

Алексей Лоскутов, Елена Соснина

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева, г. Нижний Новгород, Россия

Повышение эффективности использования альтернативных источников электроэнергии в системах электроснабжения

Сегодня энергетика и энергосбережение входят в перечень приоритетных направлений развития науки в Российской Федерации. Одной из важнейших задач развития энергетики России является обеспечение энергетической безопасности страны и ее регионов. При этом основным требованием энергетической безопасности является обеспечение бездефицитности энергоснабжения, доступности энергоносителей приемлемого качества. Исследования перспектив развития энергетики России показывают, что в период до 2020 гг. перед страной могут возникнуть серьезные трудности в обеспечении своей энергетической безопасности.

Развитие новых и возобновляемых источников энергии в России способствовало бы решению проблемы энергетической безопасности страны, социальных проблем, снижению уровня безработицы, развитию бизнеса, повышению качества жизни населения, уровня образования, науки, технологий и культуры, а также, улучшению экологической обстановки за счёт уменьшения вредных выбросов от энергетических установок. О важности вопроса свидетельствует Указ Президента РФ «О некоторых мерах по повышению энергетической и экологической эффективности российской экономики», вышедший 4 июня 2008 года.

Перспективным является создание систем малой энергетики как в сельской местности при наличии электроснабжения от энергосистем, так и в зонах децентрализованного электроснабжения. Системы малой энергетики базируются на энергоустановках, использующих местные энергоресурсы. Преимуществом локальных систем электроснабжения является повышение надежности электроснабжения потребителей, снижение потерь электроэнергии вследствие приближения ис-

точника энергии к потребителю, а также возможность сооружения комплексных энергоисточников на базе ветроэнергетических, солнечных и биогазовых установок, малых ГЭС, а также газомоторных и дизельных агрегатов в сочетаниях, определяемых наличием местных ресурсов. Однако различие выходных параметров ограничивает комплексное применение альтернативных источников электроэнергии.

Учеными Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева разработано универсальное устройство сопряжения, позволяющее производить подключение однофазных или трехфазных потребителей электрической энергии со стандартными параметрами входного переменного напряжения к различным источникам питания, как переменного, так и постоянного тока. Структурная схема разработанного устройства показана на рис. 1.

Устройство сопряжения позволяет объединить в единую цепь первичные источники электроэнергии с различными параметрами (химические источники тока, топливные элементы, солнечные батареи, автономные генераторы, ветроэлектрогенераторы, общепромышленную питающую сеть), что обеспечивает бесперебойное питание по трехфазной цепи переменного напряжения величиной 380 В частотой 50 Гц общепромышленных и ответственных потребителей электроэнергии.

Изготовлен экспериментальный образец устройства, решающий проблему сопряжения разнородных источников электроэнергии с потребителем и сетью в рамках 10 кВА. Экспериментальный образец включает в себя пять основных и шесть вспомогательных рабочих модулей. Основные рабочие модули устройства:

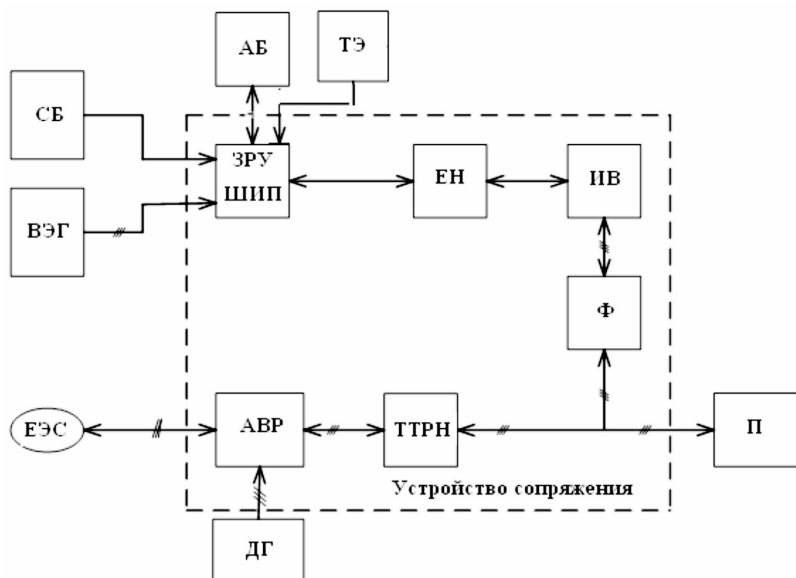


Рис. 1. Структурная схема устройства сопряжения

СБ – солнечная батарея,
 ВЭГ – ветроэлектродгенератор,
 АБ – аккумуляторная батарея,
 ТЭ – топливный элемент,
 ЗРУ – зарядно-разрядное устройство,
 ШИП – широтно-импульсный преобразователь,
 ЕН – емкостной накопитель,
 ИВ – инверторный выпрямитель,
 Ф – фильтр,
 ТТРН – трансформаторно-тиристорный регулятор напряжения,
 АВР – автоматическое включение резерва,
 ДГ – дизель-генератор,
 ЕЭС – единая энергосистема,
 П – потребитель электроэнергии.

