

УДК 621.311:621.311:

ИССЛЕДОВАНИЕ СОВМЕСТИМОСТИ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ С РЕЗКО – ПЕРЕМЕННЫМИ СОПРОТИВЛЕНИЯМИ С АВТОНОМНОЙ СИСТЕМОЙ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

АСИЕВ А.Т.
izvestiya@ktu.aknet.kg

В данной статье исследованы особенности режимов работы автономной системы электроснабжения в нормальных и аварийных режимах с резко-переменной нагрузкой.

In given article it is investigated features of operating modes of independent system of electrosupply in normal and emergency operation with sharp - variable loading.

Автономные системы электроснабжения (АСЭС) переменного тока представляют собой единые энергетические комплексы, включающие в себя производство, преобразование и распределение электроэнергии для питания потребителей. Автономные системы отличаются соизмеримостью мощности источников и потребителей электроэнергии, значительно более короткими кабельными линиями и, следовательно, значительно большей взаимосвязью всех элементов электрической системы. Например, при включении мощного потребителя, при пуске асинхронного двигателя (АД) напряжение и частота в автономной системе электроснабжения заметно меняются, что в свою очередь отражается на характере работы всех остальных потребителей. АСЭС может получать питание от энергосистемы или от собственных источников. Основными особенностями АСЭС в режиме функционирования от собственных источников являются:

- соизмеримость мощностей источников и приемников электроэнергии;
- резко - переменные суточные и сезонные графики нагрузки энергетических установок;
- наличие потребителей с различными требованиями к показателям качества электроэнергии (ПКЭЭ).

В режиме функционирования АСЭС от энергосистемы к основным особенностям относятся:

- недостаточная надежность электроснабжения потребителей АСЭС от энергосистемы и длительный перерыв в питании;
- влияние длительных переходных процессов, связанных с грозовыми перенапряжениями и короткими замыканиями в питающих схемах на работу ответственных потребителей АСЭС;
- снижение статической и динамической устойчивости энергосистемы, связанное с уменьшением резерва мощности.

Согласно указанным особенностям, АСЭС приводят к необходимости в процессе их создания и эксплуатации решать комплекс проблем, основными из которых являются:

- проблема технико-экономической эффективности АСЭС при функционировании от собственных энергетических установок на долевых нагрузках;
- проблема улучшения ПКЭЭ в установившихся и переходных режимах;
- проблема преодоления максимумов нагрузки без завышения мощности и снижения ресурсов энергетических установок;
- проблема статической и динамической устойчивости АСЭС в различных режимах функционирования;
- проблема электромагнитной совместимости (ЭМС) электроприемников с различным характером потребления электроэнергии в системе ограниченной мощности и стабилизации ПКЭЭ в различных режимах работы АСЭС;
- проблема совместимости таких систем с энергосистемой по требованиям обеспечения ПКЭЭ.

Это приводит к тому, что в АСЭС режимы работы электрической сети, качество электроэнергии и система защит имеют свои особенности по сравнению с сетями энергосистемы.

Конфигурация электрической сети, состав оборудования и режим работы АСЭС определяется требованиями потребителей и в первую очередь надежностью их электроснабжения в соответствии с категоричностью приемников электрической энергии. Из анализа следует, что в АСЭС используется трехфазный переменный ток преимущественно частотой 50 Гц, уровни напряжений располагаются в диапазоне 0,4 – 10 кВ. В данной статье будут исследованы системы, рассчитанные на напряжение 0,4 кВ.

Воздействие потребителей с резко-переменными сопротивлениями и нелинейными характеристиками на сеть заключается в генерации высших гармонических составляющих тока и напряжения при искажении этими потребителями формы кривых напряжения и тока сети.

Высшие гармонические составляющие тока в обмотках статора и ротора электродвигателей приводят к дополнительным потерям; аналогичным образом увеличиваются потери в трансформаторах. В результате повышенного нагрева происходит ускоренное старение изоляции трансформаторов и кабелей, что может вызвать их преждевременный выход из строя.

Все эти негативные аспекты присутствия высших гармонических составляющих в кривых тока и напряжения могут привести к возникновению переходных процессов, имеющих в АСЭС аварийный характер. Этому способствуют неблагоприятные условия самой системы: ограниченная мощность короткого замыкания, малая длина и сопротивление линий, возможное отсутствие высоковольтных трансформаторов, которые являются "естественными" препятствиями для высших гармоник.

Таким образом, актуальность проблемы улучшения электромагнитной совместимости (ЭМС) в АСЭС обусловлена широким распространением нагрузки с нелинейными вольт - амперными характеристиками и повышением единичных мощностей резко- переменных и нелинейных потребителей, что приводит к значительной несинусоидальности питающего тока и напряжения, создающей предпосылки для возникновения аварийных процессов.

