



ИННОВАЦИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ В СООБЩЕСТВЕ МЦНТИ

Проблемы энергетики
и нетрадиционные
источники энергии

2014

Инновационные процессы в сообществе МЦНТИ

Проблемы энергетики и нетрадиционные источники энергии

Введение.....	1
Республика Азербайджан.....	3
Республика Беларусь.....	21
Грузия.....	67
Республика Молдова.....	73
Российская Федерация.....	99
Украина.....	121

Перепечатка материалов возможна только с разрешения авторов и с обязательной ссылкой на сборник «Инновационные процессы в сообществе МЦНТИ», © МЦНТИ

Уважаемые читатели!



Кодола В.Е.
Директор МЦНТИ

В соответствии с решением КПП-64 в конце 2013 года – первой половине 2014 года штаб-квартирой МЦНТИ подготовлен для представления на КПП-65 – международный информационно-аналитический сборник «Проблемы энергетики и нетрадиционные источники энергии» - седьмое издание в цикле «Инновационные процессы в Сообществе МЦНТИ».

Актуальность темы заключается в том, что в последние десятилетия сокращаются запасы углеводородного сырья, снижается интерес к ядерной энергетике и практически полностью задействованы мощности рек

для получения электроэнергии, что вызывает необходимость создания нетрадиционных возобновляемых источников энергии. Перечисленные тенденции и факторы в значительной степени актуальны для стран-членов МЦНТИ.

В связи с этим сборник ориентирован на рассмотрение проблем современной нетрадиционной энергетики – междисциплинарной отрасли, призванной обеспечить устойчивое развитие общества за счет новых источников энергии, повышения их эксплуатационной надежности, интенсивных и энергосберегающих технологий, расширения сырьевой базы.

Содержание сборника ориентировано на рассмотрение основных направлений развития современной нетрадиционной энергетики, ее физических основ, использования компьютерного моделирования, создания новых источников энергии.

Значительное внимание уделяется практической реализации научно-технической и новаторской деятельности в сфере нетрадиционной энергетики в странах-членах МЦНТИ.

Приведены сведения о технологиях и инновационных продуктах, помогающих решению проблем развития энергетической составляющей экономики.

В сборнике отражены результаты исследований и разработок специалистов-энергетиков и ученых, работающих в данной области, из научных и образовательных организаций, организаций инновационной сферы шести стран-членов МЦНТИ: Азербайджана, Беларуси, Грузии, Молдовы, России и Украины.

Сборник сформирован в виде разделов по странам-членам МЦНТИ. Каждый раздел содержит теоретико-концептуальную и информационно-справочную части. Материалы иллюстрированы рисунками, фотографиями, графиками и таблицами.

АЗЕРБАЙДЖАНСКАЯ РЕСПУБЛИКА



Состояние и перспективы развития альтернативных и ВИЭ в Азербайджане



**Т.Алиев, д.э.н., профессор, член
международной академии эко-
энергетики, зам.директора
по науке ЦНИ НАНА**

За последние 20 лет в энергетическом секторе достигнуты значительные успехи. Азербайджан успешно выполнил стоящие перед ним задачи в сфере энергетики, обеспечил независимую экономику и укрепил независимость. Созданная в энергетическом секторе прозрачность и диверсификация позволяют перенести эту практику во все другие сферы.

Энергоресурсы Азербайджана в ближайшие годы, несомненно, будут играть важную роль в европейской и мировой экономике. Однако, в современном мире возникает достаточно много экономических и технических проблем, связанных с добычей сырьевых ресурсов. Самая актуальная – незнание реальных данных о том, сколько природных ресурсов осталось, в то время как неуклонно расширяется их потребление.

В мире существуют природные ограничения. Уже сейчас в ряде стран богатые месторождения выработаны до конца или близки к истощению. Так, если брать оценку топлива по трем категориям: разведанные, возможные, вероятные, то нефти хватит на 70, а природного газа – на 90 лет. Значит, если энергопроизводство будет расти сегодняшними темпами, все виды используемого топлива будут истрачены до конца текущего столетия. К тому же атмосфера не сможет справиться с отравлением ее продуктами жизнедеятельности человека. Если учесть, что основные проблемы связаны с деятельностью передовых стран, а развивающиеся государства стараются подтянуться к их уровню, очевидно, негативные процессы на планете будут только ускоряться.

Критическое положение с энергоресурсами как важнейшим фактором материаль-



Рис.1. Альтернативные и ВИЭ в Азербайджане

ного и культурного прогресса стран связано с тем, что многие из них будут исчерпаны. В сферу обеспечения энергетической безопасности входит поиск новых видов энергии.

Исходя из этих обстоятельств, энерготехнологии, опирающейся на возобновляемые энергоресурсы, на органическое топливо, на использование термоядерного синтеза, водородной энергетики следует рассматривать различные источники (конкурирующие и дополняющие друг друга) при создании гармоничного энергопроизводства, способного удовлетворить потребности общества в различной энергии.

Альтернативные и ВИЭ (Рис. 1) не обладают конечной природой. Они пополняются природными циклами Земли и тем самым представляют собой неиссякаемый источник энергии. Они не выделяют углекислый газ или другие загрязняющие вещества, от них очень мало отходов. Именно поэтому нетрадиционная энергетика является одним из ключевых направлений, обеспечивающих инновационное развитие национальной экономики.

Азербайджан инвестирует крупные средства в инфраструктурные проекты и новые технологии. В последние годы предприняты шаги по модернизации энергетической инфраструктуры, созданию новых генерационных мощностей на уровне 2300 МВт: по данным ЦСУ Республики только за 2009-2012 годы объем производства электроэнергии увеличился на 121,8%. При этом объем внутреннего потребления возрос на

125,6% и на 126,6%, соответственно (Табл.1). В Республике проводится комплекс правовых, организационно-экономических мер по увеличению производства электроэнергии за счет альтернативных и ВИЭ. Еще в 2009 году в Министерстве Промышленности и Энергетики Республики было образовано Государственное Агентство по альтернативным и ВИЭ.

В июне 2012 года Указом Президента Азербайджанской Республики на базе указанного агентства была создана самостоятельная государственная компания. Ее задачи:

- определение потенциала источников возобновляемых энергоресурсов по отдельным экономическим зонам Республики;
- подготовка прогнозов по производству и потреблению возобновляемой энергии и представление их в государственные органы;
- осуществление государственного надзора в этой сфере;
- разработка оптимальной системы производства, распределения, передачи альтернативной и возобновляемой энергии;
- обеспечение ее рационального использования;
- выдача лицензий или разрешений на производство этих видов энергии;
- надзор над установкой, содержанием и рациональным использованием оборудования;
- разработка комплекса мер для удовлетворения потребности населения и экономики страны в соответствующих видах энергоресурсов;
- комплекс мер по экологической безопасности и рациональному использованию альтернативной и возобновляемой энергии;
- прогрессивные нормы по использованию энергии и технологических потерь;

Годы	Электроэнергия млн. кВт/час			Теплоэнергия тыс. г/кал		
	Произведено	Внутреннее потребление	Потери	Произведено	Внутреннее потребление	Потери
2009	18869	12259	4100	1108	674	117
2010	18710	12234	3830	905	552	121
2011	20294	13267	3974	1084	741	137
2012	22988	15395	3368	1195	853	150
Темп роста 2012 г. к 2009 г. (в %-ах)	121,8	125,6	82,1	107,9	126,6	128,2
*) Статистические показатели Азербайджана. Баку, «ЦСУ», 2013 – с. 438, 439						

Таблица 1. Производство, потребление и потери энергии в Азербайджане

- государственный учет и включение источников в государственный кадастр [2].

В соответствии с Распоряжением Президента Азербайджанской Республики от 21 октября 2004 года утверждена «Государственная Программа по использованию альтернативных и ВИЭ в Азербайджане», в которой предусматривалось решение следующих задач:

- определение потенциальных альтернативных и ВИЭ;
- повышение эффективности использования энергоресурсов привлечением альтернативных источников энергии в эксплуатацию;
- организация рабочих мест за счет создания новых отраслей производства энергии;
- обеспечение энергетической безопасности страны, наряду с традиционными видами энергии повышение мощности источников альтернативной энергии [1].

Согласно Распоряжению Президента Республики от 29 декабря 2011 года начата подготовка «Государственной Стратегии по использованию альтернативной и возобновляемой энергии в Азербайджане на 2011-2020 годы». В стратегии определены основные направления производства электроэнергии до 2020 года за счет альтернативных и ВИЭ. В ней также предусмотрены: формирование нормативно-правовой базы; стимулирующие мероприятия; регулирование экономического механизма; использование альтернативной и возобновляемой энергии во всех сферах экономики, другие организационно-технические и управленческие меры [3].

Указом Президента Республики от 01 февраля 2013 года «О дополнительных мероприятиях в сфере альтернативной и возобновляемой энергии» создано ООО «Азальтернативэнерджи», основные функции которого – совершенствование управления в сфере производства альтернативной и возобновляемой энергии; осуществление государственной стратегии и формирование единой политики в указанной сфере. Для успешного осуществления этих задач в 2005-2013 годы Министерства Промышленности и Энергетики, Экономического Развития, Экологии и Природных Ресурсов Азербайджанской Республики, ОАО «Азеренерджи», Национальная Академия Наук Азербайджана, отраслевой институт по энергетике, другие заинтересованные исполнительные органы разработали ряд организационно-экономических мер по определению потенциальных источников отдельных видов альтернативной и ВЭИ.

Исследованием выявлено, что для Азербайджана по географическому положению и сложному рельефу характерен высокий режим ветра. Только на Апшеронском полуострове в течение года 245-280

Строительные территории:

Новая Яшма, Сигалчай
Гобустан



Среднегодовая скорость ветра м/сек.	
регионы	уровень
Апшеронский полуостров	5,8-8,0
Нахичеванская АР	1,9-2,7
Большой Кавказ	0,8-2,3
Малый Кавказ	1,8-2,4
Центральная низменная зона	1,8-2,4
Западная низменная зона	1,3-1,9
Ленкорань-Астара	1,6-2,8

Условные обозначения:	
	Территория очень высокого потенциала
	Территория высокого потенциала
	Территория среднего потенциала
	Территория низкого потенциала

Рис.2. Изображение режима ветра на территории Азербайджана

дней дует ветер. Режим ветра на территории Республики можно условно разделить на четыре зоны: очень высокого, высокого, среднего и низкого потенциала (Рис.2).

Низкий потенциал характерен для Большого Кавказа; а очень высокий – для Апшеронского полуострова.

Согласно вышеуказанной Госпрограмме в будущем на территории Республики планируется оборудовать ветряные парки мощностью 250 МВт. Уже осуществляется практическая работа. На территории Новой Яшмы, Ситалчай и Гобустан силами местных компаний оборудовано 3-4 ветряных парка, каждый из которых состоит из 20-30 машин общей мощностью в 100 МВт. Для подготовки местных кадров по эксплуатации станций получено из Германии два комплекта «контрольно-измерительной системы» и один комплект оборудования для тренинга.

В последнее время интерес к использованию солнечной энергии резко возрос. Потенциальные возможности энергетики, основанной на использовании солнечного излучения чрезвычайно велики. Солнца могло бы обеспечить потребности мировой энергетики, а использование 0,5% – полностью покрыть их на перспективу.

Наиболее перспективный способ получения электричества из солнечного света – использование фотоэлементов (солнечных панелей). В связи с развитием электронной и полупроводниковой технологии есть шансы сделать способ экономически целесообразным. Главным достижением солнечной энергетики является общедоступность и неисчерпаемость источника, полная безопасность окружающей среды. Поэтому в Азербайджане начата интенсивная работа по использованию солнечной энергии.

Прежде всего, произведен расчет годового производства электроэнергии путем монтажа фотоэлектрических модулей (Табл. 2). Необходимость развития этого вида энергии связано с тем, что количество солнечных часов в Азербайджане 2400-3200, а количество солнечной энергии на каждый м² площади 1500-2000 кВт/час, что несколько превышает идентичный показатель в России, Франции и других странах. Сегодня в г. Сумгаите работает новое высокотехнологичное предприятие «Азгюнтех», ориентированное на выпуск солнечных модулей и LED-ламп. На начальном этапе здесь будет ежегодно изготавливаться 120 тыс. оснащенных 60 фотоэлементами солнечных панелей мощностью от 42 до 250 ватт, а в будущем их производство возрастет до 240 тыс. в год. Примечательно, что завод солнечных батарей и LED-ламп станет первым объектом нового Сумгаитского парка высоких технологий. Оборудование, устанавливаемое на заводе, произведено в Германии, цены соответствуют стоимости продукции, предлагаемой китайскими производителями.

Климатические зоны	Варианты	Географические широты	Фотоэлектрические модули					
			I	II	III	IV	V	VI
Регионы Большого Кавказа								
		41,3	193,9	226,8	199,2	197,6	220,2	221,1
		41,0	202,4	239,3	208,8	207,5	232,0	232,5
Северо-Восточные склоны								
		41,3	205,9	240,2	211,7	209,6	231,6	234,1
		40,9	204,0	239,1	209,8	207,9	231,0	232,5
Регионы Малого Кавказа								
		40,5	205,5	247,3	214,8	209,1	239,1	240,7
		40,0	209,4	250,3	218,8	215,5	242,1	244,4
		39,2	245,4	291,5	255,8	253,5	281,9	284,4
		38,8	210,7	253,2	221,0	220,5	244,2	247,3
Центральная низменность								
		40,0	230,3	275,3	240,6	237,0	264,3	268,8
		40,3	208,7	253,0	219,3	215,9	240,4	246,5

**) Отдел инвестиций и восстановления промышленных объектов Министерства Промышленности и энергетики Азербайджана. Баку, 2010 г.*

Таблица 2. Годовое производство электроэнергии фотоэлектрическими модулями в Азербайджане (кВт·час/м²)*)

Гидрогеологические зоны	Температура воды (°С)	Прогнозируемые запасы м ³ /сут.
Зона горных склонов Большого Кавказа	35-50	2000
Гусарское низменное предгорье	30-67 39-97	21654
Апшеронский полуостров	20-90	20 000
Зона горных склонов Малого Кавказа	30-74	4171
Нахичеванская Автономная Республика	40-53	3000
Тальшская зона горных склонов	31-43	14405
Ленкоранское предгорье	44-64 42-50	7908
Впадина реки Куры	22-71 26-95	172466
Всего по Республике		245604

**) Источник: отдел инвестиций и восстановления промышленных объектов Министерства Промышленности и Энергетики Азербайджана. Баку, 2010 г.*

Таблица 3. Прогнозируемые запасы вод в Азербайджане (кВт·час/м²)*

Около 12% вырабатываемой в Азербайджане электроэнергии приходится на долю гидроэлектростанций. Минегечаурская ГЭС, сданная в эксплуатацию в начале 50-х годов прошлого века, в течение 60-и лет успешно функционирует. Однако в Республике имеются большие возможности строительства малых ГЭС. В долгосрочной перспективе над реками, каналами, ирригационными водоемами предусматривается строительство 173 малых ГЭС с годовой мощностью 3,2 млрд. кВт/час. В ближайшие годы реально можно осуществить строительство 36 малых ГЭС годовой мощностью 256,7 МВт, которые позволят выработать 1247,3 млн. кВт/час. электроэнергии. За последние годы на территории республики построен и сдан в эксплуатацию ряд малых ГЭС. Среди них «Арпачай» ГЭС в Нахичевани с годовой мощностью 60 млн. кВт/час. Из общего объема электроэнергии Автономной Республики 15-17% потребности будет обеспечено указанной ГЭС. Кроме этого на территории Шабранского, Физулинского и Исмайлинского районов также сданы в эксплуатацию малые ГЭС с различными мощностями.

Один из видов альтернативных энергий – термальные воды. В зависимости от пригодности геоструктур и гермотехнических условий они сосредоточены на Большом и Малом Кавказе, в Апшеронском и Шемахинском районах, Ленкорань-Астаринском регионе, на территории Нахичеванской Автономной Республики и других горных склонах и впадинах. Сведения о прогнозируемых запасах термальных вод в Азербайджане приводятся в Табл. 3. Запас термальных вод составляет 245,6 тыс.м³/сут., а их средняя температура колеблется от 20 до 90°С. Крупное месторождение термальной воды, «Исти-Су» (горячая вода), является лечебной и питьевой, находится на территории Кельбаджарского района, который ныне находится в Армении.

Среди источников альтернативных энергий твердые отходы и биомассы играют немаловажную роль в обеспечении энергетической безопасности. Твердые отходы - это энергия, соответствующая примерно 3% потребляемой нефти и 6% природного газа. На биомассу – древесину и органические отходы приходится около 14% потребления энергии в мире. Прогнозируется, что к 2020 году использование биомассы для получения энергии возрастет более чем других видов энергии, получаемых из возобновляемых источников [6, с 55].

Специалисты считают, что сжиганием и брожением биомассы легко можно получить энергию. По их расчетам, ежегодно в Республике образовывается более 6 млн. м³ твердых бытовых отходов.

Из этих отходов возможно получить 62,6 млн. м³ метана. Учитывая эти возможности, в пос. Балаханы, где находятся мусорные полигоны г. Баку, построен завод по переработке бумаги и коммунально-бытовых отходов, вырабатывающий электроэнергию.

В Азербайджане начаты подготовительные работы в рамках строительства Самухского агроэнергетического комплекса. Предусматривается создание гибридных электростанций общей мощностью 16 МВт. Здесь планируется использование энергии ветра, солнца и термальных источников. Энергия, полученная на данном комплексе, будет направлена на обеспечение сельского хозяйства, в частности, на снабжение парников.

Промышленная электростанция будет работать на биогазе. Ожидается, что этот объект будет введен в строй через два года, а рядом будет создан крупный животноводческий комплекс, обеспечивающий станцию необходимым биосырьем.

Результаты работ в области использования альтернативной и возобновляемой энергии за последние годы представлялись на различных конференциях и форумах. Одной из них является Международная выставка и конференция «Нефть и газ Каспия», которая проходила в июне 2013 года в ЭКСПО Центре г. Баку. На одной площадке с выставкой состоялось также единственное специализированное событие в Каспийском регионе в области демонстрации достижений энергоиндустрии – III Каспийская выставка «Энергетика и альтернативная энергия» Caspian Power 2013. Выставка представила компании, имеющие инновационные технологии и оборудование для энергетической промышленности, научно-технические разработки в области энергосбережения. Наряду с госорганизациями (Государственное агентство по альтернативным и возобновляемым источникам энергии), свою продукцию представляли местные и иностранные компании, задействованные в энергетическом секторе Азербайджана.

Социально-экономические результаты использования альтернативных и ВИЭ сводятся к следующему:

- в результате осуществления целевых программ и стратегий к 2020 году долю альтернативных источников в общем объеме производства электроэнергии по Республике планируется довести до 20%;
- обеспечение экологической безопасности уменьшением выбросов в атмосферу и водоемы; экономией природного газа; охраны лесов;
- изучение международного опыта, осуществление новых проектов и расширение сотрудничества в области альтернативных источников энергии;
- привлечение иностранных инвестиций в энергетический сектор;
- внедрение новой техники и технологии, расширение диверсификации и повышение инновационной активности в не-нефтяном секторе;
- организация новых рабочих мест.

Литература

1. «Государственная Программа по использованию альтернативных и возобновляемых источников энергии в Азербайджане», утвержденная Распоряжением Президента Азербайджанской Республики от 21 октября 2004г. Газета «Республика» от 22 октября 2004 г».

2. Указ Президента Азербайджанской Республики от 01 июня 2012 г. «Об организации Государственной компании по альтернативным и возобновляемым источникам энергии Азербайджанской Республики» Газета «Республика» от 02 июня 2012г.

3. Распоряжение Президента Азербайджанской Республики от 29 декабря 2011 г. о подготовке «Государственной стратегии по использованию альтернативных и возобновляемых источников энергии в Азербайджане на 2012-2020 гг.». Газета «Республика» от 30 декабря 2011 г.

4. Статистические показатели Азербайджана Баку, «Сада» 2009, с. 772

5. Статистические показатели Азербайджана Баку, «ЦСУ», 2013, с. 804

6. Канайкин В.А. и др. Энергетическая безопасность современного мира. М. «Информациология», 2007, с. 152.

Радиационно-термокаталитическое получение водорода из морской воды

**Т.Агаев,
Институт Радиационных Проблем НАН Азербайджана**

Исследована кинетика накопления молекулярного водорода при гамма – радиоллизе морской воды. Изучено влияние гамма-излучения на системы из нержавеющей стали (НС) + морская вода (МВ) при 300...773К. Определены скорости накопления молекулярного водорода при радиационных, радиационно-термических и термических процессах в системе НС+МВ. Выявлены вклады термических и радиационных-гетерогенных процессов при накоплении молекулярного водорода и коррозии нержавеющей стали в контакте с морской водой.

Ядерные материалы, радиоактивные изотопы и радиационно-технологические системы широко применяются при контакте с морской водой. Конструкционные материалы подвергаются радиационному излучению при контакте с нею.

Исследования радиационно-гетерогенных процессов при контакте с такой водой конструкционных материалов позволяют выяснить влияние ионизирующих излучений на коррозию материалов и накопление продуктов радиолиза воды в контактирующей среде [1-14].

Исследованы радиационно-гетерогенные процессы разложения морской воды и окисления материала при контакте с нею при различных температурах.

Методика экспериментов

Исследования проводились в статических условиях в специальных кварцевых ампулах объемом $V=1,0 \text{ см}^3$ [2,8,10]. В качестве объекта брали реакторную нержавеющую сталь X16N15M3B в виде тонкой ленты. Состав образцов изучен на атомно-абсорбционном спектрометре AA-300 (Perkin-Elmer). Металлические компоненты: Fe-66,90±0,06%, Ni-5,66±0,07%, Cr-15,89±0,07%, Mn-1,31±0,005%, Al-0,233±0,01%, Mo-7,88±0,01%. Навеска образцов стали изменяется в интервале 0,0795÷0,0820 гр. Контактную поверхность определяли на основе геометрических размеров, и она составляла 8,97 $\text{см}^2/\text{г}$. Для исключения вклада органических загрязнений на поверхности стали при накоплении H_2 образцы предварительно очищались этиловым спиртом или ацетоном, а затем промывались дистиллированной водой. Эту операцию повторяли три раза.

После этого образцы нержавеющей стали высушивали при 300÷320К в среде инертного газа. Образцы в кварцевых ампулах подвергали термовакуумной обработке при 373К, а затем при 673К, $P=10^{-2}$ Па. Морскую воду из Каспийского моря с трехметровой глубины на расстоянии 50 м от берега вводили с помощью микрошприца. Состав морской воды изучен атомно-адсорбционной спектроскопией (ICP-MS AGILENT 7700X), результаты которой приведены в Табл. 1. Количество вводимой в ампулы воды $\sim 5,5 \cdot 10^{-2}$ гр. Точность введения - ±2%. Ампулы с образцами с помощью охлаждения, вакуумирования, размораживания деаэрировались до полной очистки воды от растворимого кислорода и других газов (органических соединений). Температуру при экспериментах поддерживали с точностью ±1°C. Радиационные и радиационно-термические процессы проводили на изотопном источнике γ -квантов ^{60}Co .

Мощность поглощенной дозы на источнике γ -излучения определяли химическими дозиметрами – ферросульфатным, циклогексановым и метановым [15].

Поглощенная доза облучения исследуемых систем определена с учетом их электронной плотности в дозиметрических системах [2,15].

Газовые продукты переводили в специальные градуированные объемы и анализировали газовой хроматографией (Газохром-3101 и Цвет-102).

Коррозию металла изучали гравиметрически по привесу образцов до и после процесса. Контактную поверхность определяли на основе их геометрических размеров с точностью $\pm 10\%$.

Результаты и обсуждения

Для выявления влияния примесей на радиолитическое разложение морской воды проведен ее радиолитиз. На Рис.1 приведена кинетическая кривая накопления молекулярного водорода при радиолитизе чистой морской воды.

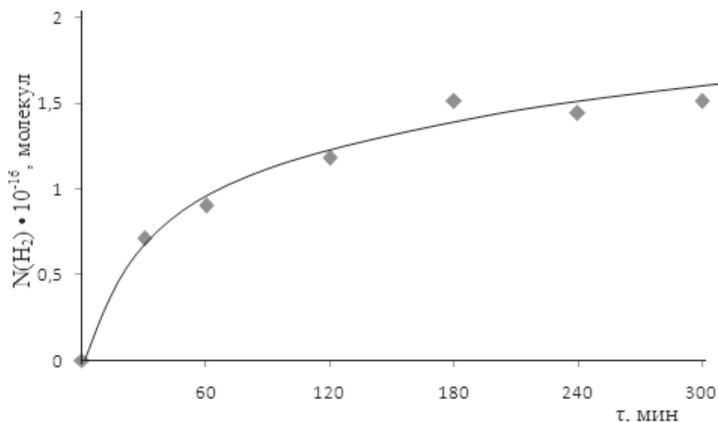


Рис. 1. Кинетика накопления молекулярного водорода при радиолитизе морской воды при 300К, D=1,05 Гр/с

Определены скорость и радиационно-химический выход молекулярного водорода при радиолитизе морской воды, равные $3,79 \cdot 10^{13}$ молекул/г·сек и 0,74 молекул/100эВ, соответственно.

В этих же условиях радиационно-химический выход соответствует литературным данным и составляет $0,40 \div 0,45$ молекул/100эВ.

Прирост выхода молекулярного водорода может быть связан с вкладом растворения в воде солей [12]. При этом вклад органических примесей исключен, так как в составе продуктов углеводороды, CO и CO₂ не наблюдаются.

Вклад неорганических солей Na⁺, K⁺, Mg⁺ и Ca⁺. катионов содержащихся в морской воде может быть объяснен влиянием ион – дипольным взаимодействием катионов и воды) [16, 17]. Взаимодействия катионов и диполя воды смещает электронную плотность от молекул воды к акцепторным уровням катионов.

Благодаря этому взаимодействию изменяются энергетические параметры разложения воды (потенциал ионизации, энергия связей) [16]. Поэтому радиационно-химический выход молекулярного водорода при радиолитизе морской воды больше, чем в случае чистой воды.

С целью выявления вклада радиационно-гетерогенных процессов при контакте нержавеющей стали с морской водой на ее радиолитическое разложение, приведен процесс в присутствии нержавеющей стали.

Радиационно-гетерогенные процессы приведены в интервале 300÷873К. Мощность поглощенной дозы облучения рассчитана на систему нержавеющая сталь + морская вода с учетом электронной плотности компонентов [14, 15].

Количество полученных молекул водорода переведено на единицу массы системы $N_{i(H_2)} = N_{H_2} / (m_{H_2O} + m_{н.с.})$, построены кинетические кривые накопления $N_{i(H_2)} = f(\tau_{обл})$. Выявлено, что с повышением температуры, начиная с 573К в контакте нержавеющая сталь + морская вода происходит термическое разложение воды.

Поэтому, начиная с этой температуры в идентичных условиях, проведены термическое и радиационно-термическое получения водорода в системе НС + МВ.

Изучены также кинетика накопления молекулярного водорода при термических и радиационно-термических процессах в ней.

Кинетические кривые накопления молекулярного водорода при радиационно-гетерогенном и термическом разложении воды в системе НС + МВ приведены на Рис. 2а, 2б, соответственно.

На основе кинетических кривых определены скорости и радиационно-химические выходы водорода.

Скорости составляющих при радиационно-термических процессах рассчитаны на разницу скоростей радиационно-термических и термических процессов накопления молекулярного водорода:

$$W_p(H_2) = W_{рт}(H_2) - W_t(H_2)$$

Кинетические параметры радиационно-термических, термических и радиационных процессов приведены в Таблице.

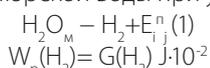
Значения радиационно-химического выхода и скорости накопления водорода увеличивается с температурой. При ее увеличении скорость термического разложения воды в контакте с нержавеющей стали растет.

При $T \leq 473K$ преобладают радиационно-гетерогенные процессы разложения воды. Схематически радиолитические процессы разложения воды в этом интервале температур можно представить следующим образом:

Термическая генерация поверхности активных центров обычно обладает энергией активации и ускоряется с ростом температуры.

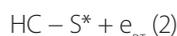
Значения скоростей радиационных, радиационно – термических, термических процессов и радиационно – химических выходов молекулярного водорода при радиолитической разложении морской воды в контакте с нержавеющей сталью представлены в Табл.

1. Радиолиз морской воды при γ -излучении:



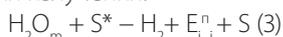
где $(H_2O)_m$ – морская вода, i – другие продукты радиолиза морской воды, $G(H_2)$ – радиационно-химический выход водорода, J – мощность γ -облучения.

2. Образование поверхностно-активных состояний [10-11] и вторичных электронных излучений [18] при γ -излучения:

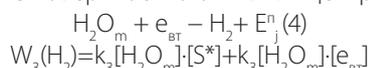


где S^* – поверхностно-активное состояние, $e_{вт}$ – вторичные электронные излучения, эмитированные из металлической фазы под действием излучения.

3. Распад молекул воды в результате взаимодействия с активными состояниями и $e_{вт}$ образовавшихся в результате непосредственного действия излучения:



где S – релаксированное состояние поверхностно-активных центров:



4. При температурах $T \geq 573K$ на поверхности металлических фаз (HC) накапливаются активные центры под действием температуры:

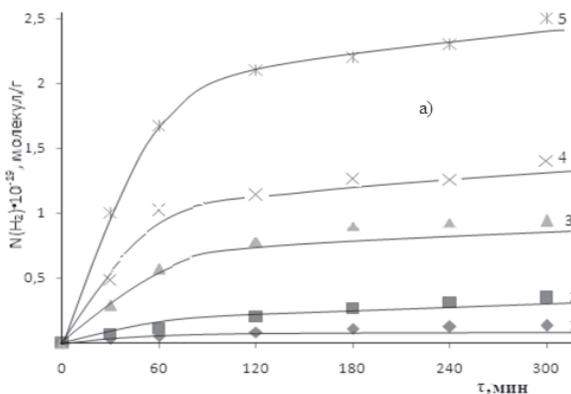
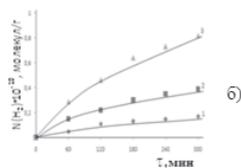
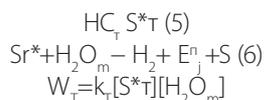


Рис. 2. Кинетика накопления молекулярного водорода при радиационно-каталитическом (а) и каталитическом (б) разложении морской воды на поверхности нержавеющей стали при различных температурах: 1- 300K; 2- 473K; 3-673K; 4-773K; 5-873K

№	$T_{пр}, K$	$W_{рт} (H_2)$ молекул/г·сек	$W_T (H_2)$ молекул/г·сек	$W_p (H_2)$ молекул/г·сек	$G_{общ}(H_2)$ молекул/100гВ
1.	300	-	-	$5,55 \cdot 10^{13}$	0,85
2.	473	-	-	$2,50 \cdot 10^{14}$	3,80
3.	573	$1,03 \cdot 10^{15}$	$0,44 \cdot 10^{15}$	$0,59 \cdot 10^{15}$	9,00
4.	673	$2,64 \cdot 10^{15}$	$0,83 \cdot 10^{15}$	$1,81 \cdot 10^{15}$	27,60
5.	773	$2,78 \cdot 10^{16}$	$2,50 \cdot 10^{16}$	$0,28 \cdot 10^{16}$	42,70
6.	873	$5,56 \cdot 10^{16}$	$5,56 \cdot 10^{16}$	-	-

Таблица. Атомно-адсорбционное спектроскопическое изучение состава морской воды

где S^*T – термически активированное состояние поверхности HC , S – релаксированное состояние термически активированных состояний.

С учетом вышеуказанных радиационной и термической составляющих процессов уравнение для накопления молекулярного водорода можно выразить как:

$$\begin{aligned} W_{p(H_2)} &= G_{(H_2)} \cdot J \cdot 10^{-2} + [H_2O] \{k_3 [] + k_4 []\} \\ WT (H_2) &= kT [S^*p] [H_2O] \end{aligned}$$

Соотношение скоростей радиационных и термических составляющих:

Если учесть, что параметры в этих выражениях постоянные ($G_{(H_2)} \cdot J \cdot 10^{-2} = 3,79 \cdot 10^{13}$ молекул/г·с, $[H_2O] = \text{const}$ и константа скоростей) соотношение радиационных и термических скоростей зависит от поверхностной концентрации активных центров и интенсивности вторичных электронных излучений от металла. С увеличением температуры стимулируются диффузионные радиационные процессы. По-видимому, влияние температуры на радиационно-составляющие процессы ощущается в области мигра-

$$\frac{G(H_2) \cdot J \cdot 10^{-2}}{k_T [S^*T] [H_2O]} = \frac{k_3 [S_p]}{k_T [S^*T]} + \frac{k_4 [e_{BT}]}{k_T [S^*T]}$$

ции дефектных состояний в кристаллической решетке при $T \geq 673K$ [19]. Однако скорость накопления термически активных центров растет с увеличением температур и, как видно, при 873K термические процессы преобладают над радиационным $W_r \geq W_p$. Поэтому невозможно определить скорости радиационно-составляющих процессов и радиационно-химического выхода водорода при $T \geq 873K$.

На основе температурной зависимости скоростей в аррениусовских координатах определены значения их энергии активации.

На Рис. 3. приведены зависимости скоростей радиационно-термических (2), термических (3) и радиационных (1) процессов

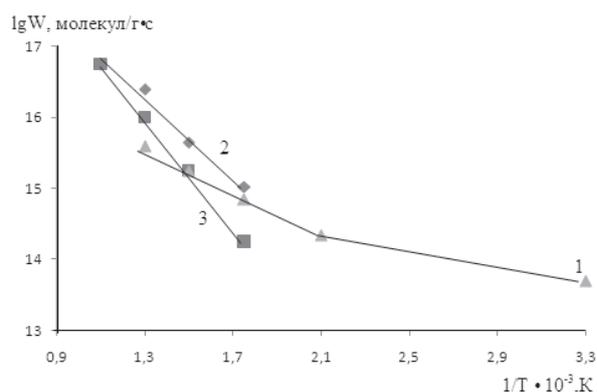


Рис. 3. Зависимость скоростей получения молекулярного водорода при радиационном (1), радиационно-термическом (2) и термическом (3) процессах в системе нержавеющая сталь + морская вода.

накопления молекулярного водорода при разложении воды в присутствии нержавеющей стали.

Энергия активации радиационно-термических и термических процессов накопления молекулярного водорода равна 26,1 кДж/моль и 36,5 кДж/моль, соответственно.

В температурной зависимости скорости радиационных процессов наблюдаются две области: первая соответствует $T \leq 273\text{K}$ с $E_a = 6,1$ кДж/моль, а вторая – $273 \div 773\text{K}$ с $E_a = 13,8$ кДж/моль.

Энергия активации термического разложения морской воды в присутствии нержавеющей стали больше, чем радиационно-термических и радиационных процессов.

При радиационном разложении морской воды в процессе участвуют радиационно-генерированные активные центры поверхности и вторичные электронные излучения с большей энергией, чем термически активные центры.

Поэтому, энергия активации накопления молекулярного водорода растет в ряду радиационных, радиационно-термических и термических процессов.

Для выявления закономерностей поверхностных процессов в системе нержавеющая сталь + морская вода гравиметрически исследована кинетика коррозии нержавеющей стали при 773K.

На Рис. 4 приведены кривые ее при термических и радиационно-термических процессах.

На основе кривых определены скорости коррозии нержавеющей стали при термических и радиационно-термических процессах в присутствии морской воды. Они равны $W_T = 0,86 \cdot 10^{-6}$ г/см²·с, $W_{\text{рт}} = 1,23 \cdot 10^{-6}$ г/см², соответственно.

Коррозия стали может быть связана с объемом молекулярного водорода и с изменением веса образцов в результате радиационных, радиационно-термических и термических процессов в контакте с морской водой. Кинетические кривые изменения веса образцов в результате радиационно-термических процессов описываются формулой [10]:

$$V(t) = V_{\infty} (1 - \exp(-k_c t))$$

где V_{∞} – концентрация продуктов. В экспериментах это могут быть оксидная пленка и молекулярный водород при $t \geq \infty$, k_c – константа скорости коррозии, $k_c = k_0 e^{-E_a/RT}$ [10,11], где $k_0 = 10^{-2} \text{с}^{-1}$, где k_0 – константа Больцмана.

В начальной области кинетических кривых наблюдается линейная зависимость $V(t) = f(t)$.

В условиях экспериментов стационарная область зависимостей $V_i = f(t)$ наблюдается при $t \geq 120$ мин.

Таким образом можно заключить:

- растворенные соли в морской воде вызывают увеличение радиационно-химического выхода молекулярного водорода по сравнению с чистой водой;
- радиационно-гетерогенные процессы в контакте нержавеющей стали с морской водой увеличивают радиационно-химический выход водорода и коррозию металла;
- с увеличением температуры радиационно-гетерогенных процессов помимо радиационных происходят также при $T \geq 523\text{K}$ термические процессы генерации поверхностных активных состояний, с участием которых идут разложение воды и окисление металла;
- определен вклад радиационных и термических процессов разложения воды и коррозии нержавеющей стали при радиационно-термических процессах в контакте нержавеющей стали + морская вода. С увеличением температуры при гамма-облучении этой системы вклад термических процессов растет и при $T \geq 873\text{K}$ преобладает под радиационными.

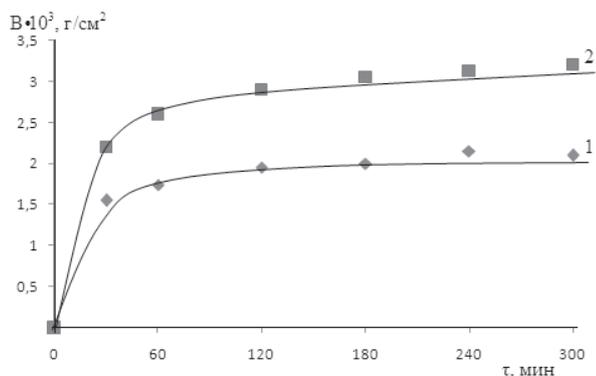


Рис. 4. Кинетические кривые скоростей коррозии нержавеющей стали при термическом (1) и радиационно-термическом (2) процессах в контакте с морской водой

Выводы

Исследована кинетика накопления молекулярного водорода при у-радиолизе морской воды. Установлено, что радиационно - химический выход больше $G_{(H_2)}=0,74$ молекул/100эВ, чем при радиолизе чистой воды $G_{(H_2)}=0,45$ молекул/100эВ. Изучены кинетика накопления молекулярного водорода и окисления металла при радиационном, радиационно-термических и термических процессах в контакте нержавеющей стали (НС) с морской водой (МВ).

Образования поверхностно-активных центров и вторичных электронов от металлических фаз обуславливает увеличение скоростей накопления молекулярного водорода и окисление нержавеющей стали при радиационном и радиационно-термическом гетерогенных процессах в системе НС + МВ.

Установлено что, начиная с 573К в металлической фазе при радиационно-термических и термических процессах происходит также накопление поверхностных активных центров разложения воды и окисления нержавеющей стали. Определен вклад радиационных и термических процессов при радиационно-гетерогенных процессах в контакте НС + МВ. При у-облучении систем НС + МВ с увеличением температуры вклад термических процессов накопления молекулярного водорода растет и при $T \geq 873K$ преобладает над радиационными процессами.

Литература

1. Биркс Н., Майер Дж. Введение в высокотемпературное окисление металлов. М.: Металлургия, 1987, с138.
2. Агаев Т.Н., Гарибов А.А., Касумова У.М. Влияние мощности дозы излучения на процессы радиолиза воды в контакте с нержавеющей сталью// Естественные и технические науки, Москва, 2012, №4, с. 317-323
3. Томашов Н.Д., Чернова Г.П. Теория коррозии. М.: Металлургия, 1993, с.57.
4. Кузнецов А.М. Адсорбция воды на металлических поверхностях // СОЖ, Химия, 2000, т.6, №5, с45-52
5. Григорьев В.П. Защита металлов от коррозии // СОЖ, Химия, 1999, №6, с.62-66
6. Белоусов В.В. Катастрофическое окисление металлов // Успехи химии, 67, 1998, 7, с.631-640
7. Нечаев А.Ф., Петрик Н.Г., Седов В.М., Сергеева Т.Б. Радиационная коррозия конструкционных материалов энергетических установок. М.: ЦНИИ Атоминформ, 1988, с54
8. Агаев Т.Н. Вклад радиационно-гетерогенных процессов в водородную безопасность водоохлаждаемых ядерных реакторов.// Вопросы Атомной Науки и Техники. Серия: Физика радиационных повреждений и радиационное материаловедение, 2009, №4, с. 202-205
9. Герасимов В.В. Коррозия реакторных материалов. М.: Атомиздат, 1980, с.58
10. Веттегрень В.И., Башкарев А.Я., Дангуков К.Г., Морозов Г.И. Кинетика коррозии стали в воде// Письмо в ЖТФ, 2003, том 29, вып.2, с. 50-54
11. Веттегрень В.И., Башкарев А.Я., Морозов Г.И. Распределение пятен питтинговой коррозии на поверхности металлов // Письмо в ЖТФ, 2002, том 28, вып.13, с.1-5
12. Ермолин С.В., Иванова И.П., Князев Д.И., Трофимова С.В., Пискарев И.М. Механизм свечения воды при радиолизе под действием радиационного фона // Журнал физической химии, 2012, том 86, №6, с1140-1143
13. Бенар Ж. Окисление металлов Т.И.М., 1968, с.320
14. Агаев Т.Н. Эффект воздействия радиации на предварительно радиационно-окислительно обработанную нержавеющую сталь.// Металловедение и термическая обработка металлов, Москва, 2009, №1, с.49-52
15. Пикаев А.К. Дозиметрия в радиационной химии. М., Наука, 1975, с.120.
16. Барановский В.И., Сизова О.В., Иванова Н.В. Квантово-химические исследования переноса протона по водородным связям в системах типа Анион – вода-катион // Химическая физика, 1985, том 4, №4, с.581-582
17. Пинчук В.М., Кругляк Ю.А., Долгушин Ш.Д. Пространственное и электронное строение комплексов ионов Li^+ , Na^+ , Be^{2+} и Mg^{2+} с молекулами HF , H_2O и NH_3 // Теоретическая и экспериментальная химия, 1976, том 12, №2, с.155-162
18. Бекман И.Н., Тажибаева И.А., Гибрехтерман А.П., Руденко Н.В. Возможный механизм активации диффузии водорода в металлах низкоэнергетическим гамма – излучением // Мат. Всесоюзной конференции по теоретической и прикладной радиационной химии, г.Обнинск, «Наука», 1984, октябрь, С. 92-94
19. Силян А.Р., Трухин А.Н. Точечные дефекты и электронные возбуждения в кристаллах и стеклообразном SiO_2 // Рига, Зинатне, 1985, с.206-214

Разработки организаций Азербайджана

Энергетика

АЗР-01

Кремниевые солнечные элементы с нанопористым кремниевым покрытием

Кремниевые солнечные элементы и батареи на их основе используются для энергообеспечения космических кораблей, освещения улиц, домов.

Изделия применяются в портативной электронике, на транспорте (электромобили), в теле-радиокоммуникациях, для зарядки аккумуляторов техники в полевых условиях.

Солнечные элементы для прямого преобразования солнечного излучения в электричество. Кремний – основной материал для изготовления фотовольтаических таких элементов.

В последние годы около 90% производимых в мире солнечных батарей использует монокристаллические, мультикристаллические, аморфные и другие кремниевые солнечные элементы.

Это преимущество перед другими материалами, вероятно, будет наблюдаться и в будущем. Главное преимущество кремниевых солнечных элементов – огромные запасы сырья (около 35% земной коры состоит из SiO_2), разработанность технологии получения кремния, экологичность и долговременность эксплуатации солнечных элементов (25-30 лет).

Кремний – непрямозонный полупроводник. Он поглощает небольшую часть спектра солнечного излучения и обладает значительным коэффициентом отражения (около 35%).

Потери на отражение солнечного излучения от поверхности элемента приводят к значительному уменьшению эффективности преобразования света. Для уменьшения отражения света (до 12-14%) при изготовлении кремниевых солнечных элементов используют текстурирование поверхности, нанесение различных антиотражающих покрытий (SiO_x , SiN_x , TiO_x и др.) [1].

Антиотражающие покрытия обычно наносятся в специально оборудованных установках при высоких температурах, что увеличивает стоимость таких элементов.

Использование наноструктурного пористого слоя на кремниевых солнечных элементах способствует уменьшению коэффициента отражения поверхности и увеличению эффективности элемента. Это приводит к заметному снижению стоимости.

Пористый кремний представляет собой столбчатую или губчатую структуру (Рис. 1), в которой кристаллическая решетка стенок пор представляет собой деформированную монокристаллическую структуру.

Общая площадь поверхности пор большая (до $10^3 \text{ см}^2/\text{см}^3$).

Поэтому коэффициент отражения пористого кремния очень мал [2]. Подавляющая часть солнечного излучения, попадающая в поры, поглощается на их стенках (Рис. 2), создавая электронно-дырочные

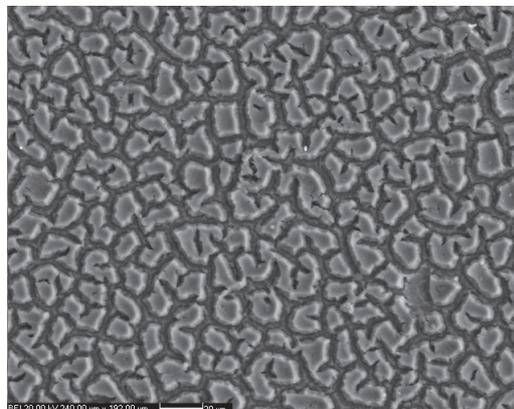


Рис. 1. Губчатая структура пористого кремния

пары, которые диффундируют к р-п-переходу, где разделяются, создавая электрический ток.

Разработка

В работе солнечные элементы создавались методом трафаретной печати на основе из монокристаллического кремния [1]. На последней стадии их изготовления вместо нанесения антиотражающего покрытия, поверхность готового элемента для формирования тонкого слоя пористого кремния (80-100 нм) подвергалась кратковременной электрохимической обработке при комнатной температуре. Пористые слои переменной пористости создавались изменением плотности тока при электрохимическом травлении. Формирование слоя пористого кремния на поверхности солнечного элемента приводит к уменьшению коэффициента отражения до 3-5%, увеличению плотности тока короткого замыкания от 23,1 до 34,2 мА/см² и эффективности солнечного элемента от 12,1 до 14,5%. Измерения спектров поглощения «толстых» слоев пористого кремния, отделенных от подложки, показали, что эффективная ширина его запрещенной зоны с 80%-ной пористостью достигает 1,9 эВ и обусловлена квантово-размерным эффектом [3]. Основным недостатком кремниевых солнечных элементов связан с их стоимостью.

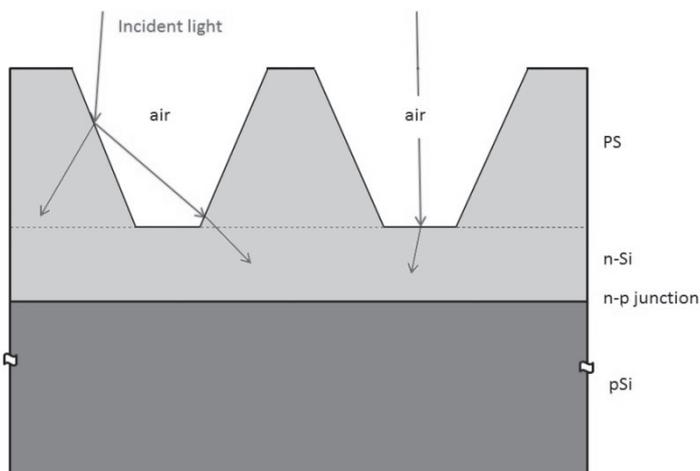


Рис. 2. Уменьшение отражения света в пористом слое, созданном на поверхности солнечного элемента

Новизна работы

Создание при комнатной температуре наноструктурированного слоя с низким коэффициентом отражения (около 3-5%) и увеличенной шириной запрещенной зоны (до 1,9 эВ) на поверхности кремниевых солнечных элементов вместо традиционных сложных антиотражающих покрытий, позволяет увеличить эффективность преобразования (на 20-25%) и уменьшить их стоимость.

Преимущества

Использования наноструктурированного слоя пористого кремния на поверхности кремниевого солнечного элемента:

1. уменьшает потери на отражение из-за снижения эффективного коэффициента отражения до величины 3-5%;
2. расширяет спектр fotocувствительности благодаря увеличению эффективной ширины запрещенной зоны пористого кремния до 1,9 эВ;
3. позволяет создавать на поверхности солнечного элемента варизонную структуру, увеличивающую ток короткого замыкания;
4. фотолюминесценция в красной области спектра, связанная с преобразованием коротковолнового УФ- и синего излучения, увеличивает fotocувствительность элемента;
5. присутствие пористого слоя приводит к уменьшению глубины залегания р-п перехода, что способствует увеличению тока короткого замыкания;
6. пассивирующая и геттерирующая способности слоя пористого кремния увеличивают время жизни неосновных носителей заряда;
7. простота электрохимического метода создания пористого кремния при комнатной температуре и его невысокая стоимость по сравнению со стандартными технологиями формирования антиотражающего покрытия (химическое газовое осаждение - CVD, плазмо-химическое газовое осаждение - PECVD).

Стадия разработки

В лабораторных условиях изготовлено и протестировано около 80 кремниевых солнечных элементов с нанопористым кремниевым покрытием.

Предложения

Совместное продолжение сотрудничества по созданию пористых слоев на кремниевых солнечных элементах большей площади (при наличии финансирования).

Разработчик

Член-кор. НАНА Т.Д. Джафаров, руководитель лаборатории «Преобразователей солнечной и водородной энергии» Института физики НАНА.

