

1. Грабовый П.Г. Экономика и управление недвижимостью / П.Г. Грабовый. – М.: АСВ, 1999. – 567 с.
2. Данилов Н.Н. Технология строительного производства / Н.Н. Данилов. – М.: Высш. шк., 2001. – 325 с.

Получено 29.03.2012

УДК 658 : 001.891

Л.С. ЧЕРНОВА

Национальный университет кораблестроения им. Адм. Макарова, г. Николаев

РЕАЛИЗАЦИИ ПРОЕКТОВ СОЗДАНИЯ ЭНЕРГОГЕНЕРИРУЮЩИХ УСТАНОВОК – СОСТАВЛЯЮЩАЯ ЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ

Рассматривается современное состояние мирового энергетического потенциала и Украины в частности. Предполагается использование газотурбинных двигателей для выработки электроэнергии и обосновывается целесообразность этих мероприятий.

Розглядається сучасний стан світового енергетичного потенціалу і, зокрема, України. Запропоновано використання газотурбінних двигунів для виробітки електроенергії та обґрунтовано доцільність цих заходів.

The present state of the world power potential and, particularly, of the Ukraine has been considered. It is suggested to use gas turbine engines for the electric power production and such measures suitability has been justified.

Ключевые слова: газотурбинные двигатели, энергогенерирующие установки, турбодетандорные установки.

Начало XXI века характеризуется несколькими основными факторами. К ним относятся все возрастающее потребление электроэнергии, необходимость экономичного расхода имеющихся мировых запасов топлива, малая перспективность развития атомной и гидроэнергетики на имеющемся уровне мирового технологического развития, все более повышающийся уровень загрязнения окружающей среды. Наряду с этим, наличие разведанных запасов природного газа и нефти, а также возможность получения и использования альтернативных топлив, получаемых из каменного угля и продуктов вторичной переработки, уже сейчас позволяет определить наиболее перспективный путь развития энергетики в XXI ст. Это путь технологий высокоэффективного сжигания различного топлива, в том числе и бросового, и глубокой утилизации используемых энергетических ресурсов.

В то же время надо отметить, что на современном этапе развития мировой цивилизации на электричество возложена роль ключевого энергоносителя в удовлетворении энергетических потребностей общества. На сегодняшний день суммарная установленная мощность всех электростанций мира составляет более 3 млн. МВт. По прогнозам аналитических центров США, эта цифра удвоится в течение ближайших 20 лет.

В этой связи электроэнергетический потенциал каждого государства, масштабы и структура потребления электроэнергии и уровень эффективности ее использования стали важными характеристиками экономического потенциала, уровня жизни, динамичности экономических процессов в обществе. При этом производство электроэнергии является важнейшим инструментом осуществления экономической политики общества, развития экономики, освоения природных ресурсов в целях повышения существующего уровня жизни людей. Немаловажным фактором является то, что этот энергетический инструментарий одинаково универсален независимо от общественно-политического строя и методов хозяйствования в различных государствах и соответственно учитывает все действующие в мире тенденции развития в этой области.

Внимание энергетиков давно начали привлекать газотурбинные двигатели (ГТД) конвертированного (судового и авиационного) типа. Во всем мире они используются в качестве приводов нагнетателей магистральных газопроводов и для выработки электроэнергии. Они обладают рядом существенных преимуществ в сравнении с другими тепловыми двигателями и тяжелыми промышленными газовыми турбинами.

Большая единичная мощность и маневренность каждого ГТД при малой массе и габаритах, малое время пуска, высокая экономичность и надежность уже много лет делает их незаменимыми при работе в самых тяжелых условиях. Для их установки не требуется строительства больших капитальных сооружений. Они могут размещаться в легкосборных металлических укрытиях. Это позволяет в несколько раз снизить сроки строительства и его стоимость, а соответственно и окупаемость проекта. ГТД обеспечивает высокоэффективное сжигание топлива, в том числе и нетрадиционного. Коэффициент полезного действия современных ГТД в простом цикле достигает 40%.

Предлагаемое исследование посвящено важной научно-прикладной проблемой предпосылок и организации реализации проектов создания энергогенерирующих высокоэффективных установок.

