

УДК 551.588.7

Высоцкий С.П., д.т.н., Чернюк А.А., бакалавр**АДИ ГВУЗ «ДонНТУ», г. Горловка****ПРИМЕНЕНИЕ БИОМАССЫ КАК АЛЬТЕРНАТИВНОГО ИСТОЧНИКА ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ**

Приведен анализ использования биологических ресурсов в зарубежных странах и в Украине. Указан энергетический потенциал и область применения биомассы в Украине. Показано, что торговля квотами на выбросы CO_2 является действенным источником финансирования для внедрения технологий, основанных на применении возобновляемых источников энергии.

Существующее положение

Биомасса представляет собой альтернативный вид топлива (по отношению к ископаемому). На территории Центральной и Восточной Европы пока еще имеются лесные ресурсы, и существует развитое сельскохозяйственное производство, как продуктов питания, так и других продуктов, используемых в производственных целях. Неопределенность в будущем использования земли для производства продуктов питания и выращивания леса, а также в отношении прогнозов изменения климата делают проекты использования биомассы менее конкурентными в отношении финансирования по сравнению с другими возобновляемыми источниками энергии. Торговля квотами на выбросы CO_2 наряду с другими парниковыми газами позволяет кредитовать “чистые” энергетические проекты и в настоящее время дает возможность преодолеть риски внедрения проектов использования биомассы как альтернативного топлива. После вступления в силу Киотского протокола в 2005 году в различных странах начали внедряться многочисленные проекты применения биомассы.

Торговля квотами на выбросы парниковых газов является существенным источником финансирования для внедрения технологий, обеспечивающих снижение указанных выбросов. Финансирование за счет использования квот на выбросы обеспечивает улучшение экономической конкурентоспособности проектов использования биомассы.

По оценке мирового банка финансирование проектов по снижению выбросов CO_2 увеличивает скорость возврата капиталовложений (коэффициент окупаемости) за счет использования остатков переработки леса и зерновых культур на 3–7 % по сравнению с 0,8–2,6 % для гидроэлектростанций и геотермальных установок. Торговля квотами на выбросы CO_2 по внедрению технологий использования биомассы может обеспечить от 10 до 20 % необходимых капиталовложений [1]. Эти подходы широко внедряются в странах Европейского союза. К 2010 году страны — члены Евросоюза планируют увеличение использования возобновляемых источников энергии на 12 % с 5,75 % ресурсов, полученных из биомасс. У новых ассоциированных членов ЕС предполагается также внедрение новых стандартов. Открывается также возможность к реализации новых механизмов финансирования проектов по использованию биомассы для новых участников Европейского союза, включая различные схемы поддержки по внедрению возобновляемых энергетических источников и уменьшения налогов на выбросы CO_2 . При этом покупатели кредитов по выбросам CO_2 предпочитают в основном проекты, по которым величина выбросов сокращается более чем на 50 тысяч тонн.

Цель исследований

Решение задач сокращения выбросов парниковых газов в Украине и определение перспективных методов реализации технологий.

Методы решения применяемых технологий, сокращающих выбросы CO₂ в мировой практике

Учитывая высокую стоимость углеводородных топлив, энергетические культуры и лесные насаждения, используемые для выработки энергии, становятся более привлекательными как источники топлива. В дополнение к этому международные кредиторы, например, международная финансовая корпорация (МФК) обеспечивает финансовую помощь по осуществлению таких проектов. Предполагается внедрение всего диапазона применяемых технологий биомасс: древесной, сельскохозяйственной, твердых отходов, газа, полученного из свалок и сырья, используемого для выработки спирта. Однако, согласно данным Европейского банка Реконструкции и Развития (ЕБРР) работа по применению биомассы находится еще в начальной стадии. Специалисты ЕБРР обсуждают с потенциальными разработчиками использование различных типов отходов древесины. Биомасса является новым продуктом в энергетическом секторе. При ее использовании для малых котлов с мощностью до 10 МВт доставка биомассы является экономичной при расстояниях радиусом до 50 км. Большие когенерирующие установки могут быть потребителем биомассы, поступающей с радиусом доставки до 160 км [2]. Расстояние поставки биотоплива влияет на стоимость древесины как исходного материала для технологий генерации тепла и энергии. Следует отметить, что не все виды биомассы являются пригодными с точки зрения долговременного их использования.

