

КОНСТРУИРОВАНИЕ АГРЕГАТОВ ДЛЯ ТЕРМИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ТВЕРДЫХ ТОПЛИВ

Рассматриваются вопросы конструирования агрегатов для пиролиза углей. Показана возможность применения в перспективных технологических схемах пиролизеров с кипящим слоем, циклонного типа или их более совершенные разновидности.

Ключевые слова: технологии пиролиза, пиролизеры с кипящим слоем, циклонные аппараты для термической переработки твердых топлив

В последнее время существенно возрос интерес к технологиям пиролиза, позволяющим в результате термической переработки угля без доступа окислителя получать широкий спектр ценных продуктов, в том числе:

полукокс, выступающий в качестве обогороженного твердого топлива (ОТТ) для энергетического, коммунально-бытового и технологического использования;

смолу, идущую на производство моторных топлив и химического сырья;

газ — энергетическое топливо, сжигаемое на месте.

Из ОТТ и смолы получают термобрикеты, использование которых в коммунальных и/или бытовых котельных позволяет существенно улучшить их технико-экономические и экологические показатели.

Эффективность технологии пиролиза в значительной степени определяют аппараты-пиролизеры. С целью выявления наиболее оптимальных физико-технических и конструктивных решений были рассмотрены различные варианты пиролизеров, разрабатываемые в последнее время, в том числе с участием автора. При сопоставлении конструкций учитывался ряд факторов:

- возможность приближения физико-химических и энергетических показателей к термодинамически предельным;
- возможность достижения высокой удельной производительности и, соответственно, низких затрат материалов и средств;
- обеспечение необходимой (максимально возможной) скорости подвода и отвода теплоты;
- максимальное упрощение технологической схемы.

Исходя из этих требований, были отобраны наиболее перспективные, по мнению автора, аппараты с кипящим слоем инертного материала или катализатора (ИКС и ККС соответственно) и аппараты циклонного типа, работающие в термоокислительном режиме, которые отличаются рядом важных преимуществ.

Рассмотрим особенности данных пиролизеров. С точки зрения конструктивных решений пиролизер с инертным или каталитическим кипящим слоем может быть выполнен в двух вариантах (рис.1). В первом — он состоит из двух зон, разделенных насадкой — зоны горения топлива и зоны пиролиза. Обе зоны заполнены кипящим

слоем инертного материала или катализатора. В нижней — происходит подготовка газового теплоносителя путем дожигания необходимого количества угля и/или рециркулируемого низкокалорийного газа. Перерабатываемый уголь подается в верхнюю зону.

Во втором варианте (см. рис. 1б) уголь перерабатывается в однозонном аппарате. При подаче в реактор окислителя часть выделившихся при пиролизе летучих веществ сгорает. Количество подаваемого окислителя определяется потребностями процесса в тепловой энергии.

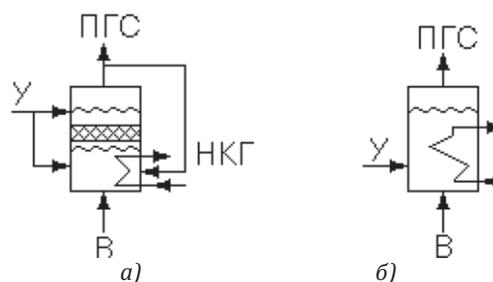


Рис. 1. Возможные конструкции пиролизера с ИКС (а) и ККС (б).

В случае, когда в реакторе с ИКС и ККС выделяется большее количество теплоты, чем необходимо для процесса, в слое могут быть установлены дополнительные поверхности нагрева. Но при этом конструкция аппарата усложняется, увеличивается его металлоемкость и возрастают капитальные затраты.

Достоинства пиролизеров с ИКС и ККС состоят в следующем:

- высокие значения коэффициента теплопередачи от КС к перерабатываемому углю обеспечивают достижение высоких скоростей нагрева, что благоприятно сказывается на выходе и качестве продуктов пиролиза и приближает физико-химические характеристики к предельным;
- хорошие регулировочные характеристики позволяют быстро изменять температуру кипящих слоев и, соответственно, регулировать выход целевого продукта;
- обеспечивается возможность полной автоматизации работы и др.

В реакторах циклонного типа перерабатываемый уголь подается тангенциально в потоке окислителя (воздуха) и частично сгорает. Вследствие особой аэродинамической структуры потока получаемые продукты пиролиза покидают ре-

актор до полного окисления воздухом (полукокк стекает вниз, а парогазовая смесь отводится через центральную газывыводящую трубу).

