

ПЕРЕДОВЫЕ МИКРОТУРБИННЫЕ СИСТЕМЫ
Выдержки из «Проектного план на финансовые годы с 2000 по 2006»
Март 2000г.
Министерство энергетики США
Отдел энергетической эффективности и возобновляемой энергии
Подразделение энергетических технологий

СОДЕРЖАНИЕ

Исполнительное резюме

1. Введение.
2. Анализ ситуации и маркетинговая оценка.
3. Обзор микротурбинных систем.
4. Задача, цели и стратегия программы.
5. Необходимые научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы.
6. План научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ на финансовые годы с 2000 по 2006.
7. План управления работ по Программе.

Исполнительное резюме

Данный многолетний план определяет деятельность, предложенную отделом энергетической эффективности и возобновляемой энергии Министерства энергетики США в развитие передовых микротурбинных систем для потребителей распределенных энергетических источников. Номенклатура этих систем находится в размерном ряду от 25 до 1000 кВт.

С 1994 года сотни руководителей из различных видов промышленности столкнулись с десятками взглядов и сетевых графиков на семинарах, обсуждающих факторы, являющиеся критическими для успеха на международном рынке в течение последующих двадцати лет. Более чистая, экономичная, надежная, доступная (по средствам) тепловая и электрическая системы являются одними из наиболее заметных потребностей, многократно отмечаемых в течение заседаний на этих семинарах.

Быстро изменяющийся рынок коммунальных энергетических услуг открывает новые возможности для национальных потребителей тепла и электроэнергии в снижении стоимости, увеличение качества и надежности энергоснабжения, а также снижения выбросов, вредных для окружающей среды. Кроме того, в течение последующих двадцати лет значительная часть стареющих котлов и электрогенерирующих установок в стране достигнет предела своей эксплуатационной долговечности и потребует замены.

Одной из возможностей для этого являются инвестиции в малоразмерные распределенные энергетические источники, которые могут быть полностью интегрированы в производственное или жилое здание. Для достижения оптимальных характеристик и удовлетворения потребностей, как в электрической, так и в тепловой энергии, эти источники могут управляться локально. Главные энергетики на производствах и компании, управляющие жилыми домами, хотят иметь тепло- и электроснабжение за меньшую стоимость, менее загрязняющие окружающую среду, более надежные и лучше регулируемые, чем они могут получить от коммунальных сетей. Вследствие их компактности, модульности исполнения и потенциально относительно низкой стоимости, экономичной и «чистой» (для окружающей среды) эксплуатации, микротурбины выходят в лидирующие кандидаты по обеспечению этих потребностей для тепло - и электроснабжения.

Задачей настоящей программы является руководство национальной работой для того, чтобы спроектировать, изготовить, испытать и наглядно показать новое поколение

микротурбинных систем, которые будут более «чисты», более экономичны по топливу, более приспособлены к различным сортам топлива, более надежны и долговечны, будут иметь меньшую стоимость, по сравнению с первым поколением этого оборудования, которое только сегодня выходит на рынок. Эта задача согласуется с целями, поставленными Министерством во Всесторонней Национальной Энергетической Стратегии по совершенствованию энергетической системы, которые направлены против разрушения системы поставок энергии, расширения, в будущем, выбора типа энергии, продвижения ее поставок и использования путями, которые сохраняют окружающую среду.

Данный план рассчитан на финансовые годы с 2000 до 2006. Он предусматривает финансирование в размере 63 миллионов долларов США, выделяемых Конгрессом США, и по крайней мере 63 миллионов долларов США дополнительного финансирования в виде распределенных затрат (от частных фирм).

Планируемая программой, для следующего поколения передовых микротурбинных систем, деятельность направлена на достижение ниже перечисленных эксплуатационных целей:

высокий к.п.д. – преобразование топлива в электричество с к.п.д., по крайней мере, 40%;
максимальная защищенность окружающей среды – выбросы NO_x менее 7 ppm (частей на миллион) для микротурбин использующих природный газ;
долговечность – расчетные: 11000 часов эксплуатации между капитальными ремонтами и срок службы, по крайней мере, 45000 часов;
экономичность – относительная стоимость менее 500 долларов США/кВт установленной мощности; стоимость производимого электричества должна быть конкурентно способной, по сравнению с альтернативными источниками, существующими на рынке (включая электросеть); должна быть предусмотрена возможность использовать различные виды топлива, включая природный газ, дизельное топливо, этанол, газ из органических отходов и другое жидкое и газообразное биотопливо.

Существует огромная неопределенность в потенциальных рынках сбыта для микротурбин. Рынки могут развиваться в направлениях, которые окажут на них большое влияние. Микротурбины могут оказаться технологией «разрушительного» типа, которая заставит потребителей отказаться от практики обычного ведения бизнеса.

Имеется значительный интерес в использование микротурбин для стационарных установок в следующих секторах экономики: промышленность, торговля, гражданское и жилое строительство. На основании существующего опыта, наиболее привлекательные перспективы их промышленного использования находятся в химической, деревообрабатывающей и агропромышленной отраслях, а также добыче и переработке нефти, горнодобывающей и текстильной промышленности. Потенциальные торговые секторы рынка сбыта для микротурбин включают в себя офисные здания, рестораны, продуктовые магазины и супермаркеты. Секторы рынка гражданского строительства - больницы, школы и университеты, государственные здания и учреждения, а также промышленные, энергетические технопарки с их офисами. Секторы рынка жилищного строительства – многоквартирные дома и коммунальные системы.

Большинство потенциального рынка сбыта включает в себя потребителей, которым необходимы, как тепловая и механическая энергия, так и электричество. Это означает, что наибольшей перспективой для микротурбин может быть их работа в качестве «первичного двигателя» в энергетических системах обогрева и охлаждения (когенерация и тригенерация), а так же, как «чистый» источник электроэнергии, в распределенных генерирующих системах.

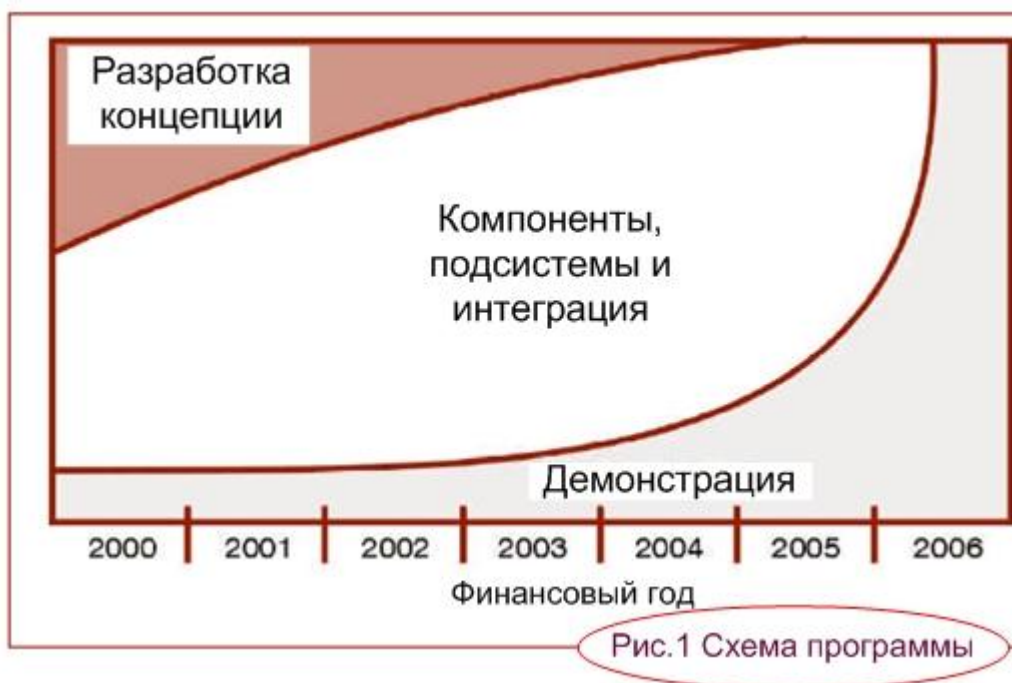
Реализация полного потенциала рынка сбыта для микротурбин будет поддерживать их производителей в США на «острие» технологии турбин для генерации электроэнергии, и повысит промышленную конкурентоспособность американской производственной базы на

международном рынке. Это может привести к созданию высокооплачиваемых рабочих мест для американских рабочих. Реализация этого потенциала может также принести существенную общественную пользу в виде снижения потребления энергии, уменьшения стоимости энергии для промышленности и снижения вредных выбросов. Предусмотренные программой научно-исследовательские работы организованы в четырех основных областях:

1. Разработка концепции;
2. Создание компонентов, подсистем и их интеграции между собой;
3. Развитие технологической базы, включая разработку новых материалов, систем сжигания топлива, датчиков и систем управления;
4. Опытно-демонстрационная эксплуатация.

Указанные работы будут выполнены в течение более чем семилетнего периода. Первоначальное внедрение будет осуществлено на конкурентной основе.

На нижерасположенном рисунке 1 изображен график круга предполагаемых работ, который показывает, как может меняться их объем в процессе выполнения программы.



Потенциальные исполнители научно-исследовательских работ будут иметь возможность участвовать в любой из стадий программы. Разработка концепции будет осуществляться в течение первых нескольких лет программы. Создание и испытания компонентов, подсистем и интеграция систем будут основными работами в течение среднего периода программы. Эти работы будут поддержаны (финансово) в данной области на начальном этапе, в зависимости от технических предложений, полученных от потенциальных участников тендера. Опытно-демонстрационная эксплуатация передовых микротурбинных систем будет осуществлена в течение последних нескольких лет выполнения программы. В начальной стадии будет обеспечена поддержка (финансовая) для демонстрации действующих микротурбинных систем и подсистем. Потенциальные исполнители научно-исследовательских работ будут иметь возможность принимать или не принимать участие в упомянутой различной деятельности в течение действия программы в зависимости от их возможностей, корпоративных интересов и успехов продвижения научно-исследовательских работ по программе.

Руководить работами по этой программе будет Отдел Энергетических Технологий (Министерства Энергетики) с помощью своего Чикагского Оперативного Отделения.

Выполнение работ будет осуществляться на основе конкурентного процесса, результатом которого будут проекты производителей оборудования, университетов и национальных лабораторий. Координация работ вовлечет: Отдел Промышленных Технологий, Отдел Строительных Технологий, программы отдельных штатов и общин, Отдел Ископаемых топлив, производителей оборудования, коммунальных поставщиков электричества и газа, поставщиков энергетических услуг, девелоперов проектов и другие федеральные и местные (на уровне штата) агентства.

1. Введение

Данный документ представляет собой многолетний план Министерства Энергетики США «Передовые микротурбинные системы». Этот план описывает задачу, цели, перспективные производственные показатели, предполагаемые научные исследования, опытно-конструкторские разработки и демонстрационную деятельность в течение более семи последующих финансовых лет (с 2000 по 2006).

Руководить работами по этой программе будет Подразделение Энергетических Технологий Отдела Энергетической Эффективности и Возобновляемой Энергии Министерства. Стратегией программы является управление научно-исследовательскими, опытно-конструкторскими и демонстрационными проектами, в сотрудничестве с промышленностью, университетами и национальными лабораториями, с целью закончить дискретную (состоящую из отдельных частей) задачу в фиксированный период времени.

Эта программа завершится производственными испытаниями следующего поколения микротурбинной системы (систем), длительностью 8000 часов. Ожидается, что данный проект будет готов к промышленному внедрению производителями оборудования и его потребителями в начале следующего столетия (документ был написан в 1999г.). Возможно, что длительность производственных испытаний надежности, доступности, ремонтпригодности и долговечности, а также демонстрационная эксплуатация, могут превысить планируемые 8000 часов. Поэтому в программе будет рассмотрена возможность государственной поддержки. Указанная программная стратегия подобна успешно использованной ранее программой «Передовые турбинные системы» при создании нового поколения промышленных турбин. Однако, как показано на рисунке 1, этот план требует осуществления различных видов деятельности в течение выполнения программы.

