

Таблица 3

Физико-химические и низкотемпературные свойства продуктов переработки

Свойство	ДТ	ДТ + ПМ 10 %
μ при 20 °С, мПа·с	1,298	1,182
ν при 20 °С, мм ² /с	1,595	1,457
ρ при 15 °С, кг/м ³	818,2	815,0
$T_{п}$, °С	ниже -70	ниже -70
ПТФ, °С	ниже -70	-62
$T_{з}$, °С	ниже -70	ниже -70

Анализ результатов, представленных в таблице 3, показывает, что продукт переработки смеси дизельного топлива с содержанием 10 % об. подсолнечного масла характеризуется более низкими значениями плотности и вязкости по сравнению с продуктами переработки чистого дизельного топлива. Полученные продукты по физико-химическим свойствам соответствуют требованиям, предъявляемым [4] для арктической марки дизельного топлива.

Результаты определения низкотемпературных свойств (таблица 3) показывают, что оба продукта переработки не мутнеют и не застывают при температурах ниже -70 °С, однако предельная температура фильтруемости продукта переработки дизельного топлива ниже, чем продукта переработки смеси. Вместе с тем, продукт переработки смеси дизельного топлива с содержанием 10 % об. подсолнечного масла по предельной температуре фильтруемости соответствует требованиям, предъявляемым [4] для арктической марки дизельного топлива.

Также следует отметить, что по сравнению с исходным сырьем, физико-химические и низкотемпературные свойства продуктов переработки значительно улучшаются.

Таким образом, можно сделать вывод, что совместная переработка на цеолитном катализаторе прямогонной дизельной фракции и растительного масла является целесообразной, так как позволяет получать продукт, соответствующий требованиям [4] для арктической марки дизельного топлива, а также расширить сырьевой пул для производства низкозастывающих дизельных топлив за счет вовлечения растительных масел. Получаемый при этом продукт будет не только более экологичным, но и будет характеризоваться более низкими значениями вязкости и плотности, по сравнению с продуктом переработке чистого дизельного топлива.

Литература

1. Белозерцева Н.Е., Богданов И., Бальжанова А.Т., Торчакова О.М., Соснина Д.В., Белинская Н.С., Киргина М.В. Использование биодизеля в качестве смесового компонента товарных дизельных топлив // Химия в интересах устойчивого развития. – 2020. – Т. 28. – № 2. – С. 131-140.
2. Бурюкин Ф.А., Косицына С.С., Савич С.А., Смирнова Е.В., Хандархаев С.В. Улучшение качества низкозастывающих дизельных топлив в процессе каталитической гидродепарафинизации. Известия Томского политехнического университета. Химия и химические технологии. – 2004. – Т. 325. № 3. – С. 14-22.
3. Китова М.В. Каталитическая депарафинизация нефтяного сырья на новых катализаторах с получением экологически чистых дизельных топлив. Москва. – 2001. – 150 с.
4. ГОСТ 305-2013 Межгосударственный стандарт. Топливо дизельное. Технические условия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200107826>.

ДИНАМИКА КОНВЕРСИИ ОТХОДОВ УГЛЕОБОГАЩЕНИЯ ПРИ ЭКСТРЕМАЛЬНОМ НАГРЕВЕ Табурчинов Р.И.

Научный руководитель - научный сотрудник Р.И. Егоров

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Постоянный рост энергопотребления обуславливает перманентную потребность в развитии технологий получения энергии [2,3]. Это, в свою очередь, заставляет ученых фокусироваться на решении двух ключевых задач: поисков новых топлив и новых технологий их эффективного использования. Однако, ограниченность запасов традиционных топлив требует расширения топливной базы экономики в том числе и за счет горючих отходов и ранее не востребованных видов ископаемого топлива (торфы, бурые угли и др.). Использование таких видов топлива (с низкой калорийностью и высокой зольностью) сопряжено с необходимостью разработки новых методик извлечения из них энергии. В силу низкой теплотворной способности, отработанные методы прямого сжигания и автотермической конверсии в синтез-газ оказываются малоэффективными и, таким образом, требуются дополнительные исследования в поисках более эффективных подходов [5,6]. Отработка новых способов получения высококалорийного синтез-газа из отходов позволят использовать их применительно к комбинированным парогазовым циклам производства тепловой и электрической энергии.