Анализ работы энергетических и технологических циклонных аппаратов [1] показывает, что в них удается значительно интенсифицировать процессы тепло- и массообмена между газом и перерабатываемым сырьем и тем самым обеспечить высокие скорости прогрева и химического реагирования. Применение для термоокислительного пиролиза циклонных реакторов позволяет достичь по условиям устойчивости закрученного потока единичной производительности до 100 т/ч.

Многоцелевое назначение и разнообразие конструктивного исполнения устройств циклонного типа пока не позволили разработать единую методику их расчета, поэтому при применении этих аппаратов в конкретных процессах требуется проведение соответствующих экспериментальных исследований.

В Саратовском политехническом институте (СПИ) проводились исследования по разработке конструкции устройства и изучению режимов работы циклонного реактора для термоокислительного пиролиза углей [2,3]. Конструкция устройства предложена В.Г. Каширским и В.А. Васильевым [4].

Циклонный реактор для термической переработки мелкозернистого и пылевидного топлива представляет собой вертикальную футерованную цилиндрическую камеру переменного сечения с центральным отводом продуктов пирогазификации, тангенциальным подводом пылегазового теплоносителя и вводом перерабатываемого топлива в пристенную зону закрученного потока теплоносителя под углом от 0 до 90° к плоскости поперечного сечения циклонной камеры. Твердый теплоноситель - кокс перерабатываемого топлива, разогретый в топке-пневмотрубе до температуры 1223...1273 К - подается в реактор шнеком, через внутреннюю полость которого со скоростью 50...100 м/с вдувается газовый теплоноситель в количестве 100...300 м³/т перерабатываемого угля. Производительность огневой модели составляла 5...6 кг сухого угля в час.

Ввод в пиролизер ограниченного количества воздуха дает возможность:

1) обеспечить высокую температуру процесса при ограниченной кратности циркуляции твердого теплоносителя;

2) проводить бессмольный режим с повышенным выходом пиробензола высокого качества и значительным разложением водяных паров.

В этом случае расширяются возможности регулирования основных параметров процесса путем изменения удельного расхода окислителя. С другой стороны, использование воздуха в качестве окислителя существенно увеличивает содержание в газе пиролиза балластных компонентов (азота, продуктов полного окисления). Это ухуд-

шает качество газа и усложняет выделение из него химических соединений, но для ряда технологических схем это не имеет решающего значения.

Очевидным преимуществом циклонного пиролизера в сравнении с другими конструкциями является высокая сепарационная способность. Эксперименты показали [2], что из потока взвеси удается выделить 80...85%, а при использовании направляющей винтовой пластины, предложенной в [5] — до 90% твердой фазы. Это способствует снижению, с одной стороны, сорбирования высокорекреационными коксовыми частицами паров углеводородов, а с другой — запыленности получаемых жидких продуктов. Существенный недостаток устройства [4] состоит в зависимости параметров процесса и свойств получаемых продуктов от качества поступающего угля.

Автором совместно с В.Г. Каширским и В.А. Хангаловым предложена конструкция устройства для термоокислительного пиролиза угля (рис. 2) [6], в котором предусмотрена возможность стабилизации теплотворной способности вырабатываемого газа.

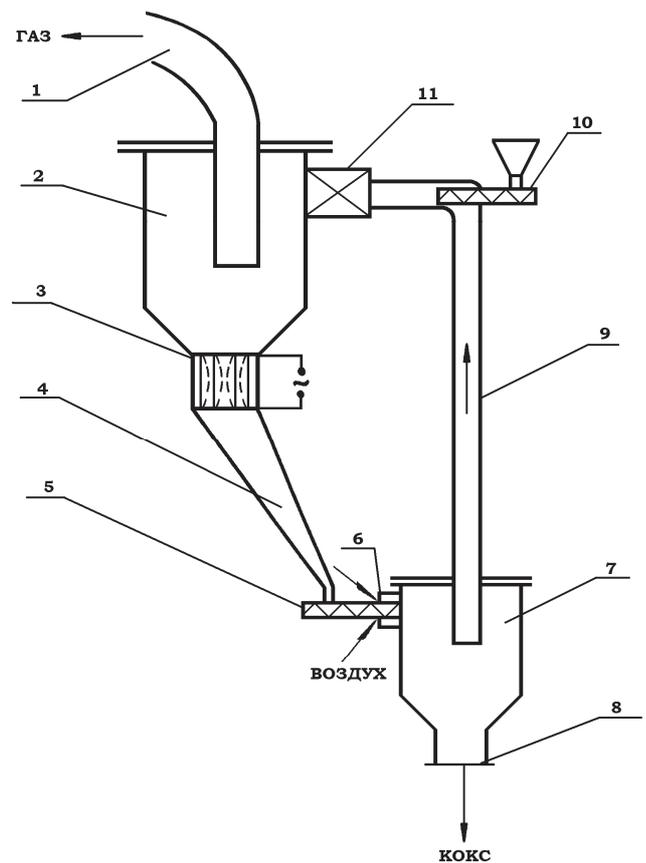


Рис. 2. Устройство для термической переработки пылевидного топлива:

1 - газотводящая труба; 2 - пиролизер; 3 - патрубок для полукокка; 4 - рукав; 5 - шнековый питатель; 6 - воздушные сопла; 7 - циклонная топка; 8 - патрубок для золы; 9 - подъемная труба; 10 - топливное устройство; 11 - камера смешения.

