

УДК 621.313.333

СОВРЕМЕННОЕ ПОЛОЖЕНИЕ И ПЕРСПЕКТИВА РАЗВИТИЯ МЕТОДОВ НЕПРЕРЫВНОЙ ДИАГНОСТИКИ СОСТОЯНИЯ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ В РАМКАХ ОАО «БМЗ – УПРАВЛЯЮЩАЯ КОМПАНИЯ ХОЛДИНГА «БМК»

Н. А. САМСОНОВ

ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК»

В. С. ЗАХАРЕНКО

*Учреждение образования «Гомельский государственный
технический университет им. П. О. Сухого»,
Республика Беларусь*

Введение

Внезапный выход из строя высоковольтных асинхронных электродвигателей предприятия может привести к аварии и длительному простоему производства, что, в свою очередь, приведет к прямым финансовым потерям предприятия, которые вызваны нарушением технологического процесса, затратами на восстановление и ремонт электродвигателя. В рамках ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК» (далее – БМЗ) приведет также к штрафам за нарушение экологического законодательства Республики Беларусь в связи с отсутствием работоспособной системы пылегазоудаления (далее – ПГУ), где эксплуатируется данный тип электродвигателей.

Из вышеизложенного очевидно, что постоянная диагностика электродвигателей является неотъемлемой частью их эксплуатации.

Цель работы – разработка системы непрерывной диагностики состояния высоковольтных асинхронных электродвигателей установки пылегазоудаления на ОАО «БМЗ – управляющая компания холдинга «БМК», позволяющей на основе прогнозирования развития дефектов повысить эффективность их обслуживания.

Основная часть

Современные методы диагностики электродвигателей делятся на две группы.

К первой группе относятся методы тестовой диагностики, требующие формирования искусственных возмущений, воздействующих на электродвигатель (выявляемые неисправности: обрыв в обмотке, внутренние дефекты конструкции и т. д.):

– измерение сопротивления изоляции, токов утечки, внутреннего сопротивления обмоток, тангенса угла диэлектрических потерь обмоток;

– метод высоковольтного импульса [1].

Вторая группа включает в себя методы оперативной и функциональной диагностики состояния (выявляемые неисправности: текущее состояние элементов двигателя, повреждения в подшипниковых узлах, внутренние дефекты конструкции, ослабление прессовки стали в сердечнике и т. д.):

– вибродиагностика (спектральный анализ вибрации, низкочастотных колебаний мощности вибрации; диагностика по среднеквадратичному значению вибросигнала);

- оценка диагностических параметров (пик-фактор, резкость, относительная величина ударных импульсов);
- ультразвуковая дефектоскопия и акустическая диагностика;
- спектральный анализ потребляемого тока.

Кроме этого каждая группа делится на две подгруппы – это методы, позволяющие выявить неисправность в целом, и методы, выявляющие и локализирующие конкретный дефект.

Недостатки методов тестовой диагностики заключаются в том, что они способствуют не только предупреждению развития различных дефектов, но и их появлению [2], а также в необходимости временной остановки работы проверяемого электродвигателя [3]. Примером могут служить высоковольтные испытания после планово-принудительных ремонтов, которые вызывают появление в обмотке электродвигателя микродефектов, развивающихся в процессе работы под влиянием неблагоприятных факторов.

Контроль состояния электродвигателя методом вибродиагностики имеет следующие недостатки: необходимость использования датчиков и сложности их установки [4].

Недостатком метода спектрального анализа потребляемого тока является возможность получения неверных результатов из-за появления ложных гармоник сигнала при различных помехах электрической сети, с подключенным к ней электродвигателем [5].

Перспективными методами диагностики состояния электродвигателей являются бесконтактные методы в совокупности с математическим моделированием работы двигателя.

Суть метода контроля и анализа параметров электродвигателя в комплексе с математическим моделированием его работы состоит в том, что математическая модель имеет динамический характер, обусловленный постоянным обновлением текущих параметров электродвигателя (активное сопротивление обмотки статора, активное сопротивление ротора, индуктивные сопротивления рассеяния контуров статора и ротора, индуктивное сопротивление ветви намагничивания и т. д.), с целью прогнозирования его последующего состояния (выявления дефектов, влияющих на его ресурс). Иными словами, осуществляется диагностика оборудования по его текущему состоянию для определения предаварийного состояния.