Проспект Джавида 33, AZ-1143, Баку, Азербайджан. e-адрес: caferov@physics.ab.az

Литература

[1] M.Lipinski, P.Panek, R.Ciach. The industrial technology of crystalline silicon solar cells. *J. Optoelectronics and Advanced Materials* 55, 1365-1371 (2003).

[2] T.Dzhafarov, Silicon Solar Cells with Nanoporous Silicon Layer, In: SOLAR CELLS – RESEARCH and APPLICATION PERSPECTIVES, ed. Dr. Arturo Morales-Acevedo, Chapter 2, (INTECH, Rijeka, Croatia, 2012), pp.27-59.

[3] T.D.Dzhafarov, S.Aslanov, S.H.Ragimov, M.S.Sadigov, Aydin Yuksel S. Effect of Nanoporous Silicon Coating on Silicon Solar Cell Performance. *Vacuum*; 86 (12) 1875-1879 (2012).

Работа выполнена в соответствии с Государственной программой по использованию в Азербайджане альтернативных и возобновляемых источников энергии.

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



Возобновляемые источники энергии в энергетике Беларуси



**А. Михалевич, профессор,
академик НАН Беларуси,
д.т.н., научный руководи-
тель ГП «Институт энерге-
тики НАН Беларуси»**



**В. Дашков, профессор,
д.т.н., директор
ГП «Институт энергетики
НАН Беларуси»**

Непрерывный рост цен на энергоносители – лишь внешнее проявление объективных причин, имеющих глобальный характер. Еще в СССР экономическая сторона энергетической проблемы вызвала обоснованную тревогу. Потребности страны в топливе росли, а его производство из-за перемещения источников на Восток и Север в труднодоступные места обходилось дороже.

Если в начале 70-х годов прошлого века (использование наиболее продуктивных нефтяных месторождений) – создание новых мощностей для добычи одной тонны нефти обходилось в 46 руб., а в 1985 в 88, то в 1990 году эти затраты составили 129 руб. Непрерывных крупных инвестиций для поддержания темпов добычи нефти на уровне 1,5-2 млн. т в год требуют и белорусские месторождения.

Для Беларуси энергетическая проблема особенно остра: энергоемкие отрасли промышленности (химическая и нефтехимическая, машиностроение и металлообработка, производство строительных материалов) лишь на 10...13% могут удовлетворить потребности энергетическими ресурсами страны. Вполне закономерно, что проблема энергосбережения, эффективное использование ресурсов – один из важнейших государственных приоритетов.

Проблема энергетической безопасности все более актуальна и важна. Принимаются соответствующие решения не только в отдельных государствах, но и на уровне «Большой восьмерки», Европейского союза, СНГ, НАТО и других некоторых регионов (в России - Томская обл., Крым и т.д.).

Наиболее адекватно определение: «Энергетическая безопасность – это состояние защищенности страны, (группы стран, региона) ее граждан, общества, государства (объединения государств, региона) от угрозы дефицита в обеспечении потребностей в энергии экономически доступными топливно-энергетическими ресурсами приемлемого качества в нормальных условиях и при чрезвычайных ситуациях, а также от угрозы нарушения стабильности энергоснабжения».

Энергетическая безопасность касается многих аспектов: ограничение уязвимости от краткосрочных и долгосрочных перерывов в поставках энергоносителей; необходимость обеспечения по приемлемым ценам местными и импортными энергоресурсами растущих энергетических потребностей.

Нарушение энергетической безопасности или даже кратковременные перерывы в энергоснабжении, резкие скачки цен на энергоносители могут иметь серьезные последствия.

В общем случае основные направления обеспечения энергетической безопасности любого государства:

- энергетическая независимость, определяемая долей собственных энергоресурсов в общем потреблении;
- диверсификация энергоресурсов и их поставок;
- надежность энергоснабжения;
- энергоэффективность.

Роль и место возобновляемой энергетики

В перечисленных выше направлениях возобновляемые источники энергии (ВИЭ) могут играть существенную роль. Во-первых, они привязаны к конкретной местности и повышают степень энергетической независимости страны или региона. Во-вторых, разнообразие ВИЭ способствует диверсификации использования энергоресурсов.

В третьих, одной из наиболее распространенных угроз энергетической безопасности на государственном и межгосударственном уровнях является нарушение внешних поставок природного газа, нефти и нефтепродуктов, других не возобновляемых энергоносителей. В этих ситуациях возобновляемая энергетика повышает уровень надежности энергоснабжения и дальнейшее ее развитие будет способствовать преодолению или даже устранению этой угрозы.

На первый взгляд возобновляемая энергетика не связана с энергоэффективностью. Но в некоторых странах (в том числе в Беларуси) замещение ВИЭ ископаемого топлива относится к энергосберегающим мероприятиям. Кроме того, производство электроэнергии за счет энергии солнца, ветра, гидроэнергии, биомассы и др. способствует увеличению доли электричества в потреблении энергии, а это является одним из основных методов повышения энергоэффективности.

На Рис.1 показано распределение потребления в мире различных видов топлива в 2011 году по данным МЭА (International Energy Agency). Всего в мире потреблялось 13,1 млрд. т нефтяного эквивалента (18,7 млрд. т условного топлива). Из них доля нефти, угля и природного газа составила вместе 82%.

Потенциал ВИЭ

К ВИЭ, которые принимают во внимание, относятся:

- геотермальная энергия земли;
- солнечная энергия;
- биомасса в пределах возобновляемости;
- гидроэнергия;
- энергия мирового океана;
- энергия ветра.

Следует подчеркнуть, что возобновляемая энергия не значит неисчерпаемая, и она имеет количественную меру, ограничивающую ее использование. В отличие от ископаемых энергоресурсов, количество которых определяется категориями «ресурсы» и «запасы» (традиционные установленные ресурсы), ВИЭ измеряются потенциалом. Потенциал ВИЭ – количество энергии, которое можно использовать от данного источника в единицу времени (обычно в течение года). При этом различают градации потенциала:

- теоретический;
- технически возможный;
- экономически целесообразный;
- экологически приемлемый.

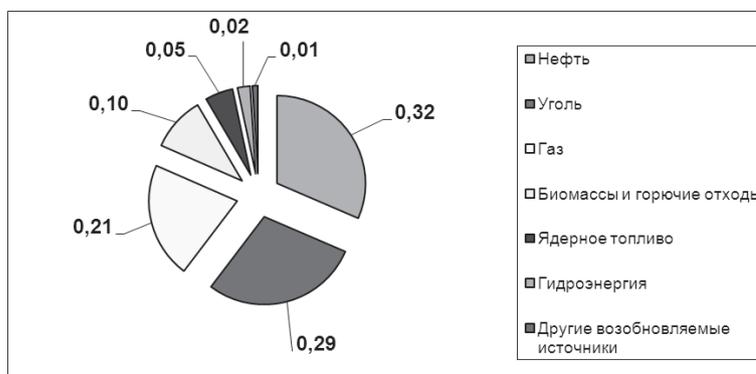


Рис.1. Структура потребления различных энергоресурсов в мире в 2011 году

Теоретический потенциал – количество энергии, которое образуется от данного источника в единицу времени. Технически возможный – часть энергии, для использования которой имеются технические средства. Например, наиболее распространенные современные ветротурбины начинают вращаться при скорости ветра 2-3 м/с. Значит, при меньшей скорости технически нельзя использовать энергию ветра. Аналогичная ситуация и с гидротурбинами: для каждого типа есть определенная минимальная скорость, при которой гидротурбины способны вращаться. Экономически целесообразный составляет, в свою очередь, часть технически возможного потенциала, использование которого конкурентоспособно с другими источниками энергии. Традиционные ветроустановки рентабельны в местах, где средняя скорость ветра 8 м/с и выше. Наконец, все более актуальными становятся экологические факторы. Экологически приемлемый – тоже часть технически возможного потенциала, применение которого не наносит существенного ущерба окружающей среде.

Определение реального потенциала ВИЭ является важной научной и практической задачей. Следует отметить, что различные данные о потенциале возобновляемой энергетики достаточно сильно отличаются между собой в масштабе планеты и по отдельным странам и регионам. Это свидетельствует о недостаточной изученности данной задачи.

Действительно, до XVII века солнечная энергия и энергия сжигания древесины, соломы, камыша были фактически единственными источниками энергии для человека.

Водяные мельницы существовали еще во времена Юлия Цезаря и царя Митридата. Первые упоминания о ветряках относятся к XI столетию. Но водяные двигатели обеспечивали работу не только мельниц, но и предприятий другого назначения: крупорушек, шерстобитных, металлообрабатывающих, ткацких. Даже в девятнадцатом веке ВИЭ играли весьма важную роль, прежде всего, в зерноперерабатывающей промышленности. В 1849 году в Гродненской губернии было 39 водяных мельниц, 258 – ветряных, 261 – конных. В 1884 году в Могилевской губернии работало 670 водяных мельниц и 89 ветряных. Простые расчеты показывают, что в середине прошлого века на территории Беларуси насчитывалось 3,5...4,0 тыс. водяных мельниц и примерно 2,5...3,0 тыс. ветряков. Есть данные, что ветряных установок по всей России в это время насчитывалось около 150 тысяч. Можно с уверенностью сказать, что ВИЭ играли очень важную роль в жизни большинства стран мира.

На смену ветру и воде пришли паровые машины, но их первые образцы также использовали возобновляемую энергию в виде биомассы, и лишь в конце XIX века настала эра ископаемых видов энергии: угля, нефти, газа, урана. Сейчас 20% мирового производства энергии основывается на сжигании древесины, энергии рек и ветровой энергии, основой которых является солнечная энергия. В России и Европе доля солнечной энергии в виде биомассы и гидроэнергии составляет 6% в производстве энергии, а в развивающихся странах до 80%.

Беларусь обладает ограниченными ресурсами не возобновляемых (нефть, попутный газ, торф, бурый уголь, горючие сланцы) и возобновляемых (гидроэнергия, энергия ветра, солнца, геотермальная энергия, древесное топливо, отходы растительного и животного происхождения, прочая биомасса) видов ресурсов. За счет собственных энергоресурсов в стране обеспечивается 15% общей потребности в них.

В ноябре 2007 года Указом Президента Республики была утверждена Концепция энергетической безопасности Беларуси. Одним из основных направлений энергетической безопасности является увеличение доли местных топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) в общем энергобалансе страны и, в свою очередь – ВИЭ. Согласно Концепции энергетической безопасности в 2015 году предусматривается вовлечение в топливно-энергетический баланс страны 4,2 млн. т н. э. за счет местных видов топлива и ВИЭ, что должно составить примерно 16% от общего потребления энергии. Основной вклад должны давать древесина и торф. Вклад этих ресурсов в котельно-печное топливо в соответствии с Государственной программой развития Белорусской энергетической системы на 2011-2015 годы составит не менее 30%. В Беларуси развиваются также работы по использованию биогазовых технологий, энергии ветра и солнца, геотермальной энергии.

Основные нефтяные месторождения находятся в стадии падающей добычи и существенное наращивание добычи на них не предвидится. Потребление моторного топлива в стране обеспечивалось за счет собственной нефти в 2012 году лишь на 26,5%. Налажено производство семян рапса, созданы технологические линии для производства биодизельного топлива.

Источник	Теоретический	Технически возможный	Экономически целесообразный
Гидроэнергия, млрд кВт·ч	4,2	2,6	1,3
Ветер, млрд кВт·ч	197,0	7,9	Нет оценки
Солнцемлрд кВт·ч	1000	150-250	Нет оценки
Древесина, млн т н. э.	5,73	3,36	2,24

Таблица 1. Потенциал возобновляемых источников энергии в Беларуси

В Беларуси разведаны ресурсы бурого угля Лельчицкого месторождения. Промышленные запасы его северной части составляют 77 млн. тонн, однако разработка данных ресурсов нецелесообразна из-за малого количества извлекаемых запасов, сложных гидрологических, горно-технических, экологических условий и экономических показателей освоения месторождения.

Имеется значительный потенциал для наращивания использования древесного топлива, горючих сланцев, угля, энергии ветра, сельскохозяйственной биомассы, отходов растительного и животного происхождения. Выполнение важнейшей задачи по использованию ВЭИ осложняется тем, что в Беларуси нет собственного производства оборудования для использования ВИЭ за исключением котлов для сжигания древесины и торфа.

Ввиду природно-географических особенностей ограниченное применение могут иметь гидроэнергия, солнечная и геотермальная энергия.

Преимуществами использования местных топливно-энергетических ресурсов (прежде всего ВИЭ) являются:

- более низкая топливная составляющая в структуре себестоимости энергии в сравнении с импортируемым топливом;
- создание рабочих мест, вносящих вклад в ВВП;
- импортозамещение.

Сдерживающим факторами расширения использования местных топливно-энергетических ресурсов являются:

- меньшая эффективность преобразования энергии в сравнении с установками на традиционных видах топлива;
- меньшая гибкость технологических процессов и режимов эксплуатации;
- значительные капитальные затраты, что обуславливает необходимость дополнительного стимулирования со стороны государства.

Сдерживающие факторы значительно ограничивают преимущества использования местных видов ресурсов и отражаются на экономической эффективности проектов.

Экспертные оценки теоретического, технически возможного и экономически целесообразного потенциалов использования отдельных видов ВИЭ в Республике приведены в Табл. 1.

Исходя из общих оценок, составлен прогноз формирования топливно-энергетического баланса производства электрической и тепловой энергии Беларуси до 2035 года при росте электропотребления 1,5% в год, который показывает, что основной прирост будет обеспечиваться за счет ядерной энергии, местных видов топлива и ВИЭ (Табл. 2).

Биомасса может считаться ВИЭ только в том случае, если она используется в количестве, не превышающем ее воспроизводство.

В общем потреблении первичных энергоресурсов в мире доля биомассы составляет около 10%. В Китае, например, эта величина приближается к 20%, в Индии – превышает 40%. Ежегодно на земле произрастает и образуется биомассы в количестве 220 млрд. т сухого вещества с теплотворной способностью около 105 млрд. т н. э. Примерно 65% биомассы можно использовать на энергетические цели, т.е. теоретический энергетический потенциал биомассы составляет около 70 млрд. т н. э./год, что почти в 7 раз выше теоретического потенциала гидроресурсов при пересчете на замещающее топливо. В рамках концепции устойчивого развития можно использовать около 10%

	2010	2015	2020	2025	2030	2035
Электропотребление, млн. кВт*ч	37 590	40 095	43 194	46 532	50 128	54 002
Потребление тепловой энергии, млн. Гкал	72,5	70	70	70	70	70
Ядерное топливо, тыс. т н. э.			3950	3950	5926	5926
МВТ и ВИЭ, тыс. т н. э.	1195	1277	1880	3049	3513	3600
Природный газ, тыс. т н. э.	12807	13887	10922	10360	9085	9698
Потребление, тыс. т н. э.	14002	15164	16754	17360	18525	19225
Доля газа, %	91	92	65	60	49	50
Минимальная необходимая мощность энергосистемы, ГВт	8,1	9,8	9,8	10,6	10,8	11,8

Таблица 2. Прогноз топливно-энергетического баланса для производства электрической и тепловой энергии

теоретического энергopotенциала биомассы, т.е. 7 млрд. т н. э. ежегодно. Реально потребление в 2011 году составило около 1,3 млрд. т н. э., т.е. примерно 18,5%.

Биомасса, используемая в качестве энергоносителя, подразделяется на категории:

- древесная (деревья, кустарник, лесная подстилка);
- недревесная (тростник, солома, стебли и корни растений, трава, водные растения);
- отходы переработки (шелуха, выжимки, опилки, муниципальные отходы, отходы пищевые, бумажного и гидролизного производства);
- отходы животноводства;
- биотопливо (древесный уголь, топливные брикеты, метанол, этанол и рапсовое масло, биогаз).

Основные причины недостаточного использования энергopotенциала:

- низкая калорийность по сравнению с традиционными видами топлива;
- большая влажность некоторых категорий биомассы, требующая затрат на сушку;
- получение биотоплива (биогаза) – энергоемкое производство;
- большая доля транспортных расходов для энергоустановок большой мощности.

С другой стороны, биомасса имеет важное экологическое преимущество по сравнению с ископаемым топливом, заключающееся в том, что при ее сжигании не нарушается равновесие парниковых газов в атмосфере, так как количество выделяемого углекислого газа равно поглощенному при фотосинтезе.

Несмотря на слабое использование существующего потенциала, имеются значительные возможности производства биомассы на топливо. Например, в Африке используется только 25% сельскохозяйственных угодий, Латинской Америке – 15%. Как следует из Рис.2, всего в мире 2,4 млрд. га, или 31% сельхозугодий вовлечено в оборот.

Подсчитано, что к 2050 году, когда население Земли предпо-

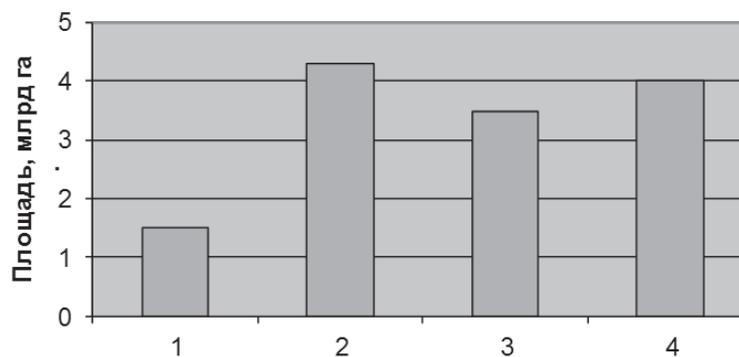


Рис.2. Использование земельных угодий на земном шаре: 1 – пахотные земли; 2 – леса и лесонасаждения; 3 – постоянные пастбища; 4 – неиспользуемые земли

Вид технологии переработки	Возможности использования энергии
Прямое сжигание	Обогрев помещений; получение тепла и пара; сушка зерна; другие тепловые процессы;
Биогазовые установки	Получение биогаза для сжигания в тепловых установках; получение электроэнергии на дизельгенераторах; обеспечение работы мобильной сельхозтехники;
Установки быстрого пиролиза	Получение жидкого моторного топлива;
Жидкое топливо	Получение биодизеля из растительного масла; этанол или метанол для карбюраторных двигателей.

Таблица 3. Направления применения энергетической биомассы в сельском хозяйстве Беларуси

ложительно увеличится до 8,5 млрд. человек, потребуется дополнительное вовлечение в сельское хозяйство около 0,5 млрд. га земли, в то же время примерно 1,3 млрд. га может быть использовано для производства биомассы на топливо. Считается, что с 1 га в среднем можно получить около 7 т н. э. энергии биомассы ежегодно. Таким образом, дополнительный потенциал биомассы может составить 9 млрд. т н. э. в год. Для этого необходимы в соответствующем масштабе водные ресурсы, удобрения, техника, инфраструктура и т.д.

Оценивая мировой опыт, а также, учитывая собственные исследования можно предложить следующие направления применения возобновляемой энергии биомассы в республике (Табл. 3).

Торф. В Республике разведано более 9000 торфяных месторождений, общей площадью в границах промышленной глубины залежи 2,54 млн. га и с первоначальными запасами торфа 5,65 млрд. т. Оставшиеся геологические запасы оцениваются в 4,3 млрд. т, что составляет 75% от первоначальных.

Основные запасы торфа залегают на месторождениях, используемых сельским хозяйством (1,7 млрд. т, 39% оставшихся запасов) или отнесенных к природоохранным объектам (1,6 млрд. т, 37%). Ресурсы торфа, отнесенные в разрабатываемый фонд, оцениваются в 260 млн. т, что составляет 6% оставшихся запасов. Извлекаемые при разработке месторождений запасы оцениваются в 110-140 млн. т.

Потребителем этого топлива является коммунально-бытовой сектор. Для увеличения объемов добычи торфа требуется 2910 га новых площадей торфяных месторождений и закупка дополнительного технологического оборудования для добычи и транспортировки.

В 2011 году добыто 3,164 млн. тонн торфа, из которого произведено 1,359 млн. тонн торфяных брикетов (они в основном реализуются населению).

Ожидаемое увеличение объемов добычи торфа к 2015 году потребует выделения под торфоразработки дополнительных площадей во всех регионах страны, что повлечет осушение болот и вывод части сельскохозяйственных земель из обращения. Однако, торф не является возобновляемым видом топлива, и его запасы исчерпаемы.

Дрова и отходы деревообработки. В целом по Республике годовой объем централизованных заготовок дров и отходов лесопиления – около 0,66-0,67 млн. т н. э. Часть дров поступает за счет самозаготовок, объем которых оценивается на уровне 0,2-0,3 млн. т н. э. Предельные возможности Республики по использованию дров в качестве топлива можно определить, исходя из естественного годового прироста древесины, который приближенно оценивается в 25 млн. м³ или 4,6 млн. т н. э. в год (если сжигать все, что прирастает), в т.ч. в загрязненных районах Гомельской области - 20 тыс.м³.

В 2012 году заготовлено 8,4 млн. м³ древесины. Из них переработано и продано 5,34 млн. м³, а оставшиеся 3,06 млн. м³ или 0,56 млн. т н. э. можно использовать в качестве топлива. В 2013 году планируется заготовить 10,4 млн. м³ древесины, что на 6,6% больше чем в 2012 году.

Программы по использованию отходов древесины для производства тепловой энергии: прогнозируемый годовой объем древесного топлива к 2015 году может возрасти до 1,9 - 2 млн. т н. э.

Для получения тепловой энергии из древесины используют: щепу, опилки, дрова, древесные брикеты и гранулы (пеллеты). Распространены установки на дровах и щепе, но наиболее эффективным способом является использование древесных пеллет и брикетов. Получение брикетов и пеллет связано с

дополнительной затратой энергии и технологической сложностью, что сказывается на стоимости готовой продукции.

Солома. Площадь пашни в Республике составляет 5761 тыс. га или примерно 28% от общей территории.

В 2013 году (по данным БелТА) яровыми зерновыми, зернобобовыми и рапсом засеяно 2629 тыс. га. С учетом урожайности соломы, оцениваемой в 22-26 центнеров с га (в зависимости от культуры), общее количество соломы при уборке яровых культур, приблизительно равно 7 млн. т.

Существует 3 способа получения тепловой энергии из соломы:

- сжигание топливных гранул (пеллет);
- сжигание предварительно измельченной соломы;
- сжигание рулонов и тюков целиком.

Первый способ наиболее эффективный по получению тепловой энергии и экономии топлива, но и самый дорогостоящий и энергозатратный. В Республике существует 2 предприятия, производящие пеллеты из соломы.

Второй способ наиболее перспективен, так как позволяет контролировать горение соломы и количество подаваемого воздуха в топку, что способствует снижению энергозатрат.

Так как измельченная солома равномерно подается в топку тонким слоем, где происходит ее предварительное высушивание, а лишь затем сгорание, т.е. колебание влажности и плотности практически исключены, что предотвращает колебания тепловой мощности воздухонагревателя.



Рис.3. Воздухонагреватель ВНС-1,5

Виды топлива	Влажность, %	Низшая теплотворная способность, МДж/кг	Насыпная плотность, кг/м ³	Золосодержание в сухом веществе, %
Щепа из стволовой древесины	45-55	6-9	350-400	1-3
Щепа от целых деревьев	50-65	6-9	350-450	1-2
Кора мягких пород дерева	10-50	6-9	370-440	1-3
Дрова	30-60	5-15	300-330	1
Щепа от лесозаготовки	45-60	9-15	200-350	0,4-1
Щепа от отходов лесопиления	45-60	6-10	350-420	0,5-2
Опилки	45-60	6-10	200-350	0,4-0,5
Строгальные стружки	5-15	13-16	80-120	0,4-0,5
Древесная пыль	5-15	15-17	100-150	0,4-0,8
Древесные брикеты	8-12	16-18	1000-1200	1
Топливные гранулы	8-10	16,8-23,7	630-730	0,5-1
Торф фрезерный	40-60	9-12	200-350	15-25
Кусковой торф	35-50	10-15	150-250	1-10
Брикеты торфа	8-12	14,6-21,5	350-420	2-18
Прессованная солома		14,8	150-400	4,6-6,5
Соломенные гранулы (пеллеты)	8-12	16,5		3-6

Таблица 4. Теплофизические свойства топлива из биомассы

Третий способ – наиболее распространенный – заключается в сжигании рулонов и/или тюков прессованной соломы целиком. У способа есть ряд недостатков: рулоны имеют большой диаметр, а следовательно, топка также имеет большие габариты, что увеличивает металлоемкость конструкции и повышает ее стоимость; при сжигании рулонов и тюков соломы целиком затруднено управление воздухонагревателями вследствие неравномерной влажности и плотности слоев спрессованной соломы.

В Республике производится ряд воздухонагревателей, использующих рулоны и тюки целиком. Самый известный - воздухонагреватель на соломе ВНС – 1,5 производства ОАО «Агрокомплект» (Рис.3).

Недостатком соломы является повышенная зольность и склонность к шлакообразованию, что требует оптимального способа сжигания и соответствующих особенностей конструкции топочного устройства.

Вместе с тем, с учетом обычной влажности (ниже 20%) солома превосходит по теплоте сгорания древесную щепу, которая получает широкое распространение в западных странах, России, а также в Республике Беларусь.

В Табл. 4 приведена технико-экономическая характеристика местных видов топлива.

Видно, что наибольшим потенциалом из возобновляемых источников энергии в Беларуси обладает древесина. В отличие от древесины, для восстановления которой необходимо много лет, солому получают каждый год в практически одинаковых объемах, причем примерно 50% ее не востребовано. Получение, транспортировка и обработка соломы также дешевле и имеют более высокую степень механизации, чем для древесины. Важным преимуществом для сельскохозяйственных организаций является отсутствие необходимости оплаты за приобретение соломы как продукта при производстве зерна.

Биогаз. Кроме соломы значительный потенциал энергетической биомассы в сельском хозяйстве имеется в виде животноводческих стоков. Так объем воспроизводимой биомассы предприятий Минсельхозпрода составляет порядка 50 000 м³ в сутки, а ее энергетическая емкость – 4,5-5,0 млн. кВт.ч., в том числе 2,2 млн. кВт.ч электрической и 2,5 млн. кВт.ч тепловой энергии. Возможная годовая выработка электроэнергии 803 млн. кВт.ч. Это почти треть общего потребления электроэнергии всеми предприятиями Минсельхозпрода в 2005 году, составившего 2 253 млн. кВт.ч.

Эффективность применяемой технологии позволяют оценить эксплуатируемые в Беларуси с 2008 года две биогазовые установки: одна мощностью 340 кВт с использованием куриного помета и вторая мощностью 520 кВт с использованием отходов свиного комплекса.

За год на первой установке получено 2,0 млн. м³ биогаза, из которого выработано 3,46 млн. кВт ч. электрической и 1500 Гкал тепловой энергии.

На второй установке получено 1,4 млн. м³ биогаза, из которого выработано 2,8 млн. кВт ч. электрической и 2606 Гкал тепловой энергии. С помощью биогазовых установок получено 48 тыс. т высококачественных жидких органоминеральных удобрений.

Себестоимость электрической энергии не превышала 0,014 евро/кВт. ч, а тепловой – 4,8 евро/Гкал при цене их реализации 0,066 евро/кВт. ч и 20,8 евро/Гкал, соответственно. Годовая чистая прибыль,

Установка		Доход от выработки энергии			Суммарный доход	Издержки с амортизационными начислениями	Чистая прибыль (с учетом 5% налога на прибыль)	Стоимость БГЭК	Статический срок окупаемости
сырье	Мощность	Электрической	тепловой	органоминеральных удобрений					
	кВт	тыс. евро							лет
Свиной навоз	520	212	60	471	743	369	355	1710	4,8
Куриный помет	340	172	51	236	459	123	319	1227	3,8

Таблица 5. Эффективность эксплуатации биогазовых энергетических комплексов (БГЭК) в Республике

полученная от выработки электрической и тепловой энергии, а также органоминеральных удобрений свидетельствует о том, что капиталовложения на создание биогазовой установки окупятся в течение 4-5 лет.

В Табл. 5 представлена экономическая эффективность эксплуатируемых в Беларуси биогазовых энергетических комплексов.

В масштабах Беларуси из навозных стоков животноводческих ферм, комплексов и куриного помета птицефабрик ежегодно можно получать около 2,5 млрд. м³ биогаза и вырабатывать на его основе с использованием высокоэффективных когенерационных установок около 5 млн. МВт·ч электрической и 8,5 млн. Гкал тепловой энергии.

С учетом замещения невозобновляемых источников энергии это способствовало бы ежегодной экономии около 2,03 млн. т. н. э. Еще одним товарным продуктом промышленной переработки навоза, помета и растительных остатков в биогазовых установках являются органоминеральные удобрения. Получаемые в результате анаэробного сбраживания органоминеральные удобрения обладают высокой эффективностью и обеспечивают дополнительный прирост урожайности в среднем на 20% (по сравнению с несброженным навозом).

Если основным сырьем для получения биогаза являются свиные стоки повышенной влажности с низким соотношением углерода к азоту, то для нормального анаэробного сбраживания и получения максимального выхода биогаза необходимо использовать дополнительное сырье. Наиболее активно процесс метанового сбраживания протекает при использовании в качестве дополнительного сырья соломы зерновых при соотношении состава смеси 20,5:1,4:1 (C/N = 7). Использование отходов растениеводства (солома зерновых) приводит к снижению общей массы сбраживаемых компонентов, дозу загрузки и объем биореактора, сокращая материальные затраты на строительство биогазовой установки. При добавке соломы удельный выход энергии в расчете на одну тонну субстрата возрастает в 1,3 раза. Следовательно, можно сделать вывод о перспективности использования соломы как энергетического сырья при переработке ее по технологии анаэробного сбраживания. Важно, что растительные остатки возвращаются в почвенный оборот в качестве составляющего элемента органоминерального удобрения.

На установке мощностью 520 кВт, перерабатывающей в биогаз свиной навоз, в течение года получено 3460 МВт·ч электроэнергии, 2884 Гкал тепловой энергии и 32 тыс.т. органоминеральных удобрений.

Реализация такого количества товарной продукции позволила получить 355 тысяч евро годовой прибыли, уровень которой позволяет окупить капиталовложения в течение 5 лет. Аналогичная ситуация характерна для биогазовой установки мощностью 340 кВт, перерабатывающей куриный помет.

Биогазовые технологии способствуют решению еще одной проблемы сельскохозяйственного производства – экологической. Так как основу традиционных органических удобрений составляет навоз сельскохозяйственных животных, ограниченная восприимчивость растений к повышенным дозам таких удобрений создает среду для биологической зараженности почвы вредными микроорганизмами, приводит к загрязнению грунтовых вод и воздушного бассейна. В навозе животных жизнедеятельность болезнетворных бактерий и яиц гельминтов не прекращается, семена сорных трав сохраняют свои свойства. При открытом хранении навоза загрязняются воздушный бассейн, почва, поверхностные и грунтовые воды. Переработка навоза и животноводческих стоков в биогазовой установке позволяет сократить заражение окружающей среды и провести обеззараживание массы в сжатые сроки. На 01.01.2014 года в Республике работает 14 биогазовых установок общей мощностью около 20 МВт.

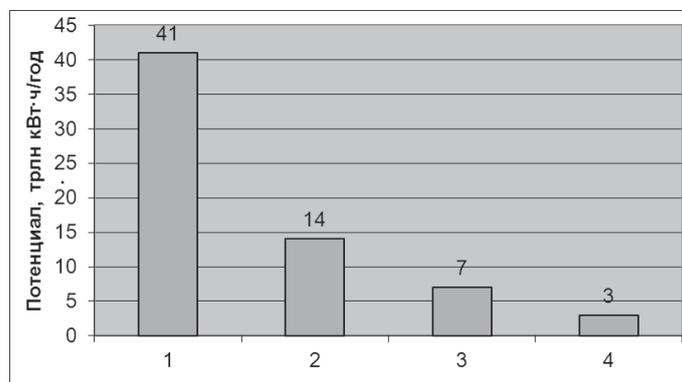


Рис.4. Потенциал гидроресурсов на земном шаре: 1 – теоретический; 2 – технически возможный; 3 – экономически целесообразный; 4 – используемый

Направление	Область применения	Суммарная мощность, МВт
Каскады низконапорных ГЭС средней мощности с небольшими затоплениями территорий	Реки: Западная Двина, Неман, Днепр	240
Малые ГЭС (средняя мощность около 1 МВт)	Притоки первого и второго порядка бассейнов рек Западная Двина, Неман, Вилия, Днепр	50
Малые ГЭС с использованием готового напорного фронта и имеющих гидротехнических сооружений	17 крупных (объемом более 1 млн м ³) водохранилищ неэнергетического назначения	6
МикроГЭС мощностью 10-50 кВт	Пруды и малые водохранилища с напором 2-5 м	1

Таблица 6. Направления развития гидроэнергетики в Беларуси

Гидроэнергия. Самым масштабным в мире по использованию ВИЭ является гидроэнергетика. Так в 2011 году гидроэлектростанциями (ГЭС) планеты выработано 3566 млрд. кВт/ч, или 1,8% от общего производства электроэнергии.

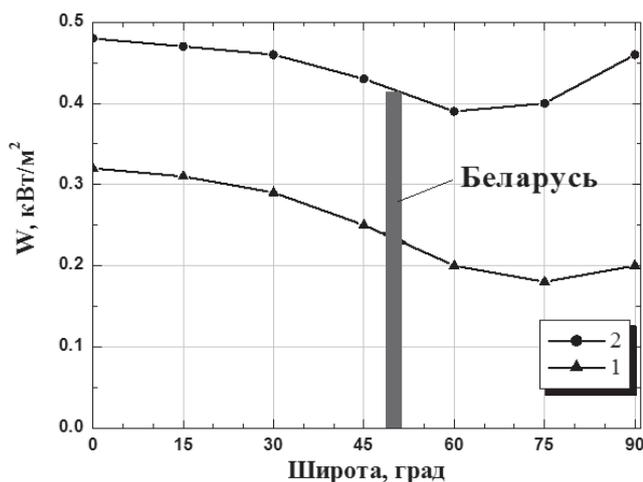
Зная суммарный расход и сезонные изменения водотоков, а также высоту над уровнем моря, можно определить теоретический потенциал для каждого региона. Необходимо отметить, что из общего объема потоков воды на земном шаре в 47 трлн. м³, только 28 – наземные водотоки, остальные – подземные.

Основной проблемой в использовании энергии рек и водотоков – необходимость затопления большой площади земли при сооружении плотин. В мире она составляет более 450 тыс. км³, что более чем в 2 раза превышает территорию Республики. В последние годы во многих странах развиваются технологии средних, малых и мини-ГЭС, в которых эта проблема до некоторой степени преодолеваются.

Республика расположена на равнине, не имеет выхода к морю. Теоретический гидропотенциал всех ее водотоков составляет 850 МВт, технически возможный – 520 МВт, экономически и экологически целесообразный – около 300 МВт.

На конец 2012 года в энергосистеме Беларуси эксплуатировались 23 ГЭС мощностью 26,1 МВт. Дальнейшее развитие гидроэнергетики может осуществляться по направлениям, представленным в Табл. 6.

Распределение теоретического, технического и экономического целесообразного потенциала гидроресурсов представлено на Рис.4. Даже теоретический

Рис.5. Средняя плотность потока солнечной энергии W на различной широте: 1 – для горизонтального коллектора; 2 – для поворотного вокруг двух осей коллектора

потенциал гидроэнергии всего лишь в 2,2 раза превышает нынешние годовые потребности в электроэнергии, технически возможный способен их удовлетворить только на 76%, а экономически целесообразный – на 39%.

В соответствии с Государственной программой строительства в 2011-2015 годах гидроэлектростанций в Республике, утвержденной постановлением Совета Министров Республики от 17 декабря 2010 года № 1838 (Национальный реестр правовых актов Беларуси 2010 года, № 304, 5/33018), планируется строительство и реконструкция 33 ГЭС суммарной мощностью 102,1 МВт, в том числе 20 микро-ГЭС (мощность до 100 кВт), 9 малых и мини-ГЭС (мощность от 100 кВт до 10 МВт), 4 крупных ГЭС (мощность свыше 10 МВт).

45% экономически целесообразного потенциала гидроэлектроэнергии уже реализуется. Учитывая более высокие капитальные затраты на строительство ГЭС по сравнению с электростанциями на органическом топливе и достаточную освоенность гидроресурсов в экономически развитых странах, в ближайшие десятилетия не следует ожидать значительного расширения гидроэнергетики.

Следует отметить, что ГЭС являются сезонными энергоисточниками, среднее число их работы в году в стране составляет менее 2700 часов. С учетом этого обстоятельства реализация гидропотенциала (Табл. 6), сможет обеспечить около 2% нынешнего потребления электроэнергии.

Планируемая выработка электроэнергии – до 0,6 млрд. кВт·ч, что эквивалентно 145 тыс. т н.э.

Ветер. Среднегодовая скорость ветра в стране около 4 м/с. Выявлено 1840 площадок, где на высоте 40 м от поверхности среднегодовая скорость ветра достигает 6,5-7,5 м/с, а расчетная – 10-12 м/с. Суммарная мощность ветроэнергетических установок равна 2,6 МВт, объем замещения – 0,7 тыс. т. н.э.

В 2012 году суммарная выработка электроэнергии на ГЭС и ВЭУ в белорусской энергосистеме 56,8 млн. кВт·ч или 0,2% от общей выработки.

Солнечная энергия. Основные характеристики солнечного режима, полученные по усредненным за 20-летний период результатам метеорологических наблюдений в Беларуси, имеют экстремумы в летнее время. Три летних месяца дают около 50% годового прихода солнечной радиации, причем на поверхность поступает прямая солнечная радиация (50...60% суммарной). Летом ежемесячно наблюдается не более двух-трех пасмурных дней, не менее восьми – десяти ясных и около пятнадцати – двадцати со средней облачностью. Средняя продолжительность солнечного сияния равна 775 ч на северо-западе Республики, 796 – в средней части и 823 ч – на юге, что составляет 55...65% годовой продолжительности.

Усредненная за летний сезон плотность потока радиации на горизонтальную поверхность при средней облачности составляет в день 18,1 МДж/м² (5 кВт·ч/м²), а при ясной погоде 27,7 МДж/м² (7,7 кВт·ч/м²). В широтном отношении различие основных актинометрических характеристик по Республике не превышает 5%.

На Рис.5 показано изменение среднего потока энергии солнечного излучения в зависимости от широты при безоблачном небе на плоском горизонтальном коллекторе (приемник солнечного излучения) и кол-

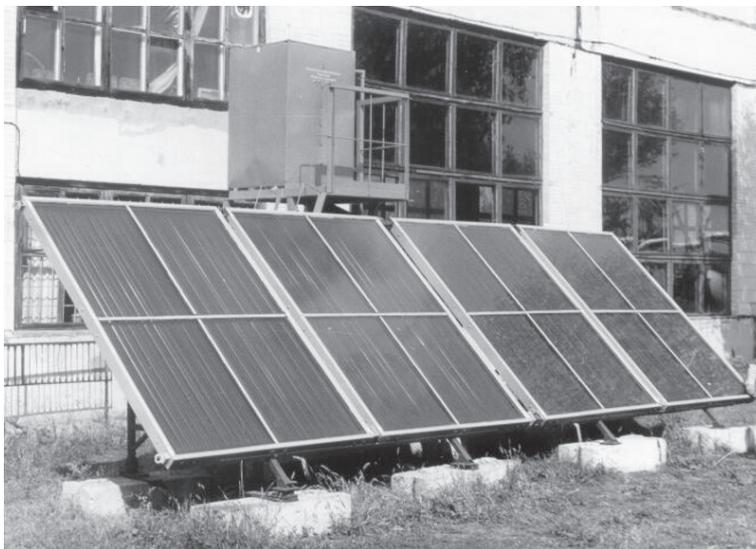


Рис.6. Общий вид модульного гелиоподогревателя с объемом подогрева воды 1500...2000 л/день

лекторе, который способен поворачиваться вокруг двух осей, принимая положение близкое к перпендикулярному по отношению к солнечному излучению.

Вероятным расширением применения солнечной энергии в Беларуси является массовое использование сельским населением гелиоподогревателей. Расчеты показывают, что внедрение только 25 тыс. таких площадью 1,5...2,0 м² позволяет обеспечить горячим водоснабжением около 100000 чел и улучшить условия жизни этого населения, сократить выбросы вредных газов (CO₂, NO₂), сажи на 2,0...2,5 тыс. т в год; дополнительно ввести в энергобаланс республики 25...30 млн. кВт·ч энергии.

В 2010 году в Солигорском районе введена в эксплуатацию гелиоводонагревательная установка мощностью 160 кВт. Многолетние исследования в Объединенном институте энергетических и ядерных исследований – “Сосны” НАН Беларуси, показали, что в течение года одноконтурная гелионагревательная установка может обеспечить получение 0,8-1,2 ГДж/м².

Однако интенсивность солнечного излучения на поверхности земли в этой части Беларуси довольно сильно изменяется от года к году и от месяца к месяцу, когда гелионагревательная установка эксплуатируется (с середины апреля до середины октября). Таким образом, чтобы заместить 1% теплоснабжения в стране за счет солнечной энергии, общая площадь коллекторов должна составить свыше 37 тыс. га.

Заключение

Директивой Президента Республики Беларусь от 14 июня 2008 года № 3 «Экономия и бережливость – главные факторы экономической безопасности государства» предусматривается реализовать ряд мер по расширению применения ВИЭ и в том числе:

- обеспечение в 2012 году не менее 25% объема производства электрической и тепловой энергии за счет местных видов топлива, вторичных энергоресурсов и ВИЭ;
- активизацию работы по строительству ГЭС малой и средней мощности, мини-ТЭЦ, а также производств по выпуску биотоплива, ветроэнергетических установок, биогазовых комплексов, установок, использующих энергию твердых коммунальных и иных отходов.

Изучение мирового опыта применения ВИЭ и анализ природно-производственных условий Республики показывает, что нетрадиционная энергетика может внести существенный вклад в решение поставленных задач.

Энергетические ресурсы и возобновляемые источники энергии в Беларуси



**С.Кундас, д.т.н., профес-
сор, Международный
государственный эколо-
гический университет им.
А.Д.Сахарова**

Энергетические ресурсы.

Беларусь имеет ископаемое топливо: нефть, торф, бурый уголь, горючие сланцы. Также может использовать ВИЭ: биомассу, гидроэнергию водных потоков; ветровую энергию; геотермальную (низкопотенциальное тепло Земли); солнечную энергию (электрическую и тепловую); энергию из отходов; био-дизель, топливный этанол [1-4].

Потребление нефти в Республике определяется объемами нефтепереработки на Мозырском и Новополоцком нефтеперерабатывающих заводах (НПЗ), а также ее использованием в качестве топлива и сырья для нефтехимической промышленности. Около 94% перерабатываемой нефти поставляется из России и только 6 % составляет нефть, добываемая в Беларуси.

На территории Республики (Припятский прогиб) выявлено 74 месторождения нефти, в том числе 2 месторождения нефтегазоконденсата. Количество добытой нефти - более 36% от суммарных ресурсов Припятского прогиба, оцениваемых в 332 млн. т. Разведка потенциальных ресурсов нефти составляет 53%. Остаточные извлекаемые промышленные запасы нефти составляют более 56 млн. т, из них 45% - высоковязкие и трудно добываемые. Для Припятского прогиба наступил период устойчивого уровня добычи (2-1,7 млн. т/год) с тенденцией его снижения по 10–20 тыс. т/год. Обеспеченность запасами нефти по уровню добычи 2009 года составляет около 33 лет [5].

В 2013-2020 годы потребность в нефти планируется сохранить на прежнем уровне при ежегодном потреблении 21,5–22,0 млн. т, что составит 217,88 млн. т. При ежегодном импорте в 21,0–21,5 млн. т объем поставок за этот период составит 211,0 млн. т. Из собственных месторождений планируется добыть 15,9 млн. т и поставить на экспорт 6,5 млн. т.

Несмотря на ограниченность и недостаточность ресурсов нефти, Беларусь является экспортером нефтепродуктов. Около 80% нефтепродуктов, произведенных белорусскими НПЗ, экспортируются в связи с наличием избыточных мощностей по переработке сырья и небольшой емкостью внутреннего рынка.

Припятская нефтегазоносная область - перспективна в плане выявления залежей природного газа, что определяет целесообразность проведения здесь поисковых работ. В ее пределах уже выявлены две залежи природного газа с запасами 982 млн. м³ на Борщевском нефтяном и Красносельском нефтегазоконденсатном месторождениях. Кроме того, природный газ в Беларуси добывается попутно при экс-

плуатации нефтяных месторождений. По состоянию на начало 2010 года в 66 месторождениях находится 8,3 млрд. м³ извлекаемых запасов попутного газа. Исходя из разведанных запасов, предложенного варианта освоения углеводородного потенциала Припятской области и прогнозируемого количества добытой нефти (8,7 млн. т), в 2005-2010 годы было добыто порядка 1 млрд. м³ попутного газа (220-205 млн. м³ в год), в 2011-2020 годах – 1,88 млрд. м³ (по 210 – 150 млн. м³ в год) [1, 5].

В 2009 году РУП «ПО «Белоруснефть» добыло 205 млн. м³ попутного газа, переработанном на Белорусском газоперерабатывающем заводе (БГПЗ), что практически удовлетворило потребности Республики в сжиженном газе. По данным концерна «Белтопгаз», на нужды населения и коммунально-бытовых потребителей в 2009 году израсходовано более 170 тыс. т сжиженного газа.

Учитывая увеличение потребления такого газа, собственного сырья для Республики будет недостаточно. Для полной загрузки БГПЗ, производственные мощности которого позволяют перерабатывать 500 млн. м³ газа в год, сырье (широкие фракции легких углеводородов) закупается в РФ. Излишки сжиженного газа экспортируются. Поскольку поставки природного газа в европейские страны осуществляются через территорию Беларуси, а ОАО «Белтрансгаз» акционирован с участием российского «Газпрома», эта компания останется поставщиком газа на перспективу. В целях энергетической безопасности страны ведутся поиски альтернативных поставщиков природного и сжиженного газа. В 2009 году белорусские потребители использовали около 18 млрд. м³ природного газа.

В последние годы ежегодные объемы добычи торфа снизились до 2-3 млн. т и определяются в основном его добычей для топливно-энергетических нужд предприятиями концерна «Белтопгаз» Министерства энергетики РБ. Добыча торфа для сельскохозяйственного использования предприятиями Министерства сельского хозяйства и продовольствия практически прекращена.

Предприятия торфяной промышленности разрабатывают 46 месторождений с запасами около 100 млн. т (на 1.01.2010 год) при условной 40% влажности, из которых пригодны для производства торфяного топлива 78,2 млн. т и 32,8 млн. т для сельского хозяйства [5]. Все разрабатываемые торфяные месторождения разведаны детально и не требуют дополнительных геологоразведочных работ кроме по переоценки запасов месторождений.

На отведенных предприятиям концерна «Белтопгаз» 11,2 тыс. га площадей торфяных месторождений залегают около 32 млн. т торфа, в том числе около 22 млн. т для производства топливных брикетов и 10 млн. т для сельскохозяйственного использования. Запасы на не отведенной части сырьевых баз (18,1 тыс. га) для производства брикетов составляют около 55 млн. т. Сырьевые ресурсы должны обеспечить предусматриваемые объемы добычи торфа и производства торфяной продукции вплоть до 2021 года. Остаточные разведанные запасы торфа (по состоянию на 1.01.2021 год) на сырьевых базах предприятий топливной промышленности составят около 78,7 млн. т, то есть при годовой потребности торфа около 2 млн. т Республика обеспечена торфом еще на 40 лет.

Каменный уголь.

Импортируется из России, Украины, Польши и Казахстана в объемах 250-300 тыс. т в год. При этом на территории Республики на глубинах 20-80 м разведаны три месторождения бурых углей в Припятском прогибе: Житковичское (70 млн. т), Бриневское (30 млн. т) и Тонежское (42 млн. т) [5]. Житковичское месторождение подготовлено для промышленного освоения, что позволяет проектировать строительство угольного разреза мощностью 2 млн. т в год и Бриневского месторождения с промышленными запасами 30 млн. т, на базе которых могут быть построены производственные мощности для добычи бурого угля как энергетического и коммунально-бытового топлива.

У Беларуси имеются перспективы создания в течение 7-10 лет собственной угольной сырьевой базы за счет подготовки Лельчицкого, Букчанского и Приболовичского угленосных месторождений с суммарными ресурсами угля порядка 450 млн. т.

Одним из источников топливно-энергетических ресурсов могут быть горючие сланцы. В Припятском сланценосном бассейне выявлено два месторождения сланцев: Любаньское и Туровское с суммарными прогнозными ресурсами порядка 3,9 млрд т, из которых разведаны запасы 1,2 млрд. т. [1, 5].

По показателям горючие сланцы не являются эффективным твердым топливом из-за высокой зольности (75% и более), низкой теплоты сгорания (средняя 5,8 МДж/кг) и выхода смол (7-8%) [5]. Однако по-

лучаемые при термической обработке сланцев жидкие и газообразные компоненты (пирогенетическая вода, первичный газ, газовый бензин) представляют интерес как сырье для получения ряда продуктов. Например, при пиролизе первичного газа, газового бензина и продуктов легкой фракции можно получить отопительный газ, мазут, бензол, толуол и сольвент. Сланцевый полукокс может использоваться как сырье для минеральной ваты и аглопорита. Зола горючих сланцев может применяться в качестве наполнителя в бетонах, пригодна для производства облицовочной и тугоплавкой керамики; вяжущих, например, добавки к цементу (20-30%), что значительно повышает его гидравлическую активность, в сельском хозяйстве для известкования почв.

Исходя из вышеизложенного можно отметить, что горючие сланцы являются перспективным сырьем для развития топливно-энергетической и химической промышленности.

Геотермальные ресурсы.