В данный момент в России производится порядка 20 млн тонн шламов и фильтр-кеков каменных углей в год [7], что с учетом накопленных залежей в отвалах обогатительных фабрик, позволяет рассчитывать на длительный период использования разработанных методов и подходов. Кроме обеспечения промышленности дешевым топливом можно рассчитывать на существенный экологический эффект за счет утилизации накопленных и производящихся отходов.

Существующие методы конверсии твердых ископаемых топлив опираются либо на тепловой эффект от сжигания некоторой части данных топлив, либо на использование попутного тепла различных технологических процессов [6]. Разрабатываемый же в данной работе метод газификации отходов под действием мощного светового потока позволяет рассчитывать на использование солнечного света в качестве источника тепла для утилизации отходов. Таким образом, можно существенно расширить объемы утилизации с параллельной выработкой синтез-газа, который может служить как энергетическим топливом, так и сырьем для химической промышленности.

В данной работе с помощью оригинальной математической модели исследуется процесс аллотермической газификации коксового остатка угля под действием сфокусированного видимого света (Рис. 1). Модель учитывает процессы испарения воды, окисления углерода, паро-углеродные реакции, а также реакции восстановления углекислого газа при высоких температурах. Основными задачами, решаемыми в данной работе, являются определение пороговых значений тепловых потоков, при которых запускается устойчивая газогенерация для различных режимов подвода тепла; оценка влияния влажности смеси на динамику процесса газификации, а также на состав ее продуктов; исследование динамики окисления топлива [1,4].

Нагрев порции топлива описывается уравнением теплопроводности для цилиндрического слоя с учетом нагрева поверхности в пятне фокусировки светового потока, а также внутреннего нагрева за счет тепловых эффектов химических реакций и фазовых переходов компонентов топлива.

Динамику окисления углерода очень сложно непосредственно исследовать экспериментальным путем, потому она представляет особый интерес при анализе результатов моделирования. На Рис.2а показаны распределения концентрации не прореагировавшего углерода по объему порции топлива в момент прогара частицы топлива на всю глубину. Из рисунка можно сделать вывод, что вне границ освещенной зоны процесс газификации идет крайне слабо. Внутри зоны радиационного нагрева образуется каверна, где концентрация углерода падает до нуля. Радиус этой каверны быстро достигает радиуса освещенной области, далее каверна расширяется преимущественно вглубь, хотя ее объем растет со временем довольно медленно. Таким образом можно предположить, что по прошествии 30-40 с (время сквозного «прогара» частицы топлива) необходимо организовать смещение пятна нагрева или частицы топлива.

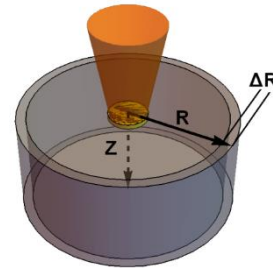


Рис. 1 Схема исследуемого процесса. На схеме показан (оранж.) конус светового потока, осуществляющий нагрев цилиндрической таблетки топлива (сер.) сверху

На Рис.2б показаны зависимости производительности различных каналов газогенерации от времени в течение полутора минут протекания газификации. Видно, что паро-углеродная реакция (3, Рис. 2б) обрабатывает в течение первых нескольких секунд и затем полностью затухает, что обусловлено полным высыханием топлива. Локальный максимум реакций полного и частичного окисления углерода, совпадающий с максимумом паро-углеродной реакции, обусловлены выгоранием прогретого приповерхностного слоя в границах пятна нагрева. Реакции окисления (1 и 2, Рис. 2б) и восстановления (4, Рис. 2б) углерода демонстрируют резкий рост производительности, связанный с затуханием эндотермической реакции (3, Рис. 2б).

