УДК 621.316

Т.В. ЛИСИЦА, магистрант гр. ЭПм-131 (КузГТУ)
г. Кемерово

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ И ЕГО ВЛИЯНИЯ НА РАБОТУ И ДОЛГОВЕЧНОСТЬ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Качество электроэнергии (КЭ) – это совокупность свойств электрической энергии (ЭЭ), определяющих воздействие на электрооборудование, приборы и аппараты и оцениваемых показателями качества электрической энергии (ПКЭ), численно характеризующими уровни электромагнитных помех (ЭМП) в системе электроснабжения (СЭС) по частоте, действующему значению напряжения, форме его кривой, симметрии и импульсам напряжения. КЭ является составляющей электромагнитной совместимости (ЭМС), характеризующей электромагнитную среду. Под ЭМС понимают способность электроприемников (ЭП) нормально функционировать в его электромагнитной среде, не создавая недопустимых ЭМП для других ЭП, функционирующих в той же среде.

С 01.07.2014 года вступил в силу «ГОСТ 32144-2013 Межгосударственный стандарт. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения» [1]. Ранее действующие ГОСТ 13109-97 [2], ГОСТ Р 54149-2010 [3], регламентирующие параметры качества электроэнергии утратили силу.

Продолжительные изменения характеристик напряжения:

– отклонения частоты;
– медленные изменения напряжения;
– колебания напряжения и фликер;
– несинусоидальность напряжения;
– несимметрия напряжений в трехфазных системах;
– напряжения сигналов, передаваемых по электрическим сетям.

Случайные события:

– прерывания напряжения;
– провалы напряжения и перенапряжения;
– импульсные напряжения.

Основными ЭП, чувствительными к КЭ в сетях промышленных предприятий являются электронные системы управления технологическими процессами, системы возбуждения синхронных двигателей, системы связи и диспетчеризации, устройства релейной защиты и автоматики и т.д.

Недопустимые отклонения ПКЭ могут привести:

– к перегреву обмоток электрооборудования, сокращению срока службы изоляции электрических машин и аппаратов, пробою изоляции и выходу оборудования из строя;

– к ухудшению работы устройств автоматики, телемеханики и связи, необеспечению параметров срабатывания электрооборудования и его отказам;

– к выпадению синхронных электродвигателей из синхронизма;

– к увеличению скольжения у асинхронных электродвигателей (АД), вплоть до их остановки;

– к появлению дополнительных потерь в электрических машинах, трансформаторах и сетях; в батареях конденсаторов, а, следовательно, к повышенному расходу ЭЭ, снижению производительности технологического оборудования, расстройству технологического процесса и браку продукции.

По степени влияния на потери мощности и срок службы оборудования, а также на количество и качество выпускаемой продукции, отклонение напряжения электропитания в точке передачи ЭЭ, как ПКЭ, стоит на первом месте.

Каждый ЭП имеет наилучшие технико-экономические показатели при определенном оптимальном напряжении на его зажимах. Отклонение напряжения от оптимального приводит к изменению технико-экономических показателей ЭП. Из-за изменения потерь мощности и энергии в сети изменение напряжения приводит к изменению показателей самой сети. Вследствие этого, отклонение напряжения в отдельных точках сети оказывает влияние на всю СЭС.

При повышении напряжения:

– возникает опасность перегрева статоров асинхронных двигателей;

– уменьшается срок службы ламп накаливания (ЛН) (в 5 раз при увеличении напряжения на 10%);

– увеличивается тока холостого хода трансформаторов, что вызывает перегрев сердечников трансформаторов;

– увеличивается потребление реактивной мощности преобразователями (примерно на 1–1,5 % при повышении напряжения на 1%);

– возрастает потребление двигателями реактивной мощности (при повышении напряжения на 1 % потребляемая двигателем реактивная мощность увеличивается на 3– 7 %).

При снижении напряжения:

– возможен перегрев роторов и снижение сроков службы АД;

– уменьшаются вращающие моменты АД (на 19 % при снижении напряжения на 10 %);

– уменьшается световой поток ЛН (до 30% при снижении напряжения на 10 %);

– уменьшается световой поток люминесцентных ламп (ЛЛ) (до 15 % при снижении напряжения на 10 %);

– возникает мерцание ЛЛ при падении напряжения на 10 %.

Пониженный уровень напряжения приводит к увеличению потерь активной мощности и снижению пределов устойчивости системы. Напряжения, значительно превышающие номинальные, вызывают ложное срабатывание устройств релейной защиты и автоматики, сокращают срок службы основного электрооборудования и приводят к выходу из строя микропроцессорной техники.

