

ГАЗОГЕНЕРАТОРНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ГЕНЕРАТОРНЫХ ГАЗОВ ИЗ ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ

С. В. Болдин, к.т.н., доцент Нижегородского государственного архитектурно-строительного университета;

Н. Т. Пузиков, к.т.н., доцент кафедры «Механика», Нижегородский государственный инженерно-экономический институт

Аннотация. В условиях возрастающего потребления энергоресурсов углеродосодержащие отходы можно рассматривать как дополнительный сырьевой источник энергии. Вовлечение отходов в хозяйственный оборот может обеспечить крупные регионы страны относительно дешевыми энергетическими ресурсами. Решить эту задачу можно путём внедрения в регионах России самокупаемой промышленной газификации твердых отходов с получением горючего генераторного газа в газогенераторных установках. Важным условием самокупаемости такой переработки отходов является интеграция газогенераторных установок в структуры производства на территории предприятий, особенно в сельской местности, в лесных зонах, где имеются древесные отходы.

GASGENERATOR INSTALLATION FOR MANUFACTURE OF GENERATING GASES FROM WOOD WASTE

S. V. Boldin, the candidate of technical sciences, the docent, the Nizhniy Novgorod state architecturally-building University;

N. T. Puzikov, the candidate of technical sciences, the docent of the chair "Mechanics", the Nizhniy Novgorod state engineering-economic Institute

Annotation. In conditions of increasing consumption of power resources carbonized waste can be considered as an additional raw energy source. Involving of waste in economic circulation can provide large regions of the country with rather cheap power resources. To solve this problem it is possible by introduction in regions of Russia of self-supporting industrial gasification of firm waste with reception of combustible generating gas in gasgenerator installations. The important condition of self-support of such processing of waste is integration газогенераторных installations in structures of manufacture in territory of the enterprises, especially in countryside, in wood zones where there are wood waste.

Экспериментальная установка состоит из газогенератора, скруббера, вентилятора, подводящих трубопроводов и предназначена для переработки измельченной древесины с целью получения генераторного газа, используемого для производства электрической и тепловой энергий.

Корпус газогенератора изготовлен в виде цилиндра из листовой стали, сваренной в местах стыка. К корпусу в нижней части приварено днище, а в верхней части – соединительный фланец. На соединительный фланец корпуса установлен и закреплен болтами на асбестовых прокладках внутренний цилиндр с крышкой. Верхняя часть внутреннего цилиндра выполняет роль загрузочного бункера, нижняя – камеры горения. В средней части корпуса камеры горения расположено по окружности двадцать фурм для подвода воздуха. Колосниковая решет-ка, расположенная в нижней части корпуса газогенератора, поддерживает слой раскаленного угля под камерой горения. Зола через колосниковую решетку проваливается в зольную камеру и удаляется. Для отбора газа в верхней части корпуса газогенератора приварен

патрубок, к которому присоединен газоотводящий трубопровод. При таком расположении патрубка газ, отсасываемый из зоны восстановления, проходит по кольцевой полости, образованной стенками корпуса и бункера, обогревая бункер и улучшая в нем подсушку топлива, а сам при этом частично охлаждается до $400 - 500^{\circ}\text{C}$. Дальнейшее охлаждение газа до $20 - 30^{\circ}\text{C}$ и очистка происходит в скруббере, в котором реализован теплообмен контактного типа.

Металлическая часть газогенератора, отходящие трубопроводы изготовлены из жаропрочной и кислотоустойчивой стали.

Были проведены серии испытаний с работой вентилятора на наддув. При этом вентилятор крепился на корпусе генератора в районе коллектора фурм (рис. 1). Работа вентилятора на наддув позволяет использовать генераторный газ для сжигания в топке котла. При этом необходимость охлаждения газа в скруббере отпадает, однако, для отладки режимов работы скруббер был оставлен в схеме.



Рис. 1. Вид газогенераторной установки (без теплоизоляции) с размещением вентилятора на наддув

При использовании генераторного газа для питания двигателя внутреннего сгорания, необходимо провести

глубокое охлаждение газа и очистку его от твёрдых продуктов сгорания и смолы.

Так же были выполнены серии испытаний с работой вентилятора на разряжение. При этом вентилятор устанавливался после скруббера (рис. 2).



Рис. 2. Вид газогенераторной установки (с теплоизоляцией) с размещением вытяжного вентилятора на разряжение

Подсушенная до влажности 15 – 30 % древесная щепа с помощью дозирующего загрузочного устройства порционно поступает в газогенератор, где подвергается быстрому высокотемпературному нагреву и разложению с образованием паров органических веществ, воды, газообразных продуктов (CO_2 ; C_nH_m ; CO ; H_2 ; CH_4) и древесноугольного карбонизата.

В работающем газогенераторе все внутреннее его пространство можно разбить на четыре зоны: подсушки топлива, сухой перегонки, горения и восстановления.

Зона подсушки топлива расположена в верхней части бункера; температура в ней при работающем газогенераторе равна 150 – 200 °С. При этой температуре топливо, находящееся в этой зоне, подвергается

предварительной подсушке, и из него испаряется часть влаги.

