

капельного орошения в течении целого столетия занимаются во многих странах мира, и, как показывает опыт, этот метод полива является одним из наиболее энергосберегающих.

Предложенные машины и оборудование, предназначенные для работы в открытом грунте, отвечают всем современным требованиям, предъявляемым к машинам данного класса стандартами «Машины и установки поливные. СТО АИСТ 11.3-2004», «Машины и установки дождевальные. СТО АИСТ 11.1-2004» и «Станции насосные передвижные. СТО АИСТ 11.2-2004», и имеют хорошие перспективы их использования в сельском хозяйстве РБ и странах СНГ для полива большинства овощных культур.

Литература

1. Переднев В.П., Забара Ю.М., Казеко В.Г. и др. Орошение овощных культур. – Мн.:РВИЦ ЦСУ БССР. 1979 - 25 с.
2. Икримов И.И. Экономические аспекты и технические возможности микроорошения. – М.: Аграрная наука 7,2004 – С. 23 - 24.
3. Авдеев Ю.И., Байрамбеков Ш.Б. Бочаров В.Н. и др. Рекомендации по возделыванию сельскохозяйственных культур при капельном орошении. – М.:ФГНУ «Росинформагротех». 2003 – 48 с.
4. Дашков В.Н., Капустин Н.Ф., Снежко Э.К. и др. Проточное устройство для фильтрации воды под капельный полив. Патент РБ на полезную модель №3101. Бюлл. №5, 2006.

УДК 631.17:635.21

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕСТНЫХ ВИДОВ ТОПЛИВА В АПК

Ловкис В.Б., Леонов А.Н., Гаель И.А. (БГАТУ),

*Фалюшин П.Л., Кожурин В.Н. (Институт проблем использования природных
ресурсов и экологии НАН Беларуси)*

С целью повышения эффективности использования местных видов топлива предполагается увеличение калорийности данных топлив за счет их совместного сжигания с высококалорийными горючими добавками в оптимальных соотношениях. При этом процентное отношение добавок подбирается в соответствии с экологическими нормами.

Введение

Одной из важнейших задач, стоящих перед энергетикой республики в настоящее время, является снижение доли импортируемых ресурсов в топливно-энергетическом балансе и соответственно увеличение доли местных видов топлива с 17% (2006) до 25% (2012) от общего потребления котельно-печного топлива, которое составляет около 27 млн.т.у.т. в год. Объем заготовки древесного топлива возрастает с 1,4 млн.т.у.т. (2006) до 3,1 млн.т.у.т. (2012), торфа – с 0,6 млн. т.у.т до 1,2 млн. т.у.т. соответственно. Кроме этих видов топлива планируется использовать в малой энергетике горючие отходы растениеводства, а также полимерные органические отходы (изношенные шины, отходы бытового полиэтилена и др.) общий ежегодный энергопотенциал которых составляет 1,2-1,5 млн. т.у.т.

Основная часть

Анализ существующих методов использования биотоплива показал, что наиболее предпочтительными являются методы термической переработки: сжигание, пиролиз и газификация. Процессы газификации и пиролиза имеют некоторые преимущества по сравнению с прямым сжиганием: уменьшается объем отходящих газов, имеется возможность использовать генераторный газ для получения других видов энергии [2].

В течение последних десяти лет для сжигания твердых топлив и горючих отходов, кроме традиционных технологий и оборудования, используют простейшие газогенераторные

установки типа Пинча, позволяющие проводить двухстадийное сжигание в тонком неподвижном слое с высоким КПД и хорошими экологическими показателями.

При этом, температура при горении генераторного газа в жаровом канале может достигать 1200 – 1300 °С, что на 100 – 300 °С выше температуры горения на колосниковой решетке. В этом заключается существенное отличие газогенераторного процесса от прямого горения топлива, КПД газификации при этом достигает 90%. Как известно, хлорсодержащие соединения – диоксиды окисляются при температуре свыше 1150 °С. В настоящее время проводятся работы по использованию в энергетике отходов растениеводства, полимерных отходов, в том числе изношенных шин автотракторной техники [4,5].

В ГНУ «Институт проблем использовании природных ресурсов и экологии НАН Беларуси» на базе газогенератора Пинча созданы газогенераторы мощностью от 30 до 1000 кВт для сжигания твердых топлив, разработана технология и оборудование для совместного сжигания торфа (или сопрапеля) и горючих органических отходов. Сущность этого способа заключается в том, что при совместном сжигании, например, торфа и изношенных автопокрышек образующийся диоксид серы связывается золой торфа с образованием сульфата кальция ($\text{CaO} + \text{SO}_2 + 0,5\text{O}_2 \rightarrow \text{CaSO}_4$), что приводит к значительному снижению выбросов летучих соединений серы в атмосферу. Отметим, что при совместном сжигании с торфом наблюдается полное сгорание кусков изношенных шин, в том числе технического углерода – сажи; каждый процент добавки изношенных шин к торфу повышает теплоту сгорания топлива на 210 кДж/кг.