- 1) модуль входных цепей переменного тока, обеспечивающий переключение цепей основной (ЕЭС) и резервной (ДГ) питающей сети (устройство автоматического включения резерва АВР),
- 2) модуль конвертора солнечных батарей, предназначенный для формирования зарядного тока аккумуляторных батарей при питании от солнечных батарей с выходным напряжением 5–17 В, допускающий величину входного максимального напряжения 50 В,
- 3) модуль двухполярного реверсивного преобразователя (ШИП), обеспечивающий сопряжение цепей постоянного тока аккумулирующих элементов низкого напряжения (± 24 В) с цепями постоянного тока емкостного накопителя напряжением ± 350 В (конструктивно модули конвертора и реверсивного преобразователя выполнены в одном корпусе),
- 4) модуль трансформаторно-тиристорного регулятора напряжения [2], обеспечивающий стабилизацию и регулирование напряжения на входе потребителя при изменении параметров выходных напряжений основной или резервной сети, а также инверторного выпрямителя, при переизбытке мощности альтернативных источников энергии (солнечных батарей, ветроэлектродгенератора, топливных элементов),
- 5) модуль инверторного выпрямителя [1], обеспечивающий сопряжение цепей постоянного тока с величиной напряжения емкостного напряжения и трехфазных цепей переменного тока напряжением 380 В частотой 50 Гц.

Вспомогательные модули:

- модуль системы управления модулей ТТРН,
- модуль системы управления модуля инверторного выпрямителя [1],

- модуль емкостного накопителя (конструктивно представляет самостоятельный блок, а функционально является составной частью реверсивного двухполярного преобразователя),
- модуль фильтров (только для параллельной работы ТТРН и ИВ), схемотехнически представляющий LC-фильтр ($L = 3,5$ мГн, $C = 2$ мкФ), обеспечивающий шунтирование высокочастотных гармонических составляющих ИВ,
- модуль стандартных источников питания системы управления устройством сопряжения (± 5 В/3 А, ± 15 В/3 А);
- модуль коммутации входных межблочных присоединений.

Модули могут выполняться как для промышленного применения, так и для бытовых целей. При комплексном использовании источников электроэнергии потребитель самостоятельно может определять архитектуру устройства сопряжения или дополнять ее в процессе эксплуатации.

Проведены экспериментальные исследования эффективности использования устройства сопряжения, показавшие, что коэффициент полезного действия по цепям постоянного тока в основном определяется величинами токов, потребляемых по низковольтным цепям (аккумуляторные батареи, ветроэлектродгенераторы постоянного тока, топливные элементы). Рекомендуется выбирать величины напряжений этих цепей такими, чтобы среднее значение тока реверсивного ШИП было меньше 100 А. При токе 100 А величина активных потерь широтно-импульсного преобразователя составляет примерно 600 Вт.

Отличительной чертой разработанного устрой-

ства является отказ от цепей двойного преобразования (AC/DC/AC) и обеспечение параллельной работы цепей постоянного и переменного тока на общую нагрузку с инверторным выпрямителем, выступающим в качестве элемента сопряжения двух разнохарактерных цепей питания. Такой подход использует работу двух указанных цепей в буферном режиме, что обеспечивает непрерывность питания электропотребителя при отключении одного или нескольких источников питания, а также повышает надежность электроснабжения при отказе элементов одной из цепей (постоянного или переменного тока). На данное техническое решение получено два патента РФ.

Область применения устройства сопряжения:

- эффективное использование новых и возобновляемых источников энергии для электроснабжения удалённых районов Российской Федерации, не подключённых к сетям энергосистем,
- повышение надежности электроснабжения потребителей в районах дефицитных энергосистем,
- бесперебойное питание электропитания потребителей первой и особой категории.

Для оптимального использования устройства должен быть выбран правильный режим его работы. Возможны следующие режимы работы устройства: 1) режимы при параллельной работе альтернативных источников энергии (АИЭ) с сетью; 2) режимы при автономной работе АИЭ.

Возможно четыре режима при параллельной работе АИЭ с сетью:

- 1) без перетока в сеть. Суммарная мощность генераторов АИЭ не превышает минимальной мощности потребления. Переток электроэнергии в сеть от АИЭ отсутствует. Область применения – объекты, на которых по техническим условиям энергосистемы не допускается переток в сеть,
- 2) с перетоком в сеть, но потребление из сети больше, чем сброс в сеть. Суммарная мощность генераторов АИЭ не превышает средней мощности потребления. Имеется переток электроэнергии в сеть от АИЭ, при этом потребление из сети больше, чем передача в сеть. Область применения – объекты, на которых по техническим условиям энергосистемы допускается переток в сеть, но энергосистема отказывается покупать излишки энергии,

- 3) с перетоком в сеть, но потребление из сети меньше, чем сброс в сеть. Суммарная мощность генераторов АИЭ превышает среднюю мощность и может быть равна или больше максимальной мощности потребления. Имеется переток электроэнергии в сеть от АИЭ, при этом потребление из сети меньше, чем передача в сеть. Область применения – объекты, на которых по техническим условиям энергосистемы допускается переток в сеть, и энергосистема готова покупать излишки энергии,

- 4) передача электроэнергии только в сеть энергосистемы. Суммарная мощность генераторов АИЭ произвольная, её уровень определяется договорными отношениями с сетями. Область применения – электрические сети, которые испытывают дефицит в электрической энергии и не могут обеспечить требуемый уровень потребления электроэнергии.

