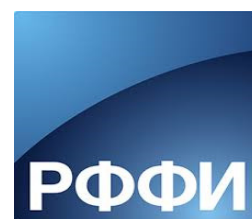


VII МЕЖДУНАРОДНЫЙ РОССИЙСКО-КАЗАХСТАНСКИЙ СИМПОЗИУМ

«УГЛЕХИМИЯ И ЭКОЛОГИЯ КУЗБАССА»



Симпозиум проводится при поддержке
Российского фонда фундаментальных исследований



Спонсор Симпозиума

INTERTECH Corporation

7-10 октября 2018

Кемерово

ИНСТИТУТ УГЛЕХИМИИ И ХИМИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ ФИЦ УУХ СО РАН

г. Кемерово, Россия

ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР УГЛЯ И УГЛЕХИМИИ СО РАН

г. Кемерово, Россия

РГП на ПХВ «ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ ГОРЕНИЯ»

г. Алматы, Казахстан

**VII МЕЖДУНАРОДНЫЙ
РОССИЙСКО-КАЗАХСТАНСКИЙ СИМПОЗИУМ
«УГЛЕХИМИЯ И ЭКОЛОГИЯ КУЗБАССА»**

7 - 10 октября 2018, г. Кемерово

СБОРНИК ТЕЗИСОВ ДОКЛАДОВ

Кемерово 2018

УДК 662.7

ББК Л 52-1

У 43

Углекислотная и экология Кузбасса: VII Международный Российско-Казахстанский Симпозиум: сб. тез. докл. 7 - 10 октября 2018 г. Кемерово/ ИУХМ ФИЦ УУХ СО РАН. – Кемерово: ФИЦ УУХ СО РАН, 2018. – 109 стр.
ISBN 978-5-902305-53-8

В сборнике представлены тезисы докладов ученых академических и отраслевых институтов, вузов, лабораторий промышленных предприятий, проводящих научные исследования в области углекислотной, экологии и химического материаловедения.

Материалы сборника представляют интерес для научных и научно-технических работников, преподавателей, аспирантов и студентов вузов.

Глубокоуважаемые коллеги!

Международный симпозиум «Углекислотная химия и экология Кузбасса» стал традиционным и значимым событием не только для города Кемерово и Кемеровской области. Являясь единственным в нашей стране профильным мероприятием по направлению «Углекислотная химия», он объединяет ученых ведущих академических институтов страны, студентов и аспирантов ВУЗов, а также представителей отраслевой науки России и зарубежных стран. В работе VII Международного симпозиума «Углекислотная химия и экология Кузбасса» принимают участие более 150 исследователей из научных, образовательных учреждений и промышленных предприятий из России, Казахстана, Монголии, Эстонии и Украины. Значимость нашего научного форума оценена Российским фондом фундаментальных исследований, который традиционно поддержал Симпозиум грантом.

Энергетическая стратегия России на период до 2030 года среди приоритетных направлений научно-технического прогресса выделяет развитие производства продуктов глубокой переработки угля, комплексного использования сопутствующих ресурсов и отходов переработки угля. Особую важность имеет стимулирование и создание условий для внедрения экологически чистых энергоэффективных и ресурсосберегающих технологий при производстве, транспортировке, хранении и использовании топливно-энергетических ресурсов; все эти мероприятия согласуются с «Комплексом мер по развитию углекислотной промышленности и увеличению объемов производства продуктов углекислотной химии», утвержденного правительством РФ. Выполнение поставленной задачи невозможно без проведения широкомасштабных фундаментальных исследований.

Классическая углекислотная химия была достаточно сильно развита в середине прошлого века. Она в основном носила описательный характер и основывалась на экспериментальных работах по свойствам углей, получению продуктов переработки углей и коксохимии. В последние 20-30 лет с появлением целого ряда новых физических методов исследования открылись возможности выполнения фундаментальных исследований по строению и структуре углей на принципиально новом инструментальном и теоретическом уровне. На нашем симпозиуме основное внимание будет уделено обсуждению результатов исследования самими современными методами состава и структуры углей, их взаимосвязи со свойствами продуктов, получаемых в ходе глубокой переработки угля, кроме того, будут рассмотрены возможные решения задач экологической безопасности угледобывающих регионов.

По итогам симпозиума издан сборник трудов, а лучшие доклады будут опубликованы в специальном выпуске журнала «Химия в интересах устойчивого развития».

Проведение VII Международного симпозиума «Углекислотная химия и экология Кузбасса» будет способствовать квалифицированному обсуждению научно-исследовательских работ по химии и технологии переработки угля, обмену научно-технической информацией по основам использования и внедрения природоохранных технологий, координации усилий науки и промышленности для успешного развития топливно-энергетического комплекса России.

Заседания Симпозиума традиционно будут транслироваться в режиме on-line в интернете <http://www.iccms.sbras.ru/ccsymp-2018/>.

Желаю всем участникам плодотворной и успешной работы!

С уважением,
директор ИУХМ ФИЦ УУХ СО РАН,
член-корреспондент РАН



Исмагилов З.Р.

Содержание

Адуев Б.П., Нурмухаметов Д.Р., Ковалев Р.Ю., Исмагилов З.Р., Крафт Я.В.	13
ЛАЗЕРНОЕ ЗАЖИГАНИЕ И СПЕКТРОСКОПИЯ НИЗКОПЛОТНЫХ СМЕСЕВЫХ СОСТАВОВ БУРОГО УГЛЯ И ТЕТРАНИТРОПЕНТАЭРИТРИТА	
Ананьева М.В., Звеков А.А., Каленский А.В., Галкина В.В.	14
МЕХАНИЗМ САМОВОЗГОРАНИЯ УГЛЯ	
Андрейков Е.И.	15
ПЕКИ ДЛЯ УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ РАЗЛИЧНОГО СЫРЬЯ	
Ахметов А.Ф., Рахимов М.Н., Мустафин И.А., Файрузов Д.Х., Хабибуллин А.М.	16
ГИДРОКРЕКИНГ ВЫСОКОПАРАФИНИСТЫХ ОСТАТКОВ ГАЗОВЫХ КОНДЕНСАТОВ	
Барнаков Ч.Н., Хохлова Г.П., Попова А.Н., Романенко А.И.	17
ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ КАМЕННОУГОЛЬНОГО ПЕКА С ДОБАВКАМИ ПЕНОГРАФИТОВ	
Василенко Т.А., Кириллов А.К., Дорошкевич Н.В., Дорошкевич А.С., Шванкин М.В.	18
ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ИСКОПАЕМЫХ УГЛЕЙ КУЗБАССА МЕТОДОМ РАМАНОВСКОЙ СПЕКТРОСКОПИИ	
Винюков Д.А., Таловская А.В.	19
УРОВЕНЬ ПЫЛЕВОЙ НАГРУЗКИ В ОКРЕСТНОСТЯХ ТОМЬ-УСИНСКОЙ ГРЭС (КЕМЕРОВСКАЯ ОБЛАСТЬ)	
Вотолин К.С., Жеребцов С.И., Исмагилов З.Р.	20
ОСНОВНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ПОЛУЧЕНИЯ ГУМИНОВЫХ ПРЕПАРАТОВ	
Джелдыбаева И.М., Каирбеков Ж.К., Ешова Ж.Т.	21
ЭКСТРАКЦИЯ УГЛЯ ОЙ-КАРАГАЙСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИМИ РАСТВОРИТЕЛЯМИ	
Дмитриенко А.А., Иванов В.П.	22
ПРИМЕНЕНИЕ ИНФРАКРАСНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МАРКИ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ГРУППЫ УГЛЕЙ	
Донской И.Г.	23
ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СОВМЕСТНОЙ СЛОЕВОЙ ГАЗИФИКАЦИИ УГЛЯ СО ШЛАМОМ МУНИЦИПАЛЬНЫХ СТОЧНЫХ ВОД	

**Елонова В.А., Исмагилов З.Р., Федорова Н.И., Хайрулин С.Р.,
Кузнецов В.В. 24**
УСТАНОВКА ДЛЯ ПОДГОТОВКИ И ПРОВЕДЕНИЯ
СПЕКТРОСКОПИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ УГЛЕРОДНЫХ СОРБЕНТОВ

**Емельянова В.С., Досумова Б.Т., Шакиев Э.М., Байжомартов Б.Б.,
Шакиева Т.В. 25**
МАГНИТОУПРАВЛЯЕМЫЕ СОРБЕНТЫ НА БАЗЕ МИКРОСФЕРИЧЕСКИХ
АЛЮМОСИЛИКАТОВ ЗОЛЫ УНОСА ТЭЦ И ГУМИНОВОЙ КИСЛОТЫ ДЛЯ
ОЧИСТКИ ВОДЫ ОТ НЕФТИ

**Ермагамбет Б.Т., Бектурганов Н.С., Набиев М.А., Касенова Ж.М.,
Нургалиев Н.У., Холод А.В., Казанкапова М.К., Нурым Б.Н. 26**
ОПЫТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ ГАЗОУГЛЕХИМИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС
ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА УГЛЕПРОДУКТОВ С ВЫСОКОЙ ДОБАВЛЕННОЙ
СТОИМОСТЬЮ

Ермагамбет Б.Т., Мартымянов С.М., Юдин А.С., Касенова Ж.М. 27
ТЕХНОЛОГИЯ ПОДЗЕМНОЙ ГАЗИФИКАЦИИ УГЛЯ МЕТОДОМ
ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКОГО НАГРЕВА

**Ермагамбет Б.Т., Нургалиев Н.У., Касенова Ж.М., Казанкапова М.К.,
Холод А.В., Абылгазина Л.Д. 28**
ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА
ДИСПЕРСНОСТЬ ГУМИНОВОГО УДОБРЕНИЯ

Ермолдина Э.Т., Каирбеков Ж.К., Суймбаева С.М. 29
ГИДРООЧИСТКА ПРОДУКТОВ ОЖИЖЕНИЯ УГЛЯ НА Mo-СОДЕРЖАЩИХ
КАТАЛИЗАТОРАХ

Есина З.Н., Денисов В.Я. 30
ФАЗОВЫЕ РАВНОВЕСИЯ И РАСТВОРИМОСТЬ КОМПОНЕНТОВ
КАМЕННОУГОЛЬНОЙ СМОЛЫ

Жакина А.Х., Василец Е.П., Арнт О.В., Мулдахметов З.М. 31
ГУМИНОМИНЕРАЛЬНЫЕ СОРБЕНТЫ, ПОЛУЧЕННЫЕ В УСЛОВИЯХ
УЛЬТРАЗВУКОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

**Жеребцов С.И., Малышенко Н.В., Смотрина О.В., Брюховецкая Л.В.,
Исмагилов З.Р. 32**
ВЛИЯНИЕ МОДИФИЦИРОВАНИЯ ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ НА ИХ
СОРБЦИОННУЮ АКТИВНОСТЬ

Журавлева Н.В., Потоккина Р.Р., Старыгина А.Ю., Исмагилов З.Р. 33
МОНИТОРИНГ ТОКСИЧНЫХ УГЛЕФИЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ОБЪЕКТАХ
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Зайченко В.М. 34
НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
УГЛЕРОДСОДЕРЖАЩИХ МАТЕРИАЛОВ

- Заостровский А.Н., Грабовая Н.А., Исмагилов З.Р.** 35
ВЗАИМОСВЯЗЬ ПЕТРОГРАФИЧЕСКОГО СОСТАВА И КОКСУЕМОСТИ УГЛЕЙ
- Звеков А.А., Ракитова А.И., Каленский А.В.** 36
ПОТЕНЦИОМЕТРИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ РАВНОВЕСИЙ В
РАСТВОРАХ ГУМИНОВЫХ ВЕЩЕСТВ
- Зубко К. С., Скалон Н. В.** 37
К ВОПРОСУ ОХРАНЫ РЕДКИХ ВИДОВ ЛЮМБРИЦИД В УСЛОВИЯХ
УГОЛЬНЫХ РАЗРАБОТОК
- Зыков И.Ю., Дудникова Ю.Н., Козлов А.П., Цветков В.Э.,
Исмагилов З.Р.** 38
УГЛЕРОДНЫЕ СОРБЕНТЫ, ПОЛУЧЕННЫЕ ТЕРМОЛИЗОМ В
ПРИСУТСТВИИ ГИДРОКСИДА КАЛИЯ ИЗ КУЗБАССКИХ УГЛЕЙ РАЗЛИЧНЫХ
МАРОК
- Иванова Н.В., Яковлева С.Н., Булгакова О.Н., Исингалиева И.Б.** 39
ОСОБЕННОСТИ НАКОПЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПЕРЬЕВОМ
ПОКРОВЕ ПТИЦ КУЗБАССА
- Иванов В.П., Дмитриенко А.А.** 40
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТРУКТУРНО-ГРУППОВОГО АНАЛИЗА В
ИЗУЧЕНИИ ОБРАЗОВАНИЯ И СТРОЕНИЯ УГЛЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИК-
СПЕКТРОСКОПИИ
- Илькевич Л. В., Барнаков Ч. Н., Ткаченко Т. Б., Попова А. Н.,
Лырщиков С.Ю., Хохлова Г.П., Созинов С.А.** 41
СИНТЕЗ ОКСИДА ГРАФЕНА И ЕГО СПОСОБНОСТЬ К
ВОССТАНОВЛЕНИЮ АСКОРБИНОВОЙ КИСЛОТЫ
- Исаева Е.Р., Иванов В.П., Гончаров И.В., Тимкин Т.В.** 42
НОВЫЙ ПОДХОД ИЗУЧЕНИЯ СТРОЕНИЯ И ОЦЕНКИ СВОЙСТВ
КОНЦЕНТРИРОВАННОГО УГЛЕФИЦИРОВАННОГО ВЕЩЕСТВА
- Кабак А.С., Андрейков Е.И.** 43
ПРИМЕНЕНИЕ КАМЕННОУГОЛЬНОГО ПЕКА ДЛЯ УТИЛИЗАЦИИ
ТЕРМОРЕАКТИВНЫХ ПОЛИМЕРОВ И ИЗДЕЛИЙ НА ИХ ОСНОВЕ
- Каирбеков Ж.К., Джелдыбаева И.М., Ермолдина Э.Т.** 44
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ПРОЦЕССА ГИДРОГЕНИЗАЦИИ УГЛЯ
МЕСТОРОЖДЕНИЯ «КЕНДЕРЛЫК»
- Каирбеков Ж.К., Ешова Ж.Т., Джелдыбаева И.М.** 45
ЭКСТРАКЦИЯ УГЛЯ ОЙ-КАРАГАЙСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ
ОРГАНИЧЕСКИМИ РАСТВОРИТЕЛЯМИ

Каирбеков Ж.К., Смагулова Н.Т., Сабитова А.Н. 46
КРЕКИНГ СМЕСИ КОКСОХИМИЧЕСКОЙ СМОЛЫ И ВЫСОКОКИПЯЩИХ
НЕФТЕПРОДУКТОВ В ПРИСУТСТВИИ КАТАЛИЗАТОРА

Кара-сал Б.К., Солдуп Ш.Н. 47
ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ УГЛЕСОДЕРЖАЩИХ ВСКРЫШНЫХ
ПОРОД ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КЕРАМИЧЕСКИХ СТЕНОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

**Качина Е.В., Захаров Ю.А., Федорова Н.М., Сименюк Г.Ю.,
Ларичев Т.А., Пугачев В.М., Додонов, Е.В.** 48
НАНОКОМПОЗИТНЫЕ ЭЛЕКТРОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ
СУПЕРКОНДЕНСАТОРОВ НА ОСНОВЕ ПОРИСТЫХ УГЛЕРОДНЫХ МАТРИЦ,
ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ ПРИРОДНЫХ УГЛЕЙ

Киреева Е.В., Кондрашева Н.К., Дринберг А.С., Зырянова О. В. 49
РАЗРАБОТКА ПЫЛЕУЛАВЛИВАЮЩИХ СОСТАВОВ НА ОСНОВЕ
ВОДНЫХ ДИСПЕРСИЙ ВИНИЛ-АЛКИДНОГО ОЛИГОМЕРА И НА БАЗЕ
НЕФТЯНЫХ ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ

Кирина В.Д., Таловская А.В. 50
МИНЕРАЛЬНО-ФАЗОВЫЙ СОСТАВ АТМОСФЕРНЫХ ВЫПАДЕНИЙ В
ОКРЕСТНОСТЯХ КОКСОХИМИЧЕСКОГО ЗАВОДА И ГРЭС (Г. КЕМЕРОВО)

Клишин В.И. 51
ИННОВАЦИОННЫЕ РАЗРАБОТКИ В ОБЛАСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ
БЕЗОПАСНОСТИ ПОДЗЕМНЫХ ГОРНЫХ РАБОТ

Колмыков Р.П. 52
КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗОЛООБРАЗУЮЩИХ
КОМПОНЕНТОВ УГЛЕЙ МЕТОДОМ ОЭС ИСПЛА

Колмыков Р.П. 53
РЕКУЛЬТИВАЦИЯ НАРУШЕННЫХ В ПРОЦЕССЕ МАЙНИНГА ЗЕМЕЛЬ
КУЗБАССА ГЛАЗАМИ ЭКСПЕРТА ГОСУДАРСТВЕННОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ
ЭКСПЕРТИЗЫ

**Копылов А.В., Ткаченко Т.Б., Илькевич Л.В., Лузгарев А.С.,
Лузгарев С.В., Барнаков Ч.Н., Мороз А.А., Исмагилов З.Р.** 54
ПОЛУЧЕНИЕ ПРОДУКТА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ОКСИДА ГРАФЕНА И
ИССЛЕДОВАНИЕ ЕГО ВЛИЯНИЯ НА ПРОЧНОСТЬ И ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ
СИЛИКОНОВЫХ ПОЛИМЕРОВ

Крафт Я.В., Нурмухаметов Д.Р., Адуев Б.П., Исмагилов З.Р. 55
ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОМ ИОНИЗАЦИОННОЙ МАСС-
СПЕКТРОМЕТРИИ ПРОДУКТОВ РЕАКЦИИ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЛАЗЕРНОГО
ИЗЛУЧЕНИЯ НА БУРЫЙ УГОЛЬ

Лавренко Н.С. 56
ПАРАМАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА ГОРЮЧИХ СЛАНЦЕВ, БИТУМИНОЗНЫХ
АРГИЛЛИТОВ И УГЛИСТЫХ СЛАНЦЕВ

- Лаврик Н.Л.** 57
АБСОРБЦИОННАЯ И ФЛУОРЕСЦЕНТНАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ
ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ
- Ларичев Ю.В.** 58
ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОМ МУРР ПРОЦЕССОВ СПЕКАНИЯ
НЕОРГАНИЧЕСКИХ ЧАСТИЦ В БУРОМ УГЛЕ ПРИ ЕГО ТЕРМООБРАБОТКЕ
- Лузгарев А.С., Рогов А.А., Лузгарев С.В., Ткаченко Т.Б.,
Шевелева Ю.А., Барнаков Ч.Н., Мороз А.А., Исмагилов З.Р.** 59
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УГЛЕРОДНОГО МАТЕРИАЛА КЕМ-9 НА
ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДОПИРОВАННОГО ИМ
ФОТОХИМИЧЕСКИ ОТВЕРЖДЁННОГО СИЛОКСАНОВОГО КАУЧУКА СКТ В
ПРИСУТСТВИИ УЛЬТРАДИСПЕРСНОГО ДИОКСИДА КРЕМНИЯ
- Монгуш Г.Р., Чульдун К.К.** 60
ПРИМЕНЕНИЕ УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ КАМЕННЫХ УГЛЕЙ ПРИ
ЗАХОРОНЕНИИ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ
- Мухин В.М.** 61
НОВАЯ УГЛЕ-ПЕКОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ АКТИВНЫХ УГЛЕЙ
НА ОСНОВЕ КАМЕННОУГОЛЬНОГО СЫРЬЯ КУЗБАССА
- Никитин А.Д., Рыжков А.Ф., Лаптев В.А., Скурихин В.М.** 62
ПОЛУЧЕНИЕ АКТИВИРОВАННОГО УГЛЯ ПРИ ЧАСТИЧНОЙ ПАРОВОЙ
КОНВЕРСИИ В СЛОЕ
- Никитин А.П., Козлов А.П., Исмагилов З.Р.** 63
ВНУТРЕННЕЕ СТРОЕНИЕ УГЛЕРОДНЫХ СОРБЕНТОВ НА ОСНОВЕ
БАРЗАССКОГО УГЛЯ
- Няшина Г.С., Курганкина М.А., Вершинина К.Ю.** 64
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕИМУЩЕСТВА КОМПОЗИЦИОННЫХ ТОПЛИВ НА
ОСНОВЕ ОТХОДОВ УГЛЕ- И НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ С РАСТИТЕЛЬНЫМИ
ДОБАВКАМИ
- Нефедова Д.В., Матус Е.В., Исмагилов И.З., Керженцев М.А.,
Исмагилов З.Р.** 65
РАЗРАБОТКА Ni-КАТАЛИЗАТОРОВ УТИЛИЗАЦИИ ШАХТНОГО МЕТАНА
- Обухова А.В., Кузнецов П.Н., Бурюкин Ф.А., Кузнецова Л.И.** 66
СОСТАВ И СВОЙСТВА ПЕКОПОДОБНЫХ ПРОДУКТОВ
ТЕРМОРАСТВОРЕНИЯ КАМЕННОГО УГЛЯ В ТЕХНИЧЕСКИХ
ПАСТООБРАЗОВАТЕЛЯХ
- Ондар С.А., Тас-оол Л.Х.** 67
ОЦЕНКА ВЗАИМОСВЯЗИ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ И
ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА УГЛЯ

- Осипова Н.А., Филимонов Е.А., Язиков Е.Г.** 68
ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОЧВ И ОЦЕНКА РИСКА (НА ПРИМЕРЕ ТЕРРИТОРИЙ УГЛЕДОБЫЧИ И УГЛЕПЕРЕРАБОТКИ)
- Осипова Н.А., Таловская А.В., Филимонов Е.А., Язиков Е.Г.** 69
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ ОБЪЕКТАМИ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА
- Осокина А.А., Журавлева Н. В., Потокина Р.Р., Лазаревский П. П., Романенко Ю. Е., Ципле О.Л.** 70
ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЛУКОКСА, ПОЛУЧЕННОГО ИЗ ДЛИННОПЛАМЕННЫХ УГЛЕЙ КУЗБАССА, ДЛЯ ЕГО ПРИМЕНЕНИЯ В ФЕРРОСПЛАВНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ
- Остапова Е.В., Альтшулер О.Г., Альтшулер Г.Н.** 71
КАЛОРИМЕТРИЯ СОРБЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ С УЧАСТИЕМ ПРОДУКТОВ ОКИСЛЕНИЯ ПИРИДИНОВЫХ ОСНОВАНИЙ КАМЕННОУГОЛЬНОЙ СМОЛЫ
- Островский Ю.В., Заборцев Г.М.** 72
ОБРАБОТКА СТОЧНЫХ ВОД УГЛЕГУМИНОВЫМИ ПРЕПАРАТАМИ
- Охотников К.В., Иванов В.П.** 73
ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМАТИЗАЦИИ НА ОСНОВЕ КЛАССИФИКАЦИОННЫХ ПАРАМЕТРОВ ДЛЯ ЕДИНОГО УЧЕТА УГЛЕЙ
- Перминова Л.В., Коваленко Г.А., Беклемишев А.Б.** 74
ИССЛЕДОВАНИЕ УГЛЕРОДНОГО АЭРОГЕЛЯ ДЛЯ АДСОРБЦИОННОЙ ИММОБИЛИЗАЦИИ ЛИПАЗЫ И ПРИГОТОВЛЕНИЯ БИОКАТАЛИЗАТОРОВ КОНВЕРСИИ ТРИГЛИЦЕРИДОВ И ЖИРНЫХ КИСЛОТ В ЦЕННЫЕ ПРОДУКТЫ ОРГАНИЧЕСКОГО СИНТЕЗА
- Пилин М.О., Исмагилов З.Р., Теряева Т.Н.** 75
ВЛИЯНИЕ НАПОЛНИТЕЛЕЙ НА ПЛОТНОСТЬ СВЯЗЫВАЮЩЕГО МОЛЕКУЛЯРНОГО ПОЛИЭТИЛЕНА
- Попова А.Н., Фёдорова Н.И.** 76
ОЦЕНКА РЕНТГЕНОСТРУКТУРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ВИТРИНИТОВ УГЛЕЙ МАЛОЙ СТЕПЕНИ МЕТАМОРФИЗМА
- Попова А.Н., Фёдорова Н.И.** 77
РЕНТГЕНОСТРУКТУРНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ВИТРИНИТОВ УГЛЕЙ ВЫСОКОЙ СТЕПЕНИ МЕТАМОРФИЗМА
- Possokhov Y.M.** 78
FAST QUALITY MONITORING OF SOLID FUELS: EMBEDDING ARTIFICIAL INTELLIGENCE

- Портнова А.В., Фарберова Е.А., Семкова А.В., Копп Д.Д.** 79
ПОЛУЧЕНИЕ ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ ИЗ ОТХОДОВ БУРЫХ УГЛЕЙ ДЛЯ
ОЧИСТКИ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ ОТ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ
- Рокосова В.Ю., Горюнова П.В., Рокосов Ю.В., Рокосова Н.Н.** 80
ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ САПРОПЕЛИТОВ С
ПОЛУЧЕНИЕМ ЖИРНЫХ КИСЛОТ
- Романова Т. А., Гаврилюк О. М., Исмагилов З. Р.** 81
СОСТАВ ЖИДКИХ ЛЕГКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ ПОЛУКОКСОВАНИЯ
КОКСОВОГО УГЛЯ
- Сафин В.А., Бурюкин Ф.А., Косицына С.С.** 82
ИЗМЕНЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ПЕКОПОДОБНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ
ХРАНЕНИИ
- Сафин В.А., Бурюкин Ф.А., Кузнецов П.Н.** 83
ПОЛУЧЕНИЕ ПЕКОПОДОБНЫХ ПРОДУКТОВ В РЕАКТОРАХ
ПЕРИОДИЧЕСКОГО И НЕПРЕРЫВНОГО ПРИНЦИПА ДЕЙСТВИЯ
- Свечникова Н.Ю., Петухов В.Н., Смирнов А.Н., Алексеев Д.И.** 84
ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА
ФЛОТАЦИИ НА КАЧЕСТВЕННО-КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ
ПРОДУКТОВ ФЛОТАЦИИ УГЛЯ
- Сидоров О.Ф., Жуковский М.В., Дерюгин А.А.** 85
КАНЦЕРОГЕННАЯ ОПАСНОСТЬ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ
ПЕРЕРАБОТКИ УГЛЕРОДСОДЕРЖАЩИХ МАТЕРИАЛОВ
- Симакова И.Л., Демидова Ю.С., Приходько С.А., Симонов М.Н.,
Курченко Ю.В., Devi N., Dhere P.L., Bokade V.V.** 86
ОПТИМИЗАЦИЯ СИНТЕЗА НАНЕСЕННЫХ Ru КОЛЛОИДНЫХ ЧАСТИЦ
ДЛЯ ГИДРИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДНЫХ ЛИГНОЦЕЛЛЮЛОЗНОЙ БИОМАССЫ
- Симакова И.Л., Приходько С.А., Демидова Ю.С., Симонов М.Н.** 87
ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ РЕАКЦИИ ГИДРИРОВАНИЯ ЛЕВУЛИНОВОЙ
КИСЛОТЫ НА ВЫХОД γ -ВАЛЕРОЛАКТОНА
- Сименюк Г.Ю., Захаров Ю.А., Федорова Н.М., Качина Е.В.,
Ларичев Т.А., Пугачев В.М., В.Г., Додонов, Е.В.** 88
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ РАЗЛОЖЕНИЯ АЗИДОВ В ПОРИСТОЙ
УГЛЕРОДНОЙ МАТРИЦЫ ДЛЯ СОЗДАНИЯ НАНОКОМПОЗИТНОГО
ЭЛЕКТРОДНОГО МАТЕРИАЛА
- Сименюк Г.Ю., Захаров Ю.А., Нетребенко П.А., Троснянская Т.О.,
Пугачев В.М., Додонов В.Г., Ларичев Т.А., Илькевич Л.В., Нечаева Т.С.,
Исмагилов З.Р.** 89
НАНОКОМПОЗИТНЫЕ ЭЛЕКТРОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ СУПЕР-
КОНДЕНСАТОРОВ