Геотермальные воды Беларуси относятся к низкоэнталийным источникам с невысокой температурой. На большей части страны температура осадочных пород до глубины 1 км изменяется от 6,5-7 до 20°C. В осадочных бассейнах – Подляско-Брестской и Оршанской впадинах – она на глубине 2 км достигает 35-40°C и лишь в Припятском прогибе на глубинах более 3 км ее значения иногда превышают 100°C в высокоминерализованных водах (рассолах). Высокое содержание солей осложняет использование подземных вод в качестве источников геотермальной энергии.

Источники с температурой более 150°C, позволяющие вырабатывать электрическую энергию, на территории Республики не выявлены. Несмотря на это, современные тепловые насосы дают возможность извлекать геотермальную энергию при подаче на их вход первичного теплоносителя с температурой 5-10°C и обеспечивать на выходе температуру 50-65°C, достаточную для отопления зданий и сооружений.

На начало 2010 года в эксплуатации на территории Республики находятся 20 геотермальных установок производственного назначения суммарной инсталлированной мощностью около 2 МВт [5]. Кроме этого, введено в эксплуатацию более 200 тепловых насосов с тепловой мощностью 16,5 МВт (на водозаборах вокруг Минска, Бреста, в окрестностях Новополоцка, на канализационных насосных станциях, а также используются для отопления коттеджей). Тепловые насосы не требуют отдельных зданий, занимают небольшую площадь и могут размещаться вблизи другого оборудования. Однако они требуют бесперебойного электроснабжения для привода компрессоров и комплектуются устройствами автоматического управления. Суммарная тепловая мощность инсталлированных в Беларуси установок – около 4,5 МВт, что ничтожно мало в сравнении с ежегодным потреблением страной около 39 млн. т у. т. для производства энергоресурсов.

Для использования геотермальной энергии необходимо решить вопрос о снижении тарифов на электроэнергию, потребляемую геотермальными установками; внести изменения в нормативные акты, регламентирующие порядок проектирования и строительства сооружений с использованием геотермальной энергии; разработать ингибиторы, позволяющие снизить температуру и давление выпадения солей с целью использования геотермальной энергии из рассолов и разработать инновационные конструкции тепловых насосов тепловой мощностью от 5 до 100 кВт.

Древесная биомасса

Беларусь обладает значительными лесными ресурсами. Общая площадь лесного фонда Республики по состоянию на 1 января 2011 года составила 9,4 млн. га, в том числе лесами покрыто 8,0 млн. га. Лесистость, определяемая отношением площади земель покрытых лесом к общей территории, в целом по Беларуси составляет 38,8% (рост на 0,3% за 2010 год). Общие запасы древесины на 1 января 2011 года составляют 1,6 млрд. м³ и выросли по сравнению с 2010 годом на 32,2 млн. м³. К 2030 году запасы древесных ресурсов ожидаются на уровне 2,2 млрд. м³ (+ 47%) [6].

Энергия биогаза

В Беларуси действуют следующие источники биомассы:

- более 51 животноводческих ферм (200 тыс. коров);

- более 69 свиноферм и комплексов (1,2 млн. свиней);
- 65 птицеводческих ферм и фабрик (21 млн. куриц);
- отходы сельского хозяйства.

Сегодня действуют 12 биогазовых комплексов и 3 электростанции на свалочном газе.

Ветровая энергия.

В результате проведенных в 90-х годах исследований определено в Беларуси 1840 потенциальных площадок для размещения ветроустановок, которые могли бы обеспечить потенциал порядка 1600 МВт.

Сейчас в Беларуси действуют 18 ветроустановок суммарной мощностью 4 МВт. Развитие ветроэнергетического потенциала предусмотрены Государственной программой мер по смягчению последствий изменения климата на 2013-2020 годы, утвержденной постановлением Совета Министров Беларуси № 510 от 21 июня 2013 года. Согласно программе суммарная мощность ветроустановок к 2015 году может увеличиться в 100 раз (400 МВт) [7]. Самая крупная ветроэнергетическая установка введена в эксплуатацию в 2011 году в районе д. Грабники Новогрудского района Гродненской обл. (Рис.1).



Рис. 1. Вид крупнейшей в Беларуси ветроэнергетической установки мощностью 1,5 МВт

Гидроэнергетика.

Потенциальная мощность водотоков в Беларуси – 850 МВт. Технически доступный потенциал – 520 МВт. Экономически целесообразный потенциал – 250 МВт. Эксплуатируются 41 гидроэлектростанция суммарной мощностью 23 МВт. Гродненская ГЭС мощностью 17 МВт была запущена эксплуатацию в 2012 году, 120 МВт будут запущены до 2015 года.

Энергия солнца.

По метеорологическим данным в Беларуси ежегодно наблюдается в среднем 150 пасмурных дней, 185 дней с переменной облачностью, 30 солнечных дней. Средняя энергия, падающая на поверхность Земли с учетом ночей и облачности - 2,8 кВт·ч/(м²·сут), и с 12%-ной эффективностью преобразования можно получать 0,3 кВт·ч/(м²·сут) [1].

При этом, приход солнечного излучения с апреля по сентябрь – 65-75% годовой суммы, а среднемесячная продолжительность солнечного сияния 240 ч при поступлении на 1 м² поверхности земли 150 кВт·ч энергии с вероятной интенсивностью 0,45 кВт/м², т. е. среднее поступление солнечной энергии с апреля по сентябрь – 5 кВт·ч/м² в сутки.

С учетом климатических условий Республики основные направления использования солнечной энергии – водонагреватели и устройства для интенсификации воздушной сушки и подогрева воды в сельскохозяйственном производстве и в коммунальном хозяйстве.

Коммунальные отходы.

Потенциальная энергия в муниципальных отходах, образовавшихся в Беларуси, эквивалентна 470 тыс. т ут. или 100-120 тыс. т ут. с учетом биотехнологической переработки отходов при получении свалочного газа с эффективностью не более 20-25%

Биотопливо.

В 2010 году производство смесового биодизельного топлива составило около 1 млн. тонн.

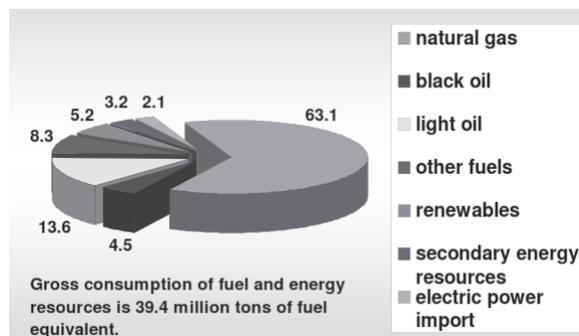


Рис. 2. Структура потребления топливных энергетических ресурсов в Беларуси в 2011 году. [4]

Планируется провести экспериментальную отработку технологии производства биотоплива на основе этанола для бензиновых двигателей. К 2015 году годовой объем производства этанола может достигать 50 тыс. тонн.

Около 92% энергопотребления в Беларуси обеспечивается ископаемыми видами топлива и 63,1% от этого количества составляет природный газ (Рис.2).

В течение последних 10 лет ВВП Беларуси увеличился на 150%. Произошло увеличение валового потребления топливно-энергетических ресурсов приблизительно на 6%. Как результат – снижение энергоёмкости ВВП на 44%. В Беларуси все еще имеются резервы в этом направлении по сравнению с развитыми странами (Рис. 4).

Доля потребления местных видов топлива в Беларуси на 2012 год составляла 25% (Рис. 5), среди которых – возобновляемые источники энергии – 5,2% (Рис. 2). Как видно из Рис.6 различные виды древесного топлива составляют более 90% в валовом объеме производства энергии от возобновляемых источников.

Законодательство Республики Беларусь в области ВИЭ и энергосбережения

Вовлечение в хозяйственный оборот ВИЭ является составной частью энергосбережения, реализующего правовые, организационные, научные, производственные, технические и экономические меры, связанные с эффективным использованием энергетических ресурсов. Дальнейшие шаги по стимулированию использования ВИЭ требуют интеграции усилий специалистов, работающих в возобновляемой энергетике.

Основываясь на положениях законодательства Республики в области энергосбережения и ВИЭ можно сделать вывод, что основными путями интенсификации развития ВИЭ может стать разработка и усовершенствование нормативно-правовой базы в сфере их использования для закрепления на законодательном уровне государственной поддержки развития использования ВИЭ предоставлением государством финансовых преференций, включая налоговые льготы для инвесторов и производителей энергии на основе ВИЭ.

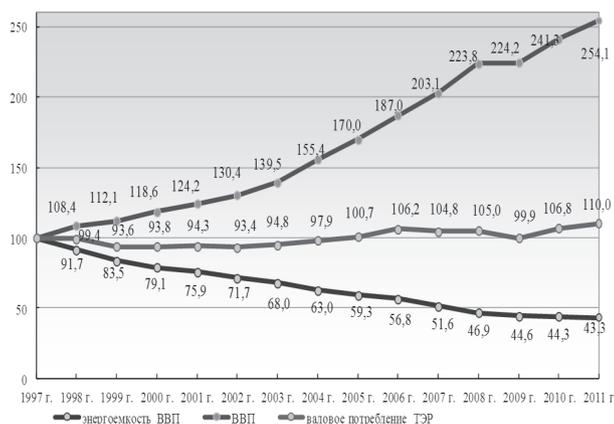


Рис. 3. Динамика ВВП, валовое потребление ТЭР и энергонапряженность ВВП в 1997-2011 годах (%) [4]

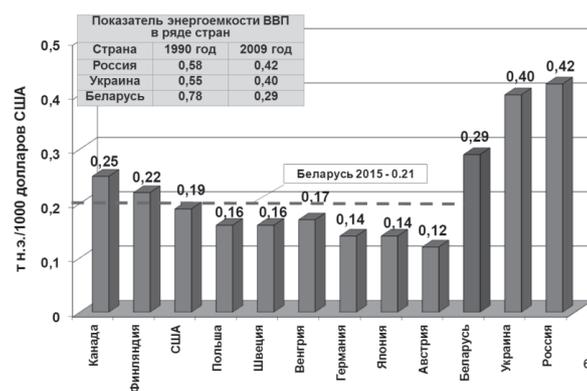


Рис. 4. Показатели энергонапряженности ВВП в мире в 2009 году (в ценах 2000 года) [4]

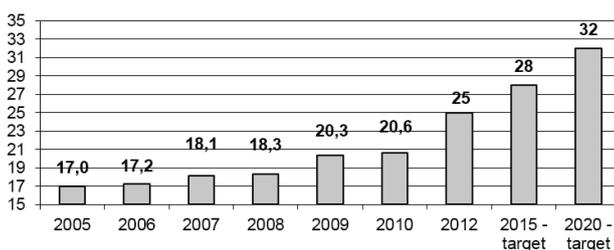


Рис. 5. Доля местных видов топлива в Республике в 2005-2020 годах (%)

В Республике создана нормативно правовая база для развития ВИЭ, включающая:

- Закон Республики Беларусь «Об энергосбережении» (от 15 июля 1998 года № 190);
- Закон Республики Беларусь «О возобновляемых источниках энергии» (от 27 декабря 2010 года № 204-3);
- Постановление министерства экономики Республики Беларусь от 30 июня 2011 года № 100 «О тарифах на электрическую энергию, производимую из возобновляемых источников энергии»;
- Стратегия развития энергетического потенциала Республики Беларусь. Утверждена Постановлением Совета Министров РБ 9 августа 2010 года № 1180;
- Республиканская программа энергосбережения на 2011-2015 г. Утверждена Постановлением Совета Министров РБ 24 декабря 2010 года № 1882;
- Государственная программа по строительству гидроэлектростанций в Республике Беларусь, Утверждена Постановлением Совета Министров РБ 17 декабря 2010 года № 1838;
- Программа строительства энергоисточников, работающих на биогазе на 2010-2012 годы, Утверждена Постановлением Совета Министров РБ 19 июня 2010 года № 885;
- Национальная программа развития местных и возобновляемых источников энергии в Республике Беларусь на 2011-2015 годы, Утверждена Постановлением Совета Министров РБ 10 мая 2011 года № 586;
- Государственный кадастр ВИЭ, 2011 год.

Согласно Закону Республики Беларусь «О возобновляемых источниках энергии» стоимость электроэнергии, приобретаемой энергосетями установлена на уровне тарифов для промышленных и приравненных к промышленным потребителям с присоединенной мощностью до 750 кВт·А, используя повышенные коэффициенты (величина коэффициентов утверждена постановлением Министерства экономики Республики Беларусь от 30 июня 2011 года № 100 «О тарифах на электрическую энергию, производимую из возобновляемых источников энергии»).

Согласно постановлению первые десять лет после сдачи в эксплуатацию ВИЭ устанавливается коэффициент 1,3 (для всех источников, кроме солнечной энергии) На электроэнергию, производимую от фотоэлектрических батарей, установлен повышающий коэффициент 3,0. Через 10 лет после ввода в эксплуатацию для всех источников коэффициент составляет 0,85.

Заключение.

Государственная энергетическая политика Республики Беларусь направлена на расширение и стимулирование использования местных и ВИЭ, энергосбережения. В этом отношении за последние десять лет получила значительное совершенствование нормативно-правовая база и реализован ряд проектов, что позволило увеличить долю местных энергоресурсов с 17 до 25%, в том числе ВИЭ - до 5.2% (в структуре котельно-печного топлива – до 8.3%, 2012 года).

Литература

1. Возобновляемые источники энергии. С.П. Кундас, С.С Позняк, Л.В.Шенец. – Минск: МГЭУ им. А.Д. Сахарова, 2009. – 390 с.
2. Национальная программа развития местных и возобновляемых энергоисточников на 2011–2015 годы. Утв. постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 10.05.2011 г. № 586.
3. Государственная программа строительства энергоисточников на местных видах топлива в 2010–2015 годах. Утв. постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 19.07.2010 г. № 1076.

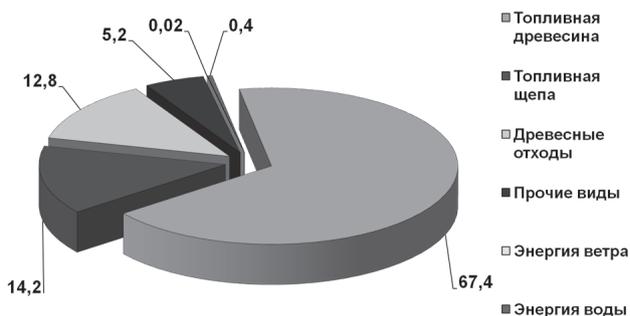


Рис. 6. Баланс ВИЭ в Республике Беларусь (2011 год)

4. Повышение энергоэффективности и использования возобновляемых источников энергии в республике Беларусь. – Департамент по энергоэффективности Государственного комитета по стандартизации Республики Беларусь, 2012. 10 с. (Брошюра) <http://energoeffekt.gov.by/laws/resolution.html>

5. Карпук В. В., Ковхута А. М. О возможностях обеспечения потребностей экономики Республики Беларусь собственными минерально-сырьевыми ресурсами// Новости науки и технологий. №3(16), 2010 Электронный ресурс. Режим доступа: http://belisa.org.by/ru/izd/stnewsmag/3_2010/art4_16_2010.html. Дата доступа: 12.10.13 г.

6. Государственный лесной кадастр Республики Беларусь по состоянию на 1 января 2011 года Электронный ресурс. Режим доступа: www.minpriroda.gov.by/dfiles/000632_783424_7.doc .

Дата доступа: 12.10.13 г.

7. Суммарная мощность ветроустановок в Беларуси к 2015 году может увеличиться в 100 раз. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://news.tut.by/economics/358081.html>. Дата доступа: 12.10.13 г.

Разработки Республики Беларусь

Энергетика

БЕЛ-01

Автоматизированные топочные агрегаты на местных видах топлива для теплоснабжения сельскохозяйственных объектов

Область применения

Предприятия сельского хозяйства и перерабатывающие, отопление жилых домов, лесных и сельских хозяйств, теплиц и других сооружений, технологические цели.

Описание

Агрегат состоит из бункера для твёрдого топлива (щепа, топливные гранулы, пеллеты), шнекового питателя, топки, узла пожаротушения, пульта управления.

Бункер имеет форму цилиндра. К нижней части бункера приварен короб квадратного сечения, являющийся кожухом шнекового питателя.

В днище бункера на подшипниках качения установлен поворотный щит. Привод щита осуществляется с помощью приводного червяка. Вращение поворотного щита предотвращает зависание топлива в бункере.

К днищу прикреплены стойки с регулировочными болтами, обеспечивающие горизонтальную установку системы.

Шнековый питатель состоит из корпуса и шнека. Корпус выполнен в форме короба квадратного сечения. Привод питателя – от мотор-редуктора. При помощи питателя осуществляется подача топлива из бункера в топку.

Топка состоит из металлического наружного корпуса и жаростойкой керамической камеры сжигания. Корпус выполнен в форме двойного цилиндрического кожуха, внутри которого находятся каналы, подающие воздух в камеру сжигания. Камера сжигания является одновременно тепловым аккумулятором.

Внутри камеры находится откидной клапан дозатора. Все элементы узла изготовлены из жаростойкой стали. Цель узла – дозированная равномерная подача топлива в камеру сжигания.

В узел пожаротушения входят датчик температуры, бак с водой, клапан, система развода воды.

Датчик температуры расположен на расстоянии нескольких сантиметров от корпуса топки. После поступления сигнала о повышении температуры в шнековом теле, клапан открывается, и вода из бака поступает в питатель и предотвращает распространение пламени внутри питателя.

Пульт управления обеспечивает автоматизированную работу агрегата и контролирует сгорание топлива по выходным параметрам.



Преимущества

Ожидаемый годовой экономический эффект от внедрения единицы новой техники составит 1,5...2,5 тыс. у.е., и достигается за счет снижения трудоемкости и автоматического регулирования горения, что позволит: уменьшить расход топлива, обеспечить более полное его сгорание, увеличить КПД агрегата, снизить выбросы вредных веществ в атмосферу.

Инновационные аспекты предложения

Новизна предлагаемой работы заключается в создании эффективного автоматизированного устройства для сжигания древесного топлива в виде щепы, опилок, гранул, позволяющего обеспечить наиболее полное и экологически безопасное их сжигание.

Имеется патент Республики Беларусь на изобретение №16303 «Автоматическая система сжигания древесных отходов». Он поддерживается в силе.

Практический опыт

Проведен комплекс испытаний.

Предлагаемые формы сотрудничества

Договор НИОК(Т)Р.

Продажа технологии.

Контактная информация

Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства» (РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»).

Ул. Кнорина, 1, 220049, г. Минск, тел./факс: (017) 280-02-91, эл. почта: belniimsh@tut.by

Барановский Иван Васильевич

Тел.: +375 (44) 714-29-43; тел./факс: 8 (017) 280-45-32

Э. почта: susyilka@tut.by

Энергетика

БЕЛ-02

Котлы водогрейные пиролизные КВ-Тп-20, КВ-Тп-50, КВ-Тп-90

Область применения

Стационарные и блочно-модульные котельные, расположенные в электрифицированных зонах. Нагрев воды для отопления и горячего водоснабжения агротехнических объектов, жилых и административных зданий агрокомплекса.

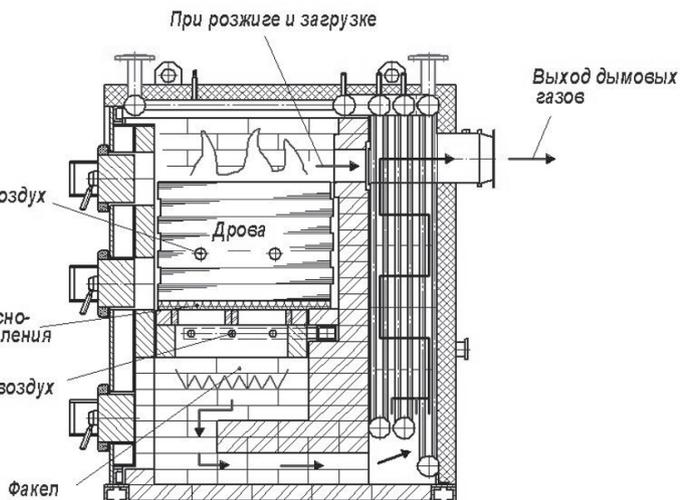
Описание

Котлы работают на твердом топливе – дровах. Котел КВ-Тп-90 включает непосредственно сам котел, состоящий из корпуса, каркаса, панели передней и трубопроводов, а также дополнительное оборудование: выходной коллектор, вентиляторы, дымосос центробежного типа, пульт управления.

На выходном коллекторе размещаются контрольно-измерительные приборы, предохранительная и запорная арматура на выходе воды из котла. Вентиляторы предназначены для подачи первичного воздуха в загрузочную топочную камеру и вторичного воздуха в камеру сгорания котла. Регулировка его подачи осуществляется через пульт управления изменением частоты вращения двигателей. Дымосос

центробежного типа предназначен для отсасывания дымовых газов в дымовую трубу и создания требуемого разрежения. Пульт управления используется для программного розжига, регулирования тепловой мощности и обеспечения световой и звуковой сигнализации в случае аварийных ситуаций при эксплуатации котлов.

Принцип работы котла: топливо вручную подается в загрузочную топочную камеру котла, где под действием высокой температуры и в условиях недостатка кислорода происходит пиролиз топлива с выделением генераторного газа. Образующийся газ через сопла и пазы бетонных блоков попадает в камеру сгорания, где в потоке вторичного воздуха самовоспламеняется и сгорает в виде факелов. Факелы направлены в выемки кирпичной кладки, выходя из которых дымовые газы, проходя газовый тракт котла, передают тепло воде, находящейся в коллекторах и трубах конвективных поверхностей.



Циркулирующая в котле вода нагревается и служит для отопления и горячего водоснабжения. Воздух для горения поступает в загрузочную топочную камеру и камеру сгорания через воздуховоды от дутьевых вентиляторов. Дымосос создает разрежение в камере сгорания и газоходах, необходимое для качественного сжигания топлива.

Принятая в котле циркуляция воды многоходовая однопоточная. Автоматическое регулирование соотношения первичного и вторичного воздуха позволяет достичь высокого КПД (90%) и дает возможность изменять мощность котла в широком диапазоне (50-110% от номинальной мощности). Кроме этого, в конструкции предусмотрено устройство механической защиты, которое в случае отключения напряжения питающей сети предотвратит аварийный режим работы.

Преимущества

Преимущества пиролизных котлов над дровяными в их экономичности:

- при одной загрузке котла дровами продолжительность работы составляет до 6 часов (не требуются кочегары);
- высокий КПД (90%);
- возможность регулирования мощности (50-110%);
- расход топлива уменьшается на 20-30%;
- обеспечение эффективного сгорания топлива;
- отсутствие выбросов сажи;
- незначительное количество золы;
- простое и безопасное обслуживание.

В настоящее время в структуре местных видов топлива доля древесины составляет более 90%. Повсеместно проводится работа по переводу теплогенерирующего оборудования на местные виды топлива. В большинстве случаев данное оборудование имеет низкий КПД. Учитывая то, что необходимо увеличивать долю местных видов топлива, а также рост цен на древесное топливо, спрос на высокоэффективное топочное оборудование для использования древесного топлива будет расти. Спрос на такое оборудование удовлетворяется преимущественно за счет импорта. Поэтому данная разработка должна быть востребована отечественными потребителями.

Разрабатываемые котлы соответствуют по своим характеристикам мировым аналогам при меньшей стоимости (ориентировочно стоимость водогрейного котла составляет 65 000 тыс. руб.).

Предложения по сотрудничеству

Продажа технологии.

Контактная информация

РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»

220049, г. Минск, ул. Кнорина, 1

Тел./факс: +375 (17) 280-02-91

Чумаков Валерий Валентинович

Тел.: +375 (44) 714-29-46

ОАО «ГСКБ»

224014, г. Брест, ул. Смирнова, 6б

Тел./факс: +375(162) 24-61-84

Жулаев Юрий Сергеевич

Тел.: +375 (162) 24-03-15; эл. почта: zh_yury@tut.by

Энергетика

БЕЛ-03

Мобильная лаборатория с комплектом оборудования по технологическому, техническому обслуживанию и диагностике биогазовых установок ЛДБ

Область применения

Агропромышленные предприятия, эксплуатирующие биогазовые энергетические комплексы, сервисные службы.

Описание

Оборудование мобильной лаборатории устанавливается на базе грузового автомобиля-фургона типа ГАЗ-2705.

Оборудование должно позволять выполнять следующие операции:

- диагностирование биогазовых установок включающее измерение:
- состава биогаза в оборудованной точке биогазовой установки;
- влажности исходного и сброживаемого субстратов;
- зольности субстратов;
- кислотности субстратов;



- степени загрязнения приемной емкости и ферментеров песком;
- проверку герметичности метантенков биогазовой установки;
- герметичности газопровода установки;
- герметичности системы отопления ферментеров;
- диагностику мешалок субстрата;
- определение исправности электродвигателей мешалок;
- проверку питающих напряжений на электрических блоках;
- работы по техническому обслуживанию ТО-1 и ТО-2.

Преимущества

Своевременная диагностика и техническое обслуживание оборудования биогазовой установки позволят избежать дополнительных затрат и обеспечат экономию финансовых средств от 20,5 до 30 тыс. рублей в сутки или в среднем около 10 млн. рублей в год (100 млн. руб. на полный годовой объем работ одним мобильной лабораторией – 10 биогазовых установок).

По предварительным подсчетам ожидаемый годовой экономический эффект от сокращения издержек, связанных со снижением количества и качества вырабатываемого биогаза, вызываемых сбоями в работе установок; увеличения срока службы оборудования, снижения трудоемкости ТО на полный объем внедрения (50 шт.) составит не менее 3000 млн. руб.

Стадия разработки

Используется при мониторинге действующих биогазовых установок и проектировании новых.

Предложения по сотрудничеству

Продажа технологии.

Контактная информация

*РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»
220049, г. Минск, ул. Кнорина, 1, к. 17 (2 этаж)
Капустин Николай Федорович
Тел. +375 44 714-29-54, 280-84-98
Эл. почта: labter@yandex.ru*

Энергетика

БЕЛ-04

Оборудование гелиоводонагревательное ОГВ-3

Область применения

Теплотехника, теплоэнергетика, децентрализованное горячее водоснабжение и отопление, использование ВИЭ, энергосберегающие технологии.

Описание

Оборудование г включает:

- гелиоколлектор (объединенные в единую монтажную конструкцию модули гелиоколлекторные, установленные на кронштейне) предназначен для преобразования энергии падающего солнечного излучения в тепловую энергию теплоносителя;
- бак-аккумулятор для накопления и сохранения тепловой энергии от модулей гелиоколлекторных в объеме воды для горячего водоснабжения и отопления;

- шкаф управления для автоматического, контроллерного управления оборудованием, обеспечивающего функционирование оборудования и автоматическое поддержание заданной температуры воды в баке-аккумуляторе;
- шкаф гидравлический для формирования двух теплообменных контуров: вакуумированных модулей гелиоколлекторных и бака-аккумулятора.



Каждый модуль состоит из 12 вакуумированных трубок, установленных параллельно и подключенных к общей распределительной трубе.

Преимущества

Оборудование гелиоводонагревательное ОГВ-3 позволяет повысить энергоэффективность процесса водоподготовки, снизить удельный расход электроэнергии.

Отличительными особенностями оборудования являются: контроллерная автоматизация процесса нагрева и использование вакуумированных трубок в гелиоколлекторных модулях, что позволяет уменьшить теплопотери и эффективно использовать оборудование даже в холодное время года.

Экономическая эффективность оборудования ОГВ-3 заключается в сокращении на 50 – 60% годового потребления энергоресурсов для горячего водоснабжения или на 24 – 30% - для горячего водоснабжения и отопления, а также в уменьшении выбросов парниковых газов и загрязняющих веществ в атмосферу.

Годовой приведенный экономический эффект от внедрения оборудования (3 000 шт. в год) составит 1 085 тыс. у.е., срок окупаемости – 5-8 лет.

Стадия разработки

Разработана новая конструкция.

Внедрена и используется в п. Ждановичи Минского района в системе горячего водоснабжения производственного здания опытного производства РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства».

Предложения по сотрудничеству

Договор на НИОКР.

Продажа технологии.

Контактная информация

РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»

220049, г. Минск, ул. Кнорина, 1, комната 17 (2 этаж)

Тел./ факс: +375 (17) 280-02-91

Капустин Николай Федорович

Тел.: +375 (44) 714-29-54; эл. почта: npcter@yandex.by

ООО «Диапазон-Ф»

Данилевский А.А.

Тел.: +375 (216) 29-44-69

БЕЛ-05

Методика оценки ветрового потенциала

Область применения

Оценка ветрового потенциала применительно к условиям перспективных площадок. Учитывает рельеф местности, искусственные препятствия и шероховатости поверхности на формирование ветрового климата в исследуемом регионе. Энергетика, ВИЭ, ветроэнергетика, экология, газодинамика, экономика энергетики, метеорология.

Описание

В методике используются метеорологические данные от анемометров вблизи планируемого района внедрения. Она оценивает среднюю энергию ветра в достаточно большом регионе и предсказывает среднее годовое производство энергии определенной ветротурбиной, расположенной на определенной площадке местности.

Процедура подбора места установки ВЭУ включает этапы по определению:

- соответствующего регионального ветрового режима;
- влияния шероховатости окружающей территории;
- влияния близлежащих затеняющих препятствий;
- местного рельефа;
- построение результирующего распределения повторяемости скоростей ветра (например, по распределению Вейбулла);
- расчёт среднего значения мощности ветрового потока на основе распределения повторяемости скоростей ветра (например, по Вейбуллу) и установленной мощности ВЭУ.

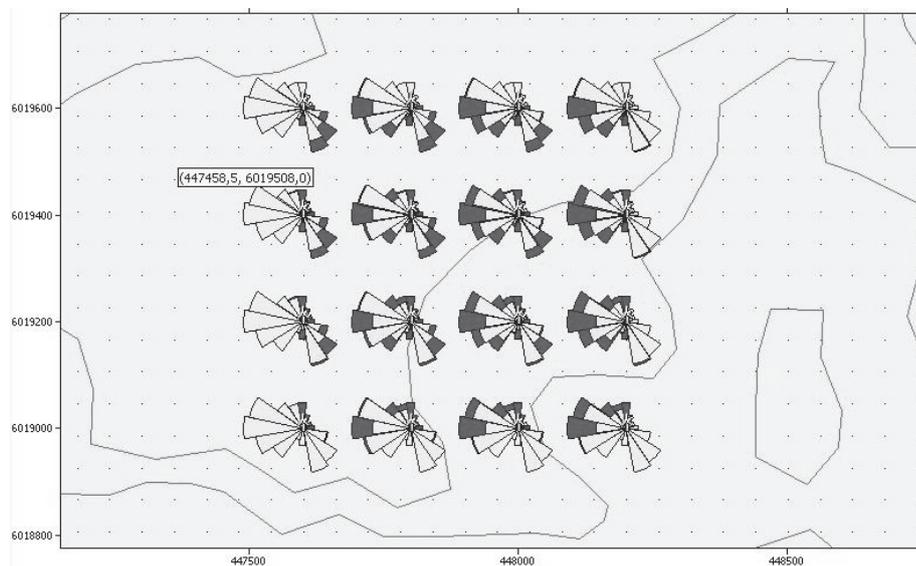


Рис. Частотное распределение удельной мощности ветрового потока по секторам розы ветров для ветроустановок в составе ветроэнергетической станции (расстояние между установками 4 диаметра ветроколеса). Красным цветом отмечены потери мощности вследствие экранирования

Предполагаемые площадки размещения ВЭУ и ВЭС выбираются из расчета достаточного высокого ВЭП территории, на которой они смогут вырабатывать максимальное количество энергии, следующим образом:

- выделяются самые возвышенные и безлесные участки местности на топографических картах региона, на которых вероятны наиболее сильные ветры;
- участки детально анализируются на крупномасштабных топографических картах, на которых выявляются отдельные, компактно расположенные безлесные холмы, пригодные для размещения ВЭУ.

Результаты применения методики могут быть использованы в Минэнерго при планировании развития ветроэнергетической отрасли, выборе и проектировании перспективных площадок для размещения ветропарков с учетом ветрового потока, рационального размещения ВЭУ в составе ВЭС, а также экологических последствий развития ветроэнергетики. Результаты работы также могут быть использованы Минприроды при составлении Ветроатласа Республики Беларусь.

Преимущества

Важным результатом методики оценки ветропотенциала при проектировании ветропарков является выбор оптимального размещения ВЭУ в составе ВЭС, что позволяет снизить влияние «затенения» ветроустановок, особенно в преобладающем для местности направлении ветра, и повысить эффективность использования отчуждаемой под ВЭС территории. Выбор такого оптимального расстояния не приводит к значительному экранированию ветрового потока, в то же время позволяет не отчуждать значительные территории, отводимые под ветропарки. Экономическая эффективность – компьютерная методика оценки ветропотенциала состоит в том, что в данной методике с использованием вычислительных средств производится анализ большого объема информации, включая учет влияния рельефа местности, искусственных препятствий и шероховатости поверхности и соответствующих характеристик ветротурбины ВЭУ, что позволяет повысить эффективность строительства и использования ветроэнергетических установок.

Стадия разработки

Внедрена и использована при оценке ветропотенциала 4-х перспективных регионов Минской и Гродненской областей, а также при разработке ветроатласа Республики Беларусь.

Предложения по сотрудничеству

Продажа технологии.

Контактная информация

ГНУ «Объединенный институт энергетических и ядерных исследований - Сосны» НАН Беларуси

220109, г. Минск, ул. ак. Красина, 99

Тел.: +375 (17) 299-45-75, факс +375 (17) 2929-43-55

Трифонов Александр Георгиевич. Тел.: +375 (17) 299-44-75, tral@sosny.bas-net.by

Михалычева Эллина Александровна. Тел.: +375 (17) 299-45-16, ella_mikh@mail.ru

Энергетика

БЕЛ-06

Термохимическое разложение биомассы

Область применения

Результаты рекомендуется применять при создании установок, использующих различные виды растительного сырья с целью получения топлив для когенерационных или котельных установок, двигателей внутреннего сгорания.

Описание

Разработана математическая модель пиролиза, проведено теоретическое исследование кинетики пиролиза и переноса в реакторе установки, определены оптимальные параметры получения целевых продуктов.

Разработана экспериментальная установка пиролиза биомассы, проведены ее лабораторные испытания.

Выполнено экспериментальное исследование пиролиза древесных опилок и крошки древесного угля на пиролизной установке. Изучено влияние сырья и условий процесса на качество и количество конечных продуктов пиролиза.

Получена опытная партия жидких продуктов термохимического разложения биомассы. Разработана техническая и конструкторская документация на экспериментальную установку пиролиза биомассы

Стадия разработки

Имеется know-how.

Предложения по сотрудничеству

Венчурное финансирование.

Совместное предприятие.

Лицензирование.

Контактная информация

Республиканское научно-производственное унитарное предприятие «Институт энергетики национальной академии наук Беларуси»

ул. Академическая, 15, корп. 2, 220072, г. Минск

Тел. (017) 294 94 72, тел./факс (017) 284 13 26

Эл. почта: ipe@bas-net.by

Энергетика

БЕЛ-07

Микробиологическая переработка послеспиртовой барды с получением кормового продукта и биогаза

Назначение

Комплексная энергоэффективная технология микробиологической переработки послеспиртовой барды с получением белоксодержащего кормового продукта и биогаза позволяет утилизировать крупнотоннажный отход производства этилового спирта из зернового сырья с получением ценных продуктов – белоксодержащего кормового продукта и энергоносителя – биогаза.

Область применения

Решение проблемы с отходами и внедрение на спиртовых заводах.

Описание

Технология основывается на следующих решениях:

- ферментативная обработка барды с целью расщепления полисахаридов;
- культивирование термотолерантного (42°C) факультативно анаэробного микроорганизма – продуцента белка на ферментативно обработанной барде;

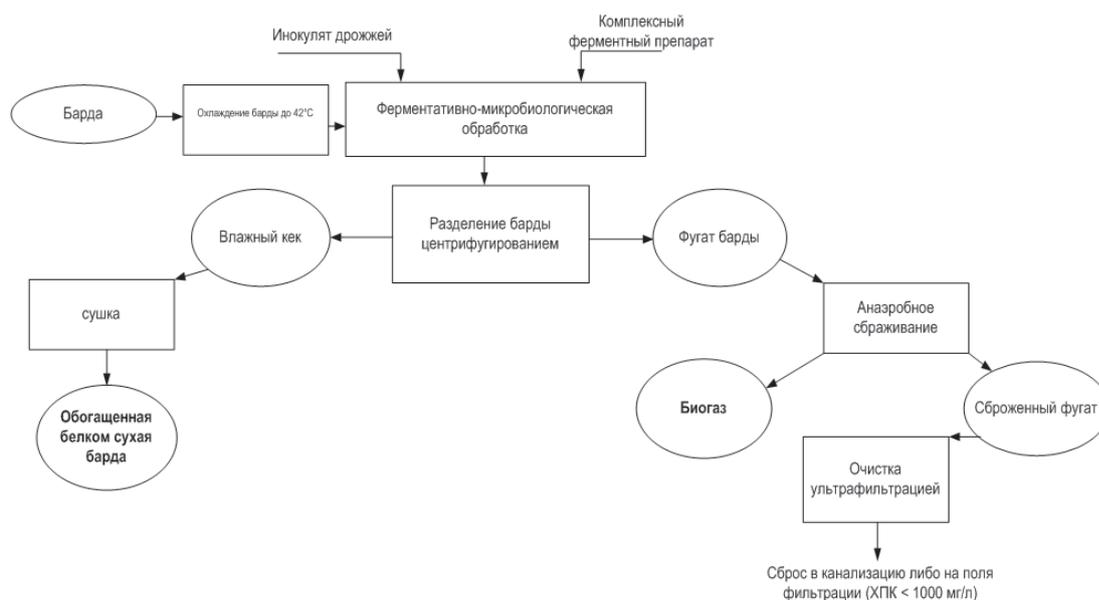


Рис. Комплексная переработка послеспиртовой барды

- анаэробная переработка барды с разделением процесса на две стадии в отдельных аппаратах: преацидификация барды при 42 С и сбраживание фугата преацидифицированной барды с биотрансформацией растворенных веществ в биогаз;
- совмещение преацидификации барды с ферментативной обработкой и культивированием продуцента белка с отделением обогащенных протеином веществ центрифугированием для получения белоксодержащего продукта;
- очистка сброженного фугата барды ультрафильтрацией.

В результате ферментативно-микробиологической обработки сухой продукт по сравнению с традиционной сухой бардой содержит на 10% больше истинного и переваримого белка. Энергоэффективность достигается за счет использования получаемого биогаза для сушки кормового продукта.

За счет ультрафильтрационной доочистки сброженного фугата достигается уровень, позволяющий осуществить сброс стоков в городскую канализационную сеть. Таким образом, полностью решается проблема отхода.

Разработана следующая документация:

- проект ТУ на «Обогащенную белком сухую барду»;
- опытно-промышленный технологический регламент по переработке барды;
- подана заявка на патент «Способ переработки послеспиртовой барды» от 31.03.2013 г. №а 2013 0125;
- штамм выделенных дрожжей *Lachancea fermentati* задепонирован в коллекции промышленно ценных штаммов кафедры биотехнологии и биоэкологии УО «БГТУ».

Технические и экономические преимущества

Реализация технологии позволит:

- утилизировать крупнотоннажный отход производства этанола и снизить нагрузку на окружающую среду;
- производить белоксодержащую кормовую добавку с высокими потребительскими свойствами, заменяющую аналогичные импортные кормовые продукты;

- получить биогаз, который может использоваться для получения тепловой и электрической энергии, что снижает зависимость предприятия от цен на энергоносители;
- повысить рентабельность производства за счет глубокой переработки пищевого сырья с получением коммерчески ценных продуктов.

Для спиртзавода средней мощностью 3000 дал/сут можно получить обогащенной белком сухой барды – 21-23 т/сут. (7245 т/год), биогаза – 5000-5500 м³/сут. (1725 000 м³/год).

Технико-экономические расчеты показали, что инвестиции на строительство цеха по переработке барды для спиртзавода мощностью по этанолу 2000 дал/сут составляют 2,9 3,0 млн. евро.

Окупаемость инвестиций 5 лет. Достоверность экономических расчетов подтверждена независимой энергетической компанией «Энека».

Стадии технологии подтверждены в ходе экспериментов моделированием на экспериментальных лабораторных установках.

Стадия разработки

НИОК(Т)Р.

Имеются результаты экспериментальных исследований.

Находится в эксплуатации производстве.

Практический опыт

Опытно-промышленный регламент используется несколькими организациями при проектировании биогазовых комплексов и установок по переработке послеспиртовой барды

Предложения по сотрудничеству

Проведение совместной научно-исследовательской работы

Совместное предприятие.

Лицензирование.

Продажа продукции.

Контактная информация

Учреждение образования «Белорусский государственный технологический университет»

220006, г. Минск, ул. Свердлова, 13а

Тел./факс: +37517 327-28-03

Кузнецов Илья Николаевич

Тел.: +375 29 1795981

Эл. почта: i.n.kuznetsov@gmail.com

Энергетика

БЕЛ-08

Термохимический каталитический реакторс аксиально-радиальным движением потока

Область применения

Энергетические установки на возобновляемых источниках энергии, химическая технология.

Описание

Термохимический каталитический реактор с аксиально-радиальным движением потока представляет собой кольцевой слой частиц, помещенный соосно в цилиндрический корпус. Слой ограничен боковыми пористыми стенками и непроницаемыми для потока торцевыми поверхностями.

Внутренняя полость и зазор между наружной стенкой слоя являются каналами для подвода к слою и отвода от него газовой смеси. Внутри каналов находятся обтекатели в виде тел вращения с криволинейными образующими. Специальная форма обтекателей и торцов слоя позволяют равномерно раздать газовую смесь по объему каталитического слоя и обеспечить безотрывное обтекание зерен катализатора.

Газовая смесь, образующаяся в газогенераторе из биомассы (древесных отходов) поступает в термохимический реактор и фильтруется в аксиально-радиальном направлении через слой, где сорбируется содержащийся в газовой смеси CO_2 , а также в результате каталитических реакций понижается содержание смол.



Технические и экономические преимущества

Термохимический каталитический реактор с аксиально-радиальным движением потока позволяет на порядок уменьшить затраты энергии на прокачку газа по сравнению с аксиальными аналогами, увеличить долговечность катализатора и повысить качество конечного продукта - моторного топлива. Реактор с аксиально-радиальным движением потока демонстрировался на 18-й международной специализированной выставке «Энергетика. Экология. Энергосбережение. Электро» (15-18 октября 2013 г., Минск).

Стадия разработки

НИОКР.

Макетный образец. Техническая документация.

Предложения по сотрудничеству

Венчурное финансирование.

Договор НИОКР.

Совместное предприятие.

Контактная информация

Республиканское научно-производственное унитарное предприятие «Институт энергетики НАН Беларуси»

220072, г. Минск, ул. Академическая, 15, корпус 2

Тел.: +375 (17) 294-94-72, факс +375 (17) 284-13-26

Колос Валерий Павлович. Тел.: +375 17 332 15 10; эл. почта: kolos@bas-net.by

Ахрамович Александр Павлович. Тел.: +375 (17) 284-01-85; эл. почта: ahr@bas-net.by

Энергетика

БЕЛ-09

Ионно-лучевое формирование электрокатализаторов для блоков топливных элементов прямого окисления метанола и этанола

Область применения

Альтернативная энергетика. Эффективное производство мембранно-электродных блоков и низкотемпературных топливных элементов прямого окисления метанола и этанола – перспективных химических источников тока, разрабатываемых в рамках решения проблем альтернативной энергетике.

Описание

Развитие альтернативной энергетики предполагает производство водорода, его хранение, распределение и использование для выработки энергии с применением топливных элементов. Перспективными для применения в небольших мобильных и стационарных установках являются низкотемпературные топливные элементы с полимерным мембранным электролитом. Основное препятствие для их широкомасштабного использования – высокая стоимость по сравнению с традиционными устройствами. Наиболее разработаны водородные топливные элементы с мембранным электролитом. Интенсивно исследуется создание низкотемпературных топливных элементов прямого окисления спиртов – метанола и этанола (DMFC – Direct Methanol Fuel Cell и DEFC – Direct Ethanol Fuel Cell). Применение органических топлив вместо водорода позволяет снять проблему получения, очистки, хранения и распределения водорода, упростить подачу топлива.

Процесс приготовления электрокатализаторов для мембранно-электродных блоков топливных элементов прямого окисления метанола и этанола основан на вакуумном ионно-ассистированном осаждении (IBAD – Ion Beam Assisted Deposition) активных металлов на металлические или углеродные носители.

Особенностью технологии является использование ионов осаждаемого металла в качестве ассистирующих осаждению. Осаждение металла и перемешивание осаждаемого слоя с поверхностью подложки ускоренными ионами того же металла осуществляются в экспериментальной установке из нейтральной фракции пара и плазмы вакуумного дугового разряда импульсного электродугового ионного источника. Частота следования импульсов тока – 50 Гц, ускоряющее напряжение – 10–20 кВ. Остаточное давление в камере установки $\sim 10^{-2} \dots 10^{-3}$ Па.

Формируемые на поверхности носителей каталитические слои характеризуются аморфной структурой и включают в себя атомы осаждаемого металла, материала подложки и примесей кислорода, углерода и водорода. По данным спектрометрии резерфордского обратного рассеяния содержание атомов платины в получаемых многокомпонентных слоях толщиной $\sim (30-100)$ нм составляет $\sim \rho \times 10^{16}$ см⁻² (менее 0,05 мг Pt/см²). Активность формируемых катализаторов в реакциях окисления метанола и этанола зависит от состава слоев и в десятки раз превышает активность платинового электрода.

Технические и экономические преимущества

Технология приготовления катализаторов характеризуется воспроизводимостью, лишена недостатков, присущих химическим методам формирования катализаторов, отличается от традиционных методов одностадийностью. Обеспечивает получение прочно связанных с подложкой вследствие ионного перемешивания наноразмерных каталитических слоев с высокой активностью при минимальных затратах металлов платиновой группы.

Особенностью ионно-ассистированного осаждения металлов из плазмы импульсного вакуумного дугового разряда является использование ионов осаждаемого металла в качестве ассистирующих осаждению, что способствует повышению эффективности ионного легирования. В обычном варианте осаждение металла и перемешивание осаждаемого слоя с подложкой осуществляются из независимых источников и в качестве ассистирующих ионов применяются ионы инертного газа.

Разработка обеспечивает приготовление катализаторов, активность которых при окислении метанола и этанола в десятки раз превышает активность платинового электрода при содержании платины в активных слоях менее 0,05 мг/см², в то время как содержание платины в применяемых электрокатализаторах топливных элементов 1–5 мг/см². Уменьшение до одной-двух операций приготовления катализаторов в сравнении с их количеством (не менее 10) значительно сокращают длительность и энергоемкость процесса.

Технология была представлена на научных конференциях и опубликована в журналах РАН, в т.ч. в переводе на английский язык.

Стадия разработки

Фундаментальное исследование.
НИОКР.

Имеются результаты экспериментальных исследований.
Изготовлен экспериментальный образец.

Практический опыт

Созданы экспериментальные образцы:

- электрокатализаторов, сформированных ионно-ассистируемым осаждением платины, олова и платины, иридия и платины, на диффузионные слои на основе AVCarb® Carbon Fiber Paper (Ballard Material Products Inc.);
- мембранно-электродных блоков на основе этих катализаторов и ионообменной мембраны DuPont™ Nafion® N 115.

Влияние на окружающую среду полностью исключено.

Формирования активной поверхности катализаторов осуществляется в вакуумных условиях. Электрокатализаторы предназначаются к использованию в производстве топливных элементов – устройств альтернативной энергетики.

Предложения по сотрудничеству

Договор НИОКР.

Совместное предприятие.

Лицензирование.

Продажа.

Контактная информация

УО «Белорусский государственный технологический университет»,

220050, г. Минск, ул. Свердлова, 13-а

Поплавский Василий Владимирович

Тел. +375 (17) 327-10-91; эл. почта: vasily.poplav@tut.by

Энергетика

БЕЛ-10

Источники получения высокочистого водорода

Область применения

Источник водорода для топливных элементов.

Описание

В основе генератора водорода лежит каталитический гидролиз борогидрида натрия (NaBH_4). Используется катализатор собственного производства, который обеспечивает нужную скорость гидролиза при процессе по циркуляционной схеме. В технологии получения чистого водорода NaBH_4 хранится в безводном сухом виде. В качестве растворителя используется насыщенный при комнатной температуре раствор метабората натрия. Температура раствора поддерживается на уровне 145-153°C, что позволяет осуществлять гидролиз NaBH_4 с высокой скоростью.

Генератор водорода представляет собой цилиндр диаметром 150 мм и высотой 250 мм. Запуск генератора осуществляется за счет электрического нагревателя, встроенного в тракт подачи раствора в каталитический блок для предварительного нагрева. Решение достаточно простое и управляемое. Время старта оценивается в несколько минут. Нагреватель изготовлен на базе трех калильных свечей от дизельного двигателя Bosh. Мощность одной свечи 300W. Такое решение обосновано использованием естественного для топливных элементов низковольтного питания 12В. Рабочий раствор состоит из гра-

нуированного безводного NaNH_4 и насыщенного при комнатной температуре NaBO_2 . Для гидролиза раствор NaNH_4 прокачивается через каталитический блок. Минимально необходимая скорость гидролиза зависит от длительности слива отработанного раствора NaBO_2 , приготовления и подачи свежего раствора NaNH_4 .