Наиболее распространенными ЭП являются АД, которые используются в качестве привода самых разнообразных механизмов. В табл. 1 приведены данные по влиянию отклонений напряжения на характеристики АД при изменении напряжения на 10 % от номинального значения, как в меньшую, так и в большую сторону.

Таблица 1

Изменение параметров АД при отклонении напряжения

Характеристики двигателей	Изменение характеристики при изменении напряжения	
	-10 %	+10 %
Пусковой и максимальный вращающий момент	-19 %	+21 %
Скольжение	+23 %	-17 %
Частота вращения при номинальной нагрузке	-1,5 %	+1 %
Коэффициент полезного действия:		
при номинальной нагрузке	-2 %	+1 %
при нагрузке 75%	не изменяется	не изменяется
при нагрузке 50%	-(1÷2) %	+(1÷2) %
Коэффициент мощности при нагрузке:		
100%	+1 %	-3 %
75%	+(2÷3) %	-4 %
50%	+(4÷5) %	-(5÷6) %
Ток ротора при номинальной нагрузке	+14 %	-11 %
Ток статора при номинальной нагрузке	+10 %	-7 %
Пусковой ток	-(10÷12) %	+(10÷12) %
Прирост температуры обмотки при номинальной нагрузке	+(5÷6) °С	практически без изменения

Активная мощность на валу двигателя не зависит от изменения напряжения на его зажимах, но изменяются потери активной мощности в нем, что приводит либо к экономии, либо к перерасходу ЭЭ. При этом реактивная мощность двигателя зависит от отклонения напряжения в большей мере.

При работе АД с номинальной нагрузкой и пониженным напряжением значительно сокращается срок его службы из-за перегрева обмоток. Это наносит значительный убыток предприятиям. Наиболее оптимальное напряжение для работы АД номинальное или немного выше. При наличии несоответствия по отклонению напряжения δU_y в точке контроля КЭ с потребителем, присоединенным к сети 6–10 кВ, необходимо располагать результатами контроля КЭ, проведенными одновременно на шинах 6–10 кВ ЦП и в точке контроля КЭ с потребителем.

При наличии мониторинга КЭ расчеты ПКЭ могут проводиться в автоматизированном режиме – это позволит прогнозировать ПКЭ в системе, определить риски отклонения от нормативных ПКЭ в будущем и заранее разработать мероприятия по нормализации уровней ПКЭ во избежание серьезного ущерба от низкого КЭ. Прогнозирование уровней ПКЭ возможно осуществить только на базе статистических данных за длительный период. Такие данные можно получить только с помощью мониторинга КЭ.

Точками технологического контроля КЭ являются, в первую очередь, шины низшего напряжения 0,4/0,23 кВ трансформаторных подстанций, а так же шины (клеммы) потребителей с частотно-регулируемым приводом, устройствами плавного пуска и прочими ЭП, ухудшающими КЭ. Для организации технологического контроля можно использовать приборы контроля КЭ класса S, прошедшие сертификацию средств измерений ПКЭ.

Целесообразно использовать для контроля КЭ приборы учета (ПУ) ЭЭ с функциями контроля КЭ, которые имеют значительно меньшую стоимость по сравнению со специализированными приборами. Сейчас предлагаются на рынке РФ как отечественные ПУ марки ПСЧ, СЭТ, МЕРКУРИЙ и др., так и зарубежные типа PM175, JON. ПУ с функциями контроля КЭ должны обеспечивать представление протоколов измерений в форме, обеспечивающей проверку условий соответствия КЭ нормативным документам.

Выводы:

1. Несоответствие каждого ПКЭ, наблюдаемого в ЭС и создаваемого ЭП ведет к снижению надежности электроснабжения ЭП и экономическому ущербу. По степени влияния на потери мощности и срок службы оборудования, а также на количество и качество выпускаемой продукции отклонение напряжения, как ПКЭ, стоит на первом месте.

2. Для обеспечения нормативных требований к ПКЭ должен проводиться постоянный мониторинг ПКЭ.

Список литературы:

1. ГОСТ 32144-2013. Межгосударственный стандарт. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения.

2. ГОСТ 13109-97. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. – М.: Изд-во стандартов, 1997.

3. ГОСТ Р 54149-2010. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения.

4. ГОСТ 30804.4.30-2013. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Методы измерений показателей качества электрической энергии

5. Федоров А.А., Каменева В.В. Основы электроснабжения промышленных предприятий. 4-е изд. – М.: Энергоатомиздат, 1984.