Созинов С.А., Сотникова Л.В., Попова А.Н. ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ АССОЦИАТОВ ГЕКСАН НЕРАСТВОРИМЫХ АСФАЛЬТЕНОВ КАМЕННОУГОЛЬНОГО ПЕКА	90
Соколов Д.А., Добрянская С.Л., Нечаева Т.В., Андроханов В.А., Жеребцов С.И. ОЦЕНКА БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ГУМАТОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ НЕКОНДИЦИОННОГО УГЛЯ	91
Соколов Д.А., Нечаева Т.В. ОЦЕНКА К-ФИКСИРУЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ УГЛЕЙ	92
Солдуп Ш.Н. ТЕРМИЧЕСКОЕ РАСТВОРЕНИЕ КАМЕННЫХ УГЛЕЙ УЛУГ-ХЕМСКОГО БАССЕЙНА В СРЕДЕ БЕНЗОЛА ПРИ СВЕРХКРИТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ	93
Сотникова Л.В., Созинов С.А., Горюнова П.В. ИДЕНТИФИКАЦИЯ ФЕНОЛОВ ЖИДКИХ ПРОДУКТОВ ГИДРОГЕНИЗАЦИИ БАРЗАССКОГО САПРОМИКСИТА	94
Сысоев В.И., Смирнов А.Н., Крылова С.А. ПЕРЕРАБОТКА УГЛЕРОДСОДЕРЖАЮЩЕГО СЫРЬЯ НА ОКСИДНЫХ ЖЕЛЕЗО-МАГНЕЗИАЛЬНЫХ КАТАЛИЗАТОРАХ	95
Таловская А.В., Языков Е.Г. ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ПЫЛЕВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В ОКРЕСТНОСТЯХ ОБЪЕКТОВ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ	96
Ульянова Е.В., Малинникова О.Н. НОВЫЕ В СТРУКТУРЕ ИСКОПАЕМЫХ УГЛЕЙ	97
Фарберова Е.А., Тиньгаева Е.А., Максимов А.С., Макаровская А.А. ПРИМЕНЕНИЕ СЛАБОСПЕКАЮЩЕГОСЯ КАМЕННОГО УГЛЯ ДЛЯ СИНТЕЗА АКТИВНОГО УГЛЯ С МОЛЕКУЛЯРНО-СИТОВЫМИ СВОЙСТВАМИ	98
Хабибулина Е.Р., Исмагилов З.Р., Журавлева Н.В., Созинов С.А., Лыщиков С.Ю., Фурега Р.И., Хицова Л.М., Потокина Р.Р. КОМПЛЕКСНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КАМЕННЫХ УГЛЕЙ КУЗБАССА РЯДА МЕТАМОРФИЗМА	99
Чайковская О.Н., Юдина Н.В., Линкевич Е.В., Савельева А.В. ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ГУМИНОВЫХ ПРЕПАРАТОВ	100
Чекмарев Е. Н., Дерезин М. В., Ефимова О. С., Исмагилов З. Р. ВЛИЯНИЕ «IN-SITU» КАТАЛИЗАТОРА ГИДРОГЕНИЗАЦИИ САПРОМИКСИТОВЫХ УГЛЕЙ БАРЗАССКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КУЗБАССА	101

Шатилов Д.А. ПОДБОР ОПТИМАЛЬНОГО СОСТАВА ТРАВОСМЕСЕЙ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ЗЕМЕЛЬ	102
Шишкова Д.К., Кутихин А.Г., Глушкова Т.В., Ефимова О.С., Малышева В.Ю., Колмыков Р.П., Попова А.Н., Исмагилов З.Р. ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИЗАЦИЯ МАГНИЙ-ФОСФАТНЫХ И КАЛЬЦИЙ-ФОСФАТНЫХ БИОНОВ	103
Шпакодраев К.М., Жеребцов С.И., Исмагилов З.Р. ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА БИТУМОИДОВ БУРОГО УГЛЯ	104
Яковченко М.А., Косолапова А.А. ПРИМЕНЕНИЕ ФИТОМЕЛИОРАТИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ РЕКУЛЬТИВАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕТРАДИЦИОННЫХ СИДЕРАЛЬНЫХ КУЛЬТУР НА ПОРОДНЫХ ОТВАЛАХ УГЛЕДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ	105
Jambaljamts Gan-erdene, Enkhsaruul Byambajav INTERACTION BETWEEN INHERENT COAL MINERALS AND CATALYSTS DURING MONGOLIAN COAL GASIFICATION	106
Янчат Н.Н., Тас-оол Л.Х. О ПАРТИНГЕ ПЛАСТА УЛУГ КАА-ХЕМСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ	107

ЛАЗЕРНОЕ ЗАЖИГАНИЕ И СПЕКТРОСКОПИЯ НИЗКОПЛОТНЫХ СМЕСЕВЫХ СОСТАВОВ БУРОГО УГЛЯ И ТЕТРАНITPOПЕНТАЭРИТРИТА

Адуев Б.П., Нурмухаметов Д.Р., Ковалев. Р.Ю., Исмагилов З.Р., Крафт Я.В.

*Институт углекими́и и химического материаловедения ФИЦ УУХ СО РАН,
Россия, г. Кемерово, e-mail: lesinko-iuxm@yandex.ru*

Threshold and spectral characteristics of low-density mixtures of lignite with petn particles were studied. With an increase in the concentration of inclusions the ignition threshold decreases. Small concentrations of petn inclusions increase the combustion temperature.

Изучены пороговые и спектральные характеристики низкоплотных смесевых составов бурого угля с широким распределением частиц $d \leq 100$ мкм с включениями частиц тетранитропентаэритрита (тэна) 0-50% по массе с использованием лазерного зажигания (1.064 мкм, 120 мкс).

Показано, что с увеличением концентрации включений от 0 до 50% порог зажигания снижается от 2.9 до 2 Дж/см², а длительность горения частиц монотонно уменьшается при постоянной плотности энергии лазера.

С помощью спектрофотохронографа «Взгляд-2А» измерены спектры свечения бурого угля и смесевых составов. Для примера на рис. 1 представлен спектр свечения бурого угля с включениями 20% тэна.

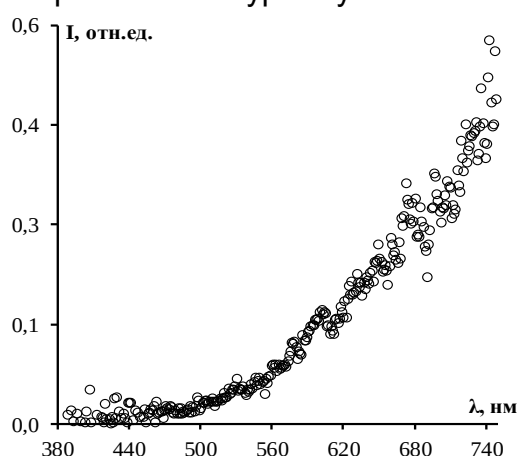


Рис. 1. Спектр свечения бурого угля, содержащего 20% включений тэна по массе в максимуме кинетики интенсивности свечения

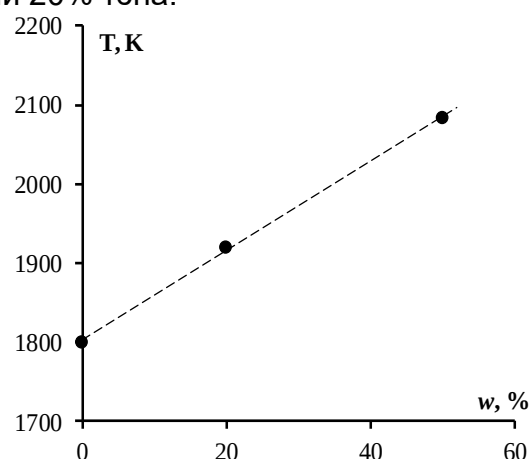


Рис. 2. Зависимость температуры горения бурого угля и смесевых составов от концентрации включений тэна в бурый уголь

Показано, что свечение является тепловым. Методом спектральной пирометрии [1] определены температуры горения бурого угля и смесевых составов. Зависимость температуры от концентрации включений представлена на рис. 2.

Таким образом, даже относительно небольшие концентрации включений тэна повышают температуру горения и время сжигания топлива, что может дать значительный эффект при широкомасштабном применении.

Литература

1. Магунов А. Н. Спектральная пирометрия (обзор) // Приборы и техника эксперимента. 2009. № 4. С. 5-28.

МЕХАНИЗМ САМОВОЗГОРАНИЯ УГЛЯ

Ананьева М.В.¹, Звеков А.А.^{1,2}, Каленский А.В.¹, Галкина В.В.¹

¹Кемеровский государственный университет, e-mail: Kriger@kemsu.ru

²Институт углекислоты и химического материаловедения ФИЦ УУХ СО РАН,
Россия, г. Кемерово, e-mail: zvekova@gmail.com

The mechanism of endogenous fire spot at coal stokes initiation and evolution was suggested and respective computer program for simulation was developed. The mechanism of self-ignition takes into account the heat releasing during the coal oxidation, volatiles' evolution, and coal grains' splitting, as well as oxygen supply mode changing during the reaction.

Подземные пожары на угольных складах и разрезах являются негативным следствием использования топлива. Они приводят также к выбросу сажи, парниковых газов, оседанию грунта, разрушению поверхностных пород и фундамента строений и др. Пожары несут прямую угрозу людям и технике, работающей вблизи очага пожара. Целью работы является моделирование процесса зарождения очага эндогенного пожара.

Численное моделирование процесса самовозгорания угля является чрезвычайно важной задачей, широко освещенной в литературе. При этом не разработано модели, позволяющей на современном уровне учесть основные физико-химические процессы. В работе начато исследование механизма самовозгорания угля, учитывающего не только химические процессы, но и различные варианты доступа кислорода, трещинообразование, уравнение состояния, марку угля и мощность пласта [1,2]. Для моделирования самовозгорания угольных складов достаточно учитывать механизм горения угля с учетом быстрого подвода кислорода и отвода горячих продуктов горения, кондуктивного теплопереноса [1,2]. Проведено математическое моделирование процесса самовозгорания угля распространенных в Российской Федерации марок угля (антрацит и коксующийся) в условиях свободного притока кислорода. Проведен расчет динамики температурных полей на поверхности, определены критические условия самовозгорания очага реакции и конфигурации температурного поля на поверхности. Механизм самовозгорания на современном уровне учитывает ряд отдельно изучаемых процессов тепловыделения при нагревании угля, выделения летучих продуктов [1], трещинообразования и изменения режима доступа кислорода в очаг реакции в ходе его эволюции [2]. Создан пакет прикладных программ, включающий блоки введения начальных условий задачи, расчета изменяющейся в ходе моделирования процесса самовозгорания расчетной сетки, оценки констант процесса в зависимости от текущей температуры.

Литература

1. Wang, Yongjun, et al. Determination of critical self-ignition temperature of low-rank coal using a 1 m wire-mesh basket and extrapolation to industrial coal piles. // *Energy & Fuels* 31.7. 2017. p. 6700-6710.
2. Глушков Д. О., Кузнецов Г. В., Стрижак П. А. Моделирование процесса зажигания угольной пыли в присутствии металлических частиц // *Химия твердого топлива*. 2017. № 1. С. 28-35.

ПЕКИ ДЛЯ УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ РАЗЛИЧНОГО СЫРЬЯ

Андрейков Е.И.^{1,2}

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт органического синтеза им. И. Я. Постовского Уральского отделения РАН, Россия, г. Екатеринбург, e-mail: cs@ios.uran.ru

²ОАО «ВУХИН», Россия, г. Екатеринбург

Date on the chemical composition and characteristics of pitches obtained from the petroleum and other feedstocks are considered. Special attention is paid to the compounded pitches from co-processing of the coal tar or the coal tar pitch with industrial organic products. The characteristics of compounded pitches significantly by the co-processing chemical reactions are determined.

Каменноугольный пек, остаток дистилляции каменноугольной смолы, является незаменимым в настоящее время материалом для получения анодов алюминиевых электролизеров и углеграфитовых электродов для электрометаллургии. Кроме этих, основных по масштабам областей использования, каменноугольный пек применяется и интенсивно исследуется в качестве прекурсоров прогрессивных углеродных материалов, таких как высокопрочные углеродные волокна, углеродные пены, электроды химических источников тока, самоспекающиеся и графеноподобные материалы и т.п. Эти возможности определяются уникальностью химического состав каменноугольного пека, который формируется в условиях высокотемпературного пиролиза летучих продуктов коксования углей в коксовых печах. Соединения каменноугольного пека представлены, в основном, многоядерными ароматическими соединениями с широким диапазоном молекулярных масс с небольшим количеством гетероатомов и коротких алкильных заместителей, и являются отличными прекурсорами для графитоподобных структур.

Пеки из других сырьевых источников, тяжелых нефтехимических продуктов, смол полукоксования углей, экстрактов органической массы углей, не прошли стадию высокотемпературного пиролиза и особенностями их химического состава, по сравнению с каменноугольными пеками являются пониженная ароматичность, более высокое содержание алкильных заместителей и, в значительной мере, сохранение гетероатомов исходного сырья. Эти пеки, менее устойчивы термически, и имеют более низкие значения коксового остатка.

При совместной переработке тяжелых нефтехимических продуктов и смол полукоксования углей, а также других макромолекулярных органических веществ, отходов полимеров и лигнина, с каменноугольной смолой и каменноугольным пеком, наблюдается синергический эффект с улучшением качественных характеристик получаемых пеков. Многоядерные ароматические соединения каменноугольного пека обладают способностью участвовать в химических реакциях в качестве доноров водорода с ненасыщенными соединениями и радикальными частицами, образующимися из термически неустойчивых компонентов совместной переработки, а также могут образовывать с ними гибридные соединения.

ГИДРОКРЕКИНГ ВЫСОКОПАРАФИНИСТЫХ ОСТАТКОВ ГАЗОВЫХ КОНДЕНСАТОВ

**Ахметов А.Ф.¹, Рахимов М.Н.¹, Мустафин И.А.¹,
Файрузов Д.Х.², Хабибуллин А.М.³**

¹*ФГБОУ ВО Уфимский государственный нефтяной технический
университет, Россия, г. Уфа*

²*ПАО «Газпром», Россия, г. Санкт-Петербург,*

³*ООО «Газпром нефтехим Салават», Россия, г. Салават,
e-mail: rmni@mail.ru*

The paper considers one of the possible options for rational processing of highly paraffinic residues of gas condensates with a maximum yield of low-sulfur middle distillate fractions.

С учетом особенностей исследуемого сырья в работе рассмотрен вариант гидрокрекинга ВОГК со стационарным слоем катализатора. Процесс проводили на пилотной установке предназначенной для исследований процессов протекающих в условиях повышенного давления в проточном режиме. В процессе применялись отечественные катализаторы гидрогенизационных процессов производства ООО «Ишимбайский СХЗК» - KNT-442Mn^{II} (катализатор гидроочистки) и KNT-442Ni^{II} (катализатора гидрокрекинга). Одним из определяющих факторов процесса гидрокрекинга является температура, предварительно было подобрано ее значение, при котором достигается максимальный выход дизельной фракции. С учетом уникальности состава ВОГК, были также проведены исследования по гидрокрекингу исходного сырья и фракций 350+°C, 350-500°C без предварительной их подготовки. Анализы дизельных фракций 180 – 350°C, полученных из продуктов гидрокрекинга различных вариантов сырья вне зависимости от их фракционного состава и рециркуляции остатка показывают, что по ключевым показателям они соответствуют нормам, предъявляемым к товарным дизельным топливам экологического класса К-5. В то же время продукты вариантов с рециркуляцией остатков характеризуются несколько улучшенными показателями вне зависимости от качества исходного сырья. Результаты анализа бензиновых фракций (фракций НК-180 °C) показывают, что вне зависимости от состава исходного сырья, а также в режиме за проход или рециркуляции остатка, продукты характеризуются сходными показателями. Эти фракции могут быть направлены на установки изомеризация и риформинга, причем не требуют предварительного гидрооблагораживания. Из рассмотренных вариантов, наиболее предпочтительным, на наш взгляд, является гидрокрекинг исходного ВОГК, который обеспечивает максимальный выход дизельной фракции, не требует предварительного фракционирования исходного сырья и вторичной переработки первичных дистиллятных фракций и остатка.

ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ КАМЕННОУГОЛЬНОГО ПЕКА С ДОБАВКАМИ ПЕНОГРАФИТОВ

Барнаков Ч.Н.¹, Хохлова Г.П.¹, Попова А.Н.¹, Романенко А.И.²

¹*Институт углекислоты и химического материаловедения ФИЦ УУХ СО РАН,
Россия, г. Кемерово, e-mail: barnakov@rambler.ru*

²*Институт неорганической химии СО РАН, Россия, г. Новосибирск*

Показано, что добавки к пеку пенографита уже в небольшом количестве (0,03-0,3%) увеличивают электропроводность углеродных материалов на его основе в 2-3 раза в зависимости от структурных характеристик пенографита.

Использование пека для изготовления анодов для алюминиевой промышленности или графитированных электродов налагает требование высокой электропроводности получаемых изделий. Ранее было показано [1], что добавка (0,005-0,03%) к пеку нанотрубок снижает долю более упорядоченных углеродных структур в углеродном материале (УМ), полученном при карбонизации пека, и понижает его электропроводность. В противоположность этому графитовые добавки – графит, пенографит являются катализаторами графитации пека, увеличивая степень упорядоченности структуры получаемого из пека УМ за счет ориентирующего влияния графитовых слоев на формирование углеродной структуры [2]. При этом увеличивается электропроводность и уменьшается величина энергетического барьера E_g между отдельными кристаллитами в образцах УМ, что было показано в [1] при использовании 5-15% добавок графита и пенографита. В данной работе рассматривается влияние небольших количеств (0,03 и 0,3%) пенографитов с различающимися структурными характеристиками (ПГ и ОПГ) на структуру и электропроводность УМ, полученных карбонизацией каменноугольного пека в пределах температур до 900°C. ОПГ представляет собой пенографит, подвергнутый частичному окислению с целью его деструктивной модификации и изменению параметров структуры. Показано, что добавки в таком количестве не изменяют рентгеноструктурные характеристики, но значительно увеличивает проводимость полученных УМ во всем диапазоне температур. С увеличением концентрации добавки проводимость УМ возрастает. При комнатной температуре проводимость составляет 14-20 S/cm, что более чем в 2-3 раза превышает проводимость УМ на основе пека без добавок. Более значительное влияние на электрофизические свойства УМ оказывает ОПГ, что объяснено более мелкими размерами кристаллитов и большим межплоскостным расстоянием, увеличивающим доступную поверхность графитовых слоев, ориентирующих молекулы пека при карбонизации.

Литература

1. Барнаков Ч.Н., Хохлова Г.П., Попова А.Н., Романенко А.И., Брянцев Я.А. Электропроводность и структура углеродных материалов, полученных карбонизацией каменноугольного пека с углеродными добавками // Кокс и химия. 2017. № 7. С. 21-27.

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ИСКОПАЕМЫХ УГЛЕЙ КУЗБАССА МЕТОДОМ РАМАНОВСКОЙ СПЕКТРОСКОПИИ

Василенко Т.А.¹, Кириллов А.К.², Дорошкевич Н.В.³,
Дорошкевич А.С.³, Шванкин М.В.¹

¹Санкт-Петербургский горный университет, Россия, г. Санкт-Петербург,
e-mail: tvasilenko@mail.ru

²Институт физики горных процессов НАН Украины, Украина, г. Днепр.

³Объединенный институт ядерных исследований, Россия, г. Дубна.

The effect of tectonic deformations on coal structure by Raman spectroscopy it was studied, and obtained the metamorphic difference flow conditions in these zones.

Рамановская спектроскопия позволяет проследить достаточно тонкие эффекты изменения структурных связей молекул в алифатической и ароматической части угольных образцов, характеристики типа деформаций (пластические или упругие) в нарушенных зонах, что проявляется в незначительном, но заметном изменении степени углефикации, которая определяется такими физическими характеристиками, как давление и температура. Для установления закономерностей было проведено измерения образцов из нарушенной и спокойной зоны угольных пластов Болдыревский (№4, № 25 и №3, № 26 - соответственно) и Поленовский (№24 и №27 - соответственно) ш. Кирова. Спектры были получены при комнатной температуре лазерным сканирующим конфокальным «КАРС» микроскопом (SOL Instruments, Беларусь). Согласно данным [1] Рамановской спектроскопии относительный сдвиг положений полос коррелирует с положением полосы D. Потому все изменения, происходящие в углях при деформациях и тектонических нарушениях, будут проявляться в первую очередь в полосе D [1].

В образце № 3 наблюдается максимальный сдвиг полосы D относительно полосы G, алифатические связи в нем имеют повышенное число дефектов по сравнению с нарушением (№4). Процесс углефикации в этой области протекал с меньшей скоростью, чем в тектонически нарушенной (№ 4), где углефикация проходила при более высоком давлении. Противоположная картина наблюдается для образцов № 25 и № 26. Рамановский сдвиг полосы D относительно G в зоне нарушения превосходит эту величину для спокойной зоны пласта. Это означает более высокую степень нарушений в структуре sp^2 между ароматическими кольцами. Увеличение отношения интенсивностей полос $I_0(D)/I_0(G)$ также соответствует росту разупорядочения структуры углерода в нарушении. В то же время в спокойной зоне роль пластических деформаций в процессе метаморфизма была преобладающей.

Для образцов пл. Поленовский в тектонически нарушенной зоне положение полосы D указывает на преобладание нарушений связей атомов углерода во вторичной структуре и замедление скорости метаморфизма, в процессе которого увеличивается количество C=C ароматических колец. Структура углей в нарушении является менее упорядоченной, поскольку отношение $I_0(D)/I_0(G)$ в тектонически нагруженной зоне превосходит эту величину для ненарушенной зоны.

Литература

1. Li, X., Ju, Y., Hou, Q., Li, Z., & Fan, J. // Journal of Geological Research. 2012. P.1-8

УРОВЕНЬ ПЫЛЕВОЙ НАГРУЗКИ В ОКРЕСТНОСТЯХ ТОМЬ-УСИНСКОЙ ГРЭС (КЕМЕРОВСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Винюков Д.А., Таловская А.В.

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
Россия, г. Томск, e-mail: blackspacewolf@gmail.com*

This article considers the contamination of snow cover in the impact zone of Tom-Usinskaya DWP, in the Myski city. The dust load is calculated in the same way and comparisons are made with other similar pollution sources.

Томь-Усинская ГРЭС является крупнейшей ТЭЦ на территории Западной Сибири. Кроме того она является мощным источником загрязнения. Для исследования выбросов в атмосферу из подобного источника применяются исследования снегового покрова

Для изучения загрязнения атмосферы в зоне влияния Томь-Усинской ГРЭС, в конце февраля 2018 года был произведен отбор проб снегового покрова. Была рассчитана пылевая нагрузка, исследован твердый осадок снегового покрова и проведено сравнение с другими похожими источниками.

Установлено, что в зоне влияния Томь-Усинской ГРЭС показатель пылевой нагрузки находится в диапазоне 19 – 341 мг/м²*сут. При сравнении этих показателей с нормативной градацией, степень пылевого загрязнения меняется от низкой до средней. Выявлена тенденция уменьшения значения пылевой нагрузки по мере удаления от труб ГРЭС.

Данные, полученные при анализе снегового покрова в зоне влияния Томь-Усинской ГРЭС, показывают, что в близлежащих жилых зонах отмечен средний уровень пылевой нагрузки. Такие показатели превышают в десятки раз фоновое значение. При сравнении этих данных с исследованиями других объектов из теплоэнергетической области обнаружено превышение значений пылевой нагрузки.

Литература

1. Василенко В.Н. и др. Мониторинг загрязнения снежного покрова М.: Гидрометеиздат, 1985 г. – 181 с.
2. Геохимия окружающей среды/ под ред. Ю.Е. Саева, Б.А. Ревича, Е.П. Янина [и др.]. – М.: Недра, 1990. - 335 с.
3. Методические рекомендации по геохимической оценке загрязнения территории городов химическими элементами. – М.: ИМГРЭ, 1982. –112 с.
4. Язиков Е.Г. и др. Оценка эколого-геохимического состояния территории г. Томска по данным изучения пылеаэрозолей и почв. Томск: Изд. Томского политехнического университета, 2010. – 264 с.

ОСНОВНЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ПОЛУЧЕНИЯ ГУМИНОВЫХ ПРЕПАРАТОВ

Вотолин К. С., Жеребцов С. И., Исмагилов З. Р.

Институт углекислотной и химического материаловедения ФИЦ УУХ СО РАН,
Россия, г. Кемерово, e-mail: kostvot@mail.ru

The result of the experimental stand's operation on receiving humic fertilizers is presented. In this article, we have provided the main characteristics of complex granular, liquid and powder humic fertilizers.

Благодаря особенностям своего строения и физико-химическим свойствам гуминовые вещества (ГВ) характеризуются высокой биологической активностью и применяются в качестве стимуляторов роста растений [1-4]. В ИУХМ ФИЦ УУХ СО РАН разработана и научно обоснована технологическая схема получения гранулированных, жидких и порошковых гуминовых препаратов (ГП) на основе бурых и окисленных каменных углей (рис.).

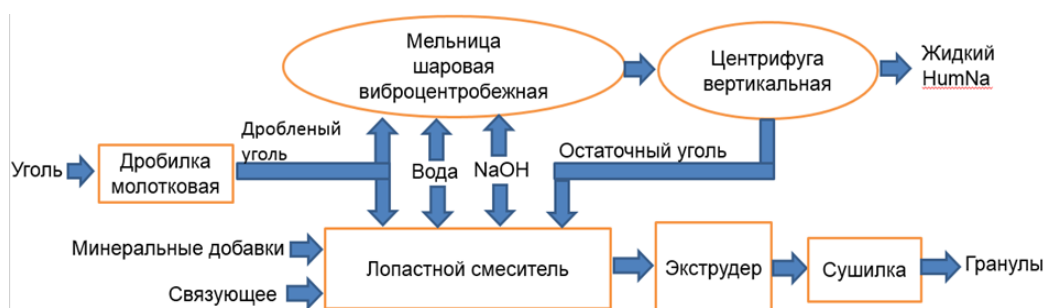


Рис. Технологическая схема получения гуминовых препаратов

По данной схеме получены жидкие и порошковые ГП с содержанием ГК 2,74% и 20,35% соответственно. Достигнут максимальный выход ГК из бурого угля как результат оптимизации рецептуры и режимов работы оборудования.

