

ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОЙ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЭНЕРГЕТИКИ УКРАИНЫ

В. В. Шевченко

НТУ «Харьковский политехнический институт», г. Харьков, Украина

В работе проведена оценка перспективных направлений повышения экономической эффективности и экологической безопасности электроэнергетических установок атомных электростанций, определены проблемы и перспективы развития электроэнергетики, проведена оценка надежности и экологической безопасности блоков АЭС.

Ключевые слова: атомная энергетика, надежность, экология, электрооборудование, перспективы развития энергетики

Постановка задачи

В Украине в настоящее время идет поиск перспективных направлений развития электроэнергетики. Износ электрооборудования ТЭС и промышленных предприятий оценивается в $(70 \div 100)$ %, аналогичная проблема в ближайшие годы станет и на АЭС. Т.е. требуется немедленное решение проблемы по модернизации, а лучше по замене этого оборудования. Поэтому следует вести работы по рассмотрению перспективных направлений возможного развития электроэнергетики, которое будет включать решение проблем энергосбережения с учетом требований экологии и перспектив развития, внедрения нового оборудования и современных технологий. Однако, учитывая техническое состояние электрооборудования (ЭО) электростанций, можно считать, что одним из наиболее перспективных направлений является решение вопроса продления срока службы уже работающего электрооборудования, [1,2].

Целью статьи является возможность оценить современное состояние и перспективы применения в электроэнергетических устройствах современных способов диагностики технического состояния работающих электроустановок, возможность продления срока их работы на основании новых методов оценки и установления возможности дальнейшей эксплуатации, установить основные направления развития и проблемы современной энергетики.

Основная часть

Украина принадлежит к числу государств с развитой атомной энергетикой и промышленностью. Часть электроэнергии, что производится АЭС, составляет около 50 % общего энергобаланса страны. Планы из развития отрасли

утверждены Энергетической стратегией Украины до 2030 года. Она предусматривает введение в эксплуатацию новых ядерных энергоблоков суммарной мощностью 20 - 22 млн. кВт. Это одна из наиболее масштабных программ, и по перспективным возможностям уступает лишь планам Китая, Индии, США и России. Реализация утвержденных положений Программы даст возможность Украине не зависеть от импорта электроэнергии уже в ближайшие десятилетия. Мощная атомная энергетика - гарант экономической независимости, а экономическая независимость - гарант успешной реализации национальных проектов, направленных на рост благосостояния страны, [3-5].

В то же время предлагавшийся в конце минувшего столетия принцип наращивания энергооборуженности на базе традиционных источников (стратегия «устойчивого развития») в последние годы подвергается серьезному пересмотру, в основном вследствие ограниченности мировых запасов органического топлива, а также опасности надвигающейся экологической катастрофы. По данным различных источников, [3], запасов «ископаемого» органического топлива (уголь, нефть, газ) хватит максимум на 2-3 столетия. Но доминирующие в настоящее время отработанные технологии получения электроэнергии методом сжигания органического, ископаемого топлива придется в ближайшей перспективе серьезно совершенствовать и ограничивать вследствие их пагубного влияния на климат планеты. В результате системных научных исследований активизировались усилия промышленно развитых стран, направленные на резкое сокращение выбросов в атмосферу диоксидов углерода. Как следствие ожидается, что скоро появятся гораздо более серьезные ограничения, чем «Киотский протокол», что неминуемо потребует внесения серьезных корректив в стратегию развития мировой энергетике, в первую очередь в ее области, базирующейся на сжигании ископаемого органического топлива, которая пока является доминирующей наряду с атомной.

Реализация мероприятий по выходу из надвигающегося эколого - энергетического кризиса (в эволюционном варианте развития) в настоящее время в электроэнергетике принято осуществлять в следующих направлениях:

1) Энергосбережение во всех сферах деятельности общества: в быту (люминесцентные лампы, тепловые насосы, «умный дом» и т.д.), в промышленности (применение энергосберегающих технологий, ВТСП).

2) Повышение эффективности использования ископаемых энергоресурсов за счет:

- модернизации котло – турбинного оборудования ТЭС всех видов (повышение КПД циклов с 33 до 40%);

- применения метода «когенерации», т.е. одновременной выработки на ТЭС электрической и тепловой энергии (перевод ТЭС в режим ТЭЦ), что позволяет повысить КПД на 10 — 15 %, т.е. больше, чем указано выше;

- перехода на комбинированный цикл в газотурбинных установках (ГТУ) позволяющего получить КПД на уровне 50 -55%, а при добавлении процедуры «когенерации» - до 70-75 % (паро - газовые установки);

- замена устаревших и малоэффективных ТЭС на АЭС;

- внедрение современных способов оценки технического состояния работающего ЭО и установления возможности его дальнейшей эксплуатации после проведения необходимо профилактического ремонта или замены отдельных узлов, что позволит исключить неплановые, аварийные остановки блоков электростанций.

