

## Содержание

DOI: 10.31081/1681-309X-2019-0-5-4-9

Специальность: 161 (05.17.07)

### **ПОЛУЧЕНИЕ ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННОГО КОКСА ИЗ ШИХТ С ПОВЫШЕННЫМ УЧАСТИЕМ ГАЗОВЫХ УГЛЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДА ЧАСТИЧНОГО БРИКЕТИРОВАНИЯ ШИХТЫ.**

**Сообщение 2. Коксование частично-брикетированных шихт с использованием в качестве связующего отдельных углеводородных продуктов коксохимического производства и их смесей с оценкой свойств получаемого из них кокса**

© \* А.Л. Борисенко, к.т.н., И.Д. Дроздник, к.т.н., Н.А. Десна, к.т.н., Ю.С. Кафтан, к.т.н., Я.С. Балаева, к.т.н. (ГП "УХИН")

Освоенные в статье исследования продолжают работу по изучению возможности использования углеводородных продуктов коксохимического производства в качестве связующих для частичного брикетирования каменноугольной шихты.

В пятикилограммовой лабораторной коксовой печи конструкции ГП «УХИН» были прококсованы: базовая, две опытные и 10 вариантов частично брикетированных шихт. Количество брикетов в частично брикетированных шихтах составило 20 %. В качестве связующего для брикетирования были использованы отсеивы каменноугольного пека, а также смеси каменноугольной смолы, фусов, смол и масел биохимической установки (БХУ) и кислой смолки цеха улавливания в различном соотношении в количестве 5 % от массы брикетов.

Установлено, что применение метода частичного брикетирования и использовавшихся в качестве связующих углеводородных добавок коксохимического происхождения, ввиду малого количества брикетов и малой доли связующего в общей шихте, практически не сказывается на структурных характеристиках получаемого кокса сравнительно с тем, которое оказывает изменение марочного и компонентного состава шихты.

Реакционная способность кокса по ДСТУ 7664:2014 ( $k_m$ ), а также реакционная способность по ДСТУ 4203:2006 (CRI) с ростом содержания газовых углей в шихтах, как и следовало ожидать, возрастает, а послереакционная прочность CSR снижается.

Показано, что использование отсеивов пека, а также смеси кислой смолки со смолами и маслами БХУ в качестве связующих при брикетировании приводит к ухудшению прочностных показателей получаемого кокса ( $M_{25}$  и  $M_{10}$ ) сравнительно с этими показателями у коксов, полученных из тех же шихт, но без применения технологии частичного брикетирования со связующим.

Использование смеси каменноугольной смолы и фусов в соотношении 80:20 в качестве связующего при брикетировании позволяет получить из шихты с содержанием 30 % газовых углей высокопрочный доменный кокс, соответствующий по комплексу свойств коксу марки КДМ1. При содержании малометаморфизованных углей марки Г и ГЖ в шихте, равном 35 %, частичное брикетирование со связующим, являющимся смесью фусов, каменноугольной смолы и кислой смолки в соотношении 30:20:50 обеспечивает получение металлургического кокса, по уровню показателей качества соответствующему коксу марки КДМ2.

Ключевые слова: углеводородные продукты коксохимического производства, брикетирование шихты, частично брикетированная угольная шихта, коксование, прочность кокса, реакционная способность кокса, выход валового кокса.

\* Автор для корреспонденции: e-mail: [zd@ukhin.org.ua](mailto:zd@ukhin.org.ua)

DOI: 10.31081/1681-309X-2019-0-5-9-17

Специальность 161 (05.17.07)

### **ПОЛУКОКСОВАНИЕ САПРОПЕЛИТОВЫХ УГЛЕЙ ОТДЕЛЬНЫХ ШАХТ ЛЬВОВСКО-ВОЛЫНСКОГО КАМЕННОУГОЛЬНОГО БАССЕЙНА**

© \* Хоха Ю. В., к.т.н., Брик., к.т.н. Д.В. (ИГГГИ НАНУ)

В публикации рассмотрена проблема накопления сапропелитовых углей в отвалах угледобывающих предприятий Львовско-Волынского каменноугольного бассейна. Проведена оценка его запасов в границах деятельности ГП «Львіввугилля». Предложено использовать полукоксование для извлечения из этого некондиционного сырья смол, горючего газа и коксового остатка. Из трех шахт ГП «Львіввугилля» отобраны образцы сапропелитового угля, с дальнейшим измельчением и фракционированием. Для них определены технические характеристики, которые показали высокую зольность всех образцов, которая усреднено составила 36,3%, при средней влажности - 1,7% и выхода летучих - 25,35% (для аналитической пробы).

