

# СИСТЕМЫ БЕСПЕРЕБОЙНОГО ПИТАНИЯ ИНЖЕНЕРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Бочарников М.Я., д. т. н.

Прибылов В.Е., к. т. н.

Довольно сложно ориентироваться проектанту системы электроснабжения во множестве различных устройств согласования (формирования) необходимых для функционирования того или иного вида инженерного оборудования параметров качества электрической энергии. Среди этих устройств - агрегаты или источники бесперебойного электропитания (АБП) различных классов, корректоры мощности, электрические сетевые кондиционеры, стабилизаторы, трансфлюксоры, фильтры и др. При этом отсутствует стандартизация терминов и определений как показателей качества, так и самих устройств их согласования (формирования). Нет и комментариев, к каким негативным последствиям может привести в системах электроснабжения применение того или иного согласующего устройства. Например, использование стабилизатора со ступенчатым импульсным регулированием (относительно недорогого) может приводить к генерации высокочастотных перенапряжений и, как следствие, - выходу из строя токоприемника или к сбою в его функционировании (см. рисунок). Проблема усложняется также тем, что большинство изготовителей инженерного оборудования не знают или не хотят знать требований к качественным показателям электроэнергии, необходимых и достаточных для устойчивой работы изготавливаемых ими изделий при ненормируемых искажениях в сетях электроснабжения.

Признавая необходимость организации системы бесперебойного питания (СБП) инженерного оборудования, необходимо соглашаться и с производными такого решения - увеличением стоимости и массогабаритных характеристик комплекса в целом. Наименьшие издержки возможны при иерархическом порядке решения задачи - формировании необходимых качественных характе-

**Впечатляющие достижения электроники, СВЧ-техники в конце XX века определили не очень заметное, но не менее впечатляющее по своим масштабам новое направление в энергетике - развитие систем и агрегатов бесперебойного питания. Их основное назначение - обеспечение бесперебойного электроснабжения инженерного оборудования при нарушении нормального функционирования сетей промышленного электроснабжения. Со временем задачи расширились. Неожиданно оказалось, что качественные показатели электрической энергии характеризуются не только привычными напряжением, током и мощностью потребления (см. таблицу), но еще более чем 700 параметрами качества, каждый из которых может привести к отказу инженерного оборудования на микропроцессорах или сбою в их работе, что конечном итоге одно и то же.**

ристик электроэнергии от входных клемм токоприемника на уровне постоянного тока (выбор блока питания по уровню стабильности, пульсаций) до генерации электрической энергии автономными станциями (аква-био-гелио-ветро-газо-дизель-генераторами).

Важнейшая составляющая СБП - агрегаты бесперебойного питания с буферными аккумуляторными батареями (АБ), емкость которых определяется необходимым и достаточным временем поддержки сети за счет генерируемой АБП электроэнергии с высокими качественными характеристиками. Из двух известных классов АБП (по принятой терминологии - "оф-лайн" и "он-лайн") для токоприемников с микропроцессорами применимы только АБП класса "он-лайн", так как АБП класса "оф-лайн" при нормальных (!) и аварийных показателях качества электросети (см. таблицу) трансформируют в токоприемники весь спектр перенапряжений и помех из сети.

АБП класса "он-лайн" исключают во всех режимах эксплуатации трансляцию помех и перенапряжений к токоприемнику. Выходная мощность таких АБП - от 0,5 кВт до нескольких мегаватт, а допустимое время работы при отключении сети ограничено емкостью АБ (от минут

до десятков часов). Параметры качества электроэнергии на выходах автономных станций-генераторов не лучше данных, приведенных в таблице, что не исключает применение АБП класса "он-лайн" на входах токоприемников. Однако применение автономных станций в системах жизнеобеспечения объектов в комплексе с АБП позволяет уменьшить время поддержки сети АБП до нескольких минут (то есть уменьшить емкость АБ, а следовательно, стоимость АБП). Возможно уменьшение времени поддержки сети АБП и до нескольких секунд (время, достаточное для запуска автономного дизель-генератора - ДГ). Но на практике приходится задерживать время включения ДГ до нескольких минут с целью локализации явления его многократного включения-выключения при кратковременных искажениях качественных показателей сети промышленного электроснабжения. В это время сеть на входе токоприемника поддерживается за счет АБП, и ДГ включается автоматически исключительно при длительных аварийных отключениях в промышленных сетях электроснабжения.

При включении АБП без автономных станций электроэнергии в СБП необходимо учитывать фактор ухудшения показателей качества

электроэнергии "на длинной линии", то есть когда электроснабжение объекта осуществляется от трансформаторной подстанции, находящейся на значительном удалении от токоприемника (к тому же недостаточной мощности и ЛЭП-кабелями малого сечения). Снижение напряжения, например, в благополучном Подмосковном регионе в установившемся режиме функционирования сетей доходит до 120 В от номинала 220 В. Типовые АБП переходят на работу от буферной АБ при снижении напряжения ниже 15% от номинала, следствием чего являются разряд батареи и отключение токоприемника. Специально для применения в сетях со сверхсильными снижениями напряжений поставляется модификация АБП "он-лайн" инженерного оборудования, в которых переход на работу от буферной АБ начинается с уровня ниже 85 В при номинале 220 В. Такие АБП (которые стоят дороже типовых) обеспечивают значительно больший ресурс функционирования АБ и инженерного оборудования без отключений, что делает предпочтительным их применение как с целью увеличения эксплуатационной надежности СБП, так и для снижения стоимости системы в целом. Последнее обусловлено тем, что лучшие применяемые в АБ герметичные аккумуляторы при сроке службы 10-12 лет не допускают более чем тысячи циклов заряда-разряда. Это количество циклов может быть выработано с применением типовых АБП в сетях с напряжением ниже 15% от номинала в течение нескольких месяцев.

