

ОРГАНИЗАЦИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ ПЕРЕРАБОТКИ УГЛЯ В ШНЕКОВОМ ГАЗОГЕНЕРАТОРЕ

Э.А. Асанов

Рассматриваются вопросы организации и управления слоевого процесса газификации угля в реакторе шнекового типа.

Ключевые слова: уголь; газ; шнек; брикет; фильтр.

В настоящее время во многих странах все большее распространение получают технологии использования местных и возобновляемых источников энергии. Исследования ведутся и в направлении создания и совершенствования оборудования для конверсии угля и растительной биомассы. Причем основные усилия направлены на создание компактных установок для транспортных средств.

Развитие этого направления особенно актуально для Кыргызстана с его огромными запасами таких видов топлива как уголь, отходы сельхозпроизводства и животноводства. Для выработки генераторного газа и электроэнергии разработан ряд газогенераторов, имеющих различные принципы работы и различную мощность. Их можно использовать с серийно выпускаемыми водогрейными или паровыми котлами, ДВС на газе и электрогенераторами для автономного теплоснабжения зданий и сооружений различного назначения, для получения горячей воды, пара и электроэнергии для технологических и коммунальных нужд.

В транспортной энергетике находят применение малотоннажные газогенераторы с различными вариантами организации процесса газификации угля в плотном слое. Последние находят все более

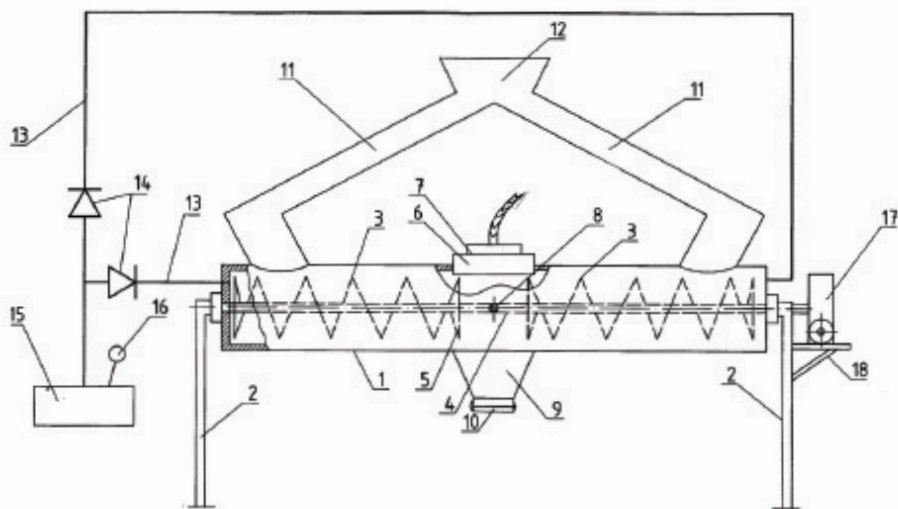


Рис. 1. Установка для получения полукокса и генераторного газа:
 1 – корпус; 2 – стойка; 3 – лопасти; 4 – вал; 5 – выпарная лопасть; 6 – система розжига;
 7 – горелка; 8 – отверстие; 9 – мундштук; 10 – затвор; 11 – загрузочные каналы;
 12 – бункер; 13 – воздуховод; 14 – вентили; 15 – компрессор; 16 – датчик; 17 – привод

широкое применение из-за простоты и надежности оборудования, малой чувствительности реакторов к марке угля и сравнительно высоким КПД. Однако в процессе исследования было установлено, что слоевые газогенераторы имеют и ряд недостатков, требующих доработки и совершенствования их конструкций:

- процесс термохимической переработки угля цикличен, что снижает производительность газогенератора;
- газ, получаемый из угля, низкокалорийный, для повышения его калорийности нужно воздушное дутье заменить парокислородным;
- в шнековой конструкции газогенератора пиролизу подвергается только кусковый уголь, что ограничивает применение мелкодисперсного угля и увеличивает количество отходов.

Для устранения перечисленных выше недостатков и повышения термохимической переработки угля нами разработан метод автотермической переработки [1].

Принципиальная схема установки для переработки угля приведена на рис. 1. Устройство представляет собой автотермический аппарат, состоящий из горизонтально расположенного цилиндрического корпуса, внутри которого соосно друг к другу размещены два встречноточных шнековых нагнетателя на едином приводном валу. Между выпорными лопастями шнека в средней части корпуса установлены узлы: для розжига угля, отвода горячего газа и выгрузки полученного полукокса, которые помещены в бункер с крышкой. На противоположных сторонах корпуса крепятся подающие трубопроводы узла загрузки угля, выполненного в виде бункера, и воздуховод узла подачи воздуха, выполненного в виде компрессора.