Различные виды производства в США, такие как перегонка нефти, химическая, целлюлозная и бумажная, производство стали, алюминия, а также легкая промышленность входят в число наибольших потребителей электроэнергии в экономике. В настоящее время они сильно зависят от коммунального и собственного электроснабжения, а также когенерационных установок, обеспечивающих их потребности. С реструктуризацией рынков электроэнергии, эти производства находят широкий спектр новых возможностей снабжения электричеством, включая распределенные источники генерации тока, инновационное ценообразование и стратегии управления рисками, а также управление энергетическими услугами. Растет интерес производств к распределенным источникам генерации тока, таким как микротурбины и двигатели с возвратно-поступательным движением поршней (дизели и свободно-поршневые двигатели), т.к. они могут снизить капитальные затраты, повысить надежность и уменьшить вредные выбросы в окружающую среду.

Микротурбины могут быть также использованы в производственных, общественных и жилых зданиях. Перспективные рынки производственных зданий включают в себя: офисные здания, рестораны, продуктовые магазины и супермаркеты. Рынки общественных зданий состоят из: больниц, школ и университетов, государственных зданий и учреждений, а также промышленных, энергетических технопарков с их офисами. Рынки жилых зданий – многоквартирные дома и коммунальные системы. Пройдет некоторое время, пока заказчики, производители оборудования и поставщики энергетических услуг определят, и будут использовать все перспективные рынки использования микротурбин.

Основой микротурбинной системы, как сформулировано для настоящей программы, является ряд микротурбин мощностью до 1000 кВт в условиях, заданных ISO. Система также включает в себя все необходимые вспомогательные компоненты, такие как топливный компрессор, рекуператор и (или) утилизатор, электрогенератор постоянного или переменного тока, оборудование когенерационной системы, глушитель звука и оборудование для преобразования электрического тока. Не смотря на то, что дальнейшее развитие оборудования для преобразования электрического тока может обеспечить более легкое подключение (синхронизацию) микротурбинной системы к электросети, перечень ее вспомогательных компонентов включает оборудование не только для этой цели.

Микротурбины обеспечивают ряд потенциальных преимуществ по сравнению с другими технологиями для выработки электрического тока небольшой мощности. Например, малое количество движущихся частей, компактные размеры и малый вес, способность использования различных видов топлива, возможности достижения большего к.п.д., меньших вредных выбросов в атмосферу и меньшей стоимости электрического тока. Реализация этих преимуществ будет означать существенные выгоды для общества в целом, заключающиеся в возможности снабжения национальных потребителей более чистой, более доступной и более надежной электроэнергией.

Размерный ряд производственных микротурбин разнообразен. Он зависит, в первую очередь, от экономики и потребности заказчика в электроэнергии. Однако технические ограничения и разрешительные и (или) политические соображения также являются влияющими факторами. Ввиду разнообразия возможностей использования и необходимости обеспечения гибкости в проектировании следующего поколения микротурбинных систем, настоящий план не содержит конкретных технических требований к их размеру. Это решение будет принято проектантами и производителями систем на основе потребностей и возможностей рынка. Существующий размерный ряд систем находится в пределах от 25 до 75 кВт, планируемый – до 1000 кВт. Ожидается, что передовой прототип микротурбины, создаваемый по данной программе будет находиться в размерном ряду от 25 до 1000 кВт. Поддержка крупных передовых микротурбинных систем может быть обеспечена, если эти проекты будут представлять собой эволюционные изменения в развитие микротурбин.

Специфика настоящего плана является результатом многочисленных консультаций с промышленными экспертами, а также маркетинговых исследований, которые анализировали будущее технологий распределенных энергетических ресурсов и потенциальную роль микротурбин в промышленных, производственных, общественных и жилых энергетических прикладных задачах.

Например, «Совещание по Микротурбинным Технологиям», проведенное в декабре 1998 года, как часть консультационного процесса по обсуждению будущей перспективы микротурбин, рассмотрело общественную политику, ограничения и возможности рынка, а также технологические изменения. В Совещание приняли участие более шестидесяти заинтересованных представителей, имеющих опыт в микротурбинах, коммунальных системах, промышленной энергетике и рынке, а также в государственных регламентах.

Среди проблем, поднятых на Совещание, была обсуждена необходимость в том, чтобы Министерство Энергетики установило партнерство с промышленностью в области научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ с целью развития следующего поколения микротурбинных систем.

Участники Совещания, в основном, согласились, что при отсутствии фокусной и надлежащей государственной роли, промышленность не сможет самостоятельно развить следующее поколение микротурбинных систем. В результате этого реальная возможность выработки более чистой, более доступной и более надежной электроэнергии для промышленных, производственных, общественных и жилых секторов рынка может быть потеряна.

Маркетинговые исследования были выполнены автором Arthur D. Little из компании «Incorporated and Resource Dynamics Corporation». Целью исследований было определение потенциальной способности микротурбин и других малоразмерных энергетических систем, таких как двигатели с возвратно-поступательным движением поршней и топливные ячейки (Примечание переводчика: у нас их называют электрохимические генераторы тока), удовлетворить энергетические потребности промышленного рынка в будущем. Основанные на текущей промышленной практике, оба эти исследования определили потенциальные рынки сбыта для микротурбин в производственном секторе, удовлетворяющем потребности в непрерывной генерации электроэнергии, обеспечение пиковых нагрузок, резервных мощностей, электроэнергии для удаленных и близко расположенных районов, а также для комбинированной выработки электроэнергии и тепла. Исследования показали, что необходимо устранить определенные научные, инженерные и общественные препятствия (барьеры), и тогда будут полностью достигнуты ценовые, экономические и экологические целевые показатели для потенциального рынка сбыта микротурбинных систем. Множество тех же прикладных задач и препятствий, которые исследования определили для производственного сектора, также применимы и для промышленного, общественного и жилого секторов рынка.

2. Анализ ситуации и маркетинговая оценка

В 1998 году американские потребители использовали приблизительно 3240 миллиардов кВт/час электроэнергии, стоимостью 218 миллиардов долларов США. Из них промышленные потребители электроэнергии использовали 32%, торговые потребители – 30%, а потребители жилищного хозяйства – 35%. Ожидается, что продажи электроэнергии будут расти ежегодно на 1,4% в течение последующих двадцати лет. Ожидается также, что для удовлетворения этого растущего спроса, производство электроэнергии в США увеличится с приблизительно 740 Гигаватт в 1998 году до приблизительно 957 Гигаватт в 2020 году, что соответствует ежегодному увеличению в 1,2%.

Ожидается, что рост потребления электроэнергии за пределами США будет даже больше. Предполагается, что годовой рост электропотребления в мире будет составлять 2,5% к 2020 году, включая как промышленные, так и развивающиеся страны. Только в развивающихся странах ожидается, что годовой рост электропотребления вырастет к 2020 году до 4,4%.

Изменяется роль не общественного производства электроэнергии на рынках США. В 1998 году коммунальные производители электроэнергии продали более 23 Гигаватт не коммунальным покупателям. Как результат, количество штатов, владеющих более 25% акций не коммунальных производителей электроэнергии, удвоилось с двух в 1998 году до четырех в 1999 году.

Распределенные источники энергии

Концепция распределенных источников энергии относится к локальным энергетическим системам, которые генерируют электрическую, тепловую или механическую энергию в местах расположения строений их потребителей. Она также относится к мероприятиям энергетической эффективности, которые могут быть выполнены в помещениях потребителя и оборудованию, которое вызывает необходимость в наличие электрической и тепловой энергии. Многие распределенные источники энергии расположены в местах их использования, другие соединены с потребителями через общественную передающую и распределительную сеть.

В распределенных источниках энергии используются многочисленные технологии, включая газовые турбины, двигатели с возвратно-поступательным движением поршней, солнечные энергетические системы и электрохимические генераторы тока.

Одним из факторов, определяющих растущий интерес в использование распределенных источников энергии, является неуверенность в надежности существующей электроэнергетической системы. Кроме того, также важны: необходимость минимизации производственных потерь, вследствие использования устаревшего энергетического оборудования, и защита чувствительного электронного оборудования от нарушения качества электроэнергии. В настоящее время промышленные процессы, производственные системы и торговые бизнес операции зависят от компьютеров, информационных систем и телекоммуникационного оборудования в большей мере, чем когда-либо в прошлом. Перерывы в энергоснабжении, импульсные повышения и понижения напряжения или частоты электрического тока могут стоить компании миллионы долларов убытков, вследствие потерь производства и повреждения оборудования. В условиях конкуренции на рынке, многие компании, которые обеспокоены не надежностью электрической сети или высокой ценой затрат, вызванных нестабильностью погодных условий, видят распределенные источники энергии как важное дополнение или альтернативу подключению к электрической сети.

Увеличиваются частные инвестиции в развитие и использование различных технологий для распределенных источников энергии. В том числе, включая инвестиции в передовые технологии для газовых турбин, двигателей с возвратно-поступательным движением поршней, солнечных энергетических систем, электрохимических генераторов тока, устройств для хранения энергии, солнечной и возобновляемой энергии. Если эти системы будут внедрены в больших количествах, полученная в результате этого «распределенная энергетическая система» сможет стимулировать новые взаимосвязанные требования для электрической сети и трубопроводов природного газа. Коммунальные электроснабжающие предприятия высказывали сомнения в наличие безопасной и эффективной взаимосвязи между технологиями распределенной энергии, также возможностью их отрицательного воздействия на эксплуатацию электрической сети. Существует большая заинтересованность в развитие стандартизованного, взаимосвязанного набора правил, которые уравнивали бы обеспокоенность коммунальных электроснабжающих предприятий в возможности обеспечения безопасной эксплуатации электрической сети с обеспокоенностью разработчиков распределенных источников энергии в возможности обеспечения быстрых и малозатратных взаимосвязанных технологических процессов.

Для того, чтобы микротурбины и другие распределенные источники энергии были конкурентоспособны на рынке сбыта электроэнергии, стоимость электричества, производимого этими системами, должна быть более привлекательной, чем сегодня. Без снижения этой стоимости, большинство потребителей электроэнергии предпочтут подключаться к электрической сети и энергоэффективные распределенные источники энергии будут ограничены относительно малой «нишей» на рынке сбыта.

Для достижения данного снижения стоимости, «установочная стоимость» (доллар/кВт установленной мощности) распределенных источников энергии должна быть ниже, чтобы уменьшить первоначальные инвестиции для потребителей электричества. Кроме того, требуемые затраты на эксплуатацию и техническое обслуживание должны быть ниже, а время службы больше, чтобы уменьшить «сдерживающий фактор», ассоциируемый с локальными системами: стоимость сервисного обслуживания, необходимость капитального ремонта основного оборудования и стоимость повседневных затрат. И наконец, экономичность и влияние систем на экологию должны быть лучше, чтобы снизить затраты на топливо и соответствовать требованиям по охране окружающей среды.

Реструктуризация коммунальных предприятий

Ожидается, что продолжающаяся в США реструктуризация промышленности электроснабжающих и газоснабжающих коммунальных предприятий, увеличит роль не

коммунальных снабжающих предприятий в национальной номенклатуре энергий даже больше. Начиная с 1996 года, 22 штата ввели в действие основные законы по реструктуризации электроснабжения, в то время как еще два выпустили всесторонние регулирующие регламенты. Эти действия привели к росту конкурентной промышленности энергетических услуг. Сейчас существует большая возможность выбора для потребителей электричества, чем когда-либо ранее.

Потребители электричества и природного газа в штатах, которые активны в реструктуризации, часто имеют возможность заставить поставщиков электричества адаптировать свои предложения услуг, чтобы они отвечали индивидуальным потребностям. В частности, большим промышленным и торговым потребителям, включая муниципалитеты, школы и водохозяйственные предприятия, все больше и больше предлагаются гибкие договорные сроки и условия, инновационные ценовые варианты, стратегии управления финансовыми рисками, аудиты и услуги по энергоэффективности, а также варианты распределенных источников энергии.

