

Пантелеева И.В.

Украинская инженерно-педагогическая академия

СОСТОЯНИЕ РАЗВИТИЯ ЭНЕРГЕТИКИ НА ОСНОВЕ БИОТЕХНОЛОГИЙ

В статье рассматриваются основные аспекты развития современной энергетики, в частности – использование нетрадиционных видов топлива. Эти виды не нашли широкого применения в энергетике, хотя имеют достаточно высокую теплотворную способность. К таким видам топлива относится биологическое топливо. Проанализированы пути дальнейшего развития биоэнергетики, проблемы и риски, связанные с ее интенсивным внедрением. Рассмотрены виды биотоплива и технологии получения биомассы.

Ключевые слова: энергетика, биотопливо, биомасса, источник энергии, электростанция, биогазификация, риски биоэнергетики, электроэнергия.

Постановка проблемы и анализ последних исследований и публикаций. Во всем мире и в Украине, в частности, все чаще и острее возникает вопрос нехватки энергоресурсов, их дороговизны, а также загрязнения окружающей среды вредными отходами производства электроэнергии на тепловых электростанциях. Значимость информации о новых разведанных ресурсах традиционных источников энергии возрастает как с экономической, так и со стратегической точки зрения. К традиционным источникам энергоресурсов относятся: нефть, газ, уголь, торф, уран. У экологов серьезные опасения за состояние нашей планеты вызывает повсеместное использование этих видов топлива, существует риск того, что следующие поколения столкнутся со сложнейшими задачами по восстановлению нормальной экологической обстановки на Земле.

В сложившихся обстоятельствах на первое место выходит способ получения энергии с помощью нетрадиционных и возобновляемых источников энергии. Некоторые виды топлива, ныне относящиеся к нетрадиционным источникам энергии, известны достаточно давно, но в силу различных причин не используются. В связи с бурным развитием технологий одним из существующих преимуществ таких нетрадиционных источников энергии является тенденция снижения их цены, а недавнее повышение мировых цен на нефть и природный газ привело к очередному всплеску интереса к развитию технологий с применением, в частности, биологического топлива [1, с. 20].

Стратегия развития энергокомплексов многих стран мира связана с использованием нетрадици-

онных и возобновляемых источников энергии, что является реальным путем для успешного решения проблемы энергоснабжения и сохранения окружающей среды [2, с. 223].

В настоящее время биомасса является одним из крупнейших мировых источников возобновляемой энергии и имеет значительный потенциал для расширения производства тепла, электроэнергии и топлива для транспорта. Однако сегодня доля возобновляемых источников энергии (далее – ВИЭ) в мировом энергетическом балансе невелика – порядка 14%, а вклад биомассы – около 1,8%. Но, как показывает практика, даже незначительные колебания в предложении на рынках энергетических ресурсов вызывают сильные изменения цен. Это говорит о том, что роль альтернативной энергетики в укреплении стабильности на рынках энергетических ресурсов в перспективе будет только расти.

По прогнозам специалистов [3, с. 34], доля возобновляемых источников энергии к 2040 г. достигнет 47,7%, а вклад биомассы – 23,8%.

Биотопливо – продукт переработки биомассы, один из видов биотоплива – компост, причем в компостных контейнерах при переработке выделяется тепловая энергия, которую можно употреблять для технических нужд.

Все виды биотоплива можно классифицировать следующим образом [4, с. 53]:

- первичное древесное топливо (дрова, лесосечные отходы, щепа, энергетический лес);
- вторичное древесное топливо (дрова, опилки, стружка, гранулы, пеллеты, брикеты, древесный уголь);

– утилизованное древесное топливо (отработанные щелоки целлюлозного производства, бумажное и картонное вторсырье):

– утилизованное топливо из промышленных и бытовых отходов (биогаз из различной биомассы, в том числе от анаэробной очистки бытовых и промышленных стоков);

– жидкие виды биотоплива (биоэтанол, дизельное растительное топливо и т. д.):

– недревесные биомассы (солома, отходы растениеводства и т. д.).

Ресурсы биомассы в различных видах есть практически во всех регионах мира, и почти в каждом из них может быть налажена ее переработка в энергию и топливо. На современном уровне за счет только биомассы можно получить 6–10 % от общего количества энергетических потребностей стран.

