

УДК 621.315.3 37.4

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА КОНТРОЛЯ КОРОНОСТОЙКОСТИ ЭМАЛИРОВАННЫХ ПРОВОДОВ

Д.В. Вторушин
D.V. Vtorushin

Национальный исследовательский Томский политехнический университет
E-mail: stariy2777@mail.ru

В последние годы резко снизился срок службы изоляции обмоток, а также изоляции питающих кабелей. Это обуславливается использование системы частотного управления на базе широтно-импульсной модуляции (ШИМ) сопровождается существенным недостатком – негативным влиянием на электрическую изоляцию. Вследствие этого возникает актуальная проблема: обеспечение надежности и средствах испытаний изоляции электрической изоляции при действии эксплуатационных нагрузок в системе частотно-регулируемого привода (ЧРП). В связи с особенностями конструкции, применяемых материалов можно выделить два аспекта в данной проблеме: надежность изоляции обмотки (в первую очередь межвитковой изоляции – как самого слабого элемента обмотки) и надежность изоляции силовых кабелей.

На данный момент имеется ряд методов, нормированных различными ГОСТ, техническими условиями, позволяющих оценить уровень основных электрических и механических свойств эмалевой изоляции обмоточных проводов, но не учитываются особенности работы обмоток при частотном управлении. Установлено: применение широтно-импульсной модуляции резко ужесточает уровень электрических нагрузок (величины перенапряжений действуют с частотой до 10-4 с и могут в 10 раз превышать значение питающего напряжения), вызывая в обмотке появление коронных разрядов [1, 2]. В результате происходит быстрое старение изоляции, что сказывается на снижении надежности и срока службы электрической машины. [3]

Существуют работы по проведению комплексных исследований электрических и механических свойств ряда широко применяющихся марок обмоточных проводов существующими стандартными методами. Механические свойства оценивались по испытаниям на истирание иглой, процарапыванием с постоянно увеличивающейся нагрузкой, а также путем определения дефектности изоляции провода в состоянии поставки и после навивания на металлический стержень. Так же было определено пробивное напряжение эмалевой изоляции в состоянии поставки и после навивания на металлический стержень, равный двойному диаметру провода. Полученные результаты свидетельствуют об удовлетворительном качестве всех испытываемых образцов. [4]

В современной отечественной практике недостаточно рекомендаций по определению стойкости эмалированных проводов к коронным разрядам, что и определило применение оригинальных методик для исследования данного вопроса. За основу идеи было взято - помещение образца в среду действия коронных (поверхностных) разрядов, образующихся под действием электрического поля высокой напряженности. Испытания одной партии проводились в системах электродов «провод-дробь» и «провод-пластина» (испытательное напряжение от 4 до 5 кВ промышленной частоты при комнатной температуре); другой – воздействием высокочастотного модулированного сигнала при температуре класса нагревостойкости. В первом случае образцом служил одиночный отрезок провода, во втором – стандартная скрутка. Критерий короностойкости - среднее время до пробоя партии образцов (не менее 10).

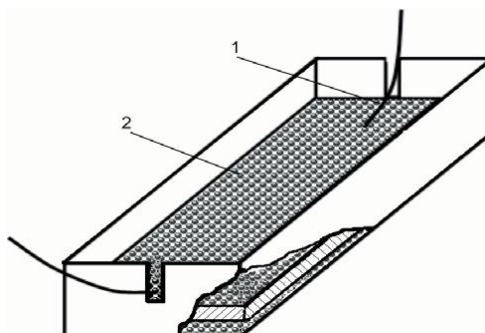


Рис.1. Схема для проведения испытаний на короностойкость:
1 – ванна; 2 – стальная дробь; 3 – образец провода; 4 – металлический электрод

По полученным результатам можно сделать следующие выводы:

1. Почти все приведенные образцы эмалированных проводов, предназначенных для использования в обмотках частотно-регулируемого привода, прошли стандартные испытания на уровень электрических и механических свойств. Так же их необходимо испытывать на стойкость к действию коронных разрядов. В то же время это не гарантирует необходимую стойкость эмалированной изоляции к ужесточенным электрическим нагрузкам, обусловленным особенностями действия ШИМ. Обязательным условием обеспечения необходимого уровня надежности является использование короностойких обмоточных проводов (например провод ПЭТД2-К-180).

2. Определение способности эмали провода длительно эксплуатироваться в условиях частотного управления возможно после испытаний высокочастотными электрическими импульсами. В этом случае на образец воздействует комплекс нагрузок, соответствующий условиям эксплуатации: температура, электрические перенапряжения, коронные разряды. Испытания в системах «электродов провод-дробь», «провод-пластина», как более простые, позволяют сделать лишь предварительную оценку стойкости эмалированной изоляции к действию высокого напряжения.

3. Существует необходимость в разработке нормативной базы для определения короностойкости эмалированных обмоточных проводов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Fenger, M., Campbell, S.R., Pedersen, J. Motor winding problems caused by inverter drives // Industry Applications Magazine, IEEE, July-Aug. 2003, pages (22- 31).
2. Коробцов А.А., Леонов А.П., Похолков Ю.П., Солдатенко Е.Ю., Кочетков И.А. «Применение эмалированных проводов в обмотках асинхронных двигателей с частотным управлением» // Кабели и провода, 2013. – № 3 (340).
3. N. Lahoud, J. Faucher, D. Malec, P. Maussion. Electrical Aging of the Insulation of Low Voltage Machines: Model definition and test with the Design of Experiments // IEEE TRANSACTIONS ON INDUSTRIAL ELECTRONICS, VOL. 60, NO. 9, SEPTEMBER 2013

Сведения об авторах:

Вторушин Д.В.: студент кафедры Информационно-измерительной техники Томского политехнического университета.