Экологические регламенты

Исполнение и принуждение к исполнению существующих экологических законов и правил влияет на сегодняшний выбор технологий для производства электроэнергии. Когда заменяют существующие электростанции, новые обязательно включают в себя новые разработки и передовые системы для достижения большей экономичности и меньших вредных выбросов в окружающую среду. Вредные выбросы от электростанции в настоящее время являются объектом для регулирующего воздействия на содержание сернистого ангидрида, окиси азота, микрочастиц, летучих органических соединений, оксида углерода (угарный газ) и летучих токсичных веществ. Вдобавок, международные озабоченности об изменении климата привели к заинтересованности в мониторинге выбросов углерода от электростанций. В будущем, углекислый газ и другие «парниковые» газы могут быть добавлены в перечень вредных выбросов от электростанций, являющихся объектом для регулирующего воздействия.

Конструкции передовых микротурбин и других вариантов распределенных источников энергии должны включать функции, обеспечивающие их соответствие экологии всех заранее предвидимых мест их расположения, а также разрешающим правилам. Ясно прослеживается тенденция к увеличению строгости экологических требований. Если следующее поколение микротурбинных систем обеспечит более низкие вредные выбросы в окружающую среду и более высокую экономичность, по сравнению с существующими моделями, то коммерциализация этих передовых изделий может принести существенную общественную пользу. Использование чистых и возобновляемых топлив, высокоэкономичных турбин и сжигающего оборудования, передовых материалов и рекуператоров входят в число вариантов, которые могут быть использованы для регулирования экологии вредных выбросов из микротурбинных систем. Использование микротурбин для комбинированной выработки тепла и электричества может удвоить или утроить общий термический к.п.д., по сравнению с установками, вырабатывающими только электричество, обеспечивая, таким образом, еще большие возможности для снижения вредных выбросов.

Прикладные задачи для рынка сбыта

Благодаря своему малому размеру, низкой установочной стоимости и выработки полезного тепла, микротурбины могут быть использованы в множестве прикладных задач, использующих электрическую и тепловую энергии.

Маркетинговые исследования, недавно выполненные Arthur D. Little из компании «Incorporated and Resource Dynamics Corporation», определили восемь потенциальных типов прикладных задач для микротурбин:

- непрерывная генерация электроэнергии;
- обеспечение пиковых нагрузок;
- использование в качестве резервного источника электроэнергии;
- выработка электроэнергии для близко расположенных районов;
- выработка электроэнергии для удаленных районов;
- выработка электроэнергии, тепла и холода;
- использование в качестве механического привода;
- сжигание отходов и биотоплива с выработкой электроэнергии.

1) Непрерывная генерация электроэнергии:

Использование микротурбин для непрерывной генерации электроэнергии обычно требуется для прикладных задач, которым необходимо более 6000 часов в год эксплуатационного времени. Для того чтобы соответствовать этим прикладным задачам на рынке сбыта, микротурбины должны быть способны вырабатывать электричество со стоимостью конкурентной стоимости электричества из электросети. В определенных обстоятельствах, потребители, которые имеют большие проблемы с надежностью электросети или с качеством ее электрического тока, возможно, захотят заплатить больше за электричество от локального источника, чем за электричество от сети.

2) Обеспечение пиковых нагрузок:

Обеспечивающие пиковые нагрузки прикладные задачи для микротурбин, обычно, должны требовать эксплуатационного времени много меньше, чем 1000 часов в год. Для обеспечения пиковых нагрузок, потребители будут использовать локальную генерацию электроэнергии, чтобы избежать высокой платы за электричество для пиковых нагрузок или дополнительных выплат ее поставщику. В некоторых областях, возможность избежания этих выплат может оправдать инвестиции в локальные установки, которые эксплуатируются всего несколько сот часов в год. Смещение в сторону конкурентного рынка сбыта электроэнергии также означает смещение в сторону ценообразования электричества в реальном времени. Не является чем-то необычным, чтобы в течение пиковых нагрузок стоимость электроэнергии была в 3-5 раз выше ее стоимости в обычный период. В случаях критических нагрузок, стоимость электроэнергии может быть и в 10 раз выше ее стоимости в обычный период. На всем среднем Западе, летом 1998 года, произошло кратковременное увеличение стоимости электричества в 20-100 раз.

3) Использование в качестве резервного источника электроэнергии:

Потребителям резервной электроэнергии требуется 100% надежность снабжения электричеством. Некоторые потребители, такие как больницы и аэропорты, в соответствии с Директивами обязаны иметь, эксплуатировать и поддерживать в работоспособном состоянии установки резервного электроснабжения. Системы резервной электроэнергии могут использоваться менее 100 часов в год, но они должны быть готовы мгновенно вступить в действие в случае аварийного отключения электроэнергии от сети. В настоящее время, дизельгенераторы занимают большую долю рынка источников резервной электроэнергии. Использование микротурбин на этом рынке будет определяться множеством факторов, в особенности их стоимостью, в сравнение с дизельгенераторами, а также возможностью их быстрого и надежного запуска.

4) Выработка электроэнергии для близко расположенных районов:

Рынки сбыта для снабжения электроэнергией близко расположенных районов существуют там, где промышленные процессы требуют электричество с качеством выше, чем может обеспечить электросеть. Например, необходимость в переменном токе с четко заданной формой волны, частоты и (или) коэффициента мощности. Такие требования существуют, например, в промышленности, которые используют чувствительное электронное оборудование, которому необходимо жестко регулируемая синусоидальная форма волны переменного тока. Или машинное оборудование, которое эксплуатируется с четко определенным постоянным током. Использование микротурбин для снабжения электроэнергией близко расположенных районов может оплатить издержки на обеспечение требований к качеству электроэнергии, позволит внедрить более точные и гибкие производственные процессы и снизить потери производства от аварийного отключения электроэнергии от сети и разных типов потери ее качества.

5) Выработка электроэнергии для удаленных районов:

Локальные источники электроэнергии предназначены для районов, в которых отсутствует электрическая сеть, например в местах добычи нефти и газа, а также для некоторых шахтных процессов. Места, в которых отсутствует электрическая сеть также, обычно, не имеют и газораспределительной сети. Возможность использовать транспортабельные топлива, такие как дизельное топливо или пропан, является особым преимуществом для локальных источников электроэнергии.

6) Выработка электроэнергии, тепла и холода:

Рынками сбыта для систем, вырабатывающих электроэнергию, тепло и холод, являются такие производственные процессы и здания, которым необходимы как термическая, так и электрическая энергии. Здесь имеется перспектива для расширенного использования промышленных систем с комбинированной выработкой тепла и электричества. Возможности возрастают, в случае если определены экономичные потребители термической энергии в количестве, позволяющем организовать районную энергетическую систему. Использование микротурбин для задач по выработке электроэнергии, тепла и холода может открыть новые возможности для производственных предприятий с целью удовлетворения их потребностей в указанных видах энергии. Системы охлаждения, обогрева и снабжения электричеством зданий могут обеспечить электрическую и термическую энергии для регулирования температуры и влажности.

7) Использование в качестве механического привода:

Прикладные задачи для механического привода будут использовать микротурбины в качестве приводного оборудования воздушных компрессоров, холодильных машин, камер охлаждения, систем регулирования влажности и насосов. Стоимость эксплуатации и технического обслуживания является критичным, движущим показателем для их использования, наряду со стоимостью электричества и доступности топлива.

8) Сжигание отходов и биотоплива с выработкой электроэнергии:

Рынки сбыта для микротурбин, сжигающих отходы и биотопливо, находятся в таких видах промышленности, в которых твердое, жидкое или газообразное топливо является побочным продуктом их производства или его отходами. Например, производства целлюлозы, бумаги, пищи и стали. Количество производимой электроэнергии в данном случае зависит от количества отходов и доступности технологии для преобразования этих отходов в пригодное для употребления топливо.

Потенциал рынка

Служба Энергетической Информации Министерства Энергетики США сообщает, что к существующей в стране в настоящее время суммарной мощности электростанций будет добавлено, до 2020 года, приблизительно 380 Гигаватт новых электрических мощностей, с учетом вывода из действия устаревших. Доля рынка для распределенных источников энергии оценивается от 10 до 20% указанных выше добавочных мощностей, что соответственно составляет от 38 до 76 Гигаватт. Ожидается, что микротурбины, благодаря их компактному размеру, относительно малым капитальным затратам, а также предполагаемым низким затратам на эксплуатацию и техническое обслуживание, займут существенную долю потенциального рынка сбыта распределенных источников энергии.

Не смотря на существенность отмеченного, указанные оценки основаны на допущение того, что в будущем большинство потребителей электроэнергии столкнутся с подобной же возможностью выбора и, в основном, при тех же условиях рынка. Однако есть другой, широко поддерживаемый, альтернативный взгляд, который определяет распределенную генерацию энергии как потенциально революционную технологию с «разрушительными» воздействиями, которые изменяют фундаментальную ценность взаимосвязей в промышленности.

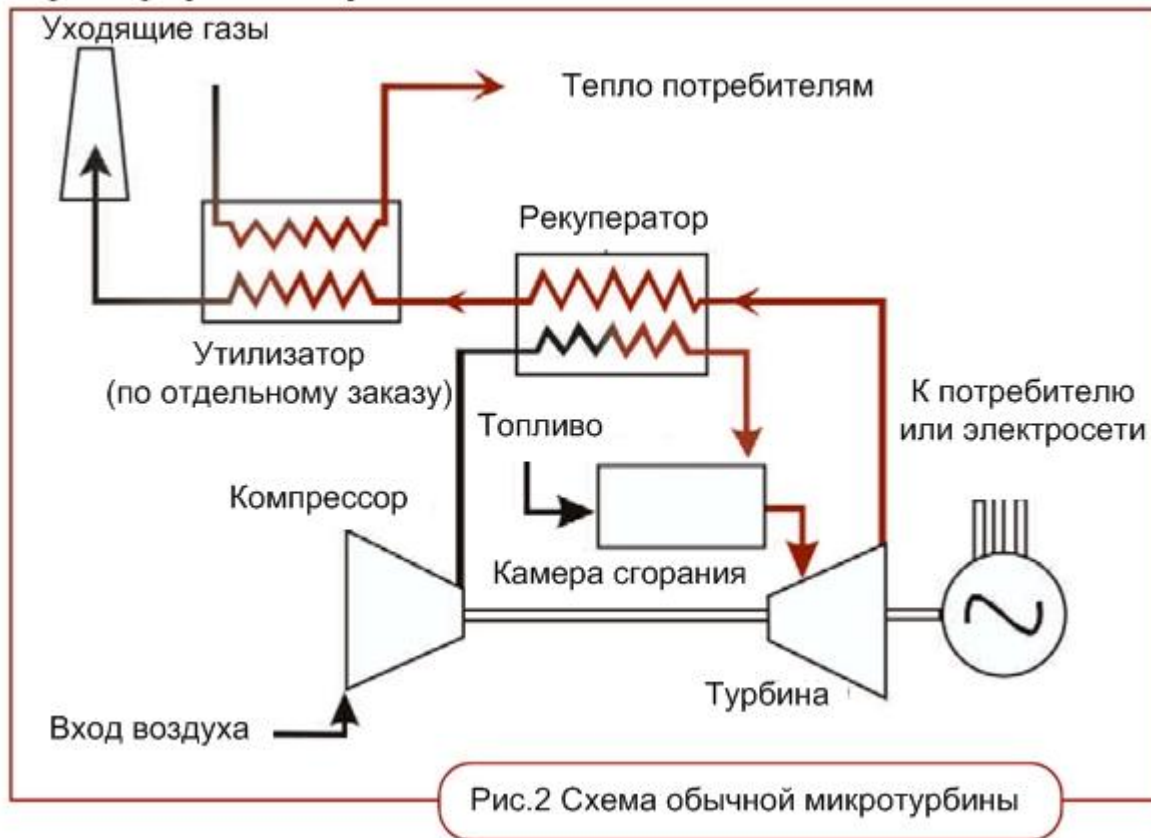
Примеры, приведенные как другие революционные технологии, которые нанесли «разрушительные» воздействия, включают персональные компьютеры, Интернет, сотовые телефоны и малогабаритные фрезерные станки. Такие возможности распределенной генерации затрудняют оценку потенциала рынка для микротурбин.