Получены комплексные гранулированные гуматные удобрения (КГУ) с минеральными NPK добавками. Образцы КГУ обладают высокой биологической активностью. Так, обработка семян пшеницы «Ирень» позволила повысить показатели прорастания семян на 19-45%. Получен ряд образцов КГУ, обладающих высокой статической прочностью (до 6,8 МПа) и пролонгированным эффектом высвобождения питательных компонентов (152 дня и более).

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 18-55-91033 «Разработка научных основ модифицирования гуминовых препаратов с целью повышения их биологической активности и применения в борьбе с опустыниванием».

Литература

1. Соколов Д. А., Быкова С. Л., Нечаева Т. В., Жеребцов С. И., Исмагилов З. Р. // Вестник НГАУ. 2012. Т. 3. № 24 (24). С. 25-30.
2. Неверова О.А., Егорова И.Н., Жеребцов С.И., Исмагилов З.Р. // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2013. №6 (104). С. 43-46.
3. Жеребцов С. И., Исмагилов З. Р. // Химия твердого топлива. 2012. № 6. С. 8.
4. Жеребцов С. И., Малышенко Н.В., Смотрина О.В., Лыршиков С.Ю., Брюховецкая Л.В., Исмагилов З.Р. // Химия в интересах устойчивого развития. 2015. Т. 23. № 4. С. 439-444.

ЭКСТРАКЦИЯ УГЛЯ ОЙ-КАРАГАЙСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИМИ РАСТВОРИТЕЛЯМИ

Джелдыбаева И.М., Каирбеков Ж.К., Ешова Ж.Т.

*ДГП НИИ Новых химических технологий и материалов РГП Казахский
национальный университет имени аль-Фараби, Республика Казахстан, г.
Алматы, e-mail: indiko_87@mail.ru*

In this paper, the process of extraction of brown coal from Oy-Karagai field in supercritical conditions with the use of various solvents is considered.

Относительно новым эффективным методом переработки углей служит экстракция органическими растворителями. Процесс экстракции представляет собой растворение низкомолекулярных компонентов, расположенных в порах угольного вещества, и как наблюдаемое частичное разрушение донорно-акцепторных связей, существующих между макромолекулами органической массы угля (ОМУ), и внедрение на их место молекул растворителя, т.е. разрушение надмолекулярной структуры [1-3].

Целью настоящей работы является оценка возможности получения различных классов ценных химических продуктов из угля Ой-Карагайского месторождения методом экстракции органическими растворителями.

В качестве перспективной сырьевой базы для получения различных классов органических соединений были использованы бурые угли месторождения Ой-Карагай. По качественным показателям они относятся к гумусовым углям технологической группы 3Б и имеют следующие характеристики (масс. %): W^{daf} 7,8; A^{daf} 12,0; V^{daf} 35,0; C^{daf} 75,0; H^{daf} 5,2; O^{daf} 15,4; N^{daf} 0,7; S^{daf} 0,1. Нами сделана оценка возможности получения различных классов ценных химических продуктов из угля Ой-Карагайского месторождения и проведен анализ состава жидких продуктов. Для проведения процесса экстракции угля использовались растворители: бензол, толуол, пиридин и четыреххлористый углерод. Температура кипения растворителей составляет 76,7 – 115,3°C, а в критических условиях температура используемых растворителей находится в пределах 115,4 – 318,6°C. В этих условиях давление достигает 1,9 – 5,2 МПа.

Полученные жидкие продукты были исследованы хроматографическим методом анализа. В результате исследования большую часть бензольного экстракта составляют парафины (70,32%) и нафтенy (17,85%). Углеводородный состав толуольного экстракта состоит из парафинов (59,42%), циклоалканов (13,62%) и ароматических углеводородов (22,25%). Пиридиновый экстракт обогащен изоалканами (15,64%), циклоалканами (14,79%) и ароматическими углеводородами (67,72%).

Таким образом, экстракция бурого угля в сверхкритических условиях с применением различных растворителей дает возможность осуществить достаточно глубокое разложение органической массы, а предварительная механоактивация позволяет увеличить глубину переработки угля.

Литература

1. Гюльмалиев А.М., Головин Г.С., Гладун Т.Г. Теоретические основы химии угля. - М.: МГУ. 2003. С. 359-374.
2. Макитра Р. Г., Брык Д. В. Влияние природы растворителей на набухание углей / ХТТ. 2010. №3. С. 26-30.

ПРИМЕНЕНИЕ ИНФРАКРАСНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МАРКИ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ГРУППЫ УГЛЕЙ

Дмитриенко А.А.¹, Иванов В.П.²

¹ООО «Ресурс», Россия, г. Новокузнецк,

e-mail: dmitrienkoanastasiyaa@gmail.com

²ФГАОУ НИ Томский политехнический университет, Россия, г. Томск

The possibility of using the Express method is considered for determining the classification parameters ($V_{\text{ИКС}}^{\text{daf}}$, $R_{0,\text{ИКС}}$, $Y_{\text{ИКС}}$, $OK_{\text{ИКС}}$, $A_{\text{ИКС}}^d$) of marking of coal from infrared spectroscopy using the results of a comparative analysis of Kuznetsk coals of different macular composition and the metamorphism stage investigated by standard methods (V^{daf} , $R_{0,r}$, y , $\sum OK$, A^d).

Правильное установление марочной принадлежности углей - проблема повседневной практики, особенно важная для каменных углей, поскольку они отличаются большим разнообразием свойств, обуславливающих марку. Выделение в марках технологических групп угля, т.е. определение сортности углей, требует большого объема определений $R_{0,r}$, $\sum OK$, V^{daf} и y [1], что осложняется низкой пропускной способностью и трудоёмкостью анализа углей стандартными методами.

Данную проблему можно решить за счет применения экспрессных методов на основе автоматизированного оборудования, в том числе оптического метода (ГОСТ 32246-2013), позволяющего определять $A_{\text{ИКС}}^d$, $V_{\text{ИКС}}^{\text{daf}}$, $Y_{\text{ИКС}}$, $R_{0,\text{ИКС}}$, $OK_{\text{ИКС}}$ с использованием АПК «Спектротест» на основе ИК-спектрометра IRAffinity-1 [2].

На выборке из 44 пластовых проб углей кольчугинской и балахонской угленосных толщ Кузбасса в диапазоне показателей: A^d от 3,5 до 13,8 %; V^{daf} от 17,1 до 42,0 %; y от 6 до 31 мм; $R_{0,r}$ от 0,73 до 1,58 %; $\sum OK$ от 8 до 66 %, был проведён сравнительный анализ разными методами. Коэффициент корреляции по показателям V^{daf} , y , $R_{0,r}$ на уровне 0,91-0,99, а по $\sum OK$ составил 0,60 при удовлетворительной воспроизводимости. Отмечается однонаправленное завышение значений классификационных параметров, определяемых АПК «Спектротест». Проведённый анализ зависимости показателей V^{daf} и $R_{0,r}$, $V_{\text{ИКС}}^{\text{daf}}$ и $R_{0,\text{ИКС}}$ показал, что тренд аппроксимации величин $V_{\text{ИКС}}^{\text{daf}}$ более чётко отражает структурные особенности изменения органической массы углей под влиянием их метаморфизации, чем величин V^{daf} , и этому есть объяснение. Показатели V^{daf} и $R_{0,r}$ определялись разными методами (углекислотный и углепетрографический), а показатели $V_{\text{ИКС}}^{\text{daf}}$ и $R_{0,\text{ИКС}}$ оптическим диффузионным отражением ИК-спектра. (рис.).

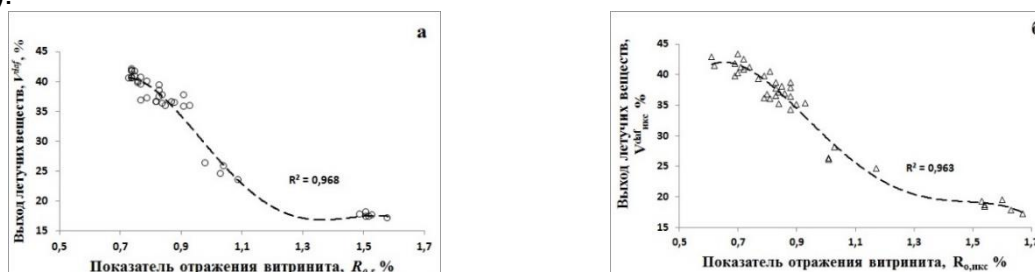


Рис. Графики корреляции V^{daf} и $R_{0,r}$, определенных стандартно (а) и методом ИКС (б)

Литература

1. Бутакова В.И., Попов В.К., Посохов Ю.М. Создание и развитие автоматизированного ИК-спектрального метода определения показателей качества углей // Кокс и химия. - 2016. - № 6. - С.9-13.

ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СОВМЕСТНОЙ СЛОЕВОЙ ГАЗИФИКАЦИИ УГЛЯ СО ШЛАМОМ МУНИЦИПАЛЬНЫХ СТОЧНЫХ ВОД

Донской И.Г.

Федеральное бюджетное учреждение науки Институт систем энергетики
им. Л.А. Мелентьева СО РАН, Россия, г. Иркутск

С помощью математического моделирования исследован процесс совместной газификации угля и шлама сточных вод. Переменными параметрами являются коэффициент избытка воздуха, доля шлама в смеси и его начальная влажность. При влажности шлама 40% его максимальная доля в смеси с углем может быть не более 50% (при отсутствии спекания). Если ограничить долю шлама на уровне 20-30%, удастся сохранить эффективность газификации на том же уровне, что и для чистого угля.

Утилизация горючих отходов, таких как шламы сточных вод, может быть совмещена с производством энергии для небольших потребителей. Одним из способов такой утилизации может стать газификация, позволяющая получить горючий газ, пригодный для получения тепловой и электрической энергии [1].

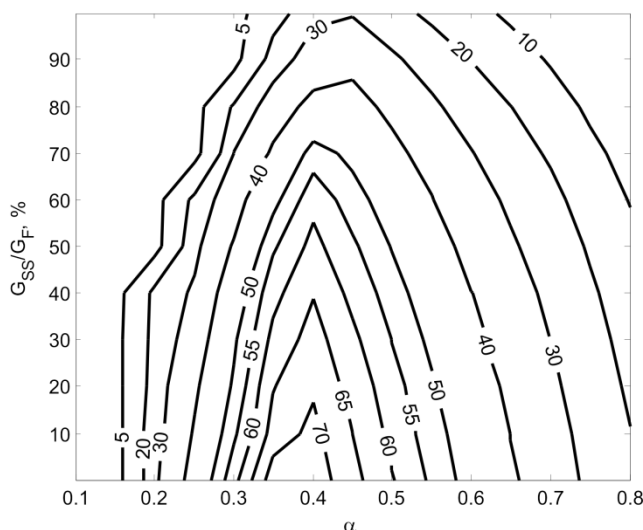


Рис. Зависимость эффективности газификации (%) от доли шлама (влажность 20%) в смеси с углем и избытка окислителя α .

В работе получены расчетные зависимости характеристик процесса газификации от удельного расхода дутья, отношения уголь/шлам и начальной влажности шлама (до 40%). Определены предельные значения доли шлама в смеси с углем при фиксированном химическом КПД, и максимальные значения химического КПД при фиксированной доле шлама в смеси с углем (для того, чтобы избежать спекания слоя [2]). Влага, содержащаяся в шламе, испаряется за счет теплоты газификации и выступает в качестве дополнительного газифицирующего агента. При

доле шлама до 20–30% эффективность газификации падает незначительно по сравнению с углем без добавок шлама.

Работа выполнена в рамках научного проекта III.17.1. программы фундаментальных исследований СО РАН, рег. № AAAA-A17-117030310448-0.

Литература

1. Thermochemical processing of sewage sludge to energy and fuel: Fundamentals, challenges and considerations / S.S.A. Syed-Hassan, Y. Wang, S. Hu, S. Su, J. Xiang // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. - 2017. - V. 80. - P. 888-913.
2. Донской И.Г. Моделирование процесса совместной газификации древесины и полимерных материалов в плотном слое // *Химия твердого топлива*. - 2018. - № 2. - С. 67-72.

УСТАНОВКА ДЛЯ ПОДГОТОВКИ И ПРОВЕДЕНИЯ СПЕКТРОСКОПИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ УГЛЕРОДНЫХ СОРБЕНТОВ

Елонова В.А.¹, Исмагилов З.Р.¹, Федорова Н.И.¹,
Хайрулин С.Р.², Кузнецов В.В.²

¹Институт углекимиия и химического материаловедения ФИЦ УУХ СО РАН,
Россия, г. Кемерово, e-mail: viktoryaelonova@mail.ru

²Институт катализа им. Г.К. Борескова, Россия, г. Новосибирск

The article details methods of the setup operation as well as experimental methods of adsorption of different molecules on the surface of carbon sorbents are described in details.

Исследование углеродных материалов является одним из перспективных и интенсивно развивающихся направлений нанотехнологий. Актуальность данного направления определяется высоким потенциалом углеродных материалов для применения в катализе, создании новых материалов и других приложений [1].

В настоящей работе приведены данные по созданию вакуумной установки, предназначенной для подготовки углеродных материалов и проведения ИК-спектроскопических исследований поверхностных кислотных свойств углеродных материалов. Подробно излагается методика работы на установке, в том числе методика для проведения экспериментов по адсорбции различных молекул на поверхности углеродных материалов.

Для проведения ИК-спектроскопических экспериментов, образцы предварительно тонко измельчаются. Затем прессуются в таблетки толщиной 10-20 мг/см², при давлении 50-100 атм. Спрессованная таблетка исследуемого материала устанавливается в держатель образцов и помещается в ИК-спектроскопическую кювету. Тренировка образцов производится в вакууме при давлении 10⁻³ мм.рт.ст. и температуре 150-200°C в течение 4 часов. После охлаждения держатель с образцом помещается в низкотемпературную часть кюветы. Напуск газов осуществляется из баллонов в ИК-спектроскопическую кювету с образцом. Давление адсорбируемого газа контролируется с помощью манометра.

Результаты показали, что проведение термовакuumной обработки образца углеродного материала приводит к практически полному удалению адсорбированной воды с поверхности исследуемого образца. В спектрах исчезают полосы поглощения, относящиеся к деформационным и валентным колебаниям H₂O. В то время как характеристические полосы поглощения, относящиеся к колебаниям функциональных групп углеродного материала, не изменяются.

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки России в рамках реализации Федеральной целевой программы «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы». Уникальный идентификатор соглашения RFMEFI61317X0079.

Литература

1. Chesnokov, V.V Synthesis of "Silica – Carbon Nanotubes" Composite and Investigation of Its Properties /V.V. Chesnokov, A.S. Chichkan, V.S. Luchihina, E.A. Paukshtis, V.N. Parmon, Z.A. Mansurov, Z.R. Ismagilov //Eurasian Chemico-Technological Journal. – 2015. V. 17. – No. 2. P. 95-100.

МАГНИТОУПРАВЛЯЕМЫЕ СОРБЕНТЫ НА БАЗЕ МИКРОСФЕРИЧЕСКИХ АЛЮМОСИЛИКАТОВ ЗОЛЫ УНОСА ТЭЦ И ГУМИНОВОЙ КИСЛОТЫ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДЫ ОТ НЕФТИ

**Емельянова В.С., Досумова Б.Т., Шакиев Э.М.,
Байжомартов Б.Б., Шакиева Т.В.**

*Научный производственно-технический центр "Жалын",
Республика Казахстан, г. Алматы,
e-mail: niinhtm@mail.ru*

The results of researches of new composites for water sorption clearing from oil spills are presented in the work. The basis of a sorbent is made by the aluminosilicate composite containing up to 7-12% of a magnetite and excreted from fly ash of combined heat and power plant (CHPP) and hydrophobized by the humic acid derived from the oxidized coals. The sorbent has high sorptive capacity, 40-60 g/g, easily separates from water and petroleum using magnetic separation.

В последнее время в мире производится или используется для ликвидации разливов нефти около 200 различных сорбентов. Качество сорбентов определяется, главным образом, их ёмкостью по отношению к нефти, степенью гидрофобности, плавучестью после сорбции нефти, возможностью десорбции нефти и регенерации и утилизации сорбента.

Нами разработан способ сорбционной очистки водной поверхности от разливов нефти, включающий мокрое магнитное разделение алюмосиликатных полых микросфер (отжигов золы уноса угольных ТЭС) с повышением доли магнитной фракции до 7-12 % при увеличении поля магнитной индукции от 0,085 до 0,11 Тл и добавление к массе сухого материала 1-5 % природного полимера – гуминовой кислоты, выделенной из каменного или бурого угля. Полученную смесь подвергают механохимической обработке. Размеры частиц синтезированного композита зависят от условий его получения (тип мельницы, время диспергирования, число оборотов и т.д.) и содержания исходных компонентов. Сорбент имеет диаметр частиц 50-400 мкм, насыпной вес выше 0,25 г/см³, открытую пористость >90 об. %, обладает межглобулярными открытыми порами размером в интервале 20-100 мкм, сквозными порами в стенке размером 0,1-30 мкм, кажущейся плотностью 0,3-0,6 г/см³ и механической прочностью 1,2-3,5 МПа.

Все полученные согласно изобретению магнитные композиты обладают высокой сорбционной способностью (40-60 г/г), высокими магнитными характеристиками, которые обеспечивают возможность последующего сбора сорбента при помощи приспособлений, содержащих постоянные или электрические магниты. Значения коэрцитивной силы при температуре 300 К для полученных образцов составили от 3 до 15 Э. Увеличение концентрации гуминовых кислот в составе магнитных композитных сорбентов до 1 % практически не приводит к изменению коэрцитивной силы, но сказывается на гидрофобной способности, которая повышается в интервале 1-5 %, достигая 100 % и не изменяется при дальнейшем повышении концентрации гумата.

ОПЫТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ ГАЗОУГЛЕХИМИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА УГЛЕПРОДУКТОВ С ВЫСОКОЙ ДОБАВЛЕННОЙ СТОИМОСТЬЮ

**Ермагамбет Б.Т., Бектурганов Н.С., Набиев М.А., Касенова Ж.М.,
Нургалиев Н.У., Холод А.В., Казанкапова М.К., Нурым Б.Н.**

*ТОО «Институт химии угля и технологии», Республика Казахстан,
г. Астана, coaltech@bk.ru*

В тезисе рассмотрены технологические процессы опытно-экспериментального комплекса на Сарыадырском угольном разрезе с получением угольных продуктов.

В настоящее время актуальным является разработка отечественных инновационных технологий глубокой переработки углей для получения продуктов (широкого ассортимента) с высокой добавленной стоимостью. Анализ цепочки добавленной стоимости по отдельным направлениям переработки угля доказывает высокую рентабельность получения химических продуктов из угля. Так, по отдельным видам химической продукции стоимость конечного продукта превышает стоимость сырья 17 раз, а по видам углеродных материалов стоимость продукта (сорбента превышает) в 450 раз.

Казахстанские компании, не имея в своей структуре научно-исследовательские группы, воздерживаются вкладывать крупный капитал в инновационные разработки в области углекислоты, газохимии, хотя в нашей стране имеются научные школы, работающие над созданием эффективных угольных технологий в сочетании с металлургическим производством.

Нами разработана технология и построен опытно – экспериментальный завод по производству жидких топлив из продуктов газификация угля, процесс не требует больших энергозатрат и металлоемкости изготавливаемых аппаратов, так как идет при невысоких давлениях в присутствии активных катализаторов. Опытно-экспериментальный газоуглекислотный комплекс находится на Сарыадырском угольном разрезе близ г. Ерейментау и работает в опытном режиме, CTL технология рассчитана на переработку 10 тонн угля в сутки для тестирования различных сортов и марок углей.

Автоматизированный опытный завод построен в блочно-модульном исполнении и состоит из трех блоков: газификации, очистки и компримирование газа, синтеза жидких продуктов. В технологической схеме также предусмотрена выработка электрической энергии на газопоршневой электростанции на 300 кВт/час и переработка шлака в сплав металлов, угольных брикетов и адсорбентов. Для синтеза моторных топлив были синтезированы активированные кобальтсодержащие катализаторы по уникальной технологии.

Данный газоуглекислотный комплекс может стать технологической платформой для создания завода в промышленном масштабе по отечественной технологии. Проектирование, изготовление, монтаж, пуск и наладка CTL технологии произведены Казахстанскими специалистами. Также проведенные опытные испытания показали высокую рентабельность производства, работоспособность и надежность аппаратов и машин в синтезе горючего газа, жидких продуктов.

На комплексе можно переработать органическое сырье: биомассу, ил, ТБО совместно с углем, а также природные, попутные, синтетические, шахтные газы.

ТЕХНОЛОГИЯ ПОДЗЕМНОЙ ГАЗИФИКАЦИИ УГЛЯ МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКОГО НАГРЕВА

Ермагамбет Б.Т.¹, Мартымянов С.М.², Юдин А.С.², Касенова Ж.М.¹

¹ТОО «Институт химии угля и технологии, Республика Казахстан,
г. Астана, e-mail: coaltech@bk.ru

²Национальный исследовательский томский политехнический университет,
Россия, г. Томск, martemyanov@tpu.ru

The possible ways of shale destruction under electrophysical treatment is discussed. The products of shale destruction was analyzed by GC-MS, DTA-TG and elemental analysis. The pyrolysis products formation was shown.

Подземная газификация угля (ПГУ) является самой передовой технологией переработки угля. Эта технология позволяет обрабатывать уголь непосредственно на месте. Это преимущество позволяет снизить затраты на обработку и риск для рабочих [1].

Существует несколько способов использования газообразных продуктов ПГУ в энергетической отрасли. Топливные газы могут использоваться для выработки энергии. Для этого процесс ПГУ оптимизирован для генерации высококалорийного газа. Те же газы ПГУ могут использоваться в процессе Фишера-Тропша для получения не только синтетического жидкого топлива, но и других полезных продуктов с высокой добавленной стоимостью.

Нами способом электрофизической обработки был разработан новый метод подземной газификации низкосортного твердого топлива (уголь, сланец). Сегодня идентифицируются некоторые физические и химические аспекты этого процесса. Анализ газификации горючих сланцев с помощью электрофизической обработки позволяет предположить, что подобный процесс будет продолжаться в углях. В этом контексте исследование подземного нагрева угольных пластов электрофизическим воздействием является перспективным направлением. При электрофизической газификации были получены газы различного состава.

Таблица 1. Характеристики газа полученных электрофизической газификацией

Образец	M (g), (%*)	V (l)	H ₂ (%)	CO (%)	CO ₂ (%)	CH ₄ (%)	H ₂ /CO
Черный уголь	40 (26.6)	108	56.2	20.4	11.1	12.1	2.75
Бурый уголь	34 (21.7)	68.4	48.7	42.1	5.5	3.2	1.15
антрацит	19 (9)	18	31	46.4	15.7	6.4	0.66

Оптимальное соотношение H₂ / CO для производства химического топлива в процессе Фишера-Тропша составляет 2:1. Газ, полученный из черного угля, является наиболее оптимальным для процесса ФТ.

Литература

1. Imran M., Dileep K., Naresh K.// at all, Environmental concerns of underground coal gasification, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2014.- 600-610 p.

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ДИСПЕРСНОСТЬ ГУМИНОВОГО УДОБРЕНИЯ

Ермагамбет Б.Т., Нурғалиев Н.У., Касенова Ж.М., Казанкапова М.К.,
Холод А.В., Абылгазина Л.Д.

ТОО «Институт химии угля и технологии», Республика Казахстан,
г. Астана, coaltech@bk.ru

В данной работе проведено исследование влияния электрофизического воздействия на дисперсность гуминового удобрения, полученного из бурого угля (Казахстан). Установлено, что по сравнению с исходной угольной суспензией в готовом продукте средний размер частиц существенно уменьшается.

В ТОО «Институт химии угля и технологии» (г. Астана) разработана технология получения гуминового удобрения из окисленных бурых углей (высококонцентрированный водный раствор). В соответствии с данной технологией гуминовые кислоты переводятся в биологически активные соединения – гуматы калия. В качестве исходного сырья использовали бурый уголь Майкубенского бассейна, предварительно измельченный до крупности менее 0,3 мм и имеющий следующие характеристики (мас. %): A^d – 25,8; W^r – 9,3; V^d – 46,6; S_t^d – 0,71. Выход свободных гуминовых кислот (на аналитическое состояние) составил 87 %. Технология основана на совместном осуществлении электрофизического диспергирования бурого угля и подачи воздушного дутья.

На рисунке приведены кривые зависимости концентрации соответственно микрочастиц исходного угля и гуминового удобрения от их размеров (мкм). Данные кривые получены с помощью метода лазерной дифракции. Анализ данных показал, что средний размер микрочастиц исходного угля и удобрения составляет соответственно 112,8 мкм и 20,4 мкм.

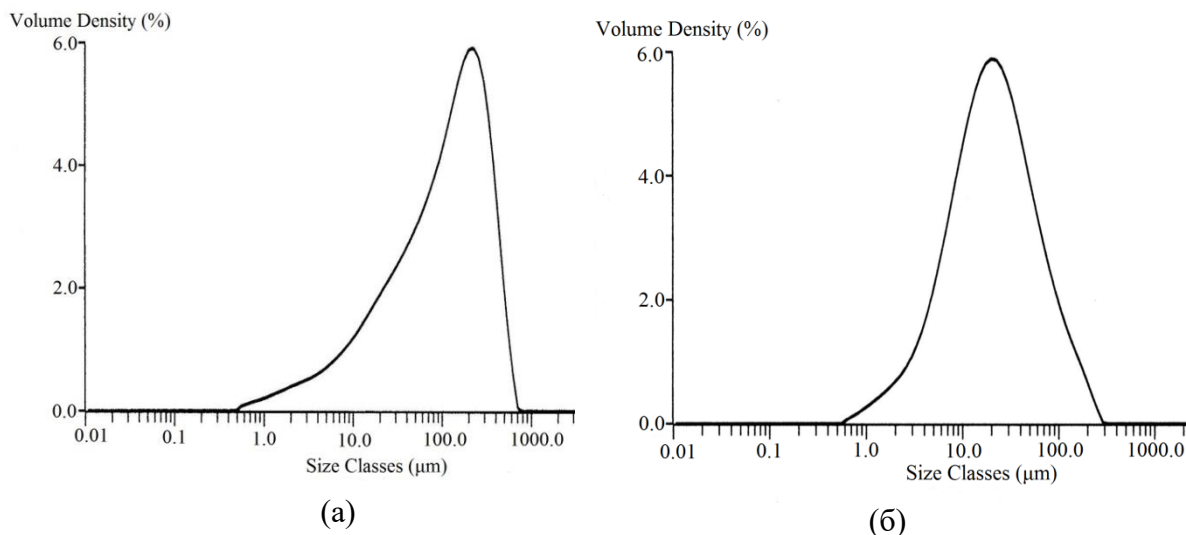


Рис. Кривые зависимостей концентрации (мас. %) микрочастиц исходного угля (а) и гуминового удобрения (б) от их размеров (мкм)

Таким образом, электрофизическое воздействие на угольную суспензию позволяет существенно повышать дисперсность частиц, получать однородные и химически чистые смеси, активировать процессы диспергации и растворения,

что, в свою очередь может способствовать более быстрой усвояемости растениями активных компонентов гуминового удобрения.

ГИДРООЧИСТКА ПРОДУКТОВ ОЖИЖЕНИЯ УГЛЯ НА МО-СОДЕРЖАЩИХ КАТАЛИЗАТОРАХ

Ермолдина Э.Т., Каирбеков Ж.К., Суймбаева С.М.