Согласно Киотскому протоколу создалась возможность получения инвестиций за счет продаж и кредитов на выбросы CO₂. ЕБРР содействует также в получении квотных кредитов на выполнение проектов по ограничению выбросов CO₂. Хотя в настоящее время в большинстве Европейских проектов не включено сокращение эмиссии CO₂, ЕБРР рассматривает возможность изменения этой перспективы в дальнейшем. Торговля квотами по эмиссии CO₂ постепенно нарастает и рынок квот в Евросоюзе развивается. Необходимо применение различных подходов, приспособлений к существующим локальным условиям использования энергии в тепловых сетях Центральной и Восточной Европы.

Существует мнение, что до тех пор, пока координирование политики между энергопроизводителями и аграриями не будет осуществлено, рынок квот по снижению биомассы не будет развиваться в больших масштабах [3]. В Европейском Союзе должны быть приняты необходимые обязательства и правила для создания необходимых связей между сельскохозяйственными и энергетическими производителями. Фермеры смогут принять программу выращивания энергетических культур в том случае, если они будут уверены, что местные теплофикационные установки будут покупать их топливо. В свою очередь, теплофикационный сектор будет направлять инвестиции в создание котлов для сжигания энергетических культур, если эти культуры будут иметься в наличии. Как только такая политика будет внедрена, начнется поступление инвестиций. По оценкам квоты на выбросы CO₂ могут составлять до полумиллиарда долларов. Указанные квоты могут сыграть положительную роль в решении экологических проблем. Многие крупные производители ищут возможности прямого приобретения кредитов на эмиссию CO₂.

Рассматриваются также технологии по очистке газов от двуокиси углерода и его аккумуляции. Однако, указанные технологии не вышли за пределы лабораторных и полупромышленных исследований.

В России после ратификации Киотского протокола количество фондов по кредитам на сокращение выбросов CO₂ за 20 лет выросло больше, чем на половину.

В настоящее время во многих проектах, реализуемых в России, предусмотрена замена котлов, сжигающих уголь, на котлы, приспособленные к сжиганию остатков отходов древесины. Предпочтительным является комбинированное производство тепла и энергии, которое является более эффективным способом использования древесного топлива.

Существует ряд проектов, которые находятся в процессе внедрения замены топочных устройств. В начале прошлого года подписано соглашение с Ассоциацией Деревообработки

вающей Промышленности северо-запада России, которое финансируется по Киотскому протоколу. В мае 2005 года по этому соглашению осуществилось финансирование 5 проектов по использованию биомассы, 3 из которых направлены на теплофикацию и 2 на выработку тепла и электрической энергии. Предполагалось внедрение 3 проектов в 2006 году. В отличие от установок когенерации на деревоперерабатывающих заводах, которые потребляют свою электрическую энергию (независимы от электрических сетей), установки теплофикации с когенерацией сталкиваются с проблемами подачи электрической энергии в сеть. Тем не менее, такие проекты экономически являются привлекательными.

Типичным примером является программа, осуществляемая в одном из городов северо-западной части России. В этом городе паровые котлы находятся в эксплуатации 60 лет, и к ним приходится транспортировать уголь за 5000 километров из Сибири только потому, что в этом районе отсутствуют запасы ископаемого топлива. При этом в этих районах имеются запасы древесины, которые могут быть использованы для производства энергии. Например, в одном из городов установки электрификации оборудованы котлами, сжигающими уголь, которые вскоре будут переоборудованы на современные котлы, сжигающие древесину. Такая замена будет осуществляться с большими затратами финансовых средств. Согласно оценкам вклад в данные проекты снижает выброс CO_2 . Так, в России финансирование по теплофикации с использованием квот на снижение выбросов CO_2 составляет от 1/4 до 2/3 в объеме необходимых инвестиций.

Важным является также то, что сырье, используемое для энергетических целей, перерабатывается надлежащим образом. В лесной промышленности России начались работы по сертификации. Эти работы обеспечивают гарантию того, что переработка лесных насаждений будет соответствовать экологическим, социальным и экономическим нормам. В Западной Европе уже сертифицировано 50% лесных насаждений, что отвечает практике устойчивого развития. Без требуемой сертификации существует увеличенный риск того, что в проектах, использующих энергию из древесины, последний не будет соответствовать нормам.

Во многих странах Восточной Европы затруднено подключение к электрическим сетям, так как эти сети контролируются крупными монополиями. Децентрализация энергетического сектора за счет его приватизации упростит подключение к электросетям.

