

УДК 602.19

05.20.01 Технологии и средства механизации сельского хозяйства (технические науки)

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ИЗОЛЯЦИИ ОБМОТОК СТАТОРА ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ НАПРЯЖЕНИЕМ ВЫШЕ 1000 В

Коньс Ерканат Магзомулы
студент 2-го курса,
erkanat_1996@mail.ru

Вильданов Рауф Гибадуллоевич
д-р техн. наук, профессор

Худайгулова Гульмира Абдулхаевна
студент 4-го курса

Каримов Шынгыс Дарханулы
студент 1-го курса

Гафар Томирис Сергеевна
студент 3-го курса

Хакимов Артур Азатович
студент 4-го курса
Филиал «Уфимский государственный нефтяной технический университет» в г. Салавате, 453250, Россия, Республика Башкортостан, г. Салават, ул. Губкина, д. 22Б.

Отечественный и зарубежный опыт показывает, что внедрение средств диагностирования является одним из важнейших факторов повышения экономической эффективности использования оборудования в промышленности. Назначение диагностики – выявление и предупреждение отказов и неисправностей, поддержание эксплуатационных показателей в установленных пределах, прогнозирование состояния в целях полного использования ресурса. Сегодня как никогда проблема оценки текущего состояния электродвигателей стоит особо остро. Имея один регламентированный метод испытания электродвигателей необходимо сделать достаточно глубокий анализ нормативно технической документации для разработки или введения в работу новых современных методов испытания или диагностирования. Актуальность перехода к неразрушающим методам диагностики электродвигателей возрастает для того чтобы увеличить их срока эксплуатации. В настоящее время назрела необходимость внедрения, более щадящих методов испытания электродвигателей, поскольку нормированный метод испытания негативно влияет на состояние электродвигателей в целом и целостность конструкции. Чтобы обеспечить на предприятиях необходимый уровень надежности электрооборудования необходимо использовать современ-

UDC 602.19

05.20.01 Technologies and means of agricultural mechanization (technical sciences)

DEVELOPMENT OF METHODS OF ASSESSING THE TECHNICAL CONDITION OF THE STATOR WINDINGS OF ELECTRIC MOTORS VOLTAGES ABOVE 1000 V

Konys Yerkanat Magzomuly
student of the 2nd grade
erkanat_1996@mail.ru

Vildanov Rauf Gibadulloevich
Doctor of Technical Sciences, Professor

Khudaygulova Gulmira Abdulkhayevna
student of the 4th grade

Karimov Shyngys Darkhanula
student of the 1st grade

Gafar Tomiris Sergeevna
student of the 3rd grade

Khakimov Artur Azatovich
student of the 2nd grade
Branch of "Ufa state petroleum technological University" in the city of Salavat, 453250, Russia, Bashkortostan Republic

Both domestic and foreign experience have noted that the introduction of diagnostic tools was one of the most important factors in increasing the economic efficiency of the use of equipment in industry. The purpose of diagnostics is detection and prevention of failures and failures, maintenance of operational parameters within the specified limits, forecasting of the state for the purpose of full use of the resource. Today, more than ever, the assessment of the current state of the electric power is particularly acute. With one regulatory method of testing electric motors, it was necessary to make a sufficiently in-depth analysis of technical documentation for testing or diagnosis of new modern tests or diagnostics. The relevance of the transition to non-destructive methods of motor testing is increased in order to increase their service life. At present, there is a need to introduce more gentle methods of testing electric bodies, since the standardized test method has a negative impact on the condition of electric motors as a whole and on the integrity of the structure. In order to ensure the necessary level of reliability of electrical equipment at enterprises, it is necessary to use modern testing methods and diagnostic systems

ные методы испытаний и системы диагностики

Ключевые слова: АСИНХРОННЫЕ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛИ, ИЗОЛЯЦИЯ ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ, МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ, ИСПЫТАНИЕ