Подготовленный к переработке уголь из смешанных фракций поступает в загрузочный бункер, откуда подается трубопроводами на лопасти встречных шнековых нагнетателей, которые при включенном приводе перемещают угольную смесь к средней части корпуса. Поступающая двумя потоками в среднюю часть корпуса угольная смесь разжигается каталитической горелкой, и фронт ее горения в каждом потоке движется в направлении, противоположном направлению перемещения угля шнековыми нагнетателями.

Одновременно с розжигом угля с противоположных сторон корпуса в потоки угля подается воздух от компрессора через воздуховоды. Часть подаваемого потока воздуха поступает в подающие трубопроводы, производя предварительную осушку подаваемого из бункера угля. В результате развиваемого в полости корпуса термического процесса происходит эффективная карбонизация угля, протекающая

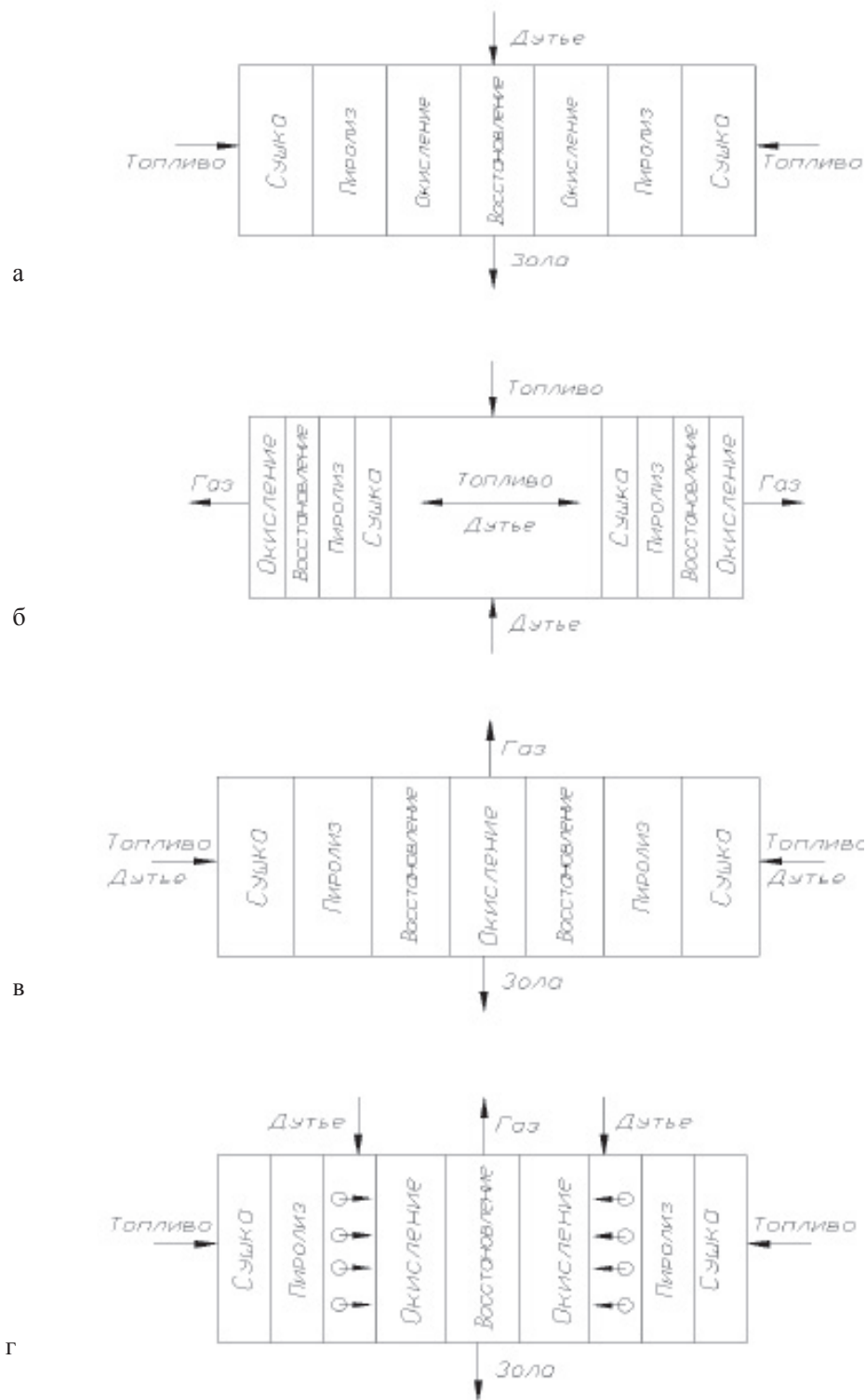


Рис. 2. Варианты организации слоевой газификации в шнековом реакторе

непрерывно по мере выгрузки из бункера последующих пропорций угля. Выделяющийся в процессе карбонизации угля горючий газ отводится потребителю. Возможны и другие варианты построения и организации слоевого процесса в таких генераторах. Рассмотрим некоторые из них.

При газификации угля различают определенные зоны реагирования сырья и окислителя. Это зоны сушки, пиролиза, окисления и восстановления [2]. Их расположение по длине реактора в зависимости от направления подачи топлива и дутья может быть различным (рис. 2). В основе этих различий – направление движения фронта “тепловой волны”, которое, при прочих равных условиях, зависит от соотношения тепловых потоков перед фронтом. Эти схемы газификации угля влияют, в свою очередь, на конструктивные схемы газогенераторов.

В процессах слоевой газификации широко распространена схема с прямым дутьем, самый яркий пример которой – технология газификации угля под давлением (процесс Лурги). Аналогичный процесс реализуется и в шахтных реакторах при атмосферном давлении. В схеме газификации с прямым дутьем (рис. 2а) образуется “прямая тепловая волна”, которая движется навстречу подаваемому топливу. При этом органическая масса угля газифицируется полностью. В аппаратах этого типа происходит сверхдиабатический разогрев, что позволяет интенсифицировать процессы тепло- и массообмена.

При розжиге угля с торцов реактора (рис. 2б), возможно получение прямой тепловой волны, как и при первом варианте. В этом случае топливо и окислитель подается в середину горизонтально расположенного шнекового реактора.

