

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ТЕРМИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ И ГАЗИФИКАЦИИ УГЛЯ

Макалада комурдон газ жана полукокс алуу жолдорунун өзгөчөлүктөрү каралган, аларды ишке ашыруучу эксперименталдык жабдыктын түзүлүшү келтирилген.

В статье рассмотрены особенности процессов переработки угля в полукокс и газ, приведено описание экспериментальной установки для их реализации

In article features of processes of heat treatment of coal in semicoke and gas are considered, the description of experimental installation for their realisation is resulted.

Термическая переработка угля применяется для получения кокса, полукокса, термооблагороженного топлива, а также жидких и газообразных веществ. Падение спроса на жидкие продукты термической переработки угля стимулировало разработку процессов термической переработки угля в полукокс. Весьма перспективны энерготехнологические установки /1/, в которых сочетается использование твердого топлива как химического сырья и как энергоносителя.

Существующие газификаторы принято разделять на три типа: слоевые, с кипящим слоем и пылеугольные. Для газификации в небольшом масштабе наиболее подходят слоевые газификаторы. Слоеые газификаторы распространены широко и применяются с середины XIX века, наиболее известен процесс Лурги. Газификация в плотном слое отличается простотой и надежностью оборудования. Большая реакционная масса и большое время пребывания делают реактор малочувствительным к неравномерности подачи угля. Вместе с тем у них самая низкая из существующих типов удельная производительность /2/.

По способу газообразования эти аппараты подразделяются на четыре типа: газогенераторы прямого, обращенного, двухзонного и горизонтального процессов.

При прямом процессе газификации в шахтном реакторе воздух в слой топлива подводится под колосниковую решетку и далее поступает в кислородную зону. В процессе горения углерода температура в слое поднимается до 1200-1500 °С, происходит взаимодействие углерода с кислородом воздуха, что сопровождается выделением

двуокиси углерода. Далее поток газа, поднимаясь кверху, нагревает вышележащий слой. Здесь углекислый газ вступает в реакцию с углеродом и частично восстанавливается до окиси углерода. Протекают также реакции разложения паров воды с образованием окиси углерода и водорода, причем они протекают с поглощением тепла. Температурные условия слоев (300...900 °С) топлива, лежащих над активной зоной, достаточны для сухой перегонки топлива. В этой зоне из-за отсутствия воздуха происходит разложение топлива на простейшие молекулы веществ и газов. Верхние слои топлива в газогенераторе подсушиваются, нижняя часть, отделенная колосниковой решеткой, является зольником, где накапливаются шлам и зола. Уходящий газ, загрязненный примесями, требует очистки.

Установки, работающие по этой схеме, газифицируют топливо с минимальным содержанием смолы, такое как антрацит, древесный уголь, кокс и полукокс. При этом ухудшаются условия тепловой подготовки топлива, вследствие чего затруднен процесс при повышенной влажности топлива. Из-за указанных недостатков газификация с обратным дутьем не нашла широкого распространения.

Известна и такая схема организации слоевого процесса, когда нагревание свежего топлива происходит навстречу холодному дутью. Такой процесс называется газификацией с обратным дутьем или обращенным процессом. В таких газогенераторах воздух может подаваться в верхнюю или среднюю часть слоя топлива, и образующие газы отводятся снизу. При этом активная зона занимает нижнюю часть газогенератора – от места подвода воздуха до колосниковой решетки, ниже которой расположен зольник с газоотводящим патрубком. Преимущество данной схемы состоит в том, что зона окисления находится ниже зоны пиролиза (по ходу дутья) и образующиеся смолы сгорают или разлагаются, частично превращаясь в горючие газы. Слой сырья играет роль зернистого фильтра, поэтому нет необходимости устанавливать циклоны для очистки газов от твердых частиц.

При сжигании топлива образующиеся газы опускаются вниз и нагревают топливо до 900...1100 °С. При этом происходят те же реакции, что и в первой схеме газификации. Из-за того, что зоны нагрева и подсушки находятся вблизи активной зоны, выделившаяся влага и летучие газы также вступают в реакцию с раскаленным углеродом.

Известны схемы с подводом дутья в среднюю часть слоя через фурмы, восстановительная зона располагается снизу, и расход кокса в ней значительно меньше, чем в зоне окисления. Для обеспечения нормальной работы в некоторых обращенных газификаторах устраивают дополнительный подвод воздуха снизу под колосниковую решетку и организуют, таким образом, два очага горения. В таких газогенераторах достаточны условия для получения бессмольного газа из таких топлив, как древесина,

торф и растительные отходы. В силу этого эти схемы в газогенераторах получили широкое применение.