Преимущество данного подхода заключается в том, что ремонт производится только для того оборудования, которому он необходим, оценка состояния производится в процессе эксплуатации, без каких-либо разборок и ревизий, на базе контроля и анализа соответствующих параметров. Затраты на техническое обслуживание электродвигателей снижаются по сравнению с обслуживанием по системе планово-предупредительных ремонтов с остановкой оборудования.

В рамках БМЗ эксплуатируются высоковольтные асинхронные электродвигатели мощностью от 1,4 до 2 МВт в системах ПГУ электросталеплавильных цехов. Возраст таких двигателей различен, наиболее старшими из них являются электродвигатели ПГУ-2 1984 г. выпуска.

На текущий момент контроль состояния эксплуатируемых электродвигателей осуществляется методом вибрационного контроля посредством планово-принудительных ремонтов, осуществляющихся один раз в квартал (рис. 1). Внеплановая диагностика осуществляется сразу после проведения ремонтных работ, при замене какого-либо узла электродвигателя. Критерием оценки служат границы зон вибрационного состояния для электромашин 1 группы.

На рис. 1 виден неравномерный характер временных промежутков между проведенными ремонтными работами над электродвигателем ПГУ-3. Пиковое значение в период с 10.01.2006 г. по 15.01.2007 г. обусловлено полной остановкой производства на данном участке и не учитывалось при дальнейших расчетах. Также в связи с непрерывным характером металлургического производства БМЗ в некоторые промежутки времени возможность проведения плановых ремонтных работ отсутствует до появления окна в работе основного технологического оборудования.



Рис. 1. Временные промежутки между ремонтами высоковольтного асинхронного двигателя мощностью 1,6 МВт, эксплуатируемого в системе пылегазоудаления электросталеплавильного цеха № 2

С учетом вышеперечисленных факторов среднее значение временного промежутка между ремонтами электродвигателя ПГУ-3 составило 88 дней.

После завершения мероприятий по контролю работы электродвигателя службой диагностики БМЗ в адрес эксплуатирующей структуры выдается протокол проверки и протокол-заключение. По окончании ремонтных работ внесенные в техническую характеристику электродвигателя изменения, а также проведенные манипуляции фиксируются в паспортной карте конкретной машины.

Планово-предупредительные ремонты (далее – ППР) в электросталеплавильных цехах БМЗ подразделяются на 12-часовые, суточные и 2-суточные; капитальные ремонтные работы имеют продолжительность до двух недель, вследствие чего, в зависимости от продолжительности ремонта основного технологического оборудования цеха, накладываются ограничения на время проведения ППР электродвигателей ПГУ.

За период эксплуатации электродвигателя ПГУ-3 средняя продолжительность его ППР составляет 98,1 чел.-часов и не выходит за пределы 1 суток. Среднее значение капитального ремонта с демонтажем и разборкой электродвигателя составляет 386,2 чел.-часов.

Основными причинами ремонтных работ, связанных с электродвигателем ПГУ-3, являются повреждения в подшипниковых узлах электродвигателя.

Заключение

Таким образом, является актуальной проблема разработки и усовершенствования методов и средств диагностирования технического состояния асинхронных высоковольтных электродвигателей системы ПГУ БМЗ. Использование для этого математического моделирования работы электродвигателя позволит уйти от устоявшейся системы планово-предупредительных ремонтов к системе ремонтов по текущему состоянию с последующим прогнозированием будущего состояния электродвигателя и снизить затраты на его техническое обслуживание.

В дальнейшем планируется разработка математической модели режимов работы высоковольтного асинхронного электродвигателя в пакетах COMSOL Multiphysics и ANSYS.

Литература

1. Дубов, А. А. Проблемы оценки остаточного ресурса стареющего оборудования / А. А. Дубов // Теплоэнергетика. – 2003. – № 11. – С. 77.
2. Бобров, В. В. Оценка эффективности основных методов диагностики асинхронных электродвигателей / В. В. Бобров // АлтГТУ им. И. И. Ползунова // Ползун. вестн. – 2012. – № 3/1. – С. 199.
3. Коверженко, Г. Г. Высоковольтные импульсные испытания электрических машин / Г. Г. Коверженко // Энергетик. – 2006. – № 7. – С. 75.
4. Браташ, О. В. Анализ методов вибродиагностики асинхронных двигателей / О. В. Браташ, А. П. Калинов // Вестн. Кременчуг. гос. политехн. ун-та. – 2006. – № 4. – С. 44.
5. Петухов, В. Диагностика состояния электродвигателей. Метод спектрального анализа потребляемого тока / В. Петухов, В. Соколов // Новости электротехники. – 2005. – № 1. – С. 9.

Получено 02.02.2016 г.