

ЛИТЕРАТУРА

1. Дмитриевский В.С. Расчет и конструирование электрической изоляции. – М.: Энергоиздат, 1981. -392 с.
2. Меркулов В.И., Арефьев К.П., Леонов А.П., Определение параметров уравнения кривой жизни на основе термофлуктуационной теории [Электронный ресурс]. <http://www.lib.tpu.ru/fulltext/c/2015/C49/090.pdf>

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАЛЕЧИВАНИЯ ПРОПИТКОЙ СКВОЗНЫХ ДЕФЕКТОВ В МЕЖВИТКОВОЙ

Выгузов Д. О., Кодочигов А. В., Супуева А. С.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск

Известно: критерием отказа низковольтных обмоток является наличие сквозного повреждения в изоляции - дефекта. При этом особенно опасны дефекты в эмалевой изоляции, т.к. их наличие существенно влияет на надежность межвитковой изоляции. Подобные повреждения существуют в обмоточных проводах в состоянии поставки, возникают в процессе изготовления обмоток (проколы, порезы, сдиры и т.п.) и могут образовываться в процессе старения изоляции при эксплуатации (трещины, отслаивания и т.п.). Соответственно, вероятность отказа будет тем выше, чем больше число повреждений. Т.к. окончательное формирование электроизоляционных свойств изоляции обмоток происходит после пропитки и отверждения пропиточного состава, важно обеспечить полное скрытие таких сквозных дефектов пропиточным составом.

Изучение скрытия дефектов при пропитке выявило: «залечиваемость» сквозных повреждений зависит от их вида (точечные, кольцевые, протяженные) и типа их расположения в реальной обмотке [1]. Наиболее опасными считаются те повреждения, которые лежат на смежных, плотно касающихся витках обмотки. В этом случае вероятно возникновение короткого замыкания, связанного с действием искровых разрядов во время коммутаций.

Внедрение частотно-регулируемых электроприводов (ЧРП), построенных на базе широтно-импульсной модуляции (ШИМ) существенно изменило характер старения межвитковой изоляции низковольтной обмотки. Традиционно было принято считать: основным фактором, вызывающим ухудшение свойств низковольтной изоляции, является действие температуры. Повышение уровня электрических перенапряжений в обмотке, обусловленное действием ШИМ, привело к преобладанию электротеплового характера старения изоляции. В связи с этим интересно оценить - насколько эффективно будет «залечивание» сквозных повреждений в межвитковой изоляции при пропитке в новых условиях эксплуатации?

Испытания проводились на образцах, представляющих стандартные скрутки из короностойкого провода ПЭТД 2К-180. Испытывались образцы в следующих состояниях: бездефектные скрутки; с искусственно нанесенным дефектом на одном витке и с дефектами на соседних витках. Были нанесены дефекты 2 типов: в виде кольцевых порезов эмалевой изоляции до жилы провода и протяженные (удаление изоляции на протяжении 1 мм). В случае дефектов на обоих витках расстояние между ними составляло 0, 10 и 20мм. Скрутки пропитывались короностойким лаком КО-916К методом погружения (общий вид образцов показан на рис.1). Образцы были испытаны на высокочастотном лабораторном стенде, имитирующем электрические нагрузки от ШИМ. Результаты определения среднего времени до пробоя приведены на рисунке 2.

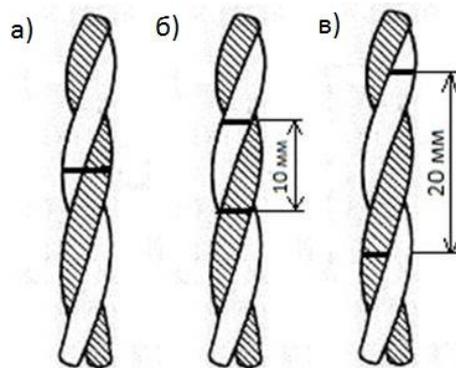


Рис. 1. Общий вид скруток обмоточного провода с кольцевыми дефектами на обоих витках (а – дефекты напротив друг друга, б – расстояние между дефектами 10мм, в – расстояние между дефектами 20мм)

