

УДК 621.313.320

**ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ И ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ
РАЗВИТИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫХ ИСТОЧНИКОВ
ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В УКРАИНЕ**

Шевченко В. В., Лизан И. Я.

Украинская инженерно – педагогическая академия, г. Харьков, г. Артемовск

Определены проблемы создания, внедрения в силовую энергетику и эксплуатации экологически чистых источников электроэнергии. Рассмотрено современное состояние и перспективы использования возобновляемых источников энергии (ветроэнергетика, гидроэнергетика, перспективные типы современных генераторов – с магнитоэлектрическим возбуждением, с использованием высокотемпературных сверхпроводников).

Ключевые слова: электроэнергетика, ветроэнергетика, экологическая безопасность, энергосбережение

Постановка задачи. В настоящее время есть значительные нерешенные проблемы, которые являются общими для всех стран:

1) рост населения, что приводит к необходимости наращивания объема вырабатываемой энергии и, соответственно, нарастание проблемы утилизации отходов энергетических блоков;

2) ограниченность ископаемых топливных и минеральных ресурсов;

3) загрязнение окружающей среды, в том числе из-за проблемы хранения отходов классических тепловых (ТЭС, ТЭЦ) и атомных станций (АЭС);

4) значительные потери электроэнергии.

5) отсутствие надежного информационного обеспечения энергетической отрасли, в частности сервиса предложений по энергосберегающим технологиям; наличия систем постоянного мониторинга и анализа состояния оборудования потребителя;- надежной и полной информации по учету используемой электроэнергии.

Решение указанных проблем возможно с учетом современных возможностей различных технологий производства, распределения электроэнергии и утилизации отходов производственных циклов.

Основная часть.

Электрическую энергию невозможно хранить, ее цена изменяется в больших диапазонах за короткий срок; а потоки электроэнергии подчиняются только законам электротехники. Но для устойчивой работы энергосистемы, для надежного обеспечения электроэнергией потребителей энергетики обязаны обеспечить и период пиковых нагрузок в системе, и период провалов.

Объединенная энергетическая система (ОЭС) Украины - обеспечивает централизованное энергоснабжение собственных потребителей и взаимодействие с энергосистемами соседних стран. В ОЭС входят электростанции энергогенерирующих компаний (14 ТЭС, 4 АЭС, 7 ГЭС и 1 ГАЭС, 97 ТЭЦ, 8 ВЭС, мини- и микро-ГЭС и т.д.), магистральные электрические сети национальной энергетической компании (НЭК) «Укрэнерго» и распределительные электросети региональных энергоснабжающих компаний.

Средние показатели по мировым энергосистемам следующие: электростанции, которые работают на нефти – 38 %, на природном газе – 20%, на угле – 27%, что составляет 85% от общей выработки электроэнергии. Остальные 15% приходятся на АЭС и на электростанции, работающие от возобновляемых источников энергии. В Украине АЭС вырабатывают до 48 %. Общая мощность 13 турбогенераторов, установленных на 4 АЭС Украины составляет 11800 МВт.

Несмотря на то, что энергетика Украины, развиваясь по эволюционному сценарию, должна следовать принципам и тенденциям мировой энергетике, ее развитие будет иметь отличия из-за специфичности современного энергетического кризиса. Основными направлениями перспективного развития энергетике Украины, которые ожидаются в ближайшие 20-40 лет, на наш взгляд, являются:

1) Атомная энергетика. Сегодня АЭС – основные энергогенерирующие станции. Но уже просматривается перспектива резкого снижения вклада АЭС в производство энергии, которое станет заметным через 10-20 лет после того, как действующие атомные реакторы выработают свой ресурс, (а новые вряд ли будут построены). Даже появившиеся предложения о продлении срока службы атомных реакторов на 20-25 лет (с соответствующей подготовкой и обновлением) не решат проблемы энергообеспечения страны. Авария на 6 блоках АЭС в Японии может для нашей страны иметь двойной результат: или будут сокращены программы развития атомной энергетике, или будут увеличены ассигнования на обеспечение безопасности работы атомных блоков. Второй путь, на наш взгляд, более перспективен.

