

ДОЗИРОВАНИЕ ПАРОВОЗДУШНОГО И ПАРОКИСЛОРОДНОГО ДУТЬЯ В ГАЗОГЕНЕРАТОРАХ ПЛОТНОГО СЛОЯ

удельных капитальных затрат на строительство новых энергетических мощностей является положительным моментом для реализации подобных проектов. Применение обогащенного кислородом ПВД является очередным этапом эволюции производства газа в газогенераторах плотного слоя и спутного потока.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Загрудинов, Р.Ш. Исследование технологического режима газогенераторов Лурги при парокислородной газификации углей под давлением / Автореф. дис. ... канд. тех. наук, АлтГТУ. – Барнаул, 2008. – 24 с.

2. Загрудинов, Р.Ш. Показатели работы газогенераторов плотного слоя Лурги при парокислородном и паровоздушном дутье / Р.Ш. Загрудинов, А.Н. Нагорнов, П.К. Сеначин, С.Н. Шитова // Ползуновский вестник, 2008.- № 4.– С. 28-33.

3. Загрудинов, Р.Ш. Анализ работы газогенераторов Лурги при парокислородном и паровоздушном дутье / Р.Ш. Загрудинов, А.Н. Нагорнов, С.Н. Шитова, П.К. Сеначин // Всероссийский семинар кафедр вузов по теплофизике и теплоэнергетике: Тезисы докладов / Ин-т теплофизики

им. С.С.Кутателадзе СО РАН, Сибирский федеральный ун-т, г. Красноярск, 13-15 мая 2009 г.- Новосибирск: ИТ СО РАН, 2009.- С. 36.

4. Илек Яромир. Новые способы газификации топлива кислородом / Яромир Илек.- Пер. с чеш. А.А. Жукова. Ред. Н.В. Шишаков.- М.: Гостоптехиздат, 1957.- 363 с.

5. Альтшулер, В.С. Новые процессы газификации твёрдого топлива / В.С. Альтшулер // М.: «Недра», 1976.- 280 с.

6. Хопта, Г.Н. Газификация бурых углей Сибири на паровоздушном дутье обогащённым кислородом под давлением / Г.Н. Хопта // Газовая промышленность, 1959.- № 1.- С. 11-16.

7. Равич, М.Б. Тепловые балансы газогенераторов / М.Б. Равич.- М.: Гостоптехиздат, 1957.- 144 с.

Загрудинов Р.Ш., к.т.н.
ЗАО «СУЗМК-ЭНЕРГО», Среднеуральск,
E-mail: ravzag@yandex.ru

Мальхин Д.Г., аспирант
Сеначин П.К., д.т.н., проф.
Алтайский государственный технический
университет им. И.И.Ползунова, Барнаул
E-mail: senachinpk@mail.ru

УДК 621.181.12.001

ОЦЕНКА ДОЛИ ЗЕЛеной ЭНЕРГИИ ПРИ СЖИГАНИИ БИОМАССЫ

В.А. Голубев, Е.М. Пузырев, М.Е. Пузырев

Рассмотрены особенности вовлечения растительных отходов в топливный баланс предприятий и вопросы учета доли «зеленой» энергии при совместном сжигании биомассы с энергетическими топливами, влияние влажности и других факторов. Оценка доли биомассы наиболее важна, так как связана с её закупкой. Предложено определять долю «зеленой» энергии через параметр b , на основе газового анализа уходящих дымовых газов.

Ключевые слова: зеленая энергия, биомасса, сжигание, совместное сжигание.

При современном уровне и масштабах материального потребления значение фактора полноты использования и вовлечения в общественное производство вторичных материальных ресурсов имеет первостепенное значение. Роль этого фактора особенно велика при оценке экономической эффективности в различных отраслях. Комплексное использование сырья и отходов важно еще и потому, что оно связано с решением проблемы создания безотходных и экологически чистых промышленных технологий.

Несмотря на низкую стоимость угля в сравнении с природным газом, при его сжигании образуются в больших количествах твердые и газообразные выбросы. В большинстве

стран действуют жесткие требования к уровню выбросов, допустимых при сжигании угля. В странах ЕС применяются жесткие штрафные санкции к ТЭЦ, превышающим нормы (вплоть до 50 евро за каждый выработанный мегаватт электроэнергии в час). Выход из этой ситуации - использование различных фильтров (например, электрофильтров) и каталитических систем, которые весьма дороги. Зола, которая образуется при сжигании угля, в ряде случаев может быть использована в строительной индустрии. Но есть проблема, удаление золы происходит в большинстве случаев методом гидрозолоудаления, что затрудняет ее погрузку для транспортировки и дальнейшего использования.