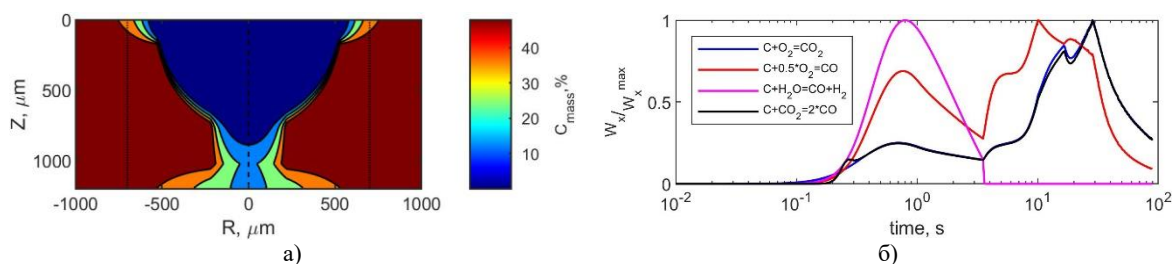


Рис. 2 Пространственное распределение содержания углерода (а) в момент времени $t=30$ с. Интегральная производительность (б) различных каналов газогенерации 1) $C+O_2=CO_2$ ($W^{max}=53$ мкг/с); 2) $C+0.5O_2=CO$ ($W^{max}=74$ мкг/с); 3) $C+H_2O=CO+H_2$ ($W^{max}=43$ мкг/с); 4) $C+CO_2=2CO$ ($W^{max}=34$ мкг/с)

Тренд реакции восстановления углекислого газа (4, Рис. 2б) практически полностью повторяет форму кривой для реакции (1, Рис. 2б). Пик производительности реакции неполного окисления достигается чуть раньше, локальные максимумы объяснены вовлечением новых слоев топлива при прогреве частицы за счет внешнего радиационного нагрева и протекающих экзотермических реакций. Производительность реакций (1, 2, 3, Рис. 2б) после 30 с резко падает, что соответствует времени прогорания частицы топлива на всю глубину. Т.е. можно сделать заключение, о бессмысленности длительных экспозиций при конверсии топливных смесей на основе фильтр-кека угля марки «Г» при отсутствии перемещения «пятна» нагрева по топливной частице. Возможно применение подачи пара в ходе процесса газификации может скорость конверсии топлива в синтез-газ, за счет увеличения времени действия паро-углеродной реакции.

СЕКЦИЯ 12. СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОДГОТОВКИ И ПЕРЕРАБОТКИ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ. ПОДСЕКЦИЯ 2 – ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОДГОТОВКИ И ПЕРЕРАБОТКИ ГОРЮЧИХ ИСКОПАЕМЫХ

В качестве оптимальной методики массовой конверсии отходов углеобогащения может служить нагрев тонкого (~0.7-1 мм) слоя топлива в течение 30-40 с с медленным сдвигом на половину размера светового пятна. Таким образом, можно добиться высокой полноты конверсии топлива вместе с достаточно высокой производительностью процесса.

Литература

1. Hashimoto N., Shirai H. Numerical simulation of sub-bituminous coal and bituminous coal mixed combustion employing tabulated-devolatilization-process model //Energy. – 2014. – Т. 71. – С. 399-413.
2. International Energy Outlook. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.eia.gov>, свободный. – Загл. с экрана.
3. Newell R., Raimi D., Aldana G. Global Energy Outlook 2019: The next generation of energy //Resources for the Future. – 2019. – С. 8-19.
4. Vascellari M. et al. Simulation of entrained flow gasification with advanced coal conversion submodels. Part 1: Pyrolysis //Fuel. – 2013. – Т. 113. – С. 654-669.
5. Алешина, А. С. Сергеев В.В. Газификация твёрдого топлива: учеб. пособие. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2010. – 202 с.
6. Афанасьев В. В., Ковалев В. Г., Тарасов В. А. Анализ технологий газификации твердого топлива //Вестник Чувашского университета. – 2010. – Т. 3.
7. Таразанов, И.Г. Итоги работы угольной промышленности России за январь-декабрь 2018 года // Уголь. – 2019. – Т. 3. – С. 64-79

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ВВОДА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДЕЙСТВИЯ ДЕПРЕССОРНОЙ ПРИСАДКИ

Титаев К.М.