Технические возможности для микротурбин в производственных отраслях промышленности были недавно оценены фирмой «Onsite Sycom Energy». Существует приблизительно 100 000 промышленных площадок со средней потребностью в электричестве между 100 и 3000 кВт. Это представляет собой потребность в электричестве около 70 Гигаватт сегодня и 91 Гигаватт в 2010 году, которая может быть удовлетворена микротурбинами или другими энергетическими технологиями. Например, потребность в электричестве для лесоперерабатывающей промышленности, в 2010 году, на оборудование мощностью между 100 и 3000 кВт оценивается приблизительно 9 Гигаватт. Для химической промышленности, в 2010 году, эта оценка составляет 6,3 Гигаватт.

Несколько недавних исследований пытались оценить потенциал рынка промышленного электричества для микротурбин. Однако эти исследования не приняли в расчет возможные «разрушительные» воздействия. Они также не исследовали полный потенциал рынка, вследствие трудности определения промышленного рынка для механических приводов, или до какой степени надежность электрической сети и качество электроэнергии будут определяющим фактором. Исследования также не учли в качестве рынка для микротурбин снабжение зданий электроэнергией, теплом, горячей водой, холодом и регулирование в них влажности. Даже при этих условиях, в исследованиях, выполненных Arthur D. Little из компании «Incorporated and Resource Dynamics Corporation» (см. выше), сделан вывод о том, что возможности рынка сбыта для существующих моделей микротурбин значительны и, что потенциал рынка может существенно вырасти, если стоимость, экономичность, долговечность, надежность и экология существующих проектов будет улучшена.

3. Обзор микротурбинных систем

Первоначально, микротурбины появились в прикладных задачах автомобильной и аэрокосмической промышленности. Ниже, на рисунке 2, изображена схема микротурбины для обычной торговой или промышленной прикладной задачи.



Использование газовых турбин, таких как микротурбины, для стационарной энергетики имеет ряд преимуществ, по сравнению с другими типами тепловых машин, в частности: меньшее загрязнение атмосферы, возможность сжигания разных видов топлива, малые размеры, низкие уровни шума и вибрации. Газовые турбины имеют ограничения, в число которых входят: относительно малая экономичность, высокая стоимость и частота вращения. Все они прямо связаны с размерами машины. Не смотря на то, что взаимоотношение между размерами и уровнем технических характеристик, в принципе, имеет место и для других типов тепловых машин, законы подобия более ограничены для газовых турбин, чем для других типов тепловых машин, например, таких как поршневые двигатели. Внутри класса тепловых машин, называемых газовыми турбинами, существуют определенные конструктивные отличия, которые, наряду с разницей в размерах, определяют варианты их типов. Нижерасположенный рисунок 3 иллюстрирует, как определенные конструктивные отличия газовой турбины связаны с ее размерами и техническими характеристиками.



Этот рисунок дает основание для обсуждения разницы между микротурбинами и другими типами газовых турбин.

Большие газовые турбины

Используемые для выработки электричества, большие газовые турбины, в основном, характеризуются следующими главными конструктивными особенностями:

осевые, многоступенчатые компрессоры и турбины;

лопатки турбины и направляющего аппарата с внутренним охлаждением;

охлаждаемые рабочие колеса осевого компрессора и креплений лопаток направляющего аппарата;

системы сжигания топлива с низким содержанием NO_x , основанные на обедненной, предварительно приготовленной смеси для природного газа (Примечание переводчика: очевидно, имеется в виду смесь газа с воздухом) или впрыска воды или пара для других типов топлив;

мульти-горелочные системы сжигания топлива;

одновальная компоновка.

Установки больших размеров (150 – 400 мВт) часто проектируют с паротурбинной надстройкой, а более новые, передовые проекты турбинных установок используют замкнутый контур парового охлаждения. Учитывая это, степень повышения давления обычно составляет 16:1. Кроме того, могут быть внедрены такие конструктивные

особенности как промежуточное охлаждение, ступенчатое сжигание топлива, а также использованы средства для снижения тепловых потерь.

Промышленные газовые турбины авиационного типа

Промышленные газовые турбины авиационного типа, в основном, характеризуются следующими главными конструктивными особенностями:

осевые, многоступенчатые компрессоры и турбины;

высокие степени повышения давления (более 25:1);

высокие температуры (1316°C);

внутреннее охлаждение (как в больших газовых турбинах);

многовальная компоновка;

мульти-горелочные системы сжигания топлива;

большее использование передовых сплавов, в особенности монокристаллических сплавов для покрытия лопаток.

В них используется меньше усовершенствований для снижения потерь тепла, но больше вариантов геометрии компрессора для улучшения технических характеристик на частичных нагрузках. В зависимости от базового проекта авиационного двигателя и способа, которым он был адаптирован для использования в стационарной энергетике, может быть использовано промежуточное охлаждение компрессора.

Тяжелые промышленные газовые турбины

Промышленные газовые турбины, в основном, характеризуются следующими конструктивными особенностями:

обычно, осевые, многоступенчатые компрессоры, однако для меньших моделей иногда используются радиальные компрессоры;

осевые турбины;

одно или многовальная компоновка, в зависимости от прикладной задачи;

внутреннее охлаждение в первых рядах направляющего аппарата, но реже используется охлаждение рабочих лопаток и передовые сплавы, чем в других типах газовых турбин;

охлаждаемые рабочие колеса осевого компрессора и креплений лопаток направляющего аппарата;

выходной вал подключен к генератору тока через редуктор.

Существует градация в конструктивных характеристиках промышленных турбин мощностью от 2 до 20 мВт. Для больших мощностей, промышленные турбины подобны большим газовым турбинам – выходной вал тоже, еще обычно, подключен через редуктор к генератору тока, в случае, если последний используется. Также используется прямой механический привод с отдельной силовой турбиной. Сжатие газа является одним из примеров. В турбинах с меньшей мощностью иногда используются радиальные компрессоры. С уменьшением размерной мощности, степени повышения давления снижаются. Редко используется охлаждение рабочих лопаток. Чаще используются, расположенные сбоку, одиночные камеры сгорания (по сравнению с линейным расположением в больших турбинах). Вследствие того, что в ряду турбин малой мощности экономические показатели зависят от мощности не прямо пропорционально, упрощение конструкции и экономика производства имеют большее значение. Используемые материалы, проблемы, возникающие при проектировании механических частей, а также повышенные аэродинамические потери, характерные для систем малого размера, снижают экономический выигрыш от термодинамической эффективности.

Микротурбины

Микротурбины являются новейшим типом газовых турбин, которые используются для прикладных задач генерации энергии в стационарной энергетике. Существуют определенные конструктивные особенности, которые отличают микротурбины от других типов газовых турбин, рассмотренных выше. Однако не существует границы в размере, которая отделяет микротурбины от промышленных турбин малого размера. В действительности, промышленные турбины малого размера неизбежно имеют некоторые общие свойства с микротурбинами. Поэтому, промышленные турбины малого размера будут иметь пользу от успехов, достигнутых в развитии конструктивных свойств микротурбин.

Микротурбины, в основном, характеризуются следующими конструктивными особенностями:

- радиальные компрессоры;
- низкие степени повышения давления, обусловленные одной или, возможно, двумя ступенями компрессора;
- минимальное использование охлаждения направляющего аппарата или ротора;
- рекуперация сбросного тепла для предварительного подогрева воздуха;
- использование материалов, которые позволяют снизить стоимость производства;
- очень высокие скорости вращения основного вала (25 000 об./мин или более).

С такими конструктивными элементами, к.п.д. простого цикла (без использования рекуператора) будет существенно меньше, по сравнению с к.п.д. конкурирующих установок, таких как поршневые двигатели, особенно для высоконагруженных прикладных задач с требованиями наличия базовой и промежуточных нагрузок. Однако микротурбины без рекуператора могут быть использованы для таких задач, как обеспечение аварийной электроэнергии, для которых длительность эксплуатации относительно мала и стоимость топлива вторична, для которых существенны другие факторы, такие как легкость монтажа и технического обслуживания.

Для многих прикладных задач очень высокие скорости вращения требуют наличия редуктора. Для случая генерации электрического тока, обычно, используется другое, альтернативное, решение: прямо приводной (без редуктора) синхронный генератор переменного тока, связанный с преобразователем переменного электрического тока в постоянный и сетевым преобразователем частоты.

Микротурбины производились очень малыми размерами (всего несколько киловатт), а коммерчески жизнеспособные изделия находятся в ряду от десятков до сотен киловатт. Этот ряд имеет объем заказов от двух до трех (в год), а к.п.д., которые могут быть достигнуты на практике, будут у них существенно различаться.

Существующие микротурбинные системы

Микротурбинные системы только сейчас входят на рынок, и их производители нацелены как на традиционные, так и не традиционные прикладные задачи в промышленном и строительном секторах рынка, включая комбинированную выработку тепла и электричества, резервное электроснабжение, постоянное электроснабжение и снятие пиковых нагрузок с целью снижения стоимости в течение пиковых периодов потребления. До настоящего времени (2000 год), четыре производителя в США осуществили затраты для входа на рынок микротурбин. Honeywell (AlliedSignal) предлагает изделие мощностью 75 кВт, Capstone имеет установку мощностью 30 кВт, Elliot имеет изделия мощностью 45 и 80 кВт и Northern Research and Engineering Company будет иметь несколько установок мощностью в размерном ряду от 30 до 250 кВт. Эти производители начинают осуществлять маркетинговые и дистрибьюторские союзы с другими фирмами. Другие компании, такие как Allison Engine Company, Williams International и Teledyne Continental Motors проявили интерес к разработке

микротурбинных изделий. Европейские (Volvo и ABB) и Японские (Toyota) компании также разрабатывают микротурбинные изделия, и ожидается, что они выйдут на рынок США в течение нескольких следующих лет.

4. Задача, цели и стратегия программы

Через партнерство с промышленностью, государственными и не государственными организациями, Отдел Энергетических Технологий Министерства Энергетики развивает и передает новые технологии и практический опыт для того, чтобы помочь соответствовать изменяющимся целям в областях развития возобновляемых источников энергии и защиты окружающей среды, в условиях международной конкуренции. Задачей Отдела является руководство национальными усилиями в поддержке и развитие чистых, конкурентных, надежных энергетических технологий для 21 века. Эта задача достигается путем: поощрения поставщиков электроэнергии выбирать и использовать возобновляемую энергию и энергоэффективные технологии на равных условиях с другими технологиями; выявления технологических и бюрократических препятствий, которые мешают использованию возобновляемой энергии и энергоэффективных технологий во всем мире; работы с поставщиками энергии, промышленностью и другими участниками с целью реализации всего потенциала рынка для возобновляемой энергии и энергоэффективных технологий, как в США, так и в других странах.

Задача, цели и стратегии Программы передовых микротурбинных систем поддерживают эти намерения.

Задача

Задачей настоящей Программы является руководство национальными работами по проектированию, развитию, испытаниям и наглядному показу нового поколения микротурбинных систем, которые будут более «чисты», более экономичны по топливу, более приспособлены к различным типам топлива, более надежны и долговечны, будут иметь меньшую стоимость, по сравнению с первым поколением этого оборудования, которое только сегодня выходит на рынок.

