

# РЕЗЕРВЫ НЕТРАДИЦИОННОГО ПОЛУЧЕНИЯ ЭНЕРГИИ

А.В. КРУТОВ, к.т.н. (БГАТУ)

Сельскохозяйственное производство Беларуси является одной из энергоемких отраслей народного хозяйства. Здесь расходуется около 9% потребляемых в республике топливно-энергетических ресурсов (ТЭР). Так, в энергетическом балансе Брестской области этот показатель равен 15,9 %, Минской – 13,4 %.

В числе первостепенных задач, поставленных Президентом Республики Беларусь А.Г. Лукашенко 20 марта 2003 года перед белорусскими энергетиками на совещании по вопросам работы энергетического комплекса страны, выделены главные – поиск и внедрение альтернативных источников энергии, снижение зависимости республики от импорта энергоносителей. Надежность в снабжении, экономичность, экологическая чистота и сбережение ресурсов становятся неперемными и равноценными целями государственной энергетической политики.

Как показывает мировой опыт, результаты ряда отечественных научных исследований в области энергетики, одним из возможных путей снижения остроты данной проблемы является использование нетрадиционных возобновляемых источников энергии и вторичных энергоресурсов. К сожалению, за счет расширения области применения этих видов энергии в Республике Беларусь за 2000 год высвобождено только 30 тыс. т у.т. при общей экономии 971 тыс. т у.т. Существенно не улучшилась обстановка и в последние два года. Рассредоточенность сельскохозяйственного производства на больших площадях, осложнение этим доставки ТЭР к потребителям делает экономически целесообразным расширение способов и методов применения нетрадиционных источников энергии.

Агропромышленный комплекс является крупным поставщиком отдельных горючих отходов, многие из которых используются неэффектив-

но, не направлены на снижение дефицита энергоресурсов. Эти источники горючих отходов можно разделить на несколько основных групп:

1. Отходы сельскохозяйственного производства (ботва, солома таких культур, как рапс и других крестоцветных, а также гречихи, озимых зерновых, содержащих трудно перевариваемые углеводы).

2. Отходы деревоперерабатывающих цехов и льноперерабатывающих предприятий.

3. Отработанные нефтепродукты (не подлежащие регенерации, отработанные моторные, гидравлические, трансмиссионные масла, нефтепродукты, собранные в системах мойки сельскохозяйственной техники).

4. Твердые бытовые и производственные отходы.

В топливно-энергетическом балансе Беларуси низка доля соломы и костры. Ежегодно в республике производится примерно 6-7 млн. тонн соломы. До 70 процентов солоmistых материалов используется на корм скоту (в зависимости от обеспеченности кормами) и в качестве подстилки, а также для укрытия буртов корнеклубнеплодов. В то же время более 2-х млн. тонн соломы остается на полях, теплота сгорания которой составляет 14,0 МДж/кг. Нами проведены расчеты по возможному использованию соломы как

топлива. Данные об энергетическом потенциале растительных отходов в виде соломы приведены в табл. 1.

В экономии топлива важную роль играет утилизация вторичных энергетических ресурсов. В частности, нужно обратить внимание на сбор и использование на топливные цели определенной части отработанных нефтепродуктов. Концерн “Белнефтехим” ежегодно реализует предприятиям республики свыше 50 тыс. тонн моторных и промышленных масел. В сельском хозяйстве на топливные цели может использоваться ежегодно в качестве котельно-печного топлива, как минимум, 1,5-2,0 тыс. т отработанных нефтепродуктов, которые не соответствуют требованиям стандарта и не пригодны для регенерации.

С учетом того, что твердые бытовые отходы в городах, а также промышленные отходы, подобные мусору, вывозятся, как правило, на свалки, расположенные за городской чертой, переработку их целесообразно объединить с аналогичными отходами сельскохозяйственного производства.

Согласно статистическим данным, в Республике Беларусь за год вывозится с территории городов и поселков более 9 млн. м<sup>3</sup> бытового мусора [1].

Семья из трех-четырёх человек ежедневно выбрасывает в среднем

**1. Энергетический потенциал соломы при использовании на топливо (по данным за 2000 г.)**

Регионы	Произведено соломы, тыс. т	Возможный потенциал использования на топливо, тыс. т у.т.
Республика Беларусь	7250,0	1132,0
Области:		
Брестская	1015,0	158,3
Витебская	950,0	148,2
Гомельская	945,0	147,4
Гродненская	1450,0	226,2
Минская	1810,0	283,0
Могилевская	1080,0	168,9

## 2. Сравнение энергии, сберегаемой в процессе повторного использования отходов и получаемой при их сжигании (по данным академика А.И. Свириденка)

