согласно местным инструкциям.

Для каждого трансформатора на основе заводских данных определяется максимально допустимая температура верхних слоёв масла. Эта температура для трансформаторов без принудительной циркуляции масла не должна быть больше **+95** *гр.* Превышение температуры масла над температурой окружающего воздуха должно быть не более **+60** *гр.*

Трансформаторы с дутьем охлаждением допускают работу с отключенным дутьём, если температура верхних слоёв масла не превышает **+55** *гр.* и нагрузка не более **100%** номинальной мощности трансформаторов.

Трансформаторы мощностью **31500** *ква* и более должны иметь устройство автоматического управления дутьевым охлаждением, действующее в зависимости от температуры масла.

Персонал, обслуживающий трансформаторы, оборудованные переключателем коэффициентов трансформации **ПБВ** (переключатель без возбуждения), должен не менее чем **2** раза в год перед наступлением зимнего максимума нагрузки и летнего минимума нагрузки произвести проверку правильности установки коэффициента трансформации.

Персонал предприятия, обслуживающий трансформаторы, снабженные устройством регулирования напряжения под нагрузкой (**РПН**), обязан поддерживать соответствие между напряжением сети и напряжением, устанавливаемым на регулировочном ответвлении.

Длительная (сезонная) работа трансформаторов с выведением из схемы устройством **РПН** запрещается.

В аварийных режимах при наличии подвижного резерва допускается перегрузка маслонаполненных трансформаторов и автотрансформаторов до **40%** сверх номинальной на время максимумов общей суточной продолжительностью не более **6** *ч* в течение не более **5** суток; при этом коэффициент заполнения графика нагрузки трансформатора в условиях его перегрузки должен быть не более **0,75**.

В аварийных случаях допускается кратковременная перегрузка трансформаторов сверх номинальной при всех системах охлаждения независимо от предыдущего режима и температуры охлаждающей среды в соответствии с **таблицей 3.**

**Таблица 3**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Нагрузки в долях номинальной по току** | **Допустимая длительность, мм** | |
| **Маслонаполненные трансформаторы** | **Сухие трансформаторы** |
| **1,2** | - | 60 |
| **1,3** | 120 | 45 |
| **!.4** | 90 | 32 |
| **1,5** | 70 | 18 |
| **1,6** | 45 | 5 |
| **1,75** | 20 | - |
| **2,00** | 10 | - |

Автотрансформаторы до **220** кв включительно допускают эти же перегрузки только для обмотки высшего и среднего напряжения.

Длительность и величина перегрузки при аварийных режимах для трансформаторов с принудительным охлаждением масла устанавливаются по заводским данным.

При перезагрузке трансформатора сверх допустимой величины дежурный персонал обязан принять меры к его разгрузке, действуя в соответствии с местной инструкцией.

При работе с перегрузкой у трансформатора, снабженного устройством **РПН**, производить переключение ответвлений не допускается, если ток нагрузки превышает номинальный ток переключателя, за исключением трансформаторов с автоматическим регулированием напряжения.

Трансформаторы, имеющие неполную изоляцию со стороны нулевых выводов, должны работать с глухозаземлённой нейтралью.

Допускается работа этих трансформаторов с нейтралью, заземлённой через вентельный разрядник. В этом случае должна быть предусмотрена релейная защита, исключающая возможность работы трансформатора на участок сети с изолированной нейтралью. Вспомогательные обмотки автотрансформаторов должны всегда работать с глухозаземлённой нейтралью.

Во время монтажа новых или вышедших из капитального ремонта трансформаторов до включения их под напряжение должны быть произведены осмотр и испытания в соответствии с указаниями *"Объёма и норм испытаний электрооборудования".*

Результаты осмотра, испытаний и приёмки оформляются записями в паспортах и протоколами.

Возможность включения трансформатора под напряжением без сушки, а также необходимость сушки определяют на основании испытаний, проводимых в соответствии с *"Инструкцией по контролю состояния изоляции трансформаторов перед вводом в эксплуатацию".*

Включение в сеть трансформатора производится, как правило, толчком на полное напряжение.

Для трансформаторов допускается длительное превышение первичное напряжение не более чем на **5%** напряжения, соответствующего данному ответвлению. Допустимо превышения напряжения сверх номинального на **10%** при нагрузке **25%** поминальной или до **6** *ч* в сутки при номинальной нагрузке.

