

# АЛЬТЕРНАТИВНАЯ ДОЛЯ

**Потреблению невозобновляемых углеводородов уже давно найдена замена: сегодня активно предлагается воспользоваться целым комплексом технологий получения экологически чистой энергии. Не являясь альтернативой большой энергетике с ее огромным производством энергии и тепла, с развернутой инфраструктурой по транспортировке на большие расстояния, малая энергетика стремится занять собственную нишу в энергетическом балансе страны.**

Специалисты справедливо полагают, что малая энергетика более устойчива, ведь возможность размещения отдельных энергетических объектов в качестве узловых по территории всей страны делает такую сеть в целом менее уязвимой к катастрофам техногенного характера.

Важным аспектом использования альтернативных источников энергии является их экологичность. И, вероятно, именно этот момент, наряду с экономической выгодой, станет ключевым в принятии решения об увеличении доли альтернативных источников энергии в энергетической промышленности.

Международные эксперты считают, что на современном этапе мир все дальше уходит от гигантизма, предпочитая локальное построение энергетики. Иначе говоря, в каждой стране примеряют свою рубашку, которая, как говорится, ближе к телу. Новое сменяет старое не потому, что это просто общая тенденция, а вследствие того, что так лучше и дешевле. Другого варианта в условиях рыночной экономики и быть не может.

И хотя, по мнению большинства аналитиков, углеводороды могут еще активно использоваться не менее полувека, вопрос о международной энергетической безопасности уже обсуждается на уровне Большой восьмерки. Планируется, что за отведенные 50 лет роль альтернативной энергетики в общем энергобалансе многих стран мира значительно возрастет.

Перспективам развития данного направления придается большое значение и в Бе-

ларуси. На сегодняшний день темпы роста электропотребления в стране не снижаются. Скорее всего, в связи с ростом промышленного производства, социальной и жилищной инфраструктуры подобная динамика сохранится. Уже к 2015 году энергодефицит может приобрести серьезный характер и, в свою очередь, стать глобальным тормозом общего развития страны. Безусловно, решающее слово в поддержании энергобаланса страны принадлежит большой энергетике. Поэтому в Беларуси активно прорабатывается вопрос строительства атомной электростанции. Однако свою, пусть пока еще не столь значимую, лепту в обеспечение национальной энергетической безопасности может внести и альтернативная энергетика.

## С НОВЫМИ СИЛАМИ

Научное сопровождение программ по энергетике обеспечивают в нашей республике подразделения Национальной академии наук Беларуси. Вместе с тем, деятельность Объединенного института энергетических и ядерных исследований «Сосны» сейчас больше сосредоточена на проблемах атомной энергетики, так как научно-исследовательский центр вплотную курирует проект создания первой белорусской АЭС. Здесь накоплен серьезный научный опыт, благодаря чему найдены алгоритмы решения многих задач в сфере ядерной энергетики.

Всегда был ориентирован на решение энергетических проблем в технологических процессах Институт тепло- и массообмена НАН Беларуси. Тем не менее, в академии создано еще одно научное подразделение – Институт энергетики. Директор института доктор технических наук, профессор Виталий Ганжа отмечает:

– Новый специализированный научно-исследовательский центр будет обеспечивать научное сопровождение всем программам, которые разрабатываются в республи-



ке в области энергетики, энергосбережения и использования местных энергоресурсов. Работать планируем в тесной связке с Министерством энергетики, Минприроды, Департаментом по энергоэффективности и другими заинтересованными ведомствами и организациями. Совместными усилиями мы создадим фундаментальную подпитку Целевой программы обеспечения в республике не менее 25 % объема производства электрической и тепловой энергии за счет местных видов топлива и альтернативных источников энергии на период до 2012 года, а также Государственной комплексной программы модернизации основных производственных фондов Белорусской энергетической системы, энергосбережения и увеличения доли использования в республике собственных топливно-энергетических ресурсов на период до 2012 года, Государственной программы «Торф» и многих других.

