

**ЭНЕРГЕТИКА ТЕПЛОТЕХНОЛОГИИ И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ**

УДК 620.92

Маляренко В.А., Капцов И.И., Жиганов И.Г.

**ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ  
В УКРАИНЕ***Харьковская национальная академия городского хозяйства*

Ежегодно для производства энергии используется 10 млрд. тонн топлива в угольном эквиваленте. Около 40 % этого количества приходится на нефть. Учитывая, что кроме нефти используются такие виды топлива, как уголь и природный газ, можно заключить, что более 90 % всей потребляемой энергии производится с использованием углеродосодержащего сырья. Общее мировое потребление первичной энергии во всех ее формах (включая такие виды топлива, как, например, биомасса), составляет приблизительно  $400 \cdot 10^{18}$  джоулей в год, что соответствует 9500 миллионам тонн нефтяного эквивалента (млн. тонн н.э.) [5].

Таблица 1 – Ежегодное мировое потребление первичных энергоносителей, 1992 год

Источник энергии	Потребление, $10^{+18}$ Дж	Потребление, млн тонн н.э.
Нефть	131	3128
Уголь	91	2164
Природный газ	75	1781
Биомасса	55	1310
Гидро	24	561
Атомная	22	532
<b>ВСЕГО</b>	<b>398</b>	<b>9476</b>

При таком масштабном использовании ископаемых источников энергии возникают две глобальные проблемы: экологическая, энергетическая.

Первая из них связана с большим выбросом парниковых газов, способных вызвать глобальное потепление (так называемый парниковый эффект), а также серосодержащих газов, которые являются причиной выпадения кислотных дождей. Вторая – с недостатком ресурсов в будущем.

К счастью, существуют способы сокращения эмиссии парниковых газов, уменьшения кислотных отложений, улучшения качества воздуха и решения социальных проблем, связанных с современными способами производства и потребления энергии. Смещение инвестирования с ископаемых видов топлива, таких как уголь и нефть, на возобновляемые источники энергии (ВИЭ) и энергоэффективность позволит более чистым, более устойчивым источникам энергии занять их законное место лидеров на рынке топливно-энергетических ресурсов (ТЭР).

Системы, построенные на использовании ВИЭ, используют ресурсы, которые постоянно воспроизводятся и являются менее загрязняющими. Из этого следует, что использование ВИЭ изначально не создает тех проблем, которые присущи органическим видам топлива. Все возобновляемые источники энергии – солнечная энергия, гид-

роэнергия, биомасса и энергия ветра существуют благодаря деятельности Солнца. Только геотермальная энергия, которая также считается возобновляемой, представляет собой тепло Земли.

Возобновляемая энергия – это внутренний ресурс любой страны, имеющий потенциал, достаточный для производства энергии, необходимой для полного или частичного ее обеспечения. На сегодняшний день основной причиной, которая тормозит развитие ВИЭ в мире является меньшая стоимость не возобновляемых источников энергии. Меньшая цена обусловлена неполным учетом всех затрат в себестоимости топлива. Скрытые затраты, например, социальные и экологические, риски, связанные с использованием ископаемых видов топлива – вот основные барьеры на пути к коммерциализации возобновляемых технологий.

Современные рынки игнорируют эти затраты. Тем не менее, проведенные исследования показывают их существенные размеры. Например, согласно исследованиям немецких ученых, затраты на производство электроэнергии ископаемых видов топлива, не включая затраты, связанные с решением проблемы глобального потепления, составляют 2,4-5,5 амер. цента/кВт·ч. В то же время стоимость электроэнергии, выработанной атомными электростанциями, – 6,1-3,1 амер. цента/кВт·ч [5].

Согласно другому исследованию, выбросы SO<sub>2</sub> при сжигании угля на электростанциях США ежегодно обходятся гражданам дополнительно в 82 миллиарда американских долларов - для возмещения ущерба, нанесенного здоровью людей. Сокращение сельскохозяйственных урожаев, вызванное загрязнением воздуха, обходится американским фермерам еще в 7,5 млрд. долларов в год. Фактически граждане США ежегодно оплачивают скрытые затраты, связанные с использованием энергии, в размере примерно 109-260 млрд. долларов. Подобные примеры могут быть приведены и для других стран.