*ДГП НИИ Новых химических технологий и материалов,
Республика Казахстан, г. Алматы, e-mail: ermoldina@mail.ru*

In this paper, the results of research on improving the technology of obtaining motor fuel components by hydrogenation of coal liquefaction products are presented. It is shown that 3-5 % Mo/Ni-Re catalysts activate hydrogenation reaction of heteroatomic and unsaturated compounds at 420 °C, 6.0 MPa. Therewith, the content (%) of nitrogen bases in hydrogenate, in comparison with the primary material, reduces from 0.74 to 0.05 %; and of nitrogen: from 0.47 to 0.01 %. The best hydrotreatment of coal distillate is performed with 5% Mo/Ni-Re catalyst.

В составе угольного дистиллята сохраняются неустойчивый азот, кислородсодержащие соединения, а также способные полимеризоваться ненасыщенные углеводороды, что отрицательно влияет на качество моторных топлив, поэтому полученный бензин нельзя напрямую использовать в качестве моторных топлив, а необходимо проводить процессы гидрирования [1, 2].

В настоящей работе представлены результаты исследований по совершенствованию технологии получения компонентов моторного топлива гидрогенизацией продуктов ожижения угля.

В качестве сырья для получения компонентов моторного топлива применялись угольные дистилляты с т. кип. до 360 °C, полученные ожижением Мамытского угля на цеолите.

Процесс гидрирования проводили на Мо-содержащих катализаторах, нанесенных на поверхность скелетного никеля (Ni-Ренея).

Результаты исследования свидетельствуют о том, что катализатор Mo/Ni-Re активирует реакции гидрогенизации гетероатомных и непредельных соединений при 420°C, 6,0 МПа. При этом содержание фенолов уменьшается с 6,6 % до нуля. Содержание (%) азотистых оснований в гидрогенизате по сравнению с сырьем уменьшается с 3,3 до 0,5, а содержание серы уменьшается с 0,74 до 0,05 %, азота с 0,47 до 0,01%. Наибольшая гидроочистка угольного дистиллята идет на 5 % Mo/Ni-Re катализаторе.

В гидрированном бензине также обнаружены олефиновые, циклоолефиновые и диеновые углеводороды. Количество олефиновых углеводородов уменьшилось от 8,3 до 4,3 %. Если в составе бензина, полученного ожижением угля в присутствии цеолита, обнаружен 2,4-диметилпентен-1, гексен-2 транс, 4-метилоктен, нонен-3 транс, 6-додекен, то в составе гидрированного бензина они отсутствуют. Содержание циклоолефинов в гидрированном бензине намного больше, чем в составе исходного бензина.

В гидроочищенной бензиновой фракции количество парафиновых и олефиновых углеводородов уменьшились почти в два раза, а изопарафиновых углеводородов – увеличилось более чем в два раза.

Литература

1. Каирбеков Ж.К., Емельянова В.С., Жубанов К.А., Мылтыкбаева Ж.К., Байжомартов Б.Б. Теория и практика переработки угля. // Алматы.: Изд-во "Білім". 2013. С. 496.

2. Ж.К.Каирбеков, М.Т.Токтамысов, Н.Жалгасулы, Ж.Т.Ешова. Комплексная переработка бурых углей Центрального Казахстана. // Алматы: Қазақ Университеті 2014. С. 278

ФАЗОВЫЕ РАВНОВЕСИЯ И РАСТВОРИМОСТЬ КОМПОНЕНТОВ КАМЕННОУГОЛЬНОЙ СМОЛЫ

Есина З.Н., Денисов В.Я.

Кемеровский государственный университет, Россия, г. Кемерово,
e-mail: ezn2@rambler.ru

В работе рассматривается растворимость твердых компонентов в жидкости и фазовые равновесия жидкость-твердое и жидкость-пар в растворах компонентов каменноугольной смолы с использованием модели PCEAS.

Каменноугольная смола является важным сырьем для угольной и химической промышленности, поскольку содержит многочисленные ценные компоненты. В частности, фенол, фенольные производные и бензол являются компонентами каменноугольной смолы [1]. Оптимизированное планирование и реализация процессов дистилляции и экстракции в химической промышленности требует всестороннего качественного и количественного анализа фазовых равновесий жидкость-твердое, жидкость-пар и жидкость-жидкость [2]. Фенол, о-крезол, м-крезол, и п-крезол являются основными фенолами в низкотемпературной каменноугольной смоле [3]. В настоящее время данные о равновесиях жидкость-твердое и жидкость-пар в системах компонентов каменноугольной смолы редко сообщаются в литературе. Отделение фенола от алканов, моделирующих отдельные составляющие каменноугольной смолы и равновесие жидкость-жидкость в системах на основе фенола рассматриваются в работе [4] с помощью модели (NRTL) [5] и универсальной квазихимической модели коэффициентов активности (UNIQUAC) [6]. В данной работе рассматриваются фазовые равновесия жидкость-твердое и жидкость-пар в растворах компонентов каменноугольной смолы с помощью модели PCEAS (Фазовые переходы в эвтектических и азеотропных системах) и растворимость твердых компонентов в жидкости [7].

Литература

1. Granda M., Blanco C., Alvarez P., Patrick J.W., Menendez R. // Chem. Rev. 2014. V.114. P. 1608-1636.
2. Martin A., Klauck M., Grenner A., Meinhardt R., Martin D., Schmelzer J. // J. Chem. Eng. Data. 2011. V. 56. P. 741-749. С. 344-348.
3. Jiao T.T., Gong M.M., Zhuang X.L., Li C.S. Zhang S.J. // J. Ind. Eng. Chem. 2015. V. 129. P. 344-348.
4. Fangfang Dai, Kun Xin, Yuhe Song, Midong Shi, Haipeng Zhang, Qingsong Li. // Fluid Phase Equilibria. 2016. V. 419. P. 50-56.
5. Renon H., Prausnitz J.M. // AIChE J. 1968. V. 14. P. 135-144
6. Abrams D.S., Prausnitz J.M. // AIChE J. 1975. V. 21. P. 116-128.
7. Есина З.Н., Корчуганова М.Р., Мурашкин В.В. Phase Chart Eutectic and Azeotropic System (PCEAS): А. с. Программы для ЭВМ 2012618394. РФ. 2012. пер. 17.09.12, № 2012616324.

ГУМИНОМИНЕРАЛЬНЫЕ СОРБЕНТЫ, ПОЛУЧЕННЫЕ В УСЛОВИЯХ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Жакина А.Х., Василец Е.П., Арнт О.В., Мулдахметов З.М.

*ТОО «Институт органического синтеза и углекислотной РК», Республика
Казахстан, г. Караганда, e-mail: alzhakina@mail.ru*

The research was conducted on modification processes of activated burn-out rock forms using humic acids and their derivatives. Using electrical conductivity method and chemical analysis we have evaluated level of grafting (uptake) of humic acid derivatives on the rock surface. Sorption properties in case of copper, nickel and lead were studied. We have demonstrated that sorption capacity of modified burn-out rock forms depends on metal salt concentration and nature of modifying group.

Гуминовые кислоты можно отнести к высокореакционным соединениям. Реакционную способность гуминовых кислот определяют входящие в их состав различные кислородсодержащие группы, конденсированные и замещенные ароматические системы, алифатические, алициклические и ненасыщенные группировки. Введение в состав гуминовых кислот новых функциональных групп позволит придать им новые свойства и расширить области применения.

Улучшение качества гуминовых сорбентов путем введения их в неорганическую матрицу является перспективным направлением. Это позволит решить проблему механической прочности, вымываемости, химической стойкости наряду с повышением сорбционных характеристик. Применение отходов значительно снизит стоимость сорбентов.

С целью использования в качестве укрепляющей матрицы местных горелых пород и получения на их основе наноматериалов с высокими фильтрационно-сорбционными показателями проведено исследование процессов модифицирования активированных форм породы гуминовыми кислотами и их производными, полученными на основе окисленных каменных углей Шубаркольского месторождения.

В качестве модификаторов использованы: гуминовая кислота, amino- и сульфопроизводные гуминовых кислот. Модификация поверхности алюмосиликатных пород осуществлена различными методами с использованием ультразвукового облучения. Контроль реакций и продуктов модификации активированных форм горелой породы осуществлен методами потенциометрии, кондуктометрии и ИК-спектроскопии. Методом электропроводности и химического анализа оценена степень прививки (привеса) производных гуминовых кислот на поверхности породы, получены кинетические параметры реакций модификации горелой породы. Изучено влияние природы модификатора и условий реакции на процесс модифицирования поверхности породы.

Методом изотерм изучены сорбционные свойства полученных образцов по ионам меди, никеля и свинца. Показано, что физико-химические свойства и сорбционная способность модифицированных форм горелых пород зависят от концентрации соли металла, природы модифицирующей группы в гуминовом модификаторе. Отмечена более высокая сорбционная активность гуминоминеральных образцов.

Работа выполнена при финансовой поддержке МОН РК по теме целевой программы BR05236438.

ВЛИЯНИЕ МОДИФИЦИРОВАНИЯ ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ НА ИХ СОРБЦИОННУЮ АКТИВНОСТЬ

**Жеребцов С.И., Малышенко Н.В., Смотрина О.В.,
Брюховецкая Л.В., Исмаилов З.Р.**

*Институт углекислотной и химического материаловедения ФИЦ УУХ СО РАН,
Россия, г. Кемерово, e-mail: sizh@yandex.ru*

A modification of HA isolated from brown coal was carried out by alkylation with butanol. Using the IR, NMR and EPR methods, the effect of alkylation on the functional-group composition of HA was investigated. Data on the sorption capacity of HA in the process of sorption of copper, zinc, cobalt and manganese cations by modified samples were obtained.

Реакционная способность гуминовых кислот (ГК) определяется наличием в их структуре различных функциональных групп, зависит от степени ароматичности, конденсированности и наличия свободных радикалов в их молекулярной матрице. Уникальное строение ГК определяет широкий спектр их возможного применения. Перспективным направлением является применение ГК в качестве дешевых сорбентов для извлечения катионов металлов, очистки техногенных стоков, а также в качестве препаратов-биостимуляторов и для введения микроэлементов питания растений. С помощью целенаправленного химического модифицирования можно изменить функционально-групповой состав, сорбционные характеристики и биологическую активность ГК. Модифицирование пероксидом водорода гуминовых кислот, выделенных из бурых углей Тисульского месторождения (БУТС) и его окисленной в пласте формы (БУТСО), приводит к увеличению содержания кислородосодержащих функциональных групп и увеличению сорбционной способности ГК по отношению к катионам меди, цинка, марганца и кобальта [1, 2].

В работе проведено модифицирование ГК, выделенных из бурых углей БУТС И БУТСО, алкилированием бутанолом. С помощью ИК-, ЯМР- и ЭПР-методов исследовано влияние алкилирования бутанолом на функционально-групповой состав ГК. Получены данные о сорбционной емкости алкилированных образцов ГК в процессе сорбции катионов меди, цинка, кобальта и марганца из водных растворов нативными и модифицированными гуминовыми кислотами, состав которых охарактеризован с помощью технического и элементного анализа.

Литература

1. Малышенко Н.В. Сорбция катионов цинка модифицированными гуминовыми кислотами / Н.В. Малышенко, С.И. Жеребцов, О.В. Смотрина, Л.В. Брюховецкая, З.Р. Исмаилов // *Химия в интересах устойчивого развития*. – 2015. – Т. 23. – С. 451-457.
2. Жеребцов С.И. Сорбция катионов меди нативными и модифицированными гуминовыми кислотами / С.И. Жеребцов, Н.В. Малышенко, О.В. Смотрина, Л.В. Брюховецкая, З.Р. Исмаилов // *Химия в интересах устойчивого развития*. – 2016. – Т. 24. – С. 399-403.

МОНИТОРИНГ ТОКСИЧНЫХ УГЛЕФИЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ОБЪЕКТАХ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Журавлева Н.В.¹, Потокина Р.Р.¹, Старыгина А.Ю.¹, Исмагилов З.Р.²

¹*Акционерное общество «Западно-Сибирский испытательный центр»,
Россия, г. Новокузнецк, e-mail: zhuravleva_nv@zsis.ru*

²*Институт углекислотной и химического материаловедения ФИЦ УУХ СО РАН,
Россия, г. Кемерово, e-mail: zinfer1@mail.ru*

The elemental composition of coals of the Kuznetsk coal basin and products of its processing is studied. It is shown that pollution of water bodies of the Kemerovo region with such heavy metals as V, Cu, Mo, Ni, As, Mn, Cr, Zn occurs by washing out of natural water streams through the filtering of stripping and host rocks. Correlation relations between the content of heavy metals in total and mobile forms, as well as interrelations between the content of individual elements in ash and slag was investigated.

Изучение элементного состава углей Кузнецкого угольного бассейна и продуктов их переработки является основой для разработки новых геотехнологий комплексного освоения угольных месторождений и планирования мониторинга объектов окружающей среды в зоне действия предприятий по добыче и переработке углей. Информация о распределении и уровне концентраций микроэлементов в углях постоянно пересматривается, чему способствует развитие аналитических методов определения элементного состава углей и зол углей.

Актуальными являются вопросы изучения состава отходов добычи и переработки углей для оценки их токсичности и определения перечня приоритетных элементов, подлежащих экологическому мониторингу на территориях складирования. Токсичность твердых отходов добычи и переработки углей определяется, прежде всего, содержанием в них подвижных и водорастворимых форм токсичных элементов и концентрацией органических веществ. При этом вскрышные и вмещающие породы угольных месторождений Кузбасса характеризуются следующим рядом активности водорастворимых форм токсичных элементов: $Mo > Cu > V > Zn > Mn > As > Cr > Ni > Pb$. Результаты исследований позволяют сделать вывод о том, что загрязнение водных объектов Кемеровской области такими тяжелыми металлами, как V, Cu, Mo, Ni, As, Mn, Cr, Zn происходит, в том числе, за счет вымывания при фильтрации природных водных потоков через массы вскрышных и вмещающих пород.

Изучено распределение токсичных элементов и соединений в золошлаковых отходах от сжигания углей Кузнецкого угольного бассейна. Исследованы корреляционные связи между содержанием тяжелых металлов в валовой и подвижной формах, а также взаимосвязи между содержанием отдельных элементов в золошлаковых отходах. Выявлена взаимосвязь содержания в золошлаках подвижных форм кобальта и никеля. Подтверждено наличие связи между содержанием марганца и свинца в валовой и подвижной форме. Определены доверительные интервалы для содержащихся в золошлаках в валовой форме ванадия, хрома, никеля, олова и кобальта с уровнем значимости 0,95.

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УГЛЕРОДСОДЕРЖАЩИХ МАТЕРИАЛОВ

Зайченко В.М.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Объединенный институт высоких температур Российской академии наук, Россия, г. Москва, e-mail: zaitch@oivtran.ru

A new technology for the thermal conversion of carbon-containing materials with production a mixture of hydrogen and carbon monoxide describes. Questions related to the possible use of biomass in coal-fired power aggregates as fuel, in particular wood, are considered. The possible directions of energy utilization of coal waste (sludge) are discussed.

Представлено описание новой технологии термической конверсии углеродсодержащих материалов с получением энергетического газа с повышенными теплотехническими характеристиками. Теплотворная способность получаемого в разрабатываемой технологии газа - 2800 – 3000 ккал/м³. Получаемый газ примерно на 90% состоит из водорода и окиси углерода. Содержание СО и Н₂ в продуктах реакции для разных видов перерабатываемого сырья, как правило, находится в соотношении близком к 1:1. Содержание жидкой фазы в получаемой смеси - не более 30 мг/м³. Т.е. газ, получаемый по разрабатываемой технологии, может быть непосредственно использован для различных видов энергогенерирующего оборудования, в частности, для газопоршневых электростанций и мини-ТЭЦ. Разрабатываемая технология позволяет решить проблему создания распределённой энергетики на местных топливно-энергетических ресурсах. В тоже время, по составу получаемый газ является идеальной смесью для синтеза жидких моторных топлив.

Одной из проблем современной энергетики является использование биомассы (древесины) в котлах, работающих на угле. Практика показывает, что при совместном сжигании, доля древесины ограничивается 5 - 10% от общего количества потребляемого топлива, поскольку затраты энергии на пылеприготовление, в среднем, в 7-10 раз превышают затраты на размол угля. Для использования древесины на обычной угольной электростанции требуется замена системы пылеприготовления на новую, в несколько раз более мощную.

Повышение размолоспособности древесины, повышение теплотворной способности топлив из древесины (в общем случае из различных видов биомассы), а также обеспечение гидрофобности данного вида топлив может быть обеспечено при торрефикации–пиролизе биомассы при температурах 270-300°С. Приводится описание установок ОИВТ РАН по торрефикации и результаты, полученные при торрефикации различных материалов. Показано, что технологии ОИВТ РАН имеют определенные преимущества перед зарубежными аналогами.

Технология торрефикации может быть использована для энергетической утилизации угольных шламов. Показано, что в результате низкотемпературного пиролиза смеси угольного шлама и биоотходов может быть получено экологически безопасное топливо с теплотехническими характеристиками, близкими к теплотехническим характеристикам рядовых бурых углей, используемых в энергетике.

ВЗАИМОСВЯЗЬ ПЕТРОГРАФИЧЕСКОГО СОСТАВА И КОКСУЕМОСТИ УГЛЕЙ

Заостровский А.Н.¹, Грабовая Н.А.¹, Исмаилов З.Р.^{1,2}

¹*Институт углекислоты и химического материаловедения ФИЦ УУХ СО РАН,
Россия, г. Кемерово,*

²*Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф.
Горбачева, Россия, г. Кемерово, e-mail: catalys01@rambler.ru*

The interrelation between the petrographic composition of a number of metamorphism of Coals of the Kuznetsk Basin and coking is established. The optimal ratio between caking and de-energizing components in the compilation of coal blends is determined.

Впервые попытка установления взаимосвязи между петрографическим составом углей и их технологическими свойствами была сделана З.В. Ергольской (1947). При расположении кузнецких углей каждой стадии метаморфизма в порядке увеличения содержания в них отошающих компонентов наблюдалась чёткая закономерность изменения их коксующести (Рис.).

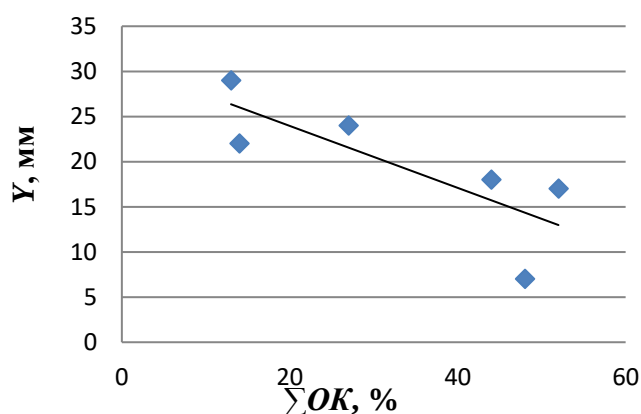


Рис. Зависимость толщины пластического слоя (Y , мм) от содержания в углях отошающих (фюзенизированных) компонентов (ΣOK , %)

Из опыта известно, что для получения металлургического кокса высокой механической прочности необходимо иметь шихту с пластическим слоем не менее 17 мм. Для исследованных углей, из которых может быть получен кокс с максимальным показателем прочности, отвечают угли, содержащие отошающих компонентов до 30 % (рисунок). Для прогноза коксующести угольных шихт необходимо иметь ряд дополнительных характеристик углей. Наиболее важной из них является величина оптимального соотношения спекающихся и отошающих компонентов, которое для данной стадии метаморфизма составляет 2,34. Следовательно, при содержании отошающих компонентов 30 % содержание спекающихся компонентов должно быть 70 % [1, 2].

Литература

1. Еремин И.В., Арцер А.С., Броневец Т.М. Петрология и химико-технологические параметры углей Кузбасса. Кемерово, 2001. 399 с.
2. Жемчужников Ю.А., Гинзбург А.И. Основы петрологии углей. М., Изд. АН СССР. 1960. 400 с.

ПОТЕНЦИОМЕТРИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ РАВНОВЕСИЙ В РАСТВОРАХ ГУМИНОВЫХ ВЕЩЕСТВ

Звеков А.А.¹, Ракитова А.И.², Каленский А.В.²

¹*Институт углекислотной и химического материаловедения ФИЦ УУХ СО РАН,
Россия, г. Кемерово, e-mail: zvekova@gmail.com*

²*Кемеровский государственный университет, Кемерово,
e-mail: kriger@kemsu.ru*

The aim was to suggest special potentiometric methods for humic substances' research. The pretreatment procedure was elaborated leading to significant relaxation time decreasing. The obtained value of acidic centers content agrees well with NMR C13 results. Addition of indifferent electrolyte or barbotating with nitrogen influence the titration curve insignificantly.

Развитие методов исследования гуминовых веществ является актуальным в настоящее время, так как растет интерес к их природным взаимодействиям. Увеличивается объем производства и применения гуминовых удобрений [1], поэтому также важно понимать физико-химические отличия данных гуминовых и гуминоподобных веществ от выделяемых из почв и вод. Цель работы: разработка потенциометрических методик исследования равновесий с участием гуминовых кислот.

В качестве образцов использовались гуминовые кислоты, полученные щелочной экстракцией из рядового бурого угля Кайчакского месторождения. При исследовании кислотно-основных свойств гуматов обычно используются методики, применяемые для углей, что приводит к малой скорости установления равновесия [2]. Предложено вначале растворять навеску гуминовой кислоты в щелочи с дальнейшим осаждением эквивалентным количеством азотной кислоты. Такой подход приводит к получению гуминовой кислоты в виде малых коллоидных частиц, что уменьшает время установления равновесия до нескольких минут.

Экспериментально получены кривые потенциометрического титрования гуминовой кислоты гидроксидом натрия. На кривых выделяется одна точка эквивалентности и имеется участок роста pH, характерный для многоосновных карбоновых кислот с близкими значениями pK, например лимонной. Полученные значения содержания кислотных центров составили 3.1 – 3.7 ммоль/г, что согласуется с оценкой содержания карбоксильных групп методом ЯМР C¹³[1]. Продувка раствора азотом и введение индифферентного электролита не приводит к значительным изменениям кривой титрования.

Экспериментально получены кривые титрования гуминовой кислоты нитратом свинца. Особенностью результатов является уменьшение степени сорбции свинца при повышении его концентрации в растворе. Данный эффект, вероятно, связан с началом коагуляции гуминовых кислот под действием электролита, конкурирующей с сорбцией, что косвенно подтверждается визуальными изменениями в системе.

Авторы благодарны лаборатории химии бурых углей и лично д.х.н. Жеребцову С.И. за предоставленный образец гуминовой кислоты.

Литература

1. Жеребцов С.И., Малышенко Н.В., Смотрина О.В. // *Химия в интересах устойчивого развития*. 2016. Т. 24. № 3. С. 399-403.

К ВОПРОСУ ОХРАНЫ РЕДКИХ ВИДОВ ЛЮМБРИЦИД В УСЛОВИЯХ УГОЛЬНЫХ РАЗРАБОТОК

Зубко К. С., Скалон Н. В.

*Кемеровский государственный университет, Россия, г. Кемерово
e-mail: nskalon@kemsu.ru*

This article addresses the issues of protection of rare species of earthworms (Clitellata: Lumbricidae) in conditions of coal strip mines in Kuzbass. Possibilities of the preservation and relocation of rare species of earthworms in conditions of the inefficiency of storing of topsoil to preserve the mesofauna are studying.

В процессе угледобычи, особенно при открытых горных работах, происходит практически полное уничтожение растительного и животного мира на территории разработок. Предварительное снятие и складирование плодородного слоя почвы в соответствии с требованиями ГОСТ 17.4.3.02-85 приводят к деградации и нарушению структуры почвы. В многометровой толще снижают активность микроорганизмы, обеспечивающие минерализацию органики, азотофиксацию и другие почвенные процессы. Происходит нарушение агрегатного строения почвы, от уплотнения она превращается в монолитную массу с плохими водно-физическими свойствами. Погибают почвенные беспозвоночные – деструкторы растительных остатков, включая дождевых червей (Фаткулин, Андрюханов, 1991). Часть эврибионтных видов сохраняется в верхнем слое складированной почвы.

В условиях угледобычи особенной опасности подвергаются редкие виды животных и растений, среди которых много стенобионтных и имеющих ограниченные возможности к расселению видов. К таким видам относятся люмбрициды (дождевые черви). Их видовое разнообразие в Кузбассе невелико. В результате наших исследований достоверно обнаружено 11 видов, из которых 2 вида (эйзения Малевича – *Eisenia malevici* Perel, 1962 и эйзения салаирская – *Eisenia salairica* Perel, 1968) являются реликтовыми эндемиками, занесенными в Красные книги РФ и Кемеровской области. В настоящее время оба уникальных вида оказались под угрозой уничтожения из-за угольных разработок, начатых с нарушениями природоохранного законодательства. Оба вида были описаны у д. Жерново Новокузнецкого района Кемеровской области в бассейне р. Черновой Нарык. Это место обитания было уничтожено при строительстве шахты «Жерновская-Глубокая» в 2011-2013 гг. Возможно, что эйзения Малевича на территории Кемеровской области уже уничтожена, однако этот вид известен ещё из 2 точек на территории Республики Алтай.

Эйзения салаирская в других регионах достоверно не отмечена. Нами она была найдена ещё в 2 точках в бассейне р. Черновой Нарык (Зубко, Скалон, 2017) и в 1 точке на территории областного Бунгарапско-Ажандаровского заказника, где находится под охраной. Создать значительную по площади ООПТ в бассейне реки Черновой Нарык не удалось из-за противодействия ООО «Газпром добыча Кузнецк». В настоящее время ведётся работа по созданию заказника на площади 285 га, включающего одно из известных мест обитания. Нами проводятся исследования по размножению эйзии салаирской в неволе и переселению этого вида из района угледобычи.

УГЛЕРОДНЫЕ СОРБЕНТЫ, ПОЛУЧЕННЫЕ ТЕРМОЛИЗОМ В ПРИСУТСТВИИ ГИДРОКСИДА КАЛИЯ ИЗ КУЗБАССКИХ УГЛЕЙ РАЗЛИЧНЫХ МАРОК

Зыков И.Ю., Дудникова Ю.Н., Козлов А.П., Цветков В.Э., Исмагилов З.Р.

*Институт углекислоты и химического материаловедения ФИЦ УУХ СО РАН,
Россия, г. Кемерово, e-mail: zyak.kot@mail.ru*

Sorbents from Kuzbass coals of ranks "D", "G", "SS", "T" were prepared and investigated in the work. The sorbents were prepared by chemical activation at temperature 800°C using KOH. Sorption characteristics of carbon sorbents in relation to phenol and iodine in aqueous solutions have been studied. Distinctive features of sorbents obtained from coals of various ranks are shown.

Проблемы загрязнения воды в настоящее время сохраняет свою актуальность. Низкое качество воды большинства природных источников является неприемлемым для их использования. Углеродные сорбенты из каменных углей помогут решить вопросы по очистке воды от различных вредных примесей.

В данной работе получены сорбенты из кузбасских каменных углей. Сорбенты получали методом термолитиза смесей угля и гидроксида калия в массовом соотношении 1:0.5 согласно методике [1]. Гомогенизацию смесей проводили на шаровой мельнице.

В качестве исходных углей были взяты: уголь «Д» шахта им. Рубана, «Г» шахта им. 7 ноября, «СС» р-з. Бачатский, «Т» Краснобродский Южный. Угли были выбраны так, чтобы их зольность была минимальной среди представителей одной марки.