Создана программа контроля работы генератора водорода и управления параметрами, влияющими на ход происходящих в установке процессов. Компьютерное управление установкой позволяет контролировать ключевые функции и обеспечивает динамическое отображение информации в числовом и графическом виде. Программа осуществляет автоматический сбор информации о пяти параметрах (температура раствора и газа в реакторе, давление в реакторе, ресиверы высокого и низкого давления), контролируемых процессы в генераторе водорода и управление расходом водорода на выходе из реактора. Кроме того, осуществляется управление работой нагревателя для необходимых температурных режимов.

Технические и экономические преимущества

В конструкции генератора водорода использована циркуляционная система, что позволяет применять дешевые катализаторы собственного производства без добавок драгметаллов (платина, палладий).

Стадия разработки

Фундаментальное исследование.

НИОКР.

Макетный образец.

Экспериментальные исследования.

Получен патент РБ № 7854. Установка для получения водорода из раствора соли гидрида металла

Предложения по сотрудничеству

Договор НИОКР.

Совместное предприятие.

Контактная информация

ГНУ «Институт тепло- и массообмена им. А.В. Лыкова НАН Беларуси»

220072, г. Минск, ул. П. Бровки, 15

Тел.: +375 (17) 284-10-60, факс +375 (17) 292-25-13

Минкина В.Г., ведущий научный сотрудник

+375 17 2840725, +375 17 2842365

minkina@dnpiitmo.by

Энергетика

БЕЛ-11

Концептуальное проектирование комплексного энергообеспечения агрогородков с использованием местных и возобновляемых ресурсов

Область применения

Энергетика аграрно-промышленного комплекса, структурно-функциональное моделирование, проектная деятельность, поддержка принятия решений при разработке систем энергообеспечения.

Проектирование методом компьютерного моделирования обеспечивает выбор энергоэффективных вариантов системы комплексного энергообеспечения агрогородков, является наиболее сложной,

трудно реализуемой и ответственной частью процесса разработки технического проекта. Разработка концептуального проекта перед началом технического проектирования позволяет исключить до 70% ошибочных решений проектировщиков.

Описание

Технология предполагает создание для каждого варианта системы моделей структурно-функционального IDEF-моделирования, а также информационно-расчетной модели с использованием программы Balance.

Структурно-функциональная модель каждого варианта дает представление о структуре технологических бизнес-процессов и потоков данных системы.

Информационно-расчетная модель каждого варианта позволяет представить структуру энергосистемы, нагрузки потребителей, ресурс и потенциал источников, потоки энергии и энергоресурсов в инфраструктуре энергосистемы с учетом многолетних прогнозов цен на энергию и энергоресурсы, конъюнктуру рынка энергооборудования.

Технические и экономические преимущества

Технология позволяет:

- обеспечить разработку концепт-проект системы комплексного энергообеспечения агрогородков;
- получить расчетные характеристики различных вариантов оптимизации систем комплексного энергообеспечения агрогородков;
- провести анализ вариантов;
- выявить скрытые недостатки вариантов;
- получить заданное число вариантов, наиболее пригодных для реализации в техническом проекте;
- обосновать разработку технического задания на проектирование системы комплексного энергообеспечения

Экономическая эффективность технологии заключается в том, что решение об оптимизации такой системы принималась в условиях значительного информационного «голода». Руководители местных органов управления и агрофирм, осознавая, что находящиеся в их ведении энергосистемы различных субъектов хозяйствования нуждаются в использовании местных и возобновляемых энергоресурсов и не видят путей их развития в данном направлении, что приводит к принятию неэффективных и половинчатых решений.

Внося определенность в принятие решений, технология концептуального компьютерного проектирования будет востребована данным кругом лиц и проектировщиками.

Снижает выбросы вредных веществ в окружающую среду.

Стадия разработки

Фундаментальное исследование.

Разработан регламент, проект проходит стадию утверждения.

НИОКР.

Экспериментальный образец.

Права интеллектуальной собственности

Имеется know-how.

Предложения по сотрудничеству

Техническая документация.

Услуги персонала.

Договор НИОКР.

Совместное предприятие.

Лицензирование.

Продажа техники.

Контактная информация

Республиканское научно-производственное унитарное предприятие «Институт энергетики Национальной академии наук Беларуси»

220072, г. Минск, ул. Академическая, 15/2

Тел.: +375 (17) 294-94-72, факс +375 (17) 284-13-26

Герасимович Леонид Степанович

Тел.: +375 (17) 284-07-59; +375 (29) 667-55-27;

Эл. почта: leonger@tut.by

Энергетика

БЕЛ-12

Гелиоустановка «Луч»

Назначение

Улавливание и концентрация солнечных лучей на сферическом фокусе, передача образующейся в фокусе теплоты носителю (воде), сбор нагретого носителя в баке-аккумуляторе для раздачи потребителям.

Область применения

Системы: отопление и горячее водоснабжение небольших потребителей (коттеджи, сельские дома, теплицы, помещения цехов, складов, столовые, бани) - дублер топливоиспользующих систем; хладоснабжение; освещение.

Описание

Тепловая мощность - около 3-4 кВт определяется площадью оптических зеркальных конусов, расположенных в проекции, нормальной к солнечным лучам, и степенью их инсоляции – освещенности.

Одна тонна воды нагревается за средний солнечный день на 50-80°C.

Электропривод потребляет электроэнергии примерно 0,1 кВт·час в месяц (электромагнит включается на 0,5 сек. через каждые 10 мин. круглосуточно).

Габариты установки:

- высота: 3000-5000 мм;
- наружный диаметр оптической системы: 2500 мм;
- площадь основания: 3500x3500 мм;
- масса: 500-600 кг.



Новизна

Используется уникальная подвижная оптическая система, улавливающая солнечные лучи с последующей передачей энергии теплоносителю.

Преимущества

Теплоприемник неподвижен, оптическая система обходит его. Это упрощает коммуникации по теплоносителю.

Движение оптической системы учитывает суточное и сезонное изменение положения Солнца. Принцип реализуется при помощи простых механических копиров. Зеркальная часть гелиоконцентратора представляет группу узких, отделенных друг от друга концентрических конусов, что:

Снижает ветровую нагрузку, т.к. поток воздуха проходит сквозь щели между конусами;

Упрощает изготовление и сборку зеркал, т.к. поверхности конусов имеют I степень кривизны. Аналогичные параболические поверхности существенно сложнее. Целевые рынки: Россия, Казахстан, страны Юго-Восточной Азии.

Стадия разработки

Предпроизводственная стадия.

Имеется опытный образец и техническая документация.

Предложения по сотрудничеству

Лицензионное производство.

Совместное предприятие.

Контактная информация

Учреждение образования «Брестский государственный технический университет»

Северянин Виталий Степанович д.т.н., профессор, научный руководитель НИЛ «Пульсар»

ул. Московская 267, 224017, Брест, Республика Беларусь

Телефон: +375297900910

Факс: +375162424667

Эл. почта: innovation@bstu.by

Энергетика

БЕЛ-13

Информационно-аналитическая система для поддержки управленческих решений по использованию ВИЭ

Назначение

Информационная поддержка ИАС для принятия управленческих решений по использованию ВИЭ.

Область применения

Возобновляемая энергетика.

Описание

ИАС реализуется в виде полнофункционального ресурса Internet из информационной серверной базы данных (БД) потенциала, типового оборудования и технологического оснащения ВИЭ и Web-сайта для доступа к ней.

ИАС предоставляет следующую информацию:

- потенциал всех ВИЭ в определенном регионе (в базовом варианте – Дзержинский район Минской обл.), привязанном с помощью ГИС-технологий к конкретной местности;
- производимое оборудование ВИЭ;
- аналитический модуль для оценки энергетической и экономической эффективности использования ВИЭ на уровне хозяйств, предприятий, населенных пунктов или районов.

- реализация осуществляется в интегрированной среде Microsoft Visual Studio, поддерживающей технологию NET. В качестве средств и технологий реализации системы выбраны:
- ADO.NET - пространства имен, которые обеспечивают взаимодействие с локальными, удаленными и распределенными БД;
- ASP.NET - платформа Web-приложений и сервисов, основанных на активных серверных страницах;
- Adobe Flash, JavaScript и другие технологии для создания анимации и дополнительной функциональности.

Новизна

Для Республики Беларусь разработки реализуются впервые.

Стадия разработки

Разработана версия системы применительно к Дзержинскому району Минской обл.

Предложения по сотрудничеству

Разработка версий ИАС применительно к любому региону Республики и других стран.

Контактная информация

*Международный государственный экологический университет им. А.Д.Сахарова,
Кундас С.П., д.т.н., проф., Тонконогов Б.А., к.т.н., доц., Бутько А.А., ст. преподаватель,
г. Минск, ул. Долгобродская 23,
Телефон: 230-36-06,
Эл. почта: kundas@iseu.by
Сайт: www.iseu.by*

Энергетика

БЕЛ-14

ТурбоСфера – установка для преобразования энергии избыточного давления природного газа

Назначение

Утилизация энергии избыточного давления природного газа и выработка электроэнергии на собственные нужды газорегуляторных пунктов.

Использование низкопотенциальных энергоресурсов: энергия избыточного давления и тепловые отходы.

Область применения

ГРС и ГРП, газовое хозяйство, малые и средние промышленные предприятия.

Повышение энергоэффективности и рентабельности предприятий, снижение потребления первичного топлива и нагрузки на окружающую среду за счет снижения количества загрязняющих выбросов.



Описание

В разработке установки используется новый подход к конструированию подобных агрегатов. Она сочетает турбину, теплообменник и электрогенератор. Такое решение является инновационным и до сих пор не реализовано ни в одной турбине.

Преимущества

- ТурбоСфера легко регулируется при изменении расходов входящего и выходящего потоков природного газа.
- Подогрев газа осуществляется низкотемпературным (до 30°C) теплоносителем (водой, тепловыми отходами) во встроенном теплообменнике. Это является новаторским решением.
- В результате использования ТурбоСферы не происходит сжигания топлива для подогрева газа. Используется часть уже затраченной вторичной энергии. Установка является экологически чистой.
- ТурбоСфера является тихоходным агрегатом в отличие от существующих микротурбин. Это позволяет упростить конструкцию, снизить стоимость и повысить срок ее службы.
- Компактные размеры и универсальность не требуют дополнительного оборудования, что позволяет размещать установку в зданиях ГРС и ГРП или пристройке к ним с минимальным количеством дополнительной арматуры.
- При работе с взрыво- и пожароопасным газом обеспечивается высокий класс герметичности, который достигается за счет капсульного размещения электрогенератора.

Стадия разработки

Проект находится на стадии разработки и создания макета установки, испытательного стенда, проведения испытаний.

Предложения по сотрудничеству

Нужны инвесторы и спонсоры.

Требуются заказчики и покупатели.

Требуются научные исследователи для совместных работ и участия в международных программах.

Контактная информация

Республиканское инновационное унитарное предприятие «Научно-технологический парк БНТУ «Политехник»

Левков Кирилл Леонидович

Телефон: +375 (29) 258-92-41

Эл. почта: klevkov@gmail.com

220013, Республика Беларусь, г.Минск, Я. Коласа 22/2, к.309

Энергетика

БЕЛ-15

Превращения нефте- и маслосодержащих отходов в твердое топливо с помощью гидрофобизованного гидролизного лигнина

Назначение

Сбор нефте- и маслосодержащих отходов с помощью гидролизного лигнина, крупнотоннажных отходов производства.

Область применения

Нефтедобывающие, перерабатывающие и транспортирующие регионы при строительстве нефтяных и газовых скважин; промысловая эксплуатация месторождений; очистка сточных вод, содержащих нефтепродукты; чистка цистерн, танкеров, резервуаров и другого емкостного оборудования для транспортировки и хранения нефти; АЗС, мойка автомобилей и железнодорожного транспорта; станции технического обслуживания, гаражи.

Описание

Создан новый порошковый нефтесорбент «Лигносорб» на основе природного полимера гидрофобизованного гидролизного лигнина, побочного продукта гидролизных производств, находящегося в отходах. Запасы продукта, накапливаемые десятилетиями, только в Беларуси исчисляются миллионами тонн. Он предназначен для ликвидации нефтяного загрязнения водных поверхностей открытых водоемов, земляных амбаров и грунтов, ликвидации замазученных или залитых нефтью участков, для утилизации отработанных нефтепродуктов и промышленных масел.

Новизна

Технология производства сорбента из гидролизного лигнина и превращения с его помощью жидких нефте- и маслосодержащих отходов в твердое композиционное топливо.

Преимущества

«Лигносорб» отличается от известных сорбентов тем, что в секунды превращает жидкие нефтепродукты в твердый композит. В отличие от синтетических сорбентов, продукты сгорания которых экологически небезопасны, он в нефтенасыщенном состоянии может быть утилизирован как композиционное топливо. По теплотворной способности (высшая теплота сгорания - 25-30 кДж/кг) превосходит известные виды твердых топлив. При сгорании топлива нет черного дыма, поскольку дымовые газы практически не содержат частиц несгоревшего углерода. Топливо можно использовать в виде твердой гранулированной массы и топливных пеллет или брикетов, поскольку «Лигносорб» в нефтенасыщенном состоянии прочно удерживает нефтепродукт, что позволяет осуществить его прессование. Производство топлива «Лигнохит» из двух экологически опасных отходов представляет «зеленый» путь защиты окружающей среды от лигнина и нефтесодержащих отходов.

Стадия разработки

Создается опытно-промышленная установка. Проведены лабораторные и заводские испытания, подтверждающие эффективность сорбента. Композиционное топливо испытано на теплотворную способность и проанализирован состав продуктов горения.



Предложения по сотрудничеству

Совместная реализация экологически чистой технологии сбора и утилизации нефте- и маслосодержащих отходов и её адаптация к условиям конкретного объекта.

Контактная информация

Учреждение Белорусского государственного университета «Научно-исследовательский институт физико-химических проблем», лаборатория растворов целлюлозы и продуктов их переработки

Гриншпан Дмитрий Давидович, заведующий лабораторией растворов целлюлозы и продуктов их переработки НИИ ФХП БГУ д.х.н., профессор

Республика Беларусь, 220030, г. Минск, ул. Ленинградская, 14.

Телефон/факс: +37517 226 47 00, моб. +375296506065

Эл. почта: grinshpan@bsu.by, сайт: www.fhp.bsu.by

Энергетика

БЕЛ-16

Производство биогаза из органических отходов

Назначение

Получение тепловой и электрической энергии из ВИЭ.

Области применения

Энергетика, нетрадиционные источники энергии.

Описание

Оптимизация производства биогаза из различных субстратов; оценка эффективности функционирования установок по производству метана, повышение эффективности его выработки за счет улучшения технологий брожения органической массы в реакторах; повышение эффективности работы биогазовых установок.

Преимущества

Получение энергии из ВИЭ (вторичной биомассы и органических отходов), замещение импортируемого природного газа, коренное улучшение состояния окружающей среды Республики вследствие исключения поступления биогенных элементов в поверхностные и подземные воды и почвы.

Стадия разработки

Проводятся НИР.

Предложения по сотрудничеству

Совместные исследования и разработки.

Контактная информация

Белорусский национальный технический университет, кафедра «Экология» ФГДЭ

Бельская Галина Владимировна, доцент кафедры

г. Минск, пр. Независимости, 65

Моб. телефон: +375 29 355 33 83

Эл. почта: gbelskaja@mail.ru

БЕЛ-17**Ионно-лучевое формирование катализаторов для мембранно-электродных блоков топливных элементов метанола и этанола****Назначение**

Электрокатализаторы для мембранно-электродных блоков низкотемпературных топливных элементов прямого окисления метанола и этанола (DMFC – Direct Methanol Fuel Cell; DEFC – Direct Ethanol Fuel Cell) – наиболее перспективные химические источники тока. Применение в них органических топлив позволяет снять проблему получения, очистки, хранения и распределения водорода, упростить подачу топлива.

Область применения

Альтернативная водородная энергетика.

Описание

Формирование наноразмерных электрокатализаторов при вакуумном ионно-ассистируемом осаждении (IBAD – Ion Beam Assisted Deposition) каталитических металлов и активирующих добавок на металлические или углеродные носители. Отличительная особенность технологии – использование ионов осаждаемого металла в качестве ассистирующих осажждению. Осаждение металла и перемешивание осаждаемого слоя с поверхностью подложки-носителя ускоренными ионами того же металла осуществляются из нейтральной фракции пара и плазмы вакуумного электродугового разряда.

Преимущества

Технология электрокатализаторов воспроизводима лишена недостатков химических методов формирования нанесенных катализаторов, одностадийна, обеспечивает получение прочно связанных с подложкой вследствие ионного перемешивания наноразмерных каталитических слоев, обладающих высокой активностью при минимальных затратах металлов платиновой группы. Активность катализаторов при окислении метанола и этанола в десятки раз превышает активность платинового электрода при содержании платины в активных слоях менее $0,05 \text{ мг/см}^2$, в то время как ее содержание в применяемых катализаторах топливных элементах составляет $1\text{--}5 \text{ мг/см}^2$. Уменьшение до одной-двух технологических операций формирования катализаторов в сравнении с их количеством (не менее десяти) при приготовлении катализаторов традиционными методами значительно сокращают процесс и уменьшают его энергоемкость. Влияние на окружающую среду полностью исключено.

Стадия разработки

Разработана лабораторная технология формирования электрокатализаторов.

Изготовлены экспериментальные образцы: катализаторы, сформированные осаждением платины, олова и платины, иридия и платины, на диффузионные слои на основе углеродной бумаги AVCarb® Carbon Fiber Paper (Ballard Material Products Inc.); мембранно-электродные блоки на основе этих электрокатализаторов и ионообменной мембраны DuPont™ Nafion® N 115.

Начато изготовление тестового оборудования.

Разработаны и изготовлены:



Область применения

Теплоснабжение, энергогенерирующие объекты малой и средней мощности, промышленные технологии различного назначения.

Описание

Системотехнические и конструктивные решения для модулей и компонент автоматизированных систем управления технологическими процессами промышленности и систем жизнеобеспечения дают:

- снижение потребления топливно-энергетических ресурсов (до 5%);
- улучшение качества и эффективности теплоснабжения жилых и промышленных объектов.

Стадия разработки

Внедрено на УП «Минсккоммунтеплосеть», предприятиях ЖКХ Витебской и Гродненской областей.

Предложения по сотрудничеству

Поставка систем по заказам.

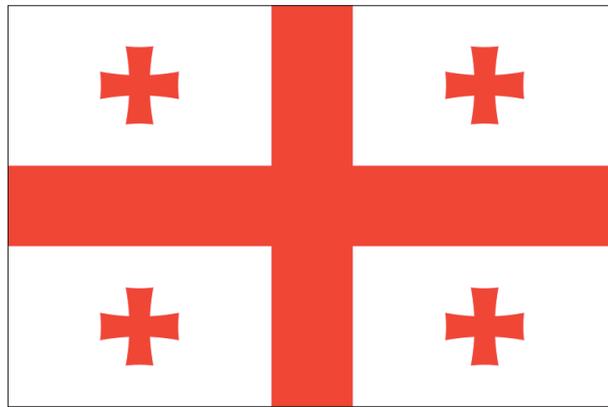
Контактная информация

Белорусский национальный технический университет, НИИЦ автоматизированных систем управления в теплоэнергетике и промышленности

Седнин В.А., к.т.н.

Телефон: +375 17 237 33 55, факс: +375 17 292 48 27, эл. почта: etr@bnty.by

ГРУЗИЯ



Перспективы развития ветроэнергетики в Грузии

М.С. Геловани, А.Д. Зедгинидзе

Основа устойчивого развития государства, в первую очередь, - обеспеченность энергоресурсами. Это подразумевает способность снабжать энергией в требуемом объеме промышленность, транспорт, связь и население страны. При этом должно быть обеспечено необходимое качество и бесперебойность ее подачи. Только при соблюдении этих требований может быть достигнута высокая степень энергобезопасности.

Несмотря на кажущееся благополучие, состояние электроэнергетики Грузии можно оценить как предкризисное. В структуре потребления энергии значительная доля приходится на удовлетворение нужд бытовых потребителей, однако развитие промышленных производств и прогнозируемый рост населения потребует значительного увеличения выработки электроэнергии.

Особенность структуры энергетической базы Грузии обусловлена тем, что страна, в силу географического положения, не имеет собственных ресурсов органического топлива промышленного значения, и оно практически полностью импортируется. Таким образом, преодоление кризисного положения в энергетике и достижение энергетической безопасности страны являются первоочередными задачами, стоящими перед энергетическим сектором.

Стратегия решения этих задач заключается в сокращении доли импортируемой энергии – природного газа и электроэнергии – и максимальном наполнении энергобаланса за счет энергоресурсов, которыми располагает страна, а именно, гидро- и ветроэнергетики, солнечной и геотермальной энергии. Кроме этого, большое внимание следует уделять внедрению энергосберегающих технологий.

Грузия располагает богатыми гидроэнергетическими ресурсами, величина которых 30 ГВт·ч/год. Освоено только около их 20%. Годовое потребление электроэнергии держится на уровне около 10 ГВт·ч. Оно на 75% покрывается ГЭС, остальное дополняется тепловыми электростанциями и импортом электроэнергии.

Гидрографический режим рек Грузии таков, что максимум выработки ГЭС приходится на теплый период года, а в зимний период наблюдается глубокий минимум, который покрывается импортом, поскольку тепловые электростанции работают на импортируемом топливе. В Табл. 1 и на Рис.1 приведены графики выработки и импорта электроэнергии за первую половину 2013 года (по данным Министерства Энергетики)

В последние десятилетия быстрыми темпами стала развиваться ветроэнергетика. Этот подход совпадает с тем, что начиная с середины прошлого века во многих странах начались работы по оценке ресурсов энергии ветра. Ведущая роль здесь принадлежит датской национальной Лаборатории Risø, чьи исследования завершились созданием современной методики оценки ветроэнергетического потенциала и разработкой прикладной программы WASP, реализующей эту методику. В 1989 году Лаборатория выпустила Европейский атлас ветров. Потенциал ветра оценивается по критерию удельной мощности его потока. Такая оценка универсальна и общепринята.

Ветроэнергетика является важной отраслью энергетики наравне с гидро- и теплоэнергетикой. Во многих странах ее доля в энергобалансе достигает 10% и наблюдается устойчивый рост этой доли. Сум-

месяц млн кВтч	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Экспорт	0	0	0	113	145	75,5	0	0
Импорт	126,6	75,2	61,2	0,003	0,007	0,5	0	0,8
ТЭС	383,8	282,5	179,6	16,2	4,8	1,3	0	78,8
ГЭС	478	469	657	892	860	824	818	735

Таблица 1. Графики выработки и импорта электроэнергии за первую половину 2013 года

марная мощность ветроэлектростанций (ВЭС) в Германии в 2013 году превысила 30 тыс. МВт. Высокими темпами строятся ВЭС в Испании (24 000 МВт), Англии, Турции, в Балтики, Армении, Азербайджане.

В Грузии первые работы по оценке ресурсов энергии ветра были начаты в конце 50-х годов прошлого века. Оценка ветроэнергетического потенциала осуществлялась по среднегодовой скорости ветра с использованием таблиц Поморцева для вычисления продолжительности различных скоростей ветра. В условиях сложного рельефа такая методика позволила получить лишь ориентировочные оценки. В 1987 году был издан фундаментальный труд «Возобновляемые энергоресурсы Грузии». В работе подробно исследованы гидроэнергетические ресурсы, ресурсы ветровой и солнечной энергии. Ветроэнергетический потенциал оценен по продолжительности рабочих скоростей ветра. При этом использованы методы математической статистики. Климатологической базой являлись многолетние данные наблюдений на метеостанциях, сеть которых охватывает всю территорию Грузии.

Начиная с 90-х годов прошлого века Научный центр ветроэнергетики «Карэнерго» в рамках контрактов с NREL (США), с фондами GRDF, ISTC приступил к исследованиям, целью которых было создание Ветроэнергетического атласа Грузии. В основу положена упомянутая методика Лаборатории. Эта методика использует численное моделирование местного режима ветра и, с учетом рельефа, характера подстилающей поверхности, затеняющих препятствий, моделирование регионального режима ветра. В качестве исходных использован ряд многолетних наблюдений на метеостанциях и экспресс измерений на высотных метеомачтах «Карэнерго» в наиболее перспективных местах.

Атлас опубликован в 2004 году. В работе дано районирование территории Грузии по критерию удельной мощности ветрового потока и выявлены места, где размещение мощных ВЭС было бы экономически эффективным.

В Атласе приведены региональные оценки ветроэнергетического потенциала. Известно, что метеорологическая обстановка в региональном масштабе (км²) отличается пространственной однородностью и, в то же время, быстрой изменчивостью в малых масштабах отдельных образований, что особенно характерно для режима ветра. Поэтому при выборе площадки для установки ветротурбин необходимо детальное изучение режима ветра в пределах выбранной площадки. Такие исследования проведены нами для некоторых площадок.

Большинство площадок расположены в сложных рельефах, в силу чего их площадь ограничена. Это диктует необходимость использовать ветротурбины мощностью 2,5-3 МВт. В целом по Грузии можно построить несколько ВЭС общей установленной мощностью около 2500 МВт с расчетной годовой выработкой 5-5,5 млрд кВт·ч. Рассчитанные графики выработки энергии демонстрируют хорошую совме-

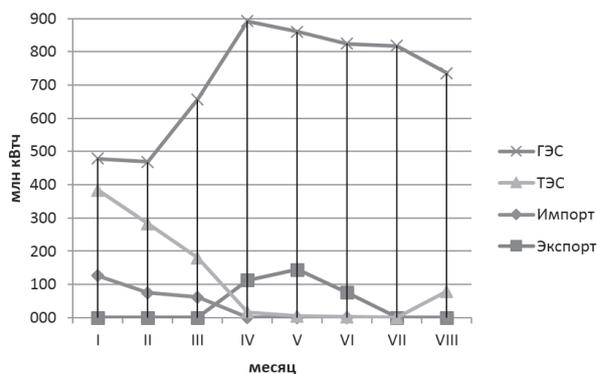


Рис. 1. Графики выработки и импорта электроэнергии за первую половину 2013 года

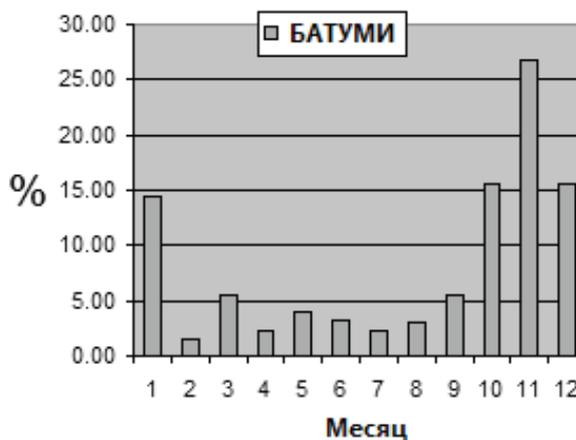


Рис. 2. Расчетный график выработки ВЭС мощностью 30 МВт на Черноморском побережье

стимость ВЭС и ГЭС в системе, что обеспечит экономически наивыгоднейший режим работы энергосистемы за счет уменьшения нагрузки на тепловые электростанции в зимний период. В качестве примера на Рис. 2 приведен расчетный график выработки ВЭС мощностью 30 МВт на Черноморском побережье.

Расчётный коэффициент использования установленной мощности для ВЭС в Грузии, в зависимости от района находится в пределах от 0,24 до 0,39, что свидетельствует о высокой эффективности планируемых ВЭС.

Следует отметить, что большинство площадок расположены в местах с развитой инфраструктурой: дороги, подстанции, линии электропередачи.

Таким образом, база для развития ветроэнергетики в Грузии, в основном, создана и работы в этом направлении продолжаются. Предложено несколько бизнес-проектов, которые заинтересовали потенциальных инвесторов, однако вложение инвестиций в строительство ВЭС тормозится отсутствием четкой тарифной политики, неопределенностью в вопросах закупки выработанной электроэнергии и ряда других экономических аспектов.

Министерство энергетики Грузии проявляет большую заинтересованность в развитии этой отрасли и предпринимает практические шаги в том числе и по созданию законодательной базы, отвечающей международным стандартам, имея ввиду также прогнозируемый рост потребления энергии в Грузии в ближайшие годы и в отдаленной перспективе.

Литература

1. J. Troen, E.L. Petersen. European Wind Atlas. Risø, Denmark, 1989
2. М.С. Геловани, А.Д. Зедгинидзе и др. Ветроэнергетический Атлас Грузии. Тбилиси, Карэнерго, 2004
3. Г.И. Чоговадзе. Гидроэлектростанции Грузии. Энергия, Москва, 1971

Разработки организаций Грузии

Энергетика

ГРЗ-01

Агрегат комплексного использования ВИЭ (вода, ветер, солнце)

Сфера применения

ВИЭ, энергетика.

Описание

Система содержит плавающий корпус с установленными на нём кинематически взаимосвязанными преобразователем энергии воды и генератором.

При этом на корпусе дополнительно установлен преобразователь ветра 5, который кинематически связан с валом гидротурбины, со своей стороны кинематически связанным с генератором. Гидротурбина смонтирована на корпусе по течению воды, а на поверхности корпуса установлен фотоэлектрический преобразователь солнечной энергии.

Новизна, основные преимущества

Новизна заключается в новой геометрии конструкции лопастей водяного колеса и комплексном использовании ВИЭ на одном агрегате.

Обеспечение сел электроэнергией, где она централизованно не подается, возможность для населения использования автономного снабжения электроэнергией.

Агрегат площадью 8м² выдаст электроэнергию до 15 кВт/час.

Права на интеллектуальную собственность

Получен патент Грузии.

Стадия разработки

НИР, демонстрационная версия.

Предложения по сотрудничеству

Совместное исследование.
Обмен информацией.
Техническое сотрудничество.
Совместное предприятие.

Контактные данные

Центр инновационного развития предприятий
Тамаз Вашакидзе
Тел.: +995 32 2951937
Моб. тел.: +995 99 505676
Эл. почта: innovacide@gmail.com

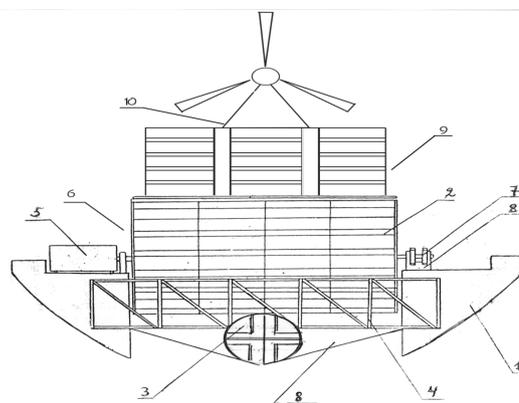


Схема расположения на установке обособленного агрегата
(вид против потока)

1-Плавающий корпус; 2-Рабочее колесо гидротурбины; 3-Гидротурбина; 4-Защитное ограждение; 5-Преобразователь энергии ветра; 7-Шкив; 8-Муфта (соединение); 9-Солнечный фотоэлемент; 10-Ветрогенератор.

РЕСПУБЛИКА МОЛДОВА



Основные проблемы энергетики Молдовы и возможная роль ВИЭ в их решении



**Быкова Е.В.,
Институт
энергетики АНМ**



**Берзан В.П.,
Институт
энергетики АНМ**



**Постолатий В.М.,
Институт
энергетики АНМ**

Аннотация

В работе освещены вопросы состояния энергетики Молдовы и возможной роли возобновляемой энергетики в структуре топливного баланса. Описана законодательная база в области возобновляемых источников энергии (ВИЭ) и потенциал, трудности для продвижения ВИЭ в стране. Подробно рассмотрен потенциал использования ВИЭ в коммунально-бытовом секторе. Приведен краткий перечень построенных объектов ВИЭ.

Введение

Энергоснабжение Республики Молдова (РМ) на протяжении последних десятилетий осуществляется в основном за счет традиционных технологий, в первую очередь, электрической и тепловой на базе импортируемых ресурсов – природного газа, угля, жидкого топлива. Значительная часть энергопотребления реализуется при использовании ресурсов в натуральном виде. Основная доля потребляемых энергетических ресурсов идет на получение тепловой энергии, как конечного продукта в бытовом и коммунальном секторах, на транспорте прямым сжиганием топлив (от высоко- до низкокалорийных – угля, дров и отходов сельскохозяйственного производства).

Развитие энергетики Молдовы связано в основном со спецификой края, отсутствием собственных ископаемых и относительно небольшим гидропотенциалом. Доля гидроэнергетических источников даже при максимальном использовании энергии рек не превысит 5-6% от общих объемов энергоресурсов. Специфика Молдовы состоит в благоприятном климате, хороших почвах, что могло бы при применении орошения дать большие объемы биомассы для использования прямого топлива в коммунальном секторе, так и в технологии получения газа и жидкого топлива. Это могло бы дать заметный вклад в ТЭБ Молдовы. До 50-х годов прошлого века энергоснабжение основывалось в основном на использовании местных ресурсов и постепенном вводе мелких электростанций, работающих на привозном жидком топливе.

Последующие годы характеризуются интенсивным развитием промышленной энергетики, строительством крупных электростанций, созданием электроэнергетической системы, вошедшей в Единую электроэнергетическую систему. Электроэнергетическая система обеспечивала энергобаланс по электрической и тепловой энергии.

Более того, Молдова осуществляла экспорт электроэнергии, объемы которого были вдвое больше, чем нынешнее потребление электроэнергии РМ. В комплексе энергетических объектов построены магистральные газопроводы, по которым осуществляется газоснабжение Молдовы и транзит природного газа в страны Балканского региона. Объем транзита на порядок превышает собственное потребление.

В 1987-1990 годы в Молдове вырабатываемая мощность энергосистемы достигала 2300 МВт при установленной мощности 3000 МВт, а годовая выработка электроэнергии – более 16 млрд. кВт*ч, при собственном потреблении на уровне 10 млрд. кВт*ч [1], экономика активно развивалась. Даже при достигнутых показателях энергетики в эти годы потребности в теплоэнергетических ресурсах постоянно росли. Особенно велик был спрос на электроэнергию. Например, потребляемая мощность только лишь системы орошения была на уровне нынешнего уровня электропотребления всего правобережного региона РМ.

Казалось, так будет всегда, но произошли изменения в мировой экономике и в международных отношениях внутренние изменения, что коренным образом изменило ситуацию в энергетике РМ. Вследствие этого появилось понятие «энергетической безопасности».

Общий спад экономики и непомерно высокие тарифы на электрическую и тепловую энергию, на топливные ресурсы сопровождаются уменьшением энергопотребления, снижением эффективности использования теплоэнергетических ресурсов, ухудшением технического и экономического состояния энергетики, непрерывным нарастанием износа энергетического оборудования и, в конечном итоге, снижением уровня энергетической безопасности.

Все эти обстоятельства вынуждают искать радикальные пути решения указанных проблем. Один из возможных путей – развитие альтернативной энергетики, в том числе ВИЭ, с применением современных технических решений, мирового и собственного опыта, уже имевшего место в начальный период развития и становления энергетики.

Освоение и введение в энергобаланс источников возобновляемой энергии – не простая задача.

В практике стран новые источники энергии, как правило, создают и вводят под нового потребителя с учетом его требований. Одним из таких требований является гарантированное постоянство энергообеспечения.

В традиционной энергетике эти вопросы решены, а при использовании ВИЭ они требуют дополнительного решения. Главная проблема в том, что природные факторы (солнце, ветер) нестабильны в течение суток и сезонов, а потребителя надо обеспечить постоянным энергоснабжением. Поэтому задача сводится к тому, что одновременно с созданием источников на основе ВИЭ, создавались современные высокоманевренные установки замещающей мощности. Необходимо решение комплекса вопросов гармонизации режимов работы источников на основе ВИЭ с работой всей энергосистемы. Кроме того, должны быть решены вопросы тарифов и другие, включая экологические.

Несмотря на все сложности, сооружать и использовать ВИЭ надо. Уже разработан ряд документов и законов, определяющих механизмы и пути их развития.

Цель настоящей статьи – анализ основных проблем энергетики Молдовы и рассмотрение возможной роли ВИЭ в решении существующих проблем.

Структура использования топливно-энергетических ресурсов (ТЭР) в мире

Традиционное топливо в мире используется на уровне 78% от потребляемого, ядерное составляет 3%, от ВИЭ получают энергию в объеме 18%, в том числе, биотопливо составляет 0,3%, гидроэнергия-3%, биомасса -13% (REN21.net). Темпы роста использования топлив (1990-2006 годы): ядерное топливо-0,6%, уголь-1,2%, нефтепродукты-1,4%, гидроэнергия-1,6%, газ-2,1%, геотермальная энергия-3%, солнечная энергия-16,8%, ветроэнергия-22,6%. Наибольший рост потребления энергии имел место именно от ВИЭ.

В 2011 году в мире структура ТЭР включала: нефть-29%, природный газ-21%, уголь-29%, биомасса-10%, ядерная энергия-5%, гидроэнергия-2%, ВИЭ-1%. Значительную роль во внедрении ВИЭ играет себестоимость энергии от источников разных видов (www.iea.org/textbase/press):

- солнечные (фотовольтаические элементы)-22,5 центов /кВт*ч;
- биомасса-8,75 центов/кВт*ч;
- гидроэнергия-5 центов /кВт*ч;
- ветроустановки-4,4 цента /кВт*ч;
- атомные-6,2 цента /кВт*ч;
- угольные ТЭС-5 центов /кВт*ч;
- газовые ТЭС-4,8 цента /кВт*ч.

Имеется тенденция неуклонного роста финансовых вложений в развитие ВИЭ в мире – 40 млрд. долл. США (2005), 55 млрд. долл. США (2006), 71 млрд. долл. США (2007). В 2007 году установленная мощность ВИЭ составляла 240 ГВт или 6% от суммарной установленной мощности всех источников, равной 4300 ГВт.

Общий потенциал гидроресурсов в мире оценивается на уровне 41 трлн. кВт*ч /год – теоретический, 14 – технически возможный, 7 – экономически целесообразный, 3 – используемый. Потенциал ветро-ресурсов оценен в объеме 500 трлн. кВт*ч /год – теоретический, 50 – технически возможный, 20 – экономически целесообразный. Потенциал биомассы оценивается на уровне 70 млрд. – теоретический, 70 – технически возможный, 14 – экономически целесообразный. Потенциал солнечной энергии рассматривается на уровне 900 трлн. т.н.э. /год – теоретический, 140 – технически возможный [2].

Краткая общая информация об энергосистеме Молдовы. Топливный баланс Молдовы

Территория Молдовы составляет 33,7 тыс. км², численность населения – 4,1 млн. человек (правобережная часть – 3,6 млн. человек).

Энергосистема включает Молдавскую ГРЭС (2500 МВт), Кишиневские ТЭЦ-1 и ТЭЦ-2 (66 и 240 МВт), Бельцкую ТЭЦ (24 МВт), Дубоссарскую ГЭС (48 МВт), Костештскую ГЭС (16 МВт). На территории Правобережья расположены Кишинёвские ТЭЦ, Бельцкая ТЭЦ и Костештская ГЭС, блок-станции сахарных заводов (98 МВт), суммарная установленная мощность – 444 МВт. Производство электроэнергии источниками Правобережья в 2010 году составило 1 млрд. кВт*ч, потребление электроэнергии в регионе оценивается на уровне 4 млрд. кВт*ч. Недостающая электроэнергия поставляется из Украины (2000-2008) либо закупается на Молдавской ГРЭС (2009-2012).

Топливный баланс включает собственные ТЭР на уровне 3-4 % от потребляемого объема (в основном, древесина) и импортируемое топливо в объеме 96-97% (Табл.1-3).

Законодательная база и потенциал ВИЭ

Для поддержки и стимулирования использования ВИЭ в Молдове разработан и принят ряд законодательных документов, среди которых:

1. Стратегия развития энергетики до 2020 года. С 2013 года действует Стратегия развития энергетики до 2030 года, в них одна их приоритетных целей – расширение применения ВИЭ;

Годы	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Всего	3127	3398	3520	3471	3374	3444	3304	3434	3494

Таблица 1. Суммарные ресурсы ТЭР в правобережной части Молдовы, тыс. т.у.т уг. экв., [3]

	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Бензин	198,0	231,0	243	248	227	241
Керосин	17,0	22,0	18	25	23	28
Дизельное топливо	334,0	386,0	410	397	462	492
Мазут	17,0	22,0	30	64	48	36
СНГ	50,0	57,0	63	68	72	80
Другие виды	5,0	11,0	35	44	55	56
Жидкие, всего,	621,0	729,0	799	846	887	933
Уголь, тыс. тонн	189,0	256,0	338	263	271	292
Газ, млн. м ³	1327,0	1323,0	1309	1145	1206	1169
Древесина, древесные остатки, с/х остатки, тыс. т.у.т.	111,9	120,8	99	109	129,21	133,62

Таблица 2. Топливные ресурсы в натуральном выражении, тыс. тонн, [3]

	2006	2007	2008	2009	2010	2011
жидкое	10	23	37	53	45	43
твердое	112	99	110	116	95	113
в т.ч. древесина	102	91	97	96	88	94
гидроэнергия	9	4	10	7	10	9
всего	131	126	157	176	150	165
% собственных ТЭР	3,77	3,73	4,56	5,33	4,37	4,72
% гидро в собственных ТЭР	6,87	3,17	6,37	3,98	6,67	5,45
% гидро в суммарных ТЭР	0,26	0,12	0,29	0,21	0,29	0,26
% древесины в собственных ТЭР	77,86	72,22	61,78	54,55	58,67	56,97
% древесины в суммарных ТЭР	2,94	2,70	2,82	2,91	2,56	2,69

Таблица 3. Собственные ТЭР в Молдове, тыс. т. у.г. экв., [4].

2. Закон о ВИЭ (2007), основные положения которого описывают цели государственной политики в области ВИЭ: повышение энергетической безопасности; уменьшение воздействия энергетики на окружающую среду.

Основные задачи государственной политики в области ВИЭ:

1. увеличение разнообразия местных ресурсов;
2. обеспечение к 2010 году - 6%, к 2020 году - 20% объемов энергии из ВИЭ от общих объемов энергии от традиционных источников.

В 2013 году рассматривалась новая редакция закона.

3. Стратегия и проект Программы по ВИЭ (2007) имели целью увеличение доли ВИЭ в энергетическом балансе и повышение энергетической безопасности страны. Планируемый объем замещаемой энергии приведен в Табл. 4.

Проект Программы включал 30 проектов, в том числе по использованию биомассы – 12; гидроэнергии – 2; солнечной энергии – 9; ветровой энергии – 2, другие – 2. Предполагаемый объем замещаемого топлива 10% или 300 тыс. т.у.г. Оцениваемый объем затрат – 600 млн. лей (54,5 млн. дол.)

Наименование	2008 (факт)		2010		2020	
	%	Тыс. т.у.г.	%	Тыс. т.у.г.	%	Тыс. т.у.г.
Общее потребление топлива	100%	3444		3000		3000
Собственные ТЭР	4,56%	157 тыс. т.у.г.	6%	180 тыс. т.у.г.	20%	600 тыс. т.у.г.
Распределение по видам ВИЭ, %	В суммарных ТЭР	В собственных ТЭР	В собственных ТЭР		В собственных ТЭР	
Биомасса	3,2	76	70	126	70	420
Гидроэнергия	0,3	8	14	25,2	14	84
Солнечная энергия	0	0	10	18	10	60
Ветровая энергия	0	0	1,5	2,7	1,5	9
Другие	1,06	16	4,4	8	4,4	26,4

Таблица 4. Объем вырабатываемой ВИЭ

4. Регламентация деятельности в области тарифной политики и лицензирования осуществляется Национальным Агентством по регулированию в энергетике.

5. Закон об энергоэффективности №142 от 02.07.2010 г., опубликован 03.09.2010 в «Мониторул Официал» №155-158, статья 545

5. Национальная Программа по энергоэффективности на 2011-2020 годы, утвержденная Постановлением Правительства № 833 от 10.11.2011, опубликована в «Мониторул Официал» № 197-202, статья № 914.

6. Национальный план действий по эффективности на 2013-2015 годы утвержден Постановлением Правительства №113 от 7 февраля 2013 г.

7. «Закон об энергосбережении» № 1136 – XIV от 13.07.2000, опубликован в «Мониторул Официал», 2000, №157-159, статья 1183, действовал до принятия Закона об энергоэффективности №142 от 02.07.2010.

8. Национальная Стратегия развития: 7 решений для экономического роста и сокращения уровня бедности, Молдова-2020, опубликована в январе 2013.

Потенциал ВИЭ в Молдове

Данные, характеризующие технический потенциал ВИЭ, по Стратегии развития энергетики до 2020 года, приведены в Табл. 5.

Возобновляемые источники	Технический потенциал		
	РЈ	млн. т.н.э	млн. т.у.т
Солнечная энергия	50,90	1,26	1,8
Ветроэнергия	20,3	0,48	0,63
Биомасса, всего	21,5	0,518	0,74
Сельскохозяйственные отходы	7,5	0,181	0,258
Дрова	4,3	0,103	0,148
Отходы обработки древесины	4,7	0,113	0,162
Биогаз	2,9	0,07	0,1
Биотопливо	2,1	0,05	0,072
Гидроэнергия	9,3	0,22	0,33
Общий потенциал ВИЭ	118,4	2,82	4,04

Таблица 5. Технический потенциал основных видов ВИЭ

Динамика изменения основных показателей энергокомплекса

На графиках 1-2 приведены величины потребленного топлива в Молдове (1990-1994 годы) и отдельно в Правобережье (ПБ) (1994-2011 годы). Общее снижение по Молдове произошло с 15 млн. т.у.т (1990 год) до 3 млн. т.у.т (2012 год). Потребление по Правобережью в среднем составило 3000 млн. т.у.т ежегодно в период 1994-2012 годы.

Преобладающий в общей структуре потребленного топлива – природный газ, доля которого менялась от 45-60% за 1994-2011 годы (в 2011 год – 42 %). Собственные ресурсы (древесина) – 3-4 % от общей потребности.

Потребление топлива для производства электро- и теплоэнергии за исследуемый период снизилось с 45 % (1485 тыс. т.у.т в 1994 году) до 22 % (671 тыс. т.у.т в 2011 году).

Потребление топлива в коммунально-бытовом секторе составляло 21 % (1994 год – 697 тыс. т.у.т), 28% (2011 год – 854 тыс. т.у.т. Его средняя величина (1994-2011 годы) была на уровне 23 % (700 тыс. т.у.т) от потребления топлива (более подробно в отдельном подпункте).

Потребление теплоэнергии от централизованных источников по Молдове по сравнению с уровнем 1994 года снизилось с 6658 до 2903 тыс. Гкал (в 2,3 раза), в 2011 году – 2223 тыс. Гкал (в 2,9 раза), Рис.8.

Дебиторские и кредиторские задолженности в экономике отражены на Рис. 9. В экономике их соотношение составляло 1:2,6 (2007 год), в энергетике 1:1,95.

Доля дебиторских задолженностей в энергетике по отношению к аналогичным показателям в экономике снижалась с 25% (2003 год) до 20% (2008 год), доля кредиторских задолженностей в энергетике по отношению к аналогичным в экономике снижалась с 25% (2003 год) до 15% (2008 год). Соотношение

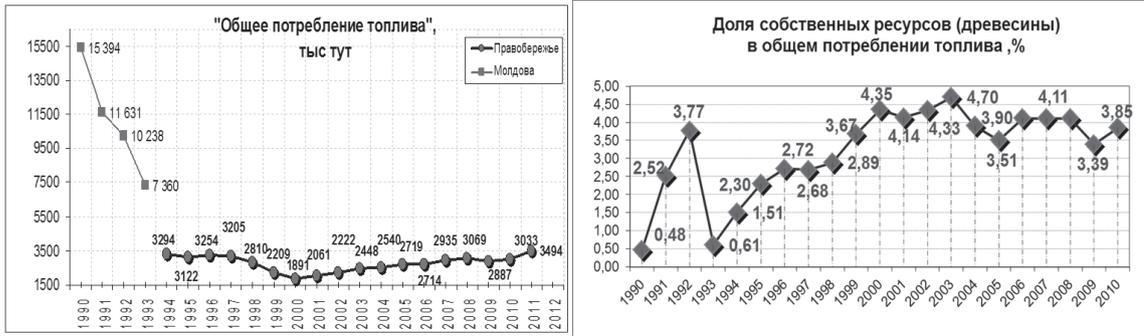


Рис.1-2. Общее потребление топлива и доля собственных ТЭР в общем потреблении топлива

Общее снижение выработки электроэнергии в Молдове произошло в 2,4 раза (с 15 млрд. кВт.ч, в 1990 году до 5536,2 млрд. кВт.ч в 2011 году). В Правобережье снижение производства электроэнергии также имело место, хотя и в меньших объемах – в 1,5 раза (с 1698 млн. кВт.ч (1990 год) до 1015,6 млн. кВт.ч (2011 году), Рис. 3-4).

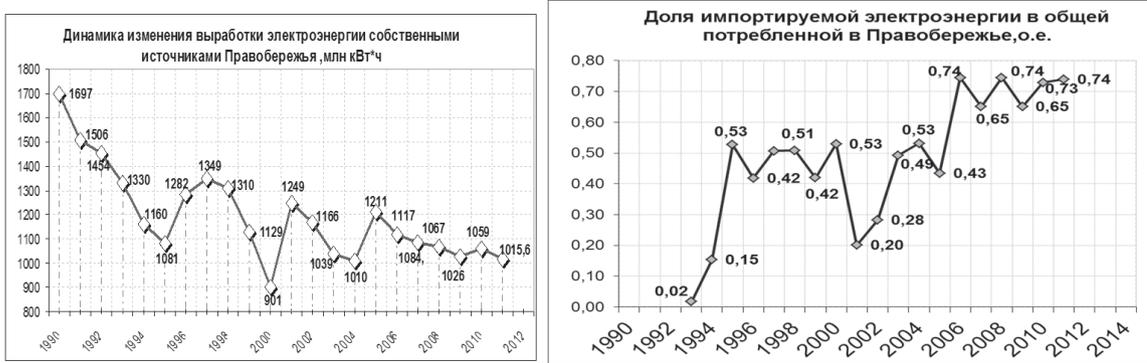


Рис.3-4. Производство электроэнергии на собственных источниках и ее импорт.