Кроме того все более остро стоит вопрос утилизации радиоактивных отходов АЭС. При сроке эксплуатации контейнеров системы СХОЯТ (сухое хранение отработанного ядерного топлива) в 25 – 30 лет уже сегодня стоит вопрос, что делать, когда срок будет исчерпан, рис. 1.



Рис/ 1/ Транспортировка СХОЯТ-а от блока АЭС
к площадке хранения

Сокращению объема радиоактивных отходов АЭС, на наш взгляд, может способствовать использование для загрузки атомных реакторов альтернативной конструкции топливных элементов (ТВЭЛ-ов). У альтернативных элементов, вместо гадолиниевого стержня в каждой тепловой сборке («ловушке» для радиоактивных осколков ядерной реакции), гадолиниевые элементы размещены

непосредственно в колбе ТВЭЛ-а. Это приводит к изменению геометрии ТВЭЛ-ов и обеспечивает возможность работы блока без останова не 10 месяцев, как в настоящее время, а 1,5 – 2 года. При этом элементы гадолиния размещаются непосредственно в колбе ТВЭЛ-а в виде небольших элементов между урановыми элементами. Длина ТВЭЛ-а альтернативной конструкции при этом увеличивается от 4 до 4,5 м. Важным фактором этого перехода является сокращение радиоактивных отходов при работе того же установленного на АЭС оборудования, снижения темпов заполнения площадок хранения СХОЯТ-ов. Отодвигается время решения проблемы вскрытия и перезагрузки контейнеров СХОЯТ. Но следует отметить, что удлинение межремонтных сроков работы блоков АЭС за счет использования альтернативных конструкций ТВЭЛ-ов привело к появлению неожиданной проблемы: недостаточная пропускная способность линий электропередач (к тому же, тоже значительно изношенных). Так, например, по установленной мощности генераторов пропускная способность ЛЭП Запорожской АЭС составляет 5,3 тыс. МВт, но при работе 6 блоков, что стало возможным при использовании альтернативных ТВЭЛ-ов, необходимо передавать энергию от 6 блоков, т.е. 6 тыс. МВт, [2].

Стратегия развития энергетики многих стран мира в первой половине XXI века предусматривает существенный рост доли АЭС в балансе электроэнергетики с увеличением производства электроэнергии к 2020 году более чем в 2 раза. Это будет решаться по-разному, [2-4], путем:

- повышения единичной мощности установленного электрооборудования;
- продления срока службы АЭС первого поколения;
- достройки энергоблоков АЭС высокой степени готовности, с высокими показателями уровня безопасности и экономичности.

В качестве основного варианта замещения выбывающих мощностей на АЭС предполагается строительство атомных энергоблоков с водо-водяными реакторами типа ВВЭР-1500 и турбоагрегатами мощностью около 1500 МВт. Для реализации проекта такого энергоблока следует использовать возможности отечественной промышленности, добиваться минимальных, и, по меньшей мере, экономичных вложений для модернизации имеющихся производственных технологий и экспериментальных баз предприятий.

Рассмотрим более подробно вопрос повышения мощности турбогенераторов в единице исполнения для АЭС при замене устаревшего оборудования.

Уровень технического оснащения и развития отечественного электромашиностроения, в частности, завода «Электротяжмаш» (г. Харьков), и результаты предварительных конструкторских и технологических разработок показывают, что наша промышленность в состоянии изготавливать турбогенераторы мощностью 1500 МВт как в тихоходном (1500 мин^{-1}), так и быстроходном (3000 мин^{-1}) исполнениях. В обоих вариантах предлагается безводородный турбогенератор с полным водяным охлаждением, обеспечивающий взрывопожаробезопасность энергоблока и обладающий повышенной надежностью вследствие низкого уровня нагрева и вибраций, высокой степени отработанности конструкции, [3].

