
УДК 608.1

М.А. Гилязов, магистр, машинист паровых турбин 5разряда,
АО «Красноярская ТЭЦ-1»,
г.Красноярск

**РАЗРАБОТКА РАСЧЕТНОЙ МОДЕЛИ ПАРОВОЙ ГАЗИФИКАЦИИ
БУРОГО УГЛЯ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СИНТЕТИЧЕСКИХ ТОПЛИВ**

Одним из способов решения экологических проблем является переход к другим альтернативным методам переработки твердого топлива, которые способны отвечать повышенным требованиям экологических стандартов.

Перспективным методом теплоэнергетической переработки угля является, газификация угля – это промышленный термический реакционный процесс, высокотемпературная конверсия (химическое превращение, частичное окисление) твердого углеродсодержащего вещества с целью получения продуктов реакции – горючей газовой смеси (оксид углерода, водород, азот, диоксид углерода и небольшие количества углеводородов).

В сравнении с традиционными способами сжигания твердого топлива, газификация угля является одним из самых экологически чистых способов переработки угля. Она позволяет не только осуществить экологически чистое двухстадийное сжигание низкокачественных твердых топлив, но и использовать горячие продукты сгорания генераторного газа непосредственно для привода газовых турбин и двигателей внешнего сгорания.

Технология паровой газификации является одной из наиболее эффективных технологий газификации твердых топлив, это связано с тем, что получаемый синтез-газ имеет достаточно большую теплоту сгорания в сравнении с другими технологиями газификации, это происходит за счет введения в процесс дополнительных горючих компонентов в виде водорода, монооксида углерода и кислорода.

Все натурные эксперименты, которые проводятся для улучшения процессов газификации затратные с точки зрения финансовой составляющей. В связи с этим появляется необходимость в разработке математических моделей газификации твердых топлив, которые позволяют достаточно эффективно модернизировать технологии и техническое обеспечение технологических процессов.

Процесс газификации хорошо подвергается математическому моделированию, благодаря чему, появляется возможность смоделировать процесс паровой газификации, не принимая во внимание дороговизну и сложность реализации процесса на экспериментальных установках и лабораторных стендах.

В ходе работы была использована расчетная математическая модель, разработанная на базе программного комплекса «ANSYS Fluent CFD», которая наиболее точно имитирует процесс обычной и паровой газификации, и так же является универсальным инструментом для моделирования процесса газификации с учетом меняющихся входных и выходных параметров.

Установка представляет собой камеру газификации с предвключёнными двумя камерами сгорания (рис. 1.).

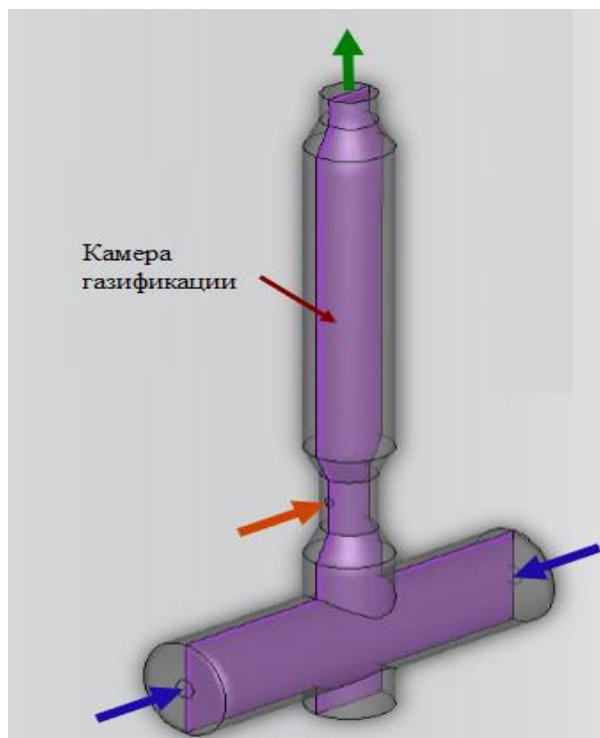


Рис.1. Схема газификатора

В камере сгорания расположены две горелки, они обозначены синими стрелками, на эти горелки подавалась угольная пыль, во вторичную горелку, которая обозначена красной стрелкой, подавалась угольная пыль и вода в виде спрея.