Кроме того, сотрудники Института энергетики будут принимать участие в разработке прогнозов развития энергетики страны, составлении топливно-энергетических балансов. Рассчитываем продвигать широкомасштабное использование местных видов топлива с применением современных экологически чистых технологий их сжигания, термохимической переработки с целью диверсификации источников энергоснабжения республики. Планируется проведение энергоаудитов и разработка удельных норм потребления ТЭР, проектирование и производство высокоэффективного энергосберегающего оборудования, в том числе для утилизации вторичных энергоресурсов. Предусмотрено и развитие такого направления, как реконструкция и модернизация энергетических, в частности, термических, производств. Существенным вкладом ученых в дело развития энергетики в республике станет разработка нормативно-правовой базы энергосбережения, осуществление государственной экспертизы энергетической эффективности проектных решений. Разумеется, будут рассмотрены и пути развития местных и альтернативных источников энергии, в том числе и возобновляемых.

Тему использования альтернативных источников энергии мировое сообщество обсуждает давно, однако массового перехода на них до сих пор не наблюдается. В то же время некоторые международные эксперты в самом ближайшем будущем обещают кардинальные перемены в этом направлении. Согласно им к 2012 году «альтернативная доля» в мировом энергобалансе достигнет 12,9 %. Беларусь не остается в стороне от общих тенденций развития энергетического сектора. Однако мнения отечественных ученых по поводу наиболее перспективных возобновляемых источников энергии часто не совпадают.

Прерогативой преимущественно богатых государств является использование в настоящее время энергии ветра и солнца: пока они обходятся значительно дороже традиционных источников. «При современном уровне развития технологий и, как следствие, довольно высокой стоимости установленного киловатта, учитывая к тому же невысокий коэффициент использования установленной мощности – примерно 0,2, такие альтернативные источники – скорее удел богатых», – считает Виталий Ганжа.

Однако в силу многих причин Беларусь пробует развивать ветроэнергетику. И зарубежный опыт тут очень кстати. Как известно, в индустриально развитых странах генерация энергии с использованием альтернативных источников стимулируется законодательно. Создаются экономические преференции, что способствует притоку инвестиций в этот сектор. Значительных успехов в использовании энергии ветра добилась, к примеру, Германия. В некоторых районах страны уже около 75 % потребности в электроэнергии удовлетворяется за счет ветряных электростанций.

Наша республика заинтересована в сотрудничестве с Германией в сфере альтернативной энергетики. Об этом говорил и директор Белорусского инновационного фонда Анатолий Гришанович на открытии в Минске германо-белорусской кооперационной бир-



Ветряная энергетическая установка в Мядельском районе



**Леонид ВИНОГРАДОВ,**  
**ведущий научный сотрудник**  
**Института тепло- и массообмена**  
**имени А.В. Лыкова НАН Беларуси,**  
**кандидат химических наук**

Первичный и неисчерпаемый, доступный для всех, экологически безопасный источник энергии на Земле – Солнце. В традиционных ископаемых энергоносителях (уголь, нефть, природный газ, торф) накоплена энергия солнечного излучения, и мы используем ее, преобразуя в тепло, электричество и другие виды энергии. Вместе с тем, по оценкам ученых, безопасный предел производства энергии на тепловых и атомных электростанциях суммарно не должен превышать 0,1 % мощности достигающей Земли солнечной энергии, то есть 100 млрд. кВт. В противном случае стоит вопрос о глобальном тепловом загрязнении нашей планеты. Сейчас эта величина составляет около 10 млрд. кВт, и при современных темпах ежегодного прироста производства энергии безопасный предел может быть достигнут уже в этом столетии.