Зарубежные фирмы при создании турбогенераторов мощностью свыше 1000 МВт ориентируются на четырехполюсное исполнение с частотой враще-

ния 1500 мин^{-1} (50 Гц) или 1800 мин^{-1} (60 Гц). Наибольшей мощности на сегодняшний день (1485 МВт) достигла Франция (Альстом), [1, 2].

Основные проблемы для быстроходных двухполюсных турбогенераторов мощностью от 900 до 1000 МВт (Броун Бовери, Швейцария; Альстом, Франция) возникают с охлаждением и механическим креплением обмоток ротора, состоянием торцевых зон сердечников статора и ротора, креплением лобовых частей обмоток статора.

Для турбогенераторов предельной мощности (1500 МВт) следует использовать новый подход к выбору числа фаз обмотки статора (варианты трехфазного и шестифазного исполнения обмотки), величины воздушного зазора, наружного диаметра сердечника статора, активной длины стали машины, сечений стержней обмотки статора, обмотки возбуждения для получения наивысшего КПД при допустимых значениях рабочих параметров. В трехфазном варианте стержень обмотки статора очень сложный, так называемый двойной «стержень Ребеля», состоит из четырех столбиков транспонированных элементарных проводников. Его изготовление является сложной технологической задачей.

На сегодня есть определенные достижения в вопросе повышения единичной мощности турбогенераторов. На базе завода «Электротяжмаш» (г. Харьков) был проведен расчет пилотного проекта генератора мощностью 1500 МВт для Ленинградской АЭС. Номинальное напряжение этого генератора, согласно расчетам, было принято равным 27 кВ. При разработке генератора было принято увеличение активной длины, по сравнению с генератором ТВВ-1200-2-У3 (производство НПО «Электросила», г. Ленинград), имеющим напряжение 24 кВ. При этом удельные электромагнитные нагрузки возросли не в 1,25 раза, а в 1,11 раза. Кроме того, при проектировании такой машины следует сохранить наиболее интересные и технически новые решения:

1) высокую перегрузочную способность, низкий уровень тепловых деформаций и, следовательно, стабильность и надежность работы изоляции, имеющей класс нагревостойкости F, [1,3].

2) для ротора следует выбрать охлаждаемую водой демпферную обмотку, уложенную под пазовые клинья.

3) на полюсах следует выполнить продольные пазы с магнитным наполнителем. Это обеспечит выравнивание изгибной жесткости ротора в плоскостях полюсов и обмотки возбуждения без создания концентраторов напряжений.

Т.о., мы можем сказать, что одно из направлений развития электроэнергетики – повышение мощности в единице энергетической установки, возможно и подкреплено созданием высокоэффективного турбогенератора предельной мощности.

3) Классические ТЭС. Состояние классических тепловых электростанций специалисты оценивают как полностью изношенное. На 104 энергетических блоках ТЭС, работающих на угле, по самым оптимистичным оценкам, 96 % оборудования отработало проектный ресурс, а 73% - превысили граничный ресурс. КПД станций снизился до 30 – 35%, [1-3]. Многие эксперты оценивают износ оборудования на 100 %. Для ТЭС нужен импортный уголь, т.к. многие шахты Украины закрыты или являются аварийными, на многих ТЭС отсутствуют газоочистные сооружения, что приводит к значительному выбросу в атмосферу

оксидов азота, двуокиси серы и т.д. То есть и тепловая энергетика находится в состоянии, близком к технической катастрофе.