3) Расширение использования возобновляемых энергетических ресурсов (ВЭР) в области:

- малой и микрогидроэнергетики,
- малых когенерационных котельных, работающих на ВЭР и отходах,
- ветроэнергетики.

4) Снижение потерь в работающем ЭО за счет применения токонесущих элементов (проводников, обмоток в электрических машинах, трансформаторах, аппаратах), выполненных на базе современных ВТСП.

5) Разработка и внедрение систем регулирования параметров электрических сетей, в частности, установления современных систем регулирования реактивной мощности в энергосистеме.

Согласно плана развития энергетики Украины в ближайшие четверть века будут строить новые атомные энергоблоки, а сроки действующих, находящихся в эксплуатации, продлят. Такая энергетическая стратегия нашей страны, в которой ядерная отрасль определена, как приоритетная. Угроза парникового эффекта, ограниченные ресурсы углеводородов, не слишком радужные перспективы производства тока из альтернативных источников - все эти факторы заставляют отдавать предпочтение атомной энергетике.

Последствия Чернобыльской катастрофы подтолкнули человечество к разработке новых систем, которые сделали атомную энергетику кардинально другой с точки зрения экологии и безопасности. Человечеству без атомной энергетики не выжить, это теперь понимают все, но, все же, основным сдерживающим фактором остаются давние проблемы атомной энергетики.

По данным Международного агентства атомной энергетики (МАГАТЭ) в среднем производство одного МВт*часа электроэнергии на АЭС стоит около 2÷3 \$, ТЭС - 25÷50 \$, ТЭС на газе - 37÷60 \$. Во-вторых, на ТЭС, в результате сжигания органического топлива, образуется большое количество пепла, золы, дыма, углекислого газа и других продуктов горения, которые невозможно повторно использовать в качестве топлива. В цепной реакции деления, что происходит в энергетическом ядерном реакторе, «выгорает» не все ядерное топливо (уран-235), а только его избыток над критической массой для данной активной зоны. В отработанном ядерном топливе остается достаточно большая доля урана-235, который, после регенерации, может быть опять использован, как топливо, в отличие от золы и шлаков органического топлива. Наконец, при облучении ядерного топлива в нем образуется новый материал, плутоний, который также можно использовать в качестве ядерного топлива.

Электроэнергия ТЭС дороже, а строительство гидроэлектростанций (ГЭС) в такой равнинной стране, как Украина, нерентабельна и оказывает негативное влияние на природу. Атомная энергетика - наиболее рентабельна среди других видов получения энергии: при всех расходах на добычу, обогащение,

хранение и переработку ядерного топлива, “Атомный кВт*час” электроэнергии более чем в два раза дешевле, чем “тепловой”. Кроме того, самые высокие показатели по удельным данным выбросов на единицу выработанной электроэнергии дает угольная станция. В угле всегда есть естественные радиоактивные вещества - торий, долгоживущие изотопы урана, продукты их распада (включая радий, радон и полоний), а также долгоживущий радиоактивный изотоп калия - калий-40. При сжигании угля эти вещества почти полностью попадают во внешнюю среду. Удельная активность выбросов на ТЭС в 5÷10 раз выше, чем на АЭС.

Кроме того, значительная часть естественных радионуклидов, которые есть в угле, накапливается в отвалах ТЭС и попадает в организм людей. В тонне золы ТЭС содержится до 100 г радиоактивных веществ. На АЭС такой канал их распространения отсутствует вообще, поскольку технологии обращения с изъятим из реактора облученным ядерным топливом исключают его прямой контакт с внешней средой. В целом радиационное влияние ТЭС на население приблизительно в 20 раз выше, чем АЭС такой же мощности (хотя в обоих случаях он во много раз меньше влияния природного фона).

ТЭС - одни из главных источников загрязнения окружающей среды, они вызывают кислотные дожди, которые резко снижают плодородие земель и урожайность сельскохозяйственных культур, влекут гибель лесов. Лишь одна угольная ТЭС мощностью 1 млн. кВт выбрасывающий ежегодно в окружающую среду около 90 т мышьяка, 300 т бария, 20 т ртути и других токсичных элементов, т.е. всего около двух миллиардов смертельных для человека доз. Даже радиоактивных веществ в выбросах угольных ТЭС в 2-5 раз больше, чем в выбросах АЭС. Общеизвестно, что АЭС при нормальной эксплуатации намного (не менее чем в 5÷10 раз) чище в экологическом плане, чем ТЭС. В обстановке неустойчивой «газовой» политики с Россией еще больше повышается актуальность задачи повышения доли электроэнергии, вырабатываемой на АЭС. Наряду с повышением надежности работы генераторов на действующих блоках на первый план вышла проблема достройки энергоблоков на Хмельницкой АЭС и сооружения новых блоков на действующих АЭС.

