

ПОВЫШЕНИЕ НАДЁЖНОСТИ РАБОТЫ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ НАПРЯЖЕНИЕМ 6-10 КВ

Н.В. Гребченко, И.В. Бельчев, Н.В. Рагулина, Д.В. Полковниченко
Донецкий национальный технический университет

Запропоновані деякі шляхи підвищення надійності електродвигунів. Приведені результати експериментальних досліджень режиму замикання фази обмотки двигуна на землю на фізичній моделі приєднання кабель-електродвигун. Представлена експериментальна залежність параметрів вектора струму нульової послідовності від віддаленості до місця виникнення замикання фази на землю.

Значительная доля повреждений оборудования электрических систем приходится на электродвигатели (ЭД) 6-10 кВ. Это связано с тем, что они работают, как правило, в агрессивной промышленной среде, условиях повышенной запылённости и загрязнённости, а режимы пуска и самозапуска ЭД характеризуются большими значениями токов.

Использование ЭД практически во всех технологических процессах приводит к тому, что в случае повреждения электродвигателей нарушается непрерывность этих процессов, что в свою очередь приводит к значительному экономическому ущербу.

Многие организации и научные коллективы [1-3] работают над повышением надёжности работы ЭД, в том числе и за счёт применения процедуры диагностирования. Выявление дефектов оборудования на ранней стадии развития в большинстве случаев позволяет предотвратить возникновение повреждений и аварий.

Целью данной работы является разработка путей повышения надёжности работы электродвигателей, получение экспериментальных данных, которые могут быть использованы при разработке новых методов диагностирования оборудования, а также совершенствование непрерывных методов оценки состояния изоляции электрических двигателей.

В большинстве случаев незначительные дефекты изоляции с течением времени развиваются в повреждения и замыкания на землю. Поэтому необходимо было организовать исследования как металлических замыканий на землю, так и дефектов изоляции.

Экспериментальные исследования режима замыкания на землю проводились на физической модели, схема которой представлена на (рис. 1). В состав модели входят: разделительный трансформатор (380/220 В); конденсаторы, включённые между каждой фазой и землёй для моделирования ёмкости внешней сети; а также присоединение кабель-электродвигатель с отпайками на кабеле и в обмотке статора двигателя. Для измерения и регистрации моделируемых режимов применялись блоки гальванической развязки и устройства согласования типа WAD, выходной сигнал с которых подавался на персональный компьютер со встроенной платой аналого-цифрового преобразования (АЦП) типа L-154. В результате каждого опыта на выходе АЦП формировались последовательности чисел, дальнейшее преобразование которых позволяло определять векторы фазных токов и напряжений фаз по отношению к земле.

По полученным экспериментальным значениям определялись амплитуда и фаза каждого тока и напряжения, на основании которых определялись составляющие прямой, обратной и нулевой последовательностей. Имея все необходимые параметры, рассчитывались значения удалённости до места возникновения дефекта изоляции и зависимость изменения фазы вектора тока нулевой последовательности ($3\dot{I}_0$) относительно вектора напряжения \dot{U}_{AO} от точки возникновения дефекта или отпайки обмотки статора ЭД. Полученные результаты приведены в табл.1.

Из результатов расчёта, приведенных в табл.1 видно, что зависимость тока нулевой последовательности от изменения места возникновения дефекта изоляции обмотки электродвигателя является нелинейной. А именно, амплитуда тока $3I_0$ неизменно возрастает по мере уменьшения удалённости точки замыкания, также фаза тока нулевой последовательности относительно напряжения U_{AO} уменьшается при большем удалении испытуемого места возникновения дефекта изоляции.

Для большей наглядности полученных результатов определения зависимости вектора тока нулевой последовательности от изменения места повреждения электрической изоляции электродвигателей 6-10 кВ, построены зависимости изменения амплитудного значения тока $3I_0$ (рис. 2) и изменения фазы тока $3I_0$ относительно вектора напряжения фазы А по отношению к земле (рис. 3) при перемещении места возникновения дефекта.