Ни одна ТЭС Украины сегодня не имеет систем газоочистки от выбросов соединений серы и азота. Угольные энергоблоки ТЭС сегодня являются источниками повышения генерации вредных выбросов при работе на частичных нагрузках и сжигании углей нерасчетного качества (в энергетических углях содержание серы достигает 3-4 %, а зольность нередко превышает 40 %). Совместное сжигание нефтегазовых энергоносителей с углем увеличивает образование и выбросы NO_x в атмосферу. Достижению оптимальных выбросов CO_2 , NO_x , SO_2 и золы может способствовать выравнивание графиков нагрузок энергосистем. Прибыль в пределах 10-15 млн. долларов для ТЭС суммарной мощностью 2000 МВт может быть получена при использовании криомагнитной очистки угля от пиритных соединений, как перспективной технологии обогащения, позволяющей производить глубокую очистку фракций угля, углеотходов и минерального сырья. Технология рекомендована для десульфуризации измельченного пылеугольного топлива в потоке перед его факельным сжиганием в топках котлов энергоблоков. Расчетами специалистов института «ДонТЭП» установлено, что годовая экономия за счет внедрения технологии криомагнитной сепарации угольной пыли в схеме пылеподготовки одного энергоблока мощностью 300 МВт составляет 16,9 млн. грн/год при сроке окупаемости капитальных вложений - 1,43 года.

4) Гидроэлектростанции. Аналогичное положение и с основным оборудованием крупных гидростанций. Кроме того, строительство ГЭС по степени затопления соседних территорий может быть определено, как небольшая экологическая катастрофа. Но в наше время считается наиболее перспективным регулировать выработку электроэнергии в течение суток за счет гидроэнергетики. Поэтому перспективно введение в энергосистему блоков не ГЭС, а ГАЭС (гидроаккумулирующих электростанций).

5) Применение высоковольтных генераторов.

Предлагаемый рост мощности генераторов приведет к увеличению проблем снижения потерь, как в самих генераторах, так и в элементах, соединяющим выводы статорной обмотки с повышающим трансформатором – промежуточным связующим звеном генератора с сетью. Также необходимо совершенствовать систему охлаждения машин, разрабатывать и внедрять коммутационную аппаратуру на возрастающие токи (при сохранении прежнего, сравнительно малого, напряжения генератора). Наиболее важным является увеличение напряжения гидрогенератора (ГГ) до уровня напряжения ЛЭП, т.е. хотя бы до 110 кВ, рис. 1. Гидрогенераторы территориально достаточно удалены от повышающих трансформаторов: размещение трансформаторов с масляным охлаждением в «теле» плотины недопустимо согласно требованиям пожаробезопасности. Поэтому трансформаторы расположены на значительных расстояниях. Т.е. на большие расстояния приходится передавать большие мощности при малых напряжениях (15 –16 кВ) и, соответственно, при больших токах. Это приводит к значительным потерям уже на первом этапе транспортирования электроэнергии к потребителю, рис. 2, [1].

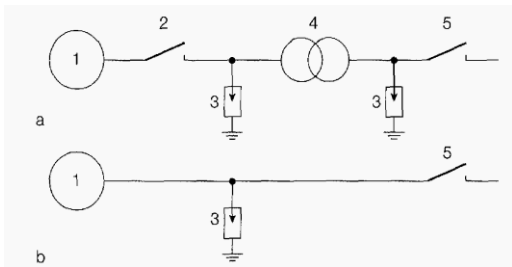
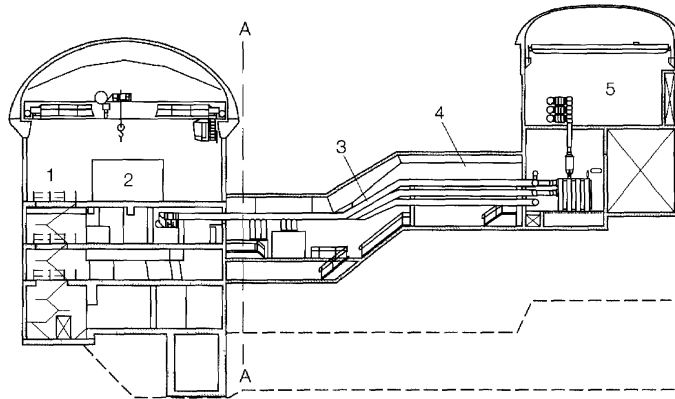


Рис. 1. Схема включения генератора в СЭС:
 а – схема с повышающим трансформатором для обычного генератора. б – схема включения высоковольтного генератора в сеть.
 1 – генератор; 2 – высоковольтный выключатель генератора; 3 – разрядник; 4 – повышающий трансформатор; 5 – автомат включения генератора в сеть



Рис/ 2. Схематический разрез гидроэлектростанции.