Цели

Итоговыми целями Программы являются улучшение энергоэффективности, снижение вредных выбросов в окружающую среду и увеличение конкурентоспособности американского бизнеса путем развития и внедрения передовых микротурбинных систем. Задача и цели Программы согласуются с общими целями Отдела, которые, как изложено во «Всесторонней Национальной Энергетической Стратегии», заключаются в улучшение экономичности энергетической системы, гарантировании исключения нарушений в поставках энергии, расширении, в будущем, вариантов ее поставок, стимулировании производства и использования энергии путями, которые соответствуют санитарным и экологическим требованиям.

Задача и цели Программы согласуются также с целями нескольких недавних инициатив Министерства Энергетики в области надежности энергетической сети и распределенных энергетических ресурсов. Эта Программа может также внести свой вклад в Президентские Исполнительные Распоряжения по увеличению эффективности использования энергии и возобновляемых систем на федеральных предприятиях и по увеличению использования биоэнергетики и биологических изделий в экономике.

Основным намерением Программы является разработка к 2006 году конструкции(й) «ультрачистого и высокоэффективного» микротурбинного изделия, которое было бы готово к коммерциализации и достигло следующих перспективных производственных показателей:

Высокого К.П.Д. – к.п.д. преобразование топлива в электричество должно быть, по крайней мере, 40%;

Экологического Превосходства – выбросы NO_x менее чем 7 ppm (частей на миллион) в диапазоне эксплуатационных режимов для машин, использующих природный газ;

Долговечности – проектной, 11 000 часов эксплуатации между капитальными ремонтами и, по крайней мере, 45 000 часов срок службы;

Экономичности - относительная стоимость менее 500 \$/кВт, стоимость электричества должна быть конкурентной с альтернативными источниками (включая электричество от электросети) для рыночных прикладных задач, также должна быть предусмотрена возможность использования альтернативных и дополнительных типов топлива, включая природный газ, дизельное топливо, газ из органических отходов и других биотоплив, как жидких, так и газообразных.

Существует ряд научных, инженерных и бюрократических барьеров, которые необходимо преодолеть для выполнения поставленной задачи и целевых технических характеристик, которые должны быть достигнуты. Стратегия заключается в выполнении многолетней программы научно-исследовательских и проектно-конструкторских работ, которая тесно интегрирована с исследовательскими программами по микротурбинным системам в промышленности, университетах, национальных лабораториях и других федеральных агентствах и программах. Программа будет построена на недавних, существующих научно-исследовательских и проектно-конструкторских работах, которые были выполнены по заказам Отдела Энергетической Эффективности и Возобновляемой и Ископаемой Энергии, а также других - в областях передовых материалов, систем сжигания, компонентов турбин и машин, силовой электроники, систем измерения и регулирования.

Важным аспектом предложенных видов деятельности в области научно-исследовательских и проектно-конструкторских работ будут составлять совместные работы по передаче технологии, технические анализы, координация и связь. Эти работы помогут, частично, обеспечить, чтобы научно-исследовательские и проектно-конструкторские проекты были хорошо согласованы с потребностями рынка. Будут выполнены работы по мониторингу и анализу потребностей промышленности, торговли, строительства (общественного и жилого) во всех типах распределенных источников энергии, использующих как возобновляемые, так и ископаемые виды топлива, в особенности микротурбинных систем.

Будут осуществлены проекты по развитию информационных центров, проведены симпозиумы, конференции и встречи по рассмотрению Программы, для того, чтобы стимулировать лучшую связь между многими группами участников с лицами, заинтересованными в микротурбинах и распределенном производстве электроэнергии. В том числе, с официальными представителями: государства и Штатов, производителей оборудования, коммунальных электрических и газовых компаний, предприятий, оказывающих услуги в области энергетики, независимых производителей энергии, а также потенциальных потребителей из промышленного и строительного секторов экономики.

5. Необходимые научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы

Необходимо сделать существенные изменения в технологии микротурбин для того, чтобы они достигли своего полного потенциала на рынке сбыта и могли успешно конкурировать на нем с электрической сетью, а также другими возможными распределенными источниками энергии, такими как поршневые двигатели, химические генераторы тока, ветровые и солнечные энергетические системы. Не взирая на то, что имеется значительный рынок сбыта для существующей технологии микротурбин, усовершенствования в их экономичности, стоимости, долговечности и экологических показателях могут расширить потенциальный рынок сбыта в два-три раза.

Например, необходимы новые конструкции систем, а также улучшенные показатели подсистем и компонентов, для того, чтобы увеличить экономичность и надежность микротурбин и снизить стоимость систем. Значительный прогресс может быть сделан посредством создания и использования передовых материалов. С их помощью можно увеличить надежность, долговечность и срок службы различных подсистем и частей компонентов, а также дать им возможность работать при более высоких температурах. В долгосрочной перспективе, улучшения могут произойти в результате выполнения научно-исследовательских и проектно-конструкторских работ в области керамики и металлических сплавов. Это позволит усовершенствовать рекуператоры и другие части системы, включая горячие участки компонентов, таких как роторы и внутренние части камер сгорания.

Вдобавок, многообещающие конструкции необходимо испытать в «полевых условиях» (реальных условиях эксплуатации), чтобы убедить потребителей в их технических характеристиках. Некоторые проблемы могут быть обнаружены и решены только путем мониторинга установок, находящихся в реальных условиях эксплуатации. Они нужны также для того, чтобы определить отказы микротурбин, требования к их техническому обслуживанию и ответить на вопросы о долговечности оборудования.

Микротурбинные системы, подсистемы и компоненты

Для того, чтобы соответствовать задаче и целям Программы, должны быть осуществлены научно-исследовательские работы по определению технических характеристик всей микротурбинной системы, включая ее интеграцию в рыночные прикладные задачи и общественную электросеть. Вся система должна быть спроектирована должным образом, чтобы все совместно работало экономично и надежно.

Важной задачей будет интеграция компонентов, в особенности потому, что улучшенные компоненты будут интегрированы как в существующие, так и в новые конструкции. Объектное и компьютерное моделирование системы будет существенной частью этой задачи. Научно-исследовательские и проектно-конструкторские работы на системном уровне будут важны в определении приоритетов исследований для конкретных компонентов благодаря лучшему пониманию компромиссов между стоимостью, экономичностью и экологическими характеристиками.

Объектное и компьютерное моделирование

С целью осуществления системного изучения и разработки перспективных конструкций для передовых микротурбин, будет необходимо выполнить объектное моделирование различных подсистем и компонентов, а также компьютерное моделирование их технических характеристик. Особенно важной проблемой является моделирование горения с целью выработки детального понимания характеристик и процессов регулирования вредных выбросов в окружающую среду. Необходимо выполнение работ по идентификации инновационных циклов, по оптимизации циклов и по оптимизации утилизации тепла. Компьютерное моделирование аэродинамики и передачи тепла в турбинных лопатках малых машин поможет в разработке конструкций передовых микротурбин.

Для анализа компромиссов в интеграции индивидуальных подсистем и компонентов, необходимо будет разработать более совершенные модели, которые смогут имитировать эксплуатацию всех микротурбинных систем при разнообразии экологических и эксплуатационных условий. Также необходимы компьютерные модели, которые смогут анализировать возможное воздействие микротурбинных систем на стабильность и работу общественной электросети. Эти компьютерные модели должны имитировать полный ряд возможных прикладных задач для микротурбин, включая постоянную генерацию

электрического тока, снятие пиковых нагрузок, обеспечение резервной электроэнергии, комбинированную выработку тепла и электричества, электроснабжение удаленных районов.

Стоимость изготовления

При коммерциализации передовых микротурбинных конструкций способы увеличения масштаба производства будут существенны для снижения их стоимости. В действительности, до сих пор существующие микротурбинные системы массово не производятся. Необходимо выполнить исследования по определению вопросов увеличения масштаба производства для следующего поколения систем, т.к. оно может в большей мере использовать передовые сплавы, покрытия, керамические компоненты и совсем иные электронные комплектующие. Как, например, после создания и испытаний керамических подсистем и компонентов, необходимо включить в научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы более детальные исследования и анализ вопросов и способов увеличения масштаба производства. Аналогично должно быть сделано и для инженерных работ по конструированию керамических компонентов. Команда проектантов керамических компонентов должна состоять из конструкторов, как самих компонентов, так и машины. Аналогично, команда проектантов машины должна использовать компоненты, которые могут быть изготовлены в массовом количестве.

Рекуператоры (утилизаторы)

Обычные рекуператоры представляют собой теплообменники, выполненные из металлических пластин, которые воспринимают некоторое количество тепла и передают его потоку входящего в него воздуха. Предварительно подогретый входящий воздух используется затем в процессе сжигания топлива. Если воздух предварительно подогрет, то требуется сжечь меньшее количество топлива для того, чтобы повысить температуру газа на входе в турбину. Благодаря предварительному подогреву, наиболее эффективный, обычный металлический, рекуператор позволяет экономить 30-40% топлива.

Однако обычные рекуператоры, выполненные из нержавеющей стали, могут использоваться только при температуре отработавшего газа на входе в них менее 650 °С. При более высоких температурах, металл восприимчив ползучести и окислению, которые вызывают загрязнение и структурный износ, приводящие к протечкам (воздуха в газ), быстрому снижению экономичности и срока службы. По мере увеличения, с целью повышения экономичности, температуры газа, при которой эксплуатируется машина, потребуются передовые металлические или керамические рекуператоры. Необходимо дальнейшее совершенствование рекуператора для того, чтобы снизить стоимость, увеличить срок службы, и сделать возможной эксплуатацию при более высоких температурах. Необходимо продолжить работы по созданию передовых металлических материалов и конструкций, которые могли бы эксплуатироваться при более высоких температурах и иметь повышенную коррозионную стойкость. Многие из передовых металлических и керамических материалов остаются в большинстве своем не испытанными. Используя эти материалы, эффективное по цене производство, будет играть решающую роль в снижении стоимости передовых рекуператоров. Необходимо исследование производственного процесса, чтобы определить способы снижения стоимости, например, такие как изготовление элементов керамического рекуператора в виде (форме), близком к окончательному, что требует минимальной последующей машинной обработки и сборки.

Горение (сжигание топлива)

Необходимы исследования характеристик горения и связанных с ним вредных выбросов для того, чтобы соответствовать требованиям рынка и Правил, а также достичь целевых технических характеристик, требуемых настоящим Планом. Требуется также исследовать методы предотвращения загрязнения окружающей среды и регулирования показателей

загрязнителей и углекислого газа. Компромиссы между регулированием загрязнителей, энергетической эффективностью и стоимостью, должны быть поняты и оптимизированы. Такие технологии как каталитическое сжигание топлива, покрытия для горячих поверхностей, регулирование сухости (влажности воздуха), обедненная смесь (топлива с воздухом), выборочное каталитическое восстановление и другие, должны быть исследованы для того, чтобы определить, как они могут быть использованы с целью снижения выбросов NO_x в микротурбинах.

Другие виды топлива

Кроме природного газа, возможны и другие варианты топлива, такие как: дизельное топливо, газ из органических отходов, промышленные отходящие газы, этанол (этиловый спирт) и другие виды биотоплив, как жидких, так и газообразных. Создание биотоплив является высшим приоритетом Министерства, которое выступило с Законодательной Инициативой «Изделия из Биомассы и Биоэнергетика». Возможность использования этих топлив в распределенных источниках энергии необходимо исследовать.

Сжатие природного газа

В настоящее время природный газ является наиболее предпочтительным топливом для микротурбин благодаря его подходящим ценам, характеристикам горения и вредных выбросов. В местностях, где давление газа настолько низко, что он не может быть подан прямо на горение в микротурбину, необходимо наличие оборудования для сжатия топливного газа. Это оборудование должно быть не дорогим, надежным и долговечным, а его размерные ряды по мощности и давлению должен соответствовать микротурбинам. Оборудование для сжатия газа используется в больших электростанциях, но оно отсутствует для существенно меньших их, недорогих микротурбин, для которых капитальные затраты и затраты на эксплуатацию и техническое обслуживание являются критическими. Существует также обеспокоенность тем, что в случае использования микротурбин в прикладных задачах, отличающихся от постоянного электроснабжения или комбинированной выработки тепла и электричества, ввод и вывод из действия группы микротурбин, работающих на газе, может нанести вред газотранспортной системе, вызывая колебания давления газа в ее локальных трубопроводах.

