

Следует отметить следующие закономерности результатов расчёта. Увеличение числа проводников $U_{\text{пн}}$ в пазу статора с 32 до 36 приводит к снижению кратности пускового тока $I_{\text{пн}}$ с 7 до 5,4 о.е., пускового момента $M_{\text{пн}}$ с 1 до 0,75 о.е. и коэффициента полезного действия η с 0,942 до 0,94 о.е.. При этих же условиях увеличивается масса меди обмотки статора $G_{\text{м1}}$ с 73 до 85 кг, незначительно возрастает коэффициент мощности $\cos\phi$ с 0,86 до 0,88 причём, чем больше диаметр расточки статора D_1 , тем больше коэффициент мощности. В большей степени при принятых ограничениях, функции цели удовлетворяет вариант расчёта при варьируемых переменных: $D_1 = 0,38$ м, $U_{\text{пн}} = 32$ проводника, размеры прямоугольного провода $b_{\text{м1}} = 3,55$ мм и $a_{\text{м1}} = 1,5$ мм, ширина стержня короткозамкнутой обмотки ротора $b_{\text{с2}} = 6,5$ мм. Оптимально спроектированный двигатель обладает следующими характеристиками: КПД $\eta = 0,942$, коэффициент мощности $\cos\phi = 0,867$, кратность пускового момента $M_{\text{пн}} = 0,83$, кратность пускового тока $I_{\text{пн}} = 6,5$.

Заключение. Для проектируемого высоковольтного взрывозащищённого асинхронного двигателя разработан алгоритм и программа оптимизационных расчётов. При заданных ограничениях спроектирован высоковольтный асинхронный двигатель, удовлетворяющий функции цели – максимуму КПД (0,942 о.е.) и минимуму массы меди обмотки статора ($G_{\text{м1}} = 73,6$ кг).

ЛИТЕРАТУРА

1. Баклин В.С., Пушкарёв И.И. Алгоритм оптимизационных расчётов высоковольтных асинхронных двигателей // Известия Томского политехнического университета. – 2011. – Т. 318. – № 4. – С. 132–136.
2. Копылов И.П., Клоков Б.К., Морозкин В.П. и др. Проектирование электрических машин. – М.: Высшая школа, 2005. – 767 с.
3. Гурин Я.С., Кузнецов Б.И. Проектирование серий электрических машин. – М.: Энергия, 1978. – 480 с.

ПЕРСПЕКТИВНАЯ КОНСТРУКЦИЯ МОНТАЖНОГО ПРОВОДА

Болгова В.А.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск

Надежность и работоспособность электрооборудования и систем энергообеспечения во многом определяется надежностью электрической изоляции. Например, проблемы с изоляцией обмоток статоров высоковольтных электрических машин, наряду с механическими проблемами опорных подшипников и дефектами монтажа, во многом определяют надежность и безаварийность работы крупных генераторов и электродвигателей. Значительное количество отказов электрооборудования происходит из-за скрытых дефектов и ослаблений изоляции. Это возникает, в большинстве случаев, вследствие критического превышения температуры. Появление перегревов носит случайный характер, их причинами могут быть электрические нагрузки, открытые источники тепла или огня. Опасность перегревов для изоляции заключается в необратимом тепловом старении, ускоряющем процессы деструкции структуры полимерной изоляции, что в свою очередь приводит к ухудшению электрических и механических свойств, снижению срока службы.

В связи с этим разработка нового технического решения обеспечивающего простой и наглядный метод контроля критического превышения температуры электрической изоляции является особенно актуальной, соответствует целевым государственным программам в области обеспечения безопасности и повышения энергоэффективности. Цветовые термоиндикаторы являются одним из перспективных средств не только регистрации, но и измерения температуры. К ним относятся вещества, обладающие способностью резко изменять свой цвет при определенной температуре, называемой критической или температурой перехода. Термоиндикаторы нашли широкое применение для исследования температурных режимов электро-, радио- и электронного оборудования, индикации нагрева режущего инструмента, исследования поверхностных температурных полей летательных аппаратов, вследствие простоты, рентабельности и широты возможностей при измерении температуры. Используя этот метод для контроля состояния изоляции можно визуально контролировать наличие критического нагрева. Это позволит своевременно выявить и заменить кабель, провод или любой элемент с ослабленной изоляцией. Как следствие, предотвращается аварийная ситуация и отказ всего оборудования.

Температурный диапазон и разнообразие современных термоиндикаторов делает их перспективными для осуществления контроля предаварийного состояния электрической изоляции. Наиболее важно обеспечить указанные свойства для силовых кабелей, монтаж и эксплуатация которых осуществляется путем открытой прокладки, расположенных в пределах легкого доступа (размещенных в распределительном щите, шкафах управления, и т.д.), а также для обмоток высоковольтных двигателей, так как для них периодически проводится диагностика состояния изоляции. Термоиндикаторы могут добавляться в качестве красителей в поверхностный слой изоляции на стадии изготовления кабелей или наноситься в виде краски на поверхность изоляции готовых высоковольтных обмоток. Выбор термоиндикаторного материала должен осуществляться в зависимости от температуры технологической обработки изоляционного материала, соответствия пороговой температуры термоиндикатора контролируемой предельной температуре изоляции, а также применимостью для конкретного типа изоляционного материала.

Практическая возможность реализации данного подхода показана в разработанной авторами конструкции кабеля, содержащего поверхностный слой полимерной изоляции с добавлением специальных термоиндикаторных добавок, изменяющих свой цвет при определенной температуре. При этом обеспечивается изменение цвета кабельного изделия при недопустимом перегреве и в то же время не ухудшаются механические и электрические свойства изоляции.

Разработанная конструкция способствует повышению надежности и энергообеспечения благодаря быстрому и точному определению перегрева изоляции и последующей замене кабельного изделия во избежание аварийного отключения или отказа электрооборудования. Таким образом, визуализация критического нагрева даст возможность избежать экономических потерь от остановки и вынужденного простоя электрооборудования и устранения его последствий. К тому же наличие подобных перегревов может свидетельствовать о неисправностях в электрической цепи. В этом случае важно выяснить причину появления перегрева и устранить ее.

Таким образом, контроль теплового состояния электрической изоляции силовых кабелей, обмоток электрических двигателей с использованием термоиндикаторов является инновационным техническим предложением в плане обеспечения безопасности, повышения энергоэффективности и надежности электроизоляционных систем и электрооборудования.