Постановка задания. Цель статьи – анализ направлений получения и использования биотоплива в мировой энергетике, развития биоэнергетики в мире, разработка мероприятий по развитию устойчивой биоэнергетики Украины.

Изложение основного материала исследования. Что касается биомассы, то известны различные способы ее преобразования в энергию:

– получение растительных углеводов (предельные и непредельные углеводороды, растительные масла, высокомолекулярные жирные кислоты);

– прямое сжигание биомассы, газификация, пиролиз, флест-пиролиз, сжижение;

– биотехнологическая конверсия биомассы в топливо (при влажности более 75%); низкоатомные спирты, жирные кислоты, биогаз.

В последние десятилетия появились и сравнительно новые виды биотоплива:

– пеллеты;

– получаемый из твердых бытовых отходов (далее – ТВО) биогаз;

– продукты жизнедеятельности микроорганизмов.

В последнее время новый вид биотоплива в Европе стал очень популярен. Дело в том, что эти гранулы называют «улучшенным» топливом, так как теплотворная способность одной тонны пеллет сопоставима с теплотворностью тонны угля, а 2 тонны гранул соответствуют одной тонне нефти или кубометру газа. Еще одним несомненным плюсом пеллет является то, что они не самовозгораются, так как в их структуре малое межпоровое пространство (например, в угле больше). Теплотворная способность пеллет меньше, чем каменного угля, нефти, природного газа. Однако их сжигание не оказывает такого негативного влияния на

окружающую среду, как сжигание традиционных видов топлива.

В настоящее время отходы лесного хозяйства, сельского хозяйства и жилищно-коммунального комплекса являются основным сырьем для генерации электрической и тепловой энергии из биомассы. Кроме того, незначительная доля сельскохозяйственных культур – сахарные, зерновые, растительное масло – используется в качестве сырья для производства жидкого биотоплива. Сегодня объем энергии потребляемой биомассы составляет около 50 ЭДж во всем мире и составляет около 10–15% мирового годового потребления первичной энергии. Это главным образом традиционная биомасса для приготовления пищи и отопления. Однако существует значительный потенциал для расширения использования биомассы за счет большого объема неиспользованных остатков и отходов. Использование обычных растительных культур для генерации энергии также может быть увеличено при наличии свободных площадей и правильном учете спроса на продовольствие. В среднесрочной перспективе лигноцеллюлозные культуры (как травянистые, так и древесные) могут быть получены на маргинальных, деградированных и излишках сельскохозяйственных земель и потенциально способны обеспечить большую биомассу.

В долгосрочной перспективе водная биомасса (водоросли) также может внести значительный вклад.

Исходя из широкого спектра сырья, технический потенциал биомассы оценивается более чем 1 500 ЭДж/год к 2050 г., хотя существующие тенденции получения биомассы указывают, что ежегодный потенциал составляет 200–500 ЭДж/год (за исключением водной биомассы).

Отходы лесного и сельского хозяйства и другие органические отходы (в том числе твердые бытовые отходы (далее – ТБО)) могут обеспечить от 50 до 150 ЭДж/год, в то время как оставшаяся часть биоэнергии может быть сгенерирована в результате использования энергетических культур, избытков роста лесов и увеличения продуктивности сельского хозяйства. Различные пути развития низкоуглеродистой энергетики показывают, что будущий спрос на биоэнергию может составить до 1 000 ЭДж/год. Можно предположить, что биомасса может составить от 1/4 до 1/3 в будущем мировом энергетическом балансе. Безусловно, в действительности многое будет зависеть от ценовой конкурентоспособности биоэнергии и будущих глобальных решений, таких, как целевые показатели выбросов парниковых газов [5, с. 56].

