

2. Бохан Н. И., Николаенков А. И. и др. Расчет оборудования для воздухообменных процессов (методические указания). – Мн.: УОБГАТУ, 2003. – 22 С.

3. Жаркова Н. Н., Николаенков А. И., и др. Аналитические принципы расчета безсорбционных установок для очистки воздуха производственных участков предприятий АПК (методические указания). – Мн.: УОБГАТУ, 2003. – 22 С.

4. Николаенков А. И., Носко В. В. и др. Расчет и выбор технологий и технических решений очистки и рециркуляции воздуха свиноводческих помещений (Рекомендации). Мн.: УОБГАТУ, 2002. – 16 С.

УДК 631.17:633/635

К ОБОСНОВАНИЮ МЕТОДА ОЦЕНКИ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ БИОТОПЛИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Колос В.А., к.т.н. (ГНУ ВИМ, г. Москва), Ловкис В.Б., к.т.н., доц. (БГАТУ)

Введение

Особенности технологий получения и переработки растительной биомассы в биотопливо (БТ) с заданными физико-химическими и химмотологическими свойствами требуют обоснования и определения соответствующих показателей и критериев энергоэффективности. В действующих стандартах не регламентируется порядок и методы адекватного проведения этих процедур, а существующие научные разработки в данном направлении имеют многочисленные погрешности и недоработки.

Основная часть

Энергия растительной биомассы может извлекаться прямым сжиганием или после трансформации в гомогенизированное твердое, жидкое или газообразное БТ. Из биомассы высокой влажности (стоков, продуктов гидролиза органических остатков, различных отходов) с помощью биологических процессов выделяют биогаз, органические кислоты, спирты, растворители и т.п. Для переработки биомассы низкой влажности применяют термомеханические процессы: прессование, гранулирование, пиролиз, ферментацию, гидролиз, газификацию, каталитическую конверсию и т.д. Получают растительные масла, топливные гранулы, газообразные соединения, жидкие углеводороды, спирты, метилэфиры жирных кислот, жмыхи, древесный уголь и другие биопродукты.

Производство БТ из растительного сырья можно разделить на несколько последовательных стадий с соответствующими расходами и энергетическими характеристиками производственных ресурсов, коэффициентами выхода и энергетическими характеристиками основного и побочных продуктов, значениями потерь и отходов. Первой стадией БТ-технологии является получение исходной биомассы в виде продуктов и отходов возделывания энергетических культур, торфодобычи, лесозаготовки и деревообработки. Количество последующих стадий зависит от вида и состояния исходной биомассы, применяемых способов ее трансформации, видов и свойств получаемых продуктов. При этом переработка побочных продуктов и отходов в другие виды БТ, кормовые добавки, удобрения, химические вещества и т.п. может быть представлена в виде отдельных стадий.

Метод оценки энергоэффективности БТ-технологии должен базироваться на ресурсно-энергетических моделях, позволяющих формализовать переход энергии производственных ресурсов в энергию продуктов стадий. В соответствии с моделью I стадии (для варианта выращивания энергетических растений) в агрокосистему входят потоки природной и техногенной энергии ресурсов, а выходят потоки энергии основного продукта (например, маслосемян – исходной биомассы для производства БТ), побочного продукта (соломы), отходов и потерь. Поток прямой техногенной энергии ТЭР, расходуемых техническими средствами, обуславливает прямую энергоемкость продуктов стадии. Согласно концепции

полного жизненного цикла (ПЖЦ) ресурсов поток косвенной энергии, овеществленной в них (включая ТЭР) при производстве за пределами агроэкосистемы, также переходит на продукты стадии, формируя их косвенную энергоёмкость. Полная энергоёмкость равна сумме прямой и косвенной.

Поток природной энергии почвенных и климатических ресурсов, аккумулируемой в выращиваемых растениях в процессе фотосинтеза (при участии техногенной энергии производственных ресурсов), образует энергосодержание продуктов стадии. Основным продуктом стадии является исходным для производства основного и побочных продуктов последующей стадии, следовательно, его энергоёмкость распределяется по ним пропорционально энергосодержанию. Побочные продукты после соответствующей обработки могут использоваться на других стадиях (например, солома или пеллеты из нее – в качестве БТ для энергосредств). Потери продуктов и ресурсов учитываются на этапе разработки технологических карт стадий. Отходы подразделяются на утилизируемые и подлежащие уничтожению.

Ресурсно-энергетические модели последующих стадий БТ-технологии существенно отличаются от I стадии: агроэкосистему в них заменяет перерабатывающий цех или установка, отсутствует поток природной энергии биологических и климатических ресурсов и т.п. На заключительной стадии такие традиционные топлива, как дизельное или бензин, могут применяться в качестве компонентов БТ для придания требуемых свойств, поэтому при расчетах его энергетических показателей необходимо учитывать не только энергосодержание, но и энергоёмкость производства традиционных топлив.