При газификации смесей ржаной соломы с кальций содержащими соединениями возможно связывание хлора в нейтральные соединения (CaCl_2) и снижение выбросов вредных веществ.

В настоящее время в УО БГАТУ разрабатывается технология по совместному сжиганию растительных отходов биомассы и горючих отходов (полиэтилена бытового и измельченных шин), целью которых является увеличение эффективности процесса горения.

Задачей предложенной технологии является по возможности увеличение температуры получаемого генераторного газа до температуры идеального и выше.

С целью определения путей повышения энергоэффективности газогенераторных установок за счет совместного сжигания основного топлива и горючих отходов была рассмотрена методика расчета теплоты сгорания получаемого генераторного газа. Очевидно, что для повышения температуры выходящего газа, и увеличения эффективности всего процесса, целесообразно при выборе качественного и количественного состава топлива принимать за основу топливо с более высокой теплотворной способностью. При этом следует учитывать и влияние сжигаемых продуктов на окружающую среду [6].

Таким образом, основой для совместного сжигания различных видов растительных и бытовых отходов является повышение теплоты сгорания исходного топлива и генераторного газа.

При совместном сжигании теплотворность смеси определяется по формуле:

$$Q_H^P = q_1 \cdot Q_{H1}^P + q_2 \cdot Q_{H2}^P \quad (\text{МДж/кг}) \quad (1)$$

где $q_{1,2}$ – весовая доля, соответственно первого и второго топлива;

$Q_{H1,2}^P$ – теплотворности первого и второго топлив, ккал/кг.

Рассмотрим в качестве примера смесь топлива: в качестве основного топлива принимаем ржаную солому с влажностью 10%, при этом ее теплотворная способность – 16,7 МДж/кг, в качестве добавки примем изношенный полиэтилен с теплотворной способностью порядка 47 МДж/кг. Процентный состав смеси топлива: 80% и 20% соответственно. Таким образом, получаем:

$$Q_H^P = 0,8 \cdot 16,7 + 0,2 \cdot 47 = 13,4 + 9,4 = 22,8 \quad (\text{МДж/кг})$$

Из расчетов видно, что данное решение совместного сжигания позволит увеличить выход энергии и тем самым повысить эффективность процесса газификации [7].

Калориметрическая температура горения, т.е. максимальная температура, развиваемая при полном сгорании топлива без учета потерь тепла, $t_{\text{кал}}$ может быть подсчитана из уравнения теплового баланса процесса горения:

$$Q_H^p = t_{\text{кал}} (V_1 C_1 + V_2 C_2), \quad (2)$$

Отсюда:

$$t_{\text{кал}} = \frac{Q_H^p}{V_1 C_1 + V_2 C_2} \quad (3)$$

где Q_H^p - низшая теплотворная способность рабочего топлива, ккал/кг;

V_1 - объем продуктов сгорания твердого топлива, м^3 ;

C_1 - средневзвешенная теплоемкость не разбавленных воздухом продуктов горения, ккал/ м^3 (значения в табл. 202 [7]);

V_2 - объем избыточного воздуха, разбавляющего продукты горения м^3 на 1 кг топлива;

C_2 - теплоемкость воздуха, ккал/ м^3 (значения в табл. 202 [7]);

На основании предложенных методик и теоретических предпосылок составлена аналитическая модель процесса горения топлива. Для построения и анализа регрессионной модели использованы следующие данные: основа топлива, горючие компоненты и их процентное содержание (%), подача топлива (кг).

Таблица 1- Значение уровней и интервалов варьирования

Фактор	Уровни	
	Натуральные	Нормированные
X1(0) X1(1)– основа	солома	+1 0
	опилки	0 +1
	торф	-1 -1
X2– наполнитель	полиэтилен	-1
	резина	+1
X3– подача	5 кг	-1
	7 кг	+1
X4– концентрация	0%	-1
	5%	-1/3
	10%	+1/3
	15%	+1

В качестве входных параметров определены: состав топлива, а именно, добавление к основным видам местного топлива (опилок, ржаной соломы и торфа) горючих отходов: бытового полиэтилена (в соотношениях 5%;10%;15%) и покрышек шин в таких же процентных соотношениях. В качестве выходного параметра принята температура горения генераторных газов в жаровом канале. Согласно составленному уравнению регрессии были просчитаны статистические коэффициенты регрессии. Анализ полученных коэффициентов показывает, что наибольшее влияние на параметр оптимизации оказывают факторы X1, X3 и X4. Значимы также практически все парные взаимодействия факторов и тройное взаимодействие, соответствующее взаимодействию состава горючей смеси с концентрацией.