Рост использования ресурсов биомассы в среднесрочном периоде до 2030 г. будет зависеть от ряда факторов. Строгие цели в возобновляемой энергии, установленные на региональном и национальном уровне (например, Европейская директива по возобновляемой энергии), вероятно, приведут к значительному увеличению спроса. Это требование может быть выполнено за счет увеличения использования остатков и отходов сахара, крахмала и масличных культур, а также больше за счет лигноцеллюлозных культур. Вклад в энергетику сельскохозяйственных культур зависит от их выбора и скорости их роста, которые обусловлены производительностью труда в сельском хозяйстве, экологическими ограничениями, наличием воды и материально-технических возможностей. При благоприятных условиях существенный рост может быть достигнут в течение ближайших 20 лет. Но оценки потенциального роста производства различны. Например, потенциал биомассы из отходов и энергетических культур в Европейском Союзе (далее – ЕС) до 2030 г. оценивается в пределах от 4,4 до 24 ЭДж.

Долгосрочный потенциал выращивания энергетических культур во многом обусловлен следующим:

- наличием свободной земли, связанным с развитием продовольственного сектора (рост спроса на продовольствие и увеличение урожайности сельскохозяйственных культур), и такими факторами, ограничивающими доступ к земле, как вода и охрана природы;

- выбором энергетических культур, которые определяют выход биомассы и могут быть получены на свободной земле;

- другими факторами, влияющими на потенциал биомассы, включая влияние биотехнологий, таких, как генетически модифицированные организмы, наличием воды и последствиями изменения климата.

Использование биомассы зависит от нескольких факторов:

- затрат на производство биомассы – 4 доллара Соединенных Штатов Америки (далее – США) на получение 1 ГДж часто рассматривается как верхний предел, когда биоэнергетика может быть широко развита сегодня во всех секторах;

- логистики – как и все сельскохозяйственное сырье, энергетические культуры и отходы требуют соответствующей цепочки поставок и инфраструктуры;

- ресурсов и охраны окружающей среды – производство сырья для биомассы может иметь как положительное, так и отрицательное воздействие на окру-

жающую среду (наличие и качество воды, качество почвы и биоразнообразие). Необходимо учитывать законы, которые могут ограничивать или стимулировать существующие практики (например, экологические законы, стандарты устойчивости и т. д.).

Для использования биоэнергетического потенциала в долгосрочной перспективе усилия должны быть направлены на повышение уровня выхода биомассы и модернизацию сельского хозяйства, прямое увеличение глобального производства продуктов питания, а значит, и ресурсов для биомассы. Это может быть достигнуто путем развития технологий, а также распространения устойчивого ведения сельского хозяйства. Также необходимо поощрять и способствовать развитию устойчивого использования остатков и отходов для производства биоэнергии, представляющей ограниченные или нулевые экологические риски.

Существует много путей преобразования исходной биомассы в конечный продукт в виде энергии. Несколько технологий были разработаны и адаптированы, исходя из различной физической природы и химического состава исходного сырья и вида энергии (тепло, энергетика, топливо для транспорта). Модернизация технологий для биомассы (например, таблетирование, торрефикация и пиролиз) в настоящее время разрабатывается для преобразования громоздкой сырой биомассы в более плотные и практичные носители энергии для эффективной транспортировки, хранения и удобного использования в последующих процессах преобразования. Производство тепла за счет прямого сжигания биомассы является ведущим использованием биоэнергии во всем мире и часто становится экономической альтернативой ископаемому топливу.

Технологии варьируются от элементарных до сложных печей. Для более эффективного использования энергии из биомассы современные крупномасштабные тепловые решения часто сочетаются с производством тепла и электрической энергии (когенерации). Совместное сжигание угля и биомассы в тепловых электростанциях является наиболее экономичным использованием биомассы для производства энергии.

В транспортном секторе первое поколение биотоплива широко используется в ряде стран – в основном биоэтанол из крахмала и сахарных культур и биодизель из масличных культур, остаточных масел и жиров. Затраты на производство биотоплива значительно различаются в зависимости от используемого сырья (и нестабильных цен на него) и масштабов завода. Потенциал для дальнейшего развертывания этих технологий первого поколения

достаточно высокий при условии устойчивых критериев землепользования. Однако первое поколение биотоплива сталкивается как с социальными, так и с экологическими проблемами, в основном потому, что для производства используются продовольственные культуры, что может привести к росту цен на продовольствие и, возможно, косвенным образом изменить структуру землепользования.

