

Второй этап (2012-2013 годы) – реализация проектов, обеспечивающих получение наибольшего экономического, экологического и социального эффектов, корректировка целевых подпрограмм. Основным индикатором программы является снижение потребления энергетических ресурсов школы в 2011-2013 годах на 3 % по отношению к 2010 году.

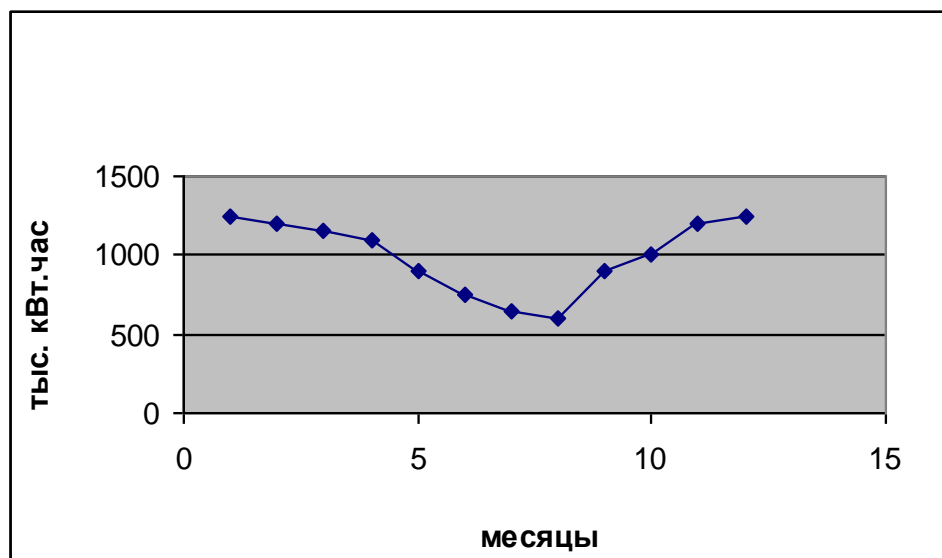


Рис. 1. Годовой ход электропотребления (усредненный по году).

Для этого разработан перечень основных мероприятий:

1. Анализ существующей ситуации.
2. Создание нормативно-правовой базы энергосбережения.
3. Организация комплексной системы учета энергоресурсов.
4. Внедрение современных энергосберегающих технологий.

Предполагается финансирование программы на 2011-2013 годы за счет средств финансирования по годам, внебюджетных, спонсорских средств, средств образовательного учреждения. Объемы финансирования программы на 2011-2013 годы за счет средств финансирования по годам из местного бюджета носят прогнозный характер и подлежат ежегодному уточнению и корректировке в установленном порядке.

Исполнение мероприятий, предусмотренных программой, позволит снизить потребления и затраты на энергетические ресурсы на 3 %.

Список используемой литературы:

1. Российская Федерация. Федеральный закон от 03 апреля 1996 г. № 28 ФЗ «Об энергосбережении». – М.: – 1996.
2. Постановление Правительства РФ от 02.11.1995 г. № 1087 «О неотложных мерах по энергосбережению». – М.: – 1995.
3. Закон Томской области от 28.01.1997 г. «Об основах энергосбережения на территории Томской области топлива и энергии» – Томск, – 1997.

УДК 662.764; 66.011

Паровая бескислородная газификация углей севера кузнецкого бассейна

Е.И. Казакин, А.Р. Богомолов, Е.Ю. Темникова*

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово, Россия

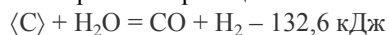
** Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН, г. Новосибирск, Россия*

E-mail: kei.htf@kuzstu.ru, barom@kuzstu.ru, teu.pmahp@kuzstu.ru

Показана возможность получения в процессе бескислородной паровой газификации газа, по составу пригодного для использования в качестве сырья для химической промышленности. Установлено, что скорость конверсии увеличивается с повышением температуры процесса и расхода водяного пара.

Одним из перспективных направлений переработки угля, как альтернативы нефти и газу, является его газификация с получением в качестве продукта топливного газа или синтез-газа. Методами газификации можно получать горючие газы практически любого состава: водород, оксид углерода (II), метан, их смеси в различных соотношениях, которые могут быть использованы как сырье для химической промышленности или в качестве топлива для энергетических установок любого назначения.