Возможность использования различных видов топлива является желательным свойством для промышленных потребителей и одной из производственных целей настоящей Программы для микротурбинных систем. Многие потенциальные потребители микротурбин ценят возможность переключаться с одного вида топлива на другой для управления стоимостью процесса. Способность камеры сгорания работать на различных видах топлива, без увеличения количества вредных выбросов в окружающую среду, сильно увеличит перспективы микротурбин. Например, возможность утилизировать отходы, используя их в качестве топлива, может предоставить микротурбинам большое преимущество для расширения их доли на рынке распределенных источников энергии.

Силовая электроника

Вследствие того, что большинство микротурбин, обычно, генерируют переменный ток высокой частоты, который должен быть преобразован в постоянный ток, а затем обратно в переменный ток с частотой соответствующей частоте электрической сети, требуются надежные и эффективные электронные устройства стабилизации напряжения. Усовершенствованные устройства стабилизации напряжения, такие как тиристоры и инвертеры, улучшат эксплуатационные показатели и компоновку микротурбин. Другие технологии распределенной генерации электрического тока, а также обычные электростанции, получают пользу от этих усовершенствований в указанных устройствах

силовой электроники. Не взирая на то, что устройства силовой электроники доступны, их цены высоки вследствие малых объемов производства.

Датчики и регуляторы

Успехи, достигнутые в технологии измерения и управления, позволяют осуществить оптимизацию системы путями, которые ранее нельзя было представить. Эти успехи включают создание датчиков, позволяющих дистанционное измерение процессов горения и качества электрического тока. Передовые технологии управления позволяют осуществлять оценочную оптимизацию, экономичное распределение нагрузки, а также предсказуемое цифровое регулирование. Интегрированные в передовые структуры измерения и регулирования, эти технологии позволят достичь новых компромиссов в конструкции, которые, в свою очередь, позволят удовлетворить требования к системе, оговоренные настоящим Планом.

Передовые материалы

Новые материалы были бы ключевой, решающей технологией для передовых микротурбинных систем, подсистем и компонентов. Передовые материалы должны быть разработаны и испытаны, чтобы длительное время работать должным образом в особых условиях работы микротурбин. Эти условия будут отражать эксплуатационные условия, определяемые давлением и температурой. На самом деле, большой «скачок» в экономичности микротурбин может быть осуществлен в случае существенного увеличения температур эксплуатации машины. Наиболее вероятным материалом для достижения этого является керамика. Существующие конструкции микротурбин используют металлические компоненты без их охлаждения воздухом. В результате высокая температура металла приводит к сокращению срока службы. Отсутствуют испытанные практикой дешевые керамические компоненты для турбин и рекуператоров, которые могли бы работать в условиях высоких эксплуатационных температур. В общем, необходимо проведение научных исследований для получения дешевых высокотемпературных материалов и производственных процессов для использования в микротурбинных системах, а также средства обеспечения и прогнозирования долговечности для подсистем и компонентов.

Конструкционная керамика, такая как карбид кремния и нитрид кремния, долго считалась первым кандидатом для изготовления горячих частей компонентов передовых газовых турбин. Первоначальные ограничения ее характеристик, такие как малая прочность, низкий коэффициент Вейбулла (определяет надежность) и плохое сопротивление ползучести были успешно преодолены в результате ряда работ, выполненных в соответствии с Программами по созданию материалов. Вопреки этим успехам, недавние испытания машин показали, что долгосрочные технические характеристики керамических компонентов могут быть еще ограничены старением под воздействием окружающей среды и повреждениями сторонними объектами. Вдобавок к этим технологическим препятствиям, остались еще не решенными производственные задачи, в том числе высокие стоимости компонентов и неприемлемые (малые) объемы их выпуска. Эти задачи могут быть решены посредством конкурентного проектирования компонентов.

Требование к материалам для рекуператоров, которые будут использоваться в микротурбинах ближайшего будущего, может быть классифицировано в соответствии с максимальной температурой эксплуатации рекуператора: 650 °С (нержавеющая сталь типа 347), 815 °С (Инконел) или более 870 °С (керамика). Эти ограничения наложены такими существующими свойствами материалов как прочность, стойкость к коррозии, окисляемость и сопротивление ползучести, которые могут вызвать аварию рекуператора. В двух, указанных выше низкотемпературных диапазонах, сейчас могут быть использованы металлические сплавы, в то время как для высокотемпературных режимов, если они требуются, необходима керамика.

Создание передовых материалов для энергетических технологий является высшим приоритетом в сфере научно-исследовательских и проектно-конструкторских работ для Министерства Энергетики и других государственных организаций, включая Министерство Обороны, Национальное Авиационное и Космическое Управление, а также Национальный Институт Стандартов и Технологий. В результате, имеются возможности использовать существующие инвестиции в научно-исследовательские и проектно-конструкторские работы для передовых материалов и применить их для микротурбин через расширение существующих или создание новых промышленно-государственных партнерств в области научно-исследовательских и проектно-конструкторских работ.

Оценка и демонстрация технологии

Микротурбины являются относительно новой и не испытанной в коммерческих прикладных задачах технологией. Потребители не имеют независимых, статистически существенных данных по техническим характеристикам, надежности и сроку службы микротурбин, их сравнения с характеристиками поршневых двигателей и электрической сети. В реальности, существующая информация по испытаниям микротурбин считается фирменной собственностью и широко не распространяется.

Долговечность, надежность и срок службы остаются тайнами для потенциальных потребителей, которые стараются сделать выбор между существующими альтернативами. Как технические характеристики, так и затраты на эксплуатацию и техническое обслуживание за период срока службы машин, должны быть подтверждены надежными данными, полученными в результате демонстрационных и «полевых» испытаний. Компьютерные модели, откорректированные по данным «полевых» испытаний, могут быть ценными инструментами в помощь «полевым» испытаниям и демонстрационным проектам.

Разработка систем, способных работать на различных видах топлива, была бы крупным техническим достижением.

Фаза выхода на рынок сбыта существующего поколения микротурбин предоставляет возможность собрать данные и ответить на различные вопросы об эксплуатационных технических характеристиках, стоимости и ожидаемого срока службы. Также существуют вопросы, связанные с их подключением к электрической сети.

В общем, демонстрационные испытания являются областью для интенсивного, совместного промышленно-государственного сотрудничества. При этом промышленность обеспечивает необходимые ресурсы, а государство финансовую поддержку, а также техническую помощь в распространение результатов испытаний широкому кругу потенциальных потребителей.

Надежность и долговечность

Не смотря на то, что некоторое количество испытаний было проведено производителями микротурбин, с точки зрения заказчиков их надежность и долговечность остаются не подтвержденными. Существует большая необходимость в сборе данных по микротурбинам, которые работают в разнообразных условиях: окружающей среды, эксплуатации и взаимосвязи с электростанциями общего пользования. Необходимо проведение интенсивных испытаний надежности, работоспособности, ремонтпригодности и долговечности. В связи с этим, в настоящей Программе предусмотрена правительственная поддержка этих испытаний, длительностью свыше 8000 часов. При этом демонстрация надежности частей машины, через которые проходят горячие газы, является особенно важной. Необходима база данных, составленная по опыту эксплуатации, которая была бы доступна потенциальным потребителям микротурбинных систем.

Взаимосвязь с электрической сетью

Взаимосвязь с электрической сетью является существенным ограничением для микротурбин и других малых распределенных источников энергии. Существуют разногласия между

электростанциями общего пользования и разработчиками оборудования для распределенных энергетических источников о том, как сформулировать эту проблему. Одно разногласие состоит в том, что стандарты взаимосвязи для разных электростанций общего пользования отличаются друг от друга. Многие разработчики проектов говорят, что они сталкиваются со стандартами взаимосвязи, которые требуют от них использовать устарелое оборудование, выполнять дорогие инженерные исследования и проходить длительные процедуры согласования. С другой стороны, многие электростанции общего пользования беспокоятся о поддержание надежной эксплуатации электрической сети для заказчиков, подключенных к фидерам, которые питаются от распределенных источников электроэнергии. Электростанции беспокоятся также о безопасности обслуживающего персонала. Министерство поддержало работы Института Инженеров Электриков и Электронщиков по разработке стандартных правил взаимосвязи для распределенных электрогенерирующих систем. Работы этого Института будут очень полезны в части определения требований к оборудованию для обеспечения его безопасной взаимосвязи с электрической сетью.

Чем больше изделий введено в эксплуатацию, тем лучше понимание требований к безопасности и надежности их взаимосвязи с электрической сетью. Например, может потребоваться модификация защитных релейных схем с обоих концов электрической сети для гарантии надлежащей согласованности между восходящим и нисходящим защитными устройствами и полной защиты ремонтников и оборудования.

Вопросы прикладных задач

Компоновка микротурбинных систем для всего ряда потенциальных прикладных задач остается важной потребностью, выдвигаемой рынком сбыта. Например, микротурбины могут быть использованы в прикладных задачах для охлаждения, обогрева и выработки электроэнергии. Работая для этих задач, они дают обществу большую пользу, заключающуюся в большой экономии энергии и снижении вредных выбросов в окружающую среду. Существует потребность в простом подогреве воды, а также решение других задач, связанных с тепловой энергией, и, следовательно, для этого необходимо устройство типа «включил и работай».

База потенциальных заказчиков для прикладных задач охлаждения, обогрева и выработки электроэнергии с использованием микротурбинных систем до сих пор не очень хорошо понятна. В тоже время, потенциальные заказчики не осведомлены об этом изделии и его возможностях. Не взирая на то, что осуществление маркетинга является, в основном, делом производителей, демонстрационные испытания и надежные, публично доступные, данные могут сыграть полезную роль в удовлетворение потребностей заказчика. Это может быть осуществлено путем проведения «полевых» испытаний ряда прикладных задач в различных географических местах и эксплуатационных условиях.

Расположенная ниже таблица 1 суммирует оценку потребностей в проведении научно-исследовательских и проектно-конструкторских работ, а также демонстрационных испытаний, микротурбинных систем.

Таблица 1

Область	Потребности в проведение научно-исследовательских и проектно-конструкторских работ
1. Объектное и компьютерное моделирование	Стоимость, экономичность, компромиссы вредных выбросов; Воздействие на эксплуатацию электростанции.
2. Стоимость изготовления	Вопросы масштабирования системы и керамических частей; Обучение проектантов использованию передовых материалов.
3. Рекуператоры (утилизаторы)	Стоимость, экономичность и долговечность; Передовые металлические сплавы и керамика.

4. Турбина	Возможность работы при высоких температурах.
5. Горение (сжигание топлива)	Возможности переключения с одного типа топлива на другое; Возможность работы при высоких температурах; Сверхнизкие выбросы NO _x и других загрязнителей.
6. Сжатие природного газа	Стоимость, экономичность и меньший размер; Долговечность и надежность.
7. Передовые виды топлив	Топлива из отходов; Жидкие и газообразные виды биотоплив.
8. Силовая электроника	Стоимость и долговечность; «Паразитные» потери и взаимосвязь с электросетью.
9. Датчики и регуляторы	Мониторинг и прогнозирование рабочего состояния; Мониторинг системы.
10. Материалы (металлические сплавы и керамика)	Возможность работы при высоких температурах; Коррозионная стойкость; Производство большого количества изделий; Стоимость, долговечность и срок службы.
11. Надежность и долговечность	Испытания на надежность, работоспособность, ремонтпригодность и долговечность; База данных эксплуатационного опыта.
12. Взаимосвязь с электрической сетью	Анализ воздействия на электросеть; Разработка стандартов на взаимосвязь с электросетью.
13. Вопросы прикладных задач	Обеспечение возможности «Включил и работай».