Зона сухой перегонки расположена в средней части бункера до камеры горения. Температура в этой зоне равна 300 – 500 °С, и топливо, поступающее из зоны подсушки, подвергается сухой перегонке, т.е. сильному подогреву без доступа воздуха. Топливо обугливается, и из него выделяются смолы, кислоты и другие продукты сухой перегонки.

Зона горения расположена на уровне фурм. Поступающее в зону горения обугленное топливо и продукты сухой перегонки его при наличии достаточного количества кислорода, подводимого с воздухом через фурмы, сгорают. Температура в зоне горения достигает 1100 – 1300 °С. При сгорании топлива кислород воздуха соединяется с углеродом топлива, и образуется негорючий углекислый газ.

Зона восстановления расположена между зоной горения и колосниковой решеткой. В этой зоне находится раскаленный уголь, поступающий сюда из зоны горения. Температура в зоне восстановления достигает 900 – 1100 °С.

Углекислый газ, получаемый в зоне горения, проходит через слой раскаленного угля зоны восстановления, соединяется с частицами углерода и восстанавливается в горючий газ – окись углерода.

Просасываемые через зоны горения и восстановления смолы и пары воды под действием высокой температуры разлагаются и частично сгорают, образуя различные газы. В результате газификации твердого топлива получается генераторный газ, представляющий собой смесь различных газов, основными горючими частями которого являются окись углерода и водород.

Генераторный газ, образующийся при газификации, смешивается с продуктами термического разложения древесных отходов, и выводится из газогенератора в скруббер, где очищается от примесей и охлаждается до 30 °С. Полученный в экспериментальной установке генераторный газ после системы охлаждения и очистки от органических веществ и угольных частиц в скруббере направлялся в сопловой аппарат и сжигался. Газ горел стабильно бесцветным пламенем, выход смолы не наблюдался (рис.3).



Рис. 3 Факел горения генераторного газа

В дальнейшем предполагается использовать генераторный газ для работы двигателя - генератора, вырабатывающего электроэнергию, серийно выпускаемого на базе двигателя ЯМЗ-238. Для сушки сырья возможно использование тепла выхлопных газов ДВС.

В экспериментальной установке в качестве топлива использовалась древесная щепа (влажность 15 – 30 %) размером 10 – 40 мм.

Испытания проводились с загрузкой 150 кг топлива.

В результате испытаний были достигнуты следующие параметры технологического процесса:

- температура газа на выходе из газогенератора – 300 – 470 °С.

- температура газа после системы охлаждения – 30 °С.

- расход генераторного газа (при температуре 30 °С) – 350 – 400 м³/час.

Были взяты пробы генераторного газа после скруббера для лабораторного анализа его состава и рассчитана теплотворная способность, результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1

| Температура газа после генератора., °С | Характеристика генераторного газа | | | | | Низшая теплота сгорания газа, Q _н , МДж/кг |
|--|-----------------------------------|-----------------|------|----------------|-------------|---|
| | Состав генераторного газа, % | | | | | |
| | H ₂ | CH ₄ | CO | O ₂ | прочие газы | |
| 310 | 17,58 | 4,0 | 14,4 | 1,98 | 62,04 | 5,15 |
| 370 | 11,5 | 0,8 | 9,2 | 1,6 | 76,9 | 2,69 |
| 420 | 10,7 | 0,4 | 17,3 | 1,4 | 70,2 | 3,48 |

Дальнейшие экспериментальные исследования направлены на изучение факторов, влияющих на теплотворную способность генераторного газа.

Список литературы

1. Лаврентьев, Н. А. К вопросу об использовании генераторного газа / Н. А. Лаврентьев, Д. Д. Жуков // Успехи современного естествознания. – 2008. – № 4 – С. 82 – 84

2. Теплоэнергетические основы промышленной слоевой газификации растительной биомассы, Сергеев В. В., автореф. докторской диссертации, СПб, 2009 г., 32 с.

3. Биоэнергия: технология, термодинамика.

Издержки. Д. Бойлз, М., Агропромиздат, 1987 г., 187 с.

4. Цивенкова, Н. В. Дрова – автомобильное топливо будущего / Н. В. Цивенкова, А. А. Самылин. Леспроминформ № 4 (26) – 2009.

5. Бохан, Н. И. Газогенераторы / Н. И. Бохан, В. Б. Ловкис, В. В. Носко, Н. И. Фалюшин, Журнал «Новости теплоснабжения», № 08 (48), август 2004

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОГАЗА В КОГЕНЕРАЦИОННЫХ УСТАНОВКАХ

С. В. Болдин, к.т.н., доцент Нижегородского государственного архитектурно-строительного университета;

Н. Т. Пузиков, к.т.н., доцент кафедры «Механика» Нижегородского государственного инженерно-экономического института

Аннотация. В последние годы в связи с удорожанием традиционных видов топлива – природного газа, нефти и др. все большее внимание привлекают нетрадиционные источники энергии: солнечное излучение, морские приливы и многое другое.

ENERGY CONSERVATION TECHNOLOGIES OF USE OF BIOGAS IN CO-GENERATION INSTALLATIONS

S. V. Boldin, the candidate of technical sciences, the docent, the Nizhniy Novgorod state architecturally-building University;

N. T. Puzikov, the candidate of technical sciences, the docent of the chair «Mechanics», the Nizhniy Novgorod state engineering-economic Institute