Keywords: INDUCTION MOTORS, INSULATION OF HIGH-VOLTAGE ELECTRICAL EQUIPMENT, METHODS OF DIAGNOSIS, TEST

DOI: <http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-159-006>

Методы, применяемые сегодня, разрешенные нормативно-технической документацией не могут гарантировать сохранности электродвигателей. Практика использования метода испытания повышенным напряжением, показала, что выявить дефекты можно, но лишь предпробойное состояние электродвигателей. И возможно, что испытания $2U_n$ значением номинального напряжения подтолкнут электродвигатель к предпробойному состоянию, либо вообще приведут к пробое. В связи с этим, возникает актуальная потребность более щадящего метода определения состояния электродвигателя в процессе его работы и разработка методик испытания электродвигателей. Обнаружение развивающихся дефектов на ранней стадии их возникновения предупредит внеплановую остановку электрооборудования в результате аварии.

Чтобы обеспечить на предприятиях необходимый уровень надежности электрооборудования необходимо использовать современные методы испытаний и системы диагностики.

В данной работе критически рассмотрен метод испытания электродвигателей повышенным выпрямленным напряжением и предложена методика испытания электродвигателей напряжением синусоидальной формы сверхнизкой частоты.

Регламентированные правилами технической эксплуатации электроустановок потребителя, правилами устройств электроустановок методы испытания изоляции обмоток статора электродвигателей, несомненно, являются разрушающим методом испытания, которые вызывают непоправимые деградационные изменения изоляционных свойств электродвигателей.

В работе предлагается использовать для электродвигателей испытания напряжением сверхнизкой частоты.

Это связано с тем, что скорость развития каналов пробоя в толще изоляции у напряжения синусоидальной формы сверхнизкой частоты гораздо больше скорости развития каналов пробоя у повышенного напряжения промышленной частоты.