Режим работы	Показатель качества электроэнергии	Значение, %	Продолжительность
Нормальный эксплуатационный при электроснабжении от государственной (ведомственной) энергосистемы	Установившееся отклонение напряжения	±5	Длительно
	Переходное отклонение напряжения	±12,5	3 мин
	Переходное отклонение напряжения	+15,0/ - 22,5	10 с
	Коэффициент небаланса напряжения	2 / 5	Длительно/ Кратковременно
	Коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения	5 / 10	Длительно/ Кратковременно
Нормальный эксплуатационный при электроснабжении от постоянно действующих или резервных систем внутреннего электроснабжения и автономных источников СФС	Установившееся отклонение напряжения	±5	Длительно
	Переходное отклонение напряжения	+15,0 / -29,0	3 с
	Установившееся отклонение частоты	±1,5	Длительно
	Переходное отклонение частоты	±7,5	3 с
	Коэффициент небаланса напряжения	5	Длительно
	Коэффициент искажения синусоидальности кривой напряжения	10	Длительно
Аварийный режим при электроснабжении от государственной энергосистемы или постоянно действующих источников	Переходное отклонение напряжения	+15,0/ - 25,0	30 с
	Переходное отклонение частоты	-12,0	5 с
	Перенапряжения (атмосферные и коммутационные)	200-300	500 мс

Ненормируемые по длительности и частоте повторений отключения в промышленных сетях электроснабжения делают все объекты высшей категории важности равными по категоричности. Это вынуждает включать в состав СБП автономные электростанции (чаще - на базе ДГ, а также с применением солнечных, ветровых и биогенераторов). Отсутствие ДГ вынуждает наращивать время поддержки АБП до нескольких десятков часов до восстановления сети. В этом случае также необходима поставка модифицированных АБП, выпрямительно-зарядное устройство (ВЗУ) которых способно выдерживать значительные зарядные токи форсированного режима заряда разряженных (при длительной работе АБП) аккумуляторов большой емкости при одновременной работе АБП

на токоприемник после восстановления сети промышленного электроснабжения. Заряд АБ от внешнего ВЗУ возможен, но это лишает АБП очень важного преимущества - возможности эксплуатации в автоматическом, необслуживаемом режиме. Включение для этой цели автоматических переключателей режимов заряда АБ от внешнего ВЗУ резко снижает надежность СБП.

Все большее применение находит комбинированная схема СБП, при которой ДГ может включаться ограниченное время (как правило, дневное), обеспечивая электроэнергией объект и заряд АБП на входах ответственных токоприемников системы жизнеобеспечения объекта (отопительный котел, сброс канализации, пожарно-охранные системы, связь и т. д.). В вечернее время включение ДГ недопустимо, прежде всего, по условиям локализации акустического шума от него, увеличения срока службы, экономии топлива. Сеть на входах токоприемников поддерживается за счет АБ, емкость которой определяется необходимым и достаточным временем поддержки сети до времени разрешенного включения ДГ. Такая структура СБП находит применение на строящихся объектах (не имеющих по тем или иным причинам возможности подключения к сетям промышленного электроснабжения) или экологически чистых объектах заповедных мест. В последнем случае все чаще ДГ заменяются автономными гелио-ветро-гидро-био-электростанциями мощностью от десятков ватт до десятков мегаватт.

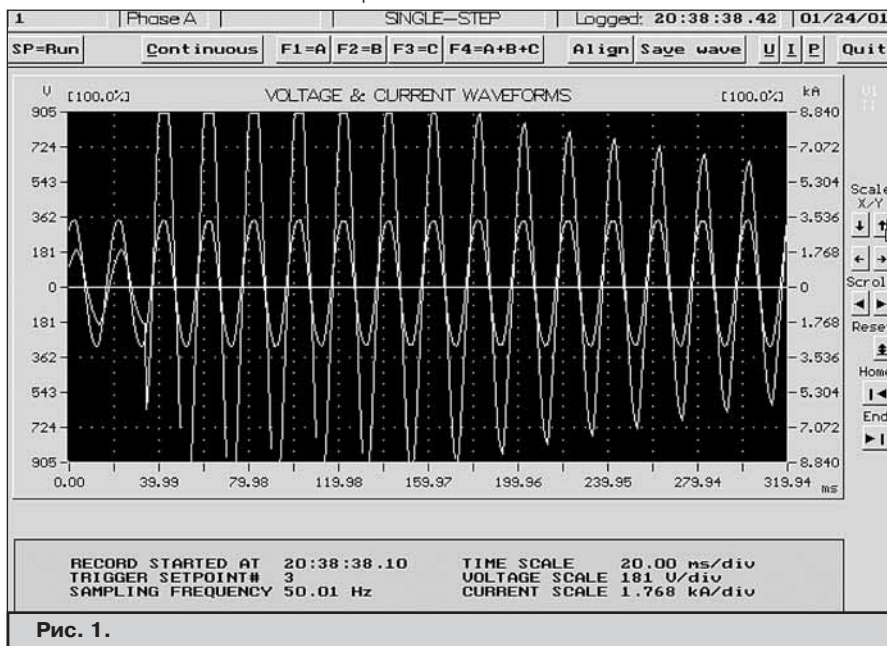


Рис. 1.