Потребление электроэнергии в 2011 году 73 % от уровня 1990 года для Правобережья (Рис.5-6). Потребление электроэнергии на душу населения снизилось с 129 до 86,3 кВт.ч/чел. за 1990-2011 годы.



Рис.5-6. Общее потребление электроэнергии и в расчете на душу населения. Потребление электроэнергии по отраслям. Общее потребление электроэнергии в Правобережье в 2011 году составило 3571 млн. кВт*ч, в том числе в промышленности – 992 (27,8%), строительстве – 14 (0,4%), на транспорте – 50 (1,4%), в сельском хозяйстве – 54 (1,5%), в торговле и коммерческих услугах – 821(23%), населением – 1547(42%), прочее – 95(3%), Табл. 6 и Рис. 7.

Общие ресурсы электроэнергии 4161 млн. кВт*ч (потреблено 3571 млн. кВт*ч (86%) и потери – 590 (14%) (по данным ТЭБ-2011).

между дебиторской и кредиторской задолженностями в энергетике примерно одинаково для указанного периода, что свидетельствует о достаточно стабильной, несмотря на угрожающие факторы, работе энергосистемы.

Тенденции потребления топлива в бытовом и коммунальном секторах Молдовы

Для Молдовы наиболее востребованными будут ВИЭ небольшой мощности. Объектами их использования становятся потребители, потребности которых в энергии невелики. В Молдове имеется около 1500 небольших населенных пунктов в основном сельского и поселкового типа. Домовладения в сельской местности имеют печное отопление (65% жилья в стране), поэтому вопросы их энергообеспечения актуальны в связи с недостатком собственных ресурсов и с небольшими доходами населения. Рассмотрены тенденции потребления топлива населением и в коммунальном секторе в 2006-2011 годах на основе данных топливно-энергетических балансов и использования альтернативной энергетики.

А) Общее потребление ТЭР и собственные виды топлива

Годы	Всего	Промышленность	Строительство	Транспорт	С/х сектор	Коммерческий сектор (А)	Коммунальный сектор (В)	Бытовое потребление	Прочее
2006	2903	932	6	4	10	100	653	1154	155
2007	3364	1049	15	65	50	115	630	1295	145
2008	3428	948	14	62	54	130	711	1371	138
2009	3378	872	13	50	59	171	695	1450	68
2010	3486	975	13	46	54	185	598	1514	101
2011	3571	992	14	50	54	213	608	1547	93

Таблица 6. Потребление электроэнергии отраслями экономики, млн кВт*ч, [3]

Основные виды собственного топлива и общее количество потребленного топлива приведены в Табл. 6.

Тенденции изменения общего потребления топлива:

- потребление древесины в стране сохраняется на уровне 69-83 тыс. т.ут;
- потребление древесных остатков снизилось с 13 до 6 тыс. т.ут;
- потребление сельскохозяйственных остатков возросло почти в 2 раза с 16 до 30 тыс. т.ут;
- потребление гидроэнергии сохранилось в одних и тех же объемах 7-10 тыс. т.ут;
- добыча нефти выросла с 7 до 19 тыс. тонн;
- суммарное потребление собственных ТЭР выросло с 128 до 146 тыс. т.ут. – с 3,69 до 4,19% от общего потребления ТЭР;
- максимальный прирост потребления собственных ТЭР 2006-2011 годы по сравнению с 2006 годом составил 13% (2011 год) – за счет сельскохозяйственных остатков и нефти.

Б) Потребление топлива в коммунальном секторе

Основные виды собственного топлива и потребленного в коммунальном секторе приведены в Табл. 7.

Суммарное потребление ТЭР в коммунальном секторе за 2006-2011 годы выросло с 169 до 204 тыс. т.ут у.э. или на 20% , в том числе :

Потребление электроэнергии секторами экономики в 2011 году, млн кВт*ч, %

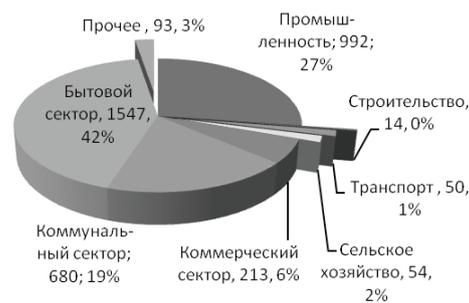


Рис.7. Потребление электроэнергии по секторам экономики в 2011 году.

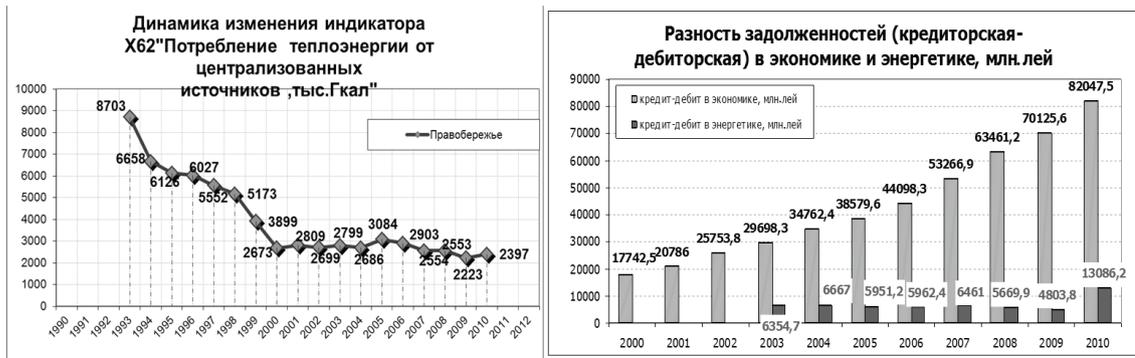


Рис.8-9. Потребление теплоэнергии от централизованных источников и разность задолженностей в экономике и энергетике. Величины тарифов приведены на Рис. 10-11 в сопоставлении – тариф на природный газ и на электроэнергию. Кривые изменения тарифов имеют близкие тренды, указывающие на их взаимосвязь и необходимость рассмотрения в совокупности, а не по отдельности, как это имеет место в настоящее время.

- потребление угля снизилось с 68 до 35 тыс. т.т. у.э. или на 40%, составив 17,1 % в 2011 году в общем потреблении;
- потребление газа возросло с 91 до 158 тыс. т.т. у.э. (с 54 до 77,5%);
- потребление древесины скачкообразно изменялось в диапазоне 9-32 тыс. т.т. у.э. (от 5,4 до 13,8%).

Увеличение доли газа связано с Программой газификации, которая выполнялась в этот период, что привело к переходу части потребителей на природный газ вместо угля.

В) Потребление топлива в бытовом секторе

Общее потребление топлива в бытовом секторе приведено в Табл. 8.

Общие тенденции потребления топлива населением, в том числе в районах с газификацией:

- потребление угля снизилось с 81 до 67 тыс. т.т. или с 12,5 до 11,5%;



Рис. 10-11. Тариф на природный газ в сопоставлении с тарифами на электроэнергию и на теплоэнергию.

Индикаторы энергоёмкости рассчитаны из соотношения ВВП и потребления топлива и электроэнергии в целом (Рис.12-13) и показывают улучшение ситуации. Однако это связано не с внедрением энергосберегающих технологий, а с общим снижением промышленного производства, которое повлекло уменьшение потребления топлива.



Рис. 12-13. Индикаторы энергоёмкости и электроёмкости.

Инвестиции в энергетику значительно меньше вложений в экономику и составляют 6-10 % (Рис. 14). Такие инвестиции недостаточны для развития электросетевой инфраструктуры.

- потребление газа снизилось с 70 до 68% или с 453 до 395 тыс. т.т.;
- потребление древесины выросло с 112 до 118 тыс. т.т. или с 17,4 до 20,3 %.

В целом изменения происходят в небольших пределах, и говорить о кардинальном изменении структуры потребляемого топлива не приходится: уголь – 11-12%, газ – 70%, древесины – 19-20%.

Процент потребления древесины мало изменился. Это свидетельствует о том, что в районах без газовых сетей сохраняется печное отопление дровами и углем (Табл. 9), причем имеется тенденция роста древесного топлива и снижение потребления угля:

- потребление угля снизилось с 81 до 67 тыс. т.т. (с 42% до 36%);
- потребление древесины возросло с 112 до 118 тыс. т.т. (с 58% до 64%).

Потенциал для ВИЭ можно рассматривать в объеме замещения потребляемых и импортируемых количеств угля и газа в бытовом и в коммунальном секторах, а именно:

- для угля в объеме 70-80 тыс. т.т. (бытовой сектор) и 35-50 тыс. т.т. (коммунальный сектор);
- для газа - в объеме 400 тыс. т.т. (бытовой сектор) и 100-150 тыс. т.т. (коммунальный).

Наиболее простой способ – замещение импортируемых топлив биомассой.

Однако ее нет в нужном количестве, в связи с чем необходимо использование других видов ВИЭ – ветровой и солнечной, потенциал которой приведен выше.

Трудности на пути освоения ВИЭ

Упомянутые в документах трудности можно классифицировать следующим образом:

- а) барьеры законодательного, институционального и информационного характера:
 - отсутствие законов, регламентирующих взаимоотношения между производителями энергии ВИЭ и распределительными электрокомпаниями;
 - недостаточный уровень соблюдения законодательства по охране окружающей среды;
 - отсутствие финансовых средств для осуществления фундаментальных принципов экологии и стабильного развития;



Рис.14. Инвестиции в энергетику и экономику.

Источник энергии	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Древесина	83	68	77	69	71	82
Древесные остатки	13	10	12	15	10	6
Сельскохозяйственные остатки	16	15	20	25	22	30
Гидроресурсы	9	4	10	7	10	9
Нефть	7	14	23	26	17	19
Собственные ТЭР, суммарно	128	111	142	142	130	146
Общие ресурсы топлива	3471	3374	3444	3304	3434	3494
% собственных ТЭР	3,68	3,28	4,12	3,97	3,78	4,17
прирост к 2006 году, о.е.	1	0,89	1,11	1,07	1,02	1,13

Таблица 6. Собственные ТЭР в Молдове и общее потребление топлива, тыс. т.т.т. у.э.

- недостаточные сведения о местных и региональных разработчиках проектов, успехах или неудачах, отсутствие консультационных центров в данной области;
- недостаток информации о современных технологиях по использованию ВИЭ;
- сложившееся убеждение руководящих лиц органов местного управления, что внедрение ВИЭ касается только компетенции Правительства;
- низкий уровень квалификации инженеров, техников в области технологий преобразования различных видов ВИЭ в электро-, теплоэнергию и т.д.
- б) технические, технологические и финансовые трудности:
 - недостаточное производство на местных предприятиях оборудования для преобразования различных видов ВИЭ;
 - необходимость индивидуальных систем для аккумулирования тепловой или электрической энергии, которые часто обуславливают значительное повышение инвестиций;
 - значительные начальные инвестиции, необходимые для строительства установок преобразования ВИЭ;
 - высокий банковский кредит, а также большой срок окупаемости инвестиций;
 - потребность в значительных инвестициях при подключении к распределительным сетям мелких производителей электроэнергии, получаемой от ВИЭ.

ВИЭ и энергетическая безопасность

Широкое использование ВИЭ для производства энергии обеспечит повышение энергетической безопасности страны.

Под энергетической безопасностью понимают защищенность страны, ее граждан, общества, государства и экономики от угрозы дефицита в обеспечении экономически доступными топливно-энергетическими ресурсами приемлемого качества в нормальных условиях и в чрезвычайных обстоятельствах, от нарушения стабильности топливо- и энергоснабжения [5].

Источник энергии	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Уголь	68	54	49	50	36	35
Газ	91	100	101	149	149	158
Древесина	10	9	12	32	16	11
Всего	169	163	162	231	201	204
% угля	40	33	30,3	21,6	17,9	17,1
% газа	54	61,5	62,3	64,5	74,1	77,5
% древесины	6	5,5	7,4	13,8	8,0	5,4

Таблица 8. Потребление угля и газа в коммунальном секторе, тыс. т.т.т. у.э.

Источник энергии	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Уголь	81	48	40	49	74	67
Газ	453	362	383	395	420	395
Древесина (суммарно)	112	93	109	109	103	118
Общее потребление населением	646	503	532	553	597	580
% угля	12,5	9,5	7,5	9	12	11,5
% газа	70	72	72	71	76	68
% древесины	17,4	18,4	20,4	19,7	17,2	20,3

Таблица 9. Потребление топлива населением (бытовой сектор), тыс. т.у.т. у.э.

Для исследования проблем безопасности используется методология индикативного анализа, которая позволяет выполнять комплексный мониторинг состояния энергетической безопасности и отражает все сектора ТЭК с учетом экономических, экологических, социальных и других аспектов. Описанная методология используется и для ТЭК Молдовы [6].

Применение ВИЭ будет способствовать улучшению ряда индикаторов, которые отражают структуру ТЭК и энергосистемы, их текущее состояние, в частности:

- топливоснабжение (увеличится доля собственных ТЭР и снизится величина импортируемого топлива);
- производство энергии увеличится на собственных источниках, снизится объем импортируемой электроэнергии;
- улучшатся индикаторы экологической группы в связи со снижением выбросов в атмосферу газов с парниковым эффектом;
- увеличатся инвестиции в энергетику, что будет способствовать ее развитию;
- повысится квалификация работников, занятых эксплуатацией источников новых видов, появятся новые рабочие места.

Реализованные проекты в Молдове

В Молдове имеется ряд объектов, часть из которых функционирует, [7], а именно:

1. Котельные установки по сжиганию соломы (Штефан-Водэ). В АО «Молдагротехника» налажено производство котлов по лицензии фирмы ALCON (мощность от 30 до 750 кВт) для получения теплоэнергии из биомассы (прессованная солома в круглых или прямоугольных тюках), которые могут использоваться для обогрева школ, детских садов, других госучреждениях.

С 2010 года в АО «Молдагротехника» начато производство теплогенераторов на пеллетах (стружка, опилки, прочие отходы) мощностью от 17 до 75 кВт.

2. Биогазовый реактор для утилизации винодельческой (коньячной) барды.

Пилотный проект- завода «Винария-Бардар», на котором установлен биореактор 40 куб.м, использующий коньячную барду. Еще 32 винозавода имеют спиртоперегонные производства с вредными стоками с суммарным объемом до 5 млн. м³, которые могут использовать подобную технологию.

3. Две биогазовые установки, построенные с помощью голландских ученых для животноводческого и птицеводческого производства (Колоница) (законсервированы).

Источник энергии	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Уголь	81	48	40	49	74	67
Древесина (суммарно)	112	93	109	109	103	118
% угля	42	34	27	31	42	36
% древесины	58	66	73	69	58	64

Таблица 10. Потребление древесины и угля в бытовом секторе, тыс. т.у.т. у.э.

4. Установка по использованию метана из бытовых отходов на полигоне в Цынцаренах (проект CDM) (Италия).
5. Завод по производству масла из рапса в 2005 году в Бричанах открыла немецкая компания Bio Comrapu Raps. Урожай рапса в Молдове в 2007 году составил 35 тыс. тонн – [www. kr.md](http://www.kr.md).
6. Завод по производству в Оргееве солнечных пленочных батарей для продажи в регионе и в мире.
7. Частные лица и предприниматели для собственных домовладений устанавливают солнечные батареи для производства электроэнергии (имеются установки 22 кВт).
8. Полигон по ВИЭ в Комрате – экспериментальные ветро-и биогазовые установки.
9. Имеется предложение Европейской энергетической Хартии о создании на базе Молдовы международного экспериментального полигона и Центра ВИЭ.
10. Полигон по ВИЭ АН М, проект создания которого профинансирован в 2009 году. Имеется проектная документация.
11. Установка в селе Колоница мощностью 85 кВт. Проект разработан специалистами из Нидерландов, строительство продолжалось 5 лет, затрачено 450 тыс. евро. Местный фермер сумел получить «зеленый» тариф (feed-in tariff) в размере 1,73 лея/кВт*ч (2012 год).
12. На полигоне бытовых отходов в Цынцаренах ООО «TEVAS GRUP» эксплуатирует агрегат 320 кВт для получения электроэнергии из биогаза. Специально для этого предприятия Национальным Агентством по регулированию в энергетике (НАРЭ) установлен «зеленый» тариф (постановление №319 от 3.05.2013 года) в размере 1,73 лея/кВт*ч (без НДС). Проект начался еще в 2006 году. На свалке пробурены скважины, из которых откачивается метан. Получаемая электроэнергия поставляется в электросети, обслуживаемые Union Fenosa.
13. Для компании Solotrans-Agro в конце 2012 года НАРЭ также утвердило зеленый тариф на электроэнергию, получаемую от солнечной установки, в размере 1,92 лея/кВт*ч (без НДС). Солнечные батареи размещены на крыше офисного здания оптового сельскохозяйственного рынка по улице Каля Бесарабией.
14. Для ООО TASOTLEX (г. Кишинев) также утвержден тариф на электроэнергию из солнечной энергии, в размере 1,92 лей/кВт*ч (без НДС). Фирмой установлены солнечные батареи площадью 76,6 м² и мощностью 10,6 кВт.
15. ООО Elterprod эксплуатирует ветровые установки в селе Брэтушань Единецкого района мощностью 1,1 МВт. Тариф на электроэнергию установлен в размере 1,24 лея/кВт*ч (без НДС) [2].
16. На сахарном Дрокиевском заводе компании Sudzucker-Moldova инвестиции в модернизацию завода 600 млн. леев. Энергозатраты предприятия сократились в 2 раза. Пуск установки планировался на сентябрь 2013 года. Объем произведенного биогаза из сахарного жома составит 7,3 млн. м³ в год. Полученный газ должен сжигаться в блок-станции завода наряду с природным газом для производственного процесса. Стоимость проекта 8 млн. евро, строительство вели чешские специалисты.
17. В стране действуют 60 предприятий по производству брикетов и пеллет. Установка твердотопливных котлов осуществляется на объектах социальной сферы и в частных домовладениях при поддержке проекта «Энергия и биомасса в Молдове» ПРООН и у хозяйствующих объектов (проект ЕБРР MoSEFF). Кредитное финансирование осуществляется с помощью четырех молдавских банков. Примерно 86% получаемой биомассы используется для приготовления пищи и обогрева, а 14 % – для сжигания на когенерационных установках и для получения жидкого топлива.
18. По оценкам Института IDIS Viitorul энергетический потенциал биомассы однолетних и многолетних сельскохозяйственных культур составляет 21 тыс. ТДж. В 2010 году Молдова потребила 92,6 тыс. ТДж энергии из различных источников, в том числе газа 43,3 тыс. ТДж. Общая площадь многолетних насаждений в стране – 145 тыс. га (2010). Однолетние посадки в 2010 году составили 32 тыс. га. Потенциал биомассы от них – 4,1-4.4. тыс. ТДж.
19. По расчетам Министерства сельского хозяйства ежегодно производится 4 315 тыс. тонн биомассы, из которых можно получить 506 тыс. тонн твердого топлива. Распределение топлива для дальнейшего использования осуществляется в соотношении 50/50 – на удобрения и на брикетирование.
20. Лесной сектор Moldsilva ежегодно дает 400 тыс. м³ древесины и отходов. За 1997-2009 годы выдано 5,8 млн. м³ древесной массы, из которых 586 тыс. м³ – на промышленные цели и 4,8 тыс. м³ – на сжига-

ние. Этим удовлетворено 70% потребности сельского населения в древесном топливе. Площадь лесов в 2010 году составила 393 тыс. га (территория Правобережья – 29,4 тыс. км²).

21. В РМ принято 15 европейских стандартов в области биотоплива (Институт стандартизации) и 21 планируется принять.

22. Компания Green Farm имеет две линии по производству брикетов – из соломы и из лесоматериалов (польская и украинская) в Каушанах. Эта компания выиграла тендер на установку и обслуживание котлов на биотопливе для 34 модульных котельных мощностью 7 МВт.

23. На мебельной фабрике Confort фирмой Эко-Практик, официальным дистрибьютором немецкой компании SolarBayer, установлен бак на 14 тонн воды и 16 вакуумных коллекторов по 60 трубок каждый. Горячая вода имеется с марта по октябрь (сезонный режим работы).

24. По проекту «Энергия и биомасса в Молдове» ЕС ПРООН выделено 640 тыс. евро для 600 установок отопительной системы при компенсации 30% от ее стоимости, но не более 1000 евро. Мощность котла 25 кВт (для 200-250 м²). Общий бюджет проекта – 14 млн. евро от ЕС и 560 тыс. евро – от ПРООН Молдова. Проект имеет сайт www.biomas.aee.md, в котором отражены его цели:

- установление 130 систем теплоснабжения в административных зданиях, школах, детских садах, почтовых отделениях, медицинских центрах суммарной мощностью до 35 МВт;
- утилизация сельскохозяйственных остатков;
- создание новых рабочих мест, рост сельской экономики;
- деятельность по производству брикетов и пеллет;
- системы теплоснабжения когенерационные на биомассе с производством электро- и теплоэнергии;
- повышение энергетической безопасности;

25. Агентство по энергоэффективности ведет работу по предоставлению в лизинг оборудования для производства пеллет и брикетов (финансирование в объеме 500 тыс. евро). На основе конкурса выбрана компания Sudzucker-Молдова, которая, получая от проекта 200 тыс. евро, планирует вложить 7 млн. евро (на Дрокиевском сахарном заводе жом будет использован как топливо). Также проводится работа в Леовском районе по установке оборудования по производству пеллет. Агентством по энергоэффективности создана интерактивная карта страны, которая позволяет увидеть потенциал биомассы в каждом районе.

26. Было утверждено 37 европейских стандартов в области топлива из биомассы.

27. Девять компаний в стране получили аккредитацию для сборки, продажи молдавских и европейских котлов на биомассе.

28. Имеются установки в селе Карпинень и Красноармейское. Используемые котлы имеют характеристики – мощность 12-25 кВт, эффективность – 75%, автономная работа без вмешательства оператора – 6 час., подключение к сетям 220 В.

Заключение

Анализ подтверждает актуальность освоения ВИЭ в Молдове. Целесообразны работы по совместным проектам по ВИЭ в регионе, включающем Украину, Беларусь, Румынию, Россию и другие страны, которые позволят использовать накопленный опыт по освоению ВИЭ и осваивать природный потенциал стран более эффективно. Проводимые работы являются первыми шагами по реализации планов, закрепленных на законодательном уровне. Они направлены на дальнейшее расширение работ в данной области.

Литература

1. Программа развития энергетики Республики Молдова до 2010 г. (обосновывающие материалы). Институт энергетики АН М. Авторский коллектив. Кишинев, Штиинца, 1992, 210 с.
2. А. А. Михалевич. Энергетическая безопасность и возобновляемая энергетика. В сборнике трудов II Международного семинара экспертов по возобновляемой энергии Минск 3-4 декабря 2013 г.
3. Топливо-энергетические балансы Национального бюро статистики (ежегодное издание).
4. Статистический ежегодник 2012, www.statistica.md.

5. В.Г.Благодатских, Л.Л.Богатырев, В.В.Бушуев, Н.И.Воропай и др. Влияние энергетического фактора на экономическую безопасность регионов России. Екатеринбург: Изд-во Уральского Университета, 1998 г. 195 с.

6. Е.В.Быкова. Методы расчета и анализ показателей энергетической безопасности (на примере энергосистемы Молдовы). Монография, Кишинев, Типография АН РМ, 158 с., 2005 Серия «Энергетическая безопасность», книга № 2.

7. «Экономическое обозрение» за 2013 год.

Возобновляемые источники энергии в развитии энергетики Молдовы



**И. Тимофте, Ин-
ститут энергетики
Академии наук
Молдовы (АНМ)**



**Н. Тимофте, Ин-
ститут энергетики
Академии наук
Молдовы (АНМ)**

В статье обобщена практика Республики Молдова по освоению и использованию возобновляемых источников энергии и их вклада в развитие энергетики. Приведена информация о потенциале этих источников, регулятивных аспектах развития, законодательных и нормативных актах, реализованных проектах.

Годы	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Реурсы, всего		2463	2430	2358	2410	2312	2401	2442	2358
внутренние источники	72	87	92	88	110	124	104	116	123
жидкое топливо		10	7	16	26	38	31	31	29
твердое топливо	59	70	78	69	77	81	66	78	91
гидроэлектроэнергия	13	7	7	3	7	5	7	7	3
Импорт	1776	2185	2157	2115	2104	1973	2071	2150	2041
жидкое топливо	416	622	603	643	668	659	666	740	675
природный газ	888	1205	1201	1110	1057	977	1033	1015	971
твердое топливо	66	103	105	110	124	84	112	125	113
электроэнергия	406	255	248	252	255	253	260	270	282
остатки топлива на начало года	н/д	191	181	155	196	215	226	176	194
Распределение, всего		2463	2430	2358	2410	2312	2401	2442	2358
внутреннее потребление	1853	2278	2271	2160	2191	2071	2209	2237	2145
преобразование в другие виды энергии	935	842	817	767	764	716	737	717	704
производственно-технологические нужды	918	1436	1454	1393	1427	1355	1472	1520	1441
промышленность и строительство	104	161	163	156	142	85	107	118	125
сельское хозяйство	69	61	59	52	51	46	48	45	44
транспорт	171	267	285	325	336	291	358	353	369
торговля и коммунальные нужды	55	120	123	119	120	172	157	157	156
продано населению	420	704	691	598	632	660	689	708	639
прочие	99	123	133	143	146	101	113	109	108
экспорт	4	3	4	7	5	15	18	14	27
остатки топлива на конец года	н/д	182	155	191	214	226	174	191	186

Таблица 1. Топливо-энергетический баланс (тысяч тонн нефтяного эквивалента)

Годы	2000	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Ресурсы, всего	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
в том числе:									
уголь каменный	5,5	6,8	6,7	6,6	8,3	7,1	6,8	7,2	7,1
топливо дизельное	10,9	15,1	15,1	16,6	17,3	17,4	19,5	20,4	19,2
мазут топочный	3,2	1,1	1,1	0,9	1,1	2,6	1,9	1,4	1,3
бензин автомобильный	7,3	10,6	9,7	10,2	10,5	11,2	9,8	10,3	8,6
природный газ	42,9	47,1	47,7	45,3	41,7	40,0	40,5	38,6	38,1
сжиженный газ	2,4	2,8	2,6	2,7	2,9	3,2	3,3	3,6	4,2
дрова для отопления	2,7	2,5	2,9	2,7	2,9	2,9	2,6	2,7	3,4
электроэнергия	21,1	10,6	10,5	10,8	10,9	11,1	11,1	11,3	12,0
прочие	2,8	3,4	3,7	4,2	4,4	4,5	4,5	4,5	6,1

Таблица 2. Структура основных видов топливно-энергетических ресурсов, %

Баланс и структура энергетических ресурсов Молдовы.

Энергетика Молдовы является основой ее экономики. Она призвана обеспечить экономику и население страны энергетическими ресурсами эффективно и экономично. Ныне эта отрасль находится в сложной ситуации. Это связано с тем, что практически все энергетические ресурсы импортируются (Табл.1). До настоящего времени доля внутренних источников энергии составляет 5% от общих ресурсов (Табл.2). Ныне около 30% валового внутреннего продукта страны идет на оплату импортируемых энергоресурсов. Их стоимость продолжает повышаться.

Ввиду отсутствия собственных энергоресурсов задача заключается в надежном обеспечении потребителей энергией по доступным ценам. Чтобы становиться конкурентоспособными, компании Молдовы нуждаются в бесперебойном обеспечении энергией и прогнозируемых в краткосрочной перспективе ценах. В то же время, необходимо диверсифицировать поставщиков, чего можно добиться участием в ряде региональных энергетических проектов. Значительный рост цен на энергетические ресурсы требует широкого внедрения энергосберегающих технологий и возобновляемых источников энергии (ВИЭ). Востребованность ВИЭ в Молдове пока незначительна. Связано это с тем, что энергоснабжение страны рассчитано на традиционное органическое топливо.

2. Потенциал основных ВИЭ

В энергобалансе Молдовы (без Приднестровья) на 2012 год внутреннее потребление энергоресурсов составляло 2145 тыс. т.н.э., из которого лишь 123 тыс. т.н.э. – внутренние ресурсы, которые по происхождению являются возобновляемыми: лишь 7 тыс. т.н.э. произведены на ГЭС Костешть в виде электроэнергии и 66 тыс. т.н.э. в виде дров и сельскохозяйственных отходов. В то же время климатические условия и технико-экономические возможности позволяют использовать в широком масштабе солнечную энергию, биомассу и органические отходы, ветровую и гидроэнергию, потенциал которых представлен в Табл. 3.

Потенциал основных видов ВИЭ оценивается в 2700 тыс. т.н.э., что превышает в 1,25 раза валовой расход энергоресурсов в 2012 году. Технический потенциал этих ресурсов определен при использовании 0,1% территории страны для установки солнечных коллекторов и фотопреобразовательных модулей (PV), 0,03% площади страны (долины и открытые низины) для установки ветровых агрегатов на высоте 50-70 м над землей, 25% из годового объема 2,5 млн. тонн сельскохозяйственных отходов, кинетическая энергия рек Днестр, Прут и Рэут путем установки микро ГЭС без плотин.

3. Перспективы роста доли ВИЭ в структуре источников энергии

Достижение основной цели Энергетической стратегии Молдовы – обеспечение к 2030 году 20% из потребляемой энергии за счет ВИЭ – предполагает широкое включение в экономический цикл основных видов ВИЭ – солнечной, ветровой, биомассы и гидро энергии. Методы, технологии и оборудование по преобразованию ВИЭ в тепловую, механическую или электрическую энергию, которыми располагает экономика Молдовы, имеют разные степени зрелости, технического совершенства и коммерческой

ВИЭ	Технический потенциал, млн. т.н.э.
Солнечная энергия	1,2
Ветровая энергия	0,7
Биомасса (с/х. отходы, дрова, отходы обработки древесины, выжимки виноградные, биогаз, биотопливо)	0,5
Гидроэнергия	0,3
Общий потенциал ВИЭ	2,7
Потребление энергоресурсов органического происхождения в 2012 г.	2,3

Таблица 3. ВИЭ – технический потенциал основных видов

конкурентоспособности на рынке страны. Учитывая нынешнюю структуру потребления ВИЭ и опыт европейских стран, прогнозируется следующее распределение долей различных ВИЭ в объеме энергии, произведенной ВИЭ к 2030 году:

- биомасса – (дрова и древесные отходы, биогаз и биотопливо) – 70%;
- гидро (большие и малые гидроэлектростанции) – 14 %;
- солнечная теплоэнергия – 10%;
- ветровая – 3%;
- солнечная фотоэлектрическая – 0,1%;
- другие виды энергии – 3%.

Таким образом, будет сохраняться большая доля биомассы и гидроэнергии в объеме энергии, полученной за счет ВИЭ. Одновременно, благодаря техническому прогрессу и новым технологиям будут созданы предпосылки для использования солнечной, ветровой и геотермической энергии, а также низкопотенциальных источников тепла, биогаза и энергетических культур.

Использование биомассы энергетических культур, сельскохозяйственных, городских, лесных отходов, сырья для производства жидкого и твердого биотоплива в Молдове считается предпочтительным путем уменьшения зависимости страны от импорта энергетических ресурсов. В Институте экологии и географии АНМ и Государственном Университете Республики была проведена оценка энергетического потенциала различных зелёных культур. Выявлены 25 видов однолетних и многолетних растений (травяные растения, кустарники и деревья), которые могут быть выращены на значительных площадях в Молдове и позволят производить биомассу промышленной значимости для биотоплива. Был оценен энергетический потенциал этих видов культур, количество биотоплива от переработки биомассы и выделение углекислого газа при их сжигании.

4. Направления деятельности в биоэнергии

4.1. Биоэтанол

Наиболее реально применимым и экономически эффективным в Молдове является выработанный на основе этилового спирта топливный этанол или «биоэтанол». Планируется производство биоэтанола из сахарного сорго, а также из другой сельскохозяйственной продукции – из разных зерновых пород и кукурузы.

4.2. Биодизель

Производство биодизельного топлива является одним из возможных решений обеспечения горюче-смазочными материалами (ГСМ) сельскохозяйственного производства. При существующей структуре производства около 30% дохода от продукции с пахотных земель Молдовы идет на покрытие затрат по ГСМ. Альтернативой им является использование 30% пахотных земель для производства собственного биодизеля. Наиболее подходящей энергетической культурой для этого является рапс. В 2006 году сдан в эксплуатацию завод по производству рапсового масла, используемого в биодизельной промышленности. Завод расположен на севере страны в селе Липкань района Бричень. Открыто молдавско-гер-

манское совместное предприятие „Bio Company Raps”. Немецкий партнер инвестировал 5 млн. евро. Компания намерена осуществить значительные инвестиции в возделывание рапса, в том числе повышение качества сортов, механизацию уборки этой культуры. Предприятие перерабатывает 50 тонн сырья в сутки. Для производства масла используется рапс, выращиваемый в Молдове. Планируется, что одновременно с расширением площадей под рапс, будут увеличены и производственные мощности завода. На предприятии предполагается ежедневно перерабатывать не менее 300 тонн рапса.

На выставке „Moldenergo” в Международном выставочном Центре „Moldexpo” 11-14 марта 2008 года демонстрировался автомобиль Mercedes-Benz TIRdiesel, использующий биотопливо типа фитодизеля, произведенного в Молдове совместным предприятием „Bio Company Raps”. Проблема, которую надо решить для продвижения биодизеля на рынок Молдовы в качестве альтернативного вида топлива – оценка рынков оборудования и готового продукта – биодизеля.

4.3. Биогаз

Биогазовые технологии в Молдове направлены на решение четырех проблем:

1. экологической – ликвидация отходов;
2. энергетической – получение топлива и энергии;
3. агрохимической – получение экологически чистых удобрений и продуктов питания, повышение плодородия почв;
4. социальной – улучшение условий труда и быта, особенно сельских жителей.

Энергетические особенности Молдовы требуют создания высокорентабельных биогазовых технологий широкого диапазона: от индивидуального крестьянского подворья и дачного участка до крупных животноводческих ферм, птицефабрик и городов.

Среди характерных проектов по выработке биогаза могут быть отмечены:

«Выработка биогаза на крупных животноводческих фермах и птицефабриках»,

«Производство электроэнергии на полигоне бытовых отходов в селе Цынцэрень района Анений-Ной на базе свалочного газа»,

«Биогазовые проекты в винодельческой промышленности Молдовы».

На европейские гранты в Молдове построены и введены в строй современные биогазовые станции в комплексе с когенерационными установками на птицефабрике „Avicola”, (Ваду-луй-водэ) и на животноводческом комплексе в Колонице под Кишенёвым.

5. Использование отходов винного производства

В Молдове продолжают исследования по обработке и использованию отходов винного производства для утилизации продуктов виноделия, в частности, барды, сбросы которой экологически опасны.

Барда рассматривается как один из видов энергетического сырья для получения биогаза и может использоваться для выработки электрической и тепловой энергии. Из 150 винзаводов 32 имеют спиртоперегонные производства и вредные для окружающей среды высококонцентрированные стоки с суммарным объемом до 5,0 млн. м³/год.

Переработка стоков позволит получить около 43,0 млн. м³/год метана с возможностью когенерации 82 млн. кВт электрической и 150 млн. кВт тепловой энергии.

6. Использование твердых бытовых отходов

Рост потребления в последние десятилетия в Молдове привел к существенному увеличению образования твердых бытовых отходов (ТБО). Одним из основных способов их удаления остается захоронение в приповерхностной среде. Отходы подвергаются интенсивному биохимическому разложению, вызывающего, в частности, генерацию свалочного газа, макрокомпоненты которого – метан (CH₄) и диоксид углерода (CO₂). В 2006 году разработан рабочий проект по производству электроэнергии на полигоне бытовых отходов в селе Цынцэрень района Анений Ной. Основная цель – каптаж и уничтожение большого количества биогаза; устраняется тепличный эффект, связанный с его поступлением в атмосферу. Проектом предусматривалось строительство мини-электростанции мощностью 1500 кВт.

В 2007 году началось строительство. Проект является «пилотным», так как аналогичные проекты на территории Молдовы не осуществлялись. Построен первый пусковой комплекс:

- сеть соединенных газопроводом вертикальных газодренажных скважин по всей свалке;
- газовый двигатель для получения электроэнергии в количестве 320 кВт;
- камера сгорания для дожига биогаза, неиспользуемого для производства электроэнергии.

Состав биогаза на полигоне ТБО Цынцерень: метан (CH_4) – 61 %, диоксид углерода (CO_2) – 33,06 %. Теплотворность биогаза составляет 19,8 МДж/м³. Первый пусковой комплекс был сдан в эксплуатацию 25 сентября 2008 года.

7. Твердые виды биомассы

Твердые виды биомассы представляют остатки от очистки и обрезки садов, виноградников, санитарной очистки лесов, материалы растительного происхождения (стебли кукурузы, подсолнечник, табака, солома), отходы деревообработки, твердые промышленные и коммунальные органические отходы. Твердые виды биомассы в виде дров и древесных отходов используются в основном для отопления жилой площади и приготовления пищи. Разрабатываются отопительные котлы с эффективностью 75-80%, технологии по брикетированию и обработке твердой биомассы для использования в качестве топлива для местных котельных (теплоганций) мощностью 0,5-1,0 МВт. Считается целесообразным использовать эти котлы для снабжения тепловой энергией учреждений из сельской местности.

Предпочтительные проекты в части использования твердых видов биомассы:

- оборудование для брикетирования растительных отходов;
- котлы для сжигания растительных отходов;
- установки по производству древесных брикетов и устройства по изменению материала;
- предприятия по переработке твердых бытовых отходов.

8. Освоение гидроэнергетического потенциала рек

Гидроэнергетический потенциал рек Молдовы около 2,1 млрд. кВт-час, из которых 1,5 млрд. кВт-час приходится на реку Днестр. Неосвоенный потенциал этой реки составляет порядка 1,0 млрд. кВт-час. Действующей на этой реке на территории Молдовы является Дубассарская ГЭС, на которой вырабатывается в год в среднем 0,2 млрд. кВт-час. Эта станция находится в распоряжении Приднестровья. Гидроэнергетический потенциал малых рек пока используется частично. На реке Прут действует ГЭС мощностью 16 мВт, из которой одна половина принадлежит Молдове, а другая – Румынии. Использование гидроэнергетического потенциала других рек намечается осуществить строительством мини- и микроГЭС.

9. Регулятивные аспекты развития ВИЭ в Молдове

9.1. Энергетическая стратегия Республики до 2030 года

Правительство Республики приняло Энергетическую стратегию до 2030 года (№ 102 от 15.02.2013 года). Исследование и освоение новых источников энергии с ассимилированием их потенциала для энергетики является приоритетной задачей государственной политики. Стратегией определены первоочередные задачи и способы освоения ВЭИ на среднесрочный период. В национальное законодательство введены требования Директивы ЕС 2001/77/ЕС, касающейся продвижения на национальном рынке электрической энергии, полученной из ВИЭ, а также Директивы ЕС 2003/30/ЕС, касающейся использования биологического и другого возобновляемого топлива на транспорте. Установлена цель увеличения доли ВИЭ в энергетическом балансе страны до 20 % в 2030 году.

9.2. Законодательные и нормативные акты

9.2.1. Закон о возобновляемой энергии

Правовой основой освоения и использования ВИЭ в Молдове является закон Республики «О возобновляемой энергии» (N 160-XVI от 12.07.2007). Закон устанавливает цели и принципы государственной политики в области ВИЭ: повышение энергетической безопасности государства и уменьшение отрицательного воздей-

ствия энергетического сектора на окружающую среду при ежегодном увеличении доли используемых ВИЭ и топлива. Госполитика в области возобновляемой энергии основывается на принципах:

- а) конкурсного отбора и продвижения наиболее эффективных программ;
- б) гарантирования реализации возобновляемой энергии недискриминационным подключением к централизованным электрическим и тепловым сетям, гарантирование реализации возобновляемого топлива доступом к транспортным и распределительным сетям;
- в) продвижения производства электроэнергии из ВИЭ посредством обязательной закупки установленной доли электроэнергии, произведенной из указанных источников;
- г) экономического и финансового стимулирования освоения ВИЭ.

9.2.2. Методология расчёта, установления и применения тарифов на электроэнергию, произведенную из ВИЭ и биотопливо

Для обеспечения инвестиций в производство ВИЭ тарифы должны покрывать возврат инвестиций производителей, позволять получать определенную норму прибыли. Они должны позволять ВИЭ быть конкурентоспособными на рынке. Национальное Агентство по регулированию в энергетике Республики (НАРЭ) утверждает тарифы на каждый вид ВИЭ и топлива, рассчитанные производителем на основе утвержденных методологий. В соответствии с Законом о возобновляемой энергии и Национальными стандартами бухгалтерского учета (НСБ) Республики, НАРЭ утвердило «Методологию расчета, установления и применения тарифов на электроэнергию, произведенную из возобновляемых источников энергии, и биотопливо». Методология вступила в силу 27 февраля 2009 года и будет действовать в течение 15 лет. Она разработана группой экспертов консалтинговой компании «SWECO International AB» (Швеция) и «Pierre Atwood» (США) в рамках технической помощи, оказываемой шведским Агентством по кооперации и международному развитию.

10. Реализованные проекты

10.1. Научно-технологический парк „Academica”

В соответствии с Законом Республики от 21.06.2007 года «О научно-технологических парках и инновационных инкубаторов» создан научно-технологический парк „Academica”. Он имеет 31 резидента, из которых 8 реализуют проекты в области биоэнергии, в частности:

- ООО „Biocombustibil” – электрическая энергия и биодизельное топливо из биомассы;
- ООО „Agromodvita” – топливо для дизельных двигателей из водных растений (водорослей);
- ООО „Bioprodagro” – переработка кукурузы в биотанол и производные продукты;
- ООО „Întroducere” – альтернативное топливо для двигателей – биоэтанол из сорго.

10.2. Полигон ВИЭ

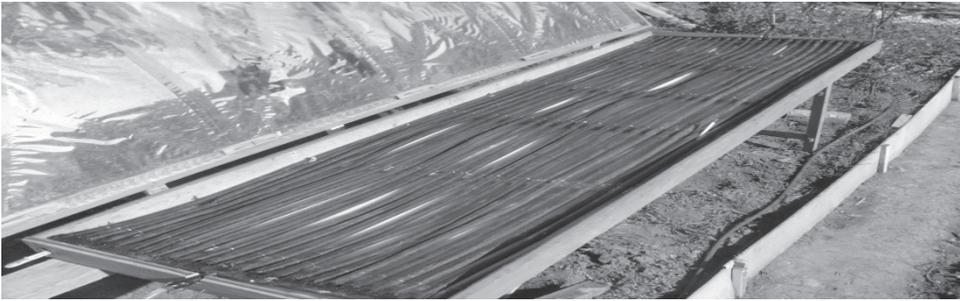
На базе принятых законодательных актов, в Молдове введен в действие полигон ВИЭ. Одна из его задач – экспериментальное исследование разработанных инновационных технических решений и технологий с целью их улучшения и продвижения для практического использования. На полигоне производится показ лучших зарубежных и отечественных технологий и образцов техники по преобразованию и использованию ВИЭ, пригодных для Молдовы. Осуществляется тестирование устройств, технологий и комплексных систем преобразования энергетического потенциала ВИЭ, разработанных в Молдове. Полигон используется в качестве испытательного стенда при проверке эффективности новых конструкций и технологий преобразования ВИЭ.

10.3. Разработки института энергетике Академии наук Молдовы

10.3.1. Солнечный нагреватель воды проточного типа с абсорбером из полимерной трубы

Достоинства:

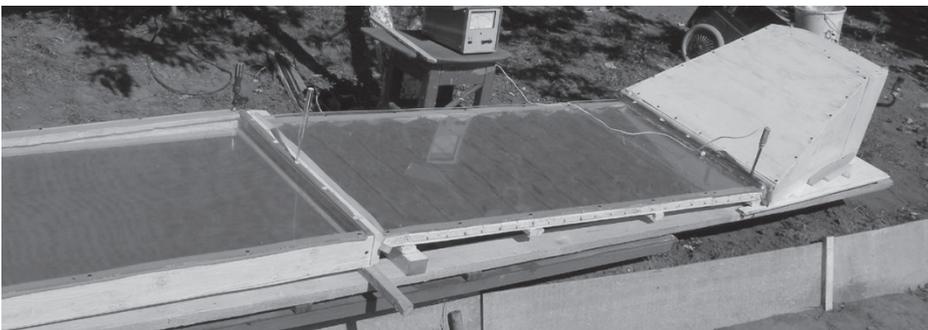
1. низкая стоимость,
2. не разрушается при замерзании воды,
3. может работать в одноконтурной установке нагрева воды с высоким содержанием солей.



- Приращение температуры воды: 10-40°C
- Полезная энергия за сезон с марта по октябрь: 380-660 кВтч/ м²
- Годовая производительность: 6-12м³/ м²
- Себестоимость тепловой энергии: 130-230 лея/Гкал
- Срок окупаемости затрат при замещении природного газа: 2,4-4,8 лет
- Предотвращение выбросов: CO₂ 25-55 кг/ м²

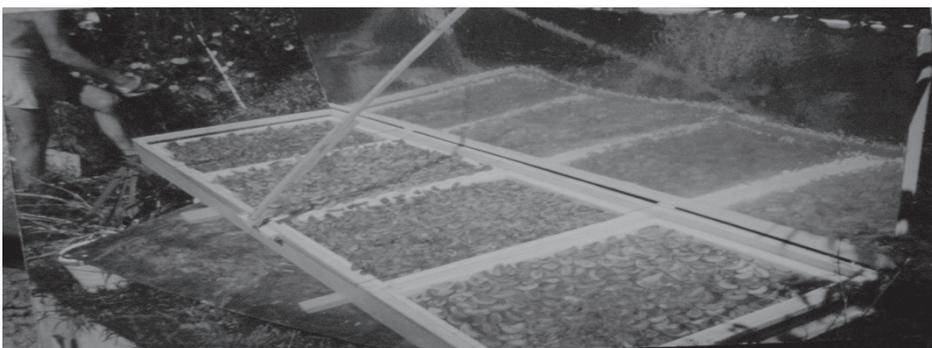
10.3.2. Солнечные нагреватели воздуха с сетчатыми матричными абсорберами

- Приращение температуры воздуха: 10-50°C
- Полезная энергию за сезон с апреля по октябрь: 380-560 кВтч/ м²
- Себестоимость тепловой энергии: 120-180 лея/Гкал
- Срок окупаемости затрат при замещении природного газа: 4,2-5,8 лет
- Срок окупаемости затрат при замещении электроэнергии: 1,4-2,2 года
- Предотвращение выбросов: CO₂ 25-55 кг/м²



10.3.3. Солнечная сушилка радиационного типа с плоским рефлектором

- Размеры: 2X1X0,15 м

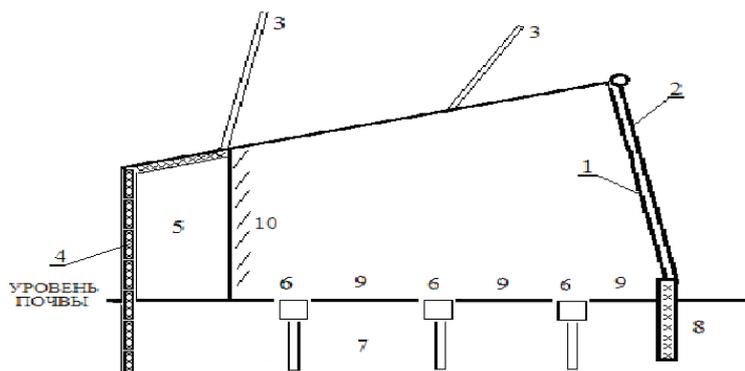


- Площадь апертуры: 2 м²
- Вес: 15кг
- Производительность: 8кг / сутки
- Кпд: 48%

10.3.4. Энергосберегающая теплица траншейного типа с подвижными плоскими рефлекторами и грунтовым аккумулятором тепла



10.3.5. Теплица с наружными тепловыми экранами-рефлекторами, аккумуляторами тепла/холода и аэробными биореакторами



Энергосберегающая теплица. 1- фронтальное прозрачное ограждение; 2 -подвижная мягкая теплоизоляция; 3 -наружные подвижные жесткие рефлекторы-тепловые экраны; 4- теплоизолированная стенка; 5 - наземный аккумулятор тепла/холода; 6 - траншейки аэробного биореактора и внутрипочвенного орошения; 7 - теплообменники грунтового аккумулятора тепла/холода; 8 - теплоизолированный цоколь; 9 - грядки с растениями и дорожки для персонала; 10 - зеркальные жалюзи

Заключение

- В энергобалансе Молдовы на 2012 год валовое потребление энергоресурсов составило 2358 тыс. т.н.э. Природные, технологические и экономические условия позволяют использовать в первую

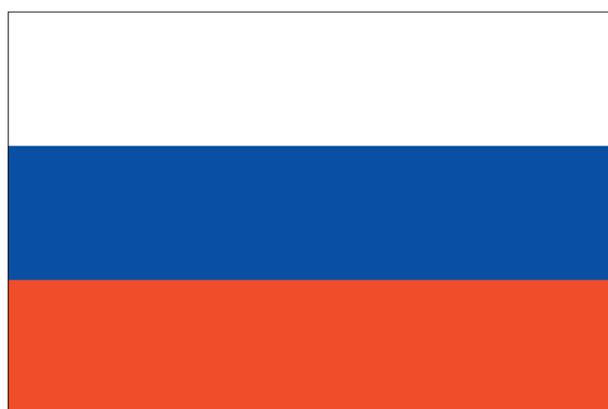
очередь биомассу и органические отходы. Биомасса, по прогнозам, составит около 70% из объема используемых в Молдове ВИЭ.

