

лаждение потока газов только на 80°C приводит к снижению уровня звукового давления (по экспериментальным данным) на 4,0 дБ в среднем по всему среднегеометрическому спектру частот от 63 до 8000 Гц. Таким образом, утилизационный теплообменник может работать одновременно и как глушитель шума. Изменяя интенсивность охлаждения, можно регулировать эффективность работы теплообменника как нейтрализатора и уровень звукового давления системы выпуска ДВС. Было также установлено, что интенсивное охлаждение ОГ обуславливает падение давления (уменьшение противодавления системы выпуска). Здесь имеет место, так называемый, эффект теплового торможения газового потока, что в целом и повышает эффективные показатели ДВС.

### **Заключение**

Таким образом, можно утверждать, что охлаждение выхлопных газов способствует существенно-му снижению содержания в них окиси азота NO и двуокиси азота NO<sub>2</sub>, а также их суммы. Это объясняется тем, что с падением температуры и снижением скорости движения газов время окисления окислов азота сокращается, степень окисления возрастает и большая часть окиси азота NO переходит в NO<sub>2</sub>, но одновременно и двуокись азота NO<sub>2</sub> полимеризуется в четырехокись N<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, причем чем интенсивнее охлаждение потока, тем активнее происходят окислительные процессы в отработавших газах.

### **Литература**

1. К вопросу нормирования токсичности отработавших газов дизелей по окислам азота/ Н.Н.Иванченко, В.И.Смайлис, В.И.Балакин.// Повышение мощности и надежности тракторных двигателей, - Научные труды УСХА-1976. Выпуск 186.-С.86-93.
2. Агрошенко В.И., Каргин СИ. Технология азотной кислоты.-М.:Химия, 1970.- 495с.

УДК 345.67

## **КРИТЕРИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УТИЛИЗАЦИИ ОТХОДОВ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА**

**Мисун Л.В., д.т.н., профессор, Раубо В.М., к.э.н., доцент**  
*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»*  
*г. Минск, Республика Беларусь*

Республика Беларусь имеет все необходимое для интенсивного развития биоэнергетики в ближайшее годы, так как эта отрасль энергетики связывает всеядно энергетику (локальную), охрану окружающей среды (решение серьезных проблем экологии) и агропромышленное производство (создание комфортных условий жизни и труда сельских тружеников и производство высокоэффективных органических удобрений).

Современная промышленная биоэнергетика представлена следующими направлениями: прямое сжигание – получение тепловой и электрической энергии, производство биоэтанола; производство биодизельного топлива. К основным направлениям энергетической утилизации растительных отходов относятся: пиролиз, газификация, прямое сжигание, анаэробное сбраживание, позволяющие получать биотопливо. Наряду с экономическим эффектом эти методы позволяют перерабатывать и сельскохозяйственные отходы

### **Введение**

Проблема нехватки дешевого легкодоступного топлива остро стоит в современном мире. С другой стороны объемы образования промышленных отходов увеличивается с каждым годом и многие из них могут быть переработаны с получением энергии. Особое внимание следует обратить на возможности биоэнергетики в решении энергетических проблем агропромышленного комплекса.

Биоэнергетика в последние 10-15 лет стала самостоятельной отраслью энергетики. Во многих странах мира: ЕЭС, Индии, Китае, Бразилии и др. ее вклад в энергобаланс этих стран превышает вклад остальных возобновляемых источников энергии. ЕЭС к 2010 году (27 стран) планирует довести вклад биоэнергетики в общий баланс производства энергии до 12 %.

### **Основная часть**

Наличие природных ресурсов возобновляемого органического сырья в виде растительных и сельскохозяйственных отходов создают предпосылки для создания технологий по переработке этих отходов в энергетическое сырье, альтернативных топливам нефтяного происхождения. Среди отходов сельского хозяйства можно выделить солому злаковых культур, перегной крупного рогатого скота и

свиней. Среди отходов растительного происхождения – отходы лесозаготовки и деревообработки – ветки, щепа, опилки, кора и др. Актуальность проблемы заключается в малом использовании биомассы в нашей стране, несмотря на значительный энергетический потенциал этих отходов.