Выбор оптимального типа энергогенерирующей установки в качестве электростанции на конкретном объекте, должен производиться в зависимости от требований Заказчика, характеристик объекта, климатических условий, квалификации имеющегося обслуживающего персонала и наличия (близости) ремонтной базы.

Важное значение имеет комплектность поставки. Заказчик хочет иметь не отдельные комплектующее изделия и даже не энергогенерирующую установку в сборе, а электростанцию «под ключ», которая позволит осуществлять промышленную выработку электроэнергии. Эти работы включают в себя весь цикл работ: подготовку технического

предложения, разработку ТЭО (бизнес-плана), разработку проекта электростанции (включая проект энергогенерирующей установки) и согласования его в государственных инстанциях, приобретения и изготовление материальной части, строительство объектов, монтаж оборудования, пуско-наладочные работы и сдача в промышленную эксплуатацию. Для Генподрядчика поставка «под ключ» позволяет получить значительно большую прибыль, чем при поставке комплектующего оборудования и дает преимущество при заключении контрактов на поставку энергогенерирующего оборудования.

Эти факторы также подтверждают важность предложенной проблемы исследования, так как только четкая организация вышеуказанного проекта обеспечит достижение поставленной цели.

Данная проблема рассматривалась в работах [1-4].

По данным «Института Энергетичних Досліджень» (г. Киев), приведенным в отчете «Електроенергетика України: сучасний стан, проблеми і перспективи» (2010 г.), в Украине в замене нуждаются практически 100% паросиловых блоков из-за их полного износа. За последние годы в большой энергетике не построены новые мощности, проекты 10-15-летней давности устарели. В частности в 2001 г. в Российской Федерации самым крупным энергетическим объектом, введенным в эксплуатацию, был ГТЭ-110 на ИвГРЭС.

Частые перебои в подаче электроэнергии сделали актуальным строительство промышленными предприятиями и населенными пунктами своих электростанций, независимых от внешних источников электроснабжения. В первую очередь речь идет о строительстве электростанций мощностью 50-70 МВт. Строительство более крупных промышленных и муниципальных электростанций будет затруднительно из-за высокой стоимости и длительных сроков окупаемости.

Указ Президента Украины №1863/2005 от 27.12.2005. «О состоянии энергетической безопасности Украины и основанных принципах государственной политики в сфере ее обеспечения» в обеспечение «Основных направлений государственной политики в сфере обеспечения энергетической безопасности Украины», «Плана мероприятий по обеспечению энергетической безопасности Украины» утвержденных вышеуказанным Указом и Энергетической стратегии Украины на период до 2030 г. и Программы реконструкции компрессорных станций ГК «Укртрансгаз» на период 2006-2015 гг. стимулирует разработку методологии и алгоритмов деятельности специалистов и ученых, занятых реализацией проектов, позволяющих эффективно использовать энергетические ресурсы и создание систем энергетической безопасности Украины.

В открытой печати отсутствуют объективные материалы, позволяющие представить полноценную картину имеющейся проблематики, поэтому рассмотрение вопроса реализации проектов создания энергогенерирующих установок как одного из векторов, указывающих путь решения, излагается на основе практического опыта деятельности наукоемкого проектно-управляемого предприятия Украины, создающего энергетические ГТУ.

Анализ существующей конъюнктуры мирового рынка газотурбинных установок был выполнен на основе данных о продажах ГТД, осуществленных в странах Западной Европы, Америки, Азии, Африки и Австралии.

За период 1994-1999 гг. в эксплуатацию введено 3816 различных газотурбинных установок суммарной мощностью более 220 тыс. МВт. Это вдвое больше количества газотурбинных установок, введенных в эксплуатацию за период 1990-1994 гг. Лидерами по количеству введенных в эксплуатацию газотурбинных установок являются страны Европы, США, Канада, страны Среднего Востока и Южной Азии.

Некоторые страны (Иран и др.) уже имеют более 70% энергетики, основанной на использовании газотурбинной техники. За последние годы увеличилось количество заказов газотурбинных установок в Южной Америке и на Среднем Востоке.

В большинстве стран приняты законы развития энергетики, позволяющие эффективно развивать новые технологии производства электроэнергии и гарантирующие ее продажу.