При использовании высоковольтного ГГ, всё правее сечения А-А будет устроено.

1 - машинный зал. 2 - ГГ. 3 – система токопроводов. 4 - туннельная система связи ГГ, трансформатора и сети. 5 – повышающий трансформатор

Использование высоковольтных генераторов, т.е. вариант исключения повышающего трансформатора, имеет ряд достоинств:

- 1) исключение из сети повышающего трансформатора, а также высоковольтных коммутационных аппаратов и шинопроводов;
- 2) повышение КПД системы выработки электроэнергии (на 0,5... 1,5 %);
- 3) уменьшение стоимости, повышение технологичности энергетической установки и стоимости её эксплуатации (снижение строительных затрат);
- 4) экономия материалов - электротехнической стали, меди и трансформаторного масла;
- 5) улучшение экологических условий (в связи с отсутствием трансформаторного масла);
- 6) возможность сохранения при модернизации существующих генераторов части основных сборочных единиц.

К недостаткам использования безтрансформаторных систем следует отнести необходимость решать проблему проектирования дополнительных систем защиты ГГ от атмосферных перенапряжений, которая в обычной системе решалась трансформатором.

В качестве обмотки предлагается использовать экструдированный полимерный кабель (изоляция из сшитого полиэтилена и этиленпропиленовой резины). Увеличивать номинальное напряжение генераторов обычной конструкции не удавалось выше 20 – 30 кВ из-за значительного роста необходимой толщины изоляции и невозможности уложить обмотку в обычный по конструкции паз статора. Работы по созданию высоковольтных генераторов в настоящее время ведутся в двух условно определяемых направлениях:

1) Применение для проводников обмотки якоря высоковольтных кабелей (например, кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена на 110 кВ), рис. 3 и 4.

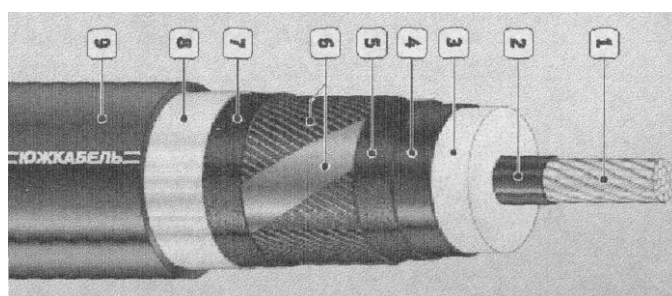
2) переход к беспазовой конструкции статора и новым типам обмоток.

Подобное решение имеет ряд недостатков:

- увеличение глубины паза для укладки обмотки из сшитого полиэтилена приводит к увеличению габаритов машины, усложнению охлаждения;

- выполнение фигурного профиля паза делает невозможным выполнение транспозиции проводника по длине машины, т.е. к усилению явления скин-эффекта. Это приведет к увеличению потерь от циркуляционных токов.

- Ступенчатое изменение значения толщины изоляции, т.е. наружного диаметра кабеля, укладываемого в пазы, что, на наш взгляд, приведет к неодинаково плотному прилеганию проводника к стенкам изгиба паза.



Рис/ 3. Силовой кабель из сшитого полиэтилена на номинальное напряжение 64/110 кВ

1 - многопроволочная уплотненная алюминиевая или медная токопроводящая жила;

2 - внутренний экструдированный полупроводящий слой; 3 - изоляция из сшитого полиэтилена; 4 - внешний экструдированный полупроводящий слой;

