



КАЧЕСТВО ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Учет влияния электромагнитных помех и природных аномалий на надежность систем электроснабжения*

Вагин Г. Я., доктор техн. наук

Нижегородский государственный технический университет

Показано, что в существующих методах расчета надежности систем электроснабжения (СЭС) не учитывается влияние электромагнитных помех (ЭМП) и природных аномалий. Проанализированы помехи, оказывающие наибольшее влияние на надежность этих систем. Рассмотрены способы и методы защиты от электромагнитных помех. Даны рекомендации по повышению надежности систем электроснабжения с учетом электромагнитных помех и природных аномалий.

Ключевые слова: электромагнитные помехи, электромагнитная совместимость, надежность систем электроснабжения, мини-ТЭЦ.

Широко применяемые в настоящее время в системах электроснабжения микропроцессоры и микропроцессорные реле весьма чувствительны к различным видам ЭМП [1], в частности, возникающим в результате различных природных аномалий (ураганов, бурь, смерчей, ливней, снежных заносов и т. д.). Неучет их в существующих методах расчета надежности СЭС [2 – 5] приводит к перерывам питания как отдельных потребителей электроэнергии, так и целых регионов.

Рассмотрим виды ЭМП, оказывающих наибольшее влияние на надежность СЭС. В соответствии с [6 – 10] различают **непреднамеренные** и **преднамеренные** ЭМП. **Непреднамеренные** ЭМП возникают в процессе нормальной работы электроприемников и технических систем различных видов, а **преднамеренные помехи** создаются искусственно с целью ухудшения функционирования или вывода из строя радиоэлектронных систем или важных объектов электроэнергетики. Например, авиация стран НАТО, создав преднамеренные помехи, за несколько дней вывела из строя всю энергосистему Югославии [11].

Способы и методы защиты от непреднамеренных ЭМП описаны в большом количестве работ, например в [6 – 9, 12 – 14]. Однако массовое их применение в России сдерживается из-за отсутствия закона или хотя бы регламента по ЭМС. В Евросоюзе такие законы приняты еще в 1992 г. [9] и

постоянно совершенствуются. Все выпускаемое там радиоэлектронное и техническое оборудование подвергается сертификационным испытаниям на ЭМС и, если оно удовлетворяет нормам, ему присваивается знак соответствия. Это позволяет потребителям правильно выбирать место подключения оборудования и формировать электромагнитную обстановку в точках его присоединения с учетом ЭМС, обеспечивая тем самым повышение надежности систем электроснабжения.

Некоторые производители электрооборудования в России недопонимают важность проблемы ЭМП и ЭМС, считая, что эти термины относятся к области радиоэлектроники. В вузах у специалистов направления “Электротехника, электромеханика и электротехнология” курс “Электромагнитная совместимость” вообще отсутствует. Что касается специалистов по “Электроэнергетике”, в 2000 г. в их учебных планах появился курс “Электромагнитная совместимость в электроэнергетике”, в связи с чем было издано несколько учебников и учебных пособий. Но в учебных планах нового стандарта 2009 г. этого курса уже нет, а ведь он напрямую связан с энергобезопасностью страны.

Особое внимание следует уделять защите от преднамеренных ЭМП. В [1] даны некоторые рекомендации по защите микропроцессорных реле и микропроцессоров от преднамеренного дистанционного воздействия ЭМП (электромагнитного терроризма и кибератак). Они включают в себя примене-

* В порядке обсуждения. *Ред.*

ние оптоволоконных кабелей, а также оптоэлектронных трансформаторов тока и напряжения для портов ввода-вывода сигналов и питание этих устройств от аккумуляторных батарей, источников бесперебойного питания или независимых от энергосистемы источников. Кроме того, предлагается снижать сопротивление контуров заземления и разделять цепи заземления этих систем и высоковольтного оборудования. Опасность преднамеренных ЭМП особенно возрастет с применением так называемых интеллектуальных электрических сетей, которые снабжаются большим количеством различных датчиков. Воздействуя на эти датчики с помощью лазерных и электромагнитных излучений, можно вывести из строя целые энергосистемы.