Большой проблемой является отсутствие тарифов на электроэнергию, производимую из возобновимых источников. При мощности генерирующего оборудования, достигающей, например, 40 *MW* оно является реальным источником пополнения энергетических потребностей региона. На рынках стран Германии и Австрии в действие введены тарифы на «зеленую» энергию, производимую из биомасс, которая обеспечивает стимулирование производства энергии и подачи её в сеть. Существенной проблемой для Украины является отсутствие таких тарифов. В Польше же существует система штрафов, при которой производитель и продавец энергии должны гарантировать то, что они производят определенный процент энергии за счет возобновимых источников и этот процент увеличивается ежегодно.

Положительным примером осуществления программы снижения выбросов CO_2 является опыт Болгарии. Так, в 2003 году на фабрике изготовления бумаги, котлы, сжигающие уголь были заменены котлами, сжигающими биомассу. Благодаря этому обеспечилось снижение выбросов CO_2 на 360 тысяч тонн. По фондам мирового банка были заключены контракты по снижению выбросам на 500 тысяч тонн CO_2 .

В больших химических проектах в Индии и в проекте по предотвращению выбросов на шахтах в Китае в соответствии с механизмом чистого развития объем кредитов больше в 10, 20 и 100 раз, по сравнению с кредитами по квотам, обусловленным внедрению проектов использования биомассы. Отмечается, что требуется 20 проектов по применению биомассы по сравнению с одним Китайским проектом по снижению выбросов шахт. Например, при финансировании Европейского фонда по выбросам CO_2 завершены проекты в Литве по их

снижению на 50–80 тысяч тонн в год. В больших проектах снижение выбросов CO_2 достигает миллион тонн.

Альтернативой снижению выбросов CO_2 является расширение использования атомной энергетики [4]. Так, в самой густонаселенной стране Китае в начале 2007 года запланирован ввод в действие 10 и 11 ядерных реакторов, что обеспечило увеличение мощностей, вырабатываемых на АЭС до 8,6 *ГВт*. До 2020 года Китай планирует инвестировать 50 миллиардов долларов в постройку 30 реакторов с предполагаемым увеличением ядерных мощностей до 40 *ГВт*. Несмотря на существенные увеличения выработки энергии на АЭС в этой стране ядерная энергетика будет покрывать только 4 % общих потребностей в энергии. Следует отметить, что по данным голландского экологического агентства эта страна вышла на первое место в мире по выбросам CO_2 .

Важным решением является также повышение эффективности использования энергии. Согласно решению правительства КНР, потребители должны снизить уровень потребления энергии за счёт применения энергосберегающих программ и производства энергоэффективного оборудования. Так мощность ветроэнергетических установок на конец 2005 года в Китае составляла только 1,3 *ГВт*. При этом Китай находится на 8 месте по выработке этого вида «зеленой» энергии, отставая от Индии, в которой установленная мощность ветроэнергетических установок составляет 4,4 *ГВт*.

Группа консультантов ЕС по применению биомассы работает над 14 проектами, по которым система теплофикации переводится на использование биомассы вместо бурого угля. Из них в 2 проектах предполагается снижение выбросов только за счет сжигания соломы, по двум другим – сжигание древесины и остальным – сжигание обоих типов альтернативного топлива. Две из этих 14 установок имеют мощность 1 *МВт* каждая и обеспечивают теплофикационные потребности. Согласно этим проектам предусматривается снижение эмиссии CO_2 на 562 тысячи тонн в период с 2008 по 2012 г.г., что приравнивается к самым большим международным проектам по выбросам CO_2 .

В проектах по снижению эмиссии CO_2 и внедрению торговли квотами очень заинтересованы Россия и Украина [5]. В России площадь леса занимает 290 миллионов гектаров, что составляет 22 % от всех мировых лесных массивов. Более того, в отдельных её частях уголь и нефть транспортируются за 1000 километров до конечных потребителей. И, несмотря на явную потребность в местных источниках топлива, в экономике страны отсутствует предпочтение проектов по использованию биомассы. Существенным различием между Россией и Украиной является то, что в России имеются промышленные предприятия, которые готовы вкладывать в такие проекты свои средства.

Перспективные методы, которые могут быть реализованы в Украине

В установленной Верховной Радой Украины в 1996 году Национальной энергетической программе на период до 2010 года предусмотрено покрытие потребностей сельского хозяйства за счет нетрадиционных и возобновляемых источников энергии [6]. Если ориентироваться на опыт стран ЕС, где часть биомассы – 60% всех возобновляемых источников энергии, то биомасса может покрывать около 6% потребностей сельского хозяйства Украины в энергии.