Примером давно известного, но далеко не исследованного и перспективного, способа газификации может рассматриваться паровая бескислородная газификация, заключающаяся в инфильтрации через слой топлива перегретого водяного пара или водяного пара через раскаленный слой топлива. При этом протекает реакция:



Согласно этой схеме процесса может быть получен синтез-газ практически не содержащий примесей, что позволяет организовать технологический процесс производства среднекалорийных топливных (10–15 МДж/нм³) или технологических газов с высоким содержанием водорода и оксида углерода. Получаемый газ может быть использован в качестве сырья для производства метанола или жидкого топлива (по Фишеру – Тропшу) и водорода для топливных элементов или производства аммиака.

Следует отметить, что однозначного мнения по вопросу о механизме процесса паровой газификации нет [1-4]. В работе [4] рассмотрено более десятка моделей, описывающих паровую газификацию. Такое обилие моделей, видимо, указывает на то, что на процесс газификации оказывают влияние множество факторов. Анализ публикаций однозначно позволяет установить только положительное влияние температуры и давления на скорость конверсии угля и качественно оценить их воздействие на степень, скорость конверсии сырья и на состав продуктов. Это подтверждается экспериментальными результатами разных исследователей, в том числе и авторов данной работы (табл. 1).

Газ, получаемый при традиционных способах газификации, содержит значительное количество CO₂, что снижает эффективность процесса. Этот недостаток минимизирован в способе обработки топлива (в стационарном или кипящем слое) водяным паром, предварительно нагретым до нужной температуры. Такая организация процесса к тому же позволит экономить до 20% угля, т.к. не требует сжигания части его для поддержания необходимой для протекания процесса температуры.

Таблица 1. Состав газообразных продуктов газификации различных углей.

Угольное месторождение	Shin-Yubari [4]	Shin-Yubari [4]	Ирша-Бородинское [3]	ш. «Березовская», (Кузбасс)
T, К	1070	1070	1130	1100
P, МПа	0,34	1,0	0,1	0,1
Степень конверсии углерода, %	58	58	близка к 100%	близка к 100%
[CO], %	13,0	15,0	30,8	31,4
[H ₂], %	58,0	58,0	35,7	62,0
[CO ₂], %	20,0	18,0	18,0	6,5
[CH ₄], %	9,0	9,0	1,4	0,1

Нами проведены исследования влияния параметров газифицирующего агента (водяного пара) на эффективность процесса, которую определяли по скорости конверсии углерода твердого топлива. В качестве сырья использовали штыб угля шахты «Березовская». Характеристики использованного сырья следующие: доля влаги W^a = 1,08%, выход летучих веществ V = 19,27%, зольность A = 9,59%. Исходные угли подвергались предварительной карбонизации (удаление летучих веществ) путем прогрева при температуре 600°C в течении 30 минут. Для исследований использовали частицы класса крупности от 3 до 4 мм.

При проведении процесса непрерывно регистрировали температуру пара, подаваемого в реактор, температуру внутри слоя газифицируемого сырья, температуру продуктов на выходе из образца, расход пара, подаваемого в реактор и концентрации компонентов получаемого газа (CO, CO₂, H₂, CH₄, O₂). По завершении эксперимента определяли степень конверсии:

$$\tilde{O}_e = \frac{m_0 - m_\tau}{m_0} \cdot 100\%,$$

где: m_0 – исходная масса образца; m_τ – масса образца по окончании эксперимента.

Скорость процесса k , собственно и характеризующая эффективность процесса, определяли как отношение степени конверсии ко времени проведения газификации:

$$k = \frac{X_e}{\tau}$$

Как было отмечено ранее, перегретый водяной пар в нашей установке выполняет роли и реагента и теплоносителя. Поэтому от количества пара, подаваемого в реактор должны зависеть температура в зоне реакции и, следовательно, скорость конверсии углерода. Если же учесть использование пара как реагента, то избыток пара (или увеличение его количества) должен приводить к увеличению скорости химических реакций с его участием и степени конверсии сырья, что и было подтверждено экспериментальными результатами (рис. 1).

