

## Биотопливо как альтернативный источник энергии



**А. В. Панченко,**  
студент 5-го курса МВТУ им. Н.Э. Баумана

В мире и в России все чаще и острее возникает вопрос нехватки энергоресурсов. Борьба за них становится одним из самых существенных факторов, влияющих на направления развития мировых отношений и развитие глобальной политики. Следовательно, значимость информации о разведанных ресурсах традиционных источников энергии возрастает как с экономической, так и со стратегической точки зрения.

К таким источникам энергоресурсов относятся: нефть, газ, уголь, а также те природные вещества, которые могут быть использованы как источники для ядерных реакторов. Однако при эксплуатации ядерных реакторов серьезно встает вопрос безопасности и утилизации отработанного топлива. У экологов серьезные опасения за состояние нашей планеты вызывает повсеместное использование традиционных видов топлива. Эти проблемы на данный момент решены лишь частично, а следовательно, существу-

ет риск того, что следующие поколения столкнутся со сложнейшими задачами по восстановлению нормальной экологической обстановки на Земле. Так, например, экологическая обстановка в энергосети РАО "ЕЭС России" осложняется тем, что на внутренний рынок России не поставляется необходимое количество природного газа и его вынуждено заменять гораздо более экологически вредным мазутом. Кроме того, ограниченность запасов традиционных видов топлива и повышение спроса обуславливают постоянное повышение их цены на мировом рынке (приблизительный прогноз потребления тепловой энергии представлен на рис. 1).

В связи с этим появляется множество новых направлений использования как традиционных, так и нетрадиционных источников энергии. В высокоразвитых странах пытаются найти решение по использованию водорода в качестве топлива, что предста-

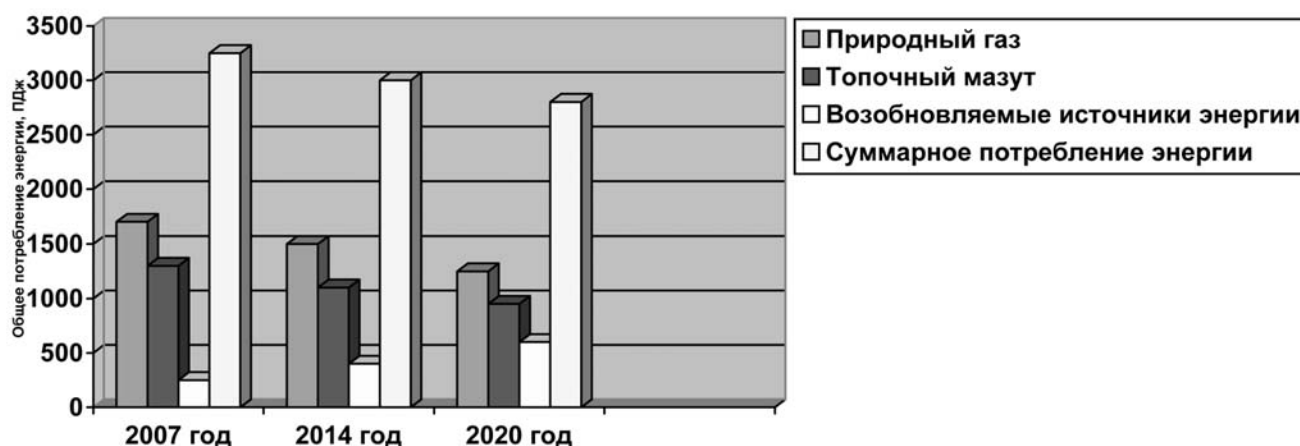


Рис. 1. Прогноз использования первичных источников энергии для получения тепловой энергии

вляется достаточно перспективным, так как емкость водорода значительно превосходит многие виды других химических соединений. Однако водород пока является слишком дорогостоящим топливом.

Другим интересным вариантом является добыча на Луне гелия-3 с целью его использования в термоядерных реакторах второго поколения. При этом возникает следующая проблема: как построить реактор второго поколения, который был бы абсолютно безопасен с радиационной точки зрения. Будет технически сложно построить лунную базу по добыче полезных ископаемых и организовать регулярную доставку на Землю. В общем случае этот способ добычи энергии пока не перешел из разряда теоретически возможных в область практически выполнимых. Данный проект и многие другие аналогичные проекты являются далекой перспективой энергетики.

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 существенных 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.