Устройство работает следующим образом. Подготовленное для переработки пылевидное

топливо при помощи топливного устройства 10 поступает в смесительную камеру 11, куда подается комбинированный теплоноситель с температурой 1173...1373 К, состоящий из горячих дымовых газов и летучей золы. В камере происходит высокоскоростной нагрев топлива до 973...1123 К. Термическое разложение топлива заканчивается в реакторе 1, куда газовзвесь подается тангенциально. Образующийся кокс под действием центробежной силы сепарируется из потока и стекает вниз, а парогазовые продукты выводятся через трубу 2. Кокс через патрубок 3 по рукаву 4 выводится в шнековый питатель 6, а из него — в циклонную топку 7, где он сгорает в закрученном потоке воздуха, поступающего через сопла 6. Отсепарированная зола отводится через патрубок 8, а высокотемпературный комбинированный теплоноситель по подъемной трубе 9 поступает в смесительную камеру 11.

Регулирование теплотворной способности газообразного продукта производится путем изменения количества проходящего через патрубок 3 кокса следующим образом. Через биметаллические пластины пропускается электрический ток, в результате чего они дополнительно разогреваются. За счет разницы коэффициентов термического расширения пластины изгибаются и увеличивают поперечное сечение горловины патрубка. Вследствие этого возрастает количество проходящего через патрубок кокса и количество выходящего из топки 7 теплоносителя. Последнее вызывает повышение температуры процесса в пиролизере 2, что приводит к увеличению выхода газообразного продукта и к повышению его теплотворной способности. Тем самым, используя регулирующий орган можно обеспечить стабильность качества получаемых продуктов в независимости от свойств поступающего топлива, что позволяет рассчитывать на повышение технологической эффективности всей установки пиролиза.

Кроме того, при остановках на ремонт предлагаемого устройства принудительный прямой нагрев электрическим током горловины патрубка будет препятствовать забиванию остывающим коксом корпуса пиролизера 2, в результате чего облегчаются условия очистки и повышается надежность работы оборудования.

Анализ конструкций пиролизеров позволяет сделать вывод, что аппараты с кипящим слоем, циклонного типа или их более совершенные разновидности, которые еще предстоит разработать, найдут применение в перспективных технологических схемах.

Литература

1. Резняков, А. В. Теплотехнические основы циклонных топочных и технологических процессов / А. В. Резняков, В. П. Устименко, В. В. Вышенский, М. Р. Курмангалиев. - Алма-Ата : Наука, 1974. - 373 с.

2. Каширский, В. Г. Конструирование и исследование циклонного агрегата для высокотемпературной термической переработки твердых топлив / В. Г. Каширский, Ю. А. Васильев, С. А. Семенов // Теория и практика циклонных технологических процессов в металлургии и других отраслях промышленности : материалы XII всесоюз. науч.-техн. конф., сент. 1982 г. - Днепропетровск, 1982. - С. 61-62.

3. Каширский, В. Г. Исследование скоростного пиролиза канско-ачинских углей в циклонном реакторе / В. Г. Каширский, Ю. А. Васильев, Е. Е. Ковалев // Горение органического топлива : материалы V всесоюз. конф., сен. 1984 г. - Новосибирск, 1985. - Ч. 2. - С. 97-102.

4. А.с. 1750034 СССР, МКИЗ С10В. Устройство для термической переработки мелкозернистого топлива / В. Г. Каширский, Ю. А. Васильев ; Саратов. политехн. ин-т (СССР). - 1965. - Бюл. № 19. - 2 с.

5. А.с. 386974 СССР, МКИЗ С10В 53/00. Реактор для скоростного термолиза / У.К. Зиёмелис, Н. А. Бракш, К. М. Абеле, Л. К. Дубава ; ин-т химии древесины АН Латвийской ССР. - 1973. - Бюл. № 27. - 2 с.

6. А.с. 1286611 СССР, МКИЗ С10В-49/16. Устройство для термической переработки пылевидного топлива / В. Г. Каширский, В. А. Хангалов, С. А. Семенов; Брат. индустр. ин-т (СССР). - 1987. - Бюл. № 4. - 2 с.