

зрения здравого смысла. Однако пока не приняты стандарты в области наилучших существующих (одновременно фактически и экономически доступных) технологий, весьма сложно найти компромиссное решение. Тем не менее, работа в этом направлении на предприятиях группы «Кокс» также продолжается. Очевидно, что будущее принадлежит современным физико-механическим и электрофизическим приемам, таким, как озонирование, электроимпульсные технологии, ультразву-

ковая обработка и т. п., поскольку химические реагенты не только ведут к усложнению очистных установок, но и часто являются вторичными загрязнителями. Поэтому последовательно осуществляется апробация в лабораторных и опытно-промышленных масштабах современных гидродинамических, озонных и электроимпульсных технологий с целью выбора для дальнейшего проектирования очистных сооружений, по максимуму удовлетворяющих современным требованиям.

□ Автор статьи:

Зубицкий
Борис Давыдович
- докт.техн.наук., проф., зав. кафед-
рой химической технологии твердо-
го топлива и экологии КузГТУ
Тел. 8-905-905-70-00

УДК 543.27

Е.С. Брюханова, А.А., Кычанова, Е.С. Махортова

ИЗУЧЕНИЕ ДИНАМИКИ ИЗМЕНЕНИЯ СОСТАВА ГАЗА В ПРОЦЕССЕ ПИРОЛИЗА

С 2009 г. на кафедре ХТТТиЭ КузГТУ ведутся работы по получению твердого топлива из углеродсодержащих отходов, финансируемые грантом губернатора Кемеровской области. В качестве связующего используют сброшенный остаток после анаэробной переработки отходов животноводства и избыточный активный ил (кек), в качестве наполнителя – отходы деревообработки, угольную пыль и мелочь. В соответствии с намеченной программой изготовлены топливные гранулы с различными соотношениями наполнитель : связующее. Их подвергали испытаниям на определение рабочей влажности, зольности, содержания серы, максимальной влагоемкости, плотности.

Подобные гранулы являются потенциальным сырьем для получения газообразного топлива в условиях термической обработки. В связи с этим

гранулы подвергали пиролизу в лабораторной установке (рис. 1) при последовательном нагреве до 400, 500, 600, 700°C. В результате образуются газообразные (пирогаз), жидкие (смола, подсмольная вода) и твердые (карбонизат) продукты.

Состав газовой смеси, отобранный из установки при вышеуказанных температурах, определяли хроматографическим методом. Для анализа использовали хроматограф ЛХМ-80 стандартной комплектации. Основные параметры настройки хроматографа: газ носитель – аргон, сорбент - полисорб-1, длина колонки – 2 м, диаметр колонки – 3 мм, объем газовой петли – 0,1237 мл, объем отбираваемой пробы – 20 мл, температура колонки 22-23°C, ток детектора – 100 мА, делитель – 100, скорость газа носителя – 10 мл/мин, оптимальная скорость ленты – 1800 мм/ч. Методика определе-

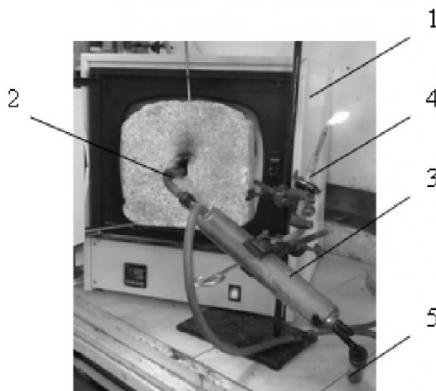


Рис.1. Лабораторная установка пиролиза: 1 – муфельная печь; 2 – патрубок для отвода парогазовой смеси; 3 – водяной холодильник; 4 – газовая горелка; 5 – приемник продуктов

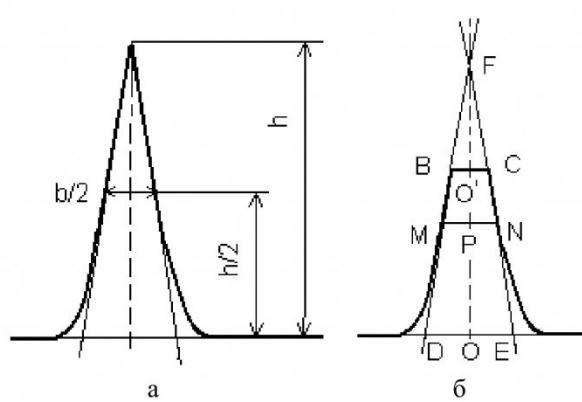


Рис.2. К расчету площади пиков: а – обычный пик; б – зашаленный пик

ния соответствует ГОСТ [1].

В первую очередь необходимо определить вещественный состав получаемого газа – качественный анализ с использованием эталонных соединений [2]: CO₂, O₂, H₂, N₂, C₂H₆ и др.; и поверочной смеси: 28% CO₂, 72% CH₄. Определение соответствия каждому веществу времени удерживания определяли методами добавки и сравнения.