При работе трансформатора без перегрузки при любых положениях ответвлений и любых режимах сети вторичная обмотка трансформатора может быть загружена током не выше номинального. Перевозбуждение автотрансформаторов с регулировкой напряжения при помощи вольтодобавочных устройств, включаемых в нейтраль, производится в пределах, указанных в заводских инструкциях.

При автоматическом отключении трансформатора под действием газовой или дифференциальной защиты, а также после неуспешного **АПВ** включения трансформатора в работу может быть произведена только после устранения выявленных ненормальностей.

При отключения трансформатора от защиты с переключением электроснабжения потребителей допускается одно включение трансформатора имеющего дифференциальную и газовую защиту, если отключение произошло от одной из этих защит без видимых признаков повреждения, а другая защита не действовала.

При появления сигнала работы газового реле обязательны осмотр трансформатора и определению по степени горючести газа характера повреждения трансформатора: при обнаружении в газовом реле горючего газа жёлтого или сине-чёрного цвета трансформатор должен быть немедленно отключён.

Если газ в реле безцветен и не горит, трансформатор может быть оставлен в работе.

При необходимости отключения разъединителем (отделителем) тока холостого хода ненагруженного трансформатора, оборудована устройством регулирования напряжения под нагрузкой, рекомендуется после снятия нагрузки на стороне потребителя увеличить коэффициент трансформации трансформатора.

Трансформаторы с естественным масляным и дутьевым охлаждением допускается включать в работу с полной нагрузкой с застывшим маслом при температуре **-40** *гр*.

При температуре **-40** *гр* следует прогреть трансформатор током холодного хода или током нагрузки не более **50%** номинальной температуры **-40** *гр*, после чего увеличить нагрузку.

В целях максимального снижения потерь для каждой установки в зависимости от графика нагрузки должно быть определено и соблюдаться оптимальное число параллельно работающих трансформаторов.

Смонтированные резервные трансформаторы должны постоянно содержаться в состоянии готовности включения в работу.

Параллельная работа трансформатора допускается при условии, если:

**а)** группы соединений одинаковы, а соотношения между мощностями не более **1:3**;

**б)** коэффициенты трансформации равны или различаются не более чем на **0,5%**;

**в)** напряжения короткого замыкание различаются не более чем на **10%** среднего арифметического значения напряжения короткого замыкания включаемых на параллельную работу трансформаторов. Перед включением трансформаторов должна быть произведена их фазировка.

Для выравнивания нагрузки между параллельно работающими трансформаторами с различными напряжениями короткого замыкания допускается в небольших пределах изменение коэффициента трансформации путем переключения от ветвлений при условии, что при этом ни один из трансформаторов не будет перегружен.

Ток в нейтралях сухих трансформаторов при соединении обмоток по схеме "звезда-звезда" с нулевым выводом на стороне низшего напряжения не должен быть выше **25%** номинального тока фазы.

Осмотр трансформаторов (без их отключения) должен производиться в следующие сроки:

**а)** в установках с постоянным дежурством персонала **1** раз в сутки;

**б)** в установках без постоянного дежурства персонала не реже **1** раза в месяц, а на трансформаторных пунктах - не реже **1** раза в **6** месяцев.

В зависимости от местных условий, конструкции и состояния трансформатора указанные сроки осмотров трансформаторов без отключения могут быть изменены лицом, ответственным за электрохозяйство предприятия.

Внеочередные осмотры трансформаторов производится:

**а)** при резком изменении температуры наружного воздуха;

**б)** при каждом отключении трансформаторов от действия газовой или дифференциальной защиты.

При осмотре трансформаторов должны быть проверены:

**а)** показания термометров и мановакуумметров;

**б)** состояние кожухов трансформаторов и отсутствии течи масла, соответствие уровня масла в расширителе температурной отметке и наличие масла в маслонаполненных вводах;

**в)** состояние ошиновки и кабелей, отсутствие нагрева контактных соединений;

**г)** соединение маслоохлаждающих и маслосборных устройств, состояние изоляторов;

**д)** исправность сигнализации и пробивных предохранителей;

**е)** состояние сети заземления;

**ж)** состояние маслоочистительных устройств непрерывной регенерации масла, термосифонных фильтров и влагопоглащающих патронов;

**з)** состояние трансформаторного помещения.

Текущие ремонты трансформаторов с их отключением производится:

**а)** трансформаторов центральных распределительных подстанций - по местным инструкциям, но не реже **1** раза в год;

**б)** трансформаторов, установленных в местах усиленного загрязнения, - по местным инструкциям;

**в)** всех остальных трансформаторов - по мере необходимости, но не реже **1** раза в **3** года.

Для трансформатора, имеющего переключатель регулирования напряжения под нагрузкой, производится внеочередной ремонт регулирующего устройства после определённого количества операций по переключению в соответствии с указаниями, приводимыми в заводских инструкциях.