В Украине изучение и анализ этих вопросов не проводится и обсуждение в научной литературе не происходит. Имеющиеся производственные мощности по созданию газотурбинной техники на 95% экспортируют свою продукцию, хотя во всем мире имеют место следующие основные тенденции:

- с каждым годом во всем мире растет количество газотурбинных, когенерационных и парогазовых установок, применяемых в энергетике;
- при производстве электроэнергии явно наблюдается тенденция в приобретении трех различных мощностных групп установок мощностью 3-6 МВт, мощностью 25-45 МВт и мощностью выше 100 МВт;
- сохраняется устойчивая тенденция по снижению количества газотурбинных установок простого цикла и значительному росту количества установок с утилизацией тепла отходящих газов.

Отсутствие интереса в Украине к подобным вопросам является проблемой, и подобные публикации имеют цель повышать интерес го-

сударственных и бизнес-структур к использованию в Украине энергогенерирующих установок на базе современных ГТД.

Основу энергетики каждого государства составляют электростанции с блоками большой мощности, работающими в базовом классе использования. Это мощные ТЭС, АЭС, ГЭС, однако для обеспечения максимальной эффективности энергетики требуется работа электростанций для покрытия переменной части суточных и недельных графиков нагрузки, работа электростанции в «полупиковом и пиковом классах использования». Требование возможной работы в таком режиме распространяется на все вновь вводимые электростанции. Ввиду того, что газотурбинные установки, даже оборудованные утилизацией тепла отходящих газов, чрезвычайно мобильны и могут быть запущены в течение нескольких минут, они становятся незаменимы для работы по покрытию «пиковых нагрузок».

Большое значение имеет наличие широкого мощностного диапазона выпускаемых ГТД, который позволяет создавать газотурбинные установки различной мощности для обеспечения самых разных потребителей. Это связано с тенденцией создания «курсовой» энергетики, позволяющей обслуживать один или несколько объектов. К получаемым при этом преимуществам следует отнести разницу между затратами на приобретение электроэнергии и приобретение топлива для получения электроэнергии, отсутствие потерь в сетях при ее транспортировке, а также затрат на строительство высоковольтных сетей. В частности, в Российской Федерации себестоимость собственной электроэнергии, выработанной на своей электростанции, в два раза ниже, чем получаемой из энергосистем, а тепло – в 2-3 раза дешевле. Еще один важный фактор – это независимость источника электроснабжения. Еще одна задача, которая решается «кустовой» энергетикой, – это создание электростанций на базе небольших месторождений газа или других полезных ископаемых, служащих в качестве топлива ГТД. Там, где не окупается строительство газопровода или транспортной системы, такие электростанции незаменимы.

Первую по мощности группу составляют промышленные объекты и небольшие населенные пункты, которые хотят иметь свой автономный источник электроэнергии, независимый от внешней сети (муниципальные электростанции). К этой же группе относятся объекты специального назначения (военные объекты, объекты МЧС, морские и речные порты и др.), которым необходим свой малогабаритный автономный источник электроэнергии. Сюда же можно отнести электростанции, работающие на альтернативных видах топлива типа биогаза. Это электростанции мощностью 3-5 МВт.

Вторую мощностную группу составляют электростанции крупных промышленных объектов (химических и металлургических заводов и др.), крупных населенных пунктов (муниципальные электростанции) и электростанции небольших месторождений природного газа. Это электростанции мощностью 25-45 МВт.

Третью мощностную группу составляют электростанции «большой» энергетики, предназначенные для покрытия энергопотребления крупных регионов. В состав таких электростанций входят мощные газотурбинные установки, объединенные в парогазовые блоки, суммарная мощность каждого из которых превышает 300 МВт. Газотурбинные двигатели, работающие в составе таких установок, имеют мощность 100-200 МВт.

Мировые тенденции по разукрупнению и строительству независимых мобильных электростанций наблюдаются во всех развитых странах мира и там, где производство электроэнергии, ее передача и распределение осуществляется частными компаниями и там, где оно находится в руках государства. В США разработан стратегический план развития малых «кустовых» (локальных) энергоустановок. Его основными программными тезисами являются:

- США будут иметь наиболее чистые, наиболее эффективные и надежные энергосистемы в мире за счет максимального использования доступных распределенных энергоресурсов;
- энергетическая безопасность нации сильнее, когда экономика опирается на разнообразные энергоисточники и не зависит от одного какого либо топлива;
- преимущества, обеспечиваемые Планом и распределенными энергоисточниками, будут существенны для потребителей, энергопоставщиков и нации в целом.