Второе поколение технологий в основном использует лигноцеллюлозное сырье для производства этанола, синтетического дизельного и авиационного топлива. Однако данные технологии еще незрелые и необходимо их дальнейшее развитие и инвестиции, чтобы продемонстрировать надежную работу в коммерческом масштабе и снизить стоимость за счет масштабирования и репликации. При этом текущий уровень деятельности в области показывает, что указанные технологии, скорее всего, станут коммерческими в течение следующего десятилетия.

Третье поколение биотоплива – масла, получаемые из водорослей, находится на стадии научных исследований и требует значительных усилий, прежде чем оно сможет стать конкурентоспособным на энергетическом рынке.

Главными преимуществами биогаза является его возобновляемость, наличие местных источников сырья для получения топлива, снижение парникового эффекта и экологического ущерба от систем сбора органических отходов, обеспечение экологически замкнутой энергетической системы. Биогаз – универсальное топливо, являющееся продуктом метанового брожения жидких органических отходов (канализационных стоков, навоза). Метановое брожение является комплексным процессом, который позволяет утилизировать отходы канализации и сельскохозяйственного производства, превратив их в удобрения, и является источником получения горючего газа на основе метана.

В США в настоящее время годовой объем выработки биогаза составляет 500 млн. м³. Значительная часть его поступает на электростанции. Суммарная электрическая мощность установок, работающих на биогазе, составляет около 200 МВт. Кроме того, в США широко распространены установки для использования отходов небольших скотоводческих ферм с поголовьем крупного рогатого скота до 150 голов. Принятый Конгрессом США акт «Об использовании биомассы» по существу сформулировал государственную программу, по которой было выделено 500 млн. долларов на первый год для университетов и лабораторий, которые займутся разработкой технологий. Цель программы – разработать

дешевую технологию, а через 25 лет перевести 25% химической промышленности страны на растительное сырье – на кукурузу, только в данном случае на переработку пойдут стебли и другой мусор, который раньше сжигали.

В ноябре 2007 г. в Великобритании было создано Агентство по возобновляемому топливу (англ. Renewable Fuels Agency), обязанное контролировать введение требований к использованию возобновляемого топлива. В Великобритании добывается в год около 200 млн. м³ биогаза. Суммарная мощность Биоэлектростанций Великобритании составляет около 80 МВт. Во Франции добывается в год около 40 млн. м³ биогаза. На одной из свалок вблизи Парижа была построена биотепловая электростанция, использующая биогаз, эмиссия которого составляет 1,5 тыс. м³ в сутки.

Ведущее место по производству биогаза занимает Китай. С середины 70-х гг. в этой стране ежегодно строилось около миллиона метантенков. В настоящее время их количество превышает 20 млн. Китайская Народная Республика обеспечивает 30% национальных потребностей в энергии за счет биогаза. В настоящее время в Китае эксплуатируется более 5 млн. семейных биогазовых реакторов (ферментеров), ежегодно производящих около 1,3 млрд. м³ биогаза, что обеспечивает газом для бытовых нужд свыше 35 млн. человек. Также имеются 600 больших и средних биогазовых станций, которые используют органические отходы животноводства и птицеводства, винных заводов с общим объемом 220 тыс. м³. Действуют 24 тыс. биогазовых очистительных реакторов для обработки отходов городов, работают около 190 биогазовых электростанций с ежегодным производством 3 109 Вт•ч. Биогазовая продукция в Китае оценивается в 33 ПДж.

Второе место в мире по производству биогаза занимает Индия, в которой еще в 30-е гг. была принята первая в мире программа по развитию биогазовой технологии. На конец 2000 г. в сельских районах Индии было построено свыше 1 млн. метантенков, что позволило улучшить энергообеспеченность ряда деревень, их санитарно-гигиеническое состояние, замедлить вырубку окрестных лесов и улучшить почвы. Сегодня ежедневное производство биогаза в Индии составляет 2,5–5 млн. м³. В Индии, как и в Китае, основной упор сделан на семейные и общинные биогазовые установки – в 1993 г. их было около 2 млн. Ежегодно в Индии вводится в эксплуатацию 5,6 тыс. таких установок, дающих от 2 до 400 м³ биогаза в день. Основные положения национальной программы Индии по развитию биогазовых технологий включают в себя пункты о снаб-

жении чистой энергией для отопления и приготовления пищи, получении органических удобрений, повышении эффективности сельскохозяйственного производства и многое другое.