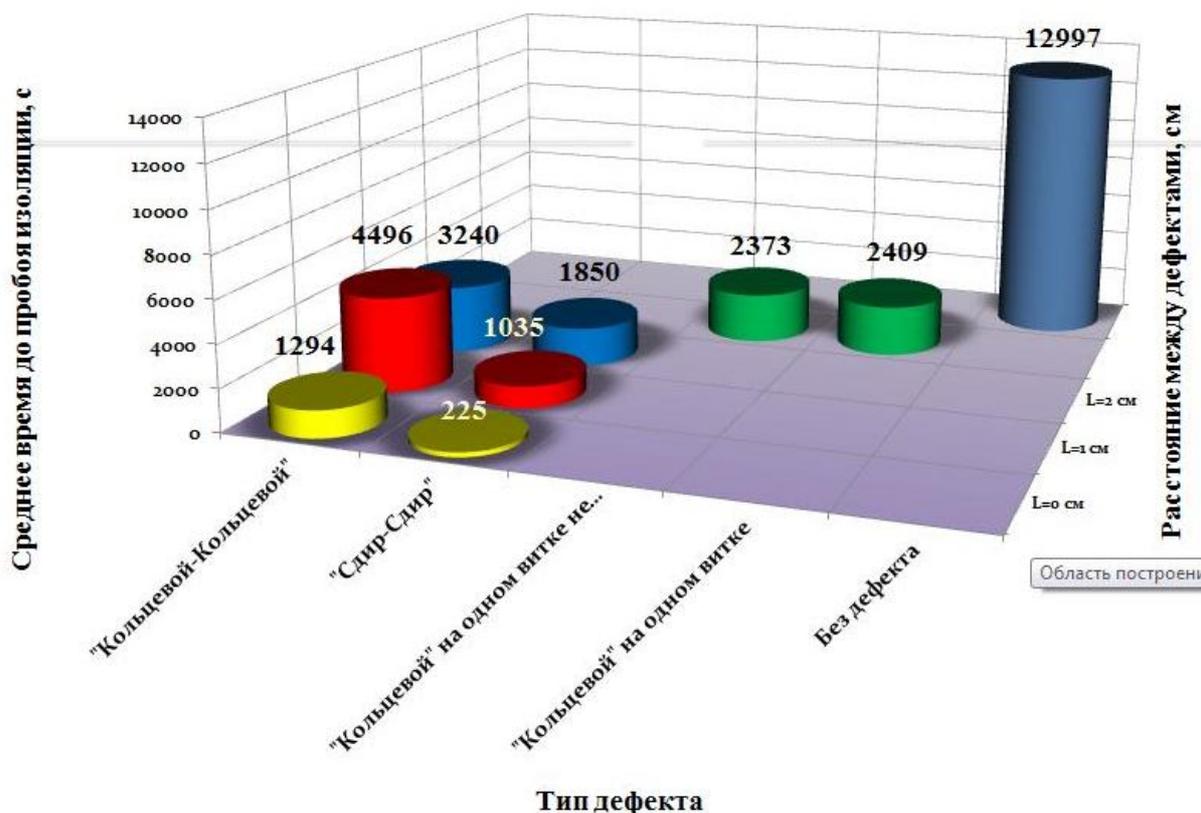


Рис. 2. Результаты определения среднего времени до пробоя образцов.

Полученные результаты позволяют сделать следующие выводы:

1) Наличие сквозных дефектов в эмалевой изоляции, даже на одном витке, ведет к резкому снижению среднего времени до пробоя:

Традиционно считалось: отказы изоляции низковольтных обмоток электрооборудования, как правило, возможны только при существовании сквозных повреждений. Наиболее опасными являются совпадающие повреждения, лежащие на смежных плотно касающихся витках.

Наличие дефекта на одном витке повреждения не приводит к резкому снижению пробивного напряжения, так как на соседнем витке изоляция остаётся неповрежденной. Пробивное напряжение снизится до уровня пробивного напряжения воздуха лишь при сквозном повреждении двух слоев изоляции близком совпадении дефектов на соседних

витках. Тем самым, если дефект был на одном витке в межвитковой изоляции, это не влияло на преждевременный отказ изоляции.

При эксплуатации двигателя в составе ЧРП стал преобладать электротепловой характер старения под действием перенапряжений, вызванных работой ШИМ. В связи с этим, в местах сквозных дефектов между соседними витками стало возможно возникновение коронных разрядов, приводящих к ускоренному разрушению неповрежденной эмалевой изоляции на втором витке. Как показали результаты пробой происходит в месте дефекта практически на всех образцах.

2) При действии эксплуатационных нагрузок, характерных для ШИМ, пропитка не обеспечивает эффективного скрывания сквозных дефектов. Практически во всех случаях среднее время до пробоя бездефектных образцов в несколько раз больше, по сравнению с образцами на которые нанесен хотя бы один дефект (не смотря на двукратную пропитку образцов короностойким пропиточным лаком). Эти результаты характерны для всех типов дефектов для любых расстояний, в том числе и для образцов с дефектом на одном витке.

3) Отказ элемента витковой изоляции низковольтной обмотки ЧРП возможен на расстоянии между дефектами, превышающим предельное для обычных условий эксплуатации (без применения частотного управления).

Как известно, величина пробивного напряжения для низковольтной однослойной изоляции подчиняется нормальному закону распределения. При наличии сквозных дефектов происходит пробой воздушного промежутка, напряжение пробоя которого также подчиняется нормальному закону.

Как показывает опыт, с учетом конструктивных параметров обмотки, величин рабочих напряжений и перенапряжений, максимальная величина подобного промежутка для низковольтных обмоток двигателей общепромышленного применения, как правило, не превышает нескольких миллиметров.

Результаты испытаний на макетных образцах показали: перекрытие между дефектами возможно при расстоянии в несколько раз превышающее максимально возможное. Коронные разряды вызывают перекрытия по всему проводу, что способствует образованию короткого замыкания между соседними витками даже при значительной удаленности дефектов друг от друга. При обычных условиях это вряд ли возможно, т.к. величины прикладываемых напряжений и перенапряжений не достигнут необходимой величины.

Результаты работы являются отправной точкой для более детального изучения проблемы.

ВЛИЯНИЯ КВАНТОВАНИЯ МОДУЛЕЙ ПЛК НА СИСТЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ

Белецкий Е. А., Широков А. М., Сухорукова И. Г.

Белорусский государственный технологический университет, Республика Беларусь,
г. Минск

Наличие автоматизации технологических процессов стало обязательным условием в современных экономических условиях. Период экстенсивного пути повышения уровня автоматизации за счет установки измерительных приборов с необходимой точностью и настройкой локальных контуров практически завершился. Получение конкурентных преимуществ требует применения более сложных алгоритмов, адаптации локальных