Научный руководитель - инженер-исследователь И.А. Богданов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Изучение механизма действия низкотемпературных присадок и повышение эффективности их действия является одной из актуальнейших тем в области химмотологии на сегодняшний день.

Однако, при использовании депрессорных присадок не в промышленных масштабах, как правило, не учитывается температура смешения исследуемого образца с присадкой. В связи с чем, целью данной работы является исследование влияния температуры ввода на эффективность действия коммерческой депрессорной присадки.

Объектом исследования в работе выступили: образец прямогонного дизельного топлива (ДТ) и его смеси с депрессорными присадками, введенными при различных температурах.

В работе были использованы две коммерческие присадки, представленные под шифрами А и Б. При приготовлении смесей присадки были использованы в концентрациях, рекомендованных производителями: 0,60 мл присадки А на 100 мл образца ДТ и 0,26 мл присадки Б на 100 мл образца ДТ.

Для установления влияния температуры ввода присадки в дизельное топливо на эффективность ее действия были приготовлены смеси ДТ с присадкой при температурах 25 °С и 50 °С.

Для приготовления смеси 100 мл образца ДТ наливали в плоскодонную колбу объёмом 200 мл., закрывали пробкой с термометром так, чтобы термометр был погружён в образец ДТ, но не касался стенок сосуда. Колбу помещали в жидкостный термостат и термостатировали в течении 30 минут до заданной температуры, периодически перемешивая. По истечению времени термостатирования в образец ДТ вводили депрессорную присадку и перемешивали, затем полученную смесь остужали до комнатной температуры и определяли её низкотемпературные свойства.

Температуру помутнения (T_n) определяли в соответствии с [3], предельную температуру фильтруемости (ПТФ) определяли согласно [1], температуру застывания (T_z) определяли согласно [2].

Низкотемпературные свойства образца ДТ с добавлением присадки А представлены на рисунке 1, низкотемпературные свойства образца ДТ с добавлением присадки Б представлены на рисунке 2.

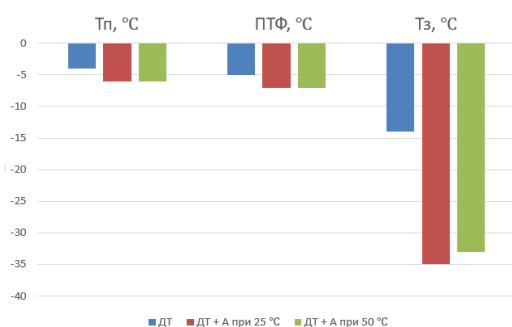


Рис. 1 Результаты определения низкотемпературных свойств исследуемого образца ДТ при добавлении присадки А

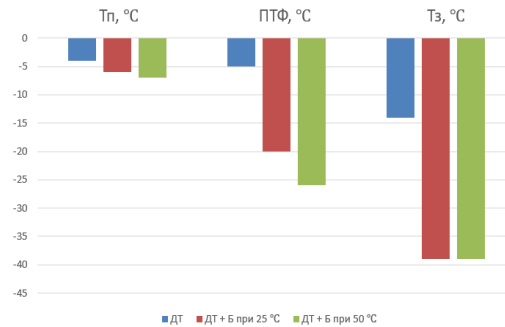


Рис. 2 Результаты определения низкотемпературных свойств исследуемого образца ДТ при добавлении присадки Б