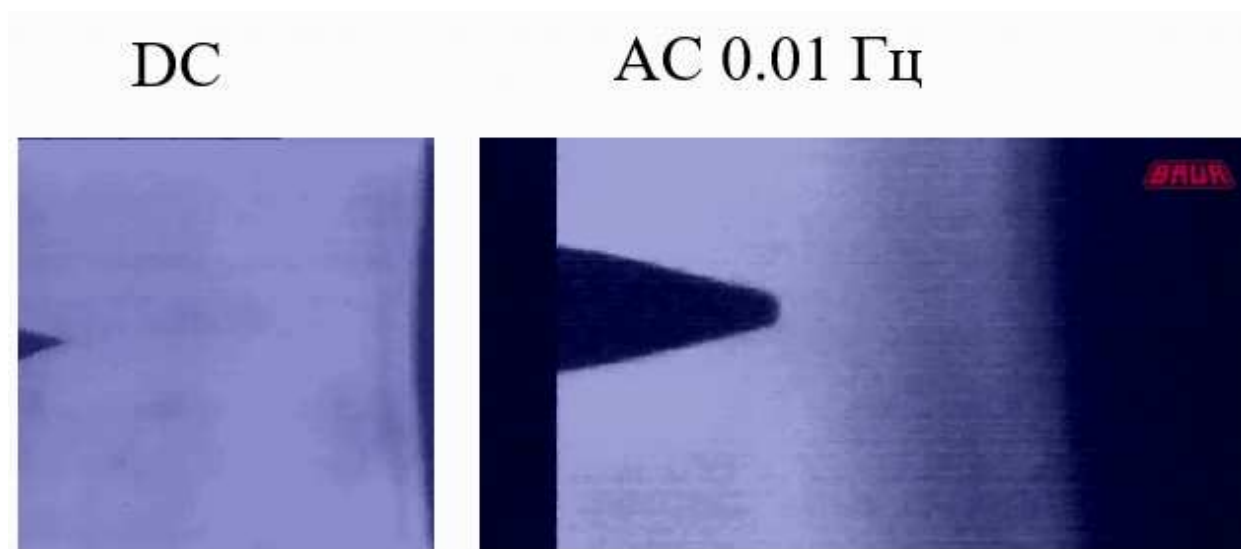


Рисунок 1 – Развитие канала пробоев

Таблица 1 - Скорость развития дефекта

Форма напряжения	Скорость развития канала пробоя
Выпрямленное напряжение	1.2 мм/ч
Напряжение переменное частотой 50 Гц	12,9 мм/ч
Напряжение переменное частотой 0,1 Гц (косинусно-прямоугольная форма сигнала)	15 мм/ч
Напряжение переменное частотой 0,01 Гц (синусоидальная форма сигнала)	15,4 мм/ч

Разработанная методика может служить дополнением к общепринятому методу, как имеющая диагностическую сущность, с точки зрения прогноза состояния электродвигателей. Так же методика может стать альтернативой при испытании электродвигателей с большим сроком эксплуатации.

Для продления срока эксплуатации электрических машин необходимо выработать соответствующие критерии на основе применения всех доступных методов испытаний и измерений. Эти методы позволяют получить ряд дополнительных, относительно, контролируемых переменных. Эти переменные потенциально наделены диагностическими ценностями, позволяющими выявлять в корпусной изоляции обмоток опасные дефекты и повреждения, влекущие за собой внезапные отказы обмоток. К числу этих переменных можно отнести такие характеристики изоляции как: сопротивление изоляции, DAR (коэффициент диэлектрической абсорбции), PI (индекс поляризации), испытание во время разряда диэлектрика (испытание тока повторного поглощения) (DD), испытание ступенчатым напряжением (SV), испытание при линейном изменении напряжения.

Целью проделанной работы было практическое изучение отмеченных выше характеристик изоляции и выявление определенных диагностических маркеров, указывающих на тот или иной вид неисправности изоляции высоковольтного электрооборудования.

Рассмотрим это подробнее на примере диагностики изоляционных свойств электродвигателей напряжением 6 кВ.

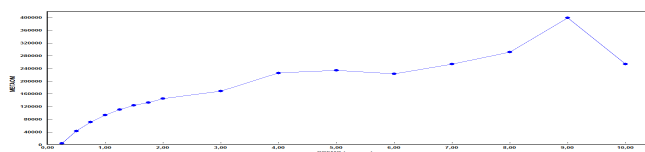


Рисунок 2 - Кривая PI для ЭД с пробоем изоляции

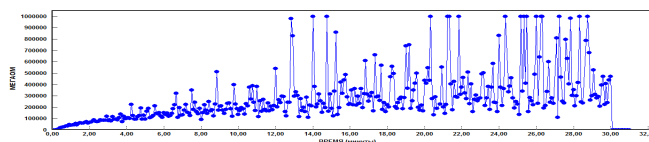


Рисунок 3 - Кривые DD для ЭД с пробоем изоляции

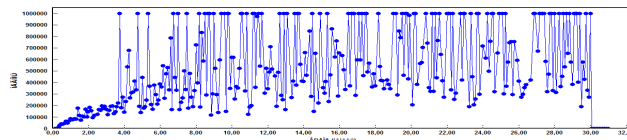


Рисунок 4 - Кривые DD для ЭД с хорошей изоляцией

Выводы. Испытание повышенным выпрямленным напряжением используется на протяжении многих лет. Это один из регламентированных методов оценки технического состояния электродвигателя. На испытуемый элемент подается выпрямленное повышенное напряжение $2U_n$. Метод зарекомендовал себя с достаточно хорошей стороны, но таким методом определяется предпробойное состояние электродвигателя, но не развивающиеся дефекты.

Соответственно, делаем вывод, что эти испытания повышенным напряжением электродвигателей, обостряет ситуацию, ухудшает их изоляционные свойства, разрушают свойства диэлектриков, а также в разы снижает срок эксплуатации самих электродвигателей.