- Технологии использования ВИЭ находятся в начале своего развития. Многие из них имеют хорошие перспективы для коммерциализации в будущем, особенно ввиду повышения стоимости природного газа.
- Для освоения новых для Молдовы технологий использования ВИЭ необходима техническая помощь и передача технологий из развитых стран.
- Внедрение биоэнергетических технологий было начато в Республике с внедрением в эксплуатацию современных котлов для сжигания отходов древесины и соломы. Другие технологии производства энергии из биомассы являются не менее важными и будут приоритетными в будущем, однако им необходимо пройти демонстрационную стадию для подтверждения конкурентоспособности их экономических показателей. Приоритетными проектами будут брикетирование биомассы и её использование в бытовом секторе, внедрение биогазовых установок, производство биотоплива на основе рапсового масла, этанола на основе сахарного сорга, выращивание энергетических культур (например, вербы) на загрязнённых нитратами и на засоленных почвах.
- Формирование конкурентоспособной национальной нетрадиционной энергетики необходимо для устойчивого развития экономики Республики. Для стимулирования этой отрасли в Молдове необходимы меры по обеспечению здоровой конкуренции.

Литература

1. Энергетическая стратегия Республики Молдова на период до 2030 г. № 102 от 05.02.2013.
2. Закон Республики Молдова о возобновляемой энергии Nr. 160-XVI от 12.07.2007.
3. Положение о научно-технологическом парке «Academica», АНМ, 2008.
4. Закон Республики Молдова «О научно-технических парках и инновационных инкубаторах, № 138 от 21.06.2007 г.
5. Методология расчёта, установления и применения тарифов на электроэнергию, произведенную из возобновляемых источников энергии и биотопливо, Постановление Национального Агентства по регулированию энергии, № 321 от 22.01.2009 г.
6. Отчеты института энергетики Академии наук Молдовы за 2006-2013г.г. (www.ie.asm.md)

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



Солнечная энергетика в России



**И. Тюхов, Университет
машиностроения, ГНУ
ВИЭСХ**

Глобальные вопросы, солнечная энергетика в мире

Солнце – единственная звезда, энергетическими ресурсами которой пользуется человечество. Земля, вращаясь вокруг него, получает огромный поток энергии. Солнечное излучение, попадающее на земную поверхность, составляет 170 ПВт ($1 \text{ ПВт} = 10^{15} \text{ Вт}$), что во много раз больше энергии потребляемой человечеством – 2 ТВт ($1 \text{ ТВт} = 10^{12} \text{ Вт}$). В тоже время современная цивилизация использует традиционную энергетику, которая базируется в основном на использовании ископаемого топлива.

По различным прогнозам уже к 2020 году мировое энергопотребление возрастет более чем в полтора раза, в первую очередь за счет развивающихся стран (рост населения с одновременным повышением потребления энергии). При постепенном истощении запасов органического топлива, возможность с приемлемыми затратами удовлетворения растущих энергетических потребностей – сложная задача. Атомная энергетика после серьезных аварий на АЭС пока не вызывает доверия общественности. Термоядерная энергетика не вышла из стадии фундаментальных исследований, и сроки ее возможного освоения не поддаются оценке. В этой ситуации расширение масштабов использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ), ресурсы которых практически неограниченны, несмотря на повышенные затраты, представляется вполне оправданной.

Хотя масштабы современной энергетики в рамках энергетического баланса Земли пока еще малы, именно энергетика ответственна примерно за 50% вредных антропогенных выбросов в окружающую среду, в том числе парниковых газов, которые ведут к неконтролируемым изменениям климата. ВИЭ более экологически безопасны, чем традиционные источники. По этой причине альтернативная энергетика становится все более востребованной и уже сейчас обеспечивает примерно 8,2% электроэнергии.

Показательно, что темпы роста ВИЭ существенно (годовой прирост 20-35%) превышают темпы роста мировой энергетики (в среднем 2,3% в год) (Рис. 1).

Преимущества солнечной энергетики – масштабируемость: от мВт для малых потребителей (калькуляторы, освещение, питание компьютеров) до сотен МВт (фотоэлектрические станции, совместные с автономными и централизованными сетями), быстрое строительство (от 2-3 месяцев). К преимуществам относится также отсутствие шумового и теплового загрязнения, минимальное обслуживание.

По данным Европейской ассоциации фотоэлектрической промышленности (EPVIA) – “Global market outlook for Photovoltaics 2013-2017”, Европа доминировала на мировом рынке фотоэлектричества в течение многих лет, но остальной мир, очевидно, имеет огромный потенциал для роста (Рис. 2). Доля Европы в мировом рынке снизилась с 74% в 2011 году до 55% в 2012 году. Быстрый рост на местном и глобальном энергетическом рынке, как ожидается, продолжится в Китае и Индии, а затем в Юго-Восточной Азии, Латинской Америке и странах MENA. Потенциал России все еще недооценивается (Рис. 3).

Солнечная энергетика в России

Общие сведения

Россия, как энергопроизводящая страна, занимает второе место среди топ-10 экспортеров нефти (12,5%), первое место среди топ-10 экспортеров газа (20%). Высокая доля энергоресурсов в экспорте говорит о сырьевой направленности ее экономики. Это сказывается на сниженном подушевом потреблении энергии. Двадцать восьмое место России в рейтинге стран по уровню потребления электроэнергии на душу с учетом не самых лучших климатических условий представляется очень низким показателем.

Доля выработки электроэнергии: ТЭС (68%), ГЭС (16%), АЭС (16%). Если не учитывать крупные ГЭС, доля ВИЭ в производстве электроэнергии – примерно 1%.

В энергетической стратегии России до 2020 года указывается не только необходимость наращивания душевого энергопотребления, но и освоение экологически чистых экономически целесообразных энергоустановок. Только треть территории страны обеспечена централизованным энергоснабжением. К 2020 году доля ВИЭ в объеме энергии в России может составить 4,5% (примерно 50 млрд кВт·ч).

Необходимость развития энергетики, основанной на ВИЭ и местных ресурсах, следует из нецелесообразности охватить централизованным энергоснабжением две трети территории страны (Рис.5). Одним из решений является расширение объемов использования нетрадиционных источников в энергетическом балансе страны. Т.к., более 50% регионов энергодефицитны (завоз топлива, импорт электроэнергии) – важна задача повышения региональной энергетической безопасности.

Особое значение для многих регионов может сыграть солнечная энергетика в зонах Сибири и Дальнего Востока, как экологически чистый и конкурентоспособный источник электроэнергии для замещения – дизельных и мазутных электростанций и в экологически чистых зонах (Северный Кавказ), вновь строящихся и действующих заповедных зонах и зонах отдыха. Благодаря использованию таких ВИЭ, как ветер, солнце, геотермальные воды, можно покрыть многие энергетические потребности сельского хозяйства.

Согласно классификации Грина (M.Green), можно выделить три поколения солнечных элементов (СЭ). На Рис.6 по вертикальной оси добав-

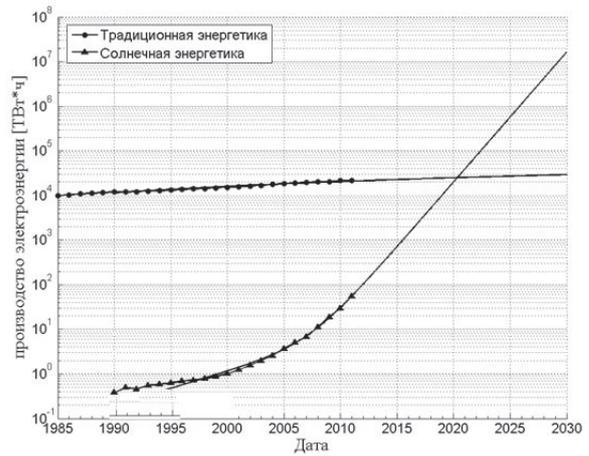


Рис. 1. По данным проф. Воронкова Э.Н.

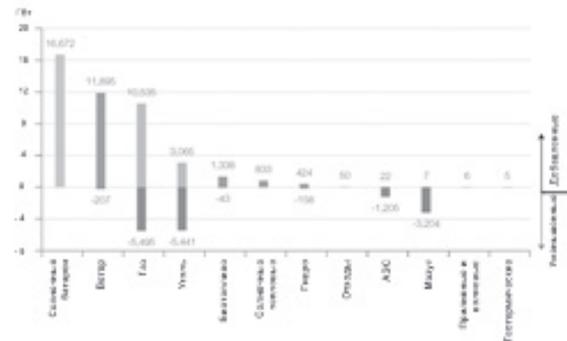


Рис.2. Мощности различных электростанций в ЕС в 2012 году (Global Market Outlook for photovoltaics until 2017, EPIA, May 2013, из доклада Андреева В.М., 6 февраля 2014 года)

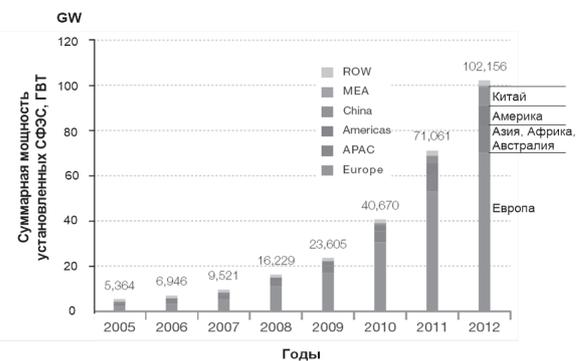


Рис.3. Динамика суммарной мощности установленных в мире солнечных электростанций

лен объем производства каждого их поколения. Несмотря на прогресс в разработках второго поколения тонкопленочных СЭ, эти технологии не заменяют технологии первого поколения [7].

Первое поколение СЭ на основе высококачественного монокристаллического кремния в виде пластин с p-n переходом имеет достаточно высокий КПД (для серийных СЭ КПД ~ 15%, лабораторных образцов ~ 25%, предельно возможный ~ 30%). Около 85% фотоэлектрической продукции (СЭ и модули) производится на основе кремния.

Второе поколение фотоэлектрических преобразователей – тонкопленочные СЭ и модули. При их создании ставилась задача снизить стоимость исходного материала. Однако, в тонкопленочных модулях на аморфном кремнии, диселениде меди и индия, кадмий теллуре, хотя и удалось снизить материалоемкость, возникли фундаментальные ограничения, связанные с нестабильностью материалов, их ограниченным ресурсом, токсичностью. Параллельно с совершенствованием СЭ первого поколения продолжают работы по тонкопленочным технологиям второго поколения, где имеется потенциал для дальнейшего снижения материалоемкости и стоимости технологий осаждения. Поэтому активные исследования и промышленные разработки в этих областях продолжаются.

Третье поколение фотоэлектрических технологий нацелено на достижение низкой стоимости и высоких по КПД СЭ при одновременном использовании тонкопленочных методов второго поколения с применением концентраторов. Создание СЭ третьего поколения включает методы нанотехнологий, новые физические эффекты (умножение носителей заряда, экстракция горячих электронов, многослойные переходы, применение концентрированного солнечного излучения, новые материалы). В России, хотя и в меньших масштабах, чем в Европе, ведутся работы по всем поколениям СЭ.

СЭ первого поколения были установлены на третьем искусственном спутнике Земли «Спутник-3» в 1958 году (НПО «КВАНТ»). Весной 2014 года в Чувашии планируется запустить производство тонкопленочных солнечных модулей на заводе в Новочебоксарске ООО «Хевел», совместным предприятием ГК «Ренова» и ОАО «Роснано». ООО «Хевел» создано летом 2009 года для развития в России производства солнечных

Russian Electricity Production by Source (2008)

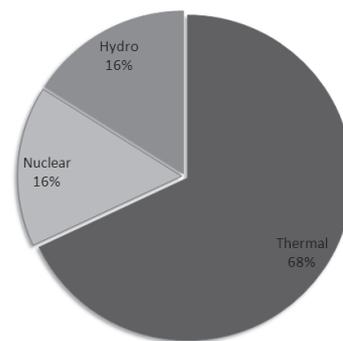


Рис.4. Производство электроэнергии в зависимости от источников

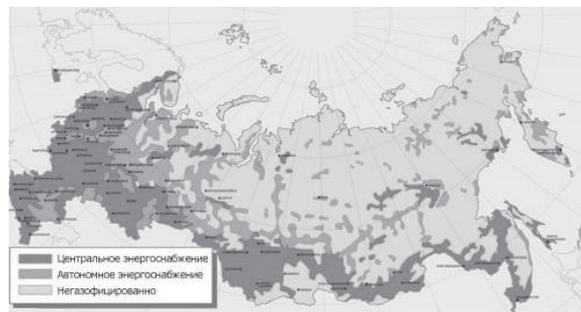


Рис.5. Централизованное и автономное энергоснабжение на территории России

[Фортвов В.Е., Попель О.С. Энергетика в современном мире. – Долгопродный: Издательский дом «Интеллект», 2011 – 168 с.]

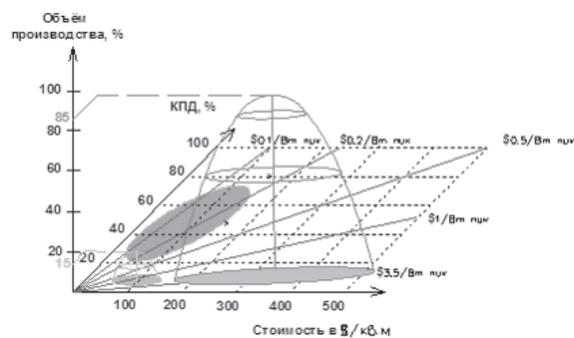


Рис.6. Три поколения СЭ (по вертикальной оси условно добавлен объем производства СЭ первого и второго поколения)

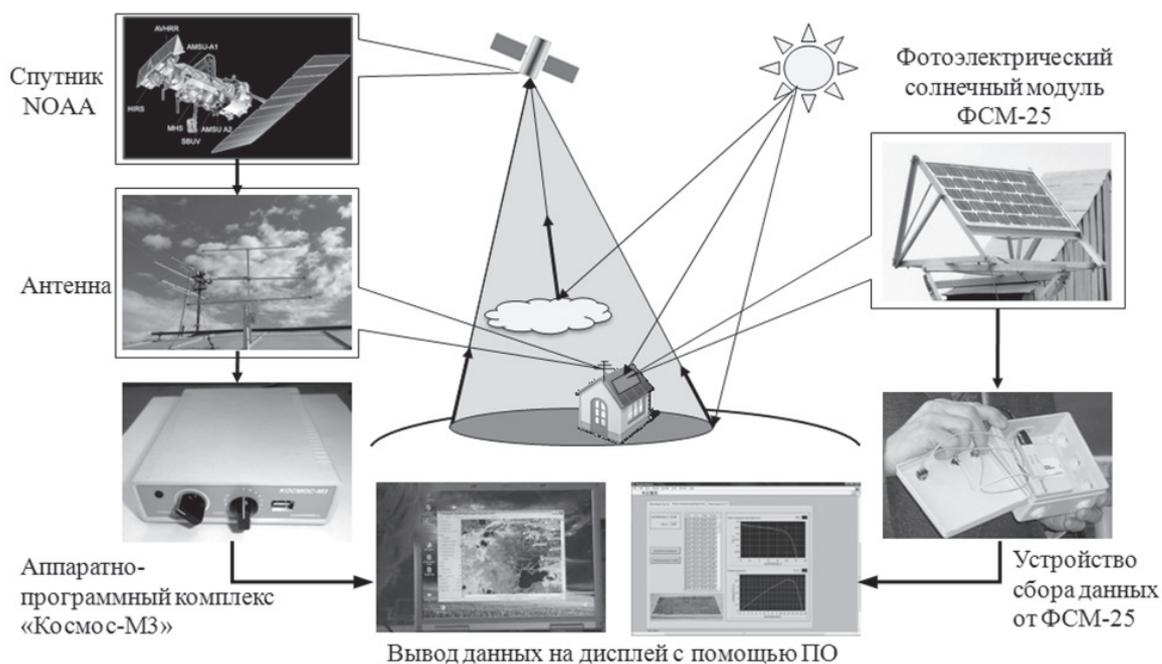


Рис.7. Система глобально-локального мониторинга

модулей. В качестве базовой будет использоваться технология тонкопленочных фотоэлементов на основе микроморфного кремния, разработанная компанией Oerlikon Solar. «Роснано» и «Ренова» в рамках проекта проекта планируют выделить 2,7 млрд. руб. на строительство в России до 2020 года солнечных электростанций общей мощностью 600 МВт. Стороны вложат эти деньги пропорционально долям их участия.

Хорошо известны пионерские разработки гетероструктурных СЭ на A_3B_5 с использованием концентраторных фотоэлектрических систем (ФТИ им. А.Ф.Иоффе).

Однако в России разрабатываются и нестандартные подходы, которые не всегда вписываются в классификацию, описывающую различные поколения СЭ и отражающую основные тенденции развития фотоэлектрических технологий.

Использование силиконовой герметики

Достижение конкурентоспособности солнечной энергии по сравнению с традиционными технологиями может быть решено снижением стоимости модулей, повышением эффективности преобразования энергии, а также за счет увеличения срока службы модулей, по крайней мере, в два раза. (Традиционные модули, производимые тепловым вакуумным ламинированием с применением пленки на основе сополимеров ЭВА, имеют срок службы не превышающий 25 лет в умеренном климате, 20 лет в условиях сухого тропического климата и существенно снижается во влажных тропиках).

Такие потемнение пленки под действием УФ-излучения приводит к снижению оптического пропускания в спектральной области чувствительности фотоэлектрических модулей. Отслоение защитной пленки приводит к коррозии контактов и образованию токов утечки из-за присутствия и активизации ионогенных групп во влажной среде. Вторая группа процессов приводит к ухудшению электрических параметров модулей, что сильно сказывается на элементах контактной сетки. Таким образом, качество герметиков – определяющий фактор длительной работоспособности фотоэлектрических модулей.

В связи с этим, необходимы материалы с повышенной оптическим пропусканием, высокой механической и термической стабильностью для современных фотоэлектрических модулей, в том числе, с концентрацией солнечного излучения.

По сравнению с традиционными технологиями конкурентоспособность солнечной энергии может быть повышена снижением стоимости восстановления модулей и их переработки, повышением эффективности преобразования энергии, за счет увеличения срока эксплуатации, по крайней мере, в два раза благодаря качественной герметизации.

С девяностых годов прошлого века получен положительный опыт герметизации полупроводниковых приборов, заключенных в полисилоксановые гели. Гели принадлежат к особому классу ультрамягких герметиков и представляют собой структуру, образованную реакцией полисилоксанов с низкой молекулярной массой, содержащих диметилсилоксановые связи, с сшивающим агентом на основе смеси циклических и линейных гидросилоксанов в присутствии платинового катализатора.

Вулканизацию проводят на «полимер-полимерной» базе без разделения побочных продуктов реакции с образованием длинных поперечных мостиков, что дает вулканизату ряд уникальных свойств. Ана-

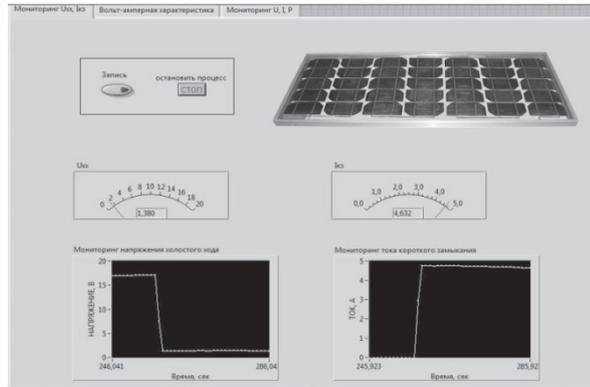


Рис.8. Интерфейс программы для мониторинга параметров фотоэлектрического модуля

Graphs of short circuit current I_{sc} of the PV module and satellite images of Earth's surface on a sunny and cloudy days in Moscow on March 26-27, 2012

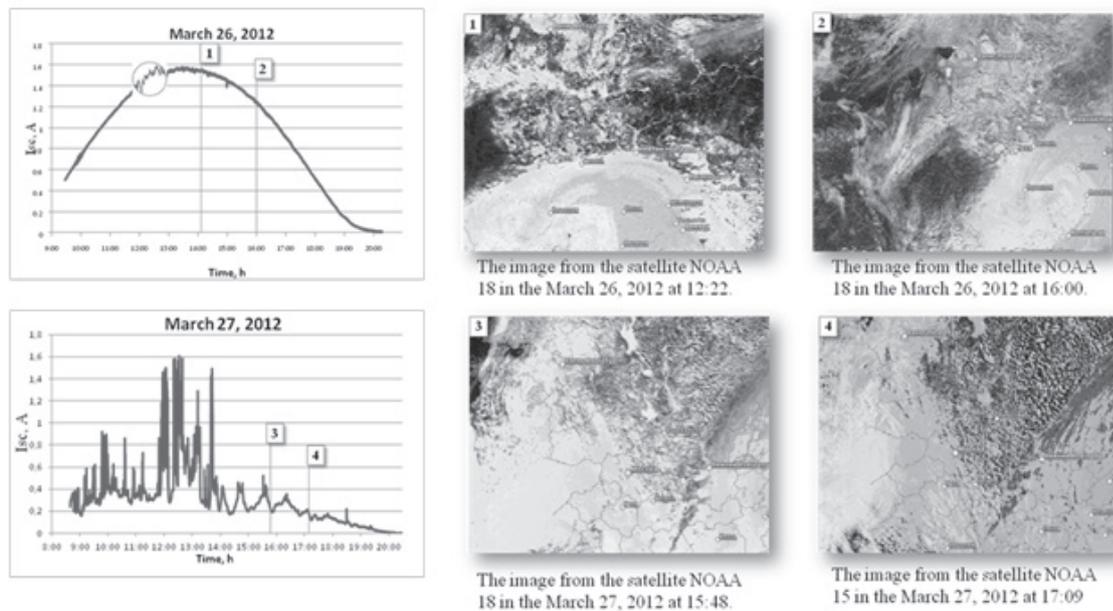


Рис.9. Глобальный мониторинг для двух типичных дней

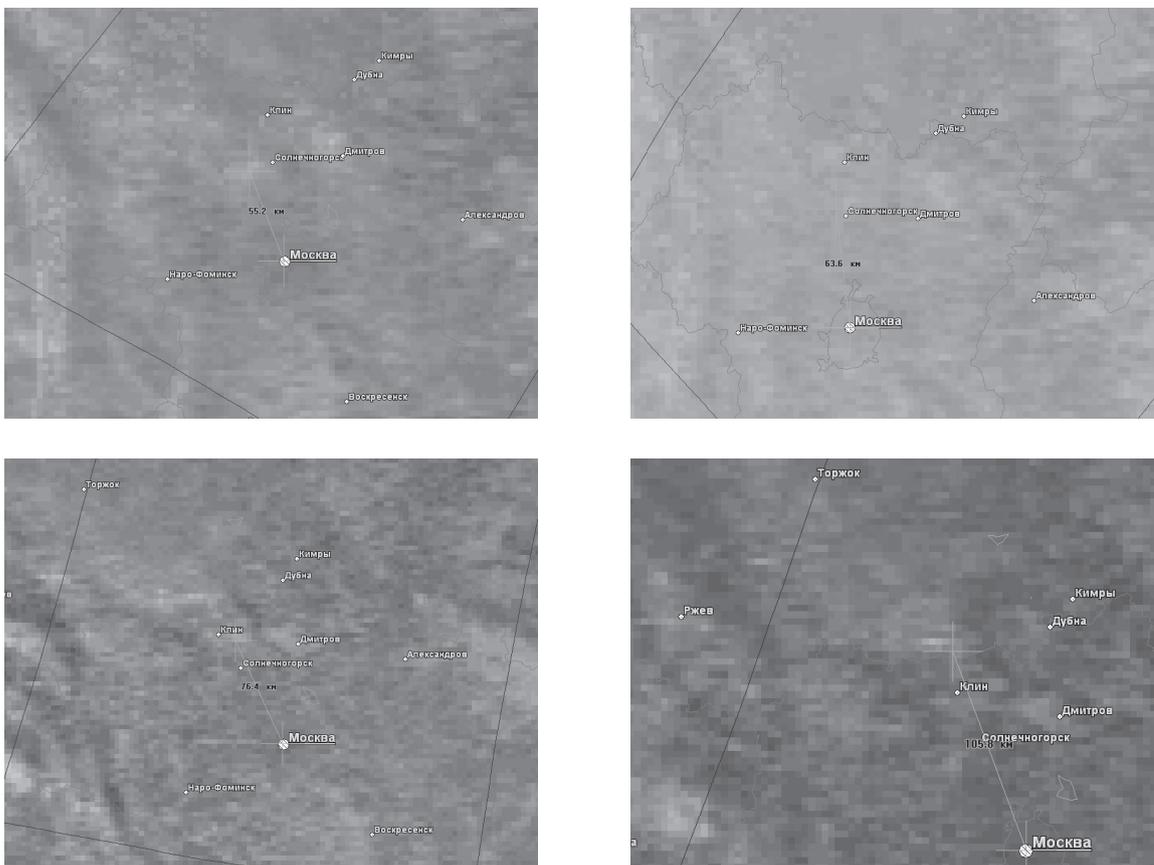


Рис.10.

- а) Время 13:25, спутник NOAA-18, высота орбиты 25°. Расстояние до облаков 63 км
 б) Время 14:30, спутниковое NOAA-14, высота орбиты 57°. Расстояние до облаков 76,4 км
 в) Время 15:05, спутниковое NOAA-18, высота орбиты 80°. Расстояние до облаков 105,8 км
 г)

лиз позволяет сформулировать преимущества полисилоксановых гелей по сравнению с более низкомолекулярными силоксановыми каучуками:

1. хорошие диэлектрические свойства, даже при низких температурах;
2. регулирование плотности сшивки и вязкоупругих свойств в широком диапазоне;
3. высокая чистота;
4. отсутствие внутренних напряжений в геле;
5. эффективное поглощение вибрации;
6. «самовосстановление» дефектов, присущих жидкостям, наряду с пространственной устойчивостью сшитых эластомеров;
7. устойчивость к УФ- и озоновой деградации, температурная прочность;
8. высокая адгезия к полупроводникам, стеклам, большинству других материалов через механизм «липкости» – физической адгезии без вспомогательных слоев;
9. экологическая безопасность.

Ламинирование модулей силиконовым гелем уже исследовано. Аппарат с годовой мощностью 1 MWp для ламинирования гелем был изготовлен. Фотоэлектрические модули на основе c-Si ламинированные силиконовым гелем испытаны при концентрированном солнечном излучении (коэффициент концентрации=3,5) в УФ-камере. Незначительная коррозия модулей, ламинированных силиконовым ге-

лем наблюдалась по сравнению с EVA-ламинированными модулями. В отличие от них снижение прозрачности, вызванной УФ-излучением в ламинированных силиконом модулях очень мало.

В отличие от EVA, прозрачность силиконового геля значительно лучше, как раз при длине волн 350-700 нм. Стандарты IEC61215 для модулей, ламинированных силиконовым гелем из силиконового геля, в стадии подготовки. Таким образом, создание таких модулей со сроком службы до 50 лет и уменьшением мощности примерно на 15% подтверждается проведенными исследованиями.

Геоинформационные технологии для возобновляемой энергетики. Комплекс для глобально-локального мониторинга погодных-климатических условий

Энергетические системы на основе ВИЭ и особенно солнечные системы получают широкое распространение, становятся дешевле и эффективнее. В то же время, не очевидно, какие системы наиболее подходящи для конкретного географического расположения, климатических условий, параметров и характеристик оборудования.

Изменения солнечной радиации, как известно, оказывают существенное влияние на выработку электроэнергии энергетическими системами. Для эффективного использования солнечного ресурса такое поведение должно рассматриваться в соответствии со стратегией применения таких систем. В зависимости от применений предсказание солнечного излучения полезно в широких временных масштабах начиная от 1 ч до нескольких дней [1]. Исследования по использованию спутниковых данных для предсказания поступления солнечной радиации были выполнены (см. [2]).

Авторы статьи работают на портативной и дешевой системе мониторинга, включающей приемник космических изображений Земли для получения глобальной информации о погодных условиях и солнечный модуль для сбора локальной информации о поступающей солнечной радиации в режиме реального времени.

Цель мониторинга – сбор и анализ поступающей солнечной энергии для возможности прогнозирования прихода солнечной радиации по спутниковым снимкам Земли. Приемник «Космос М3» разработан [1]. Это комплекс для приема изображений Земли, передаваемых спутниками NOAA (NOAA-15, NOAA-18, NOAA-19), находящимися на полярной орбите. Формат передачи – АРТ, частота 137 МГц. В работе используется последняя версия «Космос- М3» с дополнительными возможностями программного обеспечения. Программа AptView позволяет скачивать спутниковые изображения в режиме реального времени и анализировать их с помощью набора метеорологических параметров (Рис. 7, левая часть).

Вторая часть мониторинга представляет солнечный модуль, установленный на крыше университета с устройством сбора данных (National Instruments USB-6008) и программой (Рис. 7, левая часть и Рис. 8), написанной для передачи аналоговых данных в цифровые и последующей обработки, анализа и хранения.

Пример недавно полученных данных показан на Рис.9, где можно увидеть типичные варианты для солнечного и пасмурного дня.

Второй пример показывает возможности прогнозирования.

Мониторинг движения облаков (Рис.10). Время 12:05, спутник NOAA-14, высота орбиты 30°. Как видно на фото, расстояние от ближайшей края облака до города Москвы в 55 км.

Таким образом, получены четыре изображения в течение 2,15 часа. Облако перемещается на расстояние 50 км со скоростью 6 км/сек в течение этого времени, так что можно давать прогнозную оценку по солнечной радиации в данном регионе.

По официальным прогнозам Гидрометцентра России 26 января 2012 года в Москве была «переменная облачность, ветер юго-восточный, 3-8 м/с.» Из прогноза невозможно сделать конкретный расчет поступающей солнечной радиации.

Данные по солнечному излучению важны для проектирования энергетических систем и для многих сельскохозяйственных целей. Факторы, такие как облачность, атмосферное пропускания, широта и ориентация Земли относительно Солнца, время суток, наклон поверхности позволяют определить пространственное и временное распределение освещенности [4]. Наличие радиационных данных от метеорологических станций более ограничено, чем, например, для осадков и температуры. Разработанный подход используется в научно-исследовательской работе и для преподавания.

Литература

1. Hammer A., Heinemann D., Lorenz E., Lücke B. Short-term forecasting of solar radiation: a statistical approach using satellite data *Solar Energy* Volume 67, Issues 1–3, July 1999, p. 139–150.
2. Tyukhov I., Mazanov S. Opportunities of using satellite information for monitoring solar radiation *Proc. VIESH*, #1(4), 2009, p. 49-52.
3. Space educational technologies: investments to the future. Edited by M.A. Schakhramanyan, I. I. Tyukhov, N.S. Voschenkova, Kaluga: Institute for improving professional skills in education, 2009, pp. 776 (in Russian).
4. Tyukhov I., Schakhramanyan M., Strebkov D., Mazanov S., Vignola F. Combined solar PV and Earth space monitoring technology for educational and research purposes *Proceedings Solar 2008, American Solar Energy Society Conf., San Diego, CA., CD edition, (2008)*.
5. Tyukhov I., Schakhramanyan M., Simakin V., Strebkov D., Poulek V., PV and GIS Lab for teaching solar energy // *Proceedings of 23rd European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition, 1 - 5 September, 2008, Spain, Valencia, 2008*.
6. Tyukhov I., Tikhonov A., Simakin V., Poulek V., Libra M. Solar energy education for sustainable future: practical projects *The proceeding 5th International Workshop on Teaching in Photovoltaics, Czech Technical University in Prague, Prague, 25 - 26 March 2010 pp. 98-103, ISBN 978-80-01-04532-9*.
7. Frank Vignola, Igor Tyukhov, Anton Tikhonov, Sadie Thorin, Stanley Miklavzina, Sam Daniels, Mike Toamina Energizing the Next Generation with Photovoltaics *39th Annual National Solar Conference, Phoenix Convention Center, May 17-22, USA, 2010*.

Научные основы разработки автономных систем энергоснабжения на основе комбинированного использования ВИЭ



**И. Тюхов, Университет
машиностроения, ГНУ
ВИЭСХ**

Введение

Применение ВИЭ для автономного электроснабжения связано с рядом особенностей, которые необходимо учитывать при создании систем. Невысокая плотность энергетических потоков, их непостоянство, с одной стороны, неравномерность графика нагрузки потребителя с другой, требуют использования дополнительного оборудования – накопителей энергии и «умных» устройств с соответствующими программно-аппаратными средствами. Накопители энергии компенсируют неравномерности между генерацией и потреблением энергии, путем накопления ее в периоды избытка и выработки в моменты дефицита. Однако это приводит к удорожанию производимой энергии, несмотря на отсутствие топливной составляющей в цене таких систем. Эффективным способом решения проблемы является комбинированное использование ВИЭ.

Использование нескольких источников энергии позволяет компенсировать неравномерность приходящей энергии, что, позволяет значительно снизить мощность установок, а также емкость накопителей в составе таких систем и их стоимость.

Следует также учитывать территориальную неравномерность распределения ВИЭ. Таким образом, возникает задача определения оптимального состава и параметров комбинированной системы автономного электроснабжения на основе ВИЭ (КСАЭ-ВИЭ) с учетом географических и климатических условий эксплуатации, характеристик оборудования, особенностей потребителя, включая ожидаемые графики потребления энергии. Критерием должна являться минимальная стоимость системы электроснабжения.

На примере частного случая рассматривается решение задачи для системы, которая может использовать три ВИЭ: солнце, ветер и малый водоток. Выбор источников обусловлен возможностью повышения надежности бесперебойного электроснабжения потребителя, поскольку микро-ГЭС является относительно стабильным источником энергии, а фотоэлектрическая установка (ФЭУ) с ветроэлектрической установкой (ВЭУ) компенсируют друг друга благодаря синергетическому эффекту. Наличие таких источников как солнце и ветер является общедоступным, а небольшие речки в изобилии протекают по стране. Полученный результат позволяет применить методологию для оптимизации с более широким набором источников, а в качестве относительно стабильных могут рассматриваться также геотермальные источники, биомасса и другие.

Выбор программных средств

Решение задачи получено при помощи специализированных программных средств – систем компьютерной математики (СКМ). Для этого выбрана система MATLAB с пакетом визуального блочного имитационного моделирования Simulink [1], в которой реализован программный комплекс, определяющий состав и параметры КСАЭ на основе солнца, ветра, малого водотока, с учетом климатических и географических условий эксплуатации, характеристик оборудования и особенностей потребителя.

Непосредственно комплекс состоит из двух частей:

- подпрограммы созданной в m-файле MATLAB;
- математической модели КСАЭ-ВИЭ созданной в Simulink.

Первая определяет предварительный оптимальный состав и параметры КСАЭ-ВИЭ, который рассчитывается на основе средних значений, а некоторые зависимости не учитываются, т.к. из-за изменчивости во времени их сложно выразить простыми средствами. Соответственно, на втором этапе необходимо провести моделирование КСАЭ-ВИЭ в течение всего расчетного периода:

- проанализировать ее функционирование;
- проверить оптимальные параметры;
- внести уточнения и корректировки.

Моделирование позволяет определить коэффициенты использования энергоустановок, характеризующие климатические условия выбранной местности во времени и характеристики оборудования, необходимые для решения задачи оптимизации.

Методология первой части программного комплекса реализует принцип определения оптимального состава и параметров КСАЭ-ВИЭ. Искомые параметры – мощности установок на основе ВИЭ ($N_{ВИЭ}^{уст}$) и емкость накопителя ($C_{АБ}^{уст}$) согласно их типоразмерному ряду. Из имеющихся n искомым переменных (соответствующих типоразмерному ряду оборудования) в оптимальное решение должно войти их определенное количество ξ ($\xi < n$). При этом каждой искомой переменной (дискретному значению) соответствует двоичная переменная δ_i . Таким образом, если в результате решения задачи $\delta_i = 1$, переменная, а следовательно, соответствующая этой переменной установка из типоразмерного ряда, входит в оптимальное решение; если $\delta_i = 0$ – нет.

Учитывая, что критерий оптимальности, т.е. экстремум целевой функции – минимум затрат, функция примет вид (1):

$$\begin{aligned} & c_{ФЭУ} \cdot N_{ФЭУ1}^{уст} \cdot \delta_1 + c_{ФЭУ} \cdot N_{ФЭУ2}^{уст} \cdot \delta_2 + \dots + c_{ФЭУ} \cdot N_{ФЭУl}^{уст} \cdot \delta_l \\ & + c_{ВЭУ} \cdot N_{ВЭУ1}^{уст} \cdot \delta_{l+1} + c_{ВЭУ} \cdot N_{ВЭУ2}^{уст} \cdot \delta_{l+2} + \dots + c_{ВЭУ} \cdot N_{ВЭУg}^{уст} \cdot \delta_{l+g} \\ & + c_{Г} \cdot N_{Г1}^{уст} \cdot \delta_{l+g+1} + c_{Г} \cdot N_{Г2}^{уст} \cdot \delta_{l+g+2} + \dots + c_{Г} \cdot N_{Гp}^{уст} \cdot \delta_{l+g+p} \\ & + c_{АБ} \cdot C_{АБ1}^{уст} \cdot \delta_{l+g+p+1} + c_{АБ} \cdot C_{АБ2}^{уст} \cdot \delta_{l+g+p+2} + \dots \\ & + c_{АБ} \cdot C_{АБf}^{уст} \cdot \delta_{l+g+p+f=n} \rightarrow \min \end{aligned}$$

где $C_{ФЭУ}$, $C_{ВЭУ}$, $C_{Г}$ – стоимость Ватта мощности ФЭУ, ВЭУ и микро-ГЭС соответственно, руб./Вт;
 $C_{АБ}$ – удельная стоимость емкости АБ при напряжении $U_{АБ}^{НОМ}$, В за весь срок эксплуатации КСАЭ-ВИЭ, руб./А·ч;

$N_{ФЭУ1}^{уст}, N_{ФЭУ2}^{уст}, \dots, N_{ФЭУl}^{уст}; N_{ВЭУ1}^{уст}, N_{ВЭУ2}^{уст}, \dots, N_{ВЭУg}^{уст}; N_{Г1}^{уст}, N_{Г2}^{уст}, \dots, N_{Гp}^{уст}$ – мощности ФЭУ, ВЭУ и микро-ГЭС, соответственно, Вт;

$C_{АБ1}^{уст}, C_{АБ2}^{уст}, \dots, C_{АБf}^{уст}$ – установленные емкости АБ при напряжении $U_{АБ}$, А·ч;

$\delta_1, \delta_2, \dots, \delta_l; \delta_{l+1}, \delta_{l+2}, \delta_{l+g}; \delta_{l+g+1}, \delta_{l+g+2}, \delta_{l+g+p}; \delta_{l+g+p+1}, \delta_{l+g+p+2}, \delta_{l+g+p+f=n}$ – двоичные переменные, соответствующие типоразмерному ряду ФЭУ, ВЭУ, микро-ГЭС и АБ.

При определении удельной стоимости АБ за срок эксплуатации КСАЭ-ВИЭ, учитывается количество их замен $k_{АБ}^{зам}$ производимое за это время, в связи с ограниченным количеством зарядно-разрядных циклов (2):

$$k_{АБ}^{зам} = \frac{T_{КСАЭ-ВИЭ}^{ЭКСП}}{(Q_{АБ}^{ц.г.р.} / Q_{АБ}^{ц.г.})},$$

где $T_{КСАЭ-ВИЭ}^{ЭКСП}$ – срок службы КСАЭ-ВИЭ, лет (20 лет);

$Q_{АБ}^{ц.г.р.}$ – количество зарядно-разрядных циклов при заданной глубине разряда;

$Q_{АБ}^{ц.г.}$ – количество зарядно-разрядных циклов среднее за год (в среднем 1 полный цикл за день).

В таком случае удельная стоимость АБ, определяемая за весь срок эксплуатации КСАЭ-ВИЭ, найдется согласно выражению (3):

$$c_{АБ} = c'_{АБ} \cdot k_{АБ}^{зам},$$

где $c'_{АБ}$ – удельная стоимость АБ при напряжении $U_{АБ}^{НОМ}$, руб./А·ч;

Система ограничений, представляет собой условия, обеспечивающие бесперебойное электроснабжение потребителя.

Это уравнения энергетического баланса, составленные для среднего суточного часа каждого календарного месяца всего расчетного года (4):

$$\begin{aligned} & k_{ФЭУ}^{исп}(\Delta t_i^j) \cdot N_{ФЭУ 1}^{уст} \cdot k_n \cdot \delta_1 \cdot \Delta t_i^j + k_{ФЭУ}^{исп}(\Delta t_i^j) \cdot N_{ФЭУ 2}^{уст} \cdot k_n \cdot \delta_2 \cdot \Delta t_i^j + \dots \\ & + k_{ФЭУ}^{исп}(\Delta t_i^j) \cdot N_{ФЭУ l}^{уст} \cdot k_n \cdot \delta_l \cdot \Delta t_i^j + k_{ВЭУ}^{исп}(\Delta t_i^j) \cdot N_{ВЭУ 1}^{уст} \cdot k_n \cdot \delta_{l+1} \cdot \Delta t_i^j + \\ & + k_{ВЭУ}^{исп}(\Delta t_i^j) \cdot N_{ВЭУ 2}^{уст} \cdot k_n \cdot \delta_{l+2} \cdot \Delta t_i^j + \dots + k_{ВЭУ}^{исп}(\Delta t_i^j) \cdot N_{ВЭУ g}^{уст} \cdot k_n \cdot \delta_{l+g} \cdot \Delta t_i^j + \\ & + k_{Г}^{исп}(\Delta t_i^j) \cdot N_{Г 1}^{уст} \cdot k_n \cdot \delta_{l+g+1} \cdot \Delta t_i^j + k_{Г}^{исп}(\Delta t_i^j) \cdot N_{Г 2}^{уст} \cdot k_n \cdot \delta_{l+g+2} \cdot \Delta t_i^j + \dots \\ & + k_{Г}^{исп}(\Delta t_i^j) \cdot N_{Г p}^{уст} \cdot k_n \cdot \delta_{l+g+p} \cdot \Delta t_i^j + k_{АБ}^{исп}(\Delta t_i^j) \cdot C_{АБ 1}^{уст} \cdot U_{АБ}^{НОМ} \cdot k_n \cdot \delta_{l+g+p+1} + \\ & + k_{АБ}^{исп}(\Delta t_i^j) \cdot C_{АБ 2}^{уст} \cdot U_{АБ}^{НОМ} \cdot k_n \cdot \delta_{l+g+p+2} + \dots \\ & + k_{АБ}^{исп}(\Delta t_i^j) \cdot C_{АБ f}^{уст} \cdot U_{АБ}^{НОМ} \cdot k_n \cdot \delta_{l+g+p+f=n} \geq W_H(\Delta t_i^j) \end{aligned}$$

где $k_{ФЭУ}^{исп}(\Delta t_i^j)$; $k_{ВЭУ}^{исп}(\Delta t_i^j)$; $k_{Г}^{исп}(\Delta t_i^j)$ – коэффициенты использования мощности ФЭУ, ВЭУ и микро-ГЭС за интервал времени Δt_i^j ;

$k_{АБ}^{исп}(\Delta t_i^j)$ – коэффициенты использования энергии АБ за интервал времени Δt_i^j ;

$k_n=0.93$ – коэффициент потерь в системе при преобразовании энергии;

Δt_i^j – интервал времени соответствующий i-ому суточному часу (i=1,2...24) j-ого месяца (j=1,2...12), $\Delta t_i^j = 1$ ч;

$W_H(\Delta t_i^j)$ – количество энергии, необходимое для гарантированного электроснабжения потребителя за интервал времени Δt_i^j , Вт·ч (5):

$$W_H(\Delta t_i^j) = N_{ПОТ}^{CP}(\Delta t_i^j) \cdot k_n \cdot \Delta t_i^j + N_{СН}^{CP}(\Delta t_i^j) \cdot \Delta t_i^j + N_{ПОТЕРИ}^{CP}(\Delta t_i^j) \cdot \Delta t_i^j$$

где $N_{ПОТ}^{CP}(\Delta t_i^j)$ – усредненная мощности потребителя за интервал времени Δt_i^j , Вт (определяется графиком нагрузки потребителя);

$N_{СН}^{CP}(\Delta t_i^j)$ – усредненная мощность собственных нужд за интервал времени Δt_i^j , Вт;

$N_{ПОТЕРИ}^{CP}(\Delta t_i^j)$ – средние потери мощности в системе за интервал времени Δt_i^j , Вт.

Коэффициент использования энергии АБ $k_{АБ}^{исп}(\Delta t_i^j)$ соответствует коэффициенту разряда АБ $k_{РАЗ}^{АБ}(\Delta t_i^j)$ и не может быть больше коэффициента глубины разряда $k_{г.р.}^{АБ}$ (в расчетах равного 0,6), поскольку в таком случае за время $\Delta t_i^j=1$ ч АБ разрядиться более чем принятая глубина разряда.

Количество ограничений, исходя из i=24 и j=12 равно 12·24=288.

Коэффициенты использования для каждого интервала времени Δt_i^j определяются исходя из климатических и географических условий эксплуатации выбранной местности и характеристик оборудования с помощью математической модели системы.

Ограничения, определяющие возможное количество используемого оборудования (б):

$$\begin{aligned} \delta_1 + \delta_2 + \dots + \delta_i &\leq 1; \\ \delta_{i+1} + \delta_{i+2} + \dots + \delta_{i+g} &\leq 1; \\ \delta_{i+g+1} + \delta_{i+g+2} + \dots + \delta_{i+g+p} &\leq 1; \\ \delta_{i+g+p+1} + \delta_{i+g+p+2} + \dots + \delta_{i+g+p+f=n} &\leq 1. \end{aligned}$$

Первая строка соответствует типоразмерному ряду ФЭУ, вторая – ВЭУ, третья – микро-ГЭС, четвертая – АБ. При этом возможное количество установок, которое может быть выбрано из соответствующего ряда равно одному.

Граничные условия не записываются, поскольку возможные дискретные переменные являются заданными, а двоичные переменные могут быть только 0 или 1. При формализации задачи нельзя гарантировать высокую точность результатов, поскольку не учитываются некоторые факторы. Во-первых, коэффициент глубины разряда (использования энергии) АБ зависит от требуемой энергии и определяет выдаваемую разрядную емкость АБ. Во-вторых, неточность представления АБ в выражении (4) как самостоятельного источника энергии необходимо учитывать введением дополнительного ограничения, вытекающего из того, что АБ являются источником энергии, выработка которого непосредственно зависит от генерирующих модулей на основе ВИЭ. Среднегодовая выработка энергоустановками на основе ВИЭ должна превосходить требуемую среднегодовую нагрузку с учетом коэффициента потерь на компенсацию электрической энергии. Однако при этом сложно точно оценить величину компенсируемой энергии. В связи с вышеизложенными факторами решение оптимизационной задачи классическими методами линейного программирования приводит к не очень точным результатам, поэтому состав и параметры КСАЭ-ВИЭ определяются методом последовательных итераций.

Метод расчета заключается в пошаговой проверке энергетического баланса, созданных для среднего суточного часа каждого календарного месяца всего расчетного периода (4) с учетом накопления ($-C_{АБ}^T \cdot U_{АБ}^{НОМ}$) и генерации ($+C_{АБ}^T \cdot U_{АБ}^{НОМ}$) энергии АБ (7):

$$\begin{aligned} &k_{ФЭУ}^{исп} (\Delta t_i^j) \cdot N_{ФЭУ}^{уст} \cdot k_n \cdot \Delta t_i^j + k_{ВЭУ}^{исп} (\Delta t_i^j) \cdot N_{ВЭУ}^{уст} \cdot k_n \cdot \Delta t_i^j + \\ &+ k_{Г}^{исп} (\Delta t_i^j) \cdot N_{Г}^{уст} \cdot k_n \cdot \Delta t_i^j \pm C_{АБ}^T (\Delta t_i^j) \cdot U_{АБ}^{НОМ} \cdot k_n \geq W_H (\Delta t_i^j) \end{aligned}$$

где (8)

$$\begin{aligned} &+ C_{АБ}^T (\Delta t_i^j) \cdot U_{АБ}^{НОМ} = k_{АБ}^{разр} (\Delta t_i^j) \cdot C_{АБ}^{нак} (\Delta t_{i-1}^j) \cdot k_{АБ}^{измC} (\Delta t_i^j) \cdot U_{АБ}^{НОМ}; \\ &- C_{АБ}^T (\Delta t_i^j) \cdot U_{АБ}^{НОМ} = k_{АБ}^{зар} \cdot C_{АБ}^{уст} \cdot U_{АБ}^{НОМ} \cdot \eta_{АБ}. \end{aligned}$$

где: $C_{АБ}^{нак} (\Delta t_{i-1}^j)$ - накопленная в предыдущем момент времени энергия АБ, определенная на предыдущем шаге (9):

$$C_{АБ}^{нак} (\Delta t_{i-1}^j) = \pm C_{АБ}^T (\Delta t_{i-1}^j) + C_{АБ}^{нак} (\Delta t_{i-2}^j)$$

$k_{AB}^{изм. C}(\Delta t_i^j)$ – коэффициент, характеризующий изменение емкости АБ в зависимости от разрядного тока, определяемого коэффициентом разряда $k_{AB}^{разр}(\Delta t_i^j)$, который определяется исходя из требуемой компенсации энергии;

$k_{AB}^{зар}$ – коэффициент, характеризующий номинальный зарядный ток АБ;

η_{AB} – КПД аккумуляторных батарей. Поскольку обычно приводят только КПД всего зарядно-разрядного цикла, то он учитывается один раз при зарядке.

