

ВЛИЯНИЕ СОСТОЯНИЯ МЕЖВИТКОВОЙ ИЗОЛЯЦИИ НА РАБОТУ ДВИГАТЕЛЕЙ НА ПРЕДПРИЯТИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Е. О. Мартко

Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, г. Барнаул

В настоящее время двигатели переменного тока крупнейшие потребители электрической энергии, которые согласно исследованиям, потребляют свыше 80 % всей вырабатываемой в стране электроэнергии. В процессе эксплуатации по различным причинам могут возникать повреждения элементов двигателя, вследствие чего возможен его преждевременный выход из строя.

Исходя из многочисленных данных полученных в ходе исследований характера повреждений двигателей переменного тока были получены следующие статистические данные повреждений [1-3]:

- элементов подшипников – 40 %;
- элементов статора – 38 %;
- элементов ротора – 10 %;
- другие повреждения – 12 %.

Выход из строя электродвигателя (ЭД) наносит большой ущерб сельскохозяйственным предприятиям, специфика которых связана с процессом жизнеобеспечения скота, а следовательно срыв технологических операций из-за отказа ЭД приводит к его заболеваниям и снижению продуктивности. Также в связи с выходом из строя ЭД происходит простой технологического оборудования и (или) порча продукции, данный ущерб является основным. Помимо основного ущерба предприятию возможно возникновение дополнительных убытков – снижение электро- и пожаробезопасности, связанное с возможными короткими замыканиями которые могут присутствовать в обмотке статора или ротора поврежденного ЭД.

На основе статистических данных по отказам ЭД, полученных из многочисленных исследований, была построена линейчатая диаграмма по технологическим процессам и отраслям сельского хозяйства [4]. На данной диаграмме показан действительный средний ресурс ЭД порядка 2,5-3,5 лет и расчетный – порядка 8 лет. Следовательно, срок службы ЭД ниже расчетного в 2,5...3,5 раза, при этом двигатель, срок службы которого превышает

математическое ожидание, может рассматриваться в состоянии повышенного отработанного ресурса.

По результатам статистики на сегодняшний день в результате повреждений изоляции и возникновения коротких замыканий в обмотке выходит из строя до 80 % ЭД. Межвитковая изоляция, которая является слабым элементом конструкции низковольтных двигателей. Ее уязвимость обусловлена входждением в механическую систему, состоящую из разнородных элементов:

- полимерные изоляционные материалы;
- медь проводников.

Деформации происходит при изменении температуры, электродинамических усилиях, вибрациях обмотки, приводящих к развитию внутренних напряжений в изоляции и, как следствие, образованию усталостных дефектов. В свою очередь вид развивающихся повреждений зависит от внешних эксплуатационных факторов и внутренних особенностей системы изоляции ЭД [4].

Оценка состояния ЭД, как объекта, сводится, главным образом, к оценке состояния наиболее важных с точки зрения надёжности его частей. Получение информации о состоянии обмотки статора ЭД, как результата диагностики, есть нечто отличное от оценки состояния электрической изоляции.

Анализ существующих способов и методов диагностики показал, что особенности дефектообразования при диагностике состояния ЭД не всегда учитываются, поскольку современные способы не обладают избирательной чувствительностью и не могут дать достоверных результатов.

В работе [4] был подробно освещен автором вопрос, касающийся методов диагностики ЭД, в частности построена схема дефектов изоляции, приведенная на рисунке 1.

При рассмотрении ЭД как системы возможно графическое представление данной системы в виде «черного ящика», представленного на рисунке 2.