Пиролиз биомассы представляет собой процесс термического разложения органических соединений без доступа кислорода при температуре 500-800 градусов. Первичными продуктами пиролиза могут быть жидкость, твердое углеродистое вещество и газы в зависимости от вида и параметров процесса пиролиза, вторичными – энергия, топливо и химические продукты. В качестве основного критерия применения оборудования пиролизной переработки отходов можно выделить относительно высокую эффективность – выход жидких продуктов доходит до 75%. Неконденсированные газы могут быть использованы повторно. Они могут являться источником основной части энергии, необходимой для проведения процесса.

Технология газификации биомассы позволяет применять отходящий газ в газовых турбинах. Газификация древесных отходов обеспечивает получение топливного газа, основу которого составляет  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2$  и  $\text{N}_2$  и который может быть использован в качестве газообразного топлива в котельной, газовых турбин и двигателях внутреннего сгорания. Существует утилизация отходов на лесосеках, фермерских хозяйствах.

На сегодняшний день наиболее распространенный способ утилизации биомассы – это сжигание. Установки по сжиганию биоотходов значительно менее капиталоемки по сравнению с пиролизным или газифицированным оборудованием. Установки позволяют получать тепло, а также электроэнергию в паротурбинных установках. Этот метод практически не применим к сельскохозяйственным отходам с высокой влажностью.

Для переработки животноводческих отходов наиболее приемлема технология анаэробного сбраживания, при анаэробном сбраживании органические вещества разлагаются в отсутствие кислорода. На первом этапе сложные органические полимеры под действием бактерий разлагаются до более простых соединений: летучих жирных кислот, низших спиртов, водорода, окиси углерода и пр. на втором этапе метанобразующие бактерии превращают органические кислоты в  $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ . Данная технология позволяет получать метан, а также обеспечивает наибольшее обеззараживание остатка и устранение патогенных организмов. Данная технология позволяет утилизировать сельскохозяйственные отходы с высокой влажностью.

При выборе технологий переработки отходов следует отметить, что использование вместо нефти твердого органического сырья требует дополнительных затрат, удовлетворяющих технологии получения альтернативного топлива. Возникает необходимость в таких дополнительных стадиях, как сушка отходов, их измельчение, фракционирование и т.д.

Топливо из биомассы с экологической точки зрения имеет ряд преимуществ по сравнению с топливом, полученным из нефти. Во-первых, биотопливо практически не содержит оксидов серы. Во-вторых, в процессе пиролиза выделяется столько же углеродов, сколько биомасса поглотила из атмосферы в виде  $\text{CO}_2$ . В третьих, использование отходов биомассы снижает загрязнение стоков и подземных вод, не нарушается структура почв.

## Заключение

Выбор конкретной технологии и соответствующего технологического оборудования обуславливается следующими критериями:

1. Наличие древесных и (или) сельскохозяйственных отходов вблизи от перерабатывающей установки. Расходы на транспортировку отходов должны быть минимизированы.
  2. Экономическая обоснованность использования данной технологии: для конкретного вида отходов. Необходимо выбрать наиболее подходящий в экономическом плане метод утилизации.
  3. Соотношение количества продукта к исходному сырью или выход продукта. Необходимо учитывать тот факт, что количество топлива на выходе различно для каждого метода.
  4. Объем сырья, поступающего на переработку и скорость метода. Методы утилизации позволяют утилизировать отходы с различной скоростью. При больших объемах отходов необходимо применять высокоскоростные технологии.
  5. Конечное применение продуктов переработки. Необходимо наладить каналы поставок биотоплива и других химических продуктов, исключая создание больших складов для хранения.
  6. Экологический аспект. Каждая из технологий переработки отходов позволяет минимизировать экологический ущерб, наносимый этими отходами на окружающую среду, причем сами технологии исключают попадание вредных веществ в воздух, почву или воду.
- Данные критерии позволяют оценить и использовать наиболее эффективное технологическое оборудование для переработки отходов растительного и животноводческого происхождения.