Все страны ЕС подписали Киотский протокол об уменьшении выбросов парниковых газов, но ни одна из этих стран не сможет выполнить заложенные в протоколе требования, если и в дальнейшем будет полагаться исключительно на традиционные источники энергии. Раньше считалось, что спасением должны стать так называемые «зеленые» источники энергии, полученные, прежде всего, за счет ветра или других ВЭР. Но «зеленая» энергетика развивается так медленно, что на протяжении следующих 50 лет не сможет полностью заменить атом, газ, уголь и нефть. По крайней мере, специалисты понимают, что атомная энергетика - самая чистая из всех традиционных и в настоящее время доступных. И, кроме того, на данном этапе развития человечества реальной альтернативы ядерной энергетике нет. Также в связи с ужесточением норм по выбросу CO₂ в ряде стран ставится вопрос о снятии моратория на строительство АЭС. Наиболее применимые мощности современных атомных реакторов 1000-1500 МВт. В развивающихся странах такого запрета нет, поэтому они представляют наиболее перспектив-

ный рынок сбыта мощных турбогенераторов (ТГ), в основном, в 4-х полюсном исполнении.

Ядерная энергетика при нормальной эксплуатации и при условии гарантированной локализации радиоактивных отходов имеет бесспорные преимущества. Принципиальные преимущества ядерной энергетики следующие:

- неограниченные ресурсы топлива и чрезвычайно высокая концентрация энергии: 1 кг урана по количеству энергии эквивалентен 20 тоннам угля;
- компактная форма ядерных отходов и отсутствие продуктов сгорания - минимальные выбросы в атмосферу: 2÷6 г двуокиси углерода на кВт*⁰С (столько же выделяется при использовании энергии солнца и ветра), что на два порядка ниже, чем при использовании угля, нефти, природного газа.

С 2012 г. начинается выработка планового ресурса оборудования АЭС. Т.е., начиная с 2012 г., практически все энергетические предприятия Украины будут работать в условиях продленного ресурса, в условиях повышенной технологической и экологической опасности. В этих условиях резко возрастают требования к квалификации эксплуатационного персонала, поскольку ему приходится работать в условиях вероятности возникновения нештатных (в том числе, аварийных) ситуаций, требующих принятия оперативных нестандартных решений. Поэтому возникает необходимость в сквозной непрерывной системе повышения квалификации персонала ТЭС и АЭС, включающей, среди прочих форм, методы оперативного обмена информацией непосредственно на рабочих местах. При этом необходимо, чтобы инженерный персонал ТЭС и АЭС обладал необходимым уровнем технической и психологической подготовки (по ускоренным планам подготовки).

Последние разработки СИГРЭ показывают, что реальные механизмы старения существенно отличаются от прежних представлений, так что традиционные методы и оценки оказываются недостаточными для выявления опасного состояния и поддержания надежной эксплуатации ЭО. Результатом интенсивных исследований последних лет является разработка новых методов диагностики, создание нового поколения устройств, позволяющих осуществлять автоматизированный контроль оборудования, с применением высокоинтеллектуальных экспертных программ.

Особый интерес представляют подходы и решения, направленные на повышение надежности трансформаторов блоков АЭС. Аналогичные проблемы существуют и в других, развитых, странах, где проблема продолжения эксплуатации после расчетного периода является не менее актуальной. Во Франции на АЭС вырабатывается около 75% потребляемой энергии. На блоках установлены однофазные трансформаторы 420 кВ, из которых наиболее старый находится в эксплуатации 26 лет, не проявляя при этом симптомов значительного старения, снижения надежности.

Основным решением вопроса продления срока службы ЭО и предупреждения отказов стала система мониторинга, построенная на выявлении частичных разрядов путем измерения акустических сигналов, химических явлений (измерение концентраций растворенных в масле газов), а также электрических сигналов ультравысокой частоты. Кроме того, интенсивно развиваются методы

оценки степени деструкции материалов и новые методы, позволяющие выявлять локальные изменения в отдельных элементах и узлах. Поэтому очевидна необходимость коренного пересмотра системы контроля и диагностики ЭО блоков АЭС Украины с учетом последних мировых достижений.