Биотопливо достаточно давно использовалось для обогрева человека и получения столь нужной ему энергии. В основе его лежит биомасса - продукт фотосинтеза - самого мощного на планете преобразователя солнечной энергии и последующей многообразной пищевой цепочки, основной источник топлив и энергии, включая и ископаемые органические топлива как конечные продукты переработки древнейшей биомассы.

Биотопливом называют продукт переработки биомассы, применяемый человеком при получении энергии.

Возможно, первым видом биотоплива, примененным для обогрева человека, стал простой древесный ствол, брошенный в огонь. Позже простое древесное полено вытеснили газ, уголь, нефть и различные электрические обогреватели. Однако до сих пор во многих слаборазвитых странах древесина является основным источником тепла для населения. Сегодня в России древесина очень редко используется для получения энергии, а могла бы стать неплохим решением энергетической проблемы для населенных пунктов, удаленных от транспортных артерий.

Давно известен такой вид биотоплива как компост. К сожалению, не все задумываются о том, что в компостных контейнерах при переработке выделяется тепловая энергия, которую можно с успехом употреблять для технических нужд.

К биотопливу относят и различные виды спиртов, торф и т. д.

В общем виде всё биотопливо можно классифицировать следующим образом:

1. Первичное древесное топливо (дрова, лесосечные отходы, щепа, энергетический лес и т.д.).

2. Вторичное древесное топливо (кора, опилки, стружка, гранулы, пеллеты, брикеты, древесный уголь).

3. Утилизированное древесное топливо (отработанные щелока целлюлозного производства, бумажное и картонное вторсырье).

4. Торф.

5. Утилизационное топливо из промышленных и бытовых отходов (биогаз из различной биомассы, и в том числе от анаэробной очистки бытовых и промышленных стоков).

6. Жидкие виды биотоплива (биоэтанол, дизельное растительное топливо и т.д.).

7. Недревесные биомассы (солома, отходы растениеводства и т. д.).

Что касается биомассы, то известны различные способы её 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 (ТБО) биогаз;
- продукты жизнедеятельности микроорганизмов.

История их применения не насчитывает и 50 лет.

Впервые пеллеты как твердые древесные гранулы были созданы в Германии. Они представляют собой небольшие цилиндры-карандашики, спрессованные из мелких стружек и опилок хвойных пород дерева. В первую очередь пеллеты были разработаны для отопления коттеджей. Но со временем котлы для гранулированного топлива стали выпускать и для небольших котельных, способных отопить, например, одно многоэтажное здание или несколько домов соцкультбыта.

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 мало межпоровое пространство (например, в угле больше). Теплотворная способность пеллет меньше, чем каменного угля, нефти, природного газа (рис. 2). Однако их сжигание не оказывает такого негативного влияния на окружающую среду, как сжигание традиционных топлив.

В большинстве стран Европы пеллеты делятся на 2 класса:

- класс А (для коттеджного отопления) влажность до 8%, d ~ от 4 до 6 мм. L ~ от 10 до 12 мм;
- класс Б (промышленное отопление) влажность до 15%, d ~ от 10 до 12 мм; L ~ около 15 мм.

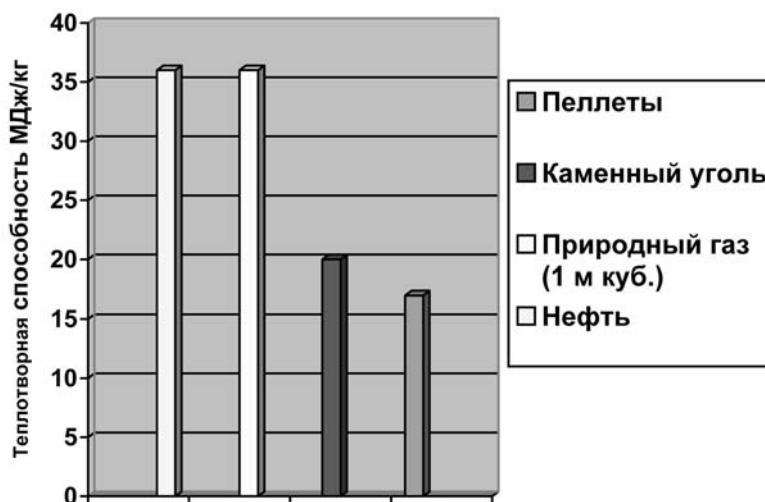


Рис. 2. Теплотворные способности различных топлив

Приблизительный состав операций и оборудования для производства пеллет (основные элементы) обширен и включает в себя:

1. Участок приемки.
2. Участок подготовки сырья (дробилки).
3. Участок сушки. (Естественная влажность поступающего дерева до 70%, а после данной операции она снижается в несколько раз).
4. Повторный измельчитель (необязательная операция).
5. Пресс. В основном с круглыми цилиндрическими матрицами (растет давление и, следовательно, растет температура).
6. Участок охлаждения.
7. Гранулирование.