Из всех известных способов использования энергии Солнца наиболее эффективный – фотоэлектрический с помощью полупроводниковых солнечных батарей. Наземное применение солнечных батарей началось с 1980 года, хотя в космических кораблях они использовались гораздо раньше. В настоящее время солнечная энергетика занимает менее 1 % в мировом балансе производимой электроэнергии, но уже к 2015 году ее объем должен вырасти до 15–20 %, а к 2030–2040 годам – до 25–30 %. Предполагается, что этот способ генерации энергии может стать конкурентоспособным: программы по солнечной энергетике сейчас успешно развиваются более чем в 70 странах мира. Наиболее распространены (около 90 %) солнечные батареи из поликристаллического кремния, хотя их КПД невелик и они менее стабильны во времени. Однако и стоят они намного дешевле других известных материалов. Основная задача ученых инженеров и технологов – усовершенствовать производство солнечных батарей, сделать их более дешевыми и массовыми. Поэтому в технологической цепочке современного производства поликристаллического кремния существенная роль отводится методу кипящего слоя, который обеспечивает высокую производительность реактора, возможность организации непрерывного автоматизированного технологического процесса, позволяет существенно снизить удельное потребление энергии по сравнению с используемыми реакторами стержневого типа. Это в конечном счете значительно сокращает затраты на производство кремния для солнечной энергетике.

В нашем институте сохранен и успешно работает созданный еще в середине прошлого столетия членом-корреспондентом С.С. Забродским коллектив лаборатории дисперсных систем, владеющий и успешно развивающий методологию кипящего слоя, которая очень востребована на современном этапе развития энергетике. В частности, в настоящее время лаборатория под научным руководством члена-корреспондента НАН Беларуси В.А. Бородули активно участвует в выполнении работ в крупном российском проекте по созданию современной технологии и оборудования для получения поликристаллического кремния для солнечной энергетике. Есть и другие предложения о сотрудничестве от зарубежных заказчиков.

жи по теме «Энергетика, оптоэлектроника, электротехника и светотехника». По его словам, Беларусь намерена развивать солнце- и ветроэнергетику, уже прорабатываются соответствующие госпрограммы. Немецкие компании планируют подключиться и к реализации других инновационных проектов в энергетике, таких как строительство гидроэлектростанции на реке Щара, совершенствование теплоэлектростанций, организация производств по выпуску топливных гранул. Еще 12 лет тому назад Комитетом по энергоэффективности при Совете Министров было проведено исследование, которое показало, что на территории республики насчитывается около 1840 мест, где можно эффективно использовать энергию ветра. С тех пор сменилось несколько поколений ветросиловых установок. Они стали не просто мощнее и технологичнее, а могут работать при более низкой скорости ветра.

К недостаткам ветровых электростанций следует отнести сравнительно небольшую мощность и, с учетом упомянутого выше коэффициента использования установленной мощности, высокую стоимость. Наглядно это можно представить так. Вы построили себе коттедж и решили обогреть его электроэнергией, вырабатываемой ветроустановкой. На обеспечение отопления в доме необходима, к примеру, мощность 15 кВт. Если вам придется платить за установленный киловатт примерно 1,0–1,5 тыс. долларов, общая стоимость ветроустановки составит в среднем около 20 тыс. долларов. Однако надо понимать, что столь весомые расходы во все не означают получения энергии в полном объеме. Выходит, вы не только дорого заплатите за реальный установленный киловатт, но и недополучите того количества энергии, на которое рассчитывали. Для эффективной работы, например, лопастной установки, необходима оптимальная скорость ветра, которая составляет где-то 10–12 метров в секунду. Несмотря на наличие в Беларуси двух воздушных коридоров, скорость ветра в лучшем случае достигает 4–6 метров в секунду... Правда, применение ветроэнергетики не исключает некоторых негативных последствий. Поэтому актуальным выглядит предложение шведов: они считают возможным