Возможно два режима при автономной работе АИЭ.

В первом случае в качестве резерва используется сеть. Суммарная мощность генераторов АИЭ равна или больше максимальной мощности потребления. Область применения – объекты с равномерным потреблением электроэнергии. Во втором случае в качестве резерва используются дополнительные агрегаты. Суммарная мощность генераторов АИЭ больше максимальной мощности потребления на величину резервной мощности. Область применения – объекты, для которых электроснабжение от электросети невозможно.

Указанные режимы работы устройства сопряжения могут быть взаимно обусловленными. Даже если АИЭ полностью покрывают требуемую нагрузку, то наличие связи с энергосистемой остается целесообразным для резервирования и возможности выдачи в сеть энергосистемы избыточной мощности АИЭ. Если АИЭ предназначены для работы в энергосистеме, то автономные режимы могут возникнуть вынуждено, в основном аварийно.

Внедрение устройства сопряжения позволит повысить энергобезопасность потребителей и эффективность использования новых и возобновляемых источников энергии.

Разработка может быть востребована государственными или частными предприятиями электротехнической отрасли, а также непосредственными потребителями источников бесперебойного электропитания.

Artykuł nadesłano do Redakcji 27.04.2010. Przyjęto do druku 27.04.2010.

Recenzent: doc. dr inż. Andrzej Froński

Литература

- [1] Асабин А.А., Слепченков М.Н., Карнавский И.А.: *Алгоритмы управления инверторным выпрямителем в составе устройства сопряжения системы нетрадиционных источников электроэнергии с питающей сетью*. Изв. Академии инженерных наук РФ им. акад. А.М. Прохорова. Малая энергетика/под ред. Ю.В. Гуляева, Москва, Н. Новгород: НГТУ им. Р.Е. Алексеева, С. 179–189, 2008.
- [2] Кириенко В.П., Лоскутов А.Б., Ваганов С.А.: *Улучшение качества электроэнергии с помощью трансформаторно-тиристорного модуля с микропроцессорной системой управления при резкопеременном характере нагрузки*. Промышленная энергетика, No 5, С. 42–46, 2007.



Elena Nikolajevna SOSNINA – dr nauk technicznych, docent w katedrze „Elektroenergetyka i zabezpieczenie w energię elektryczną”, Dziekan wydziału kształcenia specjalistów wyższych kwalifikacji. Zainteresowania naukowe: elektroenergetyka, zabezpieczenie energetyczne, systemy i sieci elektroenergetyczne, energetyczne kompleksy, nowe i odnawialne źródła energii oraz mała energetyka.



Aleksei Borisovich LOSKUTOV – doktor nauk technicznych, profesor, Pierwszy Prorektor Uniwersytetu, Kierownik Katedry „Elektroenergetyka i zabezpieczenie w energię elektryczną”. Zainteresowania naukowe: elektroenergetyka, zabezpieczenie energetyczne, systemy i sieci elektroenergetyczne, energetyczne kompleksy, nowe i odnawialne źródła energii, mała energetyka i instalacje energetyczne.

ZAKŁAD PRZESYŁANIA I DYSTRYBUCJI GAZU

Zakres działania:

- badania laboratoryjne rur, kształtek, armatury z tworzyw sztucznych oraz armatury metalowej i powłok antykorozyjnych, prowadzone dla potrzeb certyfikacji i aprobat technicznych;
- ocena stopnia zagrożenia korozyjnego gazociągów stalowych oraz ocena stanu technicznego izolacji gazociągów stalowych metodami bezwykopowymi;
- ocena efektywności metod rekonstrukcji sieci dystrybucyjnych gazu;
- opracowanie projektów przepisów związanych z budową i użytkowaniem sieci gazowych;
- opracowanie lub opiniowanie projektów norm dotyczących sieci i instalacji gazowych;
- badania z zakresu współpracy ośrodka gruntowego z siecią gazową na terenach górniczych;
- prowadzenie specjalistycznego szkolenia kadr, głównie w zakresie budowy sieci gazowych z polietylenu;
- wspomaganie przemysłu we wdrażaniu nowych rozwiązań technicznych oraz opracowywanie ekspertyz i analiz;
- badania laboratoryjne metalowej armatury odcinającej do systemów i instalacji wodociągowych oraz baterii mechanicznych, natrysków i przewodów natryskowych.

Kierownik: mgr inż. Janusz Neider

Adres: ul. Bagrowa 1, 30-733 Kraków

Telefon: 12 653-25-12 wew. 142

Faks: 12 653-16-65

E-mail: janusz.neider@inig.pl