При проверке учитывается общее количество энергии, которую АБ способны накопить за Δt_i^j (10):

$$\left| \sum_{i,j=1}^{288} \pm C_{AB}^r \cdot U_{AB}^{ном} \right| \leq C_{AB}^{уст} \cdot U_{AB}^{ном} \cdot k_{AB}^{г.р}$$

где $k_{AB}^{г.р}$ – коэффициент глубины разряда аккумуляторных батарей.

Проверке подлежат все комбинации КСАЭ-ВИЭ с учетом типоразмерного ряда используемого оборудования.

Вторая часть комплекса, определяющая коэффициенты использования установок и корректирующая состав и параметры КСАЭ-ВИЭ, представляет собой математическую модель и является средством моделирующим процесс работы при различных условиях.

Модель построена по принципу иерархии – укрупненные блоки объединены в подсистемы функционально связанных блоков. Внутри подсистем первого уровня, располагаются подсистемы второго уровня и т.д. Используя исходную информацию, характеризующую реальные климатические и географические условия, в соответствующих блоках модели генерируются определяющие потоки ВИЭ. Достоверность определяется данными, характеризующими количественно ресурсы ВИЭ, и неравномерность распределения их во времени с учетом предсказуемых закономерностей (день, ночь) и случайных факторов (пасмурные, безветренные дни, часы). Остальные блоки модели характеризуют непосредственно функционирование КСАЭ-ВИЭ и определяют оборудования, особенности потребителя. Моделируемое время работы КСАЭ-ВИЭ в связи с периодичностью повторения ресурсов ВИЭ равно одному году и разбивается на $n=8760$ интервалов (Δt_i^j) длительностью в один час. Подробное описание модели представлено в [2].

Проведение расчетов и результаты

Ниже описаны основные процедуры и порядок действий разработанного комплекса.

Вводятся данные, характеризующие ВИЭ, оборудование и потребителя. С помощью модели генерируются энергетические потоки, свойственные ВИЭ, и моделируется работа КСАЭ-ВИЭ. Мощности устройств принимаются равными 1 кВт, емкость АБ – произвольная. В результате определяются коэффициенты использования установленных мощностей энергоустановок КСАЭ-ВИЭ ($k_{ФЭУ}^{исп}(\Delta t_i^j)$, $k_{ВЭУ}^{исп}(\Delta t_i^j)$, $k_{Г}^{исп}(\Delta t_i^j)$) и количество электрической энергии для электроснабжения потребителя ($W_{и}(\Delta t_i^j)$) за различное время.

1. Определяются варианты конфигурации КСАЭ-ВИЭ удовлетворяющие заданным условиям, распределенные в порядке возрастания стоимости, предварительно найденный оптимальный состав и параметры системы.

2. Выполняется проверка полученных на втором этапе вариантов КСАЭ-ВИЭ до нахождения конфигурации удовлетворяющей требованию 100% покрытия нагрузки.

По окончании выводится итоговый результат, позволяющий получить дополнительную информацию, характеризующую работу КСАЭ-ВИЭ, взглянуть на общую работу системы, оценить ее функционирование на новом уровне.

С помощью программного комплекса оценена эффективность комбинированных энергоустановок с указанными ВИЭ на территории СНГ. Для анализа взято 5 географических точек: г. Сочи; г. Махачкала; г. Бишкек (быв. Фрунзе, Киргизия); с. Усть-Кокша (Алтай), п. Южно-Курильск (Дальний Восток). В качестве потребителя, электроснабжение которого осуществляет КСАЭ-ВИЭ, выбраны четыре сельских дома [3]. Площадь каждого дома – 300-360 м², суточное потребление – 8,15 кВт·ч, на Рис. 1 приведен график их

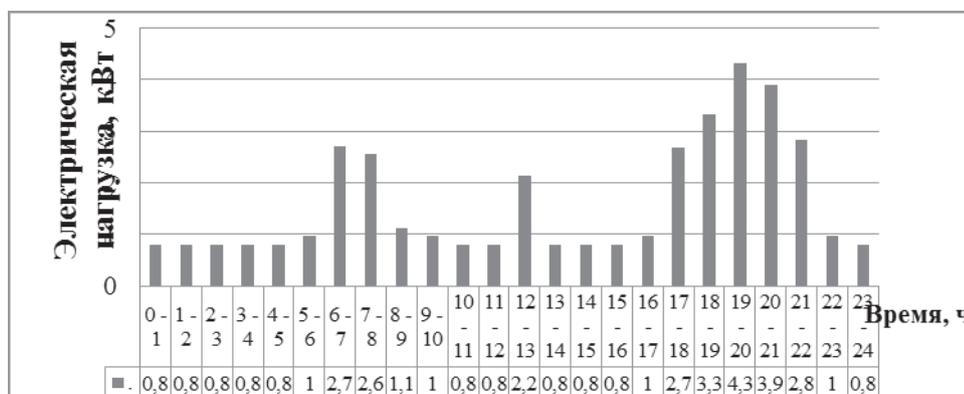


Рис. 1. График суммарной суточной нагрузки потребителя

суммарной суточной нагрузки равной соответственно 32,6 кВт·ч. Согласно указаниям по проектированию электроснабжения сельского хозяйства [4] при сезонном распределении нагрузки используется коэффициент сезона: зима – 1; весна – 0,8; лето – 0,7; осень – 0,9. Тип оборудования в КСАЭ-ВИЭ: ФЭУ, состоящая из неподвижных фотоэлектрических модулей, оптимально ориентированных на юг, ВЭУ вертикально-осевого типа, микро-ГЭС рукавного типа. В качестве накопителя рассматривались два типа АБ: герметичные свинцово-кислотные и литий-железо-фосфатные.

Удельные стоимости генерируемых мощностей установок КСАЭ-ВИЭ приняты равными: $C_{ФЭУ} = 110$ руб./Вт; $C_{ВЭУ} = 100$ руб./Вт; $c_r = 75$ руб./Вт; $c'_{АБ\text{ OP2V}} = 206$ руб./А·ч; $c'_{АБ\text{ LiFePO4}} = 280$ руб./А·ч ($U_{АБ}^{ном} = 12$ В), что соответствует рыночным ценам. Параметры силовой электроники: $k_n = 0,93$. Параметры свинцово-кислотных АБ: $k^{зар}_{АБ} = 0,2$; $\eta_{АБ} = 0,8$; $k^{сп}_{АБ} = 0,6$; литий-железо-фосфатных: $k^{зар}_{АБ} = 0,5$; $\eta_{АБ} = 0,94$; $k^{сп}_{АБ} = 0,77$.

Оптимизационные параметры КСАЭ-ВИЭ, определенные для пяти выбранных географических точек, представлены на Рис. 2. Условно ресурсы водного потока выбирались исходя из того, что напор и расход воды позволяют получить с помощью микро-ГЭС мощность, равную 1 кВт. Поскольку энергия, генерируемая микро-ГЭС, является самой дешевой, ее мощность определена максимально доступной. Однако энергии, вырабатываемой микро-ГЭС, недостаточно для покрытия нагрузки потребителя, требу-

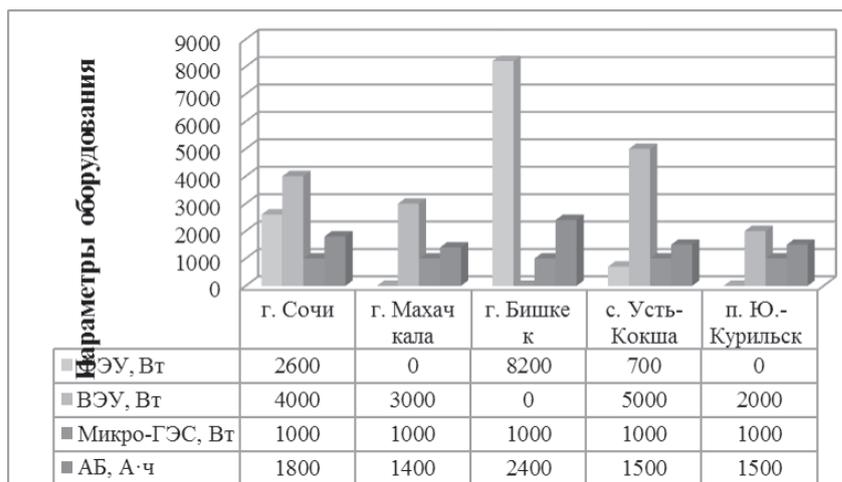


Рис. 2. Результаты оптимизационных параметров КСАЭ-ВИЭ определенные для пяти выбранных географических точек

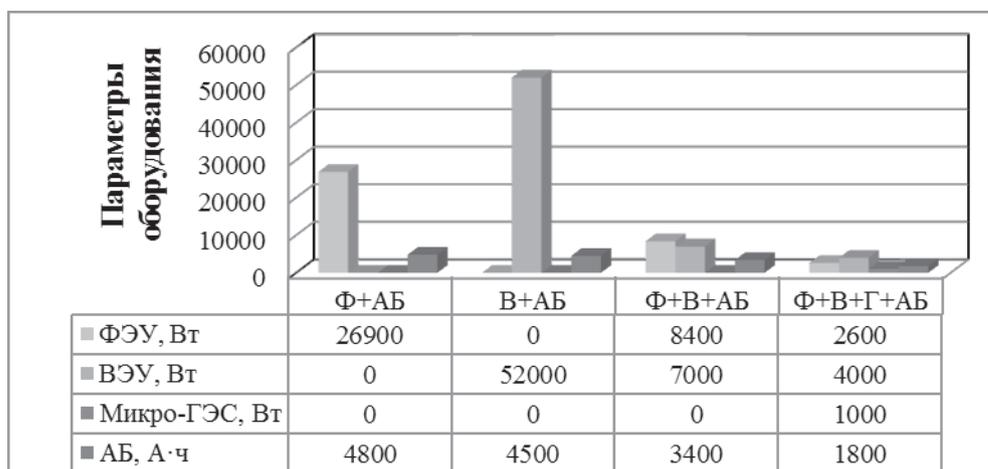


Рис. 3. Результаты оптимизационных исследований применения КСАЭ-ВИЭ в районе г. Сочи при различных конфигурациях системы

ются дополнительные источники, которыми в случае г. Махачкала и п. Южно-Курильск оказались ВЭУ, в случае г. Бишкек – ФЭУ, а г. Сочи и с. Усть-Кокша оптимальны микро-ГЭС, и ВЭУ и ФЭУ.

На примере г. Сочи (Рис. 3) исследованы изменения оптимальной конфигурации при ограничении используемых источников. Комбинированное использование ВИЭ позволяет уменьшить установленные мощности энергоустановок. Если взглянуть на суммарную стоимость установок (Рис. 4, столбец 1, 6, 7, 8), то самой дорогой она окажется при электроснабжении за счет ВЭУ, меньше – за счет ФЭУ. Комбинация ФЭУ с ВЭУ позволяет снизить затраты в 2,2 раза по сравнению с использованием только ВЭУ, в 1,6 раз по сравнению с ФЭУ. Их совместное использование с микро-ГЭС позволяет еще в 2 раза сократить расходы на энергоустановки для потребителя в районе г. Сочи.

Если перейти к стоимости энергоустановок в пяти выбранных точках (Рис.4 столбец 1-5), наиболее экономично электроснабжение потребителей в г. Махачкала и п. Южно-Курильск. Причем во втором случае, несмотря на чуть меньший коэффициент использования ВЭУ, оно выгоднее, что говорит о наилучшем соответствии временного распределения выработки ВЭУ и потребления.

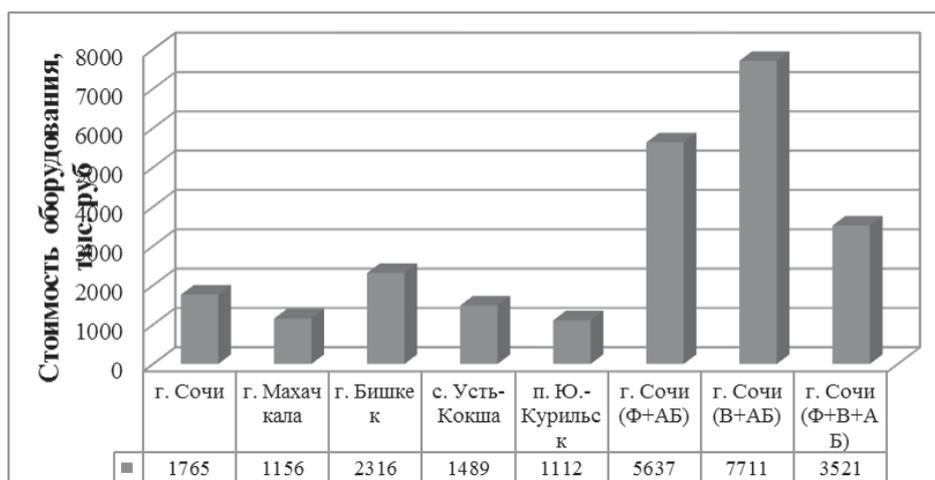


Рис. 4. Суммарная стоимость энергоустановок КСАЭ-ВИЭ при различных условиях эксплуатации

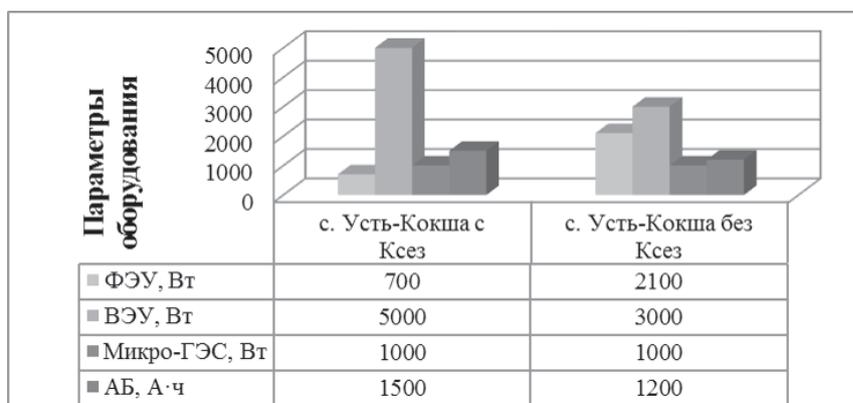


Рис.5. Результаты исследований влияния коэффициента сезонности на выбор оптимальных параметров КСАЭ-ВИЭ

На примере с. Усть-Кокша исследовано влияние сезонного распределения нагрузки на оптимальную конфигурацию КСАЭ-ВИЭ (Рис. 5). С учетом сезонных коэффициентов нагрузки, оптимально, наряду с микро-ГЭС, преобладание по мощности ВЭУ, что объясняется совпадением сезонного увеличения нагрузки и выработки ВЭУ. Когда нагрузка по сезонам не измена и в течение года постоянна, оптимальные мощности ВЭУ и ФЭУ сопоставимы.

Исследования представлены для КСАЭ-ВИЭ, использующей литий-железо-фосфатные АБ, поскольку суммарные затраты на установки ВИЭ и АБ оказались на 34% меньше по сравнению с традиционными свинцово-кислотными АБ. Таким образом, ощутимо превосходство литиевых АБ, причем без учета их массогабаритных показателей.

Последние законодательные инициативы по стимулированию ВИЭ

Россия располагает масштабным потенциалом энергосбережения, который по способности решать проблему экономического роста страны сопоставим с приростом производства всех первичных энергетических ресурсов. Энергоемкость российской экономики существенно превышает по паритету покупательной способности аналогичный показатель для США, Японии и развитых стран Европейского Союза.

Нехватка энергии может стать существенным фактором, сдерживающим экономический рост. Это может привести к динамичному росту спроса на энергоресурсы внутри страны. Запасов нефти и газа в России достаточно, однако увеличение добычи углеводородов и развитие транспортной инфраструктуры требуют инвестиций.

Меры по снижению энергоемкости за 1998-2005 годы оказались недостаточными, чтобы остановить динамичный рост спроса на энергию. Рост спроса на газ и на электроэнергию оказался выше предусмотренных «Энергетической стратегией России» значений. Необходимо отметить следующие.

В России разработан ряд нормативно-правовых мер для стимулирования ВИЭ.

Постановление Правительства РФ от 21.02.2014 № 117 «О некоторых вопросах, связанных с сертификацией объемов электрической энергии, производимой на функционирующих на основе возобновляемых источников энергии квалифицированных генерирующих объектах».

Постановление Правительства РФ от 28.05.2013 № 449 «О механизме стимулирования использования возобновляемых источников энергии на оптовом рынке электрической энергии и мощности».

Постановление Правительства РФ от 03.06.2008 № 426 «О квалификации генерирующего объекта, функционирующего на основе использования возобновляемых источников энергии». [в ред. постановления от 05.02.2010 № 58].

Указанные меры уже начинают работать, что заметно по ряду проектов с использованием ВИЭ в различных регионах РФ, как реализованных, так и планируемых.

Литература

1. Фортов В.Е., Попель О. С. Энергетика в современном мире. – Долгопрудный: Издательский дом «Интеллект», 2011. — 168 с.
2. Igor Tyukhov. Solar energy conversion in nanostructured interfaces, in Nanoscience and Nanotechnologies, Editors Valeri Kharkin, Chunli Bai, in Encyclopedia of Life Support Systems (EOLSS), Developed under the Auspices of the UNESCO, Eolss Publishers, Oxford, UK, , (2013), <http://www.eolss.net>.
3. Poulek V., Strebkov D.S., Persitz I.S., Libra M. Towards 50 years lifetime of PV panels laminated with silicone gel Technology Solar Energy, 2012, №86, p 3103-3108.
4. Персиц И.С., Стребков Д.С. Исследование свойств нового материала-заполнителя для фотоэлектрических модулей с увеличенным сроком службы. Вестник ВИЭСХ, 2008, № 3. с.101-108.
6. Стребков Д.С., Поляков В.И., Панченко В.А. Исследование высоковольтных солнечных кремниевых модулей. Альтернативная энергия и экология, 2013 г., №06128, с. 36-42.
7. Igor Tyukhov, Michael Schakhramanyan, Dmitry Strebkov, Anton Tikhonov, Frank Vignola, «Modeling of solar irradiance using satellite images and direct terrestrial measurements with PV modules», in Optical Modeling and Measurements for Solar Energy Systems III, Benjamin K. Tsai, Editors, Proceedings of SPIE Vol. 7410 (SPIE, Bellingham, WA 2009), 741005.

Модифицирование поверхности материалов для элементов энергоэффективных тепловых и электрических генераторов



**Б.Крит, д.т.н., профессор, МАТИ
им.К.Э.Циолковского**

В плане развития нетрадиционной энергетики существует потребность в эффективных устройствах, способных с высоким КПД к генерации и преобразованию тепловой энергии в электрическую. Следует отметить термоэлектрические генераторы (ТЭГ), способные преобразовывать тепловую энергию и беспламенные инфракрасные теплоэнергогенераторы (БИТЭГ), в которых реализуется низкотемпературное каталитическое сжигание топлива с КПД 99-99,8%.

Термоэлектрические генераторы мощностью до 10 кВт предназначены для автономного бесперебойного питания потребителей в любых климатических зонах (при температуре окружающей среды от – 60 до +60°C). ТЭГ состоят из теплопередающей системы и основного функционального элемента – набора термобатарей, находящихся в тепловом контакте с теплопередающей системой, но изолированной от неё. Электрическая энергия вырабатывается при протекании через ветви термобатарей теплового потока. Действие последних основано на прямом преобразовании тепловой энергии в электрическую на основе эффекта Зеебека, подразумевающего возникновение термоэлектродвижущей силы в замкнутой электрической цепи из соединенных между собой твердотельных ветвей термоэлемента из полупроводникового материала электронной (n – тип) и дырочной (p – тип) проводимости, противоположные стороны которого находятся при различных температурах. Расчётный КПД таких ТЭГ – до 12%, предполагаемая продолжительность автономной работы – до 20 лет.

Важный компонент БИТЭГ – каталитические огневые насадки (панели, матрицы) на которых происходит окисление топлив.

Одна из причин, сдерживающих распространение теплоэнергогенераторов, – недостаточно эффективная или экономически невыгодная матрица. Огневые насадки должны быть устойчивыми к высокой температуре, не подвергаться спеканию и рекристаллизации, обладать высокоразвитой поверхностью и большой прочностью.

Одно из приоритетных направлений НИР – разработка термостойких рабочих элементов ТЭГ и БИТЭГ, обладающих способностью к реализации эффекта Пельтье-Зеебека, термостойкостью, сопротивляемостью коррозии и эрозии, а также каталитическими свойствами. Реализация подобных разработок позволит сформировать элементную базу для создания энергоэффективных ТЭГ нового поколения.

Состояние исследований по данной тематике в России

Для рабочих элементов ТЭГ наиболее распространены чернёные коммутационные пластины из среднетемпературных термоэлектрических материалов на основе теллурида свинца n- и p-типа. Изделия получают синтезом компонентов соответствующих сплавов порошковой металлургией, что нала-

гает ограничения по формообразованию и характеристикам. Кроме того, мощность теплового потока недостаточна для достижения требуемых перепадов температуры, поэтому КПД такого генератора мал. Среди разработчиков можно отметить ФГУП «Красная Звезда», МИФИ, ИАЭ им. И.В.Курчатова, МАТИ им. К.Э.Циолковского.

Что же касается БИТЭГ, различные производители предлагают беспламенные теплогенераторы с панелями из металлических, керамических (базальтовых, стекловолоконных) волокон или спечённой перфорированной керамики. Среди разработчиков можно отметить ООО «Русские Котлы», МАТИ им. К.Э.Циолковского.

Состояние исследований в мире

Работы проводят в направлениях, аналогичным российским. Ведущая роль принадлежит корпорациям Siemens и Panasonic, AIST (National Institute of Advanced Industrial Science and Technology, Япония) и Illinois State University, США.

Разработкой элементной базы БИТЭГ заняты «MarleyElectric», США, «Wentworth», Англия, «FRICO», Швеция, «FENIX», Чехия, «FUSH» и «GOGAZ», Германия.

Целевые рынки

Результаты разработки могут быть востребованы при производстве уникальных ТЭГ, (КПД до 12 %, продолжительность автономной работы до 20 лет) для нефтегазовой промышленности, автономного электропитания комплексов радиоэлектронной аппаратуры, телеметрии, систем связи, катодной защиты, линейной телемеханики и автоматики на труднодоступных и необслуживаемых объектах.

БИТЭГ актуальны в качестве автономных источников обогрева помещений и открытых пространств. Среди потенциальных потребителей – корпорация «Росатом», ОАК, КТРВ, «Роскосмос», ОАО «УГМК», ЗАО «Трансмашхолдинг», ОАО «Кузбассразрезуголь», ОАО «Лукойл», ОАО «РЖД», ОАО «Газпром».

Помимо термоэлектрических генераторов, применение таких элементов и компонентов позволит создать экологически чистые системы климатконтроля для транспорта, блоки поддержания температуры электронных систем управления и иных устройств. На их основе могут быть созданы охладители жидкостей и газов, рабочих тел энергоустановок. Они найдут применение в быту в качестве охладителей воды, других изделий, обеспечивающих комфортные условия обитания человека.

Разработка напрямую соответствует Приоритетным направлениям развития науки, технологий и техники в Российской Федерации (8. Энергоэффективность, энергосбережение, ядерная энергетика), Перечню критических технологий РФ (2. Базовые технологии силовой электротехники; 9. Атомная энергетика, ядерный топливный цикл, безопасное обращение с радиоактивными отходами и отработавшим ядерным топливом; 13. Информационные, управляющие, навигационные системы; 15. Новые и возобновляемые источники энергии, включая водородную энергетика; 16. Получение и обработка конструкционных наноматериалов; 17. Получение и обработка функциональных наноматериалов; 25. Создание электронной компонентной базы и энергоэффективных световых устройств; 26. Создание энергосберегающих систем транспортировки, распределения и использования энергии; 27. Энергоэффективное производство, преобразование энергии на органическом топливе).

УКРАИНА



Проблемы энергетики и нетрадиционные источники энергии на Украине



**А. Ямчук,
Директор,
УкрИНТЭИ**



**А. Кушнир, к.т.н.,
с.н.с., зав. отд.,
УкрИНТЭИ**



**Г. Задорожная,
к.в.н., вед.н.с. ОП
НТР, УкрИНТЭИ**

Загрязнение окружающей среды и ограниченность традиционных источников энергии заставляют искать другие виды топлива. Наиболее заметное направление постиндустриального развития – возобновляемые источники энергии (ВИЭ). Отмечен активный рост объектов, производящих электроэнергию из возобновляемых источников. Так, за 2012 год около 36% новых объектов от объема действующих мощностей были введены в эксплуатацию. Ожидается, что по итогам 2013 года Украина, как минимум, удвоит мощности объектов возобновляемой энергетики и достигнет 1 ГВт по ветропаркам и солнечным электростанциям. По оценкам международных аналитических агентств, 69% инвестиций в новые мощности в 2012-2030 годы будут реализованы, опираясь на технологии возобновляемой «зеленой» энергетики. Прогнозы согласуются с обязательствами, которые взяла на себя Украина в качестве члена Энергетического Сообщества. Предполагается, что к 2020 году доля ВИЭ в энергобалансе страны достигнет 12% [1,2].

В Украине энергетический потенциал ВИЭ используется крайне неэффективно. Его доля в балансе страны оценивается на уровне 7,2%. Основными направлениями нетрадиционной энергетики является ветровая, солнечная, гидроэнергетика, биоэнергетика, геотермальная энергетика, использование низкопотенциального тепла и внебалансовых источников энергии (топливные газы промышленного происхождения – металлургического и химического производства), утилизация сбросного теплового потенциала при применении перепада давления доменного и природного газа.

1. Законодательство Украины по нетрадиционной энергетике

Основные законодательные акты, которые регулируют альтернативную энергетику в Украине:

- «Об альтернативных источниках энергии» № 555-IV от 20.02.2003 года;
- «Об альтернативных видах жидкого и газообразного топлива» № 1391-XIV от 14.01.2000 года;
- «Об электроэнергетике» № 575/97-ВР от 16.10.1997 г.

В 2012 году подписан законопроект «О внесении изменений в Закон Украины «Об электроэнергетике».

Согласно закону, любой собственник частного дома может установить у себя солнечную электростанцию, подключить ее к общей электросети и зарабатывать на сгенерированных им киловатт-часах по льготному тарифу. Мощность «домашней» солнечной электростанции не должна превышать 10 кВт. Закон вступает в силу с 1 января 2014 года. В этом же году вступит в действие Закон «О принципах функционирования рынка электроэнергии Украины». Новая модель рынка, создаваемая согласно закону, предполагает разработку единых правил ведения бизнеса на рынке электроэнергии. Закон предусматривает

внедрение модели энергорынка, действующие по прямым договорам между производителями и покупателями электроэнергии, а также рынка контрактов и балансирующего рынка, что позволит регулировать дисбаланс, возникающий при производстве электроэнергии. Также предполагается создание рынка дополнительных услуг по закупке маневренных мощностей. Наиболее спорный в законопроекте – вопрос о создании Фонда урегулирования стоимостного дисбаланса и его наполнения исключительно за счет средств атомных и гидроэлектростанций. По мнению представителей атомной отрасли, основной функцией фонда будет получение средств от энергогенерирующих компаний, которые принадлежат государству (АЭС, ГЭС и ГАЭС), для их направления на покрытие убытков находящейся преимущественно в частной собственности тепловой генерации, а также гарантированных поставщиков. Через фонд будут проводиться расчеты за проданную по «зеленым» тарифам электроэнергию, а также возмещаться убытки гарантированных поставщиков от продажи ее потребителям по регулируемым тарифам и расходы от покупки электроэнергии, произведенной на ТЭЦ и других установках с комбинированным производством по регулируемым ценам и ее продажи по рыночным ценам [3].

Основные принципы государственной политики в сфере альтернативных источников энергии:

- наращивание производства и потребления энергии, выработанной из альтернативных источников, с целью экономного расходования традиционных топливно-энергетических ресурсов и уменьшения зависимости Украины от их импорта реструктуризацией производства и рациональным потреблением энергии за счет увеличения части энергии из альтернативных источников;
- соблюдение экологической безопасности за счет уменьшения негативного влияния на окружающую среду при создании и эксплуатации объектов альтернативной энергетики, при передаче, транспортировке, снабжении, хранении и потреблении энергии, выработанной альтернативными источниками;
- соблюдение безопасности на объектах альтернативной энергетики на всех этапах производства, при передаче, транспортировке, снабжении, хранении и потреблении энергии из альтернативных источников;
- научно-техническое обеспечение развития альтернативной энергетики, популяризация и внедрение достижений в этой сфере, подготовка специалистов в высших и средних учебных заведениях;
- соблюдение законодательства субъектами, связанными с производством, хранением, транспортировкой, снабжением, передачей и потреблением энергии из альтернативных источников;
- соблюдение условий рационального потребления и экономии энергии из альтернативных источников;
- привлечение инвестиций и поддержка предпринимательства в сфере альтернативных источников энергии, в том числе разработкой осуществлением общегосударственных и местных программ развития альтернативной энергетики [4].

2. Виды нетрадиционных источников энергии в Украине

В Украине ведутся исследования и разработки следующих направлений: биоэнергетика; солнечная энергетика; ветроэнергетика; малая гидроэнергетика; гидротермальная энергетика; водородная энергетика. Ведутся также исследования по решению проблем накопления энергии. Согласно энергетической стратегии Украины до 2030 года планируется достичь следующих показателей по использованию нетрадиционных источников энергии (Табл. 1) [5].

2.1. Биоэнергетика

Большой потенциал имеет биоэнергетика. Законодательное регулирование биоэнергетики в Украине ограничивается общими положениями. В указанных выше законах содержатся положения относительно государственного контроля и регулирования деятельности в этой сфере, возможных льгот и некоторые другие условия. В частности, Законом Украины «О внесении изменений в некоторые законы Украины по содействию производству и использованию биологических видов топлива» от 21.05.2009 года № 1391-VI: даны определения биологического топлива (биоэтанола, биогаза, биодизеля, биомассы и т.д.); определено, что биологические виды топлива для реализации как товарная продукция, подлежат обязательной сертификации (кроме продукции собственного потребления); при продаже такого топлива покупателю предоставляется документ, под-

Таблица 1

**Использование нетрадиционных источников энергии
(в % от общего энергетического баланса Украины)**

НАПРАВЛЕНИЯ	Годы			
	2005	2010	2020	2030
Возобновляемые источники энергии, всего, в т.ч.	1,661	3,842	12,054	35,53
Биоэнергетика	1,3	2,7	6,3	9,2
Солнечная энергетика	0,003	0,032	0,284	1,1
Малая гидроэнергетика	0,12	0,52	0,85	1,13
Геотермальная энергетика	0,02	0,08	0,19	0,7
Ветроэнергетика	0,018	0,21	0,53	0,7
Энергия окружающей среды	0,2	0,3	3,9	22,7

тверждающий качество топлива и то, что оно является альтернативным; производством и реализацией биотоплива могут заниматься предприятия всех организационно-правовых форм собственности; деятельность по производству биоэтанола осуществляется субъектами хозяйственной деятельности, перечень которых определяется Кабинетом Министров, при условии получения соответствующей лицензии; одним из принципов государственной политики определено поэтапное увеличение обязательной части производства и использования биотоплива и смесевых моторных топлив. Внесены изменения в некоторые законы, согласно которым:

- освобождается от обложения таможенной пошлиной техника, оборудование, которое не производится в Украине и ввозится на ее территорию с 1 января 2010 года по 1 января 2019 года для реконструкции существующих и строительства новых предприятий по производству биологических топлив, реконструкции транспортных средств с целью потребления биологических топлив, по перечню, определенному Кабинетом Министров;
- сроком на пять лет, начиная с 1 января 2010 года, освобождается от налогообложения прибыль производителей биологических видов топлива, полученная от их продажи;
- биологические виды моторного топлива облагаются налогом по нулевой ставке акцизного сбора.

2.2. Солнечная энергетика Украины

Украина имеет большой потенциал для развития рынка солнечной энергетике. Особенно это касается южных регионов страны (Донецкая, Запорожская, Херсонская, Николаевская, Одесская области и Крым), расположенных вдоль побережья Азовского и Черного морей. По расчетам Национального Агентства Энергетических Ресурсов, в Крыму можно получать 8,16 млн. тонн условного топлива от ВИЭ, что могло бы превратить регион с энергодефицитного в профицитный. Только потенциал ветроэнергетики оценивается в 4,7 млн. тонн условных тонн, что позволяет покрыть годовые потребности полуострова в энергии более чем в два раза.

В 2011 году «Сбербанк» выделил €235 млн. инвестиций на развитие солнечной энергетике. На протяжении января-июня 2013 года суммарная установленная мощность расположенных в Украине солнечных электростанций (СЭС) возросла на 51,4% и на 1 июля 2013 года составила 494 МВт. Как сообщила Ассоциация участников рынка альтернативных видов топлива и энергии Украины (АПЕУ), объем инвестиций в солнечную энергетике за первое полугодие превысил €360 млн. В первом полугодии введены в эксплуатацию 12 СЭС общей мощностью 167,7 МВт. К 2020 году энергия из альтернативных источников может составить не менее 15% в энергобалансе страны [6].

Лидер солнечной энергетике в Украине - компания Activ Solar. Среди крупнейших проектов - солнечные парки на территории автономной республики Крым «Перово» и «Охотниково» мощностью 105,56 МВт и 82,65 МВт, соответственно. Первый занимает лидирующее положение по развитию возобновляемой энергетике в странах СНГ. В ветровой, солнечной, малой гидроэнергетике, во всех биотопливных направлениях общие установленные генерирующие мощности в стране больше, чем в любом из госу-

дарств постсоветского пространства. Более того, Украина единственная в СНГ входит в рейтинг самых привлекательных рынков для развития возобновляемой энергетики в мире, которые публикует Ernst & Young. Ключ – так называемый «зеленый тариф», законодательно введенный в Украине в 2009 году до 2030 года. Согласно ему применяются повышающие коэффициенты на электроэнергию, производимую с помощью альтернативных источников. Для солнечной энергетики они выше в 3,5 раза по сравнению с наземными электростанциями. Компания Activ Solar также имеет этот «зеленый тариф» [7].

В декабре 2013 года подписано рамочное соглашение о реализации проектов в области возобновляемой энергетики между украинской компанией Greentech Energy (ООО «Гринтек Энерджи»), китайскими национальной группой корпораций стройматериалов и экспортно-кредитной страховой корпорацией SINOSURE.

Документ определяет основные условия для привлечения прямых инвестиций и проектного финансирования со стороны КНР в строительство и развитие проектов в области возобновляемой энергетики, а именно о разработке и проектировании совместных проектов в сфере ветряной и солнечной энергетики установленной мощностью электростанций не менее 1 ГВт. По данным источников Forbes, объемы финансирования составят 288 млн. евро на первом этапе и до 2,5 млрд. евро - на втором. По данным Европейской фотоэлектрической ассоциации EPIA, суммарная мощность установленных по миру солнечных электростанций выросла за последние 12 лет с 1,5 ГВт до, более чем 100 ГВт в конце 2012 года. При этом основная доля мощностей приходится на европейский регион, где установлено более 70 ГВт солнечных батарей. Основными лидерами в возобновляемой энергетике выступают Германия и Италия. В Украине по сравнению с 2011 годом удалось практически удвоить мощность таких электростанций и довести этот показатель до 373 МВт.

Согласно Национальному агентству по энергосбережению и энергоэффективности (НАЭР), потенциал солнечной энергетики Украины намного выше, чем в Германии, и, возможно, доля солнечной энергетики достигнет 10% энергетического баланса Украины уже в ближайшие годы. Несмотря на то, что оборудование для производства солнечной энергии все еще довольно дорого, в мире наблюдается устойчивая тенденция к уменьшению издержек на его производство.

Коммунальное хозяйство Украины потребляет ежегодно около 74 млн. тонн условного топлива (т.у.т.). Ежегодно потребность в тепловой энергии увеличивается на 1,5-2%. Существуют оценки, что с возобновлением экономического роста уровень потребления энергии может существенно возрасти. С другой стороны, потенциал энергоэффективности и энергосбережения в коммунальном хозяйстве Украины составляет не менее 50%. В случае использования этого потенциала экономический рост не должен привести к существенному увеличению потребления тепловой энергии. Другой возможностью сдерживания роста потребления тепловой энергии является развитие концепции солнечных зданий.

В северных европейских странах с помощью естественного нагрева солнце обеспечивает 14% тепла от общей потребности обычных зданий. Эту оценку можно использовать в качестве нижнего предела для условий Украины. В зданиях, построенных с учетом пассивного использования солнечной энергии, вклад солнца в потреблении тепла может составить около 40%. Доля пассивного нагрева обычно не учитывается официальной статистикой, однако это самый большой источник использования возобновляемой энергии. Около десяти предприятий в разных регионах страны освоили выпуск солнечных коллекторов (СК) разных конструкций. Стоимость СК находится в диапазоне 60-150 долл. США за м². Общий их выпуск не превышает нескольких сот м² в год. Общая площадь СК, установленных в Украине соответствует примерно тысяче отдельных установок. Введение «зеленого» тарифа стало мощным стимулом для развития промышленного поколения фотоэлектрической продукции. Активные украинские производители монокремниевых слитков и пластин - ЗАО «Пиллар», Prolog Semikor LLC и ООО «Силикон».

Для развития фотоэнергетики в Украине существуют промышленный и научный потенциал, состоящий из предприятий-производителей полупроводникового кремния (Запорожский титаномагнийевый комбинат, Светловодский завод чистых металлов) и изготовителей полупроводниковых приборов (АО «Квазар», «Родон», «Гравитон», «Гамма», «Днепр» и др.), учебных заведений и институтов Национальной Академии Наук (ДП НДІ МП, ИФП НАНУ, ГУ «КПИ», ГУ им. Т.Г. Шевченко). В случае поддержки со стороны

государства и возобновления экономического роста страны может быть налажено серийное производство фотоэлектрических модулей, стоимость которых, вероятно, станет ниже западных аналогов.

2.3. Ветроэнергетика

Достижения по использованию в Украине энергии ветра наиболее системно изложены в отчете, подготовленном Украинской ветроэнергетической ассоциацией (УВЭА) на основании информации Государственного агентства по энергоэффективности и энергосбережению, Национальной комиссии, осуществляющей государственное регулирование в сфере энергетики (НКРЭ), Республиканского комитета по топливу и энергетике АР Крым, компаний-членов УВЭА[8].



В 2011 году в Украине реализованы первые частные проекты промышленных ветроэлектростанций (ВЭС), в которых установлены мегаваттные ветротурбины.

Основным катализатором развития ветроэнергетики в Украине остается «зеленый тариф» на продажу электроэнергии, выработанной за счет энергии ветра. В 2011 году Украина впервые вошла в Рейтинг привлекательности стран с точки зрения возобновляемых энергоресурсов, заняв 32 место.

В 2011 году установленная мощность ветроэнергетики Украины увеличилась на 66,1 МВт. Таким образом, общая ее величина на конец 2011 года достигла 151,1 МВт по сравнению с 87,5 МВт в 2010 году, что соответствует 73% роста. Отличительная черта 2011 года – практически все новые ветроэнергетические мощности (65,5 МВт) введены в эксплуатацию в рамках частных ветроэнергетических проектов, реализуемых ООО «Ветряной парк Новоазовский», ООО «Ветряной парк Очаковский», ООО «Виндкрафт Украина». Исключение составляет одна турбина Turbowinds T600-48 мощностью 600 кВт, установленная на Черноморском участке Донузлавской ВЭС, АР Крым.

До 2011 года развитие ветроэнергетики Украины осуществлялось исключительно в рамках Государственной комплексной программы строительства ветроэлектростанций за бюджетные деньги. Сравнение данных по ВЭС, построенных за бюджетные деньги и за счет частных инвесторов, представлены в Табл. 2 и 3.

2.4. Малая гидроэнергетика

По классификации ООН, к малым относят гидроэлектростанции мощностью от 1 до 30 МВт, к микро – работающие в диапазоне не больше 100 кВт к мини – обеспечивающие мощность от 100 до 1000 кВт. Малые ГЭС могут существенно улучшить ситуацию с энергоснабжением отдаленных районов и увеличить их энергонезависи-

Таблица 2

ВЭС, подсоединенные к энергосети в рамках Комплексной программы (100% государственной собственности)

Название ВЭС	Регион Украины	Начало строительства	Проектная мощность, МВт	Установленная мощность на конец 2011, МВт
Новоазовская ВЭС	Донецкая обл.	1998	50	21,8
ГП «Донузлавская ВЭС» Участок Донузлавский Участок Судакский Участок Черноморский	АР Крым	1993	100 45 50 5	18,3 10,9 6,2 1,2
ЭТУ Водэнергоремналадка» Мироновская ВЭС Пресноводненская ВЭС	АР Крым	1996	42 17 25	26,0 20,0 6,0
Тарханкутская ВЭС Предприятие «28 Управление начальника работ»	АР Крым	2001	70	16,7
ГП «Восточно-Крымская ВЭС»	АР Крым	2008	9,6	2,8
Всего:			271,6	85,6

Таблица 3

**Новые ВЭС, введенные в эксплуатацию в 2011 году
(100% частный капитал)**

Название ВЭС	Регион (область)	Начало строительства (год)	Прекратная мощность, МВт	Установленная мощность на конец 2011, МВт
Ветряной парк Новоазовский	Донецкая	2010	57,5	37,5
Ветряной парк Очаковский	Николаевская	2011	125,0	25,0
Новороссийская ВЭС	Херсонская	2011	24,0	3,0
Всего:			206,5	65,5

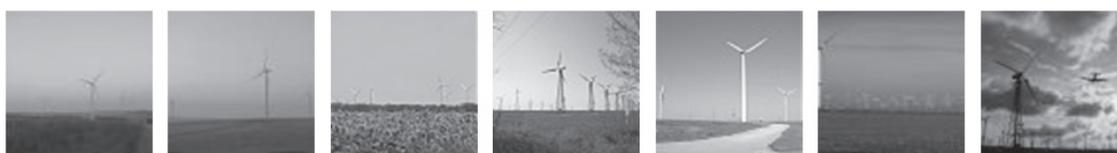
симость. Они могут выступать как в роли аварийных, так и основных источников электроэнергии, способствуя децентрализации объединенной энергетической системы.

В Украине функционирует порядка 80 малых

ГЭС мощностью 111 МВт, что составляет 5% технически достижимого гидроэнергетического потенциала страны. Малые ГЭС, эксплуатирующиеся в Украине, имеют мощность 0,1-7 МВт. Их развитию способствует внедрение «зеленого» тарифа. В связи с тем, что действовать «зеленый» тариф в Украине будет до 2030 года, все больше инвесторов обращают внимание на малые ГЭС. Капиталовложения на реконструкцию и модернизацию существующих малых ГЭС приблизительно составляют 800 \$/кВт, а на восстановление списанных ГЭС – 1-1,5 тыс. \$/кВт, что определяет срок их окупаемости в пределах пяти-восьми лет. На восстановление недействующей малой ГЭС потребуется до трех лет, а строительство новой ГЭС, с учетом получения разрешений и экспертных заключений, может занять до шести лет. Несмотря на долгую окупаемость и достаточно большие капиталовложения, себестоимость ввода 1 МВт на восстановленной малой ГЭС остается одной из самых низких среди альтернативных источников электроэнергии. На малых ГЭС этот показатель составляет приблизительно \$0,8-2,5 за 1 Вт, для солнечной электростанции — \$3-3,5 за 1 Вт, а для ветрогенератора - \$1,5-2,1 за 1 Вт.

В отличие от ветрогенераторов и солнечных электростанций, основное оборудование для малых ГЭС производят на территории Украины. Его качество не уступает продукции западных производителей, но оно дешевле в несколько раз. Украинские производители имеют большой опыт работы в данном направлении и наработки, которые важны для строительства новых гидроэлектростанций. Главные производители оборудования для ГЭС в Украине: Сумское НПО им. Фрунзе, «Турбоатом», «Южэлектромаш», Полтавский турбомеханический завод, Нежинский ремонтно-механический завод и др. Согласно Закону «Об электроэнергетике», для объектов, производящих электроэнергию из альтернативных источников энергии, строительство которых начато после 1 января 2012 года, доля оборудования, материалов, услуг и монтажных работ украинского происхождения должна быть не менее 30% от стоимости строительства, а с 1 января 2014 года – не менее 50%. В основном на территории страны восстанавливают существующие ГЭС, чему активно способствует Фонд госимущества Украины. В I квартале 2012-го он осуществил продажу четырех малых ГЭС по цене от 1,9 до 3,7 млн. грн. Планируется продать еще четыре малые ГЭС в Полтавской области.

В Украине действует около 30 частных компаний, инвестирующих в возобновляемую энергетику, крупнейшие из них: ВЭА «Новосвіт», ООО «Энергоинвест». Инвестиции направлены преимущественно в Винницкую, Черкасскую, Хмельницкую, Тернопольскую и Житомирскую области. На сегодня здесь расположено 64% общего количества станций, тогда как гидроэнергетический потенциал малых рек в этих областях составляет всего 14% от общего показателя. Весьма перспективными являются Закарпатская и Львовская области, где сосредоточено около 70% гидроэнергетического потенциала.



Преимущества малых ГЭС очевидны и делают данную отрасль особо привлекательной для инвесторов. Во-первых, себестоимость ввода 1 МВт на восстановленной малой ГЭС относительно невысокая. Во-вторых, малые ГЭС отличаются сравнительно несложной технологией производства электроэнергии, длительным сроком службы и простотой в управлении.

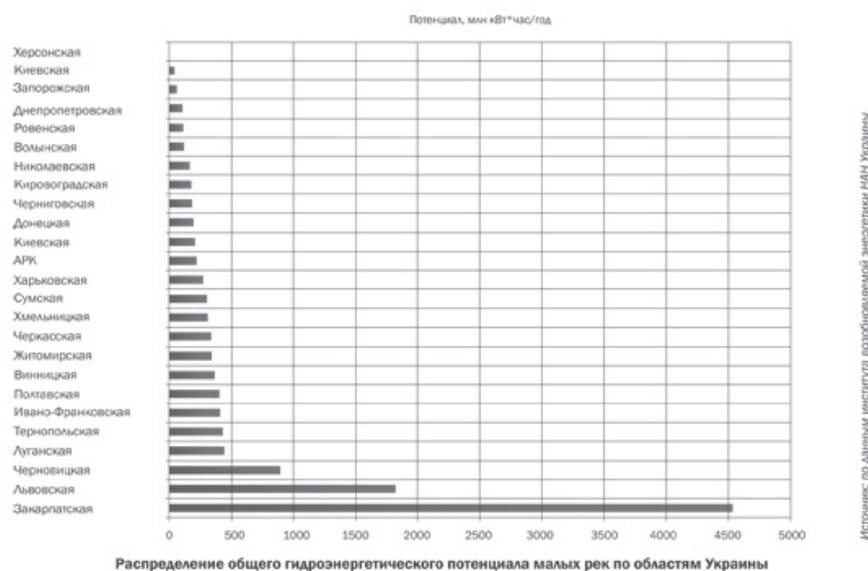
Малая гидроэнергетика обладает более высокой независимостью от метеоусловий, в отличие от других источников альтернативной энергетики и обеспечивает стабильное снабжение энергией потребителей. Наличие на территории Украины инфраструктуры, включающей производителей основного оборудования, – еще один плюс за альтернативную энергетику как основу энергетической безопасности страны [9].

2.5. Гидротермальная энергетика

Геотермальная энергия является привлекательной для энергетического комплекса Украины в плане ресурсного потенциала, т.к. это природное тепло земных недр. По результатам изучения недр и оценке таких ресурсов построены геотермические карты, оценены ресурсы термальных вод и геотермальной энергии. Пригодность теплоэнергетических вод как источника тепла определяется энергетическим потенциалом, общими запасами и дебитом буровых скважин, химическим составом, минерализацией и агрессивностью вод, наличием потребителя и его отдаленностью, температурным и гидравлическим режимами буровых скважин, фильтрационной способностью пород-коллекторов, глубинами залегания водоносных пластов и их характеристиками, возможностью утилизации отработанных вод.

Наиболее благоприятные условия для получения термальных вод существуют на равнинной части Закарпатья. В этом районе энергия подземных вод используется уже относительно широко. Суточные возможности 8-и геотермальных площадей Закарпатья с температурой вод около 60°C составляют около 240 тыс. м³ в сутки, что позволяет на их основе освоить насосным способом энергетические тепловые мощности около 493 МВт. Экономически обоснованно, по мнению геологов, использование термальных вод Береговского, Косинского, Залужского, Тереблянського, Велятинського, Велико-Паладського, Велико-Бактянського и Ужгородського месторождений. Самые перспективные месторождения в Береговском районе (Косинское и Береговское), где с глубин 800-1300 м можно добывать воду температурой 45-65°C. Суммарные запасы термальных вод этих месторождений составляют свыше 50 тыс.м³ в сутки, а аккумулированная в них тепловая энергия эквивалентна почти 100 тыс. тоннам условного топлива.

Согласно результатам геологоразведочных работ, на территории Крыма ресурсы подземных термальных вод составляют свыше 27 млн. м³ в сутки, что позволяет говорить о возможности обеспечения существенной части потребностей региона в энергоресурсах за счет этого источника. В Крыму насчитывается 310 термальных фонтанирующих источников, 240 из них полностью исследованы. Опытная эксплуатация ведется только на 2-х месторождениях – Медведевском и Янтарном. Первая геотермальная мини-электростанция была построена в 2001 году в с. Медведевка, где 2 скважины подают воду температурой 64°C с глубины 1700 м. Вода используется для получения тепловой энергии, а газ, содержащийся в ней, является источником электроэнер-



Источник: по данным Института возобновляемой энергетики НАН Украины

гии. Станция имеет тепловую мощность около 1 МВт и электрическую – 100 кВт. Электричество и тепло гидро-термального источника получают объекты социальной сферы.