разместить ветроустановки в чернобыльской зоне, где в силу своей удаленности от населенных пунктов они никому не будут помехой. Пока же рассматривается вариант создания демонстрационной шведской ветроэнергетической установки под Минском. По пути использования новейших мировых достижений в области получения энергии идут сегодня многие страны. Но не всегда удается просчитать все нюансы внедрения ноу-хау. Комплекс работ, проведенных в республике, позволил рекомендовать ветроэнергетическую установку, принцип работы которой основывался на создании «принудительной» циркуляции набегающего воздушного потока вокруг лопасти ветротурбины, представляющей собой тело вращения с самостоятельным приводом. Теоретические исследования, проведенные еще в 1912 году Н.Е. Жуковским, показали, что подъемная сила такого тела вращения в  $4\pi$  раз, или примерно 12,5 раза, больше подъемной силы крыла. Практически в ветроэнергетической установке эта идея может быть реализована путем использования в качестве аэродинамических элементов вместо лопастей вращающихся усеченных конусов – цилиндров Магнуса (специальной формы роторов), что обеспечивает многократное увеличение крутящего момента ветроколеса и повышает эффективность работы установки. Особенно при низких скоростях ветра (2–6 м/с), имеющих наибольшую повторяемость в континентальных регионах, к которым относится Беларусь. Эффект Магнуса был положен в основу создания ветроустановки мощностью 250 кВт: ее разместили недалеко от Дзержинска. Но возникли иные проблемы, в частности, изготовления необходимых редукторов. И сегодня данная установка фактически служит памятником ветроэнергетике. Впрочем, есть и примеры успешного использования энергии ветра на просторах Беларуси. Так, две немецкие ветроустановки в Мядельском районе уже много лет исправно вырабатывают электроэнергию. Очевидно, и положительный, и отрицательный опыт использования энергии ветра, а также прогресс в области создания энергоэффективных установок, сделают свое дело и экспозиция памятников ветроэнергетики

в республике не пополнится. Ведь, согласно Концепции энергетической безопасности к 2012 году в нашей стране с помощью ветроустановок должно вырабатываться порядка 5,4 МВт.

## КАСКАД ЭНЕРГИЙ

Заметную долю мирового электричества вырабатывают ГЭС. И, по мнению директора Института энергетики НАН Беларуси Виталия Ганжи, этот источник вполне себя оправдывает. Хотя и он не безупречен, поскольку запруживание рек плотинами чревато серьезным нарушением экосистемы. «Поэтому важно минимизировать площади, которые предположительно могут заливаться водой», – подчеркивает собеседник.

Бесспорно, перспективы у гидроэнергетики в Беларуси есть. Развитие отрасли включает построение на Западной Двине в районе Полоцка каскада из трех гидроэлектростанций. Возведение подобных объектов продолжится в Гродненской области: две станции, одна из которых предположительно будет иметь мощность 17 МВт, планируется возвести на Немане.

А вот вопрос использования биогаза по-прежнему остается дискуссионным. Разумеется, никто не отрицает мощный экологический эффект, многократно усиливающий ценность энергетического результата. Очищая природную среду от загрязнителей – очень крупных отходов сельского хозяйства – можно получить и энергию, и ценное для сельского хозяйства удобрение. В таком разрезе, возможно, есть смысл активно заниматься внедрением биогазовых установок. Однако есть и свое «но». Подобные установки довольно дорого стоят, да и срок их окупаемости, если исходить только из энергетической составляющей, слишком большой. И хотя в мире работает достаточно много биогазовых установок, окончательную оценку эффективности этого направления малой энергетики дать сложно.

Осиповичская ГЭС — крупнейшая в нашей стране





**Валентин БОРОДУЛЯ,**  
член-корреспондент НАН Беларуси,  
заведующий отделением теплоэнер-  
гетических процессов и аппаратов  
Института тепло- и массообмена  
НАН Беларуси, доктор технических  
наук, профессор, лауреат Государ-  
ственной премии Республики Беларусь

Необходимость дальнейшего развития промышленной энергетики на основе энерго- и ресурсосберегающих технологий с большей ориентацией на собственные ресурсы сегодня очевидна. Особенно важно приступить к созданию гибких технологий, позволяющих эффективно использовать все виды энергоносителей – низкосортные угли, торф, биомассу, горючие сланцы...