Двухзонный процесс газификации объединяет рассмотренные выше схемы. Газогенератор имеет две кислородные зоны и две зоны восстановления. Отбор газа осуществляется между зонами восстановления, что приводит к более высокой температуре (до 700 °С) при выходе его из газогенератора и является одной из особенностей данной схемы газификации. При работе обгагороженный уголь, образующийся в активной зоне верхней части газогенератора, переходит в нижнюю часть, что обеспечивает получение бессмольного газа.

При горизонтальном процессе газификации активная зона занимает небольшое пространство между входным патрубком для воздуха и газоотводящим патрубком, что позволяет снизить вес газификатора из-за малых размеров. Простота конструкции и процесса газификации в небольшом слое топлива при высокой скорости дутья также является его преимуществом. Газогенераторы отличаются гибкостью работы и быстрым розжигом, а топливо, лежащее сверху, выполняет функцию изоляции, уменьшая потери тепла и предохраняя стенки камеры от перегрева. Недостаток такой схемы заключается в ограничении применения топлива, содержащего смолу и повышенную зольность.

Проанализируем рассмотренные выше схемы с точки зрения реализации тепловых процессов газификации. В основе их различий лежит направление движения фронта "тепловой волны", которое, при прочих равных условиях, зависит от соотношения тепловых потоков перед фронтом. В газификаторах с непрерывным процессом скорость "тепловой волны" равна скорости подачи топлива, поэтому аппарат работает в стационарном режиме и перемещения зон реагирования не происходит.

На рис. 1 приведены условные зоны реагирования и схематично показаны профили температуры вдоль реактора в различных процессах газификации. Для газификации в потоке (рис. 1, а) и слоевой газификации с обратным дутьем (рис. 1, д) характерно, что топливо подается сонаправленно с дутьем, фронт горения движется навстречу дутью, формируется обратная тепловая волна (ОТВ), поэтому профили температуры аналогичны, однако в первом случае градиент и максимум температуры выше.

В кипящем слое происходит активное перемешивание частиц, проходящих различные стадии реагирования, поэтому можно выделить только две зоны (рис. 1, в). Степень конверсии углерода при газификации в потоке и кипящем определяется временем пребывания частицы в реакторе. Возможные способы регулировки этого параметра – изменение длины канала или расхода дутья.

В слоевых газификаторах с прямым дутьем (рис. 1, а, в) образуется "прямая тепловая волна" (ПТВ), которая движется по направлению дутья навстречу подаваемому топливу. При этом уголь газифицируется полностью. В аппаратах этого типа происходит сверхadiaбатический разогрев, что позволяет интенсифицировать процессы тепло- и массообмена.

В газификаторах с фурмами (рис. 1, в, г) газовый поток направлен от них к выходу в нижней части аппарата, в результате чего образуется ОТВ, движущаяся навстречу дутью и поступающему сверху вниз топливу.