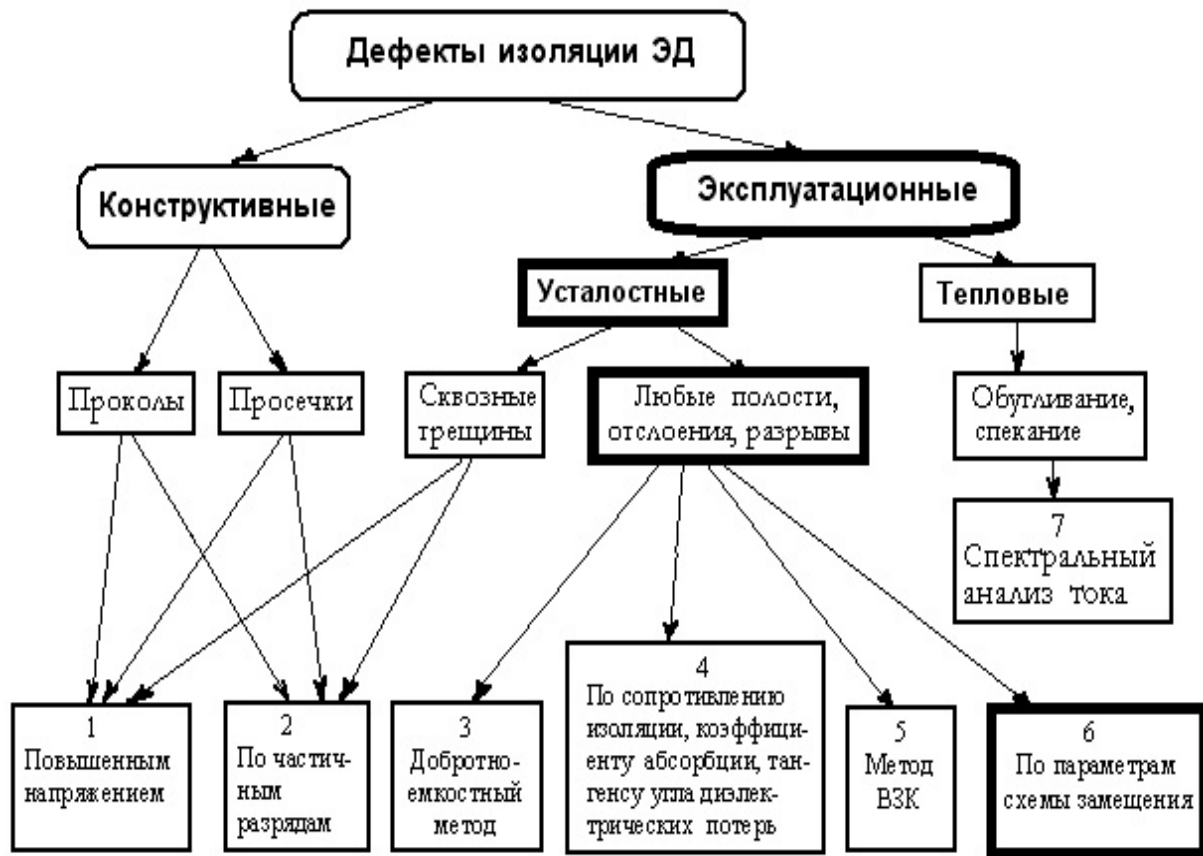


Рисунок 1 – Структурно-логическая схема дефектов изоляции и методов диагностики электродвигателей

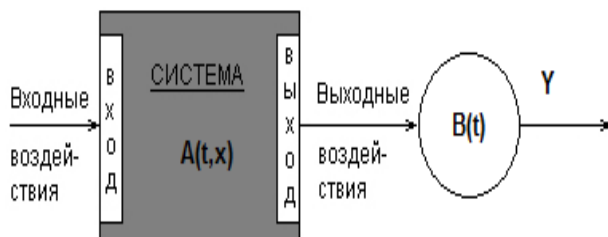


Рисунок 2 – Модель «черного ящика»

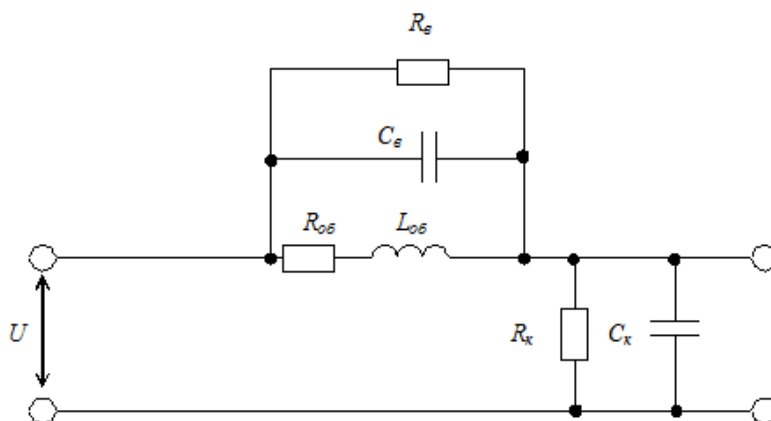
Оператор $A(t, x)$ – функция случайных параметров X , отражающих структурные изменения в диагностируемом объекте – любые полости, отслоения и разрывы. Далее выходные параметры преобразуются и получаемый сигнал состоит из различных помех и собственно ожидаемого сигнала $B(t)$, далее выделяется и принимается рандомизированное решение Y .