Украина имеет возможность стать страной «зеленой» энергетики – всестороннего и полного использования биомассы. Развитие биоэнергетических технологий уменьшит зависимость Украины от импортированных энергоносителей, повысит ее энергетическую безопасность благодаря организации энергообеспечения на базе местных возобновляемых ресурсов, создаст заметное количество новых рабочих мест и внесет значительный вклад в улучшение экологической ситуации. На сегодняшний день Украина не превышает свою национальную квоту по выбросам CO_2 и, следовательно, может принимать участие в

установленных Киотским протоколом рыночных механизмах по передаче квот в качестве продавца.

Внедрение в Украине систем по торговле выбросами приводит к сокращениям выбросов CO_2 [7]. Уже разработаны проекты по сжиганию лузги подсолнечника для производства электрической энергии на маслоэкстракционном заводе ОАО «Кировоградолія», которые позволяют сократить выбросы за счет замены природного газа на отходы производства, недопущения органического разложения отходов после вывоза на свалку и за счет замещения потребляемой электроэнергии из сети. Также для данного проекта необходима установка парового котла и генерационного модуля при утилизации отходов производства. В Автономной республике Крым существуют проекты по реконструкции систем коммунального теплоснабжения. Эти проекты предусматривают замену старых котлов на современные (с большим коэффициентом полезного действия), а также повышение КПД котлов путем замены горелок и установки утилизаторов теплоты, перекладке участков трубопроводов с наибольшими потерями теплоты, установке 6-ти когенерационных установок, замещении природного газа биогазом с полигона твердых бытовых отходов на одной из котельных. На одесском полигоне твердых бытовых отходов снижение выбросов CO_2 осуществляется путем сбора метана. При этом устанавливается система сбора биогаза с последующей его утилизацией в печах цементного завода.

Развитие биоэнергетики актуально для Украины, поскольку она обладает значительным потенциалом местных топлив, доступных для получения энергии (таблица 1). К лесному комплексу Украины, в которых сосредоточены лесные массивы, можно отнести два района Карпатский и Полесский. Леса составляют в лесном фонде Украины общую площадь 56%, включая лесные полосы на берегах водоемов и вдоль дорог, защитные лесовые полосы, противозерозионные леса, зеленые зоны вокруг города, населенных пунктов, промышленных предприятий. В настоящее время в Украине наибольшую площадь леса занимают молодые леса 45,4 %, средневековые насаждения 37,7 % и старые деревья составляют 10,1–6,8 %. Это практически в 1,5–2 раза меньше оптимальных значений [8]. Общий объем лесопользования в Украине составляет 14,4 млн. м³, а основного использования 6,7 млн. м³. Преимущественно оно сосредоточено в Закарпатской, Ивано-Франковской, Львовской, Черновицкой, Волынской, Ровенской и Житомирской областях.

Таблица 1

Потенциал биомассы и торфа в Украине

Вид топлива	Энергетический потенциал, млн. т у.т./г
Солома зерновых культур (без кукурузы)	5,6
Стебель, початки кукурузы на зерно	2,4
Стебель, лузга подсолнечника	2,3
Биогаз из навоза	1,6
Отходы древесины	2,0
Биогаз с полигонов твердых бытовых отходов	0,3
Топливные брикеты из твердых бытовых отходов	1,9
Жидкие топлива (биодизель, биоэтанол)	2,2
Энергетические культуры (ива, тополь, мискантус)	5,1
Торф	0,6
Всего	24,2

В нашей стране технологии утилизации биомассы только начинают развиваться, однако, у них хорошие перспективы при коммерциализации в ближайшем будущем. На сегодня Украина потребляет биомассу преимущественно в виде древесного топлива. Около 1 млн. т у. т./год сжигается для отопления частных домов, а также в более чем 1000 котлах, которые установлены на предприятиях лесной и деревообрабатывающей отраслей страны. Котлы на биомассе могут быстро заменить природный газ для производства тепловой энергии с наиболее низкими инвестиционными затратами и кратчайшими сроками окупаемости проектов. Исходя из имеющегося потенциала древесины, соломы и торфа, в ближайшие 10 лет может быть следующее распределение использования биомассы (таблица 2).