Одной из современных технологий, обеспечивающих значительное сокращение выбросов, является совместное сжигание углей и твердых видов топлива из растительной биомассы (древесины, отходов АПК, соломы, лузги подсолнечника и других культур).

Вовлечение растительных отходов в топливный баланс имеет несколько аспектов [1]. При этом оценка доли «зеленой» энергии при совместном сжигании биомассы с энергетическим топливом относится к числу наиболее важных, так как связана с её оплатой. Так в странах ЕС стоимость «зеленой» энергии примерно в три раза выше цены энергии, полученной традиционно, сб) Загрудтинов Р.Ш., Малыхин Д.Г., Сеначин П.К.

Дозирование паровоздушного и парокислородного дутья в газогенераторах плотного слоя.....34

использованием не возобновляемого ископаемого топлива.

Использование биомассы и растительных отходов в топливном балансе предприятий и хозяйств стран ЕС дотируется, так как данная технология является CO₂ нейтральной и снижает выбросы золы и вредных оксидов, NO_x и SO₂. В итоге биомасса снижает парниковый эффект, а так же способствует улучшению экологической обстановки и экономии энергетического топлива.

Наиболее эффективно и с малыми затратами возможно использование биотоплив в существующих котлах, совместно с расчетным топливом: углем и возможно природным газом и жидким топливом. Типично можно подать и без заметных нарушений существующего топочного процесса использовать незначительную долю биомассы [1, 2], в несколько процентов.

В связи с низкой насыпной плотностью и калорийностью, объем, и массовый расход подаваемой биомассы при этом может превышать характеристики потока основного топлива, и её учет может представлять значительные трудности. Кроме того, влажность W_{гi}, являющаяся балластной составляющей (особенно высока её доля в составе растительных отходах - до 70-75%), может существенно обесценить качество биотоплива (рис.1). и его теплоту сгорания Q_н^p в сравнении с теплотой сгорания сухой массы Q_н^c (в кДж/кг (1) или в ккал/кг (1.1)):

$$Q_{н}^p = Q_{н}^c (100 - W^p) / 100 - 25,2W^p, \quad (1)$$

$$Q_{н}^p = Q_{н}^c (100 - W^p) / 100 - 6W^p. \quad (1.1)$$

Таким образом, замена даже небольшой доли энергетических ресурсов биомассой связана с необходимостью переработки и

контроля по объёму (массе) влажности и теплоте сгорания больших потоков отходов. Например, для замены 1 т.у.т. (одна тонна условного топлива, эквивалентна 7 Гкал тепла) требуется 4,26т опилок с влажностью W^p=50% или примерно V=12,2 м³ при их насыпной плотности ρ_{нас}≈350 кг/м³.

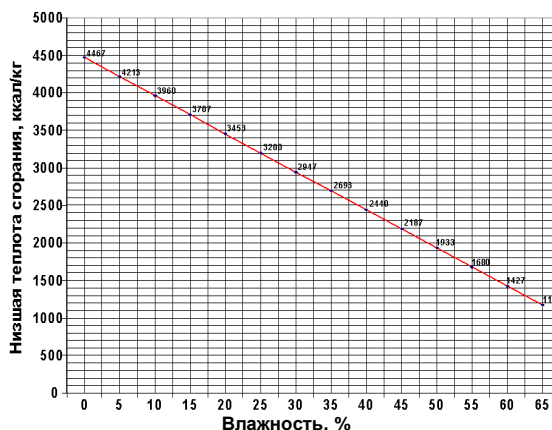


Рисунок 1 - Влияние влажности древесных отходов на их низшую теплоту сгорания

Для решения указанной проблемы, определения доли тепла вносимой в топочный процесс биомассой предлагается использовать типовой контроль продуктов сгорания. Предложение основывается на использовании параметра β, введенного ранее Хазмаляном Д.М. [2] для характеристики свойств топлив. Коэффициент β зависит только от элементного химического состава топлива и является важной его характеристикой.

Физический смысл коэффициента β в том, что он показывает отношение расхода кислорода воздуха на окисление свободного водорода топлива (то есть водорода топлива H^p, за исключением его части связанной с кислородом топлива O^p) к расходу кислорода ушедшего на образование трехатомных газов (CO₂ и SO₂) при полном сгорании топлива

$$b = 2,35 \cdot \frac{H^p - 0,126O^p}{C^p + 0,375S_{op+K}^p}. \quad (2)$$

Энергетическое топливо, например, уголь, природный газ, поставляемое на станцию или котельную всегда известно по месторождению и имеет определенный усредненный элементный состав. Типично, для угля коэффициент β может принимать значение от 0,073 до 0,143. Природные газы состоят преимущественно из метана. Метан имеет

коэффициент $\beta = 0,788$. Для мазута и дизельного топлива $\beta = 0,3$. Древесина и растительные отходы в значительной мере переокислены и хотя имеют схожий элементарный состав коэффициент β для них мал и заметно отличается, $\beta = 0,03-0,031$. Для каждого конкретного топлива коэффициент β может быть уточнен. Используя эти значения для основного β_1 и биотоплива β_2 , можно в зависимости от доли биотоплива D вычислить параметр и для смеси топлив. На рисунках 2 и 3 для примера приведены графики в вариантах сжигания древесного топлива с углем и природным газом.