В стране имеется более 20 производителей паровых и водогрейных котельных установок малой мощности. Одной из наиболее перспективных технологий, позволяющих эффективно задействовать самые различные виды низкосортных твердых топлив и горючих отходов, является технология их низкотемпературного сжигания в кипящем слое. Топки этого типа способны одинаково эффективно работать на различных углях, биомассе, торфе и их сочетаниях, а при необходимости – на растопочном жидком или газообразном топливе с использованием пусковых горелок. При этом их КПД достигает 75–80 %, снижаются выбросы в окружающую среду окислов серы и азота, расширяются возможности утилизации образующейся золы.

Указом Президента Республики Беларусь научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы, направленные на разработку и обеспечение сжигания и газификации биомассы, в том числе в кипящем слое, отнесены к перспективным и приоритетным макротехнологиям в научно-технической деятельности на 2006–2010 годы. Давние традиции по исследованию технологии кипящего слоя для сжигания низкосортных топлив и их газификации имеет лаборатория дисперсных систем Института тепло- и массообмена имени А.В. Лыкова (ИТМО). Совместно с ОАО «ГСКБ» здесь ведутся работы по созданию отечественного теплоэнергетического оборудования, в том числе и с топками кипящего слоя по теплоутилизации торфа и древесных отходов, а в перспективе – и ряда других горючих отходов. В течение ряда лет проводились эксперименты по сжиганию гидролизного лигнина, местных буров углей и горючих сланцев. Белорусское котельное оборудование для сжигания горючих отходов и низкосортных топлив (низкосортный уголь, фрезерный торф) успешно эксплуатируется в Польше и Прибалтике. Имеющийся у ИТМО НАН Беларуси и ОАО «ГСКБ» научно-технический и практический задел позволяет наладить выпуск котлов с топками кипящего слоя тепловой мощностью от 0,5 до 3,0 МВт и более, способных практически без проблем переходить с одного вида твердого топлива на другой. Данное направление, на наш взгляд, наиболее соответствует выполнению задачи, поставленной правительством: определить наиболее эффективные конструкции котлов, работающих на местных видах топлива, и выработать согласованные предложения об их производстве в республике.

Экологическая чистота любого продукта в современном мире имеет принципиальное значение, поскольку эта особенность влияет сразу на огромное количество сфер нашей жизни, и прежде всего – здоровье населения, чистую окружающую среду. К примеру, датчане попробовали применять в качестве сырья для биогазовых установок отходы мясокомбинатов и получили значительно больший эффект от анаэробной переработки. Поддержав инициативу датских изобретателей, государство выделило финансирование на реализацию 9 различных проектов с целью выбора наиболее эффективного. Одна из первых попыток по созданию биогазовых установок в нашей стране завершилась тем, что мотоцикл мог заправиться биогазом и ездить в пределах сельскохозяйственного двора.

Среди последних достижений в этой сфере – три мощные биогазовые установки, построенные в хозяйствах республики. Таким образом, значительно возросший уровень современных технологий позволяет белорусам делать ставку и на использование биогаза.

Еще один источник энергии с корнем «био» автомобильный король Генри Форд в 1925 году называл топливом будущего. Тогда впервые автомобиль, заправленный этанолом, или биотопливом, проехал от Рио-де-Жанейро до Сан-Паулу 400 км. С тех пор ведущие мировые производители не прекращают реализовывать экспериментальные проекты в этой области. Возможность перехода на альтернативное топливо рассматривают многие компании, в их числе такие известные, как «Боинг» и «Дженерал моторс». Сторонники биотопливного бума считают это прогрессом, противники же указывают на такие неминуемые последствия, как увеличение числа голодающих на планете. И однозначного вердикта пока нет.