6. План научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ на финансовые годы с 2000 по 2006

Этот План предусматривает деятельность в трех основных областях разработки передовых микротурбинных систем в течение последующих семи финансовых лет. Эти области:

Разработка концепции;

Разработка компонентов, подсистем и их интеграция;

Разработка базовой технологии и демонстрационные испытания.

Министерство планирует совместное финансирование этой деятельности, в указанных трех областях, вместе с промышленностью, для создания новой технологии, на основе которой могут быть разработаны коммерческие изделия или проекты, удовлетворяющие целям, поставленным настоящей Программой, касающимся эффективности, экономичности, долговечности и экологии.

Расположенная ниже таблица 2 суммирует расчетные годовые потребности государственного финансирования для выполнения данной Программы. Общее государственное финансирование, необходимое в течение последующих семи финансовых лет, составляет 63 миллиона долларов США. Ожидается, что доля промышленности в финансирование всей этой Программы равна 50%. Претенденты должны быть гибкими и выделять долю ресурсов, соответствующую требованиям членов конкурсной комиссии.

Таблица 2

Наименование работ	Требуемое		Проектное					Всего
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	
Разработка концепции	1,5	1,5	1,0	0,5	0,5	-	-	5,0
Разработка компонентов, подсистем и их интеграция	1,0	5,5	10,0	9,0	9,0	8,0	2,0	44,5
Демонстрационные	0,5	1,0	1,0	2,5	2,5	3,0	3,0	13,5

испытания								
Итого:	3,0	8,0	12,0	12,0	12,0	11,0	5,0	63,0
Разработка базовой технологии	3,0	5,5	12,0	12,0	12,0	12,0	12,0	68,5

Промышленные предприятия, а также торговые, общественные и жилые здания являются важными целями для передовых технологий коммерческих прикладных задач, разрабатываемых в рамках настоящей Программы. В результате, каждая финансируемое предприятие должно быть способно показать, что его изделия соответствуют потребностям одной или более потенциальных рыночных прикладных задач: «чистые», доступные по цене и надежные в снабжение электрической энергия, пар, горячая вода, тепло для промышленных процессов, искусственный холод, сжатый воздух, обогрев и охлаждение помещений, регулирование влажности и (или) механический привод.

Министерство планирует осуществить Программу путем выполнения всех работ одновременно, как показано на рисунке 1 исполнительного резюме (см. выше).

Потенциальные исполнители научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ смогут в любой момент принять участие в работах Программы. Первые несколько лет Программы будет посвящено разработке концепции. Однако проекты, которые предусматривают создание и первичные испытания передовых компонентов, подсистем и интегрированных микротурбинных систем будут также осуществляться. В начале выполнения Программы будут также предусмотрены небольшие работы по демонстрации существующих микротурбинных систем, подсистем и (или) компонентов, в зависимости от полученных заявок. Предварительные испытания, изготовление и моделирование новых компонентов, подсистем и интегрированных микротурбинных систем будут осуществляться в середине программы. Ожидается, что разработка концепции, предусмотренная Программой, будет закончена в 2005 финансовом году.

Последние два финансовых года будут посвящены окончанию «полевых», демонстрационных испытаний, длительностью 8000 часов, одной или более передовых микротурбинных систем, соответствующих целям Программы.

Разработка концепции

Эта область работы посвящена новым и оригинальным концепциям и концептуальным проектам, которые могут быть развиты в коммерческие изделия, соответствующие целям Программы. Исходной точкой деятельности в этой области будет, как минимум, технологическая концепция (и), имеющая предварительное экспериментальное подтверждение того, что она имеет возможность внести свой вклад в развитие более эффективных и «чистых» передовых микротурбинных систем.

Будут поддержаны новые и оригинальные концепции, а также концептуальные проекты, для компонентов, подсистем и интегрированных микротурбинных систем. Успешные проекты развития концепции будут включать эскизные проекты передовых компонентов, подсистем и интегрированных систем. Эскизные проекты должны включать успешное тестирование, эмпирическое подтверждение и (или) компьютерные исследования, подтверждающие надежность концепции в достижение целей Программы.

Потенциальные заявители, имеющие инновационную концепцию, но не имеющие опыта в конструкторских работах достаточного для того, чтобы выполнить рабочий проект, изготовить и испытать прототипы, могут объединиться с фирмами, которые имеют такой опыт, или закончить свое участие в работах по Программе после утверждения их концепции.

Разработка концепции будет продолжаться до конца 2004 года, для того, чтобы новые и инновационные концепции имели возможность повлиять на проектирование, изготовление и испытания передовых микротурбинных компонентов, подсистем и интегрированных систем. Заявителям будет также предоставлена возможность предложить

новые концепции и эскизные проекты, основанные на новых знаниях, полученных в результате проводимых научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ.

Возможно, что разработка концепций будет поддержана (финансово) и в течение 2005 года, т.к. было бы неправильно исключить возможность поддержки для действительно достойных, заслуживающих этого идей. Однако в настоящее время поддержка разработки концепций за пределами 2004 года не планируется и будет, в конечном счете, зависеть от качества концепций и объема доступного финансирования на эту деятельность в Программе.

Компоненты, подсистемы и интегрированные системы

Предполагается, что этой области будет посвящено большинство научно-исследовательских работ данной Программы. Эта область состоит из большого разнообразия возможных работ, которые могут быть нацелены на одиночные компоненты, составные компоненты и подсистемы и (или) интегрированные микротурбинные системы. Работы в этой области будут поддерживаться до последнего года настоящей Программы. В течение последнего года этой Программы особое внимание будет уделено «полевым» демонстрационным испытаниям передовых микротурбинных систем, длительностью 8000 часов.

Работы в этой области начнутся с разработки рабочих проектов выбранных компонентов, подсистем и интегрированных систем. Рабочие проекты будут включать в себя исследования всех технических и экономических параметров. Аналитические исследования будут содержать в себе все аспекты эксплуатации в разнообразных условиях окружающей среды. Чтобы соответствовать целям данной Программы, рабочие проекты разрабатываемых компонентов и подсистем будут включать планы по их интеграции в микротурбинные системы.

На основании рабочих проектов будут изготовлены компоненты, подсистемы и интегрированные системы, пригодные для проведения стендовых испытаний. Последующие стадии разработки и испытаний будут выполнены для подтверждения проекта, обеспечения эксплуатационных и регулируемых параметров, а также полномасштабного определения таких факторов как допустимые эксплуатационные режимы, способность работать на разнообразных типах топлива, а также других факторов, которые могут повлиять на стоимость и технические характеристики передовых микротурбинных компонентов и подсистем. В этой области будут проводиться работы с полностью проверенными и испытанными конструкциями и (или) стендовыми прототипами компонентов, подсистем и интегрированных систем.

Проектирование и испытания передовых микротурбин будет содержать разработку систем управления. Такие системы будут включать в себя датчики, регуляторы и логику, которая осуществляет управление эксплуатацией передовых микротурбинных компонентов и подсистем, интеграцию всей микротурбинной системы в технологические операции потребителей, а также в распределенные системы электроэнергии и природного газа. Создание системы управления может включать разработку, как аппаратных, так и программных средств - для внедрения операционных процедур пуска и обычных режимов эксплуатации, а также графиков работ по плановому и не плановому ремонту.

В зависимости от относительного развития технологии, рабочий проект и испытания компонентов и подсистем могут начаться в течение 2000 финансового года и закончиться в конце 2005 финансового года (Примечание переводчика: начало и конец финансового года не совпадают с их календарными датами, поэтому в Программе постоянно подчеркивается, какой год имеется в виду).

Разработка и испытания самой передовой микротурбины будет осуществляться параллельно разработке компонентов и подсистем для того, чтобы гарантировать совместимость, оптимальный монтаж и функционирование. Возможно, но не ожидается, что работа над полной микротурбинной системой, соответствующей всем целям Программы, начнется сразу в 2000 финансовом году. Эта работа будет главной целью,

начиная с 2005 финансового года до окончания проекта в 2006 финансовом году. Эти работы включают изготовление полной микротурбинной системы, которая объединит научные и инженерные основы, а также компоненты и подсистемы (включая управление). Микротурбинная система в целом будет результатом развития концепции, финансируемой (или не финансируемой) по настоящей Программе. Посредством испытаний, компьютерных анализов и других средств, технические характеристики передовой микротурбинной системы будут проверены и подтверждено их соответствие проектным параметрам. Перед началом «полевых» демонстрационных испытаний, должно быть показано, что конструкция (конструкции) передовой микротурбинной системы (систем) соответствует целям Программы и расчетам на возможные компромиссы в целях достижения эффективности, экономии, долговечности и экологии. Контрольные испытания будут проведены на природном газе, но должно быть общепризнано, что способность использовать различные типы топлив является важным маркетинговым вопросом, который поставлен данной Программой перед передовыми микротурбинами.

Демонстрационные испытания

Одной из первых работ в этой области будет разработка плана проведения демонстрационных «полевых» испытаний. По причине малого размера и модульности исполнения микротурбинных установок, крайне важно определить их эксплуатационные данные в широком диапазоне мест расположения, размеров, условий окружающей среды и прикладных задач. Вследствие лимитированного финансирования было бы необходимо ограничить количество проектов демонстрационных испытаний теми, которые предоставят наибольшую и значимую информацию.

Как отмечено выше, последние два финансовых года Программы будут, в основном, посвящены окончанию «полевых», демонстрационных испытаний передовых микротурбинных систем, длительностью 8000 часов. «Полевые» испытания на надежность, работоспособность, ремонтпригодность и долговечность, возможно, превысят 8000 часов эксплуатации. Учитывая это, будет рассмотрена возможность участия государства в данной работе. (Примечание переводчика: имеется в виду финансовое участие). В течение выполнения работ по Программе, демонстрационные испытания будут поддерживаться (финансово), для получения информации о компонентах и подсистемах (включая регулирование), до тех пор, пока они способствуют достижению ее целей.

Все демонстрационные испытания будут предусматривать, как минимум, 4000 часов эксплуатации. Места проведения этих испытаний будут подобраны из числа промышленных, торговых, общественных и жилых зданий, расположенных в разных географических и погодных условиях. По возможности, они будут проводиться для решения таких прикладных задач как охлаждение и обогрев зданий, а также выработки электроэнергии. Каждый демонстрационный проект будет иметь координационный план проведения демонстрационных испытаний, объединяющий виды на будущее всех заинтересованных сторон и объясняющий как результаты работ будут распределены среди всех заинтересованных пользователей. План будет также содержать результаты обсуждения распределения ответственности за различные задачи, включая бизнес соглашения, компенсации за оборудование установки, строительство на месте расположения, лицензирование и разрешения (Примечание переводчика: имеется в виду разрешение, получаемое от административных органов на осуществление какого-либо вида деятельности или определенных операций), монтаж на месте проведения испытаний, периодические инспекции, посещения сторонних (заинтересованных) лиц, измерение параметров и составление отчетов.

Демонстрационные проекты должны быть типичным представителем значительных сегментов рынка или прикладных задач промышленности распределенного производства электроэнергии. Ожидается, что удачные демонстрационные испытания послужат примером

решения вопросов преодоления важных инженерных и (или) бюрократических барьеров, таких как взаимосвязь с местной электростанцией и (или) распределительной системой природного газа.