Капитальные ремонты трансформаторов с осмотром сердечника производится:

**а)** трансформаторов подстанций - первый раз не позже чем через 6 лет после включения в эксплуатацию, в дальнейшем - по мере необходимости в зависимости от результатов и состояния трансформатора в сроки, установленные лицом, ответственным за электрохозяйство предприятия;

**б)** остальных трансформаторов - по результатам испытаний.

Вывод трансформаторов из работы является необходимым при обнаружении:

**а)** сильно неравномерного шума и потрескивания внутри трансформатора;

**б)** ненормального и постоянно возрастающего нагрева трансформатора при нормальных нагрузке и охлаждении;

**в)** выброса масла из расширителя или разрыва диафрагм выхлопной трубы;

**г)** течи масла с понижением уровня его ниже уровня масломерного стекла, а также

**д)** при необходимости немедленной замены масла по результатам лабораторных анализов.

Масло трансформаторов мощностью **160** *ква* и более, как правило, должно подвергаться непрерывной регенерации, осуществляемой в термосифонных фильтрах или путем периодического присоединения абсорбента.

Предприятие, имеющее на балансе маслонаполненное электрооборудование, должно иметь неснижаемый запас изоляционного масла в объёме не менее **110%** емкости наиболее емкого аппарата.

Находящееся в эксплуатации изоляционное масло должно подвергаться лабораторным испытаниям в следующие сроки:

**а)** не реже **1** раза в **3** года для трансформаторов, работающих с термосифонными фильтрами (сокращенный анализ);

**б)** после капитальных ремонтов трансформаторов и аппаратов;

**в)** **1** раз в год для трансформаторов, работающих без термосифонных фильтров (сокращенный анализ).

Внеочередная проба масла для определения температуры вспышки должна быть отобрана из трансформатора при обнаружении горючего газа в газовом реле трансформатора.

В измерительных трансформаторах напряжением до **20** *кв* и силовых трансформаторов до **63** *ква* напряжением до **10** *кв* включительно проба масла не отбирается и масло заменяется при браковочных показателях по результатам профилактических испытаний изоляции.

Свежее или регенерированное сухое изоляционное масло непосредственно после заливки его в аппараты должно удовлетворять нормам **ГОСТ** - по кислотному числу, реакции водной вытяжки, содержанию механических примесей и иметь электрическую прочность не ниже:

**25 *кв*** - для аппаратов напряжением до **15** *кв* включительно;

**30 *кв*** - для аппаратов напряжением выше **15** *кв* до **35** *кв* включительно;

**35 *кв*** - для аппаратов напряжением от **220** *в* включительно.

Эксплутационное изоляционное масло должно удовлетворять следующим нормам:

**а)** кислотное число не более **0,25** *мг* **КОН**;

**б)** реакция водной вытяжки нейтральная: допускается содержание водорастворимых кислот не более **0,01** *мг* **КОН** ( **0,03** *мг* **КОН** для трансформаторов до **630** *ква*);

**в)** отсутствие механических примесей (визуально);

**г)** падение температуры вспышки в трансформаторах не более чем на **5** *гр* от первоначальной;

**д)** отсутствие взвешенного угла в масле из трансформаторов, а из выключателей - незначительное количество;

**20** *кв* - для аппаратов напряжением до **15** *кв* включительно;

**25** *кв* - для аппаратов напряжением выше **15** *кв* до **35** *кв* включительно;

**35** *кв* - для аппаратов напряжением от **220** *в* включительно.

Допускается смешение разных масел при доливах его в трансформаторы мощностью **1000** *ква* и более, а также смешение свежего и эксплутационного масла должны подвергаться лабораторным испытанием на выпадения осадка и стабильность.

**Пожаротушение блочных трансформаторов на Саратовской ГЭС**

Стационарная установка пожаротушения трансформаторов обеспечивает тушение трансформаторов распылённой водой через оросители **ОПД**. Управление осуществляется электрическими задвижками, расположенными в коридоре обслуживания. Импульс на автоматическое отключение задвижки и пуск пожарных насосов подаётся от реле пожаротушения трансформатора "**РПТ**" действием газовой или дифференциальной защиты после снятия напряжения с трансформаторов.