Виды отходов	Энергия, сберегаемая при повторном использовании, кВт.ч/т	Энергия, получаемая при сжигании, кВт.ч/т
Газетная бумага	1878	708
Полиэтилен	6232	1761
Стекло	269	9
Алюминий (пивные банки)	21538	62
Изделия из черных металлов	1498	27
Пищевые отходы	353	230
Древесные отходы	539	593
Резиновые отходы	2728	1239
Синтетические отходы	4889	611

ведро твердых бытовых отходов. В составе этого мусора (по весу) содержится 37-40% бумаги, 30-32% пищевых компонентов, 4-6% составляет текстиль, 7-8% - полимеры, 6-7% - металлы, стекло, от 7 до 16% - прочие градиенты. В мире сотни миллионов тонн подобных отходов сжигается в печах с регенерацией энергии или после сортировки часть их направляется для повторного использования.

Сегодня мусор, который в таких объемах вывозится на свалки, представляет немалую опасность для окружающей среды. Недопустимо и простое сжигание отходов, так как и это небезопасно. Отходящие газы при сжигании вредны для окружающих, если не оборудовать дымоходы эффективными фильтрами, улавливающими такие вредные вещества, как окись углерода, сероводород, сернистый ангидрид, окислы азота, летучие органические соединения и т.д.

### 3. Горючие отходы, тыс.т.

Вид отходов	1995	1999	2000
Древесные	282,8	306,5	456,0
Лигнин, шлам гидролизный	175,0	301,7	274,2
Отходы производства бумаги и картона	нет данных	15,9	12,9
Отходы эмульсий механической отработки, смесей эмульсий, нефтепродуктов	9,2	1,7	1,5
Отходы лакокрасочных материалов	нет данных	2,1	1,7
Отходы резиносодержащие, включая старые шины	8,5	11,8	9,4
Промышленные отходы, подобные мусору	304,6	433,7	494,6

В отношении охраны окружающей среды, экономии сырья и энергии нужно повышать культуру нашего населения, его сознательность. Разделение отходов по их составу должно происходить уже на дому, как это делается, например, в Австрии, Германии, Дании, Нидерландах и других странах. Там во дворах установлены контейнеры, предназначенные для пищевых отходов, бумаги, пластмассы и полиэтилена, стекла и т.д. Пригодные для дальнейшего использования материалы направляются на соответствующую переработку.

Установлено, что в среднем при изготовлении продуктов с повторным использованием отходов сохраняется в четыре раза большее количество энергии, чем при использовании первичных материалов [2]. Сжигание отходов, как видно из табл. 2, не всегда экономически выгодно. Для этих целей предпочтительны

древесные, резиновые отходы, текстиль. Поэтому разделение мусора по составу должно стать бескорыстным долгом каждого гражданина. А многоконтейнерный сбор бытовых отходов - обязанность жилищно-коммунальных служб.

Значительный резерв нетрадиционного получения энергии представляют собой и промышленные отходы, подобные мусору. В республике ежегодно образуется их около 500 тыс.т., более 650 тыс.т древесных отходов, лигнина, резины, а также жидких отходов, в виде смесей эмульсий и нефтепродуктов, лакокрасочных материалов [1] (см. табл. 3).

Пока твердые бытовые отходы перерабатываются только на единственном в Беларуси мусороперерабатывающем предприятии (г.Минск, 400 тыс. м<sup>3</sup> в год). Из-за отсутствия предварительной сортировки твердых бытовых отходов и тонкой очистки получаемый компост низкого качества, не соответствует экологическим требованиям и применяется только для обволовки городской свалки. Направление переработки отходов в компост не может быть приемлемо, так как практика показывает, что он содержит тяжелые металлы, а последние способны широко мигрировать в растения и плоды.

Представляет интерес брикетирование и гранулирование бытового мусора с добавлением утилизированных нефтесодержащих и лакокрасочных компонентов, резины с целью повышения теплотворной способности получаемого топлива. При этом важно применять технические решения, позволяющие обеспечивать максимальный коэффициент полезного использования этого горючего энергоресурса, а также утилизировать выбросы вредных веществ в атмосфере.

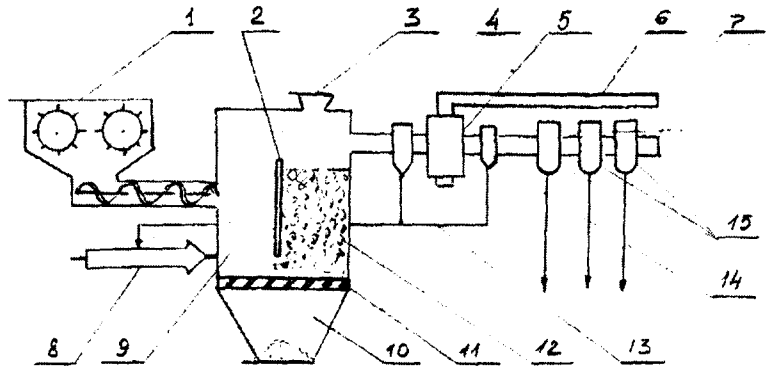
ный воздух, не превышая предельно допустимую их концентрацию.