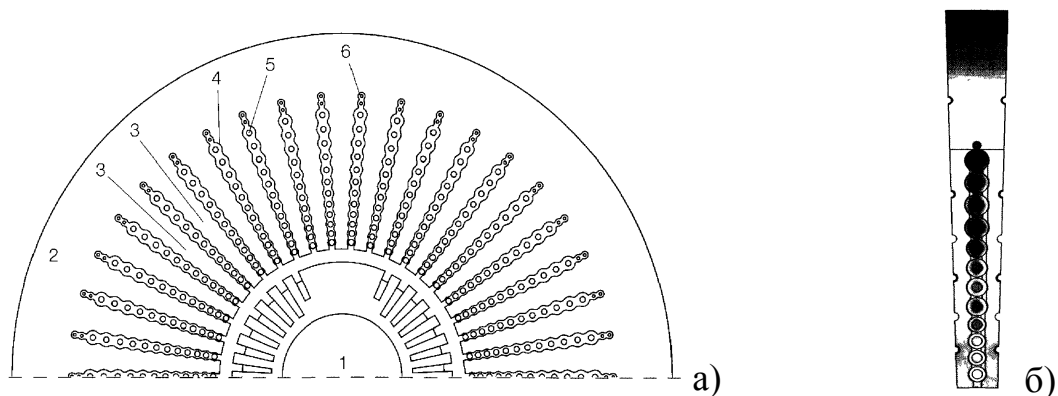
5 - слой полупроводящего полотна или водонабухающей ленты; 6 - медный экран;

7 - слой нетканого полотна или пластмассовой ленты; 8 - алюмополимерная лента;

9 - наружная оболочка из полиэтилена, из ПВХ пластиката пониженной горючести

или ПВХ пластиката пониженной пожароопасности.

Последнее явление достаточно опасно для любой машины, но особенно — для высоковольтной: при недостаточном уплотнении обмотки в пазах статора. При плохом качестве полупроводящего покрытия или при его разрушении возможно нарушение контакта между полупроводящим покрытием пазовой части стержня обмотки и стенкой паза. На участке поверхности стержня, не соединенном непосредственно со стенкой паза, наводится некоторый потенциал, под действием которого в момент касания поверхностью стержня стенки паза и последующего отрыва от нее происходит электрический разряд, называемый пазовым. В работающем генераторе стержни статорной обмотки, имеющие плохое уплотнение, под действием электромагнитных сил совершают поперечные колебания в пределах паза, поэтому разряды следуют практически постоянно. Пазовые разряды оказывают разрушительное действие на изоляцию, так как в канале разряда сосредоточивается энергия разряда емкости достаточно больших участков стержня. При этом возможно выгорание изоляции по всей толщине стержня.



Рис/ 4. Сечение высоковольтного ГГ с обмоткой статора из сшитого полиэтилена.

а) эскиз сечения генератора; б) эскиз паза статора с тремя значениями сечения изоляции укладки кабеля-обмотки.

1 – ротор; 2 - сердечник статора; 3 – зубцы; 4 – пазы; 5 – основная рабочая обмотка статора; 6 – дополнительная (резервная) обмотка статора.

б) Нетрадиционная энергетика. Часто это направление называют «Энергетика от возобновляемых источников энергии». Многие авторы к этому направлению относят и гидроэнергетику. Повышение интереса к возобновляемым источникам энергии вызвано проблемами современной классической энергетике и постоянным ростом цен на энергоносители (нефть, газ) Она снимает проблемы экологии, но базируется на низкопотенциальных источниках и поэтому может представлять лишь временное решение. Из современных способов для Украины реальный интерес представляет только ветроэнергетика, [1,5].

На наш взгляд, также перспективно рассмотрение современных малых автономных энергоустановок с магнитоэлектрическим возбуждением генераторов от постоянных магнитов, построенных по принципу генератора Адамса.

7) Использование высокотемпературных сверхпроводников (ВТСП-ов) для электроэнергетических установок. Десятая часть (а по некоторым сведениям, и больше) всей производимой в мире электроэнергии расходуется на потери, т.е. на нагрев медных и алюминиевых проводов.