## СОЛНЦЕ, УГЛИ И ДРОВА...

Еще во времена СССР в Крыму работала солнечная электростанция мощностью 5 МВт. Исключительно солнечных дней в Беларуси не много, порядка 28–30 дней, но ученые считают, что нельзя сбрасывать со счетов обеспечения потребностей страны энергию солнца. И хотя стоимость электроэнергии,

производимой солнечной установкой, ощущаемо высока, многие отечественные ученые рассматривают этот вид альтернативной энергетики не как путь внедрения масштабных установок, а как возможность локального использования солнечной энергии посредством гелиоколлекторов, к примеру, для нагрева воды. Такой опыт успешно применяется в сельском хозяйстве. Перспективным видится использование энергии солнца и в домах отдыха, санаториях, на дачных участках.

В Объединенном институте энергетических и ядерных исследований «Сосны» разработчики применили солнечные коллекторы для нужд своей котельной. Конечно, все это примеры локального использования энергии солнца, о масштабном производстве электроэнергии говорить не приходится. Вместе с тем, как подчеркнул Виталий Ганжа, белорусские исследователи достаточно далеко продвинулись в области разработки устройств для использования солнечной энергии и на современном этапе вполне могут экспортировать эти технологии за рубеж.

Почти во всех странах Евросоюза, Юго-Восточной Азии, Латинской Америки, а также в США, Японии, Китае, Австралии проводятся мероприятия по внедрению фотоэлектрических систем. Целевую программу создания и развития солнечной энергетики планируется принять и в Беларуси. Председателем рабочей группы по подготовке ее концепции назначен директор Института физики имени Б.И. Степанова НАН Беларуси доктор физико-математических наук Владимир Кабанов. Не исключено, что в нашей стране в перспективе будет организован промышленный выпуск солнечных элементов. Расчеты показывают: если в течение первого десятилетия выпускать фотоэлектрические системы мощностью 50 МВт/год, то солнечная энергетика сможет покрывать 6% потребностей республики, а к 2030 году – более 10%.

На широкую ногу планируется поставить и применение малорентабельных пока горючих сланцев и бурых углей, запасы которых в Беларуси значительны, а также древесины, как возобновляемого сырья. Сжигание древесины в топках котлов – не единственный путь использования ее в качестве топлива.

Не менее эффективным с экономической точки зрения представляется превращение ее в газ, метанол и этанол. Причем сегодня, как известно, таким образом можно получить не просто жидкие топлива, но и высокооктановый бензин марки «92» и «95».

## ГЕНЕРИРУЯ БУДУЩЕ

**В** основном ученые оптимистичны: они не исключают, что со временем человечеством будет найден еще не один альтернативный источник энергии. Будущее энергетики связывают с развитием термоядерных станций, водородной составляющей, электростанциями, принцип действия которых основан на энергии приливов и отливов или морских течений, и даже с размещением солнечных батарей на Луне.

Предположительно, свою нишу удержит геотермальная энергетика. Ведь выход тепла из недр Земли на ее поверхность значительно превышает современную мощность всех энергоустановок в мире. Определенных успехов в использовании геотермальной энергии уже добились в Китае: горячие подземные источники задействованы в отоплении жилого фонда. Подобный эксперимент планируется провести в жилых микрорайонах в Минске и Бресте. Кстати, по результатам исследований ученых, самая высокая температура 116,5 °С зафиксирована в скважине «Барсуковская-63». В целом же геотермальный потенциал нашей республики сосредоточен на территории Припятского прогиба в Гомельской области.

\*\*\*

В каждой стране разрабатывают собственную стратегию энергообеспечения. Но альтернативная энергетика остается постоянной составляющей в этом балансе. Задумываясь сегодня о развитии таких экологически чистых способов получения энергии, мы делаем прекрасный технологический подарок будущим поколениям.

**Светлана ДВОРЕЦКАЯ ■**



Сотрудники Института тепло- и массообмена НАН Беларуси В.А. Бородуля, Л.М. Виноградов и А.Ж. Гребеньков проводят модельные исследования на установке с кипящим слоем