Возможна и такая схема организации слоевого процесса, когда нагревание свежего топлива происходит навстречу холодному дутью (рис. 2в). Такой процесс называется газификацией с обратным дутьем или обращенным процессом. Газификация с обратным дутьем представляет собой схему с ограниченным воспламенением, так как конвективное охлаждение дутьем препятствует нагреву слоя и при высоких расходах зажигание становится невозможным. Ухудшаются и условия тепловой подготовки топлива, вследствие чего затрудняется процесс горения при повышенной влажности топлива. Из-за указанных недостатков газификация с обратным дутьем до последнего времени не имела широкого распространения.

Известно, что при определенных значениях расхода дутья можно достичь образования “обратной тепловой волны” в реакторе. Схема газификации (рис. 2в) соответствует направленному движению топлива и окислителя. Розжигание осуществляется в центре шнекового реактора. В слое устанавливаются следующие зоны реагирования: первым по ходу дутья располагается слой топлива, который сушится и далее подвергается пиролизу. Затем – зона окисления, где протекают реакции углерода коксового остатка с кислородом дутья. Далее кислород практически полностью расходуется и начинается зона восстановления, которая характеризуется интенсивным выходом продуктового газа. Преимущество такой схемы состоит в том, что зона окисления находится впереди 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.

Для создания обращенного процесса в реакторе можно подавать окислитель в среднюю часть слоя через фурмы (рис. 2г). В зонах за фурмами 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 отсутствует. В данной схеме восстановительная зона располагается впереди, и расход кокса в ней значительно меньше, чем в зоне окисления. Несоответствие расходов может привести к зашлаковыванию аппарата. Для обеспечения нормальной работы в газификаторе можно устроить дополнительный подвод воздуха в середине, и организовать, таким образом, два очага горения, как и в варианте, показанном на рис. 2б.

Степень конверсии углерода при газификации в потоке определяется временем пребывания частицы в реакторе. Имеются различные способы регулировки этого параметра – изменения длины канала или расхода дутья. Кроме того, вместе с воздухом можно подавать кислород или водяной пар. При этом можно достичь получения продуктового газа с измененным составом, что является предметом дальнейших исследований.

Литература

1. Способ непрерывного получения полукокса и устройство для его осуществления. Авторы: Асанов А.А., Асанов Э.А., Акматов А.К., И.О. Фролов, Коган В.И. Патент 1217 КР // Бюл. описания изобретений КР. №1 от 30.01.2010.
2. Хоффман Е. Энерготехнологическое использование угля. М.: Энергоатомиздат, 1983. 152 с.