

смолы; пирогазификация; на основе метода сжигания в циркулирующем кипящем слое).

3) Использование сланца в качестве органоминерального сырья для производства ценных и дефицитных сераорганических продуктов.

Разработанные ранее схемные решения и аппаратное оформление процессов термохимической переработки были ориентированы на горючий сланец карьерной, либо шахтной добычи. Однако, применение этих способов для реализации пилотных проектов нецелесообразно, поскольку эти способы значительно удорожают сланец и оказывают негативное воздействие на окружающую среду.

Специалистами ООО «Перелюбская горная компания» разработан инновационный способ бесшахтной добычи с применением передвижных модулей без отвалов вскрышных и межпластовых пород, без откачки минерализованных пластовых вод на поверхность. Разработанная технология позволяет осуществлять разработку многопластовых месторождений, представленных тонкими, продуктивными слоями. Особенностью добываемого сланца является его фракционный состав, что требует разработки и применения специальных технологий термохимической конверсии сланца размером до 1,5 мм [3]. К тому же современные механизированные способы добычи существенно увеличивают образование сланцевой мелочи, что сказывается как на технологии использования горючих сланцев, так и на схемно-параметрических решениях, принимаемых для основного и вспомогательного оборудования.

Ориентируясь на мелкофракционный состав добываемого передвижными модулями сланца, необходимо говорить о реакторах с пылегазовым потоком, в котором интенсифицируются тепло- и массообменные процессы, осуществляется скоростной нагрев частиц, многократно увеличивается поверхность взаимодействия взвешенных в потоке частиц с компонентами газовой смеси. В СГТУ имени Гагарина Ю.А. предложена установка переработки пылевидного Поволжского сланца в газ на базе технологии пирогазификации (рис. 1) [4].

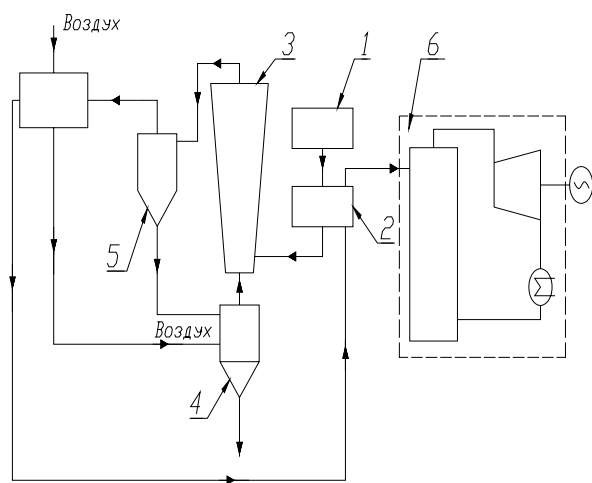


Рис.1. Установка термохимической переработки горючих сланцев на базе реакторов пирогазификации:
1 – склад сланца; 2 – блок подготовки сланца; 3 – реактор пирогазификации;
4 – циклонная топка; 5 – циклон;
6 – энергоблок

При переработке Перелюб-Благодатовского горючего сланца при конечной температуре процесса 750 °С получается газ следующего средневзвешенного

состава, об. %: $\text{CO}_2=12,1$; $\text{H}_2\text{S}=0,8$; $\text{C}_n\text{H}_m=4,6$; $\text{CO}=11,1$; $\text{H}_2=10,7$; $\text{CH}_4=10,9$; $\text{N}_2=49,8$. Теплота сгорания 9168 кДж/м^3 .

Выбор данного метода обусловлен тремя основными факторами:

- простота схемы – отсутствует необходимость дальнейшей переработки продуктов пирогазификации, что ведет к резкому снижению капиталовложений, повышению надежности установки и упрощению выбора оптимальных режимных параметров;
- при данной температуре нагрев частиц сланца происходит в режиме теплового удара с последующим образованием летучих продуктов в виде пирогаза, пригодного для сжигания в стандартных энергетических установках;
- также по результатам исследования, выбор данной температуры необходим для протекания процессов разложения карбонатов с образованием оксидов металлов, с последующим, практически полным, улавливанием сероводорода при связывании последнего с оксидами металлов – отсутствует необходимость в сложном процессе сероочистки.