Для улучшения энергоснабжения в Крыму запланировано построить несколько геотермальных электростанций мощностью по 6 МВт в западной части полуострова, где на глубине 4 км залегают запасы воды с пластовой температурой 250°C. Их общая мощность будет составлять свыше 100 МВт.

Использование энергии геотермальных вод представляет сложность, связанную со значительными капитальными затратами на бурение скважин и обратную закачку отработанной воды, созданием стойкого к коррозии теплотехнического оборудования [10]. Одно из решений проблемы обратной закачки отработанной воды разработано именно в Украине. Идея замкнутого контура – забирать горячую воду, отбирать тепло и закачивать охлажденную воду в другую скважину на расстоянии 300 метров от первой на ту же глубину.

2.6. Водородная энергетика

Наиболее перспективным направлением использования водородной энергетики является замена углеводородного топлива на водород на транспорте, прежде всего в автомобилях. Другими сферами его применения и смешанного газа, содержащего водород, могут быть: химическая, нефтеперерабатывающая, металлургическая, пищевая промышленность, жилищно-коммунальный сектор. Широкое применение в мире приобретают топливные элементы для децентрализованной стационарной энергетики и автотранспорта.

В Украине исследования в области водородных технологий ведутся без системы, хотя они проводятся в течение продолжительного времени и многими коллективами.

Украинские научно-исследовательские организации, занимающиеся проблемами химических источников тока (ХИТ)

1. Институт общей и неорганической химии им. В.И.Вернадского НАН Украины проводит работы по топливным элементам: теоретические исследования по водородной технике, синтез наноразмерных порошков оксидов, получение водородсорбирующих сплавов;
2. Институт физической химии им. Л.В.Писаржевского НАН Украины занимается проблемами литий-ионных аккумуляторов, а также воздушно-металлических ХИТ;
3. Институт транспортных систем и технологий НАН Украины совершенствует свинцово-кислотные АКБ;
4. Институт проблем материаловедения им. И.М.Францевича разрабатывает никель-металлгидридные ХИТ и топливные элементы;
5. Межведомственное отделение электрохимической энергетики НАН Украины осуществляет исследования в области воздушно-водородных ХИТ и литий-ионных аккумуляторов;
6. Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта занимается решением проблем утилизации литиевых ХИТ;
7. Киевский национальный университет технологии и дизайна работает по направлениям воздушно-цинковых ХИТ и литий-ионных аккумуляторов;
8. Украинский государственный химико-технологический университет исследует электроды литий-ионных аккумуляторов;
9. Национальный технический университет Украины «КПИ» разрабатывает катодные материалы для литий-ионных ХИТ;
10. Одесский национальный университет им. И.И.Мечникова разрабатывает металл-воздушные ХИТ, а также топливные элементы;
11. Институт химии поверхности НАН Украины разрабатывает электродные материалы для высокомоощных литий-ионных аккумуляторов;
12. Прикарпатский национальный университет им. В.Стефаника исследует катодные материалы литий-ионных аккумуляторов;
13. Национальный университет «Львовская политехника» разрабатывает электролиты и катодные материалы топливных элементов;
14. Одесский национальный морской университет занимается разработкой топливных элементов;
15. Институт высокомолекулярных соединений НАН Украины разрабатывает топливные элементы полимерного типа;

16. Донецкий физико-технический институт им. В. Галкина синтезирует порошки для электродов топливных элементов;

17. Институт угольных технологий создал модель топливного элемента на основе расплавленных карбонатов;

18. Институт сверхтвердых материалов им. В.Бакуля разрабатывает методики обработки электродов для топливных элементов.

3. Основные факторы, препятствующие активизации работ по водородной энергетике в Украине

Отсутствие стратегии развития водородной энергетике как энергетике будущего, национальной программы по разработке и производству водородных топливных элементов и энергетических установок на их основе, а также законодательной базы. Отсутствие целевого государственного финансирования фундаментальных и прикладных исследований и разработок в области водородной энергетике. Неразвитость и неготовность промышленной базы для производства ТЭ и энергетических установок на их базе. Неготовность частного бизнеса к субсидированию фундаментальных и прикладных исследований.

Преимуществом водородной энергетике для Украины могла бы стать возможность уменьшения энергетической зависимости страны за счет преобразования собственных энергетических ресурсов (угля, торфа, сланцев, биомассы, промышленных отходов) в водород с его последующим использованием для удовлетворения энергетических потребностей. Перспективен для Украины способ получения водорода газификацией угля, запасы которого в Украине значительны. Однако, эта технология энергозатратна и связана с выбросами в атмосферу продуктов преобразований. Существует также возможность получения водорода как побочного продукта при химических, коксохимических и нефтеперерабатывающих производствах, использование для его получения сбросных газов или различных органических соединений. Одно из таких производств существует на предприятии «Экоантилед» (г. Днепродзержинск Днепропетровской обл.). Мощности его позволяют производить водород, тяжелую и легкую воду.

Относительно экологических преимуществ водорода следует отметить, что топливные элементы – конечное звено водородного цикла, а чистота предыдущих звеньев зависит от технологии переработки сырья, получения водорода и обращения с ним. Эти преимущества очевидны, если для его получения используются чистые технологии, например, энергия ветра, солнца, термальные воды и другие возобновляемые источники. Кроме того, аккумулярование водорода может обеспечить равномерный график производства энергии солнечной и ветровой энергетикой при неблагоприятных погодных условиях. Использование топливных элементов на автомобильном транспорте позволит значительно улучшить экологию больших городов, которые страдают от локальной концентрации продуктов сгорания двигателей автотранспорта. Технологическую цепь получения водорода, включающую производство (конверсия, электролиз), преобразование (до сжатого или сжиженного состояния, или закачки в гидриды), транспортировку к месту использования и непосредственно использование в топливных элементах требует на каждом этапе энергетических затрат, что в конце концов и определяет относительно

низкую общую энергоэффективность [11]. Более заманчивые перспективы имеет водородный цикл на использовании энергии нетрадиционных возобновляемых источников энергии (НВИЭ), но эта энергия пока достаточно дорога, как и сами водородные технологии, включая топливные элементы.

Со временем, когда эти технологии получат более широкое распространение

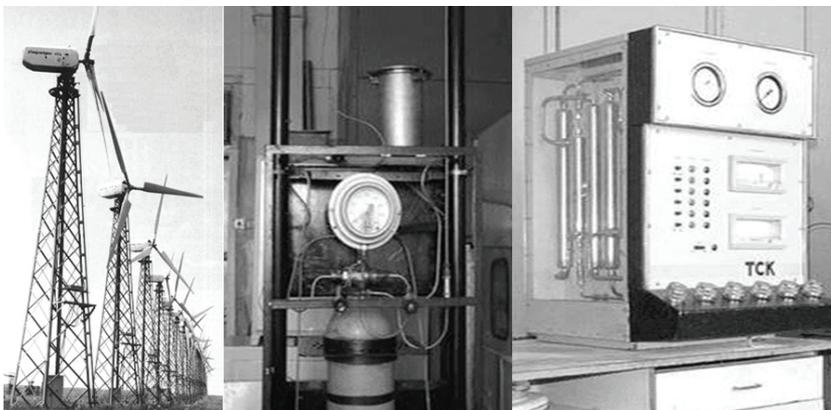


Рис. Ветроэнергетическая установка с водородным накоплением энергии

ние и станут дешевле, они могут стать конкурентоспособными. Для Украины в ближайшей перспективе можно говорить об использовании водородных технологий в автономных системах энергопотребления и на транспорте, прежде всего, в комбинации с газификацией угля или биомассы, а также солнечной и ветровой энергетикой (Рис.3) [12].

Установка предназначена для преобразования энергии ветра в электрическую и производства экологически чистых водорода и кислорода. Разработанный водородный накопитель в качестве топливного элемента способен вырабатывать электроэнергию при отсутствии ветра, используя водород и кислород. Установка испытана в реальных условиях северо-востока Украины, центральной ее части, а также южного побережья Крыма.

При успешном развитии водородной энергетики Украина могла бы полностью использовать свою богатую энергоресурсную базу, диверсифицировать источники энергии, улучшить экологическую ситуацию в стране. Это также путь к внедрению высоких технологий мирового уровня и развитию соответствующего сектора промышленности, возможность выхода на рынки с экологически чистыми технологиями и оборудованием. Для этого необходима поддержка разработок, которые проводятся в ряде институтов НАНУ путем организации и финансирования соответствующих исследований.

Среди них: Институт проблем машиностроения им. А.Н.Подгорного (разработка технологий производства водорода), Институт проблем материаловедения им. И.Н.Францевича (получение материалов для изготовления топливных элементов, разработки накопителей водорода, разработки топливных элементов), Институт электросварки им. Е.О.Патона (нанесение пленок, герметизация батарей топливных элементов сваркой, исследование поведения металлических материалов в водородной среде, изготовление баллонов для водорода), Физико-механический институт им. Г.В.Карпенко (испытания механических свойств в различных средах и при различных температурах), Институт газа (глубокая очистка водорода, системы его хранения, создание гибридных водородно-солнечных установок), Институт общей и неорганической химии им. В.И.Вернадского [13] (теоретические работы по водородной энергетике, синтез порошков для изготовления топливных элементов), Институт химии высокомолекулярных соединений (полимерные топливные элементы и материалы для их изготовления), Донецкий физико-технический институт им. В.Галкина (получение циркониевой керамики для топливных элементов и материалов для них) и другие научные учреждения и предприятия.

Проблемы водородной энергетики вызывают большой интерес в мире и особенно актуальны для Украины в связи с поисками альтернативных экологически чистых ВИЭ. В качестве топливного материала предлагается также использовать водород, извлеченный из сероводорода H_2S , которым, начиная с глубины 150...200 м и до порядка 2 км, заражены воды прибрежной зоны Черного моря [14].

Литература

1. <http://www.trade.ecoaccord.org/news/dev/2013/20.html>
2. <http://www.for-ua.com/world/2013/11/05/192630.html>
3. http://www.gazeta.zn.ua/energy_market/energorynok-v-topku.html
4. <http://www.altern-energy.com.ua/zakon-ukrainyi-ob-alternativnyih-istochnikah-energii>
5. http://www.avante.com.ua/rus/library/energeticheskoe_pravo_ukraini_rukovodstvo.html#13
6. <http://www.greenrevolution.ru>
7. <http://www.news.finance.ua/ua/~2/0/all/2013/12/13/314886>
8. Украинская ветроэнергетическая ассоциация. <http://uwea.com.ua>
9. «Застывший потенциал», или Малые да удалые ГЭС Ероп БУРКОВ. <http://www.director.com.ua/reiting-i-statistika/%C2%ABzastyvshii-potentsial%C2%BB-ili-malye-da-udalye-ges>
10. Геотерминальные ресурсы Украины. <http://www.ourlife-fzion.livejournal.com/125956.html>
11. Г.С.Асланян. Проблематичность водорода в плане замещения нефти./ Энергетическая политика, вып.2, -2006, с. 42-51. <http://www.referatu.net.ua/referats/951/20415/?page=2>
12. Воднева економіка та паливні комірки. // Громадська Рада України. - 2005.
13. Возобновляемые источники энергии и ресурсосберегающие технологии (НПК ВИЭРТ) http://www.resst.kipt.kharkov.ua/materials_fourth_generation.html
14. Водородная энергетика НПК ВИЭРТ ННЦ ХФТИ http://www.resst.kipt.kharkov.ua/hydrogen_energy.html

Разработки Украины

Энергетика

УКР-01

Котлы на твердом топливе Stropuva

Назначение

Автономная система отопления дома.

Описание

Конструктивно котел состоит из двух стальных цилиндров, один внутри другого, между которыми находится нагреваемая вода. Во внутреннем цилиндре размещена топка, подача воздуха в которую через телескопический распределитель. По мере прогорания топлива распределитель воздуха опускается, сохраняя оптимальные условия горения. При работе котел поддерживает заданную температуру теплоносителя, изменяя интенсивность горения топлива с помощью биметаллического регулятора тяги. Избыточное тепло не производится, соответственно, не требуется аккумулирующая емкость, дымоход нужен лишь от 4,5 м, что сокращает первоначальные затраты.

Котлы STROPUVA выпускаются в деревянном и универсальном исполнении, работающем на любом твердом топливе. Мощность котла/отапливаемая площадь: 7 кВт/20-80 кв.м, 10 кВт/50-100 кв.м, 20 кВт/100-250 кв.м, 40 кВт/200-500 кв.м.

Технико-экономический эффект

Твердотопливный котел Stropuva имеет длительность горения на одной загрузке дров – 30 часов, угля – 5 суток. Автономная работа, простая конструкция, гарантия 5 лет, КПД до 90%, возможность работать на древесных отходах. Небольшой дымоход, не требуется аккумулирующая емкость.

Котлы STROPUVA на дровах, древесных отходах и топливных брикетах

- Stropuva S7
 - Мощность - 7 кВт.
 - Отапливаемая площадь - 20-80 м².
 - Объем топочной камеры – 60 дм³.
 - Вмещается дров – 15 кг.
 - Макс. длина полена – 35 см.
 - Кол-во воды в котле – 26 л.
 - Продолжительность горения дров при одной закладке – до 24 часов.
 - КПД – до 85%.
 - Давление воды в котле – не более 2 бар.
 - Загрузочный проем – 250x210 мм.
 - Диаметр дымохода – 160 мм.
 - Габариты: высота/диаметр – 1250/450 мм.
 - Вес – 100 кг.
 - Толщина стенок цилиндров (корпусов) – внешний/внутренний – 2,5/2,5 мм.



- Длина дымохода – от 4,5 м.
- Stropuva S10
 - Мощность котла – 10 кВт.
 - Отапливаемая площадь – 50-100 м².
 - Объем топочной камеры – 120 дм³.
 - Вмещается дров – 25 кг.
 - Макс. длина полена – 35 см.
 - Кол-во воды в котле – 34 л.
 - Продолжительность горения дров при одной закладке – до 30 часов.
 - КПД – до 85%.
 - Давление воды в котле – не более 2 бар.
 - Загрузочный проем – 250x210 мм.
 - Диаметр дымохода – 180 мм.
 - Габариты: высота/диаметр – 1900/450 мм.
 - Вес – 185 кг.
 - Толщина стенок цилиндров (корпусов) – внешний/внутренний - 2,5/2,5 мм.
 - Длина дымохода – от 4,5 м.
- Stropuva S20
 - Мощность котла – 20 кВт.
 - Отапливаемая площадь – 100-200 м².
 - Объем топочной камеры – 200 дм³.
 - Вмещается дров – 50 кг.
 - Макс. длина полена – 45 см.
 - Кол-во воды в котле – 45 л.
 - Продолжительность горения дров при одной закладке – до 30 часов.
 - КПД – до 85%.
 - Давление воды в котле – не более 2 бар.
 - Загрузочный проем – 260x220 мм.
 - Диаметр дымохода – 180 мм.
 - Габариты: высота/диаметр – 2100/560 мм.
 - Вес – 231 кг.
 - Толщина стенок цилиндров (корпусов) – внешний/внутренний – 2,5/3,0 мм.
 - Длина дымохода – от 4,5 м.
- Stropuva S40
 - Мощность котла – 40 кВт.
 - Отапливаемая площадь – 200-400 м².
 - Объем топочной камеры – 330 дм³.
 - Вмещается дров – 80 кг.
 - Макс. длина полена – 55 см.
 - Кол-во воды в котле – 58 л.
 - Продолжительность горения дров при одной закладке – до 30 часов.
 - КПД – до 85%.
 - Давление воды в котле – не более 2 бар.
 - Загрузочный проем – 280x240 мм.
 - Диаметр дымохода – 200 мм.
 - Габариты: высота/диаметр – 2100/680 мм.
 - Вес – 315 кг.



- Толщина стенок цилиндров (корпусов) – внешний/внутренний – 2,5/4,0 мм.
- Длина дымохода – от 4,5 м.

Преимущества

Автономная работа – без автоматических, электронных и дополнительных блоков.

Экономичность – КПД около 90% при всех режимах работы.

Энергонезависимость:

- котлы на дровах вообще не требуют электричества,
- котлы универсальные требуют лишь 15-20 Вт для подачи воздуха.

Чистота и экологичность – пепел достаточно вычищать два раза в месяц, смола в котле не скапливается.

Безопасность – котел удостоен сертификата СЕ.

Гарантия на котел – 5 лет.

С начала продаж в 2001 году ни один котел не вышел из строя.

Имеется Патент Украины, три патента других стран.

Стадия разработки

Внедрено в производство.

Предложения по сотрудничеству

Продажа готовой продукции.

Продажа лицензий.

Разработчик

ООО «Искусство инженерии».

Энергетика

УКР-02

Высокоэнергоёмкие литиевые источники тока на основе украинского сырья

Назначение

Автономное питание высокоэнергетических приборов.

Описание

Разработка включает создание и исследование химического и электрохимического синтеза электродных материалов; неводных электролитов с проводимостью по катионам лития, в том числе полимерных электролитов, твердых неорганических и модифицирующих примесей; изготовление электродов; литиевых источников тока разной конструкции, в том числе твердофазных. В ОАО «ДнепрАзот» г. Днепродзержинска, Днепропетровской обл. синтезирован активный материал – порошок диоксида марганца. Метод дает возможность получать электродный материал с уникальными свойствами: высокой насыпной плотностью и проводимостью, которая обеспечивает высокие разрядные характеристики. Разработана технология изготовления первичных и вторичных источников тока с катодами на основе диоксида марганца. Впервые показана возможность использования этого материала для вторичных литий – металлических источников тока. Как первичные, так и вторичные литиевые источники тока на основе разработанного электродного материала имеют высокие объемные и весовые характеристики. Для первичных источников тока обеспечены стабильные характеристики источников тока с катодом на основе лития на уровне 270-280мА ч./г., и 170-150мА/ч. при цикловании (на 100-м цикле). Разработан-

ные источники тока с катодом на основе синтезированного материала прошли испытания в лаборатории энергетики США. На основе MnO_2 разработан синтез электродного материала для литий-ионных источников тока, перспективных для использования, в том числе для электромобилей. Существует разновидность литий-ионных аккумуляторов. Различают аккумуляторы литий-марганцевые, литий-полимерные, литий-железофосфатные. Области применения, режимы работы, положительные и отрицательные характеристики аккумуляторов на основе лития, его сплавов и солей схожи. Цены на литий-ионные аккумуляторы достаточно высокие.

Электродный материал на основе литий-марганцевой шпинели позволяет заменить дорогой литированный оксид кобальта, который широко используется в литий-ионных аккумуляторах. На основе синтезированных материалов, новых электролитов, примесей разработаны и изготовлены первичные и вторичные высокоэнергетические литиевые источники тока цилиндрической, дисковой и призматической конструкции разных типоразмеров с рабочим напряжением 1,5V; 3,0V; 4,0V. Такие источники используются для защиты памяти в компьютерах, портативной технике, в устройствах, нуждающихся в продолжительном автономном питании с малым током потребления, в дистанционном управлении ТВ, фотоаппаратах, медицинских приборах, изделиях спецназначения.

Разработаны конструкторская документация и Технические условия экспериментальных элементов CR-14 (литий-диоксид марганца), FR6 (литий-пирит), технологическая документация на элемент литий-тионилхлорид, для изменения 3-х ртутно-цинковых элементов. Получены 4 патента Украины.

Стадия разработки

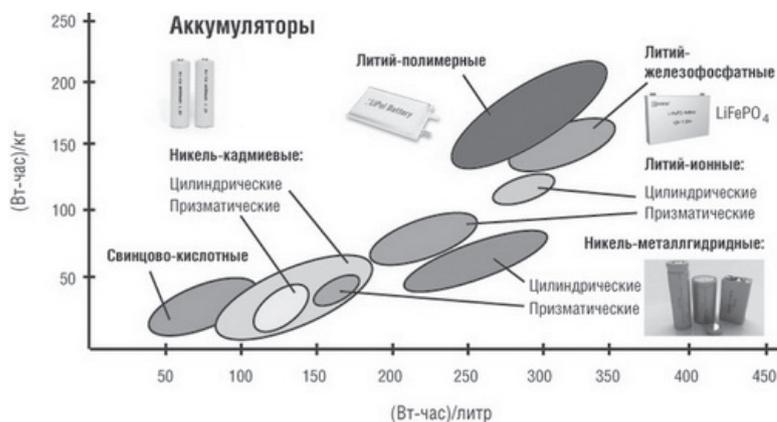
Проверено в лабораторных условиях

Предложения по сотрудничеству

Продажа патентов.
Продажа лицензий.

Разработчик

Государственное высшее учебное заведение «Украинский государственный химико-технологический университет».



Энергетика

УКР-03

Автономные альтернативные системы электро- и теплообеспечения

Назначение

Выработка электричества из энергии ветра, солнца, воды, рациональное накопление электро- и тепловой энергии.

Описание

Выполняются работы по созданию альтернативных систем электро- и теплообеспечения:

- узлы и системы ветроэнергетической установки, предусматривается разработка ветросиловой установки, генератора и преобразователя электрической энергии, накопителей энергии с применением электрических аккумуляторов и суперконденсаторов, преобразователя постоянного в переменный ток;
- системы альтернативного теплоснабжения, предусматривается разработка устройств превращения солнечной энергии в тепловую (солнечные коллекторы), получение тепла из глубины земли, воды, при использовании разницы температур в помещении и окружающей среде (тепловые насосы);
- системы электродного отопления, предусматривается разработка систем, которые включают электродный отопляемый котел мощностью 5, 18 или 35 кВт с циркуляционным насосом, повышающим эффективность работы и ресурс электродного котла и аккумулятор для накопления, хранения и передачи энергии. Внедрение разработок проводится на предприятиях Хмельницкой области. Получены 5 патентов Украины.

Стадия разработки

Опробовано в режиме опытной эксплуатации.

Предложения по сотрудничеству

Продажа технической документации.

Продажа патентов, лицензий.

Разработчик

Хмельницкий национальный университет.

Энергетика**УКР-04****Специальные горелки для эффективного сжигания в котельнях биогаза из городских очистных сооружений****Назначение**

Получение энергии от альтернативных источников.

Описание

Разработаны горелки для эффективного сжигания биогаза. Получен сертификат. В 2001 году разработаны подовые щелевые горелки 3-о поколения для сжигания биогаза в котлах ДКВР и МПИГ-ЗБ (расход биогаза 318 м³/ч). Горелки установлены в котле ДКВР-6,5/13 на Бортнической станции аэрации ДКО Киевводоканал, прошли испытание в промышленных условиях, сертификацию и эксплуатируются на протяжении 9 лет. В 2006 году в г. Электрогорск (Московская обл.) Институтом газа НАН Украины для фирмы «Брынциалов А» введен в эксплуатацию котёл ДКВР-10/13, переведенный на биогаза (на нем работают 2 горелки из трёх с общим расходом 950 м³ биогаза/час) и природный газ (1 резервная горелка). Несколько месяцев в год котёл работает только на биогазе. Введены в эксплуатацию свечи дожигания биогаза, каплеуловители, система автоматики, огнепреградители, др. узлы.

В 2008 году для Лужанского спиртзавода (Черновицкая обл.) разработан проект перевода мощной вихревой горелки ГМ на сжигание биогаза и природного газа в котле ДЕ-16/14 в горелочном устройстве мощностью 12 МВт. Горелка совместного сжигания био- и природного газа отработала более одного

года, показав отличные показатели. Расширен диапазон работы котла, повышена его надёжность. Кроме того, выполнен проект прокладки трубопроводов по территории завода и внутри цеха со вспомогательным оборудованием для дожигания биогаза. Для аварийных ситуаций внедрены специальные автоматизированные установки – свечи, позволяющие сжигать биогаз. Автоматизированная свеча эксплуатируется также на предприятии в г. Электрогорск и фирме Зорг в с. Велький Крупиль (Киевская обл.) на молочной ферме. На всех объектах конструкторские, проектные, шеф-монтажные и пуско-наладочные работы выполнены Институтом газа НАН Украины, который переоборудует котлы и горелочные устройства для сжигания биогаза и совместного сжигания биогаза и природного газа. Получен Патент Украины.

Стадия разработки

Внедрено в производство.

Предложения по сотрудничеству

Продажа технической документации, патентов, лицензий.

Разработчик

Институт газа НАНУ.

Энергетика

УКР-05

Получение биотоплива

Назначение

Заправка автомобилей.

Описание

Производство топлива из биологического сырья - метиловых эфиров (биодизель) базируется на использовании растительного масла и метилового спирта. Биодизель уступает нефтяному дизельному топливу, но целесообразен экономически и экологичен. С целью уменьшения зависимости от импортных поставок метилового спирта (синтезируется из природного газа) разработана технология использования этилового спирта для переэтерификации. Она позволит избежать зависимости от конъюнктуры международного рынка, загрузить спиртовые заводы. Предложена интенсификация переэтерификации с целью уменьшения времени синтеза биодизеля и теплотеря на него. Разработана интенсификация горения биодизеля на борту автомобиля. Технология позволит увеличить мощность дизельного двигателя, уменьшить расхода топлива, довести показатели работы двигателя до уровня, который он имеет при сжигании нефтяного топлива. Разработана аппаратура для синтеза биодизеля, определены оптимальные условия стадий разделения фаз, очистки продукта и переработки побочных продуктов.

Получены два патента Украины.

Стадия разработки

Внедрено в производство.

Предложения по сотрудничеству

Реализация готовой продукции, продажа патентов, лицензий

Разработчик

ЧП «Радикал плюс».

Энергетика

УКР-06

Гибкие суперконденсаторы

Назначение

Накопления солнечной энергии.

Описание

Новейшая разработка – создание гибких суперконденсаторов. Она защищена патентом и признана одной из ста лучших работ в мире в номинации «Электрические приборы».

Среди составляющих автономного источника энергии важное место отводится гибким солнечным батареям. Они воспринимают солнечную энергию даже тогда, когда Солнце закрыто тучами. Её накапливают гибкие суперконденсаторы, емкость которых в сотни раз превышает этот показатель обычных накопителей. Своеобразным посредником, который руководит потоками энергии, является электронный менеджер. Эта электроника разработана в лаборатории солнечных элементов. Для иллюстрации изобретения продемонстрирована обычная сумка. На одной стороне нашиты гибкие солнечные батареи, а под ними – гибкие конденсаторы. Это автономное устройство дает напряжение 5 вольт, полностью достаточное для зарядки мобильного телефона. Отпадает необходимость в зарядном устройстве и стационарном источнике электроэнергии. Ориентировочная цена прибора не должна превышать 25 долл.

Интересные перспективы открывают эти разработки. Поверхность туристических палаток может быть накопителем солнечной энергии и дать возможность, не разжигая очаг, обогреть палатку или готовить еду на электроприборах, сушить одежду. Получен Патент Украины.

Стадия разработки

Готово к внедрению.

Предложения по сотрудничеству

Продажа технической документации, патентов, лицензий.

Разработчик

Национальный университет «Львовская политехника».

Энергетика

УКР-07

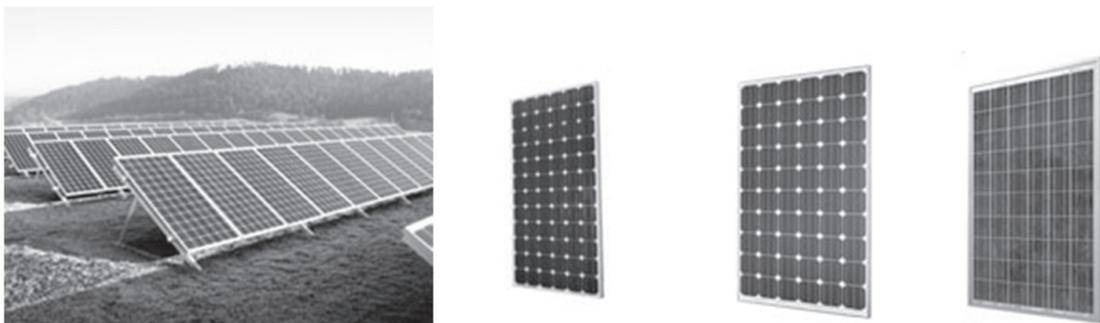
Солнечные модули «Квазар»

Назначение

Электростанции и другие крупные объекты.

Описание

Фотоэлектрические модули отвечают европейским стандартам, что позволяет гарантировать высокий уровень выработки электроэнергии на протяжении более 25-ти лет. Для этого используются высокоэффективные фотоэлектрические элементы из моно- и мультикристаллического крем-



ния сертифицированного производства. Комплексная система испытаний и тестирования, а также положительная сортировка модулей по мощности вызывает доверие к поставляемой продукции более 6-и лет.

Технические характеристики KV 175-200/24 M / KV 220-255M / KV 210-240P

- номинальная мощность (Вт): 175-200 / 220-255 / 210-240
- удельная мощность (Вт/м²): 137-157 / 133-156 / 127-146
- сортировка по мощности (Вт): -0...+5 / -0...+5 / -0...+5
- количество элементов: 72 / 60 / 60
- размер фотоэлемента, мм: 125X125 (моно) / 156X156 (моно) / 156X156 (мульти)
- размер модуля, мм: 1585 x 805 x 40 (35) / 1665 x 997 x 40 (50), 1652 x 992 x 40 (50) / 1665 x 997 x 40 (50), 1652 x 992 x 40 (50).

Модули сертифицированы и соответствуют европейским нормам качества и электробезопасности IEC 61215, IEC 61730-1, IEC 61730-2, что подтверждено сертификационным центром VDE (Германия) № 40027689.

Система менеджмента качества производства модулей отвечает требованиям европейского стандарта ISO 9001-2008 и подтверждена сертификатами сертификационных центров Bureau Veritas и TUF Rheinland.

Широкая линейка модулей позволит наиболее эффективно использовать их в солнечных системах и в разных климатических условиях для максимальной генерации при оптимальных затратах.

Преимущества

- высококачественный кремний собственного производства;
- усиленный профиль из анодированного алюминия;
- закаленное защитное стекло толщиной 4 мм;
- комплектующие из Европейского Союза и США;
- положительная сортировка по мощности 0+5 Вт;
- класс тестера: А;
- тестирование методом электролюминисценции;
- гарантия качества до 10-ти лет.

Стадия разработки

Готово к внедрению.

Предложения по сотрудничеству

Создание совместного предприятия.

Продажа готовых изделий.

Разработчик

ПАО «Квазар».



УКР-08

Преобразование солнечной и ветровой энергии в электрическую

Назначение

Увеличение КПД преобразования солнечной и ветровой энергии в электрическую.

Описание

Преобразование такой энергии в электрическую включает прозрачное покрытие участков земной поверхности, аккумуляцию энергии, которая нагревает воздух под покрытием, за счет чего создается тяга в вытяжной трубе, оборудованной турбогенераторным узлом. Воздух направляется под прозрачное покрытие по касательной к его окружности, соединяется с внутренним воздухом, движется и отдает энергию турбогенераторному узлу.

От аналогов способ отличается тем, что в качестве рабочего тела используется водяной пар, энергия конденсации которого преобразуется в электрическую при температуре наружного воздуха выше 0°C, что позволяет увеличить КПД преобразования, а энергия кристаллизации при замерзании также превращается в электрическую при температуре наружного воздуха ниже 0°C, для чего у поверхности вытяжной трубы распыляют воду, на лопатки турбины турбогенераторного узла подают электрический заряд, интенсифицирует фазовые переходы воды.

Обеспечение станции водяным резервуаром, который покрыт прозрачным материалом, позволяет аккумулировать энергию в ночное время, и он служит источником для возмещения потерь рабочего тела – водяного пара. Распыляя из форсунки в верхней части вытяжной трубы, обеспечивается работа станции в зимнее время.

В предлагаемой электростанции физико-химические процессы протекают как в природе при обычной грозе. Варианты реализации способа преобразования солнечной и ветровой энергии в электрическую имеют два режима: летний и зимний. Изготовлена модель электростанции, работа которой проведена и испытана в различных режимах.

Получены положительные результаты. Получен Патент Украины.

Стадия разработки

Внедрено в производств.

Предложения по сотрудничеству

Продажа патентов и лицензий.

Разработчик

Черкасский государственный технологический университет.

УКР-09

Почвенный термоэлектрический генератор

Назначение

Прямое преобразование тепловой энергии почвы в электрическую.

Области применения

Обеспечение питанием небольших автономных наземных и подземных дистанционных систем, которые включают различные датчики и устройства связи. Питание сигнальных устройств на неэлектрофицированных участках дорог, обеспечение работы автономных агрометеорологических комплексов в отдаленных и пустынных районах. Системы охранной сигнализации.



Описание

Термоэлектрический генератор прямо преобразует тепловую энергию почвы в электрическую. Он может функционировать длительно без обслуживания, что позволяет эффективно использовать его в отдалённых и труднодоступных местах. Термоэлектрический генератор устанавливается в активном слое почвы (происходит преобразование солнечной энергии в другие виды). Независимо от направления потока, который может быть направлен в почву и из неё, на один из теплообменных элементов будет поступать тепло, и через теплопровод подводиться к поверхности термобатареи, создавая на ней перепад температуры, обеспечивающей работу почвенного термогенератора (ПТЭГ).



Тепло, прошедшее через термобатарею по теплопроводу отводится к противоположному теплообменному элементу и рассеивается им в окружающую среду. Корпус выполнен из биовлагостойкого теплоизолирующего материала. Поверхности теплообменных элементов ПТЭГ защищаются антикоррозионным покрытием. Для уменьшения потерь корпус заполняется теплоизолирующим наполнителем.

Технические характеристики

При необходимости возможно изготовление генераторов с другими параметрами, которые будут учитывать климатические условия места применения источника питания. Получен Патент Украины.

Преимущества

- почвенные термогенераторы - новый вид научно-технической продукции;
- хорошее соотношение массогабаритных и энергетических характеристик, большой (до 25 лет) ресурс работы, экологическая чистота, максимальная приближенность к потребителю, конструктивно-технологическая гибкость;
- отсутствуют факторы, демаскирующие место расположения термоэлектрического генератора, что особенно привлекательно для использования его в качестве источника питания в охранной сигнализации и элементах электронных специальных устройств.

Параметр	Значение							
	ПТЭГ-1	ПТЭГ-2	ПТЭГ-3	ПТЭГ-4	ПТЭГ-5	ПТЭГ-6	ПТЭГ-7	ПТЭГ-8
Выходная электрическая мощность, мВт	5	6.5	8.5	12	20	5.5	10	16
Выходное напряжение,	3; 6; 12	3; 6; 12	3; 6; 12	3; 6; 12	3; 6; 12	3; 6; 12	3; 6; 12	3; 6; 12
Усредненный тепловой поток, мВт	1440	2000	2880	4500	8000	1560	3360	6000

Стадия разработки

Опробовано в режиме опытной эксплуатации.

Предложения по сотрудничеству

Создание совместного предприятия.

Разработчик

Институт термоэлектричества НАН и МОН Украины.

Энергетика

УКР-10

Керамические топливные элементы для эффективных генераторов электрической энергии из биотоплива и бытовых отходов, шахтного метана, природного газа, газогидратов и сероводорода

Назначение

Производство электрической и тепловой энергии

Описание

Изготовление керамических топливных ячеек являются первой по эффективности и экологической безопасности технологией производства электричества из водорода, углеводородов и сероводородов, кислорода воздуха по принципу обычной «электрической батарейки» в широком спектре мощностей. Топливные ячейки производят втрое больше энергии, чем лучшие тепловые станции или двигатели внутреннего сгорания. Исходными газами в них является вода и двуоксид углерода. Топливные ячейки очень гибки по мощности.

Если энергия не потребляется, топливные ячейки также практически не потребляют топлива. Они являются устройством, которое выводит наружу электрическую энергию химических реакций между водородом, углеродом и кислородом. Само топливно-ячейное устройство – керамическое и является слоистым композитом.

Сердце его – электролит из двуоксида циркония, которым богата Украина. Другие слои – анодный и катодный, которые выводят электричество для потребления.

Первой очередью по развитию топливно-ячейного направления в Украине должно быть создание промышленных технологий производства топливных элементов и батарей на их основе для генераторов электрической и тепловой энергии общей мощностью 5 кВт для обеспечения ими частных домов, социальных объектов. Опыт позволит развернуть производство мощных (1 МВт и более) генераторов для удовлетворения потребностей ряда отраслей, транспорта, промышленности.

Новизной разработки – порошки двуоксида циркония состава $10\text{Sc} - 1\text{Ce} - \text{ZrO}_2$ из сырья украинского месторождения и электронно-лучевое осаждения пленок электролита на пористый анод, который является носителем топливной ячейки, что существенно улучшает проводимость электролита и всей ячейки до уровня $\sim 0,2 \text{ ом} / \text{см}^2$ при 600°C .

Преимущества

Внедрение топливно-ячейных технологий позволит в два-три раза сократить потребление природного газа и уменьшить выбросы в окружающую среду. Топливные ячейки является высокой технологией, способной вывести страну на высокие ступени развития.

Стадия разработки

Внедрено в производство.

Предложения по сотрудничеству

Продажа лицензий, совместное производство, продажа.

Разработчик

Институт проблем материаловедения им. И.М. Францевича НАН Украины.

Энергетика

УКР-11

Получение водорода и серы из сероводорода

Назначение

Переработка сероводорода плазмохимическим методом с возможностью получения водорода и серы.

Описание

Переработка сероводорода плазмохимическим методом дает возможность получать водород и серу. Водород используется во многих технологических процессах (нефтепереработке, металлургии, пищевых технологиях), в энергетических процессах как высокоэффективное экологически чистое топливо.

В зависимости от условий конденсации серы можно получать разные ее модификации, в частности, полимерную, используемую как вулканизатор для ответственных резинотехнических изделий.

Установка для плазмохимической переработки сероводорода состоит из главных структурных блоков: плазмохимического распада сероводорода, конденсации паров и получение полимерной серы, очищения водорода от непрореагировавшего сероводорода.

Технические характеристики

Степень переработки сероводорода - больше, чем 80%;

Содержимое полимерной модификации в продукте не меньше 90%;

Термостабильность полимерной серы свыше 70%.

Преимущества

Дает возможность обеспечить полноту и глубину переработки сероводорода с получением водорода и полимерной модификации серы. Полимерная сера есть наиболее эффективным вулканизирующим агентом, который не мигрирует на поверхность изделия в производстве шин и шинотехнических изделий, а ее рыночная стоимость на два порядка выше, чем серы ромбической модификации.

Стадия разработки

Проверено в лабораторных условиях.

Предложения по сотрудничеству

Продажа технической документации, лицензий.

Разработчик

Национальный университет «Львовская политехника».

УКР-12

Альтернативное жидкое топливо

Назначение

Производство альтернативного жидкого углеводородного топлива из смеси жидких нефтепродуктов и биогенного сырья.

Описание

Создан комплекс утилизации иловых осадков сточных вод и получения альтернативного биотоплива для энергетики. При утилизации иловых осадков сточных вод производится жидкое альтернативное биотопливо (АБП), которое может быть использовано в качестве топочного горючего.

По основным характеристикам АБП близко к мазуту М100. В основе технологии – использование кавитационной обработки жидкостей, которая обеспечивает глубокие изменения физико-химических свойств жидкостей.

При реализации проекта имеет место комплексное решение социально значимой проблемы: экологической – за счет полной утилизации иловых осадков; энергетической – за счет производства относительно дешевого жидкого альтернативного биотоплива и производства на его основе тепловой и электрической энергии.

Жидкое топливо, сопутствующий горючий газ могут быть использованы, например, в качестве котельного топлива или сырья для его дальнейшей переработки в бензин, а также для производства электроэнергии на ТЭЦ. В качестве биогенного сырья могут использоваться торф или отходы, например, деревообрабатывающей промышленности, сельского хозяйства, пищевой промышленности, бытовые.

Использование такого сырья позволяет получать экологически чистое топливо и улучшить экологическую обстановку за счет утилизации отходов. Биогенное сырье предварительно диспергируют, регулируют изменение концентрации ароматических углеводородов и состав сырьевых компонентов, которые вводятся в зависимости от значений увеличения концентрации ароматических углеводородов в парогазовой смеси.

Технико-экономический эффект

Глубина переработки углеводородного сырья (жидких тяжелых нефтепродуктов) увеличена до 90%, уменьшен размер частицы углеводородного сырья за счет их заменой биогенным сырьем, выходной продукт – жидкое альтернативное топливо по химическому составу близко к легкой нефти.

Получены четыре патента Украины.

Стадия разработки

Создан опытно-промышленный образец, который прошел опробование и исследование технологии, разработан усовершенствованный образец комплекса.

Опробовано в условиях опытной эксплуатации.

Предложения по сотрудничеству

Совместное предприятие.

Продажа готовой продукции.

Разработчик

Харьковский национальный университет радиоэлектроники.

УКР-13

Микроэлектронные сенсоры газа для мониторинга окружающей среды

Назначение

Контроль газовой среды разных производств и мониторинг окружающей среды.

Описание

Сенсоры позволяют регистрировать упругость газа в эмиссионных газах с высокой селективностью, стабильностью и с малым временем срабатывания (3-6 с), имеют высокую чувствительность (для CO – 10 ppm). Легко совмещаются с ЭВМ.

Проведены испытания образцов сенсоров на предприятиях, которые подтвердили их пригодность для дальнейшего внедрения.

Технико-экономический эффект

Экономические преимущества сенсоров базируются на использовании для их изготовления ресурсов Украины, групповых методов микроэлектроники, низкой трудоёмкости.

Ориентировочная стоимость сенсора для 1000 шт. на год – от \$10 до \$100, что значительно меньше стоимости аналогов.

Технико-экономические показатели позволяют применить сенсоры для широкого спектра измерений газовой среды. Имеются три авторских свидетельства.

Преимущества

Анализ на основе патентного поиска показывает, что при совокупности существенных признаков технических решений сенсоры имеют ряд преимуществ над аналогами.

Стадия разработки

Изготовлены образцы сенсоров.

Проведены испытания образцов на измерительных стендах, а также на предприятиях потенциальных потребителей датчиков.

Предложения по сотрудничеству

Продажа лицензий.

Совместное предприятие.

Разработчик

Одесский национальный университет им. И.И.Мечникова.

УКР-14

Биогазовая разделительная установка

Назначение

Разделения биогаза на метан CH₄ и диоксид углерода CO₂.

Описание

Биогаз образуется в результате сбраживания органической составляющей отходов. Состав биогаза определяется составом утилизируемых отходов и содержит 40-60% CH_4 , 60-40% CO_2 , сероводород, азот, кислород и другие примеси, количество которых незначительно.

В технологию разделения заложен метод короткоциклового безнагревной адсорбции. Разделение основано на использовании различной концентрации компонентов биогаза при верхнем и нижнем уровнях давления в адсорбере, обусловленной различной сорбируемостью CH_4 и CO_2 . Осуществляя отбор газовой фазы с адсорбера при верхнем давлении, получаем газовую смесь, обогащенную менее сорбируемым компонентом – метаном, а при нижнем – более сорбируемым CO_2 . Адсорбция и десорбция происходят при комнатной температуре, что позволяет сделать цикл кратковременным (несколько минут).

Технические характеристики

- производительность по биогазу - 5 $\text{нм}^3/\text{час}$;
- примесь других компонентов в отделенном метане и углекислом газе ~ 4%;
- размеры, мм - 1700x1050x650;
- вес установки ~ 150 кг;
- производительность по метану 2,7 $\text{нм}^3/\text{час}$ при $P=0,4$ МПа;
- производительность по диоксиду углерода 1,8 $\text{нм}^3/\text{час}$ при $P=0,1$ МПа.

Преимущества

- получение двух товарных продуктов: метана и CO_2 ;
- имеется возможность совместного использования биогазовой разделительной установки двигатель-генератором, работающем на метане, что позволяет получать третий товарный продукт электроэнергию;
- уменьшение выбросов парниковых газов в атмосферу.

Стадия разработки

Внедрено в производство.

Предложения по сотрудничеству

Продажа технической документации, лицензий.

Разработчик

Национальный научный центр «Харьковский физико-технический институт».

Энергетика

УКР-15

Получение особо чистого водорода (99,9999% об.)

Назначение

Получение особо чистого водорода.

Область применения

Предприятия, где происходит утилизация (сжигание) больших количеств углеводородного сырья, например, котельные или другие устройства для утилизации углеводородов; предприятия химической, электронной промышленности. Детекторы газовых хроматографов. Углеводородные анализаторы.

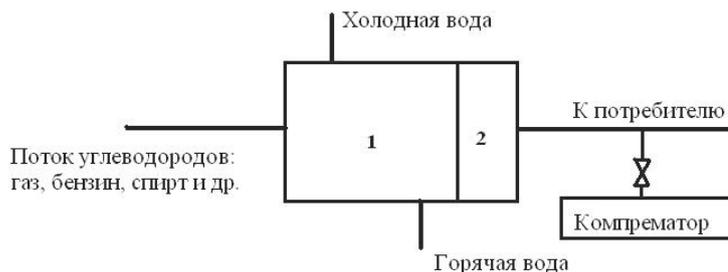


Рис. Схема получения особо чистого водорода при утилизации углеводородов:
1 - сжигание углеводородов, 2 - камера генератора особо чистого водорода.

Плазменные установки и плазмохимические реакторы. Другие аналитические приборы для научно-исследовательских и заводских лабораторий.

Описание

Технология позволяет получать особо чистый газообразный водород при сгорании горючих соединений, содержащих водород (например: природный газ, уголь, бензин, спирт и т.д.). На Рис. дана схема получения особо чистого водорода.

В объём утилизации (сгорания) 1 подается поток углеводородов, например, газа, спирта или бензина.

Основное количество теплоты сгорания идет на нагрев воды. Небольшая часть теплоты сгорания идет на попутный нагрев генератора водорода. Образующийся водород попадает в камеру 2, изолированную от объема сгорания.

Далее водород поступает потребителю, например, в вакуумную систему. При необходимости водород можно накапливать в специальном накопителе (компрессоре), изготовленном на основе интерметаллида.

Технические характеристики

- температура генератора водорода: 300-700°C;
- производительность генератора водорода (при 700°C): ~ 1 Нсм³(H₂)/с (3,6 л/час);
- чистота водорода более 99,9999 объемных %;
- производительность опытных установок 5-500 л/час.

Преимущества

- особо чистый водород – попутный продукт при сгорании углеводородов;
- он генерируется в ходе одного технологического процесса;
- низкий уровень энергозатрат при получении конечного продукта.

Стадия разработки

- опытно-лабораторная установка с производительностью 1 Нсм³(H₂)/с (3,6 л/час);
- техническое решение для создания опытных установок по производству особо чистого водорода с производительностью 5-500 л/час.

Предложения по сотрудничеству

Продажа технической документации, лицензий

Разработчик

Национальный научный центр «Харьковский физико-технический институт» «ТИДИС»

УКР-16

Системы автономного энергообеспечения

Назначение

Энергообеспечение удаленных от зданий и сооружений; автономное энергоснабжение отдаленных объектов, так и для объектов, на которых используется сетевая электроэнергия; обеспечение независимости или сокращение затрат на энергоносители.

Описание

Электрическая мощность систем энергообеспечения – от 0,2 до 20 кВт.

При разработке систем используется серийное оборудование и разработанные ветроустановки.

Системы автономного энергообеспечения состоят из:

- генерирующих мощностей (ветрогенератор, солнечные батареи, гидрогенераторы, бензиновые или дизельные генераторы);
- системы аккумулирования энергии (электрохимические аккумуляторы, электролизер для получения водорода);
- системы преобразования для получения необходимых электрических параметров.



Технические характеристики ветроэнергетического автономного модуля

- Номинальная мощность - 7 кВт
- Диаметр ротора ветроэнергетической установки - 8,8 м
- Емкость батареи - 380-760 А/ч
- Выходное напряжение инверторного блока - трехфазное, 220 В, 50 Гц
- Тип регулятора угловой скорости ротора ветроустановки - механический, центробежный.

Преимущества

- адаптированность к ветровым условиям Украины;
- наличие центробежного регулятора с антифлюгерным регулированием;
- использование генератора с постоянными магнитами на базе серийного электродвигателя;
- использование расширенного диапазона скорости ветра за счет импульсного блока зарядки;
- обеспечение плавного пуска трехфазных потребителей с активно-индуктивной нагрузкой.

Стадия разработки

Опробовано в режиме опытной эксплуатации

Предложения по сотрудничеству

Продажа технической документации.

Совместное доведение до промышленного уровня.

Разработчик

Институт возобновляемой энергетики НАН Украины.

УКР-17**Гидридные материалы для аккумуляции водорода****Назначение**

Интерметаллические соединения систем R-Mg-{Ni, Co} для аккумуляторов водорода высоких давлений.

Описание

Одно из важнейших проблем – компактное хранение водорода. Эффективным и безопасным способом (в отличие от использования сжатого водорода) является его химическое связывание в металлгидриды. В них можно накапливать большие объемы водорода и обратно выделять его при незначительных изменениях температуры и давления. В мире растет интерес к гидридам легких металлов, таких, как литий, алюминий, магний и различным соединениям и композициям на их основе. Особенно интересен гидрид магния, имеющий обратную емкость 7,6 масс.% и намного более дешевый, чем другие металлгидридные материалы.

Технико-экономический эффект

Водородная энергетика – одно из перспективных альтернативных направлений. Теплотворная способность водорода – 142 МДж/кг и по этому показателю он втрое эффективнее бензина. Единственным продуктом сжигания водорода является вода и поэтому водород – абсолютно «экологически толерантное» топливо.

Преимущества

- поглощение водорода в процессе механо-химического синтеза ускоряется за счет каталитических приложений;
- десорбция водорода из материала происходит при уменьшенных температурах (200°C);
- 1 кг композитного материала может содержать 690 л водорода, что эквивалентно 7,4 МДж энергии.

Стадия разработки

Опробовано в лабораторных условиях.

Предложения по сотрудничеству

Продажа технической документации, лицензий.

Разработчик

Физико-механический институт им. Г.В.Карпенко НАНУ.

65-е заседание Комитета Полномочных Представителей государств-членов МЦНТИ и международная конференция

Москва, Российская Федерация
6-7 ноября, 2014 г.