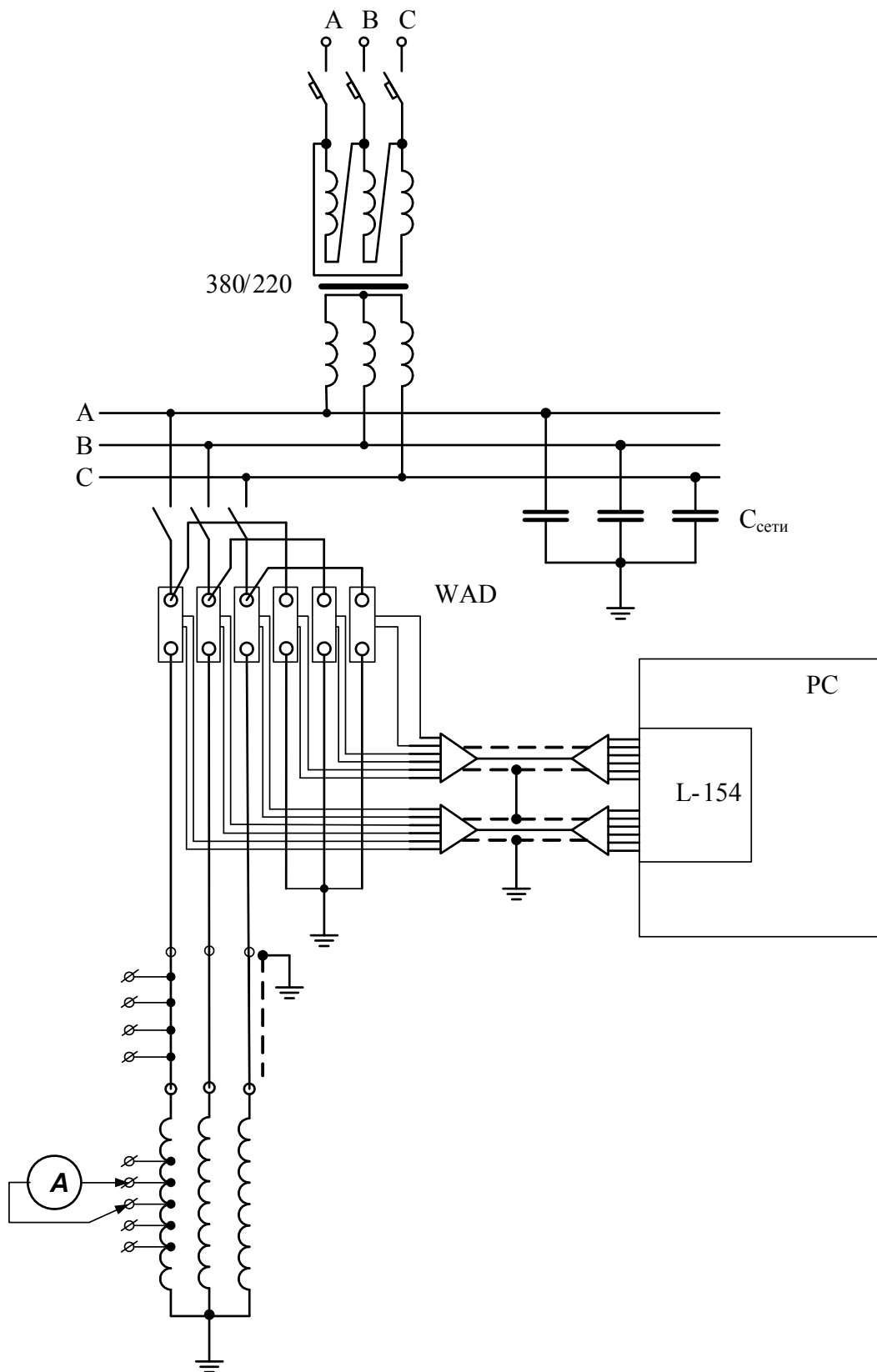


Рис. 1. Схема проведения исследований

Таблица 1

Результаты расчёта удалённости дефекта изоляции в обмотке статора ЭД

Номер опыта	Сопротивление дефекта, кОм	Удалённость, о.е.	Погрешность расчёта удалённости, %	Амплитуда I_0 , А	Фаза $3\dot{I}_0$, град
1	4,78	0,781	-2,625	0,002792	167,74
2	4,78	0,721	-4,994	0,003619	173,523
3	4,78	0,616	8,967	0,005015	175,588
4	4,78	0,559	8,971	0,005676	176,729