Лабораторные исследования подтверждают эффективность термохимической переработки горючих сланцев. Однако, технологические режимы процесса в условиях, близких к промышленным, еще не исследовались. Последующая промышленная реализация предлагаемой технологии позволит на основе комплексной переработки Поволжских сланцев получать широкий спектр энергоносителей для энергообеспечения промышленных и коммунально-бытовых потребителей.

Заключение

1. Исследования процессов термохимической конверсии являются первым этапом, необходимым для разрешения проблемы вовлечения горючих сланцев в экономику Поволжского региона.

2. Исходя из характерного состава органической и минеральной частей сернистых сланцев Волго-Печорской сланценосной провинции, определена принципиальная схема головного процесса термической переработки, учитывающая современное состояние, особенности и научно-технические проблемы сланцеперерабатывающей промышленности.

3. Работы необходимо продолжить в направлении интеграции разработанной установки с элементами автономных систем энергоснабжения (паровыми и водогрейными котлами, газотурбинными и газопоршневыми установками, топливными элементами и пр.).

4. В результате дальнейших научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ должны быть получены методические положения инженерного проектирования и подбора основного и вспомогательного оборудования.

Библиографический список

1. Каширский В.Г., Коваль А.А. Горючие сланцы Поволжья: прошлое, настоящее, будущее. Саратов: Сарат. гос. техн. ун-т, 2007. 156 с.
2. Симонов В.Ф., Семенов Б.А., Прелатов В.Г., Левушкина Л.В. Проблемы и перспективы рационального использования потенциала горючих сланцев Поволжского региона // Проблемы энерго- и ресурсосбережения: сб. науч. трудов. Саратов: Сарат. гос. техн. ун-т, 2007. С. 78-83.

3. Атоян Э.М., Семенов Б.А., Назаров С.С. Технологическая схема переработки горючих сланцев Поволжья, адаптированная к способу добычи передвижными модулями // Проблемы теплоэнергетики: сб. науч. трудов. Саратов: Сарат. гос. техн. ун-т, 2011. С. 224-229.
4. Разработка научных основ пирогазификации пылевидного сернистого сланца Поволжья для использования в малой энергетике: Отчет о НИР / Сарат. гос. техн. ун-т имени Гагарина Ю.А.; Руководитель Б.А. Семенов. № ГР 01201153080. Саратов, 2011. 124 с.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ МОДИФИКАЦИИ ДРЕВЕСНОГО НАПОЛНИТЕЛЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ ДРЕВЕСНО-ПОЛИМЕРНОГО КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА

Назипова Ф.В., Данилова Р.В., Сафин Р.Р.

*Казанский национальный исследовательский технологический университет
reginka.danilova@mail.ru*

В последние годы все более возрастающий интерес приобретают древесно-наполненные композиционные материалы, в которых могут найти свое дальнейшее использование отходы деревообрабатывающих производств. Поэтому актуальной задачей является повышение эксплуатационных свойств композитов, в частности, путем модифицирования древесины. Недостатками древесины как композиционного наполнителя является ее низкая биостойкость и достаточно высокая гигроскопичность, что приводит к снижению механических характеристик композиционного материала в целом.

Для повышения качества и устойчивости древесного наполнителя к различным воздействиям предлагается применение термической обработки древесного сырья в среде инертных газов.

Предложенный способ термической обработки целесообразно проводить в камерах барабанного типа, поскольку они нашли широкое применение в деревообрабатывающей промышленности. Термомодифицирование древесного сыпучего сырья проводят в камере термомодифицирования, в котором материал нагревается до температуры 200 °С без доступа кислорода воздуха. При этом подвод тепловой энергии к древесному сырью происходит как конвективно (в полете), так и контактным методом (в завале). Повышение температуры материала до заданного значения приводит к термическому разложению компонентов древесины – гемицеллюлозы.