В регрессионную модель включены все линейные эффекты факторов, квадратичный эффект фактора X4, парные и тройные взаимодействия всех факторов.

$$Y = 877,5 + 216,5x_1(0) - 96,7x_1(1) + 15,1x_2 - 119,7x_3 + 94,6x_4 - 13,7x_4^2 - 20x_1(1) \cdot x_2 - 26,8x_1(1) \cdot x_2 - 35,3x_1(0) \cdot x_3 + 20,5x_1(1) \cdot x_3 - 4,8x_3 \cdot x_4 + 38,6x_1(1) \cdot x_4 + 14,5x_2 \cdot x_4 - 20,8x_1(0) \cdot x_2 \cdot x_4 - 20,4x_1(1) \cdot x_2 \cdot x_4$$

Анализ уравнения регрессии показывает следующее: наилучшей основой является солома; подача топлива по 5 кг эффективнее, чем по 7 кг; возрастание концентрации также

положительно влияет на рост температуры.

Таким образом, стало возможным определение теоретической температуры горения генераторного газа в жаровом канале для каждой из предполагаемой смеси топлива совместно с горючими отходами.

Выводы

На основании всех теоретических предпосылок проведен эксперимент по испытанию технологии сжигания местных видов топлива совместно с горючими отходами. В результате были получены следующие результаты: температура горения генераторного газа в жаровой трубе в зависимости от вида и условий сжигания топлива достигла порядка 980 °С; дымовых отходящих газов - 180 °С. Экологические показатели процесса при этом соответствовали принятым нормам. При сжигании смеси топлива с соломой наблюдалось зависание, что отрицательно сказывается на процессе газификации.

Таким образом, результаты эксперимента подтвердили увеличение температуры факела горения газа в жаровом канале на 100-150 С °. На 20–30 % повышается теплота сгорания генераторного газа, полученного из смеси топлив с полимерными отходами по сравнению с горением обычного топлива без добавок органических горючих отходов. Соответственно, увеличивается мощность газогенераторной установки. Совместное сжигание растительной биомассы и полимерных отходов в оптимальном соотношении позволит увеличить эффективность процесса газификации.

В ГНУ ИПИПРЭ НАН Беларуси и БГАТУ предложены новые технические решения по усовершенствованию отдельных узлов газогенераторов – камеры газификации, колосниковой решетки и рассекателя топлива, системы подачи топлива в камеру газификации с учетом качественных характеристик используемого топлива, что позволило интенсифицировать процесс газообразования и улучшить эксплуатационные показатели газогенераторов [8].

Литература

1. Левченко С.А. Возможности применения нетрадиционных источников энергии в Беларуси. – НАНБ, 1998.
2. Соловьев В.Н., Бида Л.А. Отработка элементов газификации местных видов топлива органических отходов в обращенном режиме. - Минск, 2003.
3. Поспелова Т.Г., Основы энергосбережения.-Мн: УП Технопринт, 2000.
4. Пат. РБ 1732. Газогенератор для твердого топлива, Лиштван И.И., Нашкевич И.С., Фалюшин П.Л. и др.; Заявл.27.02.1995; Оpubл. 30.03. 1997.
5. Пат. РБ 5032. Газогенератор для отходов растениеводства. Бохан Н.И., Фалюшин П.Л., Буслов А.В. и др.; Заявл. 11.05.1999; Оpubл.14.11.2002.
6. Равич М.Б. Топливо и эффективность его использования.- М.: Изд. «Наука», 1971.
7. Равич М.Б. Упрощенная методика теплотехнических расчетов. -М.: Изд. «Наука»,
8. Пат. РБ 3972. Газогенератор для твердого топлива, Ловкис В.Б. , Мелешенко Б.А., Гаель И.А. Фалюшин П.Л. и др., Заявл.08.01.2007; Оpubл. 04.12.2007.

УДК 631.17:635.21

ОЦЕНКА ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА СУШКИ ЗЕРНА С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕСТНЫХ ТОПЛИВ

Ловкис В.Б. (БГАТУ), Колос В.А., Сапьян Ю.Н. (ВИМ, г. Москва)

Изложен системный подход по определению энергоемкости процесса сушки с использованием местного и традиционного (жидкого нефтяного) топлива. Полученное выражение для оценки энергетической эффективности сушки зерна позволяет выполнять анализ целесообразности перехода на местное топливо с позиции энергосбережения.