

ных показателей – объем генерации электроэнергии в расчете на единицу мощности ветрогенератора не уступает по величине аналогичному показателю в других европейских странах. Однако наряду с крупными по мощности ВЭС (1500 кВт) устанавливается большое число мелких, причем не принадлежащих энергосистеме, в связи с чем и в данном случае вопросы информационного обеспечения с применением АСКУЭ играют важную роль, так как здесь рассматривается и режимное взаимодействие мелких ЭС с энергосистемой, при котором имеют место как перетоки энергии в энергосистеме, так и изолированный режим работы этих ЭС.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Курс – на использование возобновляемых источников энергии. Миненков А., Котик А. «Энергоэффективность», 2016–№7;
2. Прогнозирование предельного срока службы солнечных батарей по данным их мониторинга. Воронков Э. Н., Москвичев В. Ю. «Промышленная энергетика», – 2015. – №11.

**Забелло Е.П., д.т.н., профессор, Базулина Т.Г.**  
*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет», Минск, Республика Беларусь*

### **ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА НАДЕЖНОСТЬ РАБОТЫ ЭЛЕКТРОПРИВОДА**

**Ключевые слова:** асинхронный электродвигатель, надежность, показатели качества электрической энергии, срок службы асинхронного электродвигателя.

**Аннотация:** Снижение срока службы трехфазных асинхронных электродвигателей связано с отклонением показателей качества электрической энергии от нормированных. Разработка комплексных систем автоматизации для учета и контроля показателей качества электрической энергии на данный момент ведется в незначительном объеме. Объединение возможностей современных приборов микропроцессорных защит и автоматизированных систем энергоучета позволит значительно повысить надежность работы электропривода.

Надежность электроснабжения и качество электрической энергии КЭ являются основными показателями, по которым оцениваются энергопотребляющие технологические процессы, в том числе и электропривод. В действующем стандарте на надежность указывается, что надежность техники “является сложным свойством, которое в зависимости от назначения объекта и условия его применения состоит из сочетания свойств безотказности, долговечности, ремонтпригодности и сохраняемости”. На первые два свойства КЭ оказывает наибольшее влияние, поэтому в различных исследованиях именно они и рассматриваются. Экономический ущерб от пониженного КЭ для всех групп потребляемой электроэнергии изначально делится на две составляющие: технологическую и электромагнитную. Технологическая составляющая обусловлена влиянием на производительность технологических установок и себестоимость выпускаемой продукции, электромагнитная определяется сокращением срока службы изоляции электрооборудования из-за ускоренного теплового и электрического старения.

Снижение срока службы асинхронных двигателей (АД) при несинусоидальности, несимметрии и отклонениях напряжения связано именно с тепловым старением изоляции из-за увеличения температуры обмотки статора [1]. Увеличение температуры происходит даже при незначительной несимметрии напряжения, вызывающей несимметрию токов, что приводит к перегреву изоляции за счёт дополнительных потерь активной мощности в обмотках статора, ротора, и стали АД.

Срок службы АД при пониженном КЭ в [1] определяется по эмпирическим выражениям в зависимости от изменения температуры статора. В соответствии с этими выражениями увеличение температуры на определенную величину  $\Delta\varphi$ , значение которой зависит от класса нагревостойкости, приводит к сокращению срока службы изоляции вдвое:

$$T = T_{\text{ном}} e^{-\beta \Delta\varphi},$$

где  $T$  – срок службы изоляции при номинальной температуре  $\varphi_{\text{ном}}$ ,

$\Delta\varphi = \varphi - \varphi_{\text{ном}}$  – дополнительный нагрев обмотки статора,

$\beta = 0,693/\Delta\varphi$  – коэффициент старения изоляции.

Так как в последнее время в применении находятся анализаторы качества энергии как отдельные устройства и подобные анализаторы, встроенные в многофункциональные электронные счётчики, то появилась возможность проведения оценки ПКЭ в реальном

времени с последующей интеграцией этих показателей и оценкой их влияния на срок службы АД в ЛВС (локальной вычислительной сети) предприятия. По подобному пути пошли и разработчики микропроцессорных защит, в состав которых приведен в [2]. При анализе функций защит электродвигателей, приведенных в [2], авторы [3] замечают, что почти все микропроцессорные защиты обладают функцией контроля минимальной нагрузки и измерения тока в каждой из фаз. Аналогичные функции сегодня выполняют и микропроцессорные электронные счетчики, устанавливаемые для коммерческого и технического учета в составе автоматизированных систем энергоучета (АСКУЭ), что позволяет использовать возможность объединения двух компонентов: релейной защиты и АСКУЭ по ряду показателей, например таких, как перегрузка, неполнофазный режим, несимметрия токов и напряжений.

Так как в договорах на электроснабжение какие-либо численные показатели качества электрической энергии и надежности не приводятся, разработка комплексных систем автоматизации производственных процессов, в том числе и с применением регулируемого электропривода, осуществляется в незначительных объемах и в основном экспериментально, в результате чего появляются новые проблемы в этой области в связи с появлением источников распределенной генерации (РГ). Так как источники распределенной генерации имеют в основном незначительные по величине генерирующие мощности, изначально ясно, что поддержание на питающих шинах требуемых значений ПКЭ проблематично в случае источников РГ на некоторых отрезках времени изолированно. В таком случае создание «умных» сетей с обеспечением взаиморезервирования как со стороны источников энергосистемы, так и со стороны источников РГ рационально и реально.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Жежеленко И.В. Влияние качества электроэнергии на сокращение срока службы и снижение надежности электрооборудования / И.В. Жежеленко, Ю.Л. Саенко, А.В.Горпинич. // Электрика. – 2008. – №3, 4.
2. Турин В.В. Автоматическая защита электрооборудования. Защита асинхронных трехфазных электродвигателей: учебно-методическое пособие для вузов. – ч.2 – Минск. – БГАТУ. – 2011. – 452с.
3. Забелло Е.П. Влияние качества электроэнергии на надежность работы электрооборудования / Е.П. Забелло, В.Г. Буллах // Энергетика и ТЭК. – 2014. – №5.