

В соответствии с приведенной методикой были рассчитаны веса трубчатых и стержневых нагревателей и напряжения установки. Результаты расчетов и рекомендации по применению различных типов нагревателей приведены на рис. 2.

Л и т е р а т у р а

1. Фонарев З.И., Шван А.Г. Комплексный электроподогрев вязких нефтепродуктов на распределительных нефтебазах. — "Транспорт и хранение нефтепродуктов и углеводородного сырья", 1971, № 5.

А.М. Степанов, Л.В. Прокопенко

ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕПЛОВЫХ ПОТОКОВ В ОБМОТКАХ ТРАНСФОРМАТОРОВ ИЗ АЛЮМИНИЕВОЙ ФОЛЬГИ

Объектом исследования была обмотка из алюминиевой фольги трехфазного трансформатора с параметрами $S = 40$ кВА; $U_1 = 10$ кВ; $U_2 = 0,4$ кВ. Нагрев обмотки трансформатора зависит от потерь и эффективности отвода тепла. В опытах создавались условия охлаждения обмотки, близкие к существующим в трансформаторах.

Были проведены следующие опыты: 1) нагрев обмотки до установившегося режима без естественной циркуляции воздуха в ухудшенных условиях охлаждения; 2) нагрев обмотки до установившегося режима с естественной циркуляцией воздуха; 3) нагрев обмотки до установившегося режима в масляной ванне.

В первом и третьем опытах обеспечивался продолжительный номинальный режим работы. Во втором опыте для ускорения нагрева в начале испытания в течение 1 ч был установлен повышенный ток. После этого обмотка находилась в том же продолжительном режиме, как и в первом опыте. Опыты проводились до практически установившейся температуры. При этом за установившуюся температуру принималась температура, изменение которой не превышало 1°C в течение 1 ч испытания, при неизменной нагрузке и температуре охлаждающей среды. При проведении опытов изменение температуры регистрировалось

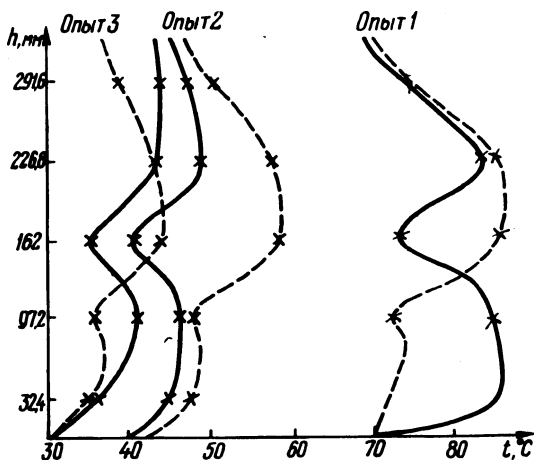


Рис. 1. Распределение температуры по высоте обмотки из алюминиевой фольги.

через каждые 30 мин. По полученным результатам построены кривые изменения температуры во времени до установившегося режима и распределения температуры в этом режиме по высоте обмотки.

По показаниям внутренних термопар можно заметить, что с улучшением условий охлаждения обмотки область наибольших температур сдвигается вверх относительно основания обмотки.

Для внутренних термопар характерно наличие так называемой седловины (рис. 1). Участок кривой до седловины — область ламинарного течения, а участок за седловиной — область турбулентного течения. В переходной зоне происходит срыв ламинарного течения, всегда существующего внизу; струи воздуха (в третьем опыте — масла), текущие на более низких уровнях по параллельным путям, обрываются, со стороны имеется приток свежего воздуха (масла), температура в этом месте уменьшается и дальше по пути движения воздуха (масла) уже не восстанавливается упорядоченное течение параллельных струй [1].

Кривые изменения температуры обмотки во времени показаны на рис. 2. Установившийся режим обмотки (второй опыт) по показаниям внешних и внутренних термопар наступил при ее охлаждении. Первый участок кривых 1,2 характеризуется интенсивным нагреванием обмотки при токе нагрузки $I = 51$ А. По

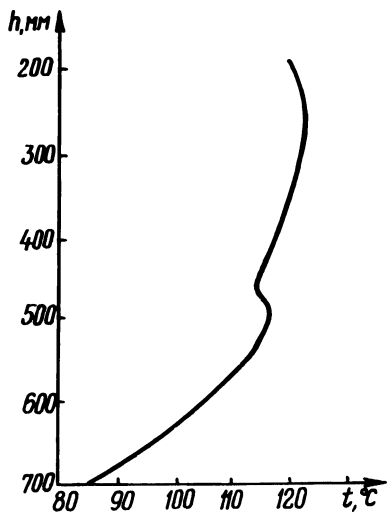


Рис. 2. Зависимость t от T .

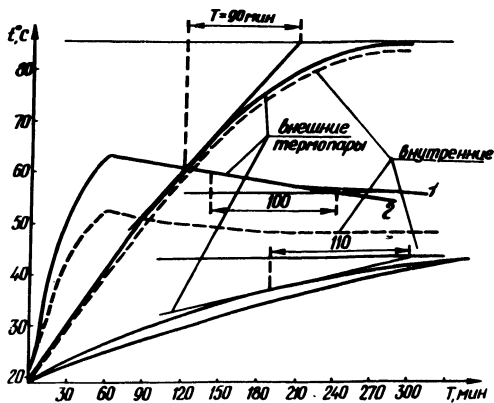


Рис. 3. Распределение температуры по высоте в обмотке из алюминиевого и медного проводов.

истечении 1 ч ток был уменьшен и второй участок кривых 1, 2 получен при токе в обмотке $I = 41$ А. Пологий характер второго участка кривых объясняется небольшим превышением максимальной температуры, полученной при нагревании обмотки током $I = 51$ А в течение 1 ч, над температурой установившегося режима. Различие в конечных температурах установившегося режима для внешних и внутренних термопар обуславливается конструктивными особенностями охлаждения.

При сравнении кривых распределения температур по высоте обмотки из алюминиевой фольги (рис. 1) с кривой (рис. 3) для обмоток из алюминиевого и медного проводов, видно, что перепад температур (разница между максимальной и минимальной температурой) значительно меньше (при масляном охлаждении обмотки из алюминиевой фольги, третий опыт $t_{\max} - t_{\min} = 15^{\circ}\text{C}$, для обмотки из провода круглого сечения (рис. 3) $t_{\max} - t_{\min} = 40^{\circ}\text{C}$). Перепад температур уменьшается с улучшением условий охлаждения. Испытания подтвердили предположение о равномерном характере распределения температуры в обмотке из алюминиевой фольги.

Л и т е р а т у р а

1. Готтер Г. Нагревание и охлаждение электрических машин. М., 1961.