Благодаря вращению аппарата и ковшам внутри камеры, древесное сырье постоянно перемешивается, что позволяет провести равномерную термическую обработку материала. Объем частиц, захватываемых ковшами, определяется формой и размером последних.

Пересыпание частиц материала в барабане происходит сверху на слой материала, находящийся в нижней части аппарата. В то же время часть материала непосредственно контактирует с нагретой поверхностью. В зоне контакта этого материала с поверхностью происходит передача теплоты и за счет этого термомодифицирование пристенного слоя. Все частицы материала этого слоя находятся в контакте с нагретыми элементами барабана до следующего цикла пересыпания.

По мере продвижения частиц по длине аппарата происходит их полное термомодифицирование. После выгрузки из барабана древесное сырье охлаждается.

Для одномерной картины установившегося процесса термической обработки древесных частиц, пренебрегая теплопроводностью среды, вследствие достаточно высокой скорости ее движения, уравнение энергии для среды можно представить в следующем виде

$$W_l \frac{\partial T}{\partial l} = -\alpha [T_{cp} - T_m] F^* + k \cdot \rho_m \cdot q . \quad (1)$$

Тепловой баланс для частиц, находящихся

– в полете:

$$dQ^1 - dQ^2 = dQ^3, \quad (2)$$

– в завале:

$$dQ^4 - dQ^5 = dQ^6, \quad (3)$$

где $dQ^1 = \alpha(T_{cp} - T_m)F^*$ – количество тепла, конвективно поступающего к частицам в единицу времени; $dQ^2 = -\lambda \frac{\partial T}{\partial x} S$ – количество тепла, определяющееся теплопроводностью от стенки к частицам в завале в единицу времени; $dQ^3 = k \cdot \rho_m \cdot q$ – количество тепла, потраченное на удаление продуктов разложения в единицу времени; $dQ^4 = V_{op} c_{op} \rho_{op} \frac{dT}{dl} W$ – количество тепла, затраченное на изменение внутренней тепловой энергии в единицу времени.

Отсюда, тепловые балансы запишем в следующем виде

$$\alpha(T_{cp} - T_m)F^* - k \cdot \rho_m \cdot q = V_{op} c_{op} \rho_{op} \frac{dT}{dl} W . \quad (4)$$

$$-\lambda \frac{\partial T}{\partial x} S - k \cdot \rho \cdot q = V_{op} c_{op} \rho_{op} \frac{dT}{dl} W . \quad (5)$$

После некоторых преобразований получаем изменение температуры материала по длине барабана для частиц, находящихся

– в полете

$$W_{д.ч.} \frac{\partial T}{\partial l} = \frac{\alpha(T_{cp} - T_m)F^* + k \cdot \rho_m \cdot q}{c \cdot \rho \cdot V_{дрвполете}} , \quad (6)$$

– в завале

$$W_{д.ч.} \frac{\partial T}{\partial l} = -\frac{\lambda \cdot S}{c_{op} \cdot \rho_{op} \cdot V_{дрвзавале}} \frac{\partial T}{\partial x} - \frac{k \cdot \rho \cdot q}{c_{op} \cdot \rho_{op} \cdot V_{др}} . \quad (7)$$

Отсюда, изменение средней температуры и плотности частиц по длине барабана можно представить в следующем виде

$$\frac{d\bar{T}}{dl} = \frac{m_{дрвполете}}{m_{дробц}} \left(\frac{dT_{мвполете}}{dl} \right) + \frac{m_{дрвзавале}}{m_{дробц}} \left(\frac{dT_{мвзавале}}{dl} \right) . \quad (8)$$

$$W_{д.ч.} \frac{d\rho}{dl} = k \cdot \rho_m . \quad (9)$$