

## СЕКЦИЯ 8. ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ МИНЕРАЛЬНОГО И УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ

**Заключение.** Установлено, что увеличение температуры и продолжительности крекинга приводит к увеличению выхода газообразных продуктов. Количество твердых продуктов крекинга органического вещества горючего сланца (смесь кокса и непрореагировавшего керогена) увеличивается в сериях экспериментов при 425 и 475 °С. При температуре крекинга 450 °С их выход уменьшается вследствие термической деструкции керогена с образованием жидких и газообразных продуктов.

Установлены закономерности изменения содержания тиафена и его производных в составе жидких продуктов крекинга в зависимости от условий термической обработки высокосернистого горючего сланца. Показано, что в составе новообразованных сернистых соединений преобладают гомологи бензотиафена, содержание которых составляет в среднем 70-80 % отн. Вероятно, значительная часть серы в составе керогена содержится в виде бензотиафеновых структур, которые при термическом воздействии на кероген попадают в состав жидких продуктов.

*Работа выполнена в рамках государственного задания ИХН СО РАН, финансируемого Министерством науки и высшего образования Российской Федерации (НИОКТР 121031200185-6).*

### Литература

1. Арутюнов Т.В., Арутюнов А.А., Савенок О.В. Перспективы разработки месторождений сланцевых отложений // *Фундаментальные проблемы науки: сборник статей Международной научно-практической конференции (23 января 2015 года)*. – Уфа: РИОМЦИИ ОМЕГА САЙНС, 2015. – С. 126–135.
2. Гончаров А. В., Кривцов Е. Б. Расчет кинетических параметров реакций образования и деструкции производных тиафена в процессе крекинга высокосернистого гудрона // *Химия уст. разв.* 2021. Т. 29, № 6. С. 717-723.
3. Иовик Ю. А., Кривцов Е. Б. Термические превращения серосодержащих компонентов окисленного вакуумного газойля // *Нефтехимия*. 2020. Т. 60, № 3. С. 377-383.
4. Кривцов Е. Б., Головкин А. К. Кинетика окисления сернистых соединений дизельной фракции нефти озono-кислородной смесью // *Известия Томского политехнического университета*. 2012. Т. 321, № 3. С. 157-161.
5. Chen X., Li H., Zhang L., Shi Q., Zhao S., Xu C. Direct sulfur-containing compounds analysis in petroleum via (+) ESI FT-ICR MS using HBF<sub>4</sub> as ionization promoter // *Fuel*. 2020. Vol. 278. P. 118334.
6. Donghao Li, Naodan Pan, Xiaojing Di, Xiaoyang Liu, Hongxiang Hu. Progress in Catalytic Pyrolysis of Oil Shale // *Scanning*. Vol. 2021. article ID 6759176. P. 6.
7. Kang Z., Zhao Y., Yang D. Review of oil shale in-situ conversion technology // *Applied Energy*. 2020. Vol. 269. P. 115121.
8. Lorentza C., Laurentia D., Zotinb J. L., Geanteta C. Comprehensive GC × GC chromatography for the characterization of sulfur compound in fuels: A review // *Catal. Today*. 2017. V. 292. P. 26–37.
9. Yang Q, Yang Q, Man Y, Zhang D, Zhou H. Technoeconomic and environmental evaluation of oil shale to liquid fuels process in comparison with conventional oil refining process // *Journal of Cleaner Production*. 2020. Vol. 255. P. 120198.

## РАСШИРЕНИЕ СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ ПРОИЗВОДСТВА АГЛОПОРИТА ПУТЕМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОГЕННО-ПЕРЕОТЛОЖЕННЫХ УГЛЕНОСНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ КУЗБАССА

Пасечников Ю.В.<sup>1</sup>, Тихонов Н.В.<sup>2</sup>

Научный руководитель к.т.н, доцент В.В. Тихонов

<sup>1</sup> *Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

<sup>2</sup> *Кузбасский государственный технический университет, г. Кемерово, Россия*

Терриконы (шахтные отвалы) представляют собой техногенно-переотложенные угленосные породы двух типов – так называемые «чёрные» («негорелые», «углистые»), состоящие из обломков горных пород разнообразных как по размерам и форме, так и по литологическому составу: песчаники, аргиллиты, алевролиты, углистые алевролиты, уголь и «красные» («горельники», «безуглистые»), в которых за счёт прошедших в них процессов пирогенного метаморфизма «чёрных», в составе преобладают пирогенные брекчии, паралавы, паралавобрекчии, порцелланиты, шлакозолы и т.д. [1]

Терриконы шахтных отвалов занимают в стране большие площади, являются источниками пылевых загрязнений, а их частые самовозгорания приводят к обострению экологических проблем из-за выбросов в атмосферу помимо углекислоты ещё и серной кислоты, двуокиси азота, а также других вредных соединений, тем самым представляя собой постоянную угрозу для находящихся поблизости поселений.

Крупнотоннажная утилизация материалов терриконов позволит решить эту проблему. Из горелых пород уже сейчас производится щебень, песок из отходов дробления, заполнители для бетонов. Однако наилучший технико-экономический результат может быть получен только при производстве продуктов с более высокой добавленной стоимостью, таких, например, как строительный кирпич [2] и портландцемент.