Для оценки энергоэффективности стадий БТ-технологии необходимы значения ресурсоёмкости, энергоёмкости (полной и прямой) и энергосодержания продуктов и отходов. Их определение, в том числе при использовании альтернативных вариантов стадий (например, с различной урожайностью энергетической культуры), вычисление и анализ критериев энергоэффективности могут быть обеспечены системой взаимосвязанных научно-практических методик.

Уровень энергоэффективности всей БТ-технологии характеризуют энергосодержание БТ, обуславливающее мощность и топливную экономичность технических средств, и полная энергоёмкость (энергетический эквивалент) БТ, влияющий на величину топливной составляющей энергоёмкости выполняемой ими работы. Для производителя важны также данные о прямых затратах ТЭР по видам и прямой энергоёмкости БТ.

Энергосодержание является сравнительной характеристикой энергетического потенциала продуктов БТ-технологии, реализуемого при сжигании в двигателях, теплогенераторах, топках, печах и т.п. Для применяемых ТЭР и получаемых продуктов стадий этот показатель оценивается по нижней теплоте сгорания, определяемой для твердых, жидких и газообразных горючих веществ в соответствии с действующими стандартами. Прямая и полная энергоёмкость БТ рассчитывается исходя из ресурсоёмкости, энергосодержания и энергоэквивалентов ресурсов на основе их идентификации по типу, функциям, свойствам, производственным условиям и этапам ПЖЦ.

Основные ресурсы для БТ-технологий следующие: традиционные нефтяные и газовые топлива, электроэнергия, теплоэнергия (горячая вода или пар), в том числе от возобновляемых источников; семена или саженцы энергетических культур; средства химизации для их возделывания (удобрения, в том числе органические, гербициды, инсектициды, фунгициды); химические вещества и препараты (реактивы, катализаторы, коагулянты и т.п.) для переработки биомассы; мобильные и стационарные энергосредства, рабочие машины и оборудование; производственные и вспомогательные здания и сооружения; технологические материалы и комплектующие; основные, побочные продукты и отходы стадий, в том числе переработанные в другие виды ресурсов.

Функциями ресурсов в зависимости от типа являются производство и первичная обработка продуктов; хранение продуктов и других ресурсов; получение, передача, распределение, изменение параметров и свойств ресурсов и продуктов. Свойства ресурсов – технические, агротехнические, физико-химические, химмотологические (для жидких топлив), технологические, энергетические и экономические (коммерческие), а также производственные условия характеризуются параметрами и показателями, приводимыми в технологических картах стадий.

Этапы ПЖЦ ресурсов, учитываемые при определении энергоемкости производства БТ с помощью энергоэквивалентов, начинаются с добычи сырья для их производства и заканчиваются выполнением соответствующей функции. Для технических средств необходимо также учесть энергоемкость утилизации после списания (разборки, извлечения ценных металлов и материалов, восстановления годных узлов и деталей для рециклирования, вывозки и захоронения неиспользуемых и вредных отходов).

Основная цель оценки энергоэффективности БТ-технологии на стадии проектирования и производственной проверки – достижение минимальной энергоемкости и максимального энергосодержания вырабатываемого БТ. Оптимизационные расчеты должны базироваться на данных информационного поиска и анализе результатов новейших научных исследований в производстве и переработке биомассы. Это обеспечит моделирование стадий БТ-технологии из наименее энергоемких объектов и компонентов технологических операций.

Частными критериями оценки энергоэффективности являются коэффициенты энергоемкости (прямой и полной) и энергосодержания продуктов, представляющие собой соотношения значений этих показателей для альтернативных вариантов стадий. С помощью коэффициента полной энергоемкости можно также оценить соотношение энергоэквивалентов производимого БТ и замещаемого им традиционного топлива.

В качестве обобщенных критериев используются коэффициенты энергетической эффективности (КЭЭ), характеризующие соотношение энергосодержаний и энергетических эквивалентов продуктов, а также индексы энергетической эффективности (ИЭЭ), непосредственно указывающие, какой из рассматриваемых вариантов стадии предпочтительнее с позиции энергосбережения. КЭЭ и ИЭЭ всей БТ-технологии следует определять с учетом возможного энергетического использования побочных продуктов и отходов.

Для количественной оценки энергоэффективности производства БТ вычисляются значения экономии невозобновляемых ТЭР, прочих ресурсов, металлоемкости машин и оборудования, материалоемкости зданий и сооружений, а также энергозатрат (полных и прямых) рассматриваемых вариантов стадий БТ-технологии по сравнению с базовыми. Затем определяется потребность в ресурсах для производства планируемых объемов БТ.