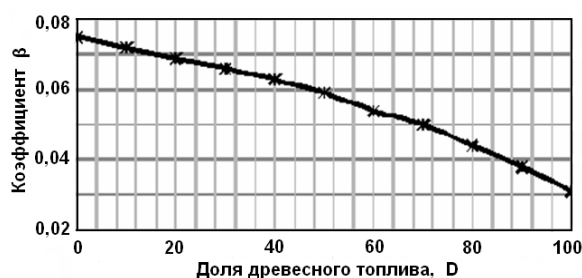


Рисунок 2 - Зависимость значения коэффициента b от доли D древесного топлива $b_2=0,03$ при совместном сжигании с бурым углем $b^1=0,073$

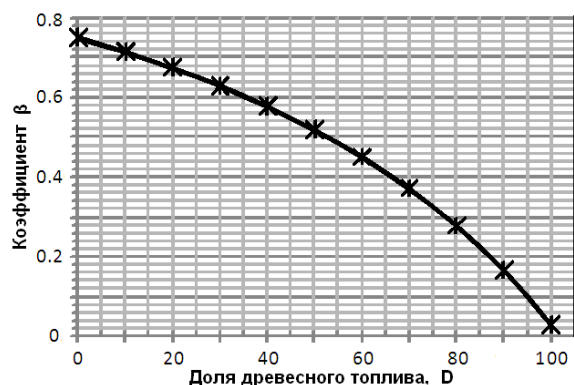


Рисунок 3 - Зависимость коэффициента b от доли древесного топлива D при совместном сжигании с газом

С другой стороны поэлементный состав топлива детерминирует состав образующихся при сгорании топлива дымовых газов и может быть определен и восстановлен на основе типового анализа состава дымовых газов: CO_2 – углекислый газ, $RO_2=CO_2+SO_2$ – двухатомные газы, CO – угарный газ, O_2 – кислород. На сегодня для мониторинга выбросов в ТЭЦ и котельных в них устанавли-

ваются на каждом из котлов системы газового и теплофизического анализа отходящих дымовых газов. При помощи данных, получаемых от этих систем не трудно определить температуру, температуру точки росы, давление, состав газов и рассчитать, обратная задача, коэффициент β для используемого топлива или смеси топлив в каждый момент реального времени по выражению:

$$b = \frac{21 - 0,605CO - RO_2 - O_2}{CO + RO_2} \quad (3)$$

Сопоставляя значения β , полученные по элементному составу каждого вида топлива в смеси, $\beta_1, \beta_2, \beta_3$ и т.д. и вычисленные по газовому анализу $\beta_{см}$ можно определить пропорциональное соотношение топлив в смеси. Наиболее просты вычисления для доли D биотоплива с характеристикой β_2 в бинарной смеси с использованием графиков, типа приведенных на рисунках 2 и 3.

Более полно и подробно эффект применения биомассы должен определяться комплексно, а не только на основе обработки данных текущего газового анализа.

Предлагается оценивать эффект применения биомассы с помощью компьютера щита управления ТЭЦ или котельной эффект (путем использования соответствующего программного обеспечения) с учетом вредных выбросов, нагрузки котла, температуры и потерь тепла в уходящих дымовых газах и недожога топлива (химического q_3 и механического q_4).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пугач, Л.И. Нетрадиционная энергетика - возобновляемые источники, использование биомассы, термохимическая подготовка, экологические аспекты / Л.И. Пугач, Ф.А. Серант, Д.Ф. Серант.- Новосибирск.: Изд-во НГТУ, 2006.- 347 с.
2. Хзмалян, Д.М. Об основном уравнении горения / Д.М. Хзмалян // Доклады МЭИ.- М.: Изд-во МЭИ, 1967.
3. Биомасса как источник энергии / Пер. с англ.; под ред. С. Соуфера, О. Заборских.- М.: Мир, 1985.

Голубев В.А., инженер
Пузырев Е.М., д.т.н., доц.
Пузырев М.Е., инженер
 ООО «ПроЭнергоМаш-Проект»,
 Барнаул 656037, просп. Калинина, 57
 тел. (3852)398707, 227130,
 E-mail: pem-energo@list.ru