Схожесть основных свойств «чёрного» терриконика с глиной, а «красного» - с обожженным шамотом, а также наличие в их составах негоревших частиц угля, дающее высокую теплотворную способность (по разным оценкам от 2500 до 9200 кДж/кг), позволили сделать предположение о возможности использования этих материалов в технологии получения пористого заполнителя методом самоподдерживающегося агломерирующего обжига.

Широкому использованию материалов терриконов в промышленности строительных материалов мешает весьма неоднородный химический и минералогический состав даже в пределах одного угольного бассейна, требующий в обычном случае тщательного изучения конкретных терриконов. Избежать подобных сложностей

возможно с помощью разрабатываемой авторами технологии утилизации техногенных материалов различного генезиса, практическая «всеядность» которой ранее неоднократно отмечалась.

При проведении экспериментов сырьевая смесь для получения аглопорита составлялась из «черного» и «красного» терриконов, измельчённых до полного прохождения через сито с размером отверстий 1 мм. Компоненты смешивались между собой при следующих соотношениях: 100/0, 75/25, 50/50, 25/75 и 0/100 %, гранулировались на тарельчатом грануляторе с использованием раствора силиката натрия в качестве связующего до размера гранул 7-10 мм и подвергались сушке с последующим обжигом в лабораторной установке.

Результаты проведённых исследований позволяют сделать вывод о том, что материал терриконов, представляющий из себя смесь горной породы и угля с содержанием последнего 12–14 % для «чёрной» или 2–4 % для «красной» разновидности, вследствие своей двойственной природы представляет собой ещё один ценный техногенный крупнотоннажный ресурс для получения обжигового аглопоритового гравия и песка.

#### Литература

1. Акулов Н. И., Прокопьев С. А., Прокопьев Е. С. Самовозгорание техногенно-переотложенных угленосных отложений Кузбасса.
2. Баталин Б. С. и др. Применение отходов угольных шахт в качестве сырья для получения керамического кирпича // Известия высших учебных заведений. Строительство. – 2010. – №. 11-12. – С. 21-25.

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АКТИВНОГО ИЛА В КАЧЕСТВЕ ТОПЛИВА ПРИ УТИЛИЗАЦИИ ЗОЛОШЛАКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

Пасечников Ю.В.<sup>1</sup>, Тихонов Н.В.<sup>2</sup>

Научный руководитель доцент В.В. Тихонов<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

<sup>2</sup>Кузбасский государственный технический университет, г. Кемерово, Россия

Активный ил очистных сооружений – это сложнейшая органоминеральная структура из живых организмов и неорганической основы. Он порождается в процессе очистки сточных вод в количестве нескольких миллионов тонн в год и относится к отходам IV класса опасности [1]. В отличие от ила из отстойников I стадии очистки, он не обладает выраженной патогенностью, однако может содержать болезнетворные микроорганизмы и яйца гельминтов. Это обстоятельство, а также часто отмечаемое повышенное содержание тяжелых металлов, осложняют использование ила в переработанном виде. Согласно данным, приведённым в [2], из общего количества отводимых илов в России используется не более 3 %, а основная масса ила хранится в илонакопителях или захоранивается на полигонах.

Одним из наиболее распространённых способов утилизации избыточного активного ила является технологическое сжигание. Однако на пути широкого распространения данного метода встаёт излишняя обводнённость ила, который из-за высокого содержания коллоидных веществ с трудом поддается механическому обезвоживанию.

По мнению авторов работы [3], активный ил непригоден для сжигания без дополнительного подвода тепловой энергии или без предварительного обезвоживания, так как согласно нижеприведённой на рисунке диаграмме определения зоны автогенного горения Таннера, влажность органического топлива должна быть не более 50 %, зольность менее 60 %, а содержание углерода > 25 %, что в данном случае не соблюдается.

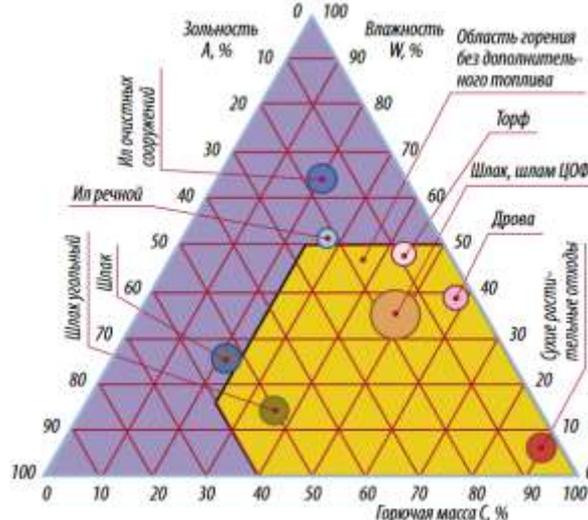


Рис. Диаграмма Таннера

(Желтая зона (нижний правый угол диаграммы) – область органических веществ, сжигание которых возможно без подвода дополнительного тепла)