Задвижка пожаротушения может управляться кнопками (закрыто, стоп, открыто) с местного шкафа управления, расположенного рядом с соответствующей задвижкой. Деблокировка реле "**РПТ**" и приведение схемы пожаротушения в исходное состояние осуществляется воздействием на кнопку "*Закрыто"* на местном шкафу управления задвижкой. Электрическая задвижка пожарного гидранта может управляться кнопками *"Открыто", "Закрыто", "Стоп".*

При отказе стационарной установки тушения пожара производится ручными стволами от передвижных средств. Питание пожарных машин водой осуществляется через пожарные гребёнки, установленные на автомобильном мосту. Для подачи воды в гребёнку необходимо открыть ручные задвижки, установленные в местах их присоединения к трубопроводам ТВС. Открытие задвижек производится оперативным персоналом.

Номера электрических задвижек пожаротушения трансформаторов и сборка их питания:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№** | **Эл. задвижки** | **Сборка** |
| **1.** | Эл. задвижка пожаротушения **1Т - №667/1** | **113 Н** |
| **2.** | Эл. задвижка пожарного гидранта **1Т** | **402 Н** |
| **3.** | Эл. задвижка пожаротушения **2Т - №667/2** | **123 Н** |
| **4.** | Эл. задвижка пожарного гидранта **2Т** | **423 Н** |
| **5.** | Эл. задвижка пожаротушения **3Т - №667/3** | **133 Н** |
| **6.** | Эл. задвижка пожарного гидранта **3Т** | **443 Н** |
| **7.** | Эл. задвижка пожаротушения **4Т - №667/4** | **143 Н** |
| **8.** | Эл. задвижка пожарного гидранта **4Т** | **463 Н** |
| **9.** | Эл. задвижка пожаротушения **5Т - №667/5** | **153 Н** |
| **10.** | Эл. задвижка пожарного гидранта **5Т** | **483 Н** |
| **11.** | Эл. задвижка пожаротушения **6Т - №667/6** | **163 Н** |
| **12.** | Эл. задвижка пожарного гидранта **6Т** | **562 Н** |
| **13.** | Эл. задвижка пожаротушения **7Т - №667/7** | **ЗСА** |
| **14.** | Эл. задвижка пожаротушения **8Т - №667/8** | **ЗСА** |
| **15.** | Эл. задвижка пожарного гидранта **7Т-8Т** | **ЗСА** |

**Пожаротушение автотрансформаторов**

Тушение автотрансформаторов **1АТ**, **2АТ** производится водой через оросители **ОПД**. Вода в установку пожаротушения подаётся из кольцевого трубопровода на **ОРУ-500 *кВ***.

Установка пожаротушения состоит из общей задвижки с ручным приводом, которая нормально открыта, и **4-х** задвижек эл. привода, одна из которых является общей, а остальные установлены на разветвлениях трубопроводах к фазам **"А"**, **"В"**, **"С".** Общая электрическая задвижка открывается автоматически совместно с электрической задвижкой той фазы, на которой возник пожар.

Импульс на открытие электрических задвижек и включение насосов пожаротушения проходит от газовой защиты от **1РП** после снятия напряжения с автотрансформатора. Не следует производить включение одновременно установок пожаротушения соседних фаз, это приводит к резкому снижению давления в пожарном трубопроводе и неэффективности стационарной системы.

При отказе стационарной установки тушения пожара производится ручными стволами. Обеспечение пожарных машин водой осуществляется из пожарных гидрантов, расположенных вокруг территории **ОРУ-500 *кВ***. Разлитое масло с водой из приёмников через гравийную засыпку поступает в дренажную систему и далее в ёмкости аварийного слива масла.

Электрические задвижки пожаротушения и шкафы управления ими расположены в дозаторных помещениях с левой и правой стороны от компрессорной **ОРУ**. Каждая задвижка имеет местное управление.

Номера задвижек пожаротушения автотрансформаторов **1АТ**, **2АТ**.

-Общая электрическая задвижка пожаротушения:

1АТ - № **675/1**

2АТ - № **675/2**

-Индивидуальные (фазы А, В, С) - № **671, 672, 673**

Сборка их питания - **632 Н**