В некоторой степени можно ожидать улучшение характеристик машин при использовании сверхпроводников (СП-ков) с высокой температурой. Появление ВТСП-ов открыло путь к разработке новых конструкций с уникальными параметрами, которые функционируют при достаточно простых и дешевых системах азотного охлаждения вместо традиционного дорогостоящего гелиевого оборудования. Например, открытие в 1986 г. Беднорцем и Мюллером ВТСП, имеющих рабочую температуру выше 77 К, дало новый толчок развитию кабелей, основанных на эффекте СП-сти.

До 90-х годов высокая стоимость СП-ков и необходимость охлаждения до сверхнизких температур мешали их массовому применению в энергетике. Активность и интерес к СП-никам в 70-е годы резко снизились, т.к., согласно теории Бардина-Купера-Шриффера (БКШ), СП-мость может существовать только до 25-30 К. Это определяло необходимость охлаждения СП-щего материала жидким гелием ($T_K=4,2$ К), а затем защиту самого гелия жидким азотом. Практическое использование СП-ков стало перспективным и практически обоснованным.

ванным после открытия ВТСП. В начале 1987 году появились сообщения о разработке керамического материала со структурой $YBa_2Cu_3O_7$, в котором СП-щее состояние наступает при 93 К в поле с $B_{кр}=5,7$ Тл. В системах Y-Ba-Cu-O в настоящее время достигнута допустимая плотность тока до 10^4 А/см², что меньше, чем в металлических СП-никах. Наиболее перспективны для промышленного использования висмутовые системы $Bi_2Sr_2Ca_2Cu_3O_x$, температура перехода которых в нормальное, резистивное, состояние достигает 115 К. Есть сведения о получении ВТСП-ов с критической температурой 250 К.

Для объяснения механизма существования ВТСП-ов необходимо было искать другой механизм, отличный от БКШ – теории формирования куперовских пар. В основе основной теоретической модели ВТСП, разработанной академиком В.Л. Гинзбургом, лежит так называемый экситонный механизм взаимодействия электронов: в электронной системе существуют особые волны - экситоны. Подобно фононам, они являются квазичастицами, перемещающимися по кристаллу и не связанными с переносом электрического заряда и массы. Модельный образец такого СП-ника представляет собой металлическую пленку в слоях диэлектрика или полупроводника. Электроны проводимости, движущиеся в металле, отталкивают электроны диэлектрика, то есть окружают себя облаком избыточного положительного заряда, который и приводит к образованию электронной пары. Такой механизм корреляции электронов предсказывает весьма высокие значения критической температуры ($T_K=200$ К). Ограничение в промышленном использовании ВТСП-ков определяют сложные технологии, т.е. высокая стоимость. Однако за последние несколько лет цены на СП-ки упали в 7-8 раз, причем эксперты прогнозируют их дальнейшее снижение, [1,4]. С конца 90-х годов 20 века началось промышленное использование СП-ков в самых разных отраслях промышленности. По оценкам Всемирного банка, уже через 10 лет рынок СП-никового электротехнического оборудования будет составлять 70 млрд. дол., а через двадцать лет превысит 240 млрд. дол., [4].

Особое значение имеет возможность улучшения показателей надежности при использовании ВТСП. Во-первых, обмотки работают при постоянной температуре. В отличие от обычного исполнения градиенты рабочих температур на десятки градусов, а единицы. В результате отсутствуют термомеханические деформации системы «проводник - электрическая изоляция» и не происходит разрушение изоляции. Во-вторых, при криогенных температурах отсутствует процесс старения электрической изоляции.

В ведущих промышленно развитых странах (США, Япония, страны Европейского содружества и др.) разработаны национальные программы и ведутся интенсивные исследования в области создания сильноточного оборудования для наземной и автономной энергетики, перспективных транспортных и аэрокосмических систем с использованием ВТСП-ов.

Выводы

1) В настоящее время существуют различные направления развития электроэнергетики Украины. Каждое направление необходимо оценивать не только по техническим параметрам, но и по экологическим параметрам.

2) Основными генерирующими системами для Украины остаются АЭС и ТЭС, несмотря на износ энергооборудования и экологическую опасность этих станций. Необходимо продолжать работы по модернизации, замене, ремонту оборудования станций с использованием новых технологий. При модернизации блоков АЭС следует повышать установленную мощность турбогенераторов.