Одной из технологий переработки является технология газификации гранулированных многокомпонентных горючих отходов (МКГО). Газификация проводится в газогенераторах окислением топлива при высокой температуре воздухом или водяным паром. При этом получают генераторный газ. Присутствие в исходном топливе таких компонентов, как нефтепродукты, лакокрасочные материалы, резина, увеличивает calorificity газа до 1600 ккал/м<sup>3</sup> и более [3].

Возможен и пиролиз смешанных бытовых и промышленных отходов. В процессе термической обработки без доступа кислорода получают парогазовую смесь, смолы, твердые остатки. Схема пиролиза горючих отходов приведена на рис.

Газогенератор состоит из корпуса, который изнутри выложен огнеупорным кирпичом. Внутри газогенератора установлен рассекатель 2, разделяющий топочное пространство 9, где сгорают отходы, и шахтную камеру 12 для растопки кокса. Кокс в газогенератор для растопки и поддержания температуры пиролиза поступает через горловину 3. К стенке со стороны топочного пространства 9 прикреплены бункер с питателем 1 для загрузки отходов, а также форсунка 8 для подачи отработанных нефтепродуктов, растворителей, лакокрасочных материалов. В этот же патрубок форсунки 8 на дожигание возвращается по трубопроводу 13 угольная пыль из фильтров грубой 4 и тонкой 14 очистки горючего газа, поступающего по жаропрочной трубе 7. Подача нефтесодержащих примесей позволяет поддерживать в нижней части топочной камеры температуру около 1660 °С, а также повысить теплотворную способность генераторного газа на 20-22%. Зола и твердые остатки пиролиза через колосниковую решетку 11 поступают в зольный бункер 10.

Так как генерируемый горючий газ (предельные углеводы) на выходе имеет высокую температуру, часть его тепла отводится через теп-



*Рис. Схема пиролиза горючих бытовых отходов, промышленного и сельскохозяйственного производства:*

1 – бункер с питателем твердых отходов и мусора; 2 – рассекатель; 3 – горловина для загрузки кокса; 4, 14 – фильтры тонкой и грубой очистки горючего газа; 5 – теплообменник; 6 – паропровод; 7 – жаропрочная труба; 8 – форсунка; 9 – топочное пространство; 10 – зольный бункер; 11 – колосниковая решетка; 12 – шахтная камера для кокса; 13 – трубопровод угольной пыли; 15 – скрубберы.

лообменник 5 в виде пара в паропровод 6. Для очистки горючего газа от серы, хлорных соединений и других вредных веществ установлены скрубберы 15. После нейтрализации извлеченных в скрубберах компонентов, отделения серы продукты фильтрации направляются на захоронение. Горючий газ используют в газотурбинах для выработки электроэнергии, а пар – для отопления и других технологических нужд. Твердые остатки пиролиза применяют в качестве добавок дорожного покрытия.

Подобные системы утилизации горючих бытовых и промышленных отходов необходимо создавать повсеместно в регионах, изыскивать капитальные вложения, внедрять накопленный зарубежный опыт.

## ВЫВОДЫ

1. Ресурсы горючих бытовых и агропромышленных отходов имеются во всех регионах Республики Беларусь в больших объемах. По утилизации бытовых, промышленных и отходов сельскохозяйственного производства требуется разработка специальной программы, принятие нормативно-правовых актов на уровне Совета

Министров Республики Беларусь.

2. Актуальной остается разработка технологий переработки, а также эффективного оборудования для сжигания горючих отходов с регенерацией электрической и тепловой энергии. Введение в состав горючих отходов отработанных нефтесодержащих материалов повышает теплотворную способность генераторного газа на 20-22%.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Окружающая среда и природные ресурсы Республики Беларусь. 2002. Статистический сборник. - Мн. 2002.
2. Свириденко А.И. Научное и инновационное обеспечение ресурсосбережения // Энергосбережение в АПК: по итогам научного форума "Академические чтения". - Мн. 1997. С. 10.
3. Бохан Н.И., Фалюшин П.Л., Ловкис В.Б., Носко В.В. Получение тепловой и электрической энергии на основе возобновляемых и местных видов топлива // Материалы Международной научно-технической конференции, посвященной 70-летию ВИЭСХ. М.: ВИЭСХ. – 2001. – т. 1. – С. 360-367.