В западных странах широкое развитие получило выращивание специальных пород леса с одной лишь целью - дальнейшей энергетической переработки. Данный лес называется энергетическим лесом. Для выращивания выбираются наиболее быстрорастущие сорта деревьев (в России ими может стать клен, осина и другие). Срок роста такого леса до эффективного промышленного использования составляет от 4 до 7 лет.

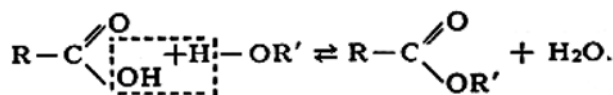
В России запасы сырья для производства биотоплива огромны и исчисляются миллиардами кубометров. Сейчас на каждом гектаре рубки остается 40-60 куб.м отходов лесопиления. Из-за низкого внутреннего спроса, составившего в 2004 году 15-25 тысяч тонн, производство пеллет было ориентировано на экспорт в Западную Европу. Однако в течение последних двух лет в России отмечается рост запросов на строительство заводов по изготовлению древесных гранул, что говорит о формировании внутреннего рынка.

При этом общий объем производства пеллет в России, по некоторым оценкам западных источников, составляет около 150 000 тонн в год, и все они исключительно промышленного назначения. Самый крупный завод в России и в мире по производству гранул из опилок построен в Ульяновске — его производительность составляет до 5000 кг/ч.

Перспективными источниками энергии могут стать различные спирты и биодизельное топливо.

Биодизельное топливо - это продукт этерификации растительных масел.

Этерификация происходит от греч. aither- эфир и слова "фикация", то есть получение сложных эфиров взаимодействием спиртов с кислотами. Например, в случае карбоновых кислот их уравнение имеет следующий вид:



Суть уравнения заключается в следующем: вода разлагает сложные эфиры с образованием исходных веществ; — R-органические радикалы, при этом реакция является обратимой.

Сырьем производства биодизельного топлива является растительное масло. В Европе, как правило, им является рапсовое масло. В России основными продуцентами растительных масел являются: подсолнечник, лен, горчица, небольшой объем занимают кукуруза, соя и рапс.

Состав биодизельного топлива может быть различным. Например, растительное масло этерифицируется метанолом (1 т масла + 100 кг метанола + 100 кг глицерина), добавляется в количестве 5% к дизельному топливу.

Так же добавляться может и биодиметил эфир. Биодиметил эфир добавляется к дизельному топливу (2%) для улучшения его качеств. Может получаться из синтез-газа или чистого метанола в присутствии алюмосодержащих катализаторов.

Современные дизельные двигатели могут работать на 100% биодизельном топливе.

Этанол (один из известных видов спиртов) также может стать отличной альтернативой существующим видам топлива.

В 2002 году в России произведено из пищевого сырья 1,31 млн. куб. м этанола, производство синтетического этанола - 0,15 млн. куб. м, технического гидролизного этанола составило 0,044 млн. куб. м.

Россия располагает мощностями, использующими гидролизные технологии, позволяющими производить до 0,2 млн. т гидролизного спирта.

Однако гидролизные технологии, основанные на использовании серной кислоты, являются экологически вредными.

Необходимо разрабатывать современные экологически чистые технологии эффективного разложения древесины на целлюлозу (полимер глюкозы) и лигнин. Сырьем, обеспечивающим производство этанола в России, могут быть: сахарная свекла (меласса - отходы сахарного производства), картофель (картофельный крахмал), сладкое сорго.

Сахарная свекла (меласса). Объемы производства мелассы в 2004 году составили 1,1 млн. тонн. Из 100 кг мелассы можно получить 30 л этанола или из 1,1 млн. тонн - 330 000 куб. м стоимостью 99 млн. \$ US. Сырьем для производства этанола может быть, также использован свекловичный жом.