Таблица 2

Потенциал украинского рынка котлов на биомассе и торфе

Тип оборудования	Приближительная емкость рынка Украины, ед	Установленная мощность, МВт	Период эксплуатации, ч/год	Замещение топливноэнергетических ресурсов, млн. т у.т. / год	Замещение природного газа, млрд. м ³ /год	Снижение выбросов CO ₂ , млн. т/год	Инвестиционные расходы, млн. грн
Отопительные котельные на древесине, 110 МВт	250	500	4400	0,30	0,26	0,51	100
Промышленные котлы на древесине, 0,1–5 МВт	360	360	6000	0,27	0,24	0,46	72
Бытовые котлы на древесине, 10–50 кВт	53000	1590	4400	0,96	0,84	1,65	318
Фермерские котлы на соломе, 0,1–1 МВт	15900	3180	4400	1,91	1,67	3,27	954
Отопительные котельные на соломе, 1–10 МВт	1400	2800	4400	1,68	1,47	2,88	840
Отопительные котельные на торфе, 0,5–1 МВт	1000	750	4400	0,60	0,52	1,03	150
Всего	71910	9180		5,72	5,00	9,81	2434

Основными составляющими биомассы является солома и другие отходы сельского хозяйства, а также древесные отходы, различные виды биогаза и энергетические культуры. В перспективе отходы биомассы и торф могут обеспечить свыше 10% общей потребности Украины в первичной энергии.

В течение 8–10 месяцев предполагается внедрение ряда интересных проектов в Украине. С тех пор как в Украине был ратифицирован Киотский протокол в феврале 2004 года, Украина начала использовать свыше 100 современных проектов по сокращению выбросов CO₂. Существует также альтернатива применению топлива, которая зависит от месторасположения и доступа к используемому сырью.

Важное значение при использовании биомасс имеет её количество. На проекты использования биомасс влияет так же политическая ситуация в регионе. Согласно данным Европейского фонда торговли квотами на эмиссию CO₂, Украина представляет потенциальный рынок с точки зрения торговли, хотя она и не является членом Евросоюза. В нашей стране

энергетический сектор находится в стадии реструктуризации: так как отсутствует четкая государственная политика в области производства энергии из биомассы, а также нет государственной программы по определению ближайших и долгосрочных целей и объемов использования биомассы для электроэнергии.

Выводы

1. Приведены перспективные методы реализации проектов по сокращению выбросов CO_2 .
2. Проанализированы различные подходы к решению вопроса использования биомассы как альтернативного источника энергии.
3. По мировому опыту торговля квотами на выбросы позволяет инвестировать в реализацию проектов значительные финансовые поступления.
4. Вовлечение в производственный процесс различных видов биологических ресурсов требует решения вопросов согласования на государственном уровне программ производства и потребления биологических, энергетических культур, а также отходов сельского, лесного хозяйства и деревообрабатывающей промышленности.
5. Учитывая тенденцию постоянного повышения цен на природный газ в отечественной практике целесообразно ускорить работы по разработке отечественных котлов, сжигающих биомассу.

Список литературы

1. Catherine Lacoursiere. Biomass future. Funding bioenergy projects with carbon portfolios // Renewable energy world. — 2006. — №3. — vol. 9. — P. 124-129.
2. Долинский А., Гелетуа Г.Г. Возможности замещения природного газа в Украине за счет местных видов топлива // Энергетическая политика Украины. — 2006. — №3-4. — С. 60-65.
3. Олейник С., Жовмір М., Дрозд К., Словікова Т. Енергетичні плантації. Чи можна зменшити залежність України від імпортованих енергоносіїв? // Біоенергоресурси. — 2007. — №3. — С. 6-9.
4. Jackie Jones. Nuclear power // Renewable energy world. — 2007. — № 1. — vol. 10. — P. 68.
5. Висоцкий С.П., Щербушенко Е.С. Экологические факторы использования возобновимых энергоресурсов // Збірник наукових праць ЯНАУ. Технічні науки.— 2007.— №70.— С. 41-54.
6. Гелетуа Г.Г., Железная Т.А., Жовмир Н.М., Матвеев Ю.Б. Современное состояние и перспективы развития биоэнергетики в Украине // Промышленная теплотехника.— 2005. — №1. — Том 27. — С. 78-85.
7. Гелетуа Г.Г., Матвеев Ю.Б., Филоненко А.В. Киотский протокол и дополнительные инвестиции в энергосбережение // Промышленная теплотехника. — 2006. — Том 28. — №2. — С. 125-131.
8. Хвесик М.А., Горбач Л.М., Пастушенко П.П. Розміщення продуктивних сил та регіональна економіка: Навчальний посібник: — К.: Кондор, 2004. — 344 с.

Стаття надійшла до редакції 13.11.07
© Висоцький С.П., Чернюк А.О., 2007