## Литература

1. Состояние природной среды Беларуси: экол. бюл. 2008 т/Под ред. В.Ф.Логинова. - Минск, 2009. - 406 с.: табл.97,рис.120.
2. Материалы 3 Международной конференции «Сотрудничество для решения проблемных откодов», 7-8 февраля 2006 г., Харьков. - X, 2006. - 272 с.
3. А.С. Тимонин Инженерно-экологический справочник. Т.3. Калуга: Издательство Н. Бочкаревой, 2003 г.-1024с.
4. Справочник по контролю за применением средств химизации в сельском хозяйстве / Под ред.В.П. Васильева, В.Н. Кавецкого и др. - К.: Урожай, 1989. - 159 с.

УДК 631.563.9; 664.76.03; 664.724

### ОСОБЕННОСТИ ТЕМПЕРАТУРНОГО КОНТРОЛЯ ПРИ СИЛОСНОМ ХРАНЕНИИ ЗЕРНОПРОДУКТОВ

<sup>1</sup>Мерзляков А.А., <sup>2</sup>Пугачев П.М., к.т.н., Сизов О.А., к.т.н.  
<sup>1</sup>ИМАШ РАН, <sup>2</sup>ГНУ ВИМ Россельхозакадемии  
г. Москва, Российская Федерация

Рассмотрены основные научно-обоснованные положения выбора рационального количества точек контроля температуры при силосном хранении зернопродуктов и топология размещения термоподвесок в объеме силоса, что позволяет обеспечить требуемую достоверность контроля и минимизировать затраты на его реализацию.

#### Введение

Организация эффективного контроля температуры продукта (КТП) при его силосном хранении является одним из основных условий снижения потерь продукта и сохранения качества последнего, особенно при длительных сроках хранения. При этом, под эффективностью КТП, в широком смысле, понимается, прежде всего, возможность ощутимого сокращения потерь продукта или его качества при допустимых затратах на реализацию КТП. Таким образом, указанная выше задача сводится к минимизации потерь продукта при наличии КТП в силосе и, в общем случае, может рассматриваться как задача минимизации числа точек КТП в объеме силоса при допустимых потерях продукта и заданных экономических ограничениях или как задача минимизации потерь продукта при заданном количестве точек КТП. В обоих случаях необходимо решить задачу оптимизации или выбора рационального числа точек КТП в объеме силоса в вероятностной постановке.

Актуальность решения поставленной задачи обусловлена широким применением на практике современных металлических и железобетонных силосов больших диаметров, где для эффективного КТП необходимо использовать некоторое количество термоподвесок (ТП) (больше одной), распределенных по площади силоса в определенном порядке. Поскольку данный порядок изначально определяет топологическую структуру (ТС) системы КТП и все её основные технико-эксплуатационные характеристики, то научно обоснованное решение этого вопроса необходимо как для эффективной эксплуатации, так и производства требуемых систем КТП. В настоящей работе рассмотрены возможные решения поставленной задачи и даны рекомендации по выбору структуры системы КТП для различных типоразмеров силосов.

#### Основная часть

Проведенный анализ возможностей КТП в цилиндрических силосах большого диаметра показывает, что поставленная выше задача может быть решена при использовании систем КТП, имеющих регулярные ТС, которые можно условно называть структурами 1-го и 2-го типов. Структура 1-го типа содержит установленную в центре силоса (центрально) ТП и расположенные концентрически вокруг нее несколько ярусов (слоев) ТП. Число ТП в каждом следующем (от центра силоса) ярусе больше, чем в предыдущем, так что общее количество ТП в силосе возрастает при увеличении его диаметра. Количество ярусов —  $m$ , число ТП в  $i$ -ом ярусе —  $n_i$ , и общее число ТП в силосе —  $N_i(m)$  являются функциями от диаметра силоса —  $D_c$  и радиуса зоны достоверного контроля (ЗДК) ТП —  $Rk0$ . Последний параметр является функцией радиуса ЗДК датчика ТП —  $R_d$ , числа датчиков ТП —  $P$  и высоты силоса (длины ТП) —  $H_c$ , согласно [1, 2] вычисляется как:

$$Rk0(R_d, H_c) = R_d \sin[\arccos(H_c / 2PR_d)] \quad (1)$$

Из (1) следует, что поскольку априори  $Rk0 > 0$ , то условие для достоверного контроля температуры продукта при любом значении  $H_c$  можно записать в виде:

$$P > (H_c / 2R_d)$$