Измерение активности сорбентов осуществляли по статической сорбции фенола (A_p) и йода (A_i) из водных растворов. Измерение активности по йоду проводили методом титрования по ГОСТ 6217-74. Измерение сорбционной активности по фенолу проводили на спектрофотометре.

Марка угля	Показатель отражения витринита, %	A_i , г/г	A_p , г/г
«Д»	0.571	0.69	0.15
«Г»	0.642	0.61	0.13
«СС»	1.247	0.48	0.56
«Т»	1.875	0.26	0.40

Сорбенты, полученные из углей низких стадий метаморфизма, отличаются высокой сорбцией по отношению к йоду, в то время как сорбенты из зрелых углей обладают высокой сорбцией по отношению к фенолу.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации в рамках соглашения RFMEFI61317X0079.

Литература

1. Манина Т.С., Федорова Н.И., Семенова С.А., Исмагилов З.Р. Влияние условий щелочной обработки на свойства адсорбентов на основе природноокисленных углей Кузбасса // Кокс и химия. 2013. № 5. С. 25-28.

ОСОБЕННОСТИ НАКОПЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ПЕРЬЕВОМ ПОКРОВЕ ПТИЦ КУЗБАССА

Иванова Н.В., Яковлева С.Н., Булгакова О.Н., Исингалиева И.Б.

*ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», Россия,
г. Кемерово, sayganta@mail.ru*

Concentrations of heavy metals: zinc, cadmium, lead and copper were determined by means anodic stripping voltammetry method in feathers (*Corvus frugilegus* L.). Sampling was carried out in several regions of Kuzbass with differential exposure to human population and urban/industrial load.

Накопление тяжелых металлов в тканях животных отражает их содержание в природной среде [1]. Зоны локального загрязнения приурочены к промышленным предприятиям, автомагистралям с интенсивным движением, пригородам, включая территории сельскохозяйственного назначения. Тривиальные массовые виды птиц, такие как грач (*Corvus frugilegus* L.), характеризуются приуроченностью к культивируемым ландшафтам, агроэкосистемам и урбанизированным территориям, что делает их наиболее удобными биоиндикаторами [2].

Определение цинка, кадмия, свинца и меди проводили методом инверсионной вольтамперометрии с ртутно-пленочным индикаторным электродом, используя вольтамперометрический анализатор Та-Lab, фоновый электролит – раствор муравьиной кислоты. Предварительно был осуществлен выбор оптимальных условий подготовки проб к анализу, позволяющий наиболее полно перевести в раствор пробу и максимально исключить влияние матрицы на результат определения. Корректность методики пробоподготовки проверена методом «введено-найдено». Показано, что наилучшие результаты показывает методика, основанная на минерализации проб смесью концентрированной азотной кислоты и перекиси водорода. Проведен анализ проб перьевого покрова птиц (*Corvus frugilegus* L.) различного возраста, обитающих в районах крупных городов Кузбасса: Кемерово, Новокузнецка, Прокопьевска. Установлено, что для всех образцов характерно существенное преобладание цинка (120-150 мг/кг), что является обычным для образцов тканей животных, содержание меди и свинца сопоставимы и варьируются в пределах 10 – 13 мг/кг (Pb) и 5 – 9 мг/кг (Cu), кадмий обнаруживается в следовых количествах на уровне 0,5 мг/кг. Существует тенденция к повышению содержания меди и свинца при приближении к крупным городам. Характер накопления металлов позволяет предположить, что имеет место поток миграции между регионами и/или трансграничное перемещение загрязняющих веществ, которые либо по отдельности, либо синергетически влияют на общий профиль содержания металлов в оперении изучаемого вида птиц.

Литература

1. Orłowski, G. Residues of chromium, nickel, cadmium and lead in Rook *Corvus frugilegus* eggshells from urban and rural areas of Poland / G. Orłowski, Z. Kasprzykowski, W. Dobicki, P. Pokorny, A. Wuczyński, R. Polechoński, T. D. Mazgajski // *Science of the Total Environment*. – 2014. – Vol. 490

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СТРУКТУРНО-ГРУППОВОГО АНАЛИЗА В ИЗУЧЕНИИ ОБРАЗОВАНИЯ И СТРОЕНИЯ УГЛЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИК-СПЕКТРОСКОПИИ

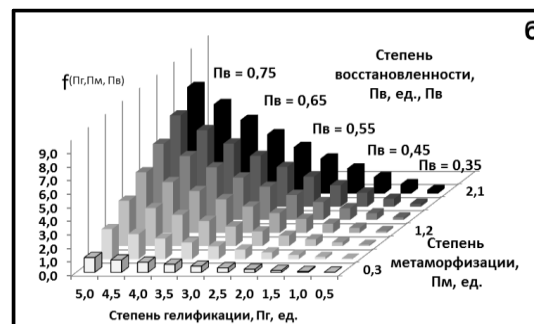
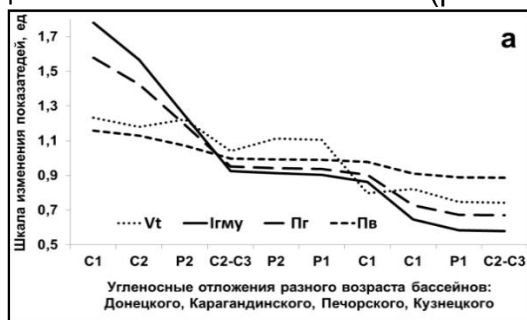
Иванов В.П.¹, Дмитриенко А.А.²

¹ФГАОУ НИ Томский политехнический университет, Россия, г. Томск,
e-mail: ivp2005@mail.ru

²ООО «Ресурс», Россия, г. Новокузнецк,
e-mail: dmitrienkoanastasiyaa@gmail.com

The application of IR spectrometric characteristics in the form of structural and genetic indicators of gelification, recovery and metamorphosis of coals, which allow the study of coal seams at the stages of exploration and exploitation of deposits to study the conditions of formation of coal deposits and coal structure on a par with standard methods.

Изучение образования угленосных отложений в виде пластов и строение углей проводится, как правило, на макро – микроуровнях в виде определения литотипного и мацерального состава углей. С середины 80-х гг XX века в институте ВУХИН начинает активно использоваться структурно-групповой анализ на основе ИК-спектроскопии, который стандартизован как метод спектрометрического определения генетических и технологических параметров каменных углей (ГОСТ 32246-2013). Использование диффузионного отражения в области спектра $7500\text{--}350\text{ см}^{-1}$, охватывающей не только диапазон средней области ИК, но и часть ближней ($7500\text{--}4000\text{ см}^{-1}$) и дальней ($600\text{--}350\text{ см}^{-1}$), заложенных АПК «Спектротест» [1], позволяет более точно определять особенности строения каменных углей, используя D_{7500} , D_{4000} , D_{3040} , D_{2920} , D_{2860} , D_{2000} , D_{1690} , D_{1600} , D_{1260} , ИК-спектра. В разном сочетании оптические величины указанных частот позволили создать структурно-генетические показатели: гелификации (Пг), как контрастность строения гелифицированной (P_{Vt+L}) и фюзенизированной (P_l) частей ОМУ, восстановленности (Пв) и метаморфизации (Пм), отражающие особенности образования углей, а индекс ГМУ ($I_{ГМУ} = Пг \cdot Пв$) - интенсивность гелеобразования в палеоторфяниках [2]. Данные показатели позволили провести сравнительный анализ угленосных отложений разных бассейнов (рис. 1а) и создать модель изменения свойств углей на основе изменения структурно-генетических параметров от проявления седиментогенеза и литогенеза (рис. 1б).



СИНТЕЗ ОКСИДА ГРАФЕНА И ЕГО СПОСОБНОСТЬ К ВОССТАНОВЛЕНИЮ АСКОРБИНОВОЙ КИСЛОТЫ

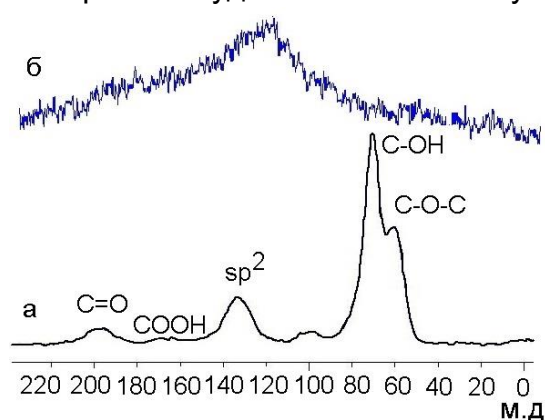
Илькевич Л.В.¹, Барнаков Ч.Н.¹, Ткаченко Т.Б.², Попова А.Н.¹,
Лырщиков С.Ю.¹, Хохлова Г.П.¹, Созинов С.А.¹

¹Институт углеродной химии и химического материаловедения ФИЦ УУХ СО РАН,
Россия, г. Кемерово, e-mail: lida1193@mail.ru

²Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования «Кемеровский государственный университет», Россия,
г. Кемерово, e-mail: dt_kem@mail.ru

The method for the reduction of graphene oxide with ascorbic acid is proposed. The obtained product is characterized by physical methods of investigation.

В настоящее время большой интерес ученых мира вызывают углеродные наноматериалы, одним из которых является графен. Получить такой материал толщиной в один атом, является не простой задачей. Одним из возможных путей ее решения является химическое восстановление оксида графена. В работе был получен оксид графена (ОГ) из терморасширенного графита (ТРГ) с использованием модифицированного метода Хаммера [1]. Суть метода заключалась в окислении ТРГ перманганатом калия в смеси концентрированных серной и фосфорной кислот. В результате синтеза, продукт отделяли центрифугированием и промывали до нейтральной среды. Методом РФА подтверждали образование оксида графена, на дифрактограмме которого имеется пик при углах $2\theta = 10^\circ$. Для восстановления аскорбиновой кислотой использовали водную суспензию ОГ. Восстановление проводили в растворе аскорбиновой кислоты при 95°C , с предварительной ультразвуковой обработкой суспензии, варьируя время восстановления (1-3 часа). Полученный черный осадок фильтровали на бумажном фильтре, промывали дистиллированной водой до нейтральной среды и спиртом (этиловым, изопропиловым). Фильтрат сушили в муфельном шкафу при 105°C . О степени восстановления полученного материала судили по атомному соотношению O/C, которое находилось в



пределах от 0.32 - 0.18, тогда как у исходного ОГ это значение составляет 0.75 - 0.79. Анализ ЯМР спектров исходного оксида графена и его продукта восстановления (рис.), показывает исчезновение сигналов при 60 и 70 м.д. кислородсодержащих групп. Уширение пика, по-видимому связано с высокой электропроводностью образца, из-за чего трудно увидеть сигнал ЯМР атомов углерода, связанных с атомами кислорода.

Рис. Спектры ЯМР ^{13}C исходного оксида графена (а) и продукта его восстановления аскорбиновой кислотой (б).

Литература

1. Hummers W.S., Offeman R.E. // Journal of the American Chemical Society. Preparation of graphitic oxide. 1958. Soc. 80, 6, P. 1339.

НОВЫЙ ПОДХОД ИЗУЧЕНИЯ СТРОЕНИЯ И ОЦЕНКИ СВОЙСТВ КОНЦЕНТРИРОВАННОГО УГЛЕФИЦИРОВАННОГО ВЕЩЕСТВА

Исаева Е.Р.¹, Иванов В.П.¹, Гончаров И.В.², Тимкин Т.В.¹

¹ФГАОУ НИ Томский политехнический университет, Россия, г. Томск,
e-mail: isaevaer@tpu.ru

²ОАО «ТомскНИПИнефть», Россия, г. Томск

Carbonized substance any genetic type is as for dispersed and concentrated forms in sediments in the form of coals and kerogen. For the study of coals used infrared spectroscopy, and for the study of kerogen used the method Rock-Eval. The connection established between the parameters of Rock-Eval and optical densities of the individual frequencies of the infrared spectrum allow to reveal the peculiarities of the structure and formation properties carbonized substances of coals and kerogen.

Углефицированное вещество в виде органоминерального материала концентрированное в слои, слои, пропластки, пласты отличается от рассеянного органического вещества (РОВ) видом петрографических микрокомпонентов и характером катагенетических превращений, но, несмотря на это они называются керогенами.

Для исследования углей, особенно каменных, применяется ИК-спектрометрический метод, а для керогенов – метод Rock-Eval. На основе ИК-спектроскопии создан структурно-групповой анализ, позволяющий воспроизводить генетические, технологические параметры, и определять структурно-генетические показатели, отражающие условия формирования углей: гелификацию, восстановленность, метаморфизацию.

В основе метода Rock-Eval лежит термическое моделирование эволюции нефтематеринской породы, которое позволяет судить о количестве свободных углеводородов, содержащихся в поровом пространстве, и об остаточном генерационном потенциале органического вещества породы.

Графики корреляции оптической плотности на частотах D_{7500} , D_{4000} , D_{3040} , D_{2920} , D_{2860} , D_{2000} , D_{1690} , D_{1600} , D_{1260} ИК-спектра с параметрами S_1 – свободные УВ, термодесорбирующиеся при 300 °С, S_2 – генерационный потенциал породы, PI – коэффициент продуктивности, T_{max} (°С) – разница максимального пика S_2 исследуемого вещества и калибровочного образца, в угля и керогена имеют как сходство, так и различие (рис 1 а, б).

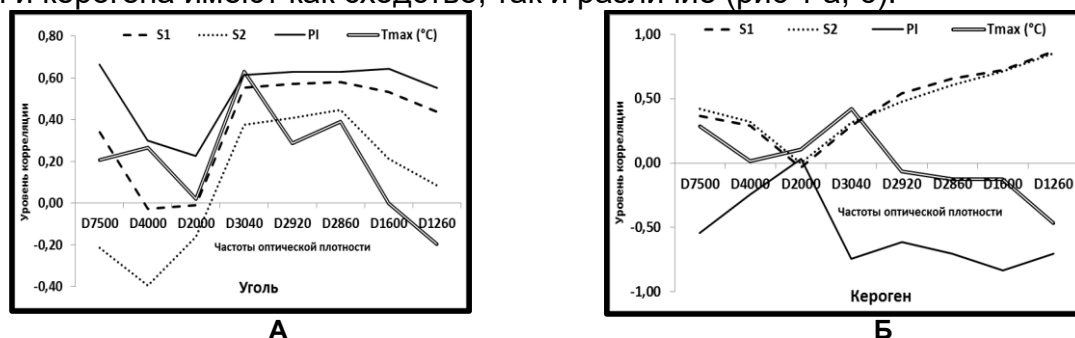


Рис. 1

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ № 18-35-00499.

ПРИМЕНЕНИЕ КАМЕННОУГОЛЬНОГО ПЕКА ДЛЯ УТИЛИЗАЦИИ ТЕРМОРЕАКТИВНЫХ ПОЛИМЕРОВ И ИЗДЕЛИЙ НА ИХ ОСНОВЕ

Кабак А.С.^{1,2}, Андрейков Е.И.^{1,2}

*¹Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт органического синтеза им. И.Я. Постовского Уральского
отделения РАН, Россия, г. Екатеринбург,
e-mail: kas@ios.uran.ru*

²ОАО «ВУХИН», Россия, г. Екатеринбург.

The coal tar pitch can be used as active solvent in the thermal solvolysis of thermosets and products based on thermosets, including polymer-matrix composites. The properties of the recovered fillers are determined.

В настоящее время актуальна проблема утилизации термореактивных полимеров, которые не могут быть переработаны с использованием методов характерных для термопластичных полимеров. Термореактивные полимеры широко используются в качестве связующего в полимерных композиционных материалах (ПКМ), производство которых в настоящее время быстро растет, а утилизация отходов ПКМ и отработанных изделий осложняется наличием в их составе армирующих наполнителей в виде углеродных, кварцевых и других волокон.

Перспективными являются химические методы утилизации, в частности сольволиз, заключающийся в разрушении полимера под действием растворителя. Нами использовался среднетемпературный каменноугольный пек в качестве активного растворителя с целью деструкции термореактивного полимера. Каменноугольный пек представляет собой остаток дистилляции каменноугольной смолы после достижения температуры в паровой фазе 360°C и является дешевым доступным промышленным продуктом. Отсутствие в каменноугольном пеке соединений с низкой температурой кипения позволяет проводить процесс сольволиза при атмосферном давлении с выделением из реактора органических продуктов деструкции полимера.

Обнаружено, что использование каменноугольного пека в процессе сольволиза термореактивных полимеров, общим для которых является наличие фенольных фрагментов, позволяет полностью разрушить полимер в интервале температур 360-420°C и получить с высоким выходом фенольные продукты. Каменноугольный пек в процессе сольволиза является донором водорода для промежуточных радикальных продуктов деструкции полимера, предотвращая реакции их рекомбинации с образованием углеродистого остатка.

Высокая степень деструкции термореактивных полимеров делает возможным применение каменноугольного пека для утилизации ПКМ с целью выделения дорогостоящих наполнителей, углеродных и кварцевых волокон. Показана возможность повторного использования углеродных волокон, выделенных в процессе термического сольволиза ПКМ в среде каменноугольного пека. Углепластики на основе выделенных углеродных волокон не уступают промышленным образцам углепластика по показателям прочности при растяжении и изгибе. Также появляется возможность применения выделенных углеродных волокон в направлениях использования, которые были невыгодными из-за высокой стоимости исходных углеродных волокон.

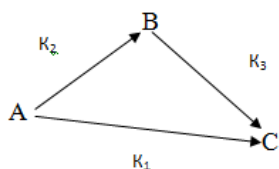
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ПРОЦЕССА ГИДРОГЕНИЗАЦИИ УГЛЯ МЕСТОРОЖДЕНИЯ «КЕНДЕРЛЫК»

Каирбеков Ж.К., Джелдыбаева И.М., Ермолдина Э.Т.

*НИИ Новых химических технологий и материалов, Республика
Казахстан, г. Алматы*

In this paper, an analysis of the experimental kinetic regularities of the process of hydrogenation of "Kenderlik" coal in the presence of a catalyst and pasteurizer is presented, and a kinetic scheme for the hydrogenation of coal is proposed.

Анализ литературных данных по кинетике гидрогенизации угля показал, что превращение органической массы угля (ОМУ) находится в сложной взаимосвязи с многочисленными факторами. От относительно простых последовательных и параллельных кинетических схем исследователи переходят к более сложным, включающим обратимые превращения последовательно параллельным схемам, чтобы объяснить механизм превращения ОМУ в жидкие продукты.



На основании анализа экспериментальных кинетических закономерностей процесса гидрогенизации угля «Кендерлык» в присутствии катализатора Тургайского боксита [1] и пастеризатора, а также имеющихся в литературе сведений о превращении ОМУ в жидкие и газообразные продукты была предложена кинетическая схема гидрогенизации угля. Если каждая реакция имеет первый порядок, то исходя из степени превращения константы A и B и C, уравнения скоростей этих реакций можно записать в виде следующей системы дифференциальных уравнений:

$$\begin{cases} \frac{dC_a}{dt} = -(k_1 + k_2)C_a \\ \frac{dC_b}{dt} = k_1C_a - k_3C_b \\ \frac{dC_c}{dt} = k_2C_a + k_3C_b \end{cases}$$

При начальных условиях $C_{a0}=1$, $C_{b0}=0$, $C_{c0}=0$; (1)
где $K_i = K_{i0} \exp(-\frac{E_i}{RT(t)})$; $i=1, 2, 3$;
Уравнение (1) непосредственно дает выражение
 $C_a = \exp[-(K_1 + K_2)t]$ (2)
Подставляя последнее в уравнение (2) получаем:
 $\frac{dC_b}{dt} = -K_3C_b - K_1 \exp[-(K_1 + K_2)t]$ (3)

Это выражение представляет собой простое линейное дифференциальное уравнение первой степени. При граничных условиях решение имеет следующий вид: $C_b = K_1/[K_3 - (K_1 + K_2)][\exp(-K_1 - K_2)t - \exp(-K_3t)]$ (4)

Из уравнения (2) и (4) следует, что

$$C_c = -\frac{K_2}{K_1 + K_3} \exp(-K_1 - K_2)t - \frac{K_1}{(K_3 - K_1 - K_2)(K_1 + K_2)} \exp(-K_1 - K_2)t - \frac{K_1}{(K_3 - K_1 - K_2)K_3} \exp(-K_3t) \quad (5)$$

Исходя из полученных уравнений, был рассчитан состав жидких и газообразных продуктов из ОМУ Кендерлык. Эта схема хорошо соответствует реальным процессам. Анализ уравнений показывает, что константа K_3 представляет собой незначительную величину и не влияет на общую кинетику превращения. Таким образом, мы также получаем, как изменяются во времени концентрации A, B, и C. Поскольку константа K_3 играет несущественную роль в реакциях гидрирования, то реакция идет по параллельному механизму.

Литература

1. Моделирование жидкофазных каталитических гидрогенизационных процессов. – Алматы : Қазақ университеті, 1997. – 203 с. / Соавт.: К. А. Жубанов, У. А. Садыков.

ЭКСТРАКЦИЯ УГЛЯ ОЙ-КАРАГАЙСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИМИ РАСТВОРИТЕЛЯМИ

Каирбеков Ж.К., Ешова Ж.Т., Желдыбаева И.М.

*ДГП НИИ Новых химических технологий и материалов РГП Казахский
национальный университет имени аль-Фараби, Республика Казахстан,
г. Алматы, e-mail: us.niinhtm@mail.ru*

In this paper, the process of extraction of brown coal from Oy-Karagai field in supercritical conditions with the use of various solvents is considered.

Относительно новым эффективным методом переработки углей служит экстракция органическими растворителями. Процесс экстракции представляет собой растворение низкомолекулярных компонентов, расположенных в порах угольного вещества, и как наблюдаемое частичное разрушение донорно-акцепторных связей, существующих между макромолекулами органической массы угля (ОМУ), и внедрение на их место молекул растворителя, т.е. разрушение надмолекулярной структуры [1, 2].

Целью настоящей работы является оценка возможности получения различных классов ценных химических продуктов из угля Ой-Карагайского месторождения методом экстракции органическими растворителями.

В качестве перспективной сырьевой базы для получения различных классов органических соединений были использованы бурые угли месторождения Ой-Карагай. По качественным показателям они относятся к гумусовым углям технологической группы 3Б и имеют следующие характеристики (масс. %): W^{daf} 7,8; A^{daf} 12,0; V^{daf} 35,0; C^{daf} 75,0; H^{daf} 5,2; O^{daf} 15,4; N^{daf} 0,7; S^{daf} 0,1. Нами сделана оценка возможности получения различных классов ценных химических продуктов из угля Ой-Карагайского месторождения и проведен анализ состава жидких продуктов. Для проведения процесса экстракции угля использовались растворители: бензол, толуол, пиридин и четыреххлористый углерод. Температура кипения растворителей составляет 76,7 – 115,3 °С, а в критических условиях температура используемых растворителей находится в пределах 115,4 – 318,6 °С. В этих условиях давление достигает 1,9 – 5,2 МПа.

Полученные жидкие продукты были исследованы хроматографическим методом анализа. В результате исследования большую часть бензольного экстракта составляют парафины (70,32 %) и нафтены (17,85 %). Углеводородный состав толуольного экстракта состоит из парафинов (59,42 %), циклоалканов (13,62 %) и ароматических углеводородов (22,25 %). Пиридиновый экстракт обогащен изоалканами (15,64 %), циклоалканами (14,79 %) и ароматическими углеводородами (67,72 %).

Таким образом, экстракция бурого угля в сверхкритических условиях с применением различных растворителей дает возможность осуществить достаточно глубокое разложение органической массы, а предварительная механоактивация позволяет увеличить глубину переработки угля.

Литература

1. Гюльмалиев А.М., Головин Г.С., Гладун Т.Г. Теоретические основы химии угля. - М.: МГУ. 2003. С. 359-374.
2. Макитра Р. Г., Брык Д. В. Влияние природы растворителей на набухание углей / ХТТ. 2010. №3. С. 26-30.

КРЕКИНГ СМЕСИ КОКСОХИМИЧЕСКОЙ СМОЛЫ И ВЫСОКОКИПАЮЩИХ НЕФТЕПРОДУКТОВ В ПРИСУТСТВИИ КАТАЛИЗАТОРА

Каирбеков Ж.К., Смагулова Н.Т., Сабитова А.Н.

*ДГП НИИ Новых химических технологий и материалов,
Республика Казахстан, г. Алматы, e-mail: alfa-1983@mail.ru*

The main technological parameters for cracking the mixture of coal semi-coking tar and high-boiling petroleum products in the presence of catalytic compositions based on a zeolite suspension, as well as aqueous solutions of potassium silicates (K_2SiO_3) and sodium ($SiO_2 \cdot n Na_2O$) of various concentrations are determined.

При гидрогенизационной переработке каменноугольной (коксохимической) смолы из угля Шубаркольского месторождения эффективны катализаторы вносимые в технологический процесс в форме мелкодисперсных частиц, равномерно распределенных в объеме сырья. Для этой цели применяли каталитические композиции на основе суспензии цеолита NaY, а также водных растворов силикатов калия (K_2SiO_3) и натрия ($SiO_2 \cdot n Na_2O$) различной концентрации.

Целью этой работы является определение основных технологических параметров процесса крекинга смеси смолы полукоксования угля и высококипящих нефтепродуктов в присутствии каталитических композиций на основе суспензии цеолита NaY, а также водных растворов силикатов калия (K_2SiO_3) и натрия ($SiO_2 \cdot n Na_2O$) различной концентрации.

Приготовление суспензии катализатора в углеводородной смеси осуществляли добавлением водного раствора Ba–Al–Si (соотношение Ba–Al–Si:H₂O=1:8) в количестве 3,0 % масс. от сырья и диспергировали в гомогенизаторе при температуре 130 °С и скорости вращения пластин 1500 об./мин.

Опыты проводили в условиях лабораторной установки высокого давления с пустотелым реактором объемом 0,25 дм³ при температуре 70-80 °С и давлении 0,4-0,5 МПа.

В качестве исходного сырья применяли смесь сырой, предварительно необезвоженной смолы полукоксования (АО «Сары Арка Спецкокс», г. Караганда) угля Шубаркольского месторождения и остатка дистилляции с температурой кипения выше 320 °С нефти месторождения Кумколь, взятых в соотношении 1:1.

В результате полученных данных, выход бензиновых фракций с температурой кипения до 180 °С составляет 25,8-34,0 %, что примерно в 2 раза выше, чем при осуществлении процесса без катализатора (6,2 %). Из полученных результатов следует, что 420 °С – наиболее оптимальная температура осуществления процесса. Из примененных катализаторов наиболее эффективной является Ba-содержащая каталитическая композиция. Выход бензиновой фракции с температурой кипения до 180 °С при применении Ba-Al-Si-катализатора составляет 34,0 % по сравнению с 6,2 % при проведении процесса без катализатора.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что микроколичества катализатора, находясь в сырье позволяют достаточно эффективно осуществлять крекинг высокомолекулярного нефтяного сырья в компоненты моторных топлив.

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ УГЛЕРОДСОДЕРЖАЩИХ ВСКРЫШНЫХ ПОРОД ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КЕРАМИЧЕСКИХ СТЕНОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

Кара-сал Б.К., Солдуп Ш.Н

*Тувинский институт комплексного освоения природных ресурсов СО РАН,
Россия, г. Кызыл, e-mail: labmat16@mail.ru*

Показано, что наличие углеродистых веществ до 20% в глиносодержащих вскрышных породах угледобычи при их использовании для производства керамических стеновых материалов улучшает сушку сырца, интенсифицирует спекание изделий и повышает пористость черепка со снижением теплопроводности, а также обеспечивает ресурсо- и энергосбережение в отрасли.