Основными задачами для выполнения Плана является: разработка новых газотурбинных установок мощностью до 20 МВт и создание на их базе электрогенерирующих установок комбинированного цикла, создание микротурбинных (до 1000 кВт) утилизационных (турбодетандерных) установок и создание топливных элементов для работы в составе гибридных газотурбинных установок (ГТД + топливный элемент). В течение 2000-2001 гг. на выполнение Плана потрачено 592,9 млн. долл. В таких странах, как Япония на долю частных компаний уже приходится до 90% установленной мощности. В других странах идет интенсивный процесс передачи отрасли от государства частным фирмам. Так, Китай начал реструктуризацию производства электроэнергии и планирует в каждой провинции строительство 5-6 независимых производителей энергии, работающих на основе «здоровой» конкуренции. Этот фак-

тор стимулирует многие фирмы к строительству как крупных, так и небольших электростанций, рассчитанных непосредственно под конкретного потребителя.

Увеличивается объем продаж когенерационных газотурбинных установок. За последние пять лет их число возросло более чем в два раза. Большой мощностной ряд этих ГТУ, обеспечение экономичности и невысокая стоимость делает их привлекательными практически для любых заказчиков. В основном для когенерационных установок используются газотурбинные двигатели малой и средней мощности.

Особенно резкий рост объема продаж наблюдается для установок комбинированного цикла. За последние два года он вырос более чем в 2,5 раза. Самый высокий уровень продаж, причем с резкой тенденцией нарастания, наблюдается в диапазоне мощностей ГТД 100-200 МВт.

В Украине, Российской Федерации и других странах СНГ к этому добавляется необходимость замены на имеющихся тепловых электростанциях большого количества устаревших паросиловых блоков с КПД 25-30% на парогазовые с КПД более 55%. По данным, приведенным в отчете ВТИ (г. Москва, Российская Федерация) в немедленной замене нуждаются более 38% установок общей мощностью около 100 млн. кВт. Остальные установки имеют значительный износ. В 2010 г. этот показатель составил 46%.

С другой стороны, возможность создания «негосударственной» энергетики на базе электростанций небольшой мощности может быть привлекательной для инвестиций зарубежного капитала и использования капитала местных финансовых и промышленных групп. Срок окупаемости таких электростанций 5-6 лет, что до минимума сведет риски инвестора.

Детандер-генераторные установки уже сейчас широко применяются на газораспределительных станциях многих стран и широко используются в технологических циклах предприятий химической промышленности. Наиболее оптимальными для ГРС являются детандер-генераторные установки мощностью 1,5-4 МВт. Но экономически оправданным является применение детандер-генераторных установок мощностью 100-200 кВт, работающих на покрытие собственных нужд предприятия. Такие установки используются на химических предприятиях многих развитых стран Европы и Америки.

Выводы

1. Энергетика – одно из основных направлений мирового развития. Производство электроэнергии является важнейшим инструментом осуществления экономической политики общества, развития экономики, освоения природных ресурсов в целях повышения существующего уро-

вня жизни людей. Отставание в развитии энергетики ведет к отставанию в развитии всех других отраслей промышленного хозяйства.

2. Наиболее эффективный путь развития энергетики – это путь технологий высокоэффективного сжигания различного топлива и глубокой утилизации используемых энергетических ресурсов. Газотурбинные технологии – один из основных путей развития современной энергетики. Использование газотурбинных установок, парогазовых установок позволит существенно снизить затраты на производство электроэнергии и обеспечить его увеличение за счет использования сэкономленных топливных ресурсов.

3. Результаты анализа мирового рынка газотурбинных установок за последние 10 лет показывают значительное увеличение объема их продаж. Уже сейчас 85% мощностей новых газотурбинных установок производится для энергетики. Это направление является приоритетным. Растет количество газотурбинных, когенерационных, парогазовых и детандер-генераторных установок, применяемых в энергетике.