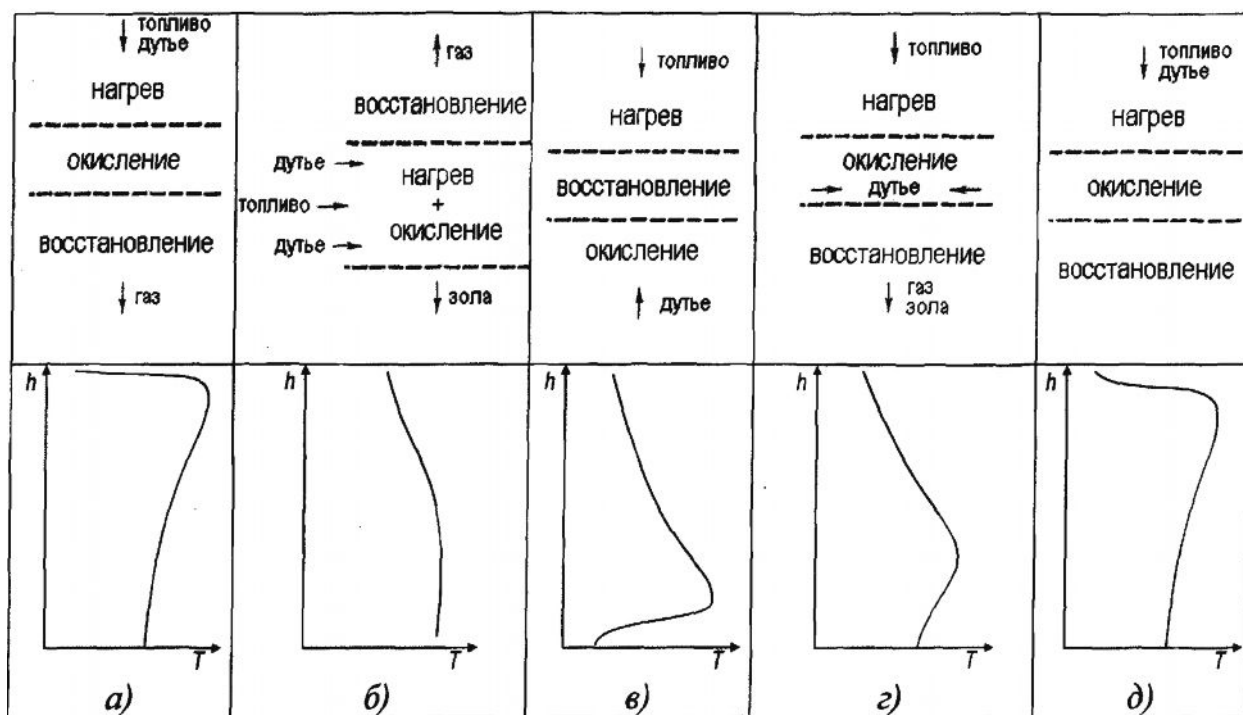


Рисунок 1.9 – Распределение зон реагирования в процессах газификации:
 а) поток; б) кипящий слой; в) плотный слой, прямая газификация;
 г) плотный слой, обратное дутье через фурмы; д) плотный слой, обратное дутье

За фронтом волны остается зольный остаток, практически не содержащий углерод. В зоне выше уровня фурм происходит бескислородный нагрев топлива за счет тепла, полученного теплообменом из зоны окисления. Таким образом, в зону окисления поступает топливо, прошедшее стадии сушки и пиролиза, однако перенос тепла газовым потоком, как в предыдущем случае, отсутствует.

При обратной подаче дутья (рис. 1, б, д), условия нагрева топлива ухудшаются набегающим холодным потоком дутья и эффект сверхадиабатического разогрева отсутствует. Благодаря тому, что тепла, выделяемого при окислении летучих, достаточно для разогрева слоя перед фронтом ОТВ, в газификаторах данного типа возможно одновременное получение горючего газа и кокса. Содержание летучих и влаги в коксе и калорийность газа регулируются режимными параметрами – расходом дутья и фракцией угля.

Использование ОТВ обеспечивает:

- возможность неполной газификации угля с получением кокса, обладающего высокой калорийностью. За фронтом ОТВ может оставаться более 50 % от исходной массы угля. Кроме того, газовый поток, проходящий через слой кокса, активирует его – восстановительные реакции кокса с CO_2 , H_2O и H_2 , протекающие в диффузионном режиме, разрабатывают поры, увеличивают их поверхность, что благоприятно сказывается на реакционной способности кокса. При повышении расхода дутья возможна и безостаточная газификация с сохранением всех остальных преимуществ;

- расщепление летучих веществ в слое угля происходит в окислительной среде, таким образом, они подвергаются огневому обезвреживанию. За счет этой особенности движения ОТВ достигается экологическая безопасность переработки угля, продуктовый газ не содержит смолистых веществ и пыли.

Отметим, что ухудшение условий нагрева свежих слоев топлива, отсутствие эффекта "сверхадиабатического" разогрева приводят (по сравнению с ПТВ) к снижению интенсивности процессов тепло- и массообмена (скорость ОТВ ниже) и повышению требований к влажности, зольности и калорийности топлива.

С учетом вышеизложенного создана стендовая установка, позволяющая реализовывать движение фронта горения – «тепловой волны» в слое газифицированного угля как навстречу дутью, так и потоку. Газификатор представляет собой шахтный реактор с водяной рубашкой, позволяющий регулировать температуру стенки, точно

измерить ее текущее значение. Установка оснащена необходимыми измерительными средствами. Уголь загружается сверху, а дутье за счет особенностей конструкции реактора может подаваться сверху или снизу. Для подачи дутья прямоотком в центре реактора установлена перфорированная труба, в верхней части которой установлен конусообразный колпак, с возможностью выхода и удаления газа. Колпак сохраняет трубу при подаче угля в реактор. За счет перфорации достигается равномерное распределение температурных профилей по высоте слоя угля в реакторе. При подаче дутья снизу зона пиролиза находится перед фронтом горения. Все продукты терморазложения попадают в зону горения и окисляются, исключая загрязнение выделяемого газа от смолистых продуктов. При прямооточном дутье продуктовый газ может быть загрязнен и требует доочистки. Методикой дальнейшего исследования предусмотрено выполнение серии экспериментов на кыргызских малозольных каменных и бурых углях, установление режимных параметров для получения газа требуемого состава и полукокса нужной характеристики.

Список литературы

1. Макаров, Г.Н. Химическая технология твердых горючих ископаемых: учеб. пособие для вузов / Г.Н. Макаров, Г.Д. Харлампович, Ю.Г. Королев и др. – М.: Химия, 1986. – 496 с.
2. Печуро Н.С. Химия и технология синтетического жидкого топлива и газа/ Н.С. Печуро, В.Д. Капкин, О.Ю. Песочин. – М.: Химия, 1986. – 352 с.