Растущие объёмы отвалов вскрышных пород при открытом способе угледобычи создают серьезные экологические и экономические проблемы, решение которых связано с применением углеотходов для производства крупнотоннажных изделий, в том числе керамических стеновых материалов.

Исследование глиносодержащих вскрышных пород угледобычи Чаданского угольного разреза Республики Тыва показали, что твердые отходы после дробления и просеивании через сито с размерами ячейки 0,31 мм, после увлажнения превращается в пластичную массу, что позволяет формовать изделие без дефектов

При сушке удаление влаги из сырца на основе углеотходов значительно быстрее, чем в случае из чистых глин, что связано с наличием твердых углеродистых частиц (до 20%) и оптимальным гранулометрическим составом (содержание пылевых и песчаных частиц 70-75%) шихты, а также повышенной пористостью материала.

Особенностью спекания керамических масс на основе углеродсодержащих вскрышных пород при обжиге является то, что из-за наличия частиц твердого топлива и при их выгорании равномерно поднимается температура черепка и интенсивно протекают термические реакции связанные с дегидратацией, разложением и аморфизацией глинистых минералов. При этом газы (CO и H_2), выделяющиеся при разложении углеродистых частиц, внутри черепка создают восстановительный характер газовой среды, что позволяет железистых соединений перейти в закисную активную форму FeO , которая при участии аморфного кремнезема образует железистую стеклофазу.

Из-за восстановительного характера газовой среды и образования железистой стеклофазы интенсифицируется спекание массы, где жидкий расплав заполняет межзерновые пустоты и склеивает твердые частицы, что уплотняет черепок и повышает его механическую прочность.

Установлено, повышение пористости и снижение теплопроводности черепка на основе углеродсодержащих (до 20%) вскрышных глинистых пород из-за выгорания органических составляющих.

Выявлено, что из-за наличия частиц твердого топлива в составе массы, на 15-20% снижается общий расход энергетических затрат на обжиг керамических изделий.

Применение глиносодержащих отходов угледобычи для производства керамических стеновых материалов не только утилизирует вскрышные породы, но и решает проблему ресурсосбережения, т.к. как запасы качественных глинистых пород постоянно истощаются.

НАНОКОМПОЗИТНЫЕ ЭЛЕКТРОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ СУПЕРКОНДЕНСАТОРОВ НА ОСНОВЕ ПОРИСТЫХ УГЛЕРОДНЫХ МАТРИЦ, ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ ПРИРОДНЫХ УГЛЕЙ

**Качина Е.В.¹, Захаров Ю.А.^{1,2}, Федорова Н.М.², Сименюк Г.Ю.¹,
Ларичев Т.А.², Пугачев В.М.², Додонов Е.В.²**

¹*Институт углеродной химии и химического материаловедения ФИЦ УУХ СО РАН,
Россия, г. Кемерово,*

²*Кемеровский государственный университет, Россия, г. Кемерово,
e-mail: kachina.e.v@mail.ru*

The method of synthesis of electrode material based on porous carbon matrix with nanoparticles of cobalt-nickel oxides for supercapacitors has been developed. The process of thermal decomposition of metal mixed hydroxides was used to produce nanoscale particles of metal oxides in the nanostructured composite. The capacity of the electrode material increases with the increase in the concentration of metal oxides and reaches a value of 80 Faraday per gram, even for the simplest nanotubes carbon matrix.

Перспективными устройствами накопления и хранения электрической энергии, сочетающими как высокую энергоемкость и относительно высокую выходную мощность, являются суперконденсаторы (СК). Исследования показали, что высокие емкостные характеристики могут быть достигнуты на СК с электродами на основе наноструктурированных композитных материалов (НСКМ) типа высокопористая углеродная матрица/оксид(ы) металла(ов) с переменной валентностью.

Для создания НСКМ с высокими функциональными свойствами в работе был использован относительно простой метод синтеза, заключающийся в пропитке углеродной матрицы последовательно растворами солей металлов и щелочи, с последующей сушкой и термической обработкой. При разложении гидроксидов металлов в порах углеродной матрицы образуются наноразмерные частицы оксидов, имеющие плотный контакт с поверхностью пор. Наиболее привлекательными характеристиками обладают смешанные оксиды кобальта-никеля, получаемые при разложении соответствующих смешанных гидроксидов.

Для создания электродного материала нами были опробованы разные типы углеродной матрицы, включая многослойные нанотрубки (модельная система) и продукты переработки природных углей (продукция Института углеродной химии и химического материаловедения ФИЦ УУХ СО РАН и ОАО «Сорбент» (г. Пермь).

Полученные образцы исследовали методами электронной микроскопии, дифференциальной термогравиметрии в сочетании с масспектрометрией продуктов, рентгеновской дифрактометрии и малоуглового рассеяния рентгеновского излучения.

Проведенные исследования электрохимических свойств показали, что композитный электродный материал обладает повышенной электрической емкостью по сравнению с материалом на основе исходной углеродной матрицы. Увеличение емкости коррелирует с ростом концентрации оксида кобальта-никеля в композите. Даже для простейшей матрицы на основе углеродных нанотрубок в результате внедрения наночастиц оксидов было достигнуто увеличение значения удельной емкости от 40 до 80 Ф/г, т.е. в 2 раза.

РАЗРАБОТКА ПЫЛЕУЛАВЛИВАЮЩИХ СОСТАВОВ НА ОСНОВЕ ВОДНЫХ ДИСПЕРСИЙ ВИНИЛ-АЛКИДНОГО ОЛИГОМЕРА И НА БАЗЕ НЕФТЯНЫХ ДИСПЕРСНЫХ СИСТЕМ

Киреева Е.В.¹, Кондрашева Н.К.¹, Дринберг А.С.², Зырянова О. В.¹

¹*Санкт-Петербургский Горный университет, Россия, г. Санкт-Петербург,
e-mail: rectorat@spmi.ru*

²*Санкт-Петербургский Технологический институт (Технический университет), Россия, г. Санкт-Петербург,
e-mail: office@technolog.edu.ru*

Existing types of dust-collecting compositions are considered. The dust-collecting compositions were tested for frost resistance. It was found that the optimum antifreeze content in the aqueous dispersion of the dust-collecting compositions is 15-20%. Comparative tests of water and organ-soluble dust-collecting compositions were carried out. Experimental lot of dust-collecting compounds was tested at the objects of the mining industry.

Подавление пыли - чрезвычайно важное мероприятие, которое применяется во многих отраслях.

Пылеподавление - это комплекс способов и средств предупреждения загрязнения атмосферы пылью в строительной и горнодобывающей отраслях за счет снижения пылевыделения и осаждения пыли из воздуха.

Самые эффективные способы решения проблемы пылеподавления - распыление полимеров на водной основе, т.е. применение водных пылеулавливающих составов и применение нефтяных профилактических средств для закрепления пылящих временных дорог [1-2].

Однако, как у всех водных систем, у водных составов есть существенный недостаток - низкая морозостойкость. Поэтому для работы с такими составами в зимних условиях в них необходимо добавлять антифризы.

В качестве незамерзающей жидкости в данной работе был использован этиленгликоль, как наиболее эффективный и относительно не дорогой антифриз. Без добавления этиленгликоля температура застывания дисперсии составила 0 °С, а при добавлении в раствор этиленгликоля в количестве 15-20%, температура застывания снизилась до - 15 °С. При большем увеличении антифриза в дисперсии температура замерзания практически не снижается, поэтому оптимальное содержание этиленгликоля в пылеподавателе составляет 15%.

Составы на основе нефтяных дисперсных систем имеют более низкие температуры застывания. В предыдущих работах температура застывания нефтяных дисперсных систем снижалась добавлением крекинг-остатка или гудрона, в качестве депрессорной добавки [2]. Пылеулавливающие составы на базе органических растворителей понижали температуру застывания с -22°С до -55°С, при концентрации добавки от 2 до 5% масс.

Литература

- 1.Дринберг А.С. Винилированные алкидные олигомеры. ООО «ЛКМ-пресс», Москва, 2014.-152 с.
- 2.Kondrasheva N.K., Zyrianova O.V., Kireeva E.V. Refinery byproducts in dust suppression and the prevention of rock adhesion and freezing at mines. Coke and Chemistry. 2016. V. 59. N. 9. P. 338 – 344.

МИНЕРАЛЬНО-ФАЗОВЫЙ СОСТАВ АТМОСФЕРНЫХ ВЫПАДЕНИЙ В ОКРЕСТНОСТЯХ КОКСОХИМИЧЕСКОГО ЗАВОДА И ГРЭС (Г. КЕМЕРОВО)

Кирина В.Д., Таловская А.В.

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
Россия, г. Томск, e-mail: valerykina@yandex.ru*

The article presents the results of a study of the dust load and mineral composition in the insoluble particles of snow collected within Kemerovo coal-fired power plant and coke plant. The results shows that dust load value tends to be higher in the impacted areas of the plants. The mineralogy shows a prevalence of anthropogenic particles in the samples.

Информативным объектом изучения состава атмосферных выпадений является снеговой покров. В данной работе представлены результаты оценки взаимосвязи пылевой нагрузки, минерально-фазового и гранулометрического состава твердой фазы снега из окрестностей коксохимического завода и ГРЭС в г. Кемерово.

Работы по отбору и подготовке снежных проб выполнены согласно нормативной методике в феврале 2016 г. [1, 2]. По итогам полевых работ проводился расчет пылевой нагрузки [2]. Исследования выполняли в учебно-научных лабораториях МИНОЦ «Урановая геология» на базе ТПУ. Минерально-фазовый состав проб был определен методом рентгеновской дифрактометрии (дифрактометр Bruker Phaser D2). Определение минеральных и техногенных частиц осуществляли на сканирующем электронном микроскопе (S-3400N фирмы Hitachi с приставкой для микроанализа Bruker). Определение гранулометрического состава проб проводилось с помощью просеивания через сита размерностью 0,25-0,5; 0,125-0,25; 0,1-0,125; 0,04-0,1 и менее 0,04 мм.

Величина пылевой нагрузки соответствует средней степени загрязнения и превышает фоновое значение в десятки раз. В пробах преобладает содержание кварца (13–40%) и муллита (19–37%). Также цеолит на расстоянии 4 км от коксохимического завода влияет на пылевую нагрузку (37,2%). Значительное содержание муллита – вблизи коксохимического завода (36,8 %) на расстоянии 1,9 км и ГРЭС (35,9%) на расстоянии 0,6 км. Состав пробы представлен минеральными частицами включая кварц, полевые шпаты, сульфиды железа, алюмосиликаты с примесью железа и кальция, а техногенные частицы представлены Al–Si сферами, Fe–O сферами, углеродсодержащими частицами, алюмосиликатными шлаковыми частицами, оксидом свинца, частицами с оксидами железа и цинка. Частицы размерностью 0,04-0,1 мм преобладают во всех пробах, и их среднее содержание составляет 60%. Все изученные минеральные и техногенные частицы, относятся к средним и крупным частицам согласно классификации [3], поскольку имеют размер от 5 до 20 мкм. Такие частицы могут задерживаться в верхних дыхательных путях и носовой полости, оказывая влияние на респираторные органы человека.

Литература

1. Саит Ю. Е. Геохимия окружающей среды / Ю. Е. Саит, Б. А. Ревич, Е. П. Янин – М.: Недра, 1990. – 335 с.
2. Таловская А.В., Язиков Е.Г., Шахова Т.С., Филимоненко Е.А. Оценка аэротехногенного загрязнения в окрестностях угольных и нефтяных котельных по состоянию снегового покрова (на примере Томской области) // Известия Томского политехнического университета [Известия ТПУ]. Инженерно-георесурсов — 2016. — Т. 327, № 10. — С. 116-130.

ИННОВАЦИОННЫЕ РАЗРАБОТКИ В ОБЛАСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПОДЗЕМНЫХ ГОРНЫХ РАБОТ

Клишин В.И.

*Институт угля ФИЦ УУХ СО РАН, Россия, г. Кемерово,
e-mail: klishinvi@icc.kemsc.ru,*

Рассмотрены новые методы обеспечения безопасности подземной разработки угольных месторождений за счет применения способов направленного гидроразрыва основной кровли и поинтервального гидроразрыва угольного пласта.

В настоящее время расширение области применения механизированных крепей в последние годы достигается за счет разработки пластов с труднообрушаемыми основными кровлями. Неожиданные неуправляемые динамические обрушения горного массива наносят большой вред - опасны для людей, разрушают механизмы и горные выработки. Кроме этого, зависания кровли вызывает концентрацию горного давления на угольный массив в зоне очистного забоя и на сопряжениях его с горными выработками, что провоцирует внезапный выброс угля и газа.

Последние крупные аварии под землей в Кузбассе на шахтах «Тайжина» – 2004 г. и «Ульяновская» – 2007 г. (ОАО «Юж Кузбассуголь»), а также на шахте «Северная» -2017г (ОАО Воркутауголь) произошли в очистных забоях, использующих самую современную технику, обеспечивающую комфортность рабочих мест. Одной из основных причин взрыва метана стало обрушение кровли на значительной площади при отходе лавы, что привело к образованию избыточного вентиляционного давления, выделению метана и угольной пыли в действующие горные выработки. Этого могло не произойти в случае своевременного искусственного обрушения основной кровли – принудительной ее посадки.

Для предотвращения динамических явлений в шахтах продолжается совершенствование и широкомасштабное внедрение уникальной технологии направленного гидроразрыва пород (НГР). Для реализации технологии создан и испытан на шахтах комплект запатентованного оборудования, проведены многочисленные эксперименты по применению направленного гидроразрыва для разупрочнения кровли в монтажной камере (ш. «Березовская», ш. «Распадская-Коксовая», ш. «им. Кирова»), демонтажной камере (ш. «Березовская», ш. им. 7 ноября), для сохранения повторно используемых выработок и снижения нагрузок на целики (ш. «им. Кирова», ш. «Алардинская», ш. «Полосухинская»). Сегодня способ НГР эффективно внедряется на шахтах Алардинская, Ерунаковская. После реализации мною данного метода на шахте «Покуй» (Польша) при первой посадке кровли, он широко внедряется польскими специалистами в качестве метода борьбы с горными ударами.

Вследствие малого объема дегазационных работ и недостаточной эффективности схем дегазации на многих газообильных шахтах России сохраняется газовый барьер, препятствующий достижению высоких скоростей проведения выработок и больших нагрузок на очистные забои.

Для повышения уровня безопасности горняцкого труда на основе ориентированного поинтервального гидроразрыва пласта разработаны и запатентованы технологии и технические средства интенсификации газовыделения в дегазационные скважины. Продолжается и реализация масштабного инновационного проекта – промышленной добычи метана из угольных пластов и дальнейшая его переработка.

КОЛИЧЕСТВЕННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗОЛООБРАЗУЮЩИХ КОМПОНЕНТОВ УГЛЕЙ МЕТОДОМ ОЭС ИСП ЛА

Колмыков Р.П.

*Федеральный исследовательский центр угля и углекислоты СО РАН, Россия, г.
Кемерово, e-mail: kolmykoff.roman@yandex.ru*

The direct elemental analysis of coal ashes and geological standard samples was considered in the present work. The elemental analysis of the coal ashes of Kuzbass Coal Bank was carried out by ICP OES LA method in present investigation.

Методы прямого анализа веществ, находящихся в твердом агрегатном состоянии, являются предпочтительными для определения содержания минерального состава зол, т.к. подготовка анализируемых проб в иных случаях требует использования трудоемких многостадийных процедур разложения силикатной основы, что в свою очередь, приводит к потерям при анализе и загрязнению анализируемых проб.

Преимущества используемого в работе метода оптико-эмиссионной спектроскопии с индуктивно связанной плазмой и лазерной абляции (ОЭС ИСП ЛА) заключаются в возможности проведения анализа, используя образцы произвольного состава, подборе связующего агента и образца для разведения, а также приемлемости аналитических характеристик метода.

Основной проблемой данного вида анализа являются подготовка подходящих компактных мишеней и их достаточная для анализа однородность. Образец измельчается в тонкий порошок с частицами подходящего размера для достижения достаточной гомогенности, а затем производят его смешение со связующим агентом при совместном истирании в агатовой ступке или при помощи планетарной мельницы. Делается это для того, чтобы получить хорошие показатели сцепления и механической прочности, избежать больших механических повреждений при испытании лазером, придать определенную прочность гранулам для равномерного проникновения лазерного излучения с целью получения оптимальных отношений скорости абляции к скорости испарения определяемых компонентов. С другой стороны, использование связующего агента в достаточных количествах позволяет нивелировать спектральные различия, связанные с матричными влияниями в разнородных образцах.

В качестве основного инструмента исследований использовался ИСП спектрометр iCAP6500 DUO LA.

В качестве образцов для получения градуировочных графиков использовали ГСО ЗУК-1, ЗУК-2, СГД-2а, СГ-1а, СГ-3, производства Института геохимии им. А.П. Виноградова СО РАН (г. Иркутск), СО-1 производства Западно-Сибирского испытательного центра (г. Новокузнецк).

В качестве образцов неизвестного состава использовали образцы из Банка углей Кузбасса.

Работа выполнена в рамках государственного задания ИУХМ ФИЦ УУХ СО РАН (проект АААА-А17-117041910151-9, руководитель С. А. Созинов). Работа выполнена с использованием оборудования Кемеровского регионального центра коллективного пользования ФИЦ УУХ СО РАН.

РЕКУЛЬТИВАЦИЯ НАРУШЕННЫХ В ПРОЦЕССЕ МАЙНИНГА ЗЕМЕЛЬ КУЗБАССА ГЛАЗАМИ ЭКСПЕРТА ГОСУДАРСТВЕННОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ

Колмыков Р.П.

*Федеральный исследовательский центр угля и углекислоты СО РАН, Россия, г.
Кемерово, e-mail: kolmykoff.roman@yandex.ru*

The features of regularity in the field of land reclamation were considered in the present work, on the one hand. On the other hand, design establishments make typical misfits in this field, and such cases were observed in this work too.

Рекультивация земель – это совокупность мероприятий по восстановлению нарушенных земель в ходе хозяйственной деятельности человека. К этим нарушениям можно отнести изменение рельефа местности природного объекта и его гидрологического режима, загрязнение и разрушение почвенного покрова. Ущерб землям Кемеровской области наносят открытая и закрытая разработки недр – добыча угля.

Работа в направлении рекультивации земель регулируется природоохранным нормативным комплексом РФ (более 15 документов в разной степени касающихся данной проблемы).

Рекультивацию земель проводят в целях восстановления сельхозугодий, лесных и водных хозяйств, строительства, рекреации, охраны природных объектов. В ходе восстановления нарушенных земель применяются различные способы и методы. В случаях, когда рекультивация подразумевает восстановление плодородного слоя почвы, она проводится в два этапа: технологический и биологический.

На этапе технических работ обычно происходит снятие плодородного слоя с восстанавливаемых площадей, его хранения с последующим нанесением на обновленные участки, проводится планировка рельефа, подводятся подъездные пути. Таким образом, на первом этапе происходит подготовка к освоению угодий.

На втором биологическом этапе восстанавливают плодородие почв, озеленение территории и т.д.

Проводить рекультивацию нарушенных земель обязана организация, проводившая добычу полезных ископаемых на данной территории.

Проект по рекультивации земли подготавливает аккредитованная в этой области организация. Зачастую такие организации делают множество ошибок, с которыми сталкивается государственная экологическая экспертиза в ходе анализа проектной документации.

Основная задача государственной экологической экспертизы – это проведение оценки качества предоставленных документов организацией-проектировщиком (правильность предоставленных сведений, соответствие актуальной нормативно-технической базе РФ и прочее).

Организации-проектировщики обычно совершают ошибки, касающиеся неправильной трактовки государственных природоохранных нормативных и иных документов, неполной комплектности предоставленной документации, некорректно проведенных испытаний и расчетов, неправильной структуры проекта.

ПОЛУЧЕНИЕ ПРОДУКТА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ОКСИДА ГРАФЕНА И ИССЛЕДОВАНИЕ ЕГО ВЛИЯНИЯ НА ПРОЧНОСТЬ И ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ СИЛИКОНОВЫХ ПОЛИМЕРОВ

**Копылов А.В.¹, Ткаченко Т.Б.¹, Илькевич Л.В.², Лузгарев А.С.¹,
Лузгарев С.В.¹, Барнаков Ч.Н.², Мороз А.А.², Исмагилов З.Р.²**

¹ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», Россия,
г. Кемерово, e-mail: dt_kem@mail.ru

²Институт углеродной и химической материаловедения ФИЦ УУХ СО РАН,
Россия, г. Кемерово

The effect of additives of the reduction product of graphene oxide (RGO) on the strength and electrical conductivity of siloxane polymers has been studied. The RGO is obtained by reduction of graphene oxide with hydrazine hydrochloride and hydrazinehydrate.

Углеродные наноматериалы даже в малых количествах могут существенно изменять эксплуатационные характеристики полимерных материалов [1, 2]. В работе исследована возможность модифицирования полидиметилсилоксановых каучуков при использовании в качестве допанта продукта восстановления оксида графена (ВГО).

ВГО был получен восстановлением оксида графена (ГО), синтезированного из пенографита при помощи модифицированного метода Хаммерса. В качестве восстановителей использовали гидразин солянокислый и гидразингидрат в водном растворе аммиака [3]. О степени восстановления судили по атомному соотношению О/С. Для исходного ГО соотношение О/С составляло 0.75, для ВГО в пределах 0.22 - 0.32. ВГО вводили в высокомолекулярный силоксановый каучук СКТ в количестве от 0,05 до 1,0% от массы каучука, предварительно диспергируя его в толуоле [4]. Отверждение допированного полидиметилсилоксанового каучука проводили фотохимически.

Введение ВГО в малых концентрациях (0,05% от массы полимера) практически не влияет на прочность отвержденного полимера. Добавка большего его количества (1,0% от массы полимера) понижает прочность полимерной пленки, что связано с сильным поглощением УФ-света ВГО, которое приводит к замедлению процесса отверждения силоксанового каучука СКТ. В то же время, присутствие ВГО увеличивает электропроводность силоксанового полимера, уменьшая как объемное, так и его поверхностное сопротивление.

Литература

1. Бадамшина, Э.Р. Модифицирование углеродных нанотрубок и синтез полимерных композитов с их участием / Э.Р. Бадамшина, М.П., Гафурова, Я.И. Эстрин. // Успехи химии. – 2010. – Т. 79. – № 11. – С. 1027-1064.
2. Лузгарев С.В. Влияние углеродных наноматериалов на термостойкость допированных ими фотохимически отвержденных полидиметилсилоксановых полимеров / С.В. Лузгарев, М.В. Шерина, А.С. Лузгарев, Т.Б. Ткаченко, А.А. Мороз, Ю.А. Шевелева, Ч.Н. Барнаков, А.В. Самаров // Химия в интересах устойчивого развития. – 2015. - Т. 23. - №2. – С. 147-150.
3. Папаянина Е.С. и др. // Образование графеноподобных частиц при восстановлении оксида графита / Хімія, фізика та технологія поверхні. 2014. Т. 5. №. 2. С. 158-163.
4. Лузгарев С.В. Получение дисперсий углеродных материалов в растворах полидиметилсилоксанового каучука / С.В. Лузгарев, А.С. Лузгарев, Т.Б. Ткаченко, А.А. Мороз // Вестник Кемеровского государственного университета. – 2013. – Т.3. – С. 88-91.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОМ ИОНИЗАЦИОННОЙ МАСС-СПЕКТРОМЕТРИИ ПРОДУКТОВ РЕАКЦИИ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА БУРЫЙ УГОЛЬ

Крафт Я.В., Нурмухаметов Д.Р., Адуев Б.П., Исмагилов З.Р.

*Институт углекислоты и химического материаловедения ФИЦ УУХ СО РАН,
Россия, г. Кемерово, e-mail: lesinko-iuxm@yandex.ru*

Mass spectrometry was used to study gaseous products of the reaction of pulsed laser radiation (1064 nm, 120 μ s) on lignite. In the mass spectra of the reaction products of laser radiation on the specimen, peaks at m/z 2, 18 and 44, which corresponds to the main peaks of the molecules H_2 , H_2O , CO_2 .

В работе использовали бурый уголь Кайчакского месторождения со следующими характеристиками: содержание влаги $W^a = 11.1\%$, зольность $A^d = 9.5\%$, содержание летучих компонентов $V^{daf} = 51.4\%$. Для изготовления образцов уголь предварительно измельчался в шаровой мельнице, затем просеивался через сито с размером ячеек 100 мкм. Далее методом прессования в специальной пресс-форме получали образцы угля в виде таблеток массой 1.0 г. В качестве источника лазерного излучения использовался неодимовый лазер ($\lambda = 1064$ нм, $\tau = 120$ мкс). Плотность энергии лазерного воздействия составляла величину 1.5 Дж/см². Частота следования импульсов лазерного излучения составляла величину 6 Гц. Для регистрации выделяющихся газообразных продуктов реакции воздействия лазерного излучения на образцы использовался анализатор газов SRS QMS 300.

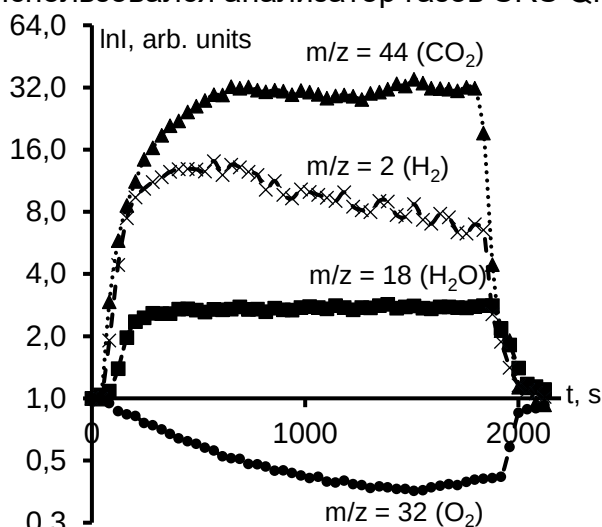


Рис. Зависимость интенсивности основных пиков продуктов реакции от времени лазерного воздействия

В газовой фазе над образцом угля зарегистрированы пики с $m/z = 2, 18, 44$, что соответствует основным пикам молекул H_2 , H_2O , CO_2 . Высокое значение интенсивности пика с $m/z = 44$ (CO_2) обусловлено реакцией окисления углерода или промежуточных продуктов реакции, которые в условиях нашего эксперимента обнаружить не удастся (рис.). Одновременно в опытах зарегистрировано уменьшение значения интенсивности пика с $m/z = 32$ (O_2). Увеличенное содержание водорода в зарегистрированных продуктах можно объяснить возможным протеканием

реакций конверсии углерода при пропускании водяного пара над раскаленным углеродом. Высокая интенсивность пика с $m/z = 18$ (H_2O), свидетельствует о следующих процессах: осуществляется испарение влаги из образца и инициируется горение молекул углеводородов, десорбированных из образца, с образованием диоксида углерода и воды.

