

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ГАЗИФИКАЦИИ УГЛЯ В ПРОМЫШЛЕННОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ

Цибульский С.А.

Научный руководитель: Галашов Н.Н., к.т.н., доцент

Томский политехнический университет, 634050, Россия, г. Томск, пр. Ленина, 30

E-mail: s.tzibulsky@yandex.ru, gal@tpu.ru

Впервые процесс газификации угля был разработан и освоен в начале XX-го века в Германии, который в последствии снабжал энергией весь военный комплекс страны вплоть до 1945 года [1].

Газификация для отечественной энергетики имеет стратегическое значение, т.к. Россия располагает 20% запасами мирового угля [2], а это, в свою очередь, около 725 млрд. т, что в 200 раз больше запасов природного газа [3].

Принцип работы газогенератора основан на реакции пиролиза – термического разложения твердого топлива. При этом получается горючий газ, который должен пройти несколько ступеней очистки, прежде чем поступить на сжигание [4].

В [5] рассмотрены варианты применения современных угольных технологий – газификации угля с образованием бурого угольного полукокса. При этом применение газификации угля позволило сократить выбросы загрязняющих веществ на 95 %. Данная технология обладает рядом преимуществ перед классическими технологиями [6]. В получаемом синтез-газе отсутствует содержание конденсируемых продуктов пиролиза, т.к. они после выхода из угля вступают в реакцию с раскаленным коксом и превращаются в газ. Новая технология газификации – процесс «Термококс» использует два исходных составляющих – уголь и воздух и имеет на выходе два конечных компонента – синтез-газ и активированный кокс. Термический КПД процесса находится на уровне 95–96 %.

Фирмы «Shell», «General Electric», «Siemens», «Mitsubishi» разработали свои технологии газификации [7], технологические процессы которых во многом отличаются друг от друга. «General Electric» предлагает вводить водную суспензию для подачи угля в газификатор. «Shell» применяет технологию смешения сжатого азота с плотным потоком распыленного угля и паром с кислородом при подаче в газификатор при температуре 1400 – 1600 °С.

В [8] представлена технология газификации угля в комбинированном слоевом газогенераторе (КСГ), которая представляет сочетание классического кипящего и плотного слоев в одной реакционной камере. Она применима к газогенераторам парогазовых установок (ПГУ) с внутрицикловой газификацией угля и для повышения эффективности сжигания угля на существующих пылеугольных энергоблоках.

Технология КГС наиболее успешно приспособлена для использования в качестве топлива каменных углей с низким выходом летучих, таких как антрацитовый штыб и тощий. Применение

комбинированного слоевого газогенератора при сжигании угля под давлением в будущем позволит при реконструкции выработавшего свой срок оборудования исключить расход мазута и газа на технологические нужды и повысить энергетические характеристики оборудования [9]. Создание новых парогазовых установок с технологией КСГ позволит поднять КПД ПГУ на 7–15 %, а применение на пылеугольных энергоблоках повысит КПД котлов на 4–5 % [8].

Из существующих способов комплексной переработки углей особое значение уделяется плазменным технологиям [10]. Газификация с применением плазменных технологий позволяет получать синтез-газ высокой степени качества из углей любой стадии метаморфизма – от сланцев до антрацитов.

В [11] представлена конструкция усовершенствованного типа газогенератора с «самообогревом». Такой газогенератор не нуждается в использовании кислорода, так как часть угля сжигается непосредственно в кипящем слое для поддержания автотермичности процесса. Данная технология позволяет уменьшить стоимость генерируемого синтез-газа.

Перспективной глубокой переработкой угля может стать скважинная технология подземной газификации угля, которая обеспечивает осуществление реакций неполного окисления угля непосредственно в местах его залегания [12]. При этом полученный газ сходен по своему составу и характеристикам с природным, и может являться исходным сырьем как для синтез-газа, так и для метанола, аммиака и других ценных товарных химических продуктов. Стоимость подземного газогенератора ниже наземного. В России на настоящий день уже разработаны технологические схемы, позволяющие контролировать процессы подземной газификации и получать на выходе газ высокого качества с низкой себестоимостью [12].

В [13] представлена математическая модель работы подземного газификатора. Проведенные расчеты на данной модели качественно отражают реальные процессы, протекающие при работе подземного газификатора, расположенного на шахте Южно-Абинской в Кузбассе.

По характеру движения газифицируемого угля газогенераторы можно классифицировать: в неподвижном слое, в кипящем слое, в пылевом слое. В схеме газификатора с кипящим слоем с газификацией водяным паром используется косвенный подвод теплоты, более того, данный пар применяется для псевдооживления топлива.