На основании вышеуказанного можно сказать, что проблема испытания электродвигателей очень актуальна и требует неотъемлемого решения.

Для безопасной эксплуатации электрооборудования необходимо обеспечивать на хорошем уровне изоляционные свойства обмоток статора электродвигателя, искать методы и средства диагностирования и определения остаточного ресурса электродвигателей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баширов М.Г. Диагностика электрических сетей и электрооборудования промышленных предприятий: учеб. пособие для вузов с грифом УМО / М.Г. Баширов, В.Н. Шикунов. - Уфа: Изд-во УГНТУ, 2004. – 220 с
2. СТО 34.01-23.1-001-2017, Объем и нормы испытания.
3. Бернштейн Л.М. Изоляция электрических машин общепромышленного применения. 2-е изд., испр. и доп. - М.: Энергия, 1977.
4. Привалов Е.Е. Диагностика внешней изоляции электроэнергетического оборудования: учебное пособие. / Е.Е. Привалов. – Ставрополь: Изд-во ПАРАГРАФ, 2014. - 40с.
5. Вайда Д.А. Исследование повреждений изоляции / Д. А.Вайда. - М.: Энергия, 1968.- 400 с.
6. Вильданов Р.Г. Анализ отказов крупных силовых трансформаторов в системе электроснабжения и методы их диагностики / Вильданов Р.Г., Кутырев Д.Н., Вахитова А.Р. - Успехи современной науки.Т.5. №4. 2017. -С. 62-65.
7. Вильданов Р.Г. Экспериментальные исследования взаимосвязи технического состояния силового масляного трансформатора с параметрами, полученными при хроматографическом анализе состава газов в масле / Вильданов Р.Г., Кутырев Д.Н., Вахитова А.Р. - Успехи современной науки.Т.5. №4. 2017.-С. 79-83.
8. Бажанов С.А. Профилактические испытания изоляции оборудования высокого напряжения / С.А. Бажанов, В.Ф. Воскресенский. - М.: Энергия, 1977. - 288 с.

REFERENCES

1. Bashirov M.G. Diagnostika jelektricheskikh setej i jelektrooborudovanija promyshlennyh predpriyatij: ucheb. posobie dlja vuzov s grifom UMO / M.G. Bashirov, V.N. Shikunov. - Ufa: Izd-vo UGNTU, 2004. – 220 s
2. STO 34.01-23.1-001-2017, Ob#em i normy ispytaniya.
3. Bernshtejn L.M. Izoljacija jelektricheskikh mashin obshhepromyshlennogo primeneniya. 2-e izd., ispr. i dop. - M.: Jenergija, 1977.
4. Privalov E.E. Diagnostika vneshnej izoljicii jelektrojenergeticheskogo oborudovanija: uchebnoe posobie. / E.E. Privalov. – Stavropol': Izd-vo PARAGRAF, 2014. - 40s.
5. Vajda D.A. Issledovanie povrezhdenij izoljicii / D. A.Vajda. - M.: Jenergija, 1968.- 400 s.
6. Vil'danov R.G. Analiz otkazov krupnyh silovyh transformatorov v sisteme jelektrosnabzhenija i metody ih diagnostiki / Vil'danov R.G., Kutyrev D.N., Vahitova A.R. - Uspehi sovremennoj nauki.Т.5. №4. 2017. -S. 62-65.
7. Vil'danov R.G. Jeksperimental'nye issledovanija vzaimosvjazi tehničeskogo sostojanija silovogo masljanogo transformatora s parametrami, poluchennymi pri hromatograficheskom analize sostava gazov v masle / Vil'danov R.G., Kutyrev D.N., Vahitova A.R. - Uspehi sovremennoj nauki.Т.5. №4. 2017.-S. 79-83.
8. Bazhanov S.A. Profilakticheskie ispytaniya izoljicii oborudovanija vysokogo naprazhenija / S.A. Bazhanov, V.F. Voskresenskij. - M.: Jenergija, 1977. - 288 s.