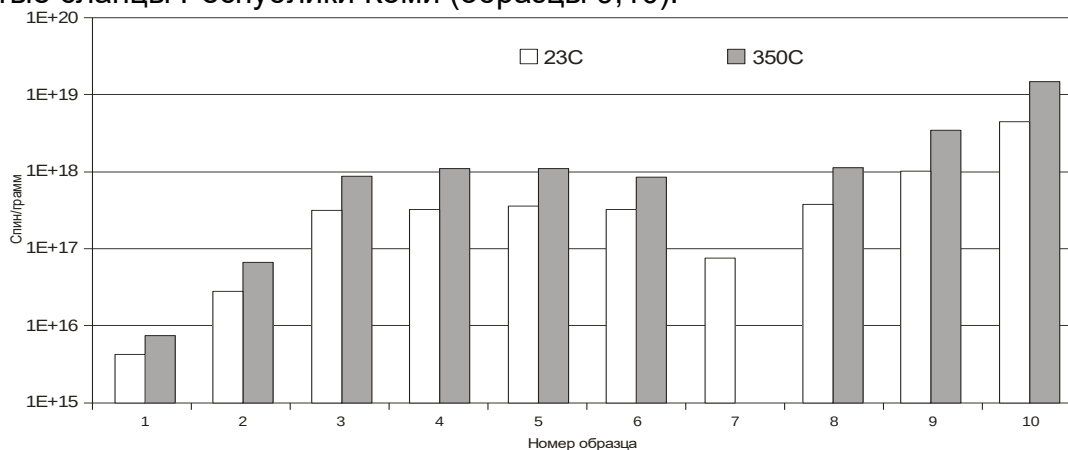
ПАРАМАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА ГОРЮЧИХ СЛАНЦЕВ, БИТУМИНОЗНЫХ АРГИЛЛИТОВ И УГЛИСТЫХ СЛАНЦЕВ

Лавренко Н.С.

*Институт геологии им. Н.Юшкина Коми НЦ УрО РАН, Россия, г. Сыктывкар,
e-mail: lavrenko@geo.komisc.ru*

The paramagnetic properties of Jurassic high-sulfur oil shale, bituminous argillites and Paleozoic coal shales have been studied

Исследована природа парамагнетизма горючих сланцев позднеюрского возраста Республики Коми (образцы 1,2,3,4,5,6) с различным содержанием ОВ; для сравнения использованы битуминозные аргиллиты баренцевоморского шельфа позднеюрского возраста (образец 7) и среднекаменноугольные углистые сланцы Республики Коми (образцы 9,10).



Концентрация свободных радикалов (логарифмическая шкала) в образцах до и после термической обработки при 350°C в воздушной среде представлена на рисунке. Запись спектров ЭПР производилась в автоматическом режиме на спектрометре PS100.X с рабочей частотой 9,151 Гц (аналитик канд.ф.-м.н., доцент Казанского федерального университета А. А. Галеев). Практически во всех образцах выявлено ОВ растительного ряда, дающего характерный сигнал ЭПР после отжига при 350°C и отсутствие сигналов органики после отжига 600°C. Во всех исходных образцах регистрируется ЭПР сигнал с широкой линией (5-7 Гс) и с $g=2.0030-2.0031$, интенсивность которого незначительно увеличивается после отжига при 350°C за счет резерва не разрушенных связей в части ОВ низкой степени деградации. Битумоиды горючих сланцев и битуминозных аргиллитов являются частью их исходного ОВ. Параметры спектров ЭПР, особенно ширина линии, близка к параметрам, характерным для сапропелей высокой зольности. Максимальные содержания органических радикалов зарегистрированы в малозольных углистых сланцах. Низкие концентрации ОВ отмечены в образцах 1 и 2, в которых много глинистой и ферромагнитной компоненты. В некоторых образцах наблюдается дополнительный секстет линий Mn^{2+} , принадлежащий кальциту с большой концентрацией в нем парамагнитных центров Mn и Fe.

АБСОРБЦИОННАЯ И ФЛУОРЕСЦЕНТНАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ

Лаврик Н.Л.

*Институт химической кинетики и горения им. В.В. Воеводского СО РАН,
Россия, г. Новосибирск, e-mail: lavrik@kinetics.nsc.ru*

The report deals with the application of absorption and fluorescence spectroscopy to obtain information on the structure and intermolecular interaction of various types of humic acids HA. Specific results of original methodological approaches are presented in both methods for obtaining such information. The coincidence of the conclusions, obtained from absorption and fluorescence spectra, about the sites of HA that are most actively involved in the interaction of HA during their self-association is demonstrated.

Гуминовые вещества ГВ (гуминовые кислоты ГК и фульво кислоты ФК) являются очень важными компонентами окружающей среды. Они содержатся в почве (в частности входят в состав углей), воде (в растворённом виде) и воздухе (в форме аэрозолей). ГВ по происхождению являются органическим материалом, который синтезируется при окислении сложных природных органических молекул (белки, лигнины и т.д.). Гуминовые вещества являются амфифильными соединениями и содержат различные функциональные группы (азогруппы, амины, имины, пептидные, спиртовые, фенольные, альдегидные, кетонные, карбоксильные, метоксильные и др.). Фундаментальным свойством ГВ является отсутствие определённого молекулярного веса (наличие полидисперсности).

Интерес к изучению свойств ГВ не ослабевает уже в течение последних 40 лет и в настоящее время имеется достаточное количество работ, в которых различными физико-химическими методами (включая молекулярно спектроскопические) были охарактеризованы различные типы ГК, получены константы комплексообразования ГК с различными молекулами и ионами и сделаны попытки оценить константы самоассоциации ГК. Так в методе абсорбции для характеристики ГК используют дескриптор E_4/E_6 (отношение величин оптических плотностей на длинах волн 450 нм и 650 нм), а с помощью метода флуоресценции дискриминируются различные по весу фракции ГК, хотя отличительным свойством макромолекул ГК является близость их спектров флуоресценции, не смотря на то, что они были выделены из различных почв. Также следует отметить, что абрис спектров поглощения любых образцов ГК всегда одинаков – монотонное уменьшение величины оптической плотности с увеличением длины волны.

В настоящем сообщении на примере стандартного образца ГК фирмы "Aldrich" мы показываем, как с помощью метода абсорбции можно определить константы самоассоциации ГК и определить спектрально «активные центры» процесса их самоассоциации в водном растворе. Для этого предлагается подход, который основывается на отклонении зависимости величины оптической плотности от линейной. Возможности метода флуоресценции для изучения структурных и комплексообразующих свойств макромолекул ГК мы показываем на примере разных образцов ГК (стандартные "Aldrich", "IHSS" и выделенные из Курского чернозёма, Васюганских болот, Кузбасского угля). Сравнение результатов по изучению концентрационной зависимости спектров поглощения и флуоресценции ГК позволило сделать общее заключение о том, что при ассоциации макромолекул ГК имеет место образование структур типа стекингов.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОМ МУРР ПРОЦЕССОВ СПЕКАНИЯ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ЧАСТИЦ В БУРОМ УГЛЕ ПРИ ЕГО ТЕРМООБРАБОТКЕ

Ларичев Ю.В.^{1,2}

¹Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН, Россия, г. Новосибирск

²Новосибирский государственный университет, Россия, г. Новосибирск,
e-mail: ylarichev@gmail.com

It has been proposed technique for analysis particle size distributions of mineral matter in coals. This technique based on the small angle X-ray scattering with using special masking liquid for masking parasitic scattering signal from carbon matrix. It has been studied sintering processes of mineral matter in coal at high temperature treatment with and without alkali addition.

Термообработка ископаемых углей позволяет получать большое количество пористых углеродных материалов из доступного сырья [1]. Достаточно эффективным приемом, улучшающим пористость является предварительное введение в уголь щелочи, которая при высокотемпературной обработке способствует формированию пористой структуры материала [2-4]. Тем не менее, в большинстве работ уделяется достаточно слабое внимание на возможное влияние минеральных частиц, изначально содержащихся в углях, на процессы формирования пористой структуры, хотя их содержание может составлять 10-20% и более. При прокатке оксидные частицы спекаются и формируют минеральный темплат в углеродной матрице, удаление которого также приводит к развитию доступной поверхности углеродного материала. Присутствие щелочи может ускорить спекание за счет образования более легкоплавких силикатов. Основные трудности изучения дисперсного состава минеральных частиц в угле обусловлены их рентгеноаморфностью и сложным составом, поэтому информации о дисперсном составе зольного компонента в необработанных углях очень мало. В настоящей работе впервые предлагается использовать для анализа размеров частиц минеральной фазы в углях метод малоуглового рентгеновского рассеяния (МУРР) с контрастированием углеродной матрицы. Известно, что основной вклад в сигнал МУРР вносит рассеяние от углеродной матрицы, поэтому пропитка угля специальным контрастером [5] позволяет подавить паразитный сигнал рассеяния и получить селективное рассеяние от частиц минеральной фазы. Показано, что в исходном буром угле минеральные частицы обладают бимодальным распределением со средним размером частиц 14 нм. В работе исследован процесс спекания минеральных частиц при термообработке угля при различных условиях, а также исследовано влияние щелочи на процесс спекания зольных частиц в углеродной матрице.

Работа выполнена в рамках государственного задания ФГБУН ИК СО РАН (проект № 0303-2016-0002).

Литература

1. Marsh H., Heintz E.A., Rodriguez-Reinoso F. Introduction to carbon technologies. Alicante: Universidad 1997. 696 p.
2. Labus K. et al. // Fuel. 2014. 118. pp. 9–15.
3. Kucherenko V.A. et al // CARBON. 2010. 48. pp.4556 – 457.7
4. Тамаркина Ю.В. и др. // Химия твердого топлива. 2008. №4. с. 13–18.
5. Larichev Yu.V., Tuzikov F.V. // Journal of Applied Crystallography. 2013. 46(3). pp. 752-757.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ УГЛЕРОДНОГО МАТЕРИАЛА КЕМ-9 НА ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДОПИРОВАННОГО ИМ ФОТОХИМИЧЕСКИ ОТВЕРЖДЁННОГО СИЛОКСАНОВОГО КАУЧУКА СКТ В ПРИСУТСТВИИ УЛЬТРАДИСПЕРСНОГО ДИОКСИДА КРЕМНИЯ

**Лузгарев А.С.¹, Рогов А.А.¹, Лузгарев С.В.¹, Ткаченко Т.Б.¹, Шевелева Ю.А.¹,
Барнаков Ч.Н.², Мороз А.А.², Исмаилов З.Р.²**

¹*ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный университет», Россия,
г. Кемерово, e-mail: polymer@kemsu.ru*

²*Институт углеродной и химической материаловедения ФИЦ УУХ СО РАН,
Россия, г. Кемерово*

The studies show that doping of polydimethylsiloxane rubber SKT by 0,5% of carbon material KEM-9 reduces volume resistivity of photochemically cured polymer more than 2 orders of magnitude, and 5% of KEM-9 reduces by 500 million times. The joint doping of KEM-9 with ultradisperse silica reduces resistance of the polymer by almost 2 orders of magnitude.

Для создания электропроводящих композитных полимерных материалов большой интерес представляют полидиметилсилоксановые полимеры и каучуки, которые являются конструкционными материалами, обладающими высокой стойкостью к различного рода физическим и химическим воздействиям [1, 2].

Целью данной работы являлось изучение влияния углеродных материалов на электрические характеристики допированных ими фотохимически отвержденных полидиметилсилоксановых полимеров.

Исследования были проведены на тонкослойных образцах высокомолекулярного полидиметилсилоксанового каучука СКТ. В качестве электропроводящего наполнителя был использован углеродный материал КЕМ-9, имеющий, предположительно, графеноподобное строение. Его фотохимическое отверждение проводилось действием ультрафиолетового света в присутствии 2-метилантрахинона как фотоинициатора [3].

Исходный каучук СКТ является прекрасным электроизолятором. Исследованиями показано, что введение всего 0,5% КЕМ-9 уменьшает его объемное сопротивление более, чем на 2 порядка, а 5% КЕМ-9 - в 500 млн раз. Это говорит об устойчивом контакте частиц КЕМ-9 друг с другом с образованием токопроводящих цепочек.

Совместное допирование СКТ КЕМ-9 и ультрадисперсным диоксидом кремния позволяет уменьшить сопротивление полимера еще почти на 2 порядка, что, предположительно, вызвано агрегацией КЕМ-9 на поверхности частиц диоксида кремния, что улучшает контакт между частицами углеродного материала.

Литература

1. Шетц, М. Силиконовый каучук. / М. Шетц, – Л: «Химия», 1975. - 192 с.
2. Niu, X. Z. Characterizing and Patterning of PDMS-Based Conducting Composites / X.Z. Niu, S.L. Peng, L.Y. Liu, W.J. Wen, P. Sheng // *Advanced Materials*. 2007. Vol. 19 (18). P. 2682–2686.
3. Лузгарев С.В. Влияние углеродных наноматериалов на термостойкость допированных ими фотохимически отвержденных полидиметилсилоксановых полимеров / С.В. Лузгарев, М.В.

Шерина, А.С. Лузгарев, Т.Б. Ткаченко, А.А. Мороз, Ю.А. Шевелева, Ч.Н. Барнаков, А.В. Самаров
// Химия в интересах устойчивого развития. – 2015. - Т. 23. - №2. – С. 147-150.

ПРИМЕНЕНИЕ УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ КАМЕННЫХ УГЛЕЙ ПРИ ЗАХОРОНЕНИИ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ

Монгуш Г.Р., Чульдун К.К.

*Тувинский институт комплексного освоения природных ресурсов СО РАН,
Россия, г. Кызыл, e-mail: Mongush983@mail.ru*

В работе представлены результаты исследования радиационно-защитных и сорбционных характеристик углеродного материала из каменных углей, который может быть использован при захоронении радиоактивных отходов.

В России существует несколько пунктов временного и долгосрочного хранения радиоактивных отходов (РАО). К 2021 году было решено построить еще один пункт захоронения радиоактивных отходов в Озерске Челябинской области, который предусматривает несколько пунктов защиты.

Отходы в специальных сертифицированных бочках поместят в контейнеры, которые внутри заполнены инертным веществом, осаждающим на себе радионуклиды. Все это будет находиться в железобетонном углубленном хранилище. Фон на поверхности хранилища будет равняться природным показателям [1].

Были проведены эксперименты, в целях исследования эффективности применения углеродных материалов из каменных углей Каа-Хемского месторождения для удержания в контейнерах ионизирующие излучения РАО.

В качестве радиоактивного источника был использован минерал малакон (циркон) (с крупностью менее 10 мм), с включениями редкоземельных, ториевых и урановых минералов [2], ионизирующее излучение которого составило до 28 мкРЗв\ч.

В стальном реакторе закрытого типа, смешивали уголь с минералом и в муфельном печи нагревали до 800°C. Снимали показания ионизирующих излучений (в данном эксперименте это β , γ излучения).

Результаты показали, что уголь (крупностью менее 10 мм) снижает уровень излучения до 6-4 мкРЗв\ч, а пористый полукокс (сорбционная емкость по Sr^{+2} 65 мг/л [3]) до 0,6-0,3 мкРЗв\ч при фоновом показателе окружающей среды 0,15 мкРЗв\ч.

В ходе изучения радиационно-защитных и сорбционных характеристик полученного углеродного материала, рекомендуются использовать его при захоронении радиоактивных отходов (РАО), в качестве консервирующей матрицы и сорбционного барьера.

Литература

1. В Озерске построят пункт захоронения радиоактивных отходов. //Озерск онлайн. Дата обновления 16 ноября 2017 12:27 URL: <http://www.ozersk74.ru/news/it/371458.php> (дата обращения: 27.04.2018).
2. Хертек А.К. Минералогические особенности малакона (циркона) из щелочных гранитов Арсыканского (Y,REE) редкометального месторождения, восточная Тува. /Материалы Шестой Российской молодежной научно-практической Школы с международным участием «Новое в познании процессов рудообразования», 28 ноября – 02 декабря 2016 г., М.: ИГЕМ РАН, 2016. – Электрон.дан.(1 файл: 35 мб). С411, с 369-372

НОВАЯ УГЛЕ-ПЕКОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ АКТИВНЫХ УГЛЕЙ НА ОСНОВЕ КАМЕННОУГОЛЬНОГО СЫРЬЯ КУЗБАССА

Мухин В.М.

*АО «ЭНПО «Неорганика», Россия, г. Электросталь,
e-mail: victormukhin@yandex.ru*

The paper shows the importance of active carbons in solving various problems in the most important spheres of the Russian economy and environmental protection. Two of the most promising technologies for their production based on coal raw materials of Kuzbass are considered.

В настоящее время применение адсорбционных технологий на основе АУ интенсивно развивается во всем мире, что в значительной степени обусловлено тремя обстоятельствами: во-первых, они обеспечивают получение в целом ряде производств продукции высокой степени чистоты; во-вторых, способствуют внедрению технологий повышенной интенсивности; в-третьих, что особенно важно, позволяют создавать новые продукты и новые сферы их применения. С их помощью решается широкий спектр вопросов в газодобыче и газопереработке, новой энергетике (суперконденсаторы), золотодобыче и переработке руд цветных металлов, медицине и здравоохранении, обороне страны и освоении космоса, одним словом, во всей экономике России [1,2].

Общий объем производства АУ в мире составляет сегодня 1 млн. 250 тыс. тонн в год и характеризуется устойчивым ростом 5 % годовых. Максимальная производительность по активным углям 4-х основных предприятий СССР достигала 40 тыс. т в год (1989 г.). В настоящее время в РФ производится только 3,0 тыс. т в год на единственном оставшемся заводе. Около 30 тыс. т в год закупается импортных АУ (США, Голландия, Франция, Китай и др.).

Перспектива выпуска нового поколения активных углей на основе каменноугольного сырья Кузбасса может быть обеспечена с использованием технологии УПК (Угольно-пековая композиция), заключающейся в получении дроблёных углей методом брикетирования с использованием в качестве связующего пеков по технологии аналогичной американской «Calgon Carbon Corp.» с выпуском АУ типа «Фильтросорб» и BPL на основе отечественного сырья. Суть технологии УПК состоит в том, что в качестве связующего используется не каменноугольная смола, имеющая низкий выход кокса, а каменноугольный пек, что обеспечивает получаемым гранулам активного угля высокую прочность – более 90% по ГОСТ 16188-70, а прочность является главным показателем качества АУ в современных адсорбционных технологиях.

Проведенные исследования активных углей, полученных на основе угле-пексовых композиций, показали, что они обладают механической прочностью 90-94 % при развитии объема микропор 0,30-0,45 см³/г при содержании золы не более 10 % и не уступают по своему качеству углю F-400 (США) и существенно превосходят основной отечественный промышленный уголь АГ-3, изготавливаемый на основе угольно-смоляной композиции.

Литература

1. Мухин В.М., Тарасов А.В., Клушин В.Н. Активные угли России. Под общ. Ред. А.В. Тарасова.-

М.: Металлургия, 2000. – 352 с.

2. Кельцев Н.В. Основы адсорбционной техники. – М.: Химия, 1976. – 511.

ПОЛУЧЕНИЕ АКТИВИРОВАННОГО УГЛЯ ПРИ ЧАСТИЧНОЙ ПАРОВОЙ КОНВЕРСИИ В СЛОЕ

Никитин А.Д., Рыжков А.Ф., Лаптев В.А., Скурихин В.М.

ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет

имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», Россия, г. Екатеринбург,

e-mail: nikitin.a.d@yandex.ru

The dependence of the fractional composition, porous structure and sorption properties of activated carbon on the parameters of steam conversion in a dense layer is studied. Correlation of conversion degree to activated coal types is determined.

В связи с ухудшением экологической обстановки актуальным направлением является разработка и улучшение технологий очистки промышленных выбросов. Эффективным сорбентом является активированный уголь (АУ). Основным способом промышленного производства АУ является обработка подготовленного углеродосодержащего сырья паром при температуре 800–1000°C во вращающихся барабанных печах [1]. В ходе подготовки мелкие фракции гранулируют, затем сырье карбонизируют и отсеивают с выделением фракций, требуемых для получения конкретных марок АУ. В качестве альтернативного варианта возможна более простая, но менее производительная частичная конверсия рядового угля в плотном слое с получением синтез-газа для поддержания процесса и АУ при последующем отсеивании коксового остатка. Предлагаются перспективные технологии получения АУ в топках котлов тепловых электростанций, заключающиеся в частичной паровой конверсии слоя угля за счет теплоты факела от сжигания основного топлива [2, 3]. Однако процесс получения АУ при активации в топке котла детально не изучен. Целью данной работы является определение зависимости сорбционных свойств конечных фракций АУ от условий активации рядового угля в плотном слое.

Проведены экспериментальные исследования частичной паровой конверсии древесного угля в лабораторном слоевом реакторе с внешним нагревом при температурах 800 и 900°C. Получены зависимости выхода различных фракций АУ от температуры и времени конверсии. Для фракции АУ 3-5 мм определена зависимость пористой структуры от условий конверсии в результате измерения площади поверхности и объема микро-, мезо- и макропор методами БЭТ и БДХ на приборе Quantachrome Nova 1200e по изотермам десорбции азота при 77 К. По методикам ГОСТ 6217-74 и 4453-74 определена сорбционная активность полученных АУ по йоду, метиленовому синему и мелассе и построена зависимость сорбционных свойств от степени конверсии. Выявлено соответствие степени конверсии конкретным маркам АУ по ГОСТ. Показано, что скорость конверсии и, соответственно, производительность при температуре 900°C в два раза выше, чем при 800°C. Получение осветляющих АУ с высокой сорбционной активностью по мелассе возможно только при 900°C.

Литература

1. Кинле Х., Бадер Э. Активные угли и их промышленное применение. Л.: Химия, 1984. 216 с.
2. A technique to control mercury from flue gas: The Thief Process / W.J. O'Dowd et al. // Fuel Processing Technology. 2006. Vol. 87. P. 1071–1084.
3. Активирование угля в топке с механической решеткой / К.В. Осинцев и др. // Пром. энергетика. 2012. № 7. С. 28–31.

ВНУТРЕННЕЕ СТРОЕНИЕ УГЛЕРОДНЫХ СОРБЕНТОВ НА ОСНОВЕ БАРЗАССКОГО УГЛЯ

Никитин А.П.¹, Козлов А.П.¹, Исмагилов З.Р.^{1,2}

¹Институт углекислоты и химического материаловедения ФИЦ УУХ СО РАН,
Россия, г. Кемерово

²Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН, Россия, г. Новосибирск,
e-mail: zinfer1@mail.ru

Barzas coal of the sapromixite type and carbon sorbents prepared from it were studied by Raman spectroscopy. Sorbents were synthesized by chemical activation with alkalis (NaOH and KOH). Using the NaOH makes it possible to obtain smaller crystallites of carbonizates, but with a smaller specific surface area. The "disorder / order" ratio for samples activated by NaOH and KOH is 1.27 and 0.92, respectively. The useful signal of coals Raman scattering is masked by a broad luminescence band with an intensity 10 times that of the sorbents Raman signals.

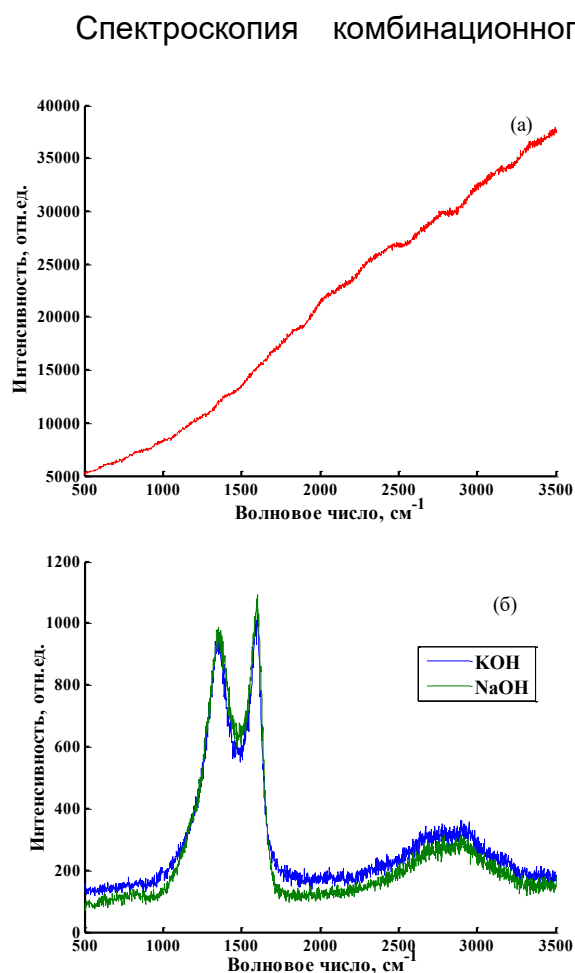


Рис. Спектры КРС Барзасского угля (а) и сорбентов на его основе (б), полученных при активации KOH и NaOH.

карбонизации и химической активации.

Спектроскопия комбинационного рассеяния света (КРС) является информативным инструментом изучения аморфных структур, таких как природные ископаемые и материалы, полученные на их основе.

В работе спектры регистрировались спектрометром Renishaw Invia Basis с длиной волны возбуждения 514.5 нм.

Спектры КРС сорбентов представляют собой две основные полосы рассеяния первого порядка: $\approx 1350 \text{ см}^{-1}$ и $\approx 1600 \text{ см}^{-1}$, которые ассоциируются с колебаниями sp^3 и sp^2 гибридованных атомов углерода, соответственно, и их обертонов, находящихся в спектральном диапазоне $2700 \text{ см}^{-1} \div 3200 \text{ см}^{-1}$ (рис.).

При возбуждении КРС у образцов естественноокисленного Барзасского угля наблюдается люминесценция с интенсивностью, более чем в 10 раз превышающей интенсивность сигналов КРС сорбентов. Это говорит о существенном изменении структуры исходного угля при

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки России в рамках соглашения RFMEFI61317X0079.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕИМУЩЕСТВА КОМПОЗИЦИОННЫХ ТОПЛИВ НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ УГЛЕ- И НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ С РАСТИТЕЛЬНЫМИ ДОБАВКАМИ

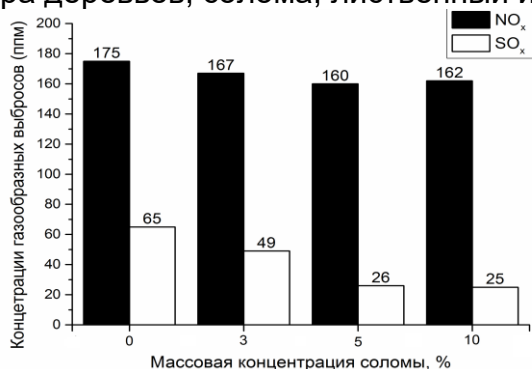
Няшина Г.С., Курганкина М.А., Вершинина К.Ю.

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
Россия, г. Томск, e-mail: gsn1@tpu.ru*

Thermal power plants and boiler units generate most of the anthropogenic emissions around the world. Using CWSP as fuel is an effective way to recover industrial wastes, in particular, used oils and coal processing wastes. Anthropogenic emissions from the combustion of waste-based CWSP are no higher than those from the conventional coal dust combustion.

В настоящее время в структуре энергопотребления посредством сжигания угля топлив производится более 39% объема мировой электроэнергии. Широкое использование ископаемого топлива привело к глобальному загрязнению окружающей среды и изменению климата, а также к проблемам экологической деградации и опасности для здоровья людей.