Заключение

Изложенные в статье методические положения могут послужить основой для разработки руководящих документов по созданию, испытаниям и оценке энергоэффективности БТ-технологий в РБ и РФ.

Литература

1. Колос В.А., Сапьян Ю.Н., Курто А.П. К оценке энергетической эффективности использования биомассы в сельском хозяйстве //Агропанорама.- 2010. — № 1. — С.31-33.
2. Лисиенко В.Г. и др. Энергетический анализ. Методика и базовое информационное обеспечение. – Екатеринбург: Изд-во УГТУ-УПИ, 2001. - 100 с.
3. Колос В.А., Сапьян Ю.Н., Дашков В.Н., Ловкис В.Б. Методика расчета и минимизации энергоемкости продукции растениеводства / «Агропанорама», №4, 2007, с. 10 – 15.
4. Ксенович И.П. О движении информации, энергии и массы в жизненном цикле

артефактов. Критерий устранения избыточности (окончание) / «Приводная техника», № 6 (52), 2004, с. 2-23.

5. Миндрин А.С. Энергоэкономическая оценка сельскохозяйственной продукции – М.: Изд-во ВНИЭТУСХ, 1997. - 187 с.

6. Хафизов К.А. Пути снижения энергетических затрат на производственных процессах в сельском хозяйстве. – Казань: Изд-во КазГУ, 2007, с. 110-121.

7. Подлевских Н. Исследование тенденций мировой энергетики // Сайт инвестиционной компании «Церих Кэпитал Менеджмент». 07.2008, 18 с. / www.zerih.com.

УДК 635.21.077: 621.365

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕГО СПОСОБА КОАГУЛЯЦИИ БЕЛКОВ

Дубодел И.Б., к.т.н., доц., Кардашов П.В., к.т.н., доц. (БГАТУ)

С ростом производства животноводческой продукции увеличивается не только использование кормовых ресурсов, но повышается потребность в кормовых белках. Белковая необеспеченность в рационах сельскохозяйственных животных составляет около 20 % и отрицательно сказывается на их здоровье, снижает воспроизводительную функцию, пагубно действует на жизнеспособность приплода. решение проблемы связано с поисками новых источников белков, которыми могут служить побочные продукты перерабатывающих предприятий. ежегодно в Республике Беларусь при производстве картофельного крахмала получают до 105 тыс. тонн сока, содержащего более 3 тыс. тонн белков. аналогичная проблема возникает и при производстве сыров, творога, казеина. получаемая при переработке 900 тыс. тонн молока сыворотка, содержит 9...10 тыс. тонн белков.

Извлечь белки можно коагуляцией. Существующие способы коагуляции (тепловые, химические, электротермические) позволяют выделить не более 85 % белков при энергоёмкости 0,15...0,40 МДж/кг. Это объясняется тем, что интенсификация процессов происходит за счет энергоёмкого термического воздействия. Главным действующим фактором выступает температура. Использование химического способа, основным действующим фактором которого является рН среды, позволяет произвести процесс без затрат энергии, но уменьшает выход белков. Снизить недостатки существующих способов возможно, заменив действие химреагентов, электрохимическим действием электрического тока, что осуществимо с помощью электрокоагуляции.

Коагуляция белковосодержащих сред под действием внешнего электрического поля зависит от баланса трех энергий – межмолекулярного притяжения W_m , электростатического отталкивания $W_э$, диполь-дипольного взаимодействия частиц $W_д/1...4/$:

$$W = W_m + W_э + W_д = 16 \varepsilon_0 \varepsilon_c \left(\frac{RT}{F} \right)^2 \operatorname{th}^2 \left(\frac{\psi_0 z_i e}{4kT} \right) \cdot a \frac{e^{-\chi \cdot a(S-2)}}{S} - \\ - \frac{A}{6} \left(\frac{2}{S^2 - 4} + \frac{2}{S^2} + \ln \frac{S^2 - 4}{S^2} \right) - 4 \varepsilon_0 \varepsilon_c \left[0,5 - 3 \frac{\operatorname{ch} \left(\frac{\psi_0 z_i e}{2kT} \right) - 1}{4 \operatorname{ch} \left(\frac{\psi_0 z_i e}{2kT} \right) + \chi a} \right] \left(\frac{a}{S} \right)^3 E^2,$$

где $\varepsilon_0, \varepsilon_c$ – электрическая постоянная, Ф/м, и относительная диэлектрическая проницаемость среды; R – газовая постоянная, Дж/(моль·К); T – температура, К; F – число Фарадея, Кл/моль; ψ_0 – полный потенциал (потенциал диффузной части двойного слоя), В; z_i