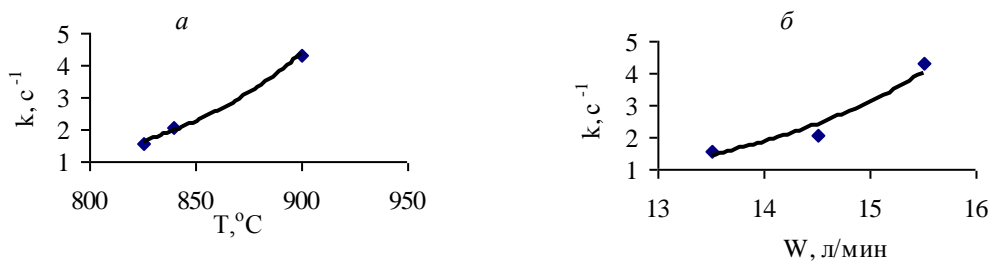


Рис. 1. Влияние температуры в слое сырья (а) и расхода W перегретого водяного пара (б) на скорость конверсии углерода

Из рисунка 1а видно, что с увеличением температуры процесса в слое от 825 до 900°C скорость процесса увеличивается в 3 раза. Увеличение расхода водяного пара (скорости инфильтрации в плотном слое, рис. 1б) с 13,5 до 15,5 л/мин при одинаковой температуре процесса газификации позволяет повысить скорость газификации также почти в 3 раза.

На рис. 2 приведены характерные результаты исследования кинетики газовой выделенной в процессе газификации карбонизированного угля.

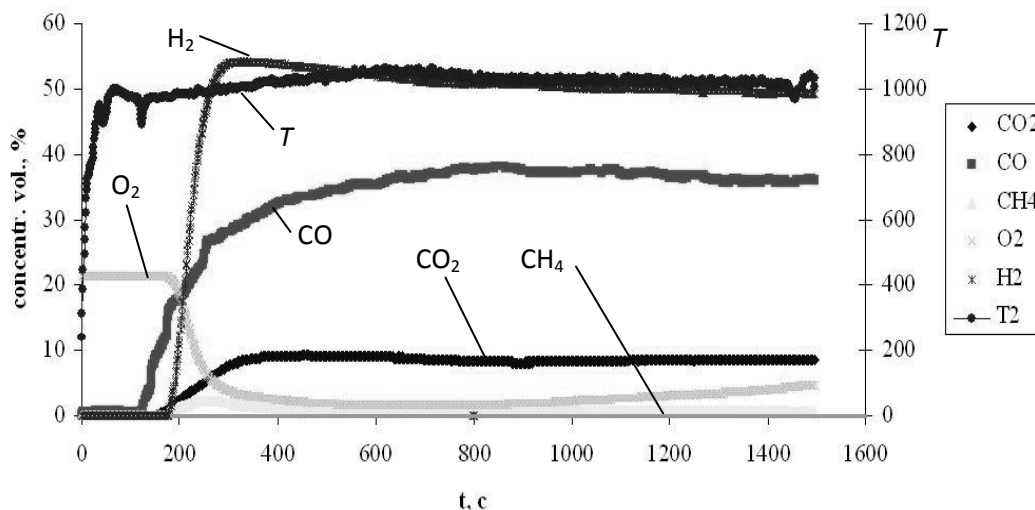


Рис. 2. Зависимость выхода газообразных продуктов газификации от времени

По экспериментальным данным рассчитаны значения констант скорости и энергии активации процесса (табл. 2).

Таблица 2. Константы скорости и энергия активации процесса газификации

T, К	τ , с	m_0 , г	m , г	$k_S \cdot 10^4$, с ⁻¹	E_a , кДж/моль
1033	900	1,0156	0,9324	0,96	43,6
1273	900	1,0551	0,8444	2,5	

Заключение

На основе проведенных исследований, можно сделать вывод, что для эффективного использования твердого топлива, не только как энергетического сырья, но и как перспективного сырья для химической промышленности, следует подробно исследовать методы паровой газификации, позволяющие получать топливный и технологический газ с минимальным количеством балластных примесей.

Список используемой литературы

1. Глуценко, И. М. Теоретические основы технологии горючих ископаемых / И. М. Глуценко. – М.: Металлургия, 1990. – 296 с.
2. Баскаков, А. П. О механизме паровой газификации / А. П. Баскаков, А. М. Дубинин, В. Г. Тупоногов, Д. В. Филиппов // Промышленная теплоэнергетика. – 2008, № 4. – С. 40-42.
3. Дубинин, А. М. Паровая бескислородная газификация углей / А. М. Дубинин // Промышленная теплотехника. – 1990, Т. 12, № 2. – С. 97-100.
4. Sharma, D. K. Modeling the Steam Gasification Reactions for Reactor Design / D.K. Sharma // Energy Sources. – 2011, Part. A., 33. – P. 57-71.