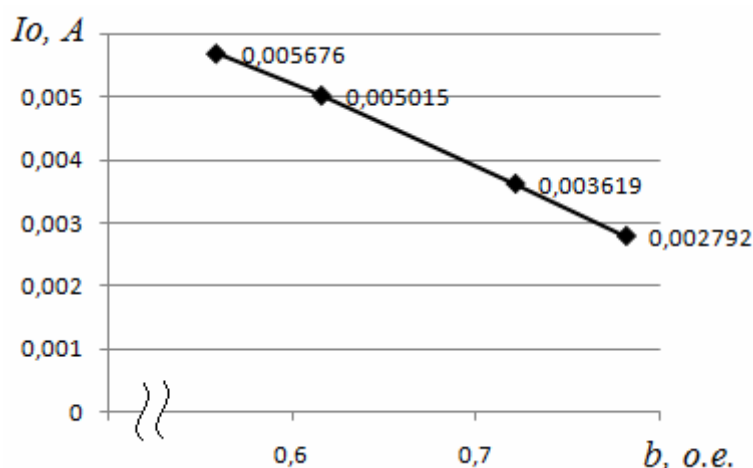


Рис. 2. Зависимость амплитуды тока нулевой последовательности от места возникновения дефекта

Для выявления возникновения дефектов изоляции предложено выполнять непрерывное решение системы уравнений текущего состояния присоединения кабель-электродвигатель. В результате этого определяются значения проводимости изоляции каждой фазы по отношению к земле. В качестве второго метода предложены аналитические выражения для определения величины дефекта изоляции и ее удаленности от начала присоединения. Использование полученных экспериментальных данных в предложенных методах показало их техническую эффективность и подтвердило возможность их практического применения.

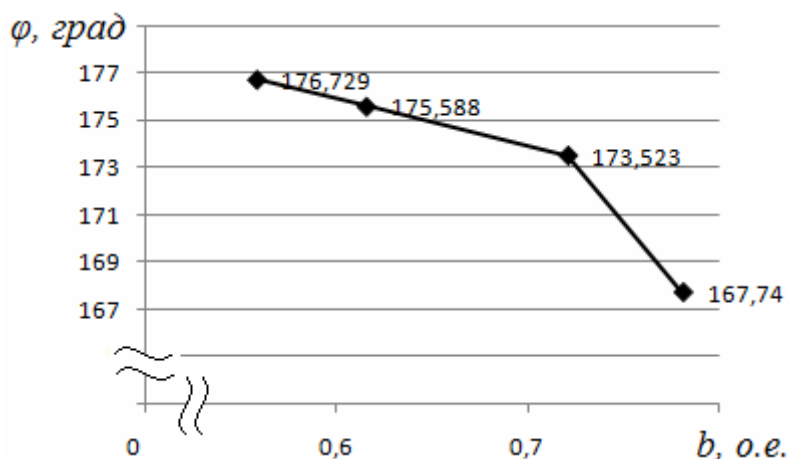


Рис. 3. Зависимость фазы тока нулевой последовательности относительно напряжения фазы А к земле от места возникновения дефекта

Выводы

1. Одним из путей повышения надежности работы электродвигателей, позволяющим предотвращать повреждения электрооборудования, является своевременное выявление дефектов изоляции и проведение профилактических работ, т.е. чистка, сушка изоляции или ее ремонт.

2. Для выявления возникновения дефектов изоляции предложено выполнять непрерывное решение системы уравнений текущего состояния присоединения кабель-электродвигатель. В результате этого определяются значения проводимости изоляции каждой фазы по отношению к земле. В качестве второго метода предложены аналитические выражения для определения величины дефекта изоляции и ее удаленности от начала присоединения.

3. Установлены экспериментальные зависимости параметров вектора тока нулевой последовательности, а именно его амплитуды и фазы относительно вектора напряжения фазы А, от места возникновения дефекта изоляции обмотки электродвигателя.

Библиографический список

1. Булычев А.В., Нудельман Г.С. «Упреждающие функции релейной защиты», Сборник докладов международной НТК «Современные направления развития систем релейной защиты и автоматики энергосистем», М., с. 72-78, 2009.

2. Фигурнов Е.П., Бодров П.А. «Определение места однофазного замыкания на землю в высоковольтных линиях электроснабжения автоблокировки железных дорог», Релейная защита и автоматика энергосистем 2004. Сборник докладов. - ВВЦ г. Москва, с. 88-93, 2004.

3. Стогний Б.С., Рогоза В.В., Сопель М.Ф., Голубов О.Ю. «Определение места однофазного замыкания на землю», Техн. Электродинамика, с.60-63, № 2, 2007.