Было проведено два варианта расчета, которые отличались друг от друга количеством пара подаваемым на газификацию через вторичную горелку, это было сделано с целью исследования возможности увеличения теплотворной способности конечно продукта т.е. синтез-газа, поскольку минусом данного процесса является низкая теплота сгорания топлива.

В первом эксперименте в камеру сгорания, на каждую из двух горелок подавалась угольная пыль с расходом 8,84 кг/с и температурой угольной пыли 27 °С, вода в виде спрея с расходом 3,6 кг/с и температурой 27°С, и 95% кислород с расходом 10,6 кг/с., во вторичную горелку подавалась

угольная пыль с расходом 6,1 кг/с и температурой 27 °С и пар с расходом 4,1 кг/с и температурой 527°С.

Во втором эксперименте был изменен расход пара во вторичной горелке, который был увеличен в два раза и составлял 8,2 кг/с с такими же входными параметрами через две основные горелки, как и в первом эксперименте.

На рис. 2. показаны графики сравнения первого и второго экспериментов, отображающих зависимость содержания CH_4 , CO_2 , H_2 , CO в синтез газе, от расхода пара подаваемого в камеру газификатора.

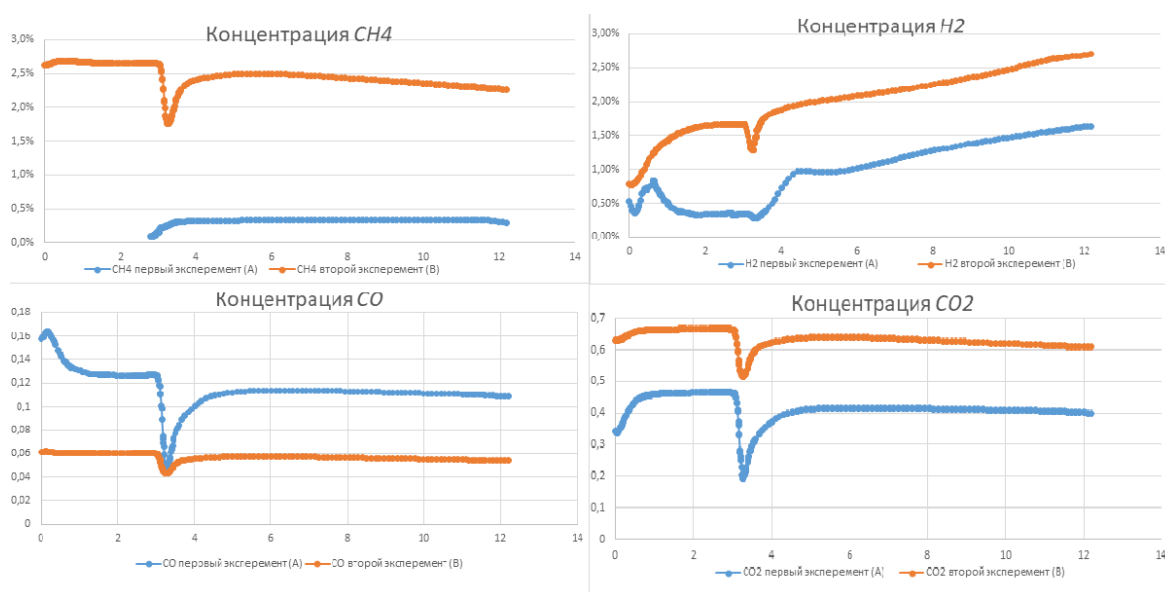


Рис.2. Графики сравнения двух экспериментов

В таблице 1 представлен состав полученного синтез-газа в ходе проведения двух экспериментов, где во втором эксперименте был увеличен расход пара, через вторичную горелку, в два раза.