С информационной точки зрения задача измерения случайного параметра представляет собой абстрактную задачу преобразования сигнала $B(t)$ в диагностическое решение Y .

Для того, чтобы выбрать некоторый единый (обобщающий) показатель качества изоляции, необходимо проанализировать изменяющиеся параметры электроизоляционной системы обмоток статора. На рисунке 3 представлена схема замещения обмотки ЭД [5].

В данной схеме замещения $R_{об}$ и $L_{об}$ являются неизменяемыми. Они зависят от конструктивных особенностей и на протяжении всего жизненного цикла не могут быть изменены без проведения капитального ремонта. Параметры электроизоляционной системы R_s , C_s , R_k и C_k изменяются на протяжении жизненного цикла, о чём свидетельствует анализ ряда работ.

ВЛИЯНИЕ СОСТОЯНИЯ МЕЖВИТКОВОЙ ИЗОЛЯЦИИ НА РАБОТУ ДВИГАТЕЛЕЙ НА ПРЕДПРИЯТИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА



R_ϵ – межвитковое сопротивление;
 C_ϵ – межвитковая ёмкость;
 $R_{об}$ – активное сопротивление обмотки;
 $L_{об}$ – индуктивность обмотки;
 $R_к$ – сопротивление изоляции обмотки относительно корпуса;
 $C_к$ – ёмкость изоляции обмотки относительно корпуса

Рисунок 3 – Схема замещения обмотки электродвигателя

Соответственно, на $R_к$, R_ϵ (как следствие), влияние оказывают все входные факторы, начиная от климатических и заканчивая электрическими, влияющие на выходные параметры ЭД. Методы расчета выходных параметров могут разрабатываться безотносительно к внешним воздействиям [6], но взаимосвязь внешних воздействий на компоненты системы должна быть установлена заранее, когда еще не известны конкретные конструктивные решения электроустановки.

Основная идея предложенного метода состоит в представлении временного ряда в виде последовательности векторов достаточно большой размерности с дальнейшим анализом линейной структуры их совокупности как реализации многомерной случайной величины с помощью метода главных компонент (ГК) [6].

Данный метод подробно рассмотрен в работе [6] и может быть использован для моделирования и прогнозирования электропотребления.

Таким образом, в работе приведены виды дефектов изоляции ЭД, схема замещения обмотки и рассмотрены ее параметры. Предложен метод АСС для моделирования и прогнозирования электропотребления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Thomson, W. T. A Review of On-Line Condition Monitoring Techniques for Three-Phase Squirrel-Cage Induction Motors -Past Present and Future. Keynote address at IEEE Symposium on Diagnostics for Electrical Machines, Power Electronics and Drives, Gijon, Spain, Sept., 1999. – p. 3-18.
2. EPRI: "Improved Motors for Utility Applications and Improved Motors for Utility Applications, Industry Assessment Study", Vol 1, EPRI EL-2678, Vol 1 1763-1, final report and EPRI EL-2678, Vol 2, 1763-1 final report October, 1982.
3. Грундулис, А. О. Защита электродвигателей в сельском хозяйстве [Текст] / А. О. Грундулис. – М. : Колос, 1982. – 140 с.
4. Пахомов, А. И. Методы и средства диагностики изоляции асинхронных двигателей сельскохозяйственного производства на основе частичных разрядов: дис. ... канд. техн. наук / А. И. Пахомов. – Краснодар, 2008. – 347 с.
5. Грибанов, А. А. Обоснование параметров технико-экономических процессов пропитки и сушки изоляции асинхронных электродвигателей, испытываемых в агропромышленном комплексе : дис.... канд. техн. наук / А. А. Грибанов. – Барнаул, 1999. – 198 с.
6. Мартко, Е. О. Сингулярный спектральный анализ как метод моделирования электрической нагрузки / Е. О. Мартко, И. В. Белицын // Ползуновский вестник. – Барнаул : Изд-во АлтГТУ, 2009. – №4. – с. 76-86.