Анализируя ситуацию в Украине можно прийти к выводу, что ей присущи обе рассмотренные выше проблемы, из которых вторая все же более существенна. Так как наша страна входит в число стран, зависящих от импорта ресурсов ископаемого топлива, над Украиной постоянно висит угроза резкого повышения стоимости импортированного топлива (главным образом, на нефть). Возможный дефицит в ТЭР может быть покрыт, в частности, за счет широкого привлечения потенциала ВИЭ. Так как по прогнозам украинских ученых существует тенденция увеличения доли ВИЭ в энергетическом балансе страны. Основным энергетическим источником, вносящим вклад в ТЭР не считая гидроэнергетики, может стать биомасса, к которой относят:

- ✓ остатки сельскохозяйственных растений;
- ✓ отходы животноводства (навоз);
- ✓ отходы лесоводства и лесопереработки.

Известны следующие основные способы получения энергии из биомассы:

- ❖ непосредственное сжигание;
- ❖ термохимический метод (газификация, пиролиз);
- ❖ биологический метод (анаэробное сбраживание).

Эти способы находят достаточно широкое применение во многих странах мира, даже в таких энергодостаточных как Дания, Швеция, Финляндия и др. Первые два способа применяются для переработки остатков сельскохозяйственных растений, отходов лесоводства и лесопереработки; третий – отходов животноводства.

Биомасса сегодня является четвертым по значению топливом в мире, давая ежегодно 1250 млн. т у. т. энергии и составляя около 15 % всех первичных энергоносителей (в развивающихся странах – до 38 %). По данным за 2001 г. в Украине биоэнерге-

тика также занимает одно из ведущих среди ВИЭ мест 17,79 % (табл. 2), являясь второй после гидроэнергетики.

Таблица 2 – Вклад различных ВИЭ в производство энергии в Украине (2001 г.)

Большая гидроэнергетика	78,8%	Ветроэнергетика	0,2%
<b>Биоэнергетика</b>	<b>17,79%</b>	Геотермальная энергетика	0,07%
Малая гидроэнергетика	3,1%	Солнечные тепловые коллекторы	0,04%
Всего 100%			

Проанализировав структуру потенциала биомассы в Украине (табл. 3) можно прийти к выводу, что энергетический потенциал навоза в нашей стране имеет один из высоких показателей, следовательно, анаэробное сбраживание станет в ближайшее время наиболее перспективным путем развития биоэнергетики. В результате процесса анаэробного сбраживания получают такие продукты, как биогаз и высококачественное удобрение. По своим энергетическим качествам биогаз не уступает природному газу (средняя низшая теплотворная способность биогаза 24 МДж/м<sup>3</sup>) и может участвовать в производстве электрической и тепловой энергии, как в когенерационных установках, так и в обычных котлах. Можно назвать четыре сектора народного хозяйства, которые обладают большим потенциалом внедрения биогазовых технологий. Это сельскохозяйственные и коммунальные предприятия, а также пищевой промышленности и свалки твердых бытовых отходов.

На сегодня лидером производства биогаза остается Европа. Ее вклад в развитие возобновляемых источников энергии (табл. 4) оценивается в 44,8 млн. т н. э., что составляет 60 % от выработки всей тепловой и электрической энергии от ВИЭ. В Европе размещено 44 % мирового количества установок анаэробного сбраживания, в Северной Америке 14 %. В 1994 г. в странах ЕС было зарегистрировано 397 больших биогазовых установок, среди которых есть и промышленные установки, и централизованные сельскохозяйственные биогазовые установки. По принципу происхождения отходов биогазовые установки можно разделить на несколько групп: агропромышленная группа (268 установок на предприятиях сахарной, спиртовой промышленности, предприятий по переработке картофеля), группа непищевой промышленности (60 биогазовых установок) и непромышленная группа (38 сельскохозяйственных биогазовых установок для переработки навоза) [1-6].