Таблица 1

Характеристики полученного синтез-газа

| Элемент синтез-газа | Доля элемента в синтез-газе эксперимент 1, % | Доля элемента в синтез-газе эксперимент 2, % |
|---------------------|--|--|
| CO | 10,8 | 5,1 |
| CO_2 | 40 | 61 |
| H_2 | 1,6 | 2,71 |
| CH_4 | 0.3 | 2,27 |

Сравнение полученных расчетных данных показало, что действительно, количество водорода в получаемом синтез-газе увеличивается, что соответствует поставленной цели и вполне укладывается в рамки законов теоретической термодинамики.

Таким образом были получены основания считать, что выбранная и исследованная модель пригодна для моделирования процессов газификации бурого угля Бородинского места рождения.

Модель была сделана с целью эффективно модернизировать технологии и техническое обеспечение технологических процессов, а также модель позволяет сокращать затрачиваемое время на исследования и снижает финансовые затраты.

Список литературы:

1. A reference Higman C. State of the Gasification Industry –the Updated Worldwide //International Pittsburgh Coal Conference Beijing, CHINA, September 16 – 19, 2013.
2. Higman C., Burgt M., Gasification. Elsevier Science. 2008. 435 p.
3. Синтетические моторные топлива. [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://enciklopediyatehniki.ru/tehnologiya-dobychi-gaza-i-nefti/sinteticheskie-motornye-topliva.html>.
4. Химические превращения в ходе сжигания и газификации топлива. [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://tesiaes.ru/?p=8180>.
5. Щепалов А.А. Тяжелые нефти, газовые гидраты и другие перспективные источники углеводородного сырья. Учебно-методическое пособие. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2012. – 93 с.
6. Миргаязов И. И., Абдуллин А. И. Современные методы получения синтез - газа и процесс Фишера – Тропша. С. 258-261.
7. Алешина А.С., Сергеев В.В. Газификация твердого топлива. Санкт-Петербург Издательство Политехнического университета.
8. Гинзбург Д.М. Газификация топлива и генераторные установки. – М., 1938. – 386 с.
9. Дубинин, А. М. Паровая бескислородная газификация углей / А. М. Дубинин // Промышленная теплотехника. – 1990, Т. 12, № 2. – С. 97-100.
10. Шевырёв, С. А. Конверсия углеродсодержащих материалов / С.А. Шевырёв, А.Р. Богомолов // Вестн. Кузбасского гос. техн. ун-та. - 2011. - № 3. - С. 91-98.
11. Шевырёв, С. А. Исследование процесса водородно-кислородного перегрева пара в процессе высокотемпературной паровой газификации твердого топлива / М.В. Алексеев, А.Л. Сорокин, С.А. Шевырёв, А.Н. Гулев // Вестн. Кузбасского гос. техн. ун-та. - 2012. - № 1. - С. 102-105.

-
12. A reference Higman C. State of the Gasification Industry –the Updated Worldwide //International Pittsburgh Coal Conference Beijing, CHINA, September 16 – 19, 2013.
 13. Higman C., Burgt M., Gasification. Elsevier Science. 2008. 435 p.
 14. Синтетические моторные топлива. [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://enciklopediyatehniki.ru/tehnologiya-dobychi-gaza-i-nefti/sinteticheskie-motornye-topliva.html>.
 15. Химические превращения в ходе сжигания и газификации топлива. [Электронный ресурс] / Режим доступа: <http://tesiaes.ru/?p=8180>.
 16. Щепалов А.А. Тяжелые нефти, газовые гидраты и другие перспективные источники углеводородного сырья. Учебно-методическое пособие. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2012. – 93 с.
 17. Миргаязов И. И., Абдуллин А. И. Современные методы получения синтез - газа и процесс Фишера – Тропша. С. 258-261.
 18. Алешина А.С., Сергеев В.В. Газификация твердого топлива. Санкт-Петербург Издательство Политехнического университета.
 19. Гинзбург Д.М. Газификация топлива и генераторные установки. – М., 1938. – 386 с.
 20. Дубинин, А. М. Паровая бескислородная газификация углей / А. М. Дубинин // Промышленная теплотехника. – 1990, Т. 12, № 2. – С. 97-100.

Информация об авторах:

Гилязов Марк Альбертович, машинист паровых турбин 5разряда, АО «Красноярская ТЭЦ-1», г. Красноярск, ул. Взлетная, д. 26, mark.gilyazov@mail.ru