Картофель. При урожае картофеля в России в 2004 году в объеме 36,6 млн. тонн потенциальный объем этанола может составить 2,2 млн. куб. м на сумму 660 млн. \$ US. Из 1 тонны картофеля можно получать до 60 л этанола. Для того чтобы выйти на производство этанола в объемах современного его производства в США, в России нужно засеять картофелем до 15 млн. га.

Сладкое сорго. Культивируется на Северном Кавказе, Дальнем Востоке и в Поволжье. В России сорго возделывается на площади около 100 тыс. га. Урожай сладкого сорго - 20-30 т/га. Из 1 тонны массы сорго получают 800-850 л сока с содержанием 20% углеводов, или до 80 л этанола. При благоприятных условиях можно получать зеленой массы свыше 80 тонн с 1 га. Только для полного замещения бензина этанолом для АПК России необходимо засеять сладким сорго 1 млн. га (для автопарка всей России надо засеять 13-15 млн. га).

Таким образом, перспективы развития производства транспортного этанола в России с последующим его экспортом достаточно оптимистичны. Но совершенно очевидно, что основным сырьем для его производства в России должна стать древесина, что требует создания современных технологий ее разложения на лигнин и целлюлозу.

Одним из важнейших направлений развития нетрадиционных источников энергии является использование продуктов жизнедеятельности микроорганизмов.

В новейшем производственном комплексе продуктами, получаемыми в результате сложной технологической цепочки, являются: бионефть и биоэлектричество. Бионефть - это обычная по химическому составу нефть с той лишь разницей, что она не содержит серы и вредных веществ. Система производит экологически чистую электроэнергию из морских водорослей. Технология такова: в большие прозрачные резервуары заливается морская или пресная вода, туда же закладываются микроорганизмы, выращенные в лаборатории из стеблей морских водорослей естественного происхождения. Под воздействием солнечной энергии микроорганизмы в течение 48 часов произрастают. Затем 4/5 содержимого резервуара идет на переработку, оставшееся сырье вновь заливается водой, и процесс повторяется. Если в резервуар закладывается морская вода, то на выходе есть еще и пресная вода.

Затем из готового сырья путем сжигания производят либо бионефть и побочные продукты, либо электроэнергию. Коэффициент теплоотдачи использования такого топлива может быть в 1,5 раза больше, чем при сжигании угля. К тому же эта технология полностью исключает выбросы CO<sub>2</sub> в атмосферу - по нашей технологии углекислый газ полностью идет на производство биомассы. Помимо этого замкнутый цикл производства предполагает, что зольность, образующаяся в качестве отходов, используется в качестве удобрения. Любые ошибки, допущенные в производстве биомассы, исправляются в пределах от 24 часов до 7 дней.

При работе биодизеля по данной технологии газ CO<sub>2</sub> не выделяется наружу, а поглощается из окружающей среды и находится в замкнутом цикле.

Биокомплекс можно построить практически в любом регионе страны, где есть доступ к водоему. А для приморских районов установка может давать электроэнергию и пресную воду. К примеру: установка занимает территорию 1 га и способна вырабатывать электроэнергию для города с населением 10 тыс. человек, а также поставлять 9 млн. ккал горячей воды в час.

Для Евросоюза окупаемость проекта составит около 3,5 года. При том, что расчеты включали только продажу электроэнергии (99% всего объема продукции) без учёта возможных продаж побочных продуктов производства - кислорода, глицерина и др.

Предложенный вариант производства нетрадиционного вида энергии уже реализован на практике. Кроме того, есть и другие аналогичные проекты как за рубежом, так и у нас в России. У микроорганизмов можно улучшить их полезные качества за счет усилий биологов, постоянно работающих над этой проблемой.

Практически неисчерпаемым источником энергии сегодня могут стать свалки твёрдых бытовых отходов при условии организации на этих свалках безотходных производств.

Сегодня наряду с проблемой энергоснабжения для крупных городов не менее остро встает проблема утилизации твердых бытовых отходов. Число свалок вокруг городов растет с каждым годом. Это ухудшает экологическую обстановку как в непосредственной близости и на территории захоронения мусора, так и в районе в целом. Загрязняется атмосфера и подземные воды. С другой стороны, в последнее время зафиксирован огромный рост стоимости и ценности земли, повышается стоимость энергии. Решение перечисленных проблем заключается в том, чтобы создавать специальные полигоны ТБО, где отходы будут сортироваться, из них будет получаться как электроэнергия, так и сырье для повторного производства продукции.