Из таблицы 3 и данных, энергетического потенциала биомассы за 2000 г. (10,3 т у. т.), взятых из [1] следует, что заметна тенденция к увеличению биомассы от древесных отходов (с 0,6 до 1,57 т у. т) и уменьшение биомассы навоза (с 2,34 до 1,6 т у. т). Такая тенденция снижения энергетического потенциала биомассы за счет навоза, обусловлена уменьшением крупных фермерских хозяйств. Но, несмотря на это, потенциал биомассы навоза остается все же одним из самых больших. Этот парадокс заключается в том, что во всех статистических данных в основном отображен учет поголовья крупного фермерского хозяйства, в то же время по данным статистики [2] в Украине наблюдается тенденция к увеличению поголовья скота в частном подворье, и сейчас оно вдвое превышает поголовье крупных ферм.

Таблица 3 – Энергетический потенциал биомассы в Украине (1997 г.)

Вид биомассы	Валовый сбор, млн т	Коэффициент отходов	Коэффициент доступности	Количество отходов, млн т	Qp <sup>n</sup> , МДж/кг	Количество БМ, находящейся на месте получения энергии		Энергетический потенциал БМ, пригодной для энергетики	
						%	млн т	ПДж	т у. т
Злаковые культуры	28,53	1,771	0,85	42,95	15,7	20	8,59	134,8	4,6
Кукуруза на зерно	5,34	1,2	0,7	4,49	13,7	50	2,24	30,72	1,05
Сахарная свекла	17,66	0,4	0,4	2,83	13,7	50	1,41	19,36	0,66
Подсолнечник	2,31	3,7	0,7	5,97	13,7	50	2,99	40,94	1,39
Древесина	5,94	0,55	0,9	2,94	15,0	40	1,18	17,65	0,60
Навоз (сухое вещество)	7,39	—	0,62	4,58	15,0	100	4,58	68,7	2,34
Итого	—	—	—	63,76	—	—	20,98	312,15	10,64

Таблица 4 – Выработка тепловой и электрической энергии из возобновляемых источников энергии в странах ЕС

Тип возобновляемых источников энергии	Производство энергии				Общие капитальные затраты в 1997-2010 гг., млрд \$	Снижение выбросов CO <sub>2</sub> до 2010 г., млн т/год
	1995 г.		2010 г.			
	млн т н. э.	%	млн т н. э.	%		
Ветроэнергетика	0,35	0,5	6,9	3,8	34,56	72
Гидроэнергетика	26,4	35,5	30,55	16,8	17,16	48
Фотоэлектрическая энергетика	0,002	0,003	0,26	0,1	10,8	3
<b>Биомасса</b>	<b>44,8</b>	<b>60,2</b>	<b>135</b>	<b>74,2</b>	<b>100,8</b>	<b>255</b>
Геотермальная энергетика	2,5	3,4	5,2	2,9	6	5
Солнечные тепловые коллекторы	0,26	0,4	4	2,2	28,8	19
ВСЕГО	74,3	100	182	100	198,12	40

Приведенные выше данные об энергетическом потенциале биомассы в Украине свидетельствуют о том, что ее рациональное использование может обеспечить не менее 10 % потребления энергоносителей.

Подобное развитие биоэнергетики может стать возможным лишь при условии наличия следующей базы:

- Технической (обеспечения разработки, изготовления и эксплуатации новых, более совершенных биоустановок);
- Экономической (предоставление беспроцентных ссуд, стимулов, выраженных в виде льготного налогообложения, выделения дотаций на строительство биоустановок, или потребления энергии, выработанной с помощью ВИЭ);

– Правовой (разработки соответствующей законодательной базы и четкой государственной политики в области нетрадиционных источников энергии и прежде всего энергии из биомассы).