Большое количество биогаза производится также и при переработке твердых бытовых отходов городов: в США – 9 ПДж, в Германии – 14 ПДж, в Японии – 6 ПДж, в Швеции – 5 ПДж.

Стремление к устойчивой энергетической системе может потребовать использования больше биоэнергетики, чем намечено в рамках бизнес-проектов. Необходимо четко оценивать все риски, которые влечет биоэнергетика:

1. Поставки сырья. Этот риск связан непосредственно с использованием биологических процессов (погодные и сезонные колебания), которые могут привести к значительным изменениям поставок сырья в терминах количества, качества и цены. Стратегии по уменьшению риска уже широко используются пищевой промышленностью и энергетическими рынками и включают, например, создание буферных запасов.

2. Экономия на масштабе и логистике. Многие коммерческие предприятия, имеющие технологии, страдают от плохой экономики из-за малого масштаба производства и наоборот, большие объемы требуют улучшения и более сложной логистики поставок сырья. В связи с этим необходимо прилагать усилия для разработки технологий в соответствующих масштабах и с соответствующей логистикой поставок для удовлетворения различных требований [6, с. 141, 143].

3. Конкуренция. Биоэнергетические технологии конкурируют с другими возобновляемыми и невозобновляемыми источниками энергии, они могут конкурировать за сырье в других секторах, таких, как продукты питания, химические вещества и материалы. Кроме того, разработка технологий производства второго поколения биотоплива может привести к конкуренции за биомассу, возможно, с другими секторами промышленности. Поэтому необходима государственная поддержка, которая должна быть направлена на развитие экономических путей развития биоэнергетики и на производство большего количества биомассы из устойчивых источников.

4. Участие общественности. Это основной фактор риска, связанного с альтернативными источниками энергии и биоэнергетики в частности. Общественность должна быть информирована и уверена в том, что биоэнергетика является экологически и социально полезной и не приведет к значительным негативным экологическим и социальным явлениям.

Украина находится на этапе перехода к устойчивому социально-экономическому развитию. В то же время экономика страны характеризуется высоким потреблением энергии. Высокая энергоемкость экономики приводит к нерациональному использованию топливно-энергетических ресурсов, снижает конкурентоспособность и приводит к существенному загрязнению окружающей среды.

Вместе с тем Украина обладает значительным биоэнергетическим ресурсом. Помимо отходов сельского хозяйства (энергетический потенциал 3,9 ПДж), следует обратить внимание на проблему твердых бытовых отходов, которая становится одной из самых острых хозяйственных и природоохранных проблем. Удельные показатели образования отходов, по данным департамента экологии Министерства охраны окружающей среды, в больших городах достигают в среднем 0,5 кг в день с 1 чел. и имеют тенденции к росту.

У Украины хорошие шансы на развертывание биоэнергетики и получение соответствующих выгод. Биоэнергетика во всем мире уже вносит существенный вклад в решение этих проблем и способна на большее, благодаря существующим и новым технологиям. Кроме того, биоэнергетика может способствовать решению других экологических и социальных задач, например, обработки отходов и развития сельских районов.

Следует, однако, помнить, что помимо того, что биоэнергетика может привести к многочисленным внешним выгодам, ее развертывание влечет за собой и риски. Разработка и внедрение стратегии должны быть основаны на тщательном рассмотрении сильных и слабых сторон, а также возможностей и угроз, которые ее характеризуют.

Предполагаем, что дальнейшее развертывание биоэнергетики и, в частности, биотоплива для транспорта в краткосрочной перспективе должно осуществляться путем:

- особого внимания к вопросам устойчивого развития технологий, непосредственно связанных с биомассой в производстве энергии, и предотвращения или смягчения негативного воздействия через разработку и внедрение устойчивых схем:

- стимулирования использования биотоплива в связи с потенциальной выгодой в контексте парниковых газов:

- учета потенциального воздействия спроса на биомассу для генерации энергии на товарных рынках и косвенного изменения землепользования.

Разработка новых и улучшение существующих технологий конверсии биомассы будут иметь большое значение для широкого развертывания и долгосрочного успеха в нашей стране.