От свалок ТБО можно получить различные энергетические ресурсы. В первую очередь это газ, пригодный для сжигания, так называемый лендфилл-газ, являющийся разновидностью биогаза. Биогаз - 55-75% CH<sub>4</sub>, 25-45% CO<sub>2</sub> - получается метановым брожением биомассы (80-90% влажности). Его теплотворная способность составляет от 5 000 до 7 000 ккал на кубический метр и зависит от концентрации мета-

на в его составе. Количество метана, в свою очередь, зависит от био-физико-химических особенностей сырья и в некоторых случаях от применяемой технологии.

Основной процесс газообразования на полигоне сводится к микробиологическому разложению органических компонентов, имеющему ярко выраженную зональность. В верхней зоне полигона (0-1,5 м) протекает аэробный процесс (с использованием кислорода), на более низких горизонтах располагается сфера анаэробного сбраживания (без использования кислорода). Между ними имеется пограничный слой, где имеют место оба процесса. В настоящее время эксплуатируются с использованием биогаза более 150 полигонов ТБО (80% из них находится в США, Великобритании, Германии). Для более эффективного сбора биогаза поверхность полигона должна быть хорошо уплотнена или укрыта. А отвод биогаза необходимо вести из зоны наиболее активного восстановления его компонентов, обычно лежащей на глубине 2-6 метров от поверхности.

Биогаз используют для удовлетворения потребностей в энергии ближайших к полигону населенных пунктов, а также для собственных нужд полигона.

В России на данный момент биоэнергетика развита слабо. Обладая колоссальными запасами энергетических ресурсов и огромным энергетическим потенциалом (табл. 1), мы, на данный момент не очень задумываемся над тем, что нас ожидает в недалеком будущем.

В отличие от стран Западной Европы и Америки у нас не ведется целенаправленных широкомасштабных исследований в этой области, практически не существует рынка соответствующих услуг, законодательной базы, стимулирующей развитие и производство российских биоэффективных технологий, ограничивающих вредные выбросы в окружающую среду. На данный момент отрасль остро нуждается в законе о нетрадиционных источниках энергии и в законодательных поправках, отменяющих государственное регулирование цен на спирты, применяемые в энергетике.

Таблица 1

Таблица распределения биоэнергетического потенциала России

Регионы с малым значением технического потенциала биотоплива: менее 35 тыс. т.у.т. в год	Регионы со средним значением технического потенциала биотоплива: от 35 тыс. до 6 млн. т.у.т. в год	Регионы с большим значением технического потенциала биотоплива: более 6 млн. т.у.т. в год
Дальневосточный округ, Черноземье, Ростовская область, Республика Татарстан	Северо-Западный округ, Сибирский округ (кроме Омской и Новосибирской областей)	Приволжский округ (за исключением Республики Татарстан), Уральский округ, Новосибирская область, Омская область, Московский регион, Южный округ (за исключением Ростовской области)

### Литература

1. Гютт А. Мини-дрова на экспорт и не только// Биоэнергетика. 2007. № 1. - С.55-57.
2. Дьяков А. Ф. Малая энергетика России. Проблемы и перспективы. - М.: НТФ "Энергопресс", 2003. - 128 с. ил. [Библиотечка электротехника, приложение к журналу "Энергетик". Специальный выпуск 2-3 (50-51)].
3. Лотош В. Е. Переработка отходов природопользования. - Екатеринбург: Изд-во УРГУПС, 2002. - 463 с.
4. Лотош В. Е. Экология природопользования. - Екатеринбург: Полиграфист, 2001.-540 с.:илл.
5. Национальный энергетический союз - за единый стандарт на биотопливо// Энергетика и промышленность России. 2007. - № 5(81). - С. 37.
6. Панцхава Е.С. Биоэнергетика - самостоятельная часть современной энергетики//Биоэнергетика. 2007. - №1. - С. 17-25.
7. Салехов М. Микроорганизмы в производство энергии// Энергетика и промышленность России. 2007. - № 5(81). - С.38.
8. Физическая энциклопедия/Под ред. А. М. Прохорова. Т.5. - М.:Большая Российская энциклопедия, 1998. - С. 81.
9. Чубайс А.Б. За чистый воздух нужно платить// Академия энергетики. 2007. - № 4 [18]. - С. 4-9.