Высшие гармоники напряжения и тока усиливают воздействие других видов электромагнитных помех (ЭМП). ЭМП можно разделить на две основные группы: естественные и искусственные. Естественные (иначе – полевые) создаются грозовыми разрядами, геомагнитными явлениями и др. Возникновение искусственных ЭМП обусловлено работой электрооборудования. Распространение ЭМП возможно либо в пространстве (так называемые "помехи излучения"), либо в проводящих средах – кондуктивные помехи. При резких снижениях напряжения в сети вероятность отказов электронных систем в условиях несинусоидальных режимов значительно возрастает. При высоком уровне гармоник наблюдается взаимозависимость отказов элементов; например, когда отрицательное влияние резко-переменных и нелинейных нагрузок скомпенсировано с помощью фильтров.

АСЭС является электромагнитной средой, в которой имеет место генерирование, распространение и воздействие ЭМП на электроприемники. Поэтому возникает задача их электромагнитной совместимости, под которой понимается способность ЭО, аппаратов и приборов нормально функционировать в электромагнитной среде, не создавая недопустимых ЭМП для другого оборудования, функционирующего в той же среде.

В АСЭС особое внимание уделяется кондуктивным помехам, которые в сетях трехфазного переменного тока определяются различного рода искажениями синусоидальной формы кривых напряжений и тока и действующего значения напряжения (отклонение напряжения). Эти ЭМП, а также провалы и импульсы напряжения далеко не исчерпывают все виды помех, однако они являются преобладающими, так как оказывают наибольшее влияние на электроприемники. Значения их принято называть показателями ЭМС или показателями качества электроэнергии (ПКЭ). Можно сказать, что качество электроэнергии (КЭ) – это соответствие (или несоответствие) значений показателям, установленным в виде действующих норм, стандартов, других нормативных документов. Проблема КЭ является одной из важнейших составных частей общей проблемы ЭМС.

Источники и виды электромагнитных помех. Вентильные преобразователи, различного рода преобразователи частоты, бытовые приборы, работающие как в статических, так и переходных режимах – являются мощными генераторами ЭМП, как и нелинейные нагрузки типа дуговых печей, электросварочных установок, силовых трансформаторов и электродвигателей. Предприятия по производству базальтового волокна характеризуются отклонениями напряжения, колебаниями, несимметрией напряжения и несинусоидальностью.

Нормирование показателей ЭМС в АСЭС. Согласно стандарту ГОСТ 13109–97, систему ПКЭ при питании от электрических сетей трехфазного тока образуют: отклонения напряжения δU ; размах изменения напряжения δU ; интенсивность (доза) фликера (ДФ) P_L ; коэффициент искаже-

ния синусоидальности кривой линейного (фазного) напряжения K_U ; коэффициент n -й высшей гармоники $K_{U(n)}$; коэффициент обратной K_{2U} и нулевой K_{0U} последовательностей напряжения; длительность провала напряжения Δt_n ; импульс напряжения $U_{\text{имп}}$; коэффициент временного перенапряжения $K_{\text{пер}U}$; отклонение частоты Δf .

Принципы нормирования ПКЭ по напряжению состоят в следующем:

а) ПКЭ по напряжению имеют энергетический смысл, т. е. характеризуют мощность (энергию) искажения кривой напряжения; степень отрицательного воздействия энергии искажения на электрооборудование и технологические процессы соизмеряются со значением ПКЭ;

б) предельно допустимые значения ПКЭ выбирают из технико-экономических соображений;

в) ПКЭ нормируются в течение определенного интервала времени с заданной вероятностью для получения достоверных и сопоставимых значений;

г) допустимые значения ПКЭ указаны на зажимах ЭП и в узлах электрических сетей.

Методы и средства обеспечения ЭМС в АСЭС. Одним из основных способов обеспечения ЭМС помехо-чувствительных электроприемников является разделение нагрузок, являющихся источниками ЭМП (дуговые печи, сварочные установки и др.), и других нагрузок до уровня, при котором обеспечивается их ЭМС (так называемые спокойные нагрузки – освещение, электродвигатели, бытовая техника и др.). Наиболее распространенными техническими средствами, используемыми для разделения нагрузок, трансформаторы с расщепленными обмотками и трехобмоточные трансформаторы.

Литература

ГОСТ 13109-97. Электрическая энергия. Электромагнитная совместимость. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. –М.: Госстандарт, 1998.

И. В. Жежеленко. Электромагнитная совместимость в системах электроснабжения промышленных предприятий.