Определенные успехи высокоразвитых стран в энергосбережении и продлении срока службы ЭО привели к резкому снижению необходимости ввода новых мощностей на ТЭС и АЭС. Рынок сбыта ТГ переместился в страны Азии, Африки и Латинской Америки, где резко обострилась конкуренция при получении заказов. Заводы Европы и США повысили активность на собственных рынках в сфере модернизации (реабилитации) действующих ТГ.

На угольных ТЭС объектами модернизации, в основном, являются блоки мощностью 200 МВт и выше. Газотурбинные установки вышли на единичную мощность 300-350 МВт, для их комплектации требуются только ТГ с воздушным охлаждением в диапазоне мощностей от 120 до 350 МВт.

Для малых ГЭС и ГАЭС рынок сбыта обеспечивается рядом ведущих фирм, имеющих большой задел разработанных синхронных гидрогенераторов в широком диапазоне мощностей и частот вращения. Однако, если в 1950 г. в Украине в эксплуатации их было 956, [2], то сейчас эксплуатируется только 49 малых гидроэлектростанций, остальные - заброшены. Восстановление недействующих малых ГЭС в настоящее время является наиболее перспективным.

Для когенерационных котельных диапазонов мощностей наиболее востребованных синхронных генераторов находится в пределах 2-12 МВт.

В области использования ветроэнергетических установок (ВЭУ) ведущее положение занимает Германия (установленная мощность ВЭУ приближается к 30 ГВт, [6]). Здесь наблюдается заметный разброс диапазона требуемых мощностей: от 1 до 10 кВт - для индивидуальных потребителей; от 500 до 5000 кВт - для крупных ВЭУ. Для крупных ВЭУ используют асинхронные генераторы, подключаемые к энергосистеме через преобразователи частоты. Особо следует отметить, что в плане энергосбережения во многих странах активно ведутся работы по разработке и изготовлению мощных частотно-регулируемых электроприводов (также на базе АД) для замены на компрессорных станциях газоперекачивающих агрегатов.

Оборудование, устанавливаемое при техническом перевооружении и строительстве новых ТЭС, должно обеспечивать повышение надёжности и эффективности использования топлива, а также улучшение экологических показателей. При возможности использования газа на ТЭС, как при техническом перевооружении, так и при новом строительстве, необходимо применять исключительно парогазовые и газотурбинные технологии.

На АЭС предусмотрено использование новых типовых энергоблоков с реакторными установками типа ВВЭР-1000 электрической мощностью до 1150 МВт. Кроме этих блоков, в период до 2020 г., предусматривается возможность сооружения энергоблоков единичной мощностью 300 МВт, а также плавучих АЭС мощностью 70 МВт. В период до 2015 г. предусматривается увеличение мощности на действующем ЭО АЭС за счёт мероприятий по модернизации, обеспечивающих прирост мощности ТГ до 1,5 млн. кВт.

Основными направлениями Энергетической Стратегии Украины на период до 2030 г. [4] являются устранение ряда недостатков энергосистем, к числу которых относятся:

- малая доля ГЭС, ГАЭС (9 % против потребности в 15-20 %);
- малая пропускная способность ЛЭП (так, например, Запорожская АЭС часто работает с ограничениями по мощности),
- сработанность и техническая усталость основного и вспомогательного электроэнергетического и электротехнического оборудования электрических станций и сетей, в т.ч. коммутационной и измерительной аппаратуры;
- недостаточные объемы средств регулирования напряжения и компенсации реактивной мощности;
- несовершенство систем диспетчерского управления, неразвитость программно-технических средств оценки состояния, анализа режима и поддержки оперативного персонала диспетчерских центров электрических систем;
- недостаточный уровень оснащенности средствами телемеханики и соответственно уровень наблюдаемости состояния и режима сети;
- низкий уровень оснащенности электроэнергетических объектов современными средствами мониторинга, диагностирования и защиты.

В отличие от стратегии России, украинская политика носит более декларативный характер. Основные задачи не конкретизированы, не решены вопросы инвестирования инноваций, вследствие чего нет сдвигов в ее реализации. На АЭС Украины в настоящее время эксплуатируются: 4 ТГ мощностью по 220 МВт, 5 ТГ по 1000 МВт на 3000 мин⁻¹; 8 ТГ по 1000 МВт на 1500 мин⁻¹. Более перспективны, согласно статистическим данным станций, четырехполюсные ТГ, на 1500 мин⁻¹. «Быстроходные» ТГ на 1000 МВт (на 3000 мин⁻¹) до сих пор имеют повышенную аварийность вследствие серьезных ошибок, допущенных «Электросилой» при их проектировании, [4]. Организация технического обслуживания действующих и изготовление новых ТГ для АЭС требует бюджетного финансирования для выполнения конструкторско - технологических разработок, изготовления оснастки и подготовки испытательных стендов.