Государственные и частные финансовые проекты должны быть направлены на следующие исследования и разработки [7, с. 103]:

– для производства жидкого биотоплива – передовые технологии, которые позволяют эффективнее использовать сырьевую базу с учетом непродовольственных культур, с меньшим количеством экологических и социальных рисков и более низким выходом парниковых газов;

– для производства тепла и электроэнергии – более эффективной передовой технологии, с улучшением рентабельности использования в малых хозяйствах, чтобы обеспечить рациональное использование биомассы;

– для производства новой биомассы – модернизация технологий и многопрофильных биореакторов, которые могли бы способствовать развитию общей экономической конкурентоспособности биоэнергии.

Наличие остатков и отходов будет ограничивать развитие биоэнергии в долгосрочной перспективе, поэтому необходима стратегия, которая должна быть направлена на стимулирование производительности труда в сельском и лесном хозяйствах, а также

касающаяся государственных и частных решений, направленных на разработку новых энергетических культур, таких, как многолетние лигноцеллюлозные культуры, и других видов биомассы (водорослей), необходимой для устойчивого роста биоэнергетической промышленности.

Выводы.

1. В работе проанализированы пути получения и использования биотоплива в мире.

2. Дальнейшее развитие биоэнергетики в Украине и мире может обеспечить:

– еще больший вклад в глобальную традиционную энергетику:

– значительное сокращение выбросов парниковых газов и, возможно, получение других экологических выгод;

– усиление энергетической безопасности и торгового баланса, заменяя импорт ископаемых видов топлива внутренней биомассой;

– возможности для экономического и социального развития сельской местности;

– возможности использования отходов, их сокращение, решение проблем утилизации и повышения эффективности использования ресурсов.

Список литературы:

1. Панцхава Е. Биоэнергетика – самостоятельная часть современной энергетики. Биоэнергетика. 2007. № 1. С. 17–25.
2. Пантелеева И., Козюпа С. Анализ путей развития биоэнергетики. Системы обробки інформації. ХУПС. 2010. № 1 (82). С. 223–225.
3. Коробко Б., Жовнір М. Концепція та основні завдання галузевої програми впровадження нових та поновлених джерел енергії. Энергетика и электрификация. 1999. № 7. С. 33–41.
4. Лотош В. Переработка отходов природопользования. Екатеринбург, 2002. 463 с.
5. Гютт А. Мини-дрова на экспорт и не только. Биоэнергетика. 2007. № 1. С. 55–57.
6. Шматько Н. Організація планування структурних змін у процесі розвитку промислового підприємства. Управління розвитком: зб. наук. робіт. ХНЕУ. 2016. № 4 (186). С. 138–143.
7. Пантелеева І., Шматько Н. Сучасний стан економічного розвитку мікроГЕС у світі. Вісник НТУ «ХПІ». 2016. № 47 (1219). С. 101–104.

СТАН РОЗВИТКУ ЕНЕРГЕТИКИ НА ОСНОВІ БІОТЕХНОЛОГІЙ

У статті розглядаються основні аспекти розвитку сучасної енергетики, зокрема – використання нетрадиційних видів палива. Ці види не знайшли широкого використання в енергетиці, хоча мають досить високу теплотворну здатність. До таких видів палива належить біологічне паливо. Проаналізовані шляхи подальшого розвитку біоенергетики, проблеми і ризики, пов'язані з її інтенсивним впровадженням. Розглянуті види біопалива і технології здобуття біомаси.

Ключові слова: енергетика, біопаливо, біомаса, джерело енергії, електростанція, біогазифікація, ризики біоенергетики, електроенергія.

DEVELOPMENT OF ENERGY STATUS ON THE BASIS OF BIOGEOTECHNOLOGIES

The basic aspects of development of modern energy are examined in the article, in particular is the use of untraditional types of fuel. These kinds did not find a wide use in energy, although have a high enough heating value. A biological fuel behaves to such types of fuel. The ways of further development of bioenergetics, problems and risks, related to its intensive introduction, are analysed. The types of biopropellant and technology of receipt of biomass are considered.

Key words: energy, biopropellant, biomass, energy source, power-station, biogasification, risks of bioenergetics, electric power.