В последние годы на надежность СЭС негативно влияют различные техногенные явления, приводящие к обрыву проводов и падению опор ЛЭП, в результате чего целые регионы оказываются без электричества. Повысить надежность СЭС с учетом их воздействия можно путем более широкого применения источников распределенной генерации (мини-ТЭЦ). К сожалению, в России отношение к их внедрению в “большой” энергетике несколько иное (можно считать — отрицательное), чем во многих странах Евросоюза и в США.

Решение этого вопроса — перевод на мини-ТЭЦ существующих котельных. Необходимость этого перевода предусмотрена в Энергетической стратегии России на период до 2030 г. и закреплена законодательно в статье 23 нового Закона РФ “О теплоснабжении” № 190-ФЗ от 27.07.2010 г. В нем указывается: “При разработке развития систем теплоснабжения поселений и городских округов необходимо предусматривать переоборудование котельных в источники комбинированной выработки электрической и тепловой энергии”.

Большой опыт в переоборудовании котельных в мини-ТЭЦ накоплен в Дании, где уже в 1992 г. это было осуществлено более чем в 100 котельных [15]. Некоторый подобный опыт уже есть и в московском регионе [16].

Преимущества такого перевода:

1. Повышение надежности систем электроснабжения потребителей за счет снижения рисков отказов СЭС как от ЭМП, так и от техногенных явлений.

2. Экономия топлива. Коэффициент его использования при применении газотурбинных и газопоршневых агрегатов на ми-

ни-ТЭЦ достигает 80–90 % (топливо не расходуется на выработку тепловой энергии, которая получается вследствие охлаждения различных контуров агрегата и отходящих газов [11, 17–20]).

3. Снижение воздействия на окружающую среду за счет экономии топлива.

4. Максимальное приближение источников тепловой и электрической энергии к потребителям и соответственно существенное уменьшение ее потерь.

5. Возможность быстрого снижения дефицита электрической энергии в стране, поскольку длительность переоборудования котельных в мини-ТЭЦ не превышает 1,5 года [17]. Согласно [16] при надстройке газотурбинных установок хотя бы в 40 % котельных средней мощности и 80 % крупных котельных в европейской части страны дополнительная выработка электроэнергии составит 150 млрд кВт·ч в год, т. е. около 15 % общей выработки электроэнергии по стране.

6. Привлекательность для инвестиций, так как окупаемость перевода не превышает 2–5 лет [11, 17, 20].

7. Возрастание доли независимых производителей электроэнергии и теплоты, увеличение их конкуренции, уменьшение стоимости производства электрической и тепловой энергии.

8. Возможность снижения суточных максимумов электрической нагрузки и соответственно экономии топлива на крупных тепловых электростанциях и ТЭЦ за счет их работы в базовой части графика нагрузки.

Последствия влияния ЭМП требуют новых подходов и к построению Единой энергосистемы России. Для исключения мгновенного развития системных аварий необходимо ограничение области их распространения. Этого можно достичь путем разделения Единой энергосистемы на ряд подсистем (ОЭС европейской части страны, ОЭС Сибири и ОЭС Дальнего Востока), соединяемых одна с другой через вставки постоянного тока. Это следует предусматривать и на всех линиях связи с другими странами.

Выводы

1. Учитывая значимость непосредственного влияния ЭМП на энергетическую безопасность страны, необходимо в вузах для всех специальностей электротехнического, электромеханического и электроэнергетического направлений ввести курс “Электромагнитная совместимость”.

2. Следует ввести обязательную сертификацию на ЭМС всего выпускаемого в России радиоэлектронного, электротехнического и энергетического оборудования и ускорить принятие закона или регламента на ЭМС.