Техническую базу Украины составляет ряд научно-исследовательских институтов, которые начинали разрабатывать установки еще в период существования СССР и продолжают свою деятельность и сейчас. Среди них УкрНИИагропроект (участвовал в разработке установки «Кобос»), Институт механизации животноводства (ИМЖ) (разработал установку КР-1-9), НТЦ «Биомасса» (курировал строительство и пуск в прошлом 2004 году крупной биогазовой установки в с. Еленовка Днепропетровской области общим объемом реакторов 1200 м<sup>3</sup>, а так же производил наладку и обучение персонала). Основной причиной неполного использования технического потенциала в Украине является практическое отсутствие выпуска установок. Проблемой стало применение гидросмыва в сельскохозяйственных фермах. При эксплуатации биогазовой установки в с. Еленовка несовершенство системы сбора биомассы повлекло за собой ее переувлажнение (до 98 %), что привело к уменьшению выхода биогаза.

Экономическая база в Украине пока еще не очень развита. Основа – Указ Президента Украины от 26 сентября 2003 года, а также создание «Программы государственной поддержки развития нетрадиционных и возобновляемых источников энергии малой гидро- и теплоэнергетики как составной части национальной энергетической программы Украины». В ней оговаривается выделение кредитов на строительство биогазовых установок с учетом покрытия потребности в энергии к 2010 году до 10 %. На данном этапе развития Украине необходимо перенять опыт экономического стимулирования ВИЭ у других стран. Успех стран Европы и США – мировых лидеров по развитию биоэнергетики во многом был достигнут с помощью сильной законодательной и экономической поддержки. В первую очередь отметим:

- Налог на выбросы CO<sub>2</sub> для ископаемых топлив.
- Налог на выбросы SO<sub>x</sub> для ископаемых топлив.
- Энергетический налог на ископаемые топлива.
- Субсидирование выработки электроэнергии из биомассы.
- Система «зеленых» сертификатов.

Правовая база Украины представлена Национальной программой, а также в виде следующих законодательных актов:

– Верховная Рада Украины утвердила Национальную энергетическую программу на период до 2010 г., которая предусматривает покрытие 10 % потребностей народного хозяйства в энергии за счет нетрадиционных и возобновляемых источников энергии.

– В 1997 г. Государственным комитетом Украины по энергосбережению и Национальной академией наук Украины была разработана «Программа государственной поддержки развития нетрадиционных и возобновляемых источников энергии и малой гидро- и теплоэнергетики как составной части национальной энергетической программы Украины»

– В 2000 г. был принят закон «об альтернативных видах жидкого и газообразного топлива» (№ 1391-XIV от 14.01.2000). Этот закон гарантирует государственную поддержку по использованию биогаза и генераторного газа, а также жидкого топлива из биомассы.

– В феврале 2003 года Верховный Совет Украины принял закон «Об альтернативных источниках энергии» (№ 555-IV, 20.02.2003), который был разработан Государственным комитетом Украины энергосбережения.

– В феврале 2004 года Верховный Совет Украины ратифицировал Киотский протокол об ограничении выбросов парниковых газов в атмосферу.

Важнейшие правовые акты по развитию биоэнергетики не были бы созданы без программы развития биоэнергетики. Для Украины весьма характерным примером является Дания, где развитие энергетики происходит в соответствии с государственными программами, последняя из которых была принята в 1996 г. В этой стране представлены практически все из перечисленных выше способов поддержки биоэнергетики.

Так как в каждой программе должна быть выработана стратегия, то для Украины первостепенной задачей является анализ и выбор наиболее подходящего для себя направления развития биоэнергетики. В мире сейчас существует два противоположных направления – восточный и европейский. Разница этих направлений заключается в выборе приоритетов: в европейском сценарии отдается предпочтение высокотехнологичному оборудованию и крупным биоэнергетическим комплексам, в восточном – большому количеству мелких биоустановок низкого технологического уровня.