В Украине, Российской Федерации и других странах СНГ существует необходимость замены на имеющихся тепловых электростанциях большого количества устаревших энергогенерирующих мощностей на современные. Это в масштабах государства позволит осуществлять значительную экономию тепловых ресурсов, а для небольших потребителей даст независимость от монопольных источников электроснабжения.

4. Выбор оптимального типа энергогенерирующей установки в качестве электростанции на конкретном объекте, должен производиться в зависимости от требований Заказчика, характеристик объекта, климатических условий, квалификации имеющегося обслуживающего персонала и наличия (близости) ремонтной базы. Одним из основных требований Заказчика, кроме технических и ценовых показателей является поставка электростанции «под ключ». Эта работа включает в себя весь комплекс – от разработки технико-экономического обоснования до сдачи в промышленную эксплуатацию. В этой связи первостепенное значение имеет выбор Заказчиком фирмы проектировщика и поставщика оборудования энергогенерирующей установки, ее опыт и возможности работы. Для Поставщика это облегчает заключение контрактов и позволяет получить большую прибыль, чем при частичной поставке комплектующего оборудования.

5. Развертывание работ по проектированию, изготовлению, а также широкое внедрение газотурбинных технологий на Украине, позволило бы:

- произвести поэтапную реконструкцию государственной энергетики и улучшить ее экономические показатели;

- повысить объем продаж своих установок на мировом рынке и получать финансовые средства для новых разработок;
- повысить приток денежных средств в казну государства; увеличить занятость населения и существенно улучшить другие социально-экономические факторы.

1. Кошкин К.В. Проекты создания высокоэффективных инновационных центров / К.В. Кошкин, С.К. Чернов // Тези доп. III Міжнар. конф. «Управління проектами у розвитку суспільства», 25-27 травня 2006 р. – К.: КНУБА, 2006. – С.101-102.

2. Портер М.Е. Конкуренция / М.Е. Портер. – СПб.; М.; К.: Изд. Дом: «Вильямс», 2000. – 325 с.

3. Senge, P. The Fifth Discipline. The Art and Practice of Learning / P.Senge – N.Y.: Doweday, 2004.

4. Tecce, D. J. Capturing Value from Knowledge Assets: The New Economy Markets for Know-How and Intangible Assets / D. J. Tecce // Calif. Manag. Review. – 2003. – Vol. 40, № 3.

Получено 26.07.2012

УДК 621.01

В.И. ЛУСЬ, канд. техн. наук

Харьковская национальная академия городского хозяйства

К ОПРЕДЕЛЕНИЮ КОЭФФИЦИЕНТОВ ПРОДОЛЬНОЙ ЖЕСТКОСТИ РЕЗЬБОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Составлено уравнение совместимости деформаций витков и тел деталей резьбового соединения в произвольном сечении при определенных ограничениях. В результате решения уравнения совместимости деформаций выявлено, что расчет коэффициентов жесткости связан с определением интенсивности распределения нагрузки по виткам резьбового соединения. Определена осевая жесткость резьбового соединения как отношение приращения осевой силы к вызываемому им смещению в опорном сечении. Сделан вывод, что осевая жесткость резьбового соединения зависит от усилия затяжки косвенно, через коэффициенты контактных деформаций.

Складено рівняння сумісності деформацій витків і тіл деталей різьбового з'єднання в довільному перетині при певних обмеженнях. В результаті вирішення рівняння сумісності деформацій виявлено, що розрахунок коефіцієнтів жорсткості пов'язаний з визначенням інтенсивності розподілу навантаження по витках різьбового з'єднання. Визначена осьова жорсткість різьбового з'єднання як відношення приросту осьової сили до зсуву, що викликається ним, в опорному перетині. Зроблений висновок, що осьова жорсткість різьбового з'єднання залежить від зусилля затягування побічно, через коефіцієнти контактних деформацій.

Worked out an equation of compatibility of deformations of coils and bodies of details of screw-thread connection in an arbitrary section at certain limitations. It is exposed as a result of decision of equalization of compatibility of deformations, that the calculation of coefficients of inflexibility is related to determination of intensity of partition of load on the coils of screw-thread connection. Axial inflexibility of screw-thread connection as relation of increase of axial force is certain to the displacement caused by him in a supporting section. A conclusion is done, that axial inflexibility of screw-thread connection depends on effort of inhaling indirectly, through the coefficients of contact deformations.