3. С целью повышения надежности СЭС потребителей рекомендуется переводить отопительные котельные на мини-ТЭЦ путем надстройки в них газотурбинных или газопоршневых установок с котлами-утилизаторами, а для обеспечения надежности Единой энергосистемы России ее надо разделить на ряд подсистем через вставки постоянного тока.

Список литературы

1. Гуревич В. И. Микропроцессорные защиты: новые перспективы или новые проблемы. — Промышленная энергетика, 2006, № 3, 4.
2. Михайлов В. В. Надежность электроснабжения промышленных предприятий. — М.: Энергоиздат, 1982.
3. Гук Ю. Б. Теория надежности в электроэнергетике. — Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1990.
4. Руденко Ю. Н., Ушаков И. А. Надежность систем энергетики. — Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1989.
5. Надежность систем электроснабжения / В. В. Зорин, В. В. Тисленко, Ф. Клепель, Г. Адлер. — Киев: Вища школа, 1984.
6. Вагин Г. Я., Лоскутов А. Б., Севостьянов А. А. Электромагнитная совместимость в электроэнергетике: Учеб. для студентов высш. учеб. заведений. — М.: Издательский центр “Академия”, 2010.
7. Электромагнитная совместимость в электроэнергетике и электротехнике / А. Ф. Дьяков, Б. К. Максимов, Р. К. Борисов и др. — М.: Энергоатомиздат, 2003.
8. Яковлев В. Н., Пантелеев В. И., Суров В. П. Электромагнитная совместимость электрооборудования электроэнергетики и транспорта: Учеб. пособие. — М.: Издательский дом МЭИ, 2010.
9. Шваб А. Электромагнитная совместимость / Пер. с нем.; под ред. И. П. Кужекина. — М.: Энергоатомиздат, 1995.
10. Уильямс Т., Армстронг К. ЭМС для систем и установок / Пер. с англ. — М.: Издательский Дом “Технологии”, 2004.
11. Концепция применения и основные технические решения типового ряда мини-ТЭЦ / Г. Я. Вагин, А. Б. Лоскутов, Е. Б. Солнцев и др. — Промышленная энергетика, 2010, № 7.
12. СО 34.35.311—2004. Методические указания по определению электромагнитной обстановки и совместимости на электрических станциях и подстанциях. — М.: Изд-во МЭИ, 2004.
13. РД 34.20.116—93. Методические указания по защите вторичных цепей электрических станций и подстанций от импульсных помех. — М.: РАО “ЕЭС России”, 1993.
14. РД 34.35.310—97. Общие технические требования к микропроцессорным устройствам защиты и автоматики энергосистем. — М.: РАО “ЕЭС России”, 1997.
15. Повышение эффективности использования энергии в жилищном секторе Дании / Под ред. А. М. Мастепанова и Ю. М. Когана. — М.: Российско-Датский институт энергоэффективности, 1999.
16. Селянкин С. В. Энергетика крупных городов. Современное состояние и развитие. — Энергосбережение, 2006, № 1.
17. Бутузов В. А., Томаров Г. В., Шетов В. Х. Модернизация муниципальных котельных с установкой когенерационного оборудования. — Промышленная энергетика, 2008, № 11.
18. О переводе промышленно-отопительных котельных в режим работы мини-ТЭЦ на базе паровых винтовых машин / В. М. Боровков, С. Р. Березин, В. И. Ведайко, А. И. Богачева. — Промышленная энергетика, 2010, № 3.
19. Пилотный энергетический проект (мини-ТЭЦ) в Нижегородской области / А. Б. Лоскутов, Г. Я. Вагин, Э. Н. Кашапов, А. М. Мамонов. — Энергоэффективность. Опыт. Проблемы. Решения, 2005, вып. 4.
20. Технические и экономические критерии выбора мощности мини-ТЭЦ на промышленных предприятиях / Г. Я. Вагин, А. Б. Лоскутов, Н. Н. Головкин, А. М. Мамонов. — Промышленная энергетика, 2006, № 4.

S.yurtaev@nice-nn.ru