3) Развитие гидроэнергетики должно вестись с учетом регулирования выработки электроэнергии в сети Украины, т.е. целесообразно развитие ГАЭС с перспективой создания гидрогенераторов с высоковольтной обмоткой статора.

4) Для автономных вариантов энергообеспечения для Украины перспективно развитие нетрадиционной энергетики, в частности, ветроэнергетики.

5) Следует вести работы по проектированию энергооборудования с использованием ВТСП-ов. Это позволит при развитии научно-технического потенциала страны быть готовыми выйти на мировой уровень энергообеспечения.

Литература

1. Шевченко В. В. Проблемы и основные направления развития электроэнергетики в Украине. // Энергетика та електрифікація, № 7(287), 2007, с. 11–16.

2. Шевченко В. В., Лизан И. Я. Проблемы и способы передачи электроэнергии при полной выдаче мощности электростанциями. // Наукові праці ДонНТУ, випуск 16(142). // Серія гірничо - електромеханічна. Донецьк, ДВНЗ (ДонНТУ), 2008, стор. 284-288.

3. Кузьмин В. В. Энергетика Украины в третьем тысячелетии – пути преодоления кризиса и задачи научных исследований. // Региональный европейский форум WEC "Киев-2000", доклады, Киев, 2000, с. 135-140.

4. Шевченко В. В., Соловьев М. В. Проблемы и перспективы создания высоковольтных генераторов. // Системи обробки інформації. Збірник наукових праць. Вип. 6 (46), Харківський унів. повіт. сил, 2005. - С. 177-186.

5. Шевченко В. В., Шевченко С. Е. Направления и перспективы использования специальных типов генераторов для энергетических установок с возобновляемыми источниками энергии. // Системи обробки інформації. Збірник наук. праць. - Вип. 9, 2004, с. 213-218.

Шевченко В. В., Лизан И. Я.

ПРОБЛЕМИ, ПЕРСПЕКТИВИ ТА ОСНОВНІ НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ ЕКОЛОГІЧНО ЧИСТИХ ДЖЕРЕЛ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В УКРАЇНІ

Визначено проблеми створення, впровадження в силову енергетику та експлуатації екологічно чистих джерел електроенергії. Розглянуто сучасний стан та перспективи використання відновлювальних джерел енергії (повітря енергетика, гідроенергетика, перспективні типи сучасних генераторів – з маг-

нітоелектричним збудженням, з використанням високотемпературних над-провідників).

Ключові слова: електроенергетика, повітря енергетика, екологічна безпека, енергозбереження.

Shevchenko V. V., Lizan I. Y.

PROBLEMS, PROSPECTS AND THE BASIC DIRECTIONS DEVELOPMENTS OF NON-POLLUTING SOURCES THE ELECTRIC POWER IN UKRAINE

Problems of creation, introduction in power and operation of non-polluting sources of the electric power are defined. The current state and prospects of use of renewed energy sources (windpower, water-power engineering, perspective types of modern generators – with magnetolectric excitation, with use of high-temperature superconductors) is considered.

Key words: electric power industry, windpower, ecological safety, the power savings

Сведения об авторах

**статьи “Проблемы, перспективы и основные направления развития экологически чистых источников электроэнергии в Украине”,
авторов Шевченко В.В., Лизана И.Я.**

ШЕВЧЕНКО Валентина Владимировна

Украинская инженерно-педагогическая академия, кандидат техн. наук, доцент,
декан энергетического факультета (г. Харьков).

Раб. тел. 73-37-914, дом. тел. 731- 61-42,

E-mail: zurbagan@mail.ru

ЛИЗАН Игорь Ярославович

Украинская инженерно-педагогическая академия, кандидат техн. наук, доцент
электротехнологического факультета (г. Артемовск Донецкой области)

Раб. тел. 8-062-74-4-86-53, дом. тел. 8-050-21-42-444

E-mail: Irina10061986@yandex.ru