В таблице показано сравнение трех видов технологий газификаций по характеру движения газифицируемого угля [14].
Таблица. Технологии газификации угля

	Неподвижный слой	Кипящий слой	Пылевой слой
Система подачи угля	сухая	сухая	сухая суспензия
Размер частиц, мм	5 – 80	0,5 - 6	<1
Время пребывания угля в газогенераторе, с	900 – 1800	10 – 100	<5
Температура в газогенераторе, °С	1315 – 1760	760 - 1100	980 – 1900
Давление в реакторе, атм	1 – 100	1 – 30	20 – 80
Газифицирующий агент	O ₂ +пар или воздух+пар	O ₂ +пар или воздух+пар или пар	O ₂ +пар
Золоудаление	сухое, шлам	сухое	сухое, шлам
Теплотворная способность синтез-газа	низкая – средняя	средняя	средняя - высокая

В настоящее время особое внимание уделяется технологиям газификации, с помощью которых получается синтез-газ с высокой теплотворной способностью. Как видно из таблицы, к таким технологиям относятся кипящий слой и пылевой слой, а также комбинации данных технологий.

Проведенный анализ показывает, что в настоящее время имеется ряд высокоэкономичных и надежных хорошо освоенных технологий для получения и сжигания синтез-газа в паровых котлах ТЭС и в камерах сгорания ГТУ.

Выводы:

Современные технологии газификации позволяют получать высококачественный синтез-газ из низкосортных видов твердого топлива.

Применение синтез-газа в энергетике позволяет существенно снизить экологическую нагрузку на окружающую среду, повысить КПД получения тепловой и электрической энергии, сократить расходы на транспорт топлива.

В связи с существенным ростом цен на природный газ в скором времени сжигание синтез-газа может оказаться более выгодным на ТЭС, несмотря на увеличение затрат в их строительстве.

Список литературы

1. Shell International B.V. Технологии Shell для газификации угля // newchemistry.ru/printletter.php?n_id=6429.
2. Тимаков В.В. Стратегическое значение технологии газификации угля // www.ng.ru/energy/2007-04-10/13_coal.html.
3. Ремезов А.В., Ермак В.В. Подземная газификация углей как альтернатива существующим технологиям добычи угля // Вестник КузГТУ, 2005, №2, – с. 110 – 113.
4. Лесных А.В., Штым К.А., Головастый С.В. Условия эффективного применения газогенераторов в промышленной энергетике приморского края // Вологодские чтения, 2012, №80, – с. 179 – 181.
5. Тасейко О.В., Михайлютина С.В., Спицына Т.П., Леженин А.А., Соколов В.С., Хлебопрос Р.Г. Экологическая эффективность технологии газификации угля на примере Красноярской агломерации // modernproblems.org.ru/ecology/24-blebopros8.html.

6. Степанов С.Г., Исламов С.Р. Газификация угля: возврат в прошлое или шаг в будущее // Новости теплоснабжения, 2007, №1(77).

7. Сучков С.И. ОАО «ВТИ» Технология горновой газификации твердого топлива с высокотемпературной очисткой синтез-газа, разработанная ВТИ для использования в ПГУ // www.startbase.ru/knowledge/articles/164.

8. Капелович Д.Б., Караманян А.К. Технология газификации угля в комбинированном слоевом газогенераторе для теплоэнергетики // Энергетик, 2012, №5, – с. 21 – 25.

9. Рыжков А.Ф., Попов А.В. Анализ эффективности современных промышленных технологий газификации угля // Энергетик, 2012, №10, – с. 22 – 25.

10. Разработка и внедрение промышленной технологии по плазменно-химической газификации твердых топлив, с целью комплексной переработки органических топлив для получения синтез-газа, производства электроэнергии и извлечения ценных компонентов из минеральной массы углей // inetec.ru/ru/innovatsii/item/32-1.

11. Дубинин А.М., Тупоногов В.Г., Филиппов Д.В. Оптимизация процесса паровой газификации угля в кипящем слое // Энергосбережение и водоподготовка, 2008, №4(54), – с. 60 – 62.

12. Белов А.В., Гребенюк И.В. Перспективы химической переработки газа подземной газификации угля // Горная Промышленность, 2009, №3, – с. 36.

13. Захаров Ю.Г., Зеленский Е.Е., Родина М.С. Математическое моделирование работы подземного газификатора по методу потока // Вестник кемеровского государственного университета, 2012, т.4, №2, – с. 61 – 68.

14. Алешина А. С., Сергеев В. В. Газификация твердого топлива: учебное пособие. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2010 г. – 202 с.