Расчет состава смеси проводили методом внутренней нормализации [3]: сумма всех пиков принимается за 100% и концентрация любого компонента пробы рассчитывается как относительная площадь пика. Площадь пика находили одним из методов триангуляции (рис. 2а):

$$S = h \cdot b / 2, \text{ мм}^2,$$

где h и b – высота и ширина пика на полувысоте

В случае зашkalенных пиков (рис. 2б) площадь определяли по формуле [4]:

$$S = \frac{(OO' \cdot MN / 2 - OP \cdot BC / 2)^2}{(MN / 2 - BC / 2) \cdot (OO' - OP)}, \text{ мм}^2,$$

где OO', MN, OP, BC – длина соответствующих отрезков на рис. 2б.

Для проведения эксперимента взяты гранулы, состоящие из кека (40%) и древесных опилок (60%). Пиролиз гранул проводили при вышеуказанных условиях. В течение эксперимента наблюдалось интенсивное выделение газообразных продуктов. При хроматографическом анализе проб газа, полученных при 400°C, было получено 3 пика с временем удерживания: 1,6; 2,1 и 3,4 мин. соответственно. Полученный газ негорюч.

При увеличении температуры до 500°C выявлено 5 пиков с временем удерживания: 1,6; 2,1; 3,4; 5,6 и 7,3 мин. соответственно.

Газ, полученный при 600 и 700°C, также дает 3 пика с временем удерживания: 1,6; 2,1 и 3,4 мин. Пирогаз, образующийся при 500-700°C, поддерживает устойчивое горение.

На рис. 3. показаны характерные пики, выявленные при анализе пирогаза, а также указано время удерживания компонентов смеси.

Время удерживания 1,6 мин. соответствует 3 соединениям: азоту, кислороду, водорода, что за-

трудняют точное определение состава пирогаза. Вещество со временем удерживания 7,3 мин. на данный момент не выявлено, ведутся работы по идентификации неизвестного соединения.

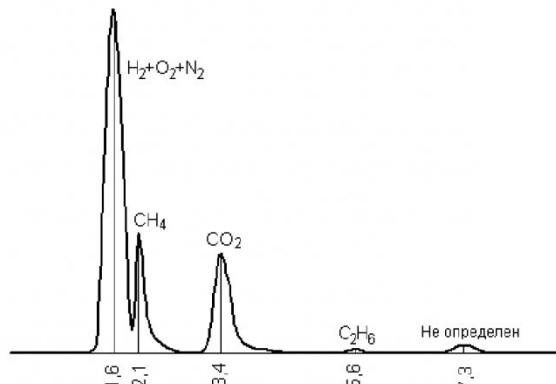


Рис.3. Хроматограмма пирогаза при 500°C

Состав пирогаза при различных температурах пиролиза представлен в таблице

Темпера- тура пиро- лиза, °C	Компоненты, %				
	H ₂ +O ₂ +N ₂	CH ₄	CO ₂	C ₂ H ₆	Не опр.
400	48,84	6,06	45,10	-	-
500	54,33	18,66	22,85	1,07	3,09
600	51,60	42,80	5,60	-	-
700	89,50	9,30	1,20	-	-

Таким образом, из работы следует: требуется введение дополнительной колонки с сорбентом для полного разделения смеси H₂, O₂, N₂; необходимо продолжить идентификацию неизвестного соединения с временем удерживания 7,3 мин.

По результатам исследований видно: получить горючее газообразное топливо из гранул (40% кек, 60 % опилок) возможно при температурах свыше 500°C. Пирогаз при 400°C содержит большое количество углекислого газа, что затрудняет самостоятельное горение топлива. При температурах больших 500°C содержание CO₂ в газе не превышает 25%, при таких условиях пирогаз горюч, причем с увеличением температуры от 500 до 700°C содержание водорода в газе возрастает.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- ГОСТ 14920-79 «Газ сухой. Метод определения компонентного состава».
- Сакодынский К.И., Бражников В.В., Волков С.А., Зельвенский В.Ю., Ганкина Э.С., Шатц В.Д. Аналитическая хроматография. -М.: Химия, 1993. 464 с.
- Медведовская И.И., Воронцова М.А. Хроматографический анализ. Практикум. - Омск: ОмГУ, 2002. 78 с.
- Царев Н.И., Царев В.И., Катраков И.Б. Практическая газовая хроматография: Учебно-методическое пособие. -Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2000. 156 с.

□ Авторы статьи:

Брюханова
Елена Сергеевна
– аспирант каф. ХТТТиЭ КузГТУ.
Тел.89236161636 .
Email: brjuhanova@mail.ru

Кычанова
Алеся Александровна
– студентка гр. ХТ-071
Email: ekosys@kuzbass.net

Махортова
Елена Сергеевна
– студентка гр. ХТ-071
Email: ekosys@kuzbass.net