

7. ГОСТ 27473-87 (МЭК 112-79) Материалы электроизоляционные твердые: Метод определения сравнительного и контрольного индексов трекинговости во влажной среде.

Научный руководитель: к.т.н. А.В. Мытников, доцент ОЭЭ ИШЭ ТПУ.

ОЦЕНКА ВРЕМЕНИ ДО ПРОБОЯ СТЕКЛОВОЛОКНИСТОЙ ИЗОЛЯЦИИ ОБМОТОЧНЫХ ПРОВОДОВ ПРИ ДЕЙСТВИИ МОДУЛИРОВАННОГО НАПРЯЖЕНИЯ

С.В. Колесников, П.А. Петренко, Ю.С. Талдыкина
Томский политехнический университет
ИШЭ, ОЭЭ, группа 5АМ18

Высокая нагревостойкость и надежность в эксплуатации проводов со стекловолоконистой изоляцией подтверждает их применение при создании обмоток электрических машин, которые могут использоваться в тяжелых условиях (тяговые, крановые, шахтные, металлургические, а также сухие трансформаторы). Межвитковая изоляция таких обмоток является важным элементом, главным образом, обеспечивающим необходимую надежность всей электрической машины.

В последнее время широкое распространение получил частотный метод управления электроприводами переменного тока. Его работа основана на коммутации полупроводниковых ключей по закону широтно-импульсной модуляции (ШИМ). Этот метод позволяет плавно и точно регулировать скорость вращения асинхронного электродвигателя (АД). Опыт эксплуатации также показывает негативные моменты, которые могут быть вызваны применением частотного регулирования. Используемые полупроводниковые ключи в регулируемых электроприводах имеют высокую скорость коммутации (порядка десятков микросекунд). Как правило, на обмотку статора подаются импульсы прямоугольной формы, которые вызывают протекание волновых процессов в обмотке и питающем кабеле. Такие процессы сопровождаются импульсными перенапряжениями в изоляции статора, что может плохо сказываться на изоляцию обмотки [2], в первую очередь межвитковую. Эти процессы приводят к возникновению коронных разрядов в обмотке, что приводит к ускорению процессов электротермического старения и выводу изоляции из строя. В сегодняшние дни в современной технической литературе имеется недостаток информации касательно опыта использования обмоточных проводов со стекловолоконной изоляцией в системах с частотным регулированием.

Определение способности систем межвитковой изоляции выдерживать такие нагрузки позволит дать рекомендации по применению обмоточных проводов со стекловолоконистой изоляцией в обмотках специальных электрических машин с частотным регулированием. Критерием оценки может служить среднее время до пробоя испытываемых образцов при действии электротепловых нагрузок, характерных для работы асинхронного двигателя в системах частотно-регулируемого электропривода (ЧРП). Так как изоляция из стекловолокна недостаточно эластична, то рекомендации по эмалированным проводам неприемлемы: изготовление скруток приводит к нарушению изоляционного слоя и быстрому пробоем образца [3]. В работе предложено в качестве образцов использовать попарно увязанные отрезки обмоточного провода. Были изготовлены образцы двух типов: прямые отрезки и отрезки, свернутые в форму кольца (рисунки 1).

Оценивалось среднее время до пробоя образцов обмоточных проводов в состоянии поставки и в сочетании с пропиточными составами. Режимы отверждения соответствовали нормативно-технической документации на пропиточный состав. Определение стойкости к действию модулированного напряжения проводилось по методике [2] на учебном лабораторном стенде.



Рис. 1. Общий вид макетных образцов



Рис. 2. Учебно-лабораторный стенд для испытаний на короностойкость

Макетные образцы после пропитки и термообработки помещаются в термошкаф инагреваются до температуры класса нагревостойкости. После этого подается испытательное напряжение переменного тока с амплитудой 1200 В, частоты 400 Гц с несущей частотой 5 кГц с крутизной нарастания переднего фронта 4 мкс. При испытаниях отмечается синее свечение коронного разряда по поверхности образца. Подобные условия проведения эксперимента адекватно воспроизводят уровень воздействующих нагрузок на межвитковую изоляцию при частотном управлении. Обобщенные результаты среднего времени до пробоя испытанных образцов приведены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты определения среднего времени до пробоя образцов обмоточных проводов со стекловолоконистой изоляцией

Марка провода / пропиточный состав	Тип образца	Среднее время до пробоя, минут
ПСДКТ / без пропитки	прямой	35
ПЭТВСД / без пропитки	прямой	222
ПСДКТ / без пропитки	прямой	менее 1
ПСДКТ / ЭЛПЛАСТ 180-ИД	прямой	98
ПЭТВСД / ЭЛПЛАСТ 180-ИД	прямой	1602
ПСДК / ЭЛПЛАСТ 180-ИД	кольцевой	231
ПСДК / ЭЭС-1	кольцевой	317
ПСДК / УП-5-162	кольцевой	313

Результаты позволяют отметить: наибольшей короностойкостью обладает провод марки ПЭТВСД. Только в конструкции данного провода есть слой эмали по жиле провода помимо двух слоев стекловолоконистой изоляции (с подклейкой и пропиткой каждого слоя). Наличие слоя эмалевой изоляции обеспечивает повышенную стойкость к электротепловым нагрузкам. Так же отмечено: применение пропиточных составов во всех случаях увеличивает среднее время до пробоя. Без пропитки (в состоянии поставки) провод марки ПСДКТ обладал очень малым временем до пробоя. Пленка отвержденного пропиточного состава образует изоляционный слой, препятствующий разрушению изоляции. Испытания как на прямых образцах, так в форме кольца позволяют оценить способность обмоточных проводов со стекловолоконистой изоляцией выдерживать действие модулированного напряжения.

ЛИТЕРАТУРА:

1. А.А. Степанов, Д.П. Петров, ЗАО «Москабель-Электростроитель». Обмоточные провода для трансформаторов. Современные требования к качеству проводов. Энерго INFO, №2, 2010.– С.60-65.
2. Применение эмалированных проводов в обмотках асинхронных двигателей с частотным управлением / А.А. Коробцов, А.П. Леонов, Ю.П. Похолков, Е.Ю. Солдатенко, И.А. Кочетков// Кабели и провода. – 2013. - № 3. С. 16-18.
3. Устройство для определения стойкости стекловолоконистой или пленочной изоляции обмоточных проводов к коронным разрядам // Патент РФ №2723227 опубл. 9.06.2020.

Научный руководитель: к.т.н. А. П. Леонов, доцент ОЭЭ ИШЭ ТПУ.