Для полукоксования нами использованы две установки: малая, с загрузкой 100 г, и большая, с объемом камеры более 1,5 дм<sup>3</sup>. Полукоксование проводилось в диапазоне температур 540-550 °С. На малой установке с помощью мокрого газометра установлено, что газовыделение образцов в среднем составляет 6,56 дм<sup>3</sup> на 100 г. Состав газа определен газовой хроматографией с расчетом его высшей (22,59 МДж/м<sup>3</sup>) и нижней объемной теплоты (10,29 МДж/м<sup>3</sup>) сгорания в модели идеального газа, согласно ISO 6976:1995.

После серии опытов, проведенных на большой установке, нами собрано достаточное количество первичной смолы для фракционирования и исследования отдельных фракций. Смола представляла собой темно-коричневую жидкость, умеренно вязкую, со значительным содержанием воды. Установлено, что только часть воды можно отделить методом сепарации несмешиваемых слоев. Остальные отделяется в легких фракциях перегонки (бензиновой и лигроиновой). Среднее содержание воды в смоле составило 43,7%, из которых более 90% легко отделяются на делительной воронке. Относительная плотность обезвоженных образцов смолы находится в пределах 0,975-0,996.

Фракционирования обезвоженной смолы проводилось по топливной схеме. В среднем бензиновая фракция составляла (в мас. %) – 3,2, керосиновая – 4,28, лигроиновая – 9,41, дизельная – 43,95 и мазутная – 39,16. Для двух фракций смолы – керосиновых и дизельной, проведено ИК-спектроскопическое исследование с целью установления группового состава. Показано, что с ростом температуры кипения происходит декарбонизация компонентов смолы, и продукт фракционирования приобретает алифатическо-ароматический характера с примесью небольшого количества кислородосодержащих соединений, которые представлены фенолами, простыми эфирами и спиртами.

Составлен материальный баланс получения смолы, полукоксования и горючего газа на 1 тонну сапропелитового угля.

Ключевые слова: сапропелитовые угли, полукоксование, первичная смола, горючий газ, фракционирование

---

\* Автор для корреспонденции, e-mail: [khoha\\_yury@ukr.net](mailto:khoha_yury@ukr.net)

DOI: 10.31081/1681-309X-2019-0-5-17-24

Специальность 161 (05.17.07)

## ЩЕЛОЧНОЕ ПРОМОТИРОВАНИЕ ОКИСЛЕНИЯ АНТРАЦИТА КИСЛОРОДОМ

© В.А. Кучеренко, д.х.н., \* Ю.В. Тамаркина, к.х.н., И.Б. Фролова, к.х.н. (ИНФОРУ им. Л.М. Литвиненко НАН У)

Известно, что гидроксиды щелочных металлов (МОН) катализируют окисление антрацитов молекулярным кислородом при достаточно низких температурах ( $\leq 200$  °С), что проявляется в повышении скорости поглощения кислорода. Можно постулировать, что в этих условиях гидроксиды будут влиять и на образование кислородных функциональных групп (КФГ). Целью данной работы послужило выявление влияния гидроксидов щелочных металлов на окисление и функционализацию антрацитов в реакции с молекулярным кислородом.