В настоящее время лидером восточного направления развития является Китай, в котором уже работает более 7 млн. биогазовых установок объемом до 10 м<sup>3</sup> и около 50 тыс. с реактором большего объема.

Лидером европейского пути развития является Дания, где уже давно применяется высокотехнологичное оборудование по переработке таких видов биомассы, как солома (работают около 10 тыс. котлов на соломе), древесная щепа (25 мини-ТЭЦ на древесных гранулах). С 1999 г. действует 20 централизованных биогазовых установок, которые вырабатывают круглогодично около 50 млн. м<sup>3</sup> биогаза.

На сегодняшний день в сельском хозяйстве Украины существует тенденция к уменьшению числа крупных сельскохозяйственных ферм и увеличению количества поголовья скота на частных, в основном, мелких фермах. В связи с этим приоритетным направлением на ближайшее будущее останется строительство мелких биогазовых установок (с объемом метантенков меньше 80 м<sup>3</sup>), которые должны обладать высокой технологией. Уменьшение периода окупаемости таких установок может осуществляться путем продажи высокоэффективного удобрения в виде брикетов.

Для ускорения развития биоэнергетики следует создать информационно-аналитический центр, в который должны входить представители всех заинтересованных общественных организаций, министерства топлива и энергетики, экологии, аграрной политики. Центр выполнял бы следующие задачи:

- Сбор информации о состоянии дел в стране и за рубежом, ведение реестра предприятий занимающихся разработкой и эксплуатацией биоустановок;
- Разработка государственной политики и направлений развития биотехнологий;
- Разработка предложений по совершенствованию законодательной базы в соответствии с принятой программой развития;
- Разработка единого метода анализа потенциала биомассы;
- Создание фонда, осуществляющего финансовую поддержку предприятий, производящих и использующих биоэнергетические установки.

Создание подобного центра, кроме решения вышеперечисленных задач, позволит привлекать большое количество иностранных инвесторов, так как они будут видеть государственные гарантии возвращения их средств.

Главным направлением работы центра должна стать разработка государственной политики и основных направлений развития биотехнологий, всестороннее освещение проблемы экологической и энергетической безопасности страны. Этому могут способ-

ствовать семинары, телевизионные передачи, посвященные проблемам применения биотехнологий.

### Литература

1. Маляренко В.А., Лисак Л.В. Энергетика, довілля, енергозбереження. // Під заг. ред. проф. В.А. Маляренка, Х.: Рубікон, 2004. – 368 с.
2. Гелетуха Г.Г., Копейкин К.А., Матвеев Ю.Б. Состояние и перспективы энергетического использования биогаза в Украине. // Сборник тезисов Первой в Украине конференции «Энергия из биомассы». – Киев, 2002.
3. Гелетуха Г.Г., Железная Т.А. Поддержка и регулирование развития биоэнергетики в Европейских странах и США // Сборник тезисов Первой в Украине конференции «Энергия из биомассы». – Киев, 2002.
4. Капустенко П.А., Кузин А.К., Макаровский Е.Л., ТОВАЖНЯНСКИЙ Л.Л. и др. Альтернативная энергетика и энергосбережение: современное состояние и перспективы. // Учеб. пособие. Харьков: Вокруг цвета, 2004. – 312 с.
5. [www.rea.org.ua](http://www.rea.org.ua)
6. Щербина О.М. Енергія для всіх. // Практичний посібник. Ужгород: Закарпаття, 1995, 51 с.
7. Железна Т.А., Гелетуха Г.Г., Біоенергетика в Україні // Зелена енергетика, № 4, 2004 – 11-13 с.

УДК 620.92

Маляренко В.А., Капцов І.І., Жиганов І.Г.

### **ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ БІОЕНЕРГЕТИЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В УКРАЇНІ**

Проводиться аналіз потенціалу та споживання біомаси у світі та Україні. Виявляються причини, які гальмують розвиток біоенергетики. Визначаються основні шляхи розвитку біоенергетики України.