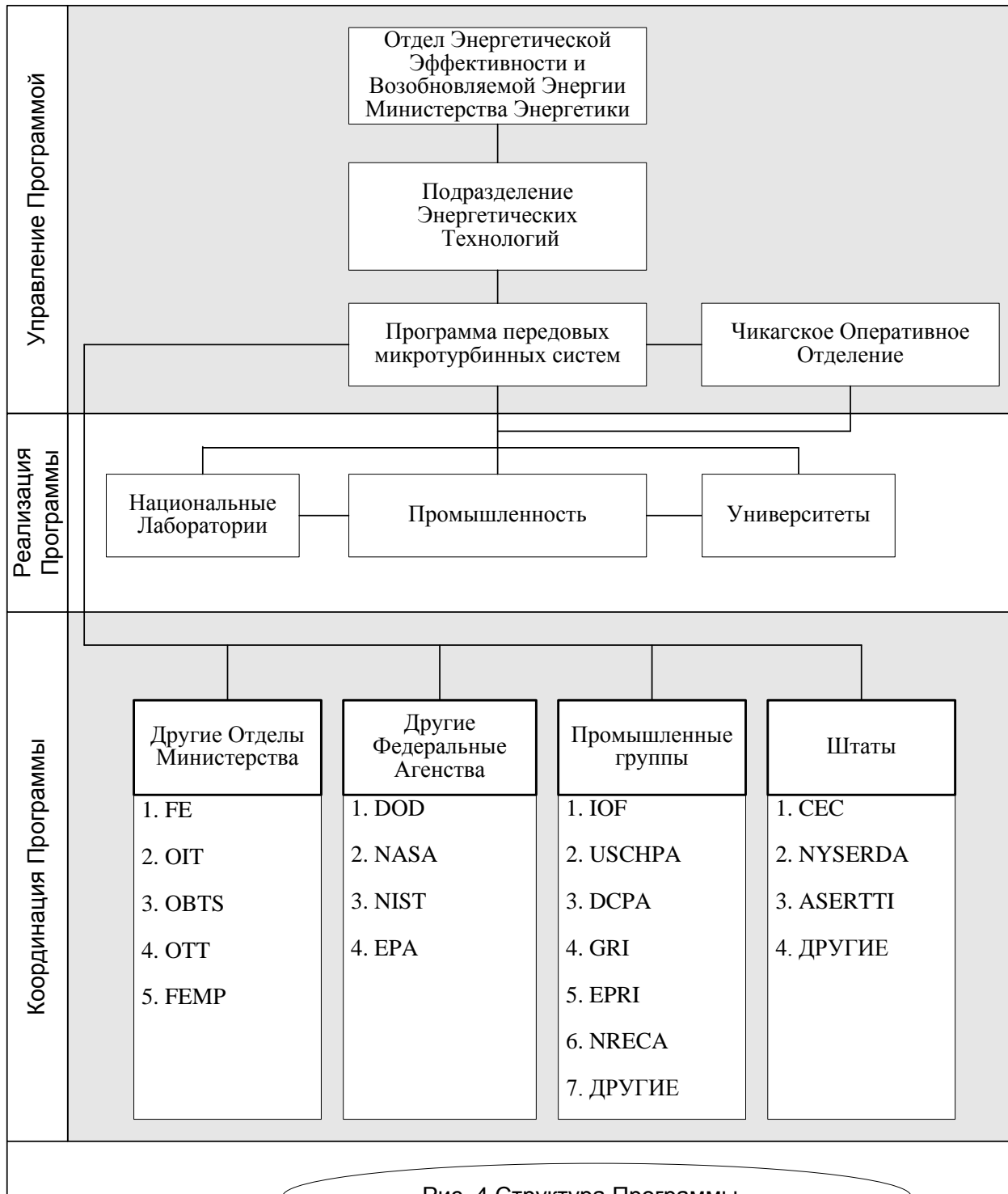
В связи с широко распространенным мнением о взаимосвязи с общественной электростанцией как о препятствии для использования микротурбин и других распределенных электроэнергетических систем, ожидается, что большинство демонстрационных проектов будет посвящено этой проблеме. Учитывая это, ожидается, что в течение всего времени демонстрационных испытаний микротурбины будут генерировать электрический ток. Дополнительно, во все это время, место проведения испытаний может быть взаимосвязано с существующей электростанцией и распределительной сетью природного газа. Несмотря на сказанное, информация по демонстрационным испытаниям прикладных задач механического привода и комбинированной выработки тепла и электроэнергии также поощряется. Ускорение использования систем охлаждения, обогрева и производства электроэнергии является высшими приоритетами Министерства Энергетики.

Разработка основы технологии

Разработка основы технологии являются комплексной работой, предусмотренной несколькими программами по распределенным источникам энергии, включая данную Программу. Эта область работ включает в себя работы по передовым системам сжигания топлива, материалам, датчикам и регуляторам, которые могут быть использованы для разработки передовых микротурбинных концепций, подсистем, компонентов и интегрированных систем. Наиболее важной проблемой, с которой сталкиваются пользователи передового оборудования для сжигания топлива, является увеличивающаяся строгость стандартов по выбросам вредных веществ в атмосферу. Одной из основных задач будет продолжение разработки технологий горелок со сниженным содержанием NO_x . Также необходимы процессы (новые) горения биотоплив, отходов, отходящих газов и низкокалорийных топлив, обеспечивающие их «чистое» и экономичное сжигание. Одной из многообещающих областей по созданию передовых материалов для эксплуатации высокотемпературных турбинных систем являются конструкционные керамики, такие как керамические композиты с непрерывным волокном, а также передовые металлические сплавы. Ведутся работы для показа использования в передовых турбинах передовых материалов, таких как конструкционные керамики и сплавы. Эти работы необходимо продолжить для микротурбинных прикладных задач. Необходимы передовые датчики и системы управления для помощи в продвижение микротурбин и прикладных задач в строительстве и производстве. Системы сбора данных, для накопления и обработки измерений параметров технических характеристик, могут привести к расширению использования передовых микротурбинных систем в прикладных задачах распределенных источников энергии.

7. План управления работ по Программе

Руководить работами по этой программе будет Подразделение Энергетических Технологий Отдела Энергетической Эффективности и Возобновляемой Энергии Министерства Энергетики. В координацию и выполнение планируемых научно-исследовательских и проектно-конструкторских работ будет также привлечен ряд других организаций. Ниже, на рисунке 4, изображена структура Программы и перечень нескольких основных организаций, которые будут участвовать в координации и выполнении научно-исследовательских и проектно-конструкторских работ данной Программы.



Расшифровка сокращений на рис.4

Министерство Энергетики (DOE):

1. FE - Отдел Ископаемой Энергии;
2. OIT – Отдел Промышленных Технологий;
3. OBTS – Отдел Технологий Строений и Программ Штатов и Общин;
4. OTT - Отдел Транспортных Технологий;
5. FEMP - Федеральная Программа Управления Энергией.

Федеральные Агентства:

1. DOD - Министерство Обороны;
2. NASA - Национальное Управление Аэронавтики и Космоса;

3. NIST - Национальный Институт Стандартов и Технологий;
4. EPA - Агентство Защиты Окружающей Среды.

Промышленные Группы:

1. IOF - Индустрия Будущего;
2. U.S. CHPA - Ассоциация Комбинированного Тепла и Электроэнергии США;
3. DCPA - Электроэнергетическая Коалиция Америки;
4. GRI - Газовый Научно-исследовательский Институт;
5. EPRI - Научно-исследовательский Институт Электрической Энергии;
6. NRECA - Ассоциация Национальных, Сельских Электрических Кооперативов.

Штаты:

1. CEC - Калифорнийская Энергетическая Комиссия;
2. NYSEDA - Энергетическая Администрация Штата Нью-Йорк;
3. ASERTTI - Ассоциация Институтов Штатов по Научно-Исследовательским работам и Передаче Технологий.

В число обязанностей управлением работ по Программе входят подготовка и защита перед Конгрессом годового запроса на финансирование работ, разработка и распространение государственных рекомендаций и технических направлений, координация с родственными Программами, расстановка приоритетов, закупка оборудования, отслеживание и контроль проектов, а также достижение задачи, целей и промежуточных этапов Программы. Для помощи в выполнении этих функций, на Чикагское Оперативное Отделение будет возложена ответственность за проведение основных закупок и за руководство выполнением работ промышленными группами.

Реализация Программы будет осуществляться, в первую очередь, различными промышленными частными подрядными организациями, а также Национальными Лабораториями и Университетами. Выбор конкретных исполнителей будет осуществляться с помощью серий конкурсных заявок на выполнение работ и прямым подрядом, присужденным на основе конкуренции и существующих договорных механизмов. Будут осуществляться периодические совещания по рассмотрению хода работ, с целью отслеживания продвижения в выполнении этапов Программы.

Координация с другими отделами Министерства, другими федеральными Агентствами, Агентствами Штатов и промышленными группами является важной ответственностью руководства Программы. Отдел Промышленных Технологий (OIT) Министерства разрабатывает документ «Индустрия Будущего», содержащий производственные потребности в электричестве, холоде и тепле для промышленности. Отдел Технологий Сооружений и Программ Штатов и Общин (OBTS) разрабатывает передовые энергетические системы для зданий. Отдел Транспортных Технологий (OTT) осуществляет передачу научно-исследовательских работ и технологий по передовым технологиям горения и высокотемпературным керамикам для автомобильных двигателей. Федеральная Программа Управления Энергией (FEMP) содействует использованию возобновляемой энергии, энергетической эффективности и технологий распределенных энергетических источников в федеральных зданиях и оборудовании. Отдел Ископаемой Энергии (FE) осуществляет научные исследования в области больших газовых турбин для прикладных задач центральных электростанций. Координация с этими отделами будет включать определение возможностей распределения затрат совместных работ.

Существуют другие Федеральные Агентства, у которых есть программы научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, имеющие отношение к разработке передовых микротурбинных систем. В число этих Агентств входят: Министерство Обороны (DOD), Национальное Управление Аэронавтики и Космоса (NASA), Агентство Защиты

Окружающей Среды (EPA) и Национальный Институт Стандартов и Технологий (NIST). С этими Агентствами будут рассмотрены возможности для совместной финансовой поддержки настоящей Программы, а также другие формы сотрудничества.

Существует ряд промышленных групп, имеющих интерес в научно-исследовательских и опытно-конструкторских работах, связанных с микротурбинами, или уже проводящих эти работы. Конечными промышленными потребителями, которые владеют наибольшим предполагаемым рыночным потенциалом для микротурбин, являются: производители продуктов питания, большие и малые химические, горные, нефтяные, газовые, целлюлозные, бумажные, деревообрабатывающие и текстильные производства. Эта группа включает несколько «Индустрий Будущего» (IOF). Коммунальная промышленность (электричество и природный газ) имеет существенный интерес в разработке микротурбин, включая ряд индивидуальных коммунальных компаний, производящих электричество, компаний поставщиков услуг в области энергетики, а также независимые производители электроэнергии. Несколько промышленных групп имеют особый интерес в технологиях распределенной электроэнергии, включая микротурбины. В эти группы входят: Ассоциация Комбинированного Тепла и Электроэнергии США (U.S. CHPA), Электроэнергетическая Коалиция Америки (DCPA) и Калифорнийский Альянс для Распределенных Энергетических Ресурсов (CADER). Такие научно-исследовательские организации как Научно-исследовательский Институт Электрической Энергии (EPRI), Ассоциация Национальных Сельских Электрических Кооперативов (NRECA) и Газовый Научно-исследовательский Институт (GRI) обозначили, для своих сотрудников, распределенную выработку электроэнергии, в общем, и микротурбины, в частности, как стратегические технологические перспективы.

Несколько Штатов имеют учреждения, которые осуществляют научные исследования в области энергетики и имеют заинтересованность в разработке микротурбин. Например, Калифорнийская Энергетическая Комиссия (CEC) и Научно-Исследовательская и Проектно-Конструкторская Энергетическая Администрация Штата Нью-Йорк (NYSERDA) имеют действующие Программы и необходимое финансирование для демонстрационных проектов микротурбинных систем, а также интерес в работе с Министерством Энергетики США. Ассоциация Институтов Штатов по Научно-Исследовательским работам и Передаче Технологий (ASERTTI), организация, которая имеет свои представительские Агентства более чем в десятке Штатов (включая CEC и NYSEDA), также заинтересована в работе по микротурбинам совместно с Министерством. CEC, NYSEDA и ASERTTI уже подписали Меморандум Взаимопонимания с Министерством Энергетики по проведению совместных работ в ряде областей, включая микротурбины.