В ходе работы изучено взаимодействие O<sub>2</sub> (200 °С, время  $\leq 5$  ч) с антрацитами А (C<sup>daf</sup> = 94 % и 95,6 %), импрегнированными (1 ммоль/г) гидроксидами щелочных металлов МОН. Установлено, что МОН промотирует окисление: начальная скорость линейно растет (в 2,3-2,5 раза) с увеличением диаметра катиона d<sub>М</sub>. Выполнено сравнение активности разных щелочей при одинаковом времени 5 ч. Определено, что в ряду от исходного антрацита (А) к образцу «А-СsОН» увеличивается общее количество прореагировавшего O<sub>2</sub> (в 2,5±0,1 раз) и выход СО<sub>2</sub> (в 3,7±0,2 раза); выход СО не меняется. Количество кислорода в функциональных группах m(КФГ) линейно возрастает (в 1,7-3,0 раза) с поляризуемостью катиона. Установлено, что содержание карбоксильных [-СООН] и фенольных [-ОН] групп в продуктах окисления образцов «А-МОН» зависит от типа МОН и антрацита и возрастает в 2,1-9,0 раза и 4,3-12,2 раза, соответственно. С увеличением поляризуемости величина [-ОН] растет экспоненциально на фоне линейного роста m(КФГ), что указывает на дополнительные (помимо окисления) маршруты образования ОН-групп, инициируемые щелочами. Предложены маршруты реакций с участием МОН, включающие новый путь переноса электронов с антрацита на O<sub>2</sub> через комплексы «M<sup>+</sup> - π-система полиарена»,

гетеролиз С-С связей хиноидных структур антрацита с образованием карбоксилатов и гидроксигидролиз аренов, степень которого экспоненциально увеличивается при переходе от LiOH к CsOH.

Ключевые слова: уголь, антрацит, щелочное импрегнирование, окисление.

---

\* Автор для корреспонденции, e-mail: [Tamarkina@nas.gov.ua](mailto:Tamarkina@nas.gov.ua)

---

DOI: 10.31081/1681-309X-2019-0-5-24-33

Специальность 161 (05.17.07)

---

## **ВЛИЯНИЕ ПОРОДНЫХ ОТВАЛОВ УГЛЕДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ И УГОЛЬНЫХ ТЭС УКРАИНЫ НА СОСТОЯНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ**

© \* А.М. Касимов, д.т.н., А.Л. Борисенко, к.т.н. (ГП «УХИН»)

В статье показано, что приповерхностные зоны золошлаковых отвалов или отвалов шламов углеобогащения под действием кислорода, осадков, фильтрационных полей и др. факторов являются зонами интенсивного растворения и миграции ионов тяжелых и редких металлов. При этом образуются обедненные и обогащенные металлами участки с восстановленными и окисленными формами. На территории городов северного Донбасса имеется 209 таких очагов, из которых 192 находятся в промышленно-жилых массивах (их общая площадь 48,8 км<sup>2</sup>). В 5 из них загрязнения металлами достигло чрезвычайно опасной категории, в 47 – опасной, в остальных 157 – умеренно опасной.

Выполнен отбор проб загрязненных почв возле отвалов углешламов ряда обогатительных фабрик и золошлакоотвалов Трипольской ТЭС.

Установлено высокое содержание соединений тяжелых и редких металлов в углешламах ряда обогатительных фабрик и отвалах золошлаковых отходов, образующихся при сжигании твердого топлива на ТЭС, что серьезно загрязняет все сферы окружающей природной среды и не позволяет освободить или рекультивировать шламохранилища за счет их изоляции и окончательного захоронения без соответствующей обработки и обезвреживания. Достаточно жесткие нормы по содержанию вредных веществ в промышленных отходах требуют специальных методов обезвреживания углешламов и золошлаков перед окончательным захоронением.

Определена закономерность уменьшения концентраций соединений Cu, Pb, Cr, Ni и Zn в пробах почвы возле углеотвалов обогатительных фабрик и отвала золошлаковых отходов Трипольской ТЭС.