Выводы

Интенсивное развитие топливно-энергетического комплекса (ТЭК) и широкомасштабная добыча энергоресурсов негативно влияют на окружающую среду. Потому необходимо искать компромиссы между развитием ТЭК и возможностью сохранения качеств окружающей среды. В странах, где преобладают ресурсоемкие и энергоемкие технологии, сохранение этих негативных тенденций в ТЭК и во всей экономике может привести к необратимым эколого - экономическим последствиям. Значительный экологический эффект может дать перестройка энергоемкой экономики путем замены устаревших технологий на новые экологически чистые и эффективные. Основными прогнозами развития мировой энергетики в экологическом плане являются:

- приоритетность сценария развития экономики с наименьшим вредом для окружающей среды на основе развития техники, инновационных техноло-

гий и международного сотрудничества;

- усиление внимания к проблемам экологичности и безопасности энергетического производства, что обусловит некоторое сдерживание развития угольной энергетики;

- увеличение эмиссии CO₂, чем допустимо по достигнутым в Киото договоренностям. К 2020 г. почти 1/3 глобальной эмиссии CO₂ будет приходиться на электроэнергетику развивающихся стран;

- увеличение суммарной части источников энергии, не дающих выбросов CO₂ (атомная энергия, гидроэнергия и другие возобновляемые источники);

- рост негативного влияния мирового энергопотребления на окружающую среду может вызвать более жесткие требования относительно его защиты в соответствии с Киотским протоколом;

- для стран с развитой ядерной энергетикой технологии обращения с радиоактивными отходами будут менее затратными, чем технологии теплоэнергетики, направленные на снижение выбросов CO₂ до необходимых уровней, которые отвечают требованиям Киотского протокола.

Литература

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

2. Дубовик В. Об энергетической стратегии Украины на период до 2030 г. // «Энергетическая политика Украины», 2006, № 3-4.

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. Дьяков А. Ф., Ишкин В. Х., Мамиконяц Л. Г. Электроэнергетика мира - состояние, проблемы (по материалам 38-й сессии СИГРЭ, Париж, 27 августа-1 сентября 2000 г.) // Энергетика за рубежом. - 2001. - выпуск 5-6. - С. 160.

5. Шевченко В. В., Лизан И.Я. Проблемы, перспективы и основные направления развития экологически чистых источников электроэнергии в Украине. // Якість технологій та освіти. Збірник праць. – Харьков, УИПА, 2011, выпуск 1, с. 77 - 88.

6. Шевченко В. В., Лизан И. Я., Шевченко С. Е. Проблемы, перспективы и основные направления развития электроэнергетики и электрооборудования Восточной Украины. // Актуальні проблеми економічного і соціального розвитку регіону: Збірник матеріалів регіональної науково-практичної конференції. - Красноармійськ: ДонНТУ, 2007, с. 369 – 383.

В. В. Шевченко

ОЦІНКА ТЕХНІЧНОЇ І ЕКОЛОГІЧНОЇ ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ЕНЕРГЕТИКИ УКРАЇНИ

У роботі проведена оцінка перспективних напрямів підвищення економічної ефективності і екологічної безпеки електроенергетичних установок атомних

електростанцій, визначені проблеми і перспективи розвитку електроенергетики, проведена оцінка надійності і екологічної безпеки блоків атомних електростанцій.

Ключові слова: Атомна енергетика, надійність, екологія, електричне устаткування, перспективи розвитку енергетики

V. Shevchenko

THE ESTIMATION OF TECHNICAL AND ECOLOGICAL PROSPECT BY DEVELOPMENT OF ENERGY OF UKRAINE

Estimation of perspective directions of increase of economic efficiency and ecological safety of electric power plants of the atomic electric stations is conducted in work, problems and prospects of development of electric energy are certain, estimation of reliability and ecological safety of blocks of the atomic electric stations is conducted.

Key words; atomic energy, reliability, ecology, electric equipment prospects of development of energy

Сведения об авторе

Шевченко Валентина Владимировна

НТУ «ХПИ», кафедра «Электрические машины», доцент

Кандидат техн. наук, доцент

61057, г. Харьков – 57, ул. Рымарская, 8, кв. 5

тел. 731-61-42, 050-407-84-54, 063- 069-9000

zurbagan@mail.ru