Показано, что соединения Pb, Ni, Cu и Cr обладают высокой подвижностью в почвах возле углешламовых отвалов обогатительных фабрик и отвалов золошлаковых отходов ТЭС, из-за чего они накапливаются в почве даже вдали от них при нейтральных и слабощелочных значениях pH среды. Показано, что соединения Zn обладают низкой подвижностью в почве возле углешламовых отвалов обогатительных фабрик и отвалов золошлаковых отходов ТЭС, из-за чего они накапливаются в почве только

Ключевые слова: углешламы, золошлаковые отходы, обогащение угля, угольные электростанции, миграция тяжелых и редких металлов, сорбция ионов металлов частицами почвы, отвалы, шламонакопители, pH среды поверхностных стоков, загрязнение окружающей среды.

---

\* Автор для корреспонденции, e-mail: [nto@ukhin.org.ua](mailto:nto@ukhin.org.ua).

---

DOI: 10.31081/1681-309X-2019-0-5-34-39

Специальность 161 (05.17.07)

---

## **ОЧИСТКА ПРОМЫВНЫХ ВОД КАВИТАЦИОННОЙ ОБРАБОТКИ НЕФТИ ОТ ХЛОРИД-ИОНОВ**

© Хоботова Э.Б., д.х.н., \* Даценко В.В., к.х.н. (ХНАДУ)

В настоящее время объемы мирового промышленного производства по переработке нефти увеличиваются с каждым годом. Промышленная обработка нефти включает в себя ее обессоливание и обезвоживание. При обработке нефти методом кавитации промывные воды постепенно обогащаются ионами хлора. Их присутствие

вызывает образование соляной кислоты на дальнейших технологических стадиях термической обработки нефти. Пары HCl снижают производительность и объемы выхода нефтепродуктов, нарушают режим работы нефтеперерабатывающих установок, снижают калорийность и качество нефтяных топлив, вызывают коррозию оборудования.

Цель работы: очистка промывных вод кавитационной обработки нефти от хлорид-ионов. Задачи работы: определение основных параметров процесса реагентной очистки промывных вод нефти от хлорид-ионов и оптимизация его стадий.

В работе методом потенциометрии определено содержание хлорид-ионов в периодически отобранных пробах промывных вод. Контроль содержания ионов серебра в растворе после процесса осаждения проводили на атомно-адсорбционном спектрофотометре. Идентификацию соединений осадка после осаждения осуществляли рентгенографическим методом.

Морфологические особенности поверхности осадка изучены методом электронно-зондового микроанализа. Измерения кислотности воды проводили милливольтметром.

Для очистки промывных вод нефти от хлорид-ионов с соблюдением норм технологического процесса предложен химический реагентный метод осаждения. В качестве реагента-осадителя выбран аргентум нитрат  $\text{AgNO}_3$ , оптимальное количество которого установлено на основании экспериментальных данных.

Определены основные параметры процесса реагентной очистки промывных вод нефти от хлорид-ионов и оптимизированы его параметры: количество реагента-осадителя  $\text{AgNO}_3$  по отношению к количеству хлорид-ионов, содержащихся на стадии осаждения; при кипячении суспензии  $\text{AgCl}$ ; объемные соотношения промывной воды после декантации и осадка  $\text{AgCl}$  на стадии их разделения; количество щелочи ( $\text{NaOH}$ ), необходимого для обработки раствора, оставшегося после декантации с осадком  $\text{AgCl}$ ; объемные соотношения щелочного раствора после декантации и осадка, образовавшегося на стадии их разделения; объемы воды, необходимой для промывки осадка; объемы концентрированной азотной кислоты на стадии растворения полученного осадка.

Рассмотренный в работе процесс очистки вод кавитационной обработки нефти от хлорид-ионов, включая химическое осаждение хлорид-ионов аргентум нитратом с последующей регенерацией реагента-осадителя, может быть использован на предприятиях газонефтедобывающей и нефтеперерабатывающей промышленности.

Ключевые слова: промывные воды кавитационной обработки нефти, реагентная очистка, хлорид-ионы, химическое осаждение, осадок, реагент-осадитель, оптимизация процессов очистки, аргентум нитрат, регенерация осадителя.

---

\* Автор для корреспонденции, e-mail: [dacenkovita14@gmail.com](mailto:dacenkovita14@gmail.com)