Для снижения экологической нагрузки сегодня проводится большое количество исследований в направлении смешения растительного и угольного топлива. Одним из перспективных направлений совместного использования растительного топлива и угля является создание на их основе, водоугольных (ВУТ) и органоугольных (ОВУТ) топлив. В качестве угольной горючей составляющей могут использоваться низкосортные угли, угольные шламы и отходы углеобогащательных фабрик. Жидкие горючие компоненты ОВУТ – отработанные промышленные масла, нефтяные шламы. В качестве растительных добавок могут использоваться наиболее типичные отходы сельскохозяйственной и деревообрабатывающей отраслей (сосновые опилки, кора деревьев, солома, лиственный и хвойный опад, отходы подсолнечника).



**Рис. Диаграмма концентраций
антропогенных выбросов при
варьировании массового содержания
соломы в суспензиях ОВУТ**

Рассмотрены следующие составы топлива: (90; 87; 85; 80) % фильтр-кека коксующегося угля, 10 % отработанного турбинного масла, (0; 3; 5; 10) % соломы при температуре окислителя в камере сгорания 800 °С. Установлено, что за счет присутствия частиц соломы в ОВУТ, существенно снижаются концентрации оксидов серы (рис.). В процессе сжигания высвобождаются соединения щелочноземельных и щелочных металлов, присутствующих в большом количестве в соломенных отходах. Данные соединения

вступают в реакции с окислами серы, образуются вещества, которые остаются в угольной золе и вносят вклад в реакции удержания серы за счет абсорбции серного газа. Значительного снижения оксидов азота не установлено.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант № 15-19-10003).

РАЗРАБОТКА Ni-КАТАЛИЗАТОРОВ УТИЛИЗАЦИИ ШАХТНОГО МЕТАНА

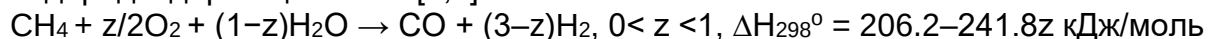
**Нефедова Д.В.¹, Матус Е.В.², Исмаилов И.З.²,
Керженцев М.А.², Исмаилов З.Р.^{1,2}**

¹*Институт углекислотной и химического материаловедения ФИЦ УУХ СО РАН,
Россия, г. Кемерово*

²*Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН, Россия, г. Новосибирск
e-mail: nefedova.darya@gmail.com*

Шахтный метан - перспективный альтернативный источник углеводородного сырья, комплексная переработка которого является эффективным решением проблемы рационального природопользования. В настоящей работе представлены данные по разработке катализаторов для конверсии шахтного метана в водородсодержащий газ методом автотермического риформинга. Проведен синтез Ni катализаторов на основе оксидных носителей ($\text{Ce}_{1-x}\text{La}_x\text{O}_y$ и $\text{Ce}_{1-x}\text{La}_x\text{O}_y/\text{Al}_2\text{O}_3$, $x = 0-1$, $1.5 \leq y \leq 2.0$), комплексом методов исследованы их физико-химические свойства и изучена активность в реакции АТР метана. Выявлен оптимальный состав катализатора, обеспечивающий выход водорода до 70%.

Создание научно-технической базы по химической переработке шахтного метана в высокоценную товарную продукцию при минимальных объемах отходов является актуальной задачей. Автотермический риформинг шахтного метана (ATR CH_4) - энергоэффективный каталитический процесс получения водородсодержащего газа [1,2]:



Цель работы - создание эффективного катализатора для конверсии шахтного метана в водородсодержащий газ методом автотермического риформинга (АТР).

Проведен синтез Ni катализаторов методом пропитки по влагеомкости носителей ($\text{Ce}_{1-x}\text{La}_x\text{O}_y$ и $\text{Ce}_{1-x}\text{La}_x\text{O}_y/\text{Al}_2\text{O}_3$, $x = 0-1$, $1.5 \leq y \leq 2.0$) водным раствором нитрата никеля. Комплексом методов (низкотемпературная адсорбция азота, рентгенофазовый анализ, просвечивающая электронная микроскопия, термический анализ) установлены закономерности формирования полученных материалов. Исследована активность катализаторов в реакции АТР CH_4 в проточном реакторе при $P = 1$ атм, $T = 300-900^\circ\text{C}$, $\text{CH}_4 : \text{H}_2\text{O} : \text{O}_2 : \text{He} = 1 : 1 : 0.75 : 2.5$ с масс-спектрометрическим анализом реакционной смеси.

Показано, что форма стабилизации, дисперсность и Red-Ox свойства активного компонента в катализаторе определяется составом носителя. Установлено, что с уменьшением мольной доли лантана в составе носителя снижается температура образования активной фазы Ni° при восстановлении катализатора и увеличивается выход водорода.

Разработан эффективный катализатор конверсии шахтного метана в водородсодержащий газ, обеспечивающий при 850°C выход водорода до 70% при 100% конверсии метана.

Литература

1. Исмаилов И.З., Матус Е.В., Кузнецов В.В., Керженцев М.А., Mota N., Navarro R.M., Fierro J.L.G., Koeckoeck A.J.J., Gerritsen G., Abbenhuis H.C.I., Захаров Ю.А., Исмаилов З.Р. // *Международный научный журнал Альтернативная энергетика и экология*. 2016. № 13-14. С. 13-30.
2. Ismagilov I.Z., Matus E.V., Kuznetsov V.V., Yashnik S.A., Kerzhentsev M.A., Gerritsen G., Abbenhuis H.C.L., Ismagilov Z.R. // *Eurasian Chemico-Technological Journal*. 2017. V. 19. № 1 P. 3-16.

СОСТАВ И СВОЙСТВА ПЕКОПОДОБНЫХ ПРОДУКТОВ ТЕРМОРАСТВОРЕНИЯ КАМЕННОГО УГЛЯ В ТЕХНИЧЕСКИХ ПАСТООБРАЗОВАТЕЛЯХ

Обухова А.В.¹, Кузнецов П.Н.¹, Бурюкин Ф.А.², Кузнецова Л.И.¹

¹*Институт химии и химической технологии СО РАН, Федеральный
исследовательский центр «Красноярский научный центр СО РАН», Россия, г.
Красноярск, e-mail: lab9team@rambler.ru*

²*ФГАОУ ВО Сибирский Федеральный Университет Институт нефти и газа,
Россия, г. Красноярск, e-mail: fburyukin@sf-kras.ru*

The influence of solvent mixtures on the properties of pitch products obtained in the process of thermal coal dissolution was investigated. The technical characteristics of pitch-like products, elemental and group composition, the characteristics of the molecular structure were defined.

Одним из перспективных направлений получения заменителя дефицитного каменноугольного пека, применяемого при производстве большинства видов современных углеродных материалов, является процесс термического растворения углей. Путем селективной деполимеризации органической массы угля за счет нарушения межмолекулярной ассоциации и термолитического разложения наиболее слабых сшивок в присутствии подходящего жидкофазного растворителя-пастообразователя можно извлекать в раствор поликонденсированные ароматические углеводороды - составляющие основу пеков, которые после соответствующей подготовки могут служить заменителем каменноугольного пека.

Полученные нами данные по терморазложению угля показали, что эффективность процесса в большой степени зависит от типа растворителя-пастообразователя [1]. Целью данной работы являлось исследование влияния смеси технических пастообразователей на показатели процесса термического растворения каменного угля марки ГЖР и состав и свойства образующихся продуктов.

В качестве пастообразователей использовали техническую каменноугольную смолу процесса коксования, антраценовую фракцию смолы коксования, тяжелый газойль каталитического крекинга нефтяного сырья и их смеси. Использовали также пастообразователи, предварительно подвергнутые каталитическому гидрооблагораживанию.

Определены основные технические характеристики пекоподобных продуктов (температура размягчения, содержание толуол- и хинолин-нерастворимых веществ), элементный и групповой состав, содержание бенз(а)пирена, характеристики молекулярного строения. Проведено сопоставление состава и свойств пекоподобных продуктов, полученных в различных пастообразователях, со свойствами типовых каменноугольных и нефтекаменноугольных пеков. Установлено, что варьируя тип пастообразователя и параметры процесса можно получать пекоподобные продукты различного назначения.

Литература

1. Kuznetsov P.N., Marakushina E.N., Kazbanova A.V., Kolesnikova S.M., Kuznetsova L.I., Buryukin F.A., Kositsyna S.S. // *Am. J of Appl. Sci.* 2016. V. 13(1). P. 7-13.

ОЦЕНКА ВЗАИМОСВЯЗИ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ И ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА УГЛЯ

Ондар С.А., Тас-оол Л.Х.

*Тувинский институт комплексного освоения природных ресурсов СО РАН,
Россия, г. Кызыл, e-mail: dulush854@yandex.ru*

Дана оценка взаимосвязи содержаний редкоземельных элементов (Sc, Y, La–Lu) с параметрами органического вещества в углях и углистых аргиллитах путем построения корреляционных зависимостей.

Редкоземельные элементы (РЗЭ) в углях, как представители элементов-примесей могут быть связаны как с неорганическим, так и с органическим веществом (ОВ) углей или ассоциироваться и с тем и другим. Для большинства РЗЭ их нахождение в минеральной части углей достаточно изучено, в то время как представления о связи элементов-примесей с ОВ углей весьма ограничены. Для выявления взаимосвязи ОВ с накоплением элементов-примесей выполнен анализ зависимостей между содержаниями РЗЭ в образцах угля и углистого аргиллита, с одной стороны, и индивидуальных нормальных алканов в хлороформенных экстрактах из образцов – с другой.

Опробование угля пласта Улуг и подстилающего углистого аргиллита проведено на разрезе «Каа-Хемский». Зольность проб определяли при $(815 \pm 10)^\circ\text{C}$ в соответствии с ГОСТ 11022-95 (ИСО 1171-97). Содержание РЗЭ определено на масс-спектрометре с индуктивно связанной плазмой (ICP-MS). Процентное содержание индивидуальных н-алканов к их сумме в битумоиде рассчитано методом нормировки по хроматограмме по общему ионному току.

Содержание РЗЭ в образцах угля и углистого аргиллита, соответственно, 0,4–67 и 0,5–50 (г/т) их зольность A^d – 9,4 и 73,2 %. Содержание н-алканов, представленных гомологическим рядом C_{15} – C_{35} с максимумом на C_{23} , меняется от 0,43 до 14,96 %.

Выявленные значимые отрицательные корреляционные зависимости содержаний Sc, Y, La–Ho от зольности могут указывать на преимущественное сродство этих элементов с ОВ образцов. Так, содержания Sc, Y, La–Ho обнаруживают сильную положительную корреляцию с содержаниями н-алканов состава C_{16} , C_{17} , C_{19} и C_{28} – C_{35} при отрицательной корреляции с н-алканами C_{22} – C_{25} . Источником н-алканов от C_{14} до C_{20} в большинстве случаев является планктон и бентосные водоросли, а н-алканы C_{23} – C_{35} связаны с высшей наземной растительностью (Тиссо, Вельте, 1981). Следовательно, не исключено, что эти организмы могли быть носителями РЗЭ и вносили вклад в накопление РЗЭ и/или продукты их преобразования служили субстратом для концентрирования РЗЭ во время торфонакопления, диагенеза–катагенеза. Наблюдаемая сильная отрицательная корреляционная зависимость содержаний РЗЭ от коэффициента нечетности алканов, выражающего степень зрелости ОВ, отражает известную закономерность уменьшения концентрации РЗЭ с ростом степени метаморфизма углей.

Работа выполнена при частичной поддержке гранта Председателя Правительства Республики Тыва для поддержки молодых ученых РТ.

Литература

1. Тиссо, Б. Образование и распространение нефти/Б. Тиссо, Д. Вельте. - М.: Мир, 1981.–499 с.

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОЧВ И ОЦЕНКА РИСКА (НА ПРИМЕРЕ ТЕРРИТОРИЙ УГЛЕДОБЫЧИ И УГЛЕПЕРЕРАБОТКИ)

Осипова Н.А., Филимоненко Е.А., Язиков Е.Г.

*НИ Томский политехнический университет, Россия, г. Томск,
e-mail: osipova@tpu.ru*

The elemental composition of soils in Megdurechensk city is studied. The value of calculated total pollution index (13-201 units, average 64) indicates a high degree of soil contamination. The geochemical specialization of soils is recovered in the formation of positive geochemical anomalies with average concentration coefficients of up to 26.1-1.9 units by the content of Zn, Pb, Cd, Hg, Cu, Mn, Ti, Sb, As, Ge, Hf, Yb, U. In sequence of the increase of the damage index from inhalation intake the studied elements form the list: Mn (0,85) > Al (0,35) > Cu (0,15) > V(0,08) > Cr, As (0,05).

Определено содержание 73 элементов в 10 пробах и 29 элементов в 30 пробах почв, отобранных на территории г. Междуреченск, методами масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (ИСП МС) и инструментального нейтронно-активационного анализа (ИНАА), соответственно. Геохимическая специализация почв проявляется в формировании положительных геохимических аномалий со средними коэффициентами концентрации до 26,1–1,9 единиц по содержанию Zn, Pb, Cd, Hg, Cu, Mn, Ti, Sb, As, Ge, Hf, Yb, U. Рассчитан суммарный показатель загрязнения (СПЗ), характеризующий эффект воздействия группы элементов (13 - 201 единиц, при среднем значении 64), что соответствует высокой степени загрязнения территории и опасному уровню заболеваемости, по градации [1]

Экологические риски здоровью населения от воздействия загрязненных почв оценены в соответствии с международными и российскими стандартами [2] с учетом перорального, ингаляционного и кожного путей поступления и использованием стандартных факторов экспозиции. Учтены 2 способа оценки ингаляционного поступления веществ из почвы - непосредственного проникновения почвенных загрязнений в зону дыхания человека, и с использованием моделей переноса загрязнителей из почвы в воздух [3]. Во втором случае элементами, формирующими суммарный коэффициент опасности более 1 при ингаляционном поступлении, как доминирующем, являются Mn (0,85) > Al (0,35) > Cu (0,15) > V(0,08) > Cr, As (0,05). Рассчитаны ориентировочно приемлемые содержания этих элементов в почвах, формирующие неопасные уровни риска.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ (№ 16-45-700184p_a). Исследования выполнены в Национальном исследовательском Томском политехническом университете в рамках программы повышения конкурентоспособности ТПУ среди ведущих мировых исследовательских центров.

Литература

1. Саит Ю.Е. Геохимия окружающей среды. / Ю.Е. Саит, Б.А. Ревич, Е.П. Янин. М.: Недра. 1990. – 335 с
2. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду / Ю.А. Рахманин, С.М. Новиков, Т.А. Шашина, С. Иванов – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России. – 2004. – 143 с.
3. Окружающая среда и здоровье: подходы к оценке риска/под ред. А.П. Щербо. -СПб.: Изд-во СПбМАПО, 2002. 376 с

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ РИСКИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ ОБЪЕКТАМИ ТОПЛИВНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

Осипова Н.А., Таловская А.В., Филимоненко Е.А., Язиков Е.Г.

*НИ Томский политехнический университет, Россия, г. Томск,
e-mail: osipova@tpu.ru*

A high level of accumulation in the solid residue of snow, Zn, Ba, W, Ni, V, Cu, Co relative to the background site is estimated in the vicinity of thermal power station (TPS). The greatest specific contribution to the integral level, non-cancer risks from chronic inhalation exposure of metals in the vicinity of the TPS make Cu, Al, Mn, Ba and Zn. For all elements with carcinogenic properties, with the exception of Cr (VI), the values of the individual cancer risk is below 10^{-6} , which corresponds to a negligibly small level of risk. The risk level from inhalation exposure to chemical elements in the zones of influence of TPS, and values for individual carcinogenic risk are acceptable

Рассчитаны экологические риски от ингаляционного воздействия твердых частиц, содержащихся в выбросах ТЭЦ и депонированных в снежном покрове, на здоровье человека. На территории, подверженной влиянию теплоэлектростанции, установлен высокий уровень накопления в твердом осадке снега Zn, Ba, W, Ni, V, Cu, Co относительно фоновой территории, что отражает специфику влияния выбросов рассматриваемой теплоэлектростанции на атмосферный воздух. Элементы, вносящие наибольший удельный вклад в интегральный уровень неканцерогенных рисков от хронического ингаляционного поступления в организм металлов - Cu, Al, Mn, Ba и Zn. Для всех элементов, обладающих канцерогенными свойствами, за исключением Cr (VI), значения индивидуального канцерогенного риска ниже 10^{-6} , что соответствует пренебрежимо малому уровню риска. Индивидуальный канцерогенный риск, вызванный вдыханием Cr (VI), имеет значения в интервале от $7,65 \times 10^{-7}$ до $4,6 \times 10^{-5}$ и значения, соответствующие верхней границе, расцениваются согласно общепринятой методологии как предельно допустимый риск. Уровни рисков от ингаляционного воздействия химических элементов в зонах воздействия Томской ГРЭС-2, а также значения индивидуального канцерогенного риска являются приемлемыми. Комплексирование исследований в области геохимической оценки территорий, токсичности и химического риска дало возможность получить результирующий продукт в виде алгоритма оценки риска здоровью населения при воздействии химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух и аккумулированных в снежном покрове

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ (№ 16-45-700184p_a). Исследования выполнены в Национальном исследовательском Томском политехническом университете в рамках программы повышения конкурентоспособности ТПУ среди ведущих мировых исследовательских центров.

Литература

1. Ревич Б.А. К оценке влияния деятельности ТЭК на качество окружающей среды и здоровье населения // Проблемы прогнозирования. – 2010. – №4. – С. 87–99.
2. Майорова О.А.. Геохимический подход к оценке экологического риска : Дис. ... канд. геол.-минерал. наук : 25.00.36 Москва, 2002 – 110 с.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЛУКОКСА,
ПОЛУЧЕННОГО ИЗ ДЛИННОПЛАМЕННЫХ УГЛЕЙ КУЗБАССА,
ДЛЯ ЕГО ПРИМЕНЕНИЯ В ФЕРРОСПЛАВНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ**
**Осокина А.А.¹, Журавлева Н. В.¹, Потокина Р. Р.¹, Лазаревский П. П.²,
Романенко Ю. Е.², Ципле О. Л.².**

¹ АО «Западно-Сибирский испытательный центр», Россия, г. Новокузнецк,
e-mail: main@zsic.ru

² ООО «Регионстрой», Россия, г. Новокузнецк,
e-mail: lazarevskiy_pp@sgmk-group.ru

The physical and chemical properties of long-coal coals of Kuzbass and semi-coke, from these coals, have been studied. The possibility of their use for the production of semi-coke used in ferroalloy production is shown.

Кузнецкий угольный бассейн – крупнейший угольный бассейн России, общие геологические запасы которого оцениваются более чем в 700 млрд. т, что составляет около 70% всех угольных запасов страны. Особое место в Кузнецком угольном бассейне занимают длиннопламенные угли. Их малая зольность, чистота по сере и фосфору, возможность добычи открытым способом, мощность пластов, близость бассейна к промышленным предприятиям послужили причиной изыскания экономически выгодных способов переработки углей в твердые углеродистые восстановители, в частности в полукоксы, поскольку на территории Кузбасса располагаются такие металлургические предприятия как АО «РУСАЛ Новокузнецк», ООО «ЗСЭМЗ» и ОА «Кузнецкие ферросплавы».

Целью работы является исследование физико-химических свойств полукокса, полученного из длиннопламенных углей Кузбасса для его применения в ферросплавном производстве.

Для исследований были взяты следующие образцы углей марки «Д»: №1 – уголь с ООО «Разрез «Талдинский-Западный», №2 – уголь с ООО «Разрез им. В.И. Черемнова», №3 – уголь с АО «Разрез «Инской».

Были выполнены технический и элементный анализ исходных проб углей и полученных из них полукокс. По стандартным методикам были определены следующие показатели: зольность, влага общая, выход летучих веществ, содержание углерода, водорода, азота, кислорода, серы общей и фосфора.

Исследования твердых продуктов пиролиза исходных образцов углей показали, что самое низкое содержание золы и серы на всех этапах термического разложения было отмечено в углеродистом остатке угольного образца №3, механическая прочность на всех этапах была примерно одинаковой у всех углеродистых остатков, наибольшая реакционная способность (83,4%) и величина удельного электрического сопротивления (4,404 МОм·м) были отмечены у углеродистого остатка угольного образца №3 при температуре разложения 900 °С.

Для промышленного использования полученного полукокса был выбран угольный образец №3 – уголь с АО «Разрез «Инской». Полукоксы, полученные из данного угля, больше всего удовлетворяют требованиям, предъявляемым к углеродистым восстановителям в ферросплавном производстве.

По итогам проведения опытных работ на базе ООО «ЗСЭМЗ» были получены положительные результаты плавки с использованием полученного полукокса применительно к производству ферросиликомарганца. Наибольший синергетический эффект достигнут при использовании в шихте нового полукокса вместе с углем.

КАЛОРИМЕТРИЯ СОРБЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ С УЧАСТИЕМ ПРОДУКТОВ ОКИСЛЕНИЯ ПИРИДИНОВЫХ ОСНОВАНИЙ КАМЕННОУГОЛЬНОЙ СМОЛЫ

Остапова Е.В., Альтшулер О.Г., Альтшулер Г.Н.

*Институт углекислотной и химического материаловедения ФИЦ УУХ СО РАН,
Россия, г. Кемерово, e-mail: ostapovaev@bk.ru*

The microcalorimetric measurements of the heats of OH^- and Cl^- exchange by anions of nicotinic, isonicotinic, dipicolinic and cinchomeric acids in the strongly basic anion exchanger AB-17-8 have been fulfilled at 298 K.

К наиболее ценным продуктам окисления пиридиновых оснований, содержащихся в отходах коксохимического производства, относятся пиридинкарбоновые кислоты. Например, никотиновая кислота - витамин В₃, изоникотиновая и дипиколиновая кислоты – прекурсоры ряда ангиопротекторных и противотуберкулезных препаратов соответственно. С целью получения инновационных лекарственных препаратов пролонгированного действия ранее нами [1,2] исследована кинетика сорбции пиридинкарбоновых кислот органическими сетчатыми полимерами. В данной работе выполнены микрокалориметрические измерения теплот обмена Cl^- и OH^- на анионы никотиновой, изоникотиновой, дипиколиновой и цинхомероновой кислот в сильноосновном анионите АВ-17-8. Показано, что процесс сорбции пиридинкарбоновых кислот из водных растворов OH^- -формой ионита экзотермичен. Количество тепла, выделяющегося при сорбции цвиттерионов существенно больше, чем при сорбции анионов кислот (рис.). Сорбция анионов пиридинкарбоновых кислот Cl^- -формой ионита сопровождается поглощением тепла. Стандартная энтальпия обмена Cl^- на однозарядные анионы пиридинкарбоновых кислот увеличивается от 3 до 14 кДж·моль⁻¹ в ряду: никотиновая, изоникотиновая, дипиколиновая, цинхомероновая кислота.

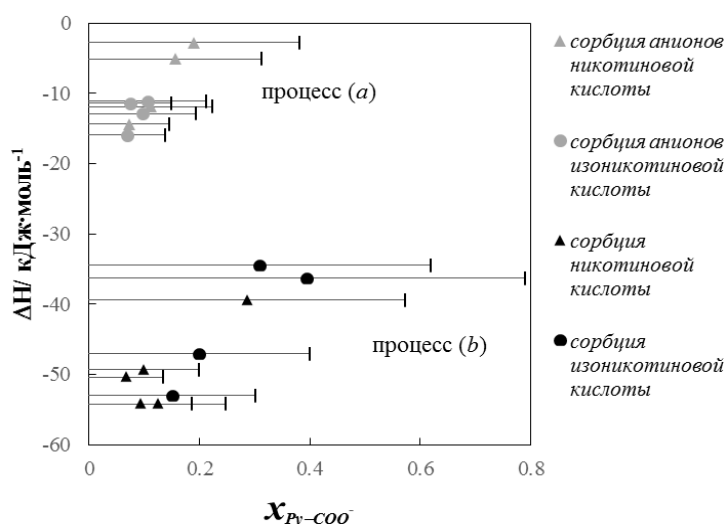


Рис. Дифференциальные теплоты процессов сорбции анионов (а) и цвиттерионов (b) пиридинкарбоновых кислот OH^- -формой анионита АВ-17-8 при 298 К.

Литература

1. Альтшулер Г. Н., Шкуренко Г. Ю., Остапова Е. В., Альтшулер О. Г. // Изв. АН. Сер. хим. 2017. № 7. С. 1177.
2. Альтшулер Г. Н., Остапова Е. В., Малышенко Н.В., Альтшулер О. Г. // Изв. АН. Сер. хим. 2017. № 10. С. 1854.

ОБРАБОТКА СТОЧНЫХ ВОД УГЛЕГУМИНОВЫМИ ПРЕПАРАТАМИ

Островский Ю.В., Заборцев Г.М.

*Новосибирский филиал АО «ГСПИ», Россия, г. Новосибирск,
e-mail: YuVOstrovskiy@aogspi.ru*

Sorption of copper, nickel, cobalt, lead, and flotation agents from real sewage of the copper-nickel ore enrichment process at the Norilsk concentrator was studied using carbon black preparations obtained by mechano-chemical activation mixture of brown coal with alkaline reagents. A technological scheme for the purification of these wastewater is proposed with reference to the conditions of the Polar region.

Углегуминовые препараты (УГП), полученные из бурых углей методом мехактивации в шаровой мельнице, могут быть использованы для очистки водных стоков от загрязняющих веществ [1,2], в частности, для обработки сточных вод Норильской обогатительной фабрики (НОФ), которые содержат компоненты флотационной сепарации медно-никелевых руд – примеси цветных металлов (медь, никель, кобальт, свинец), а также флотореагенты (бутилксаногенат калия, натрия дибутилдитиофосфат и др.)

Во время натурных испытаний использовали углегуминовые препараты с содержанием активного компонента - гумата натрия 18-20% мас., полученного взаимодействием бурого угля разреза «Сереульский» (Красноярский край) с карбонатом натрия и обладающих удовлетворительными седиментационными характеристиками.

Установлено, что УГП достаточно эффективно извлекают весь спектр цветных металлов и органических включений из сточных вод до значений, близких к требованиям на сброс в водоёмы культурно-бытового назначения.

Выявлена зависимость величины сорбции ионов меди и никеля от кислотности раствора: с понижением значений pH с 8,3 до 5,7 сорбционная емкость УГП снижается вдвое. В интервале температур 5-25 °С при прочих равных условиях сорбционная активность УГП остаётся неизменной.

Предполагаемая технология очистки оборотных (сточных) вод НОФ включает следующие стадии: коррекцию pH сточных вод, распулповку УГП, смешение со сточными водами в потоке, выдержку суспензии в пруду-отстойнике для количественной сорбции загрязняющих веществ и осаждения взвешенных частиц УГП, сброс очищенной (осветленной) сточной воды в гидрографическую сеть, периодическую очистку пруда-отстойника от осадков УГП.

Углегуминовые препараты, также, могут использоваться для снижения подвижности ионов цветных металлов в почвах с целью предотвращения их миграции и исключения контакта с подземными водами.

Литература

1. Ветрова О.В. Использование гуминовых сорбентов для предварительного концентрирования ионов металлов (Pb^{2+} , Cu^{2+} , Hg^{2+}) из водных сред / Ветрова О.В., Коновалов К.Б., Гавриленко М.А. // Химия и химическая технология. – 2014. - Т. 57. - вып. 11. - С. 27-30.
2. Островский Ю.В. Использование углегуминовых препаратов для локализации урана и ртути в жидких и твердых производственных отходах предприятий ГК «РОСАТОМ»/ Островский Ю.В., Заборцев Г.М., Цивелёв В.В., Бабушкин А.В., и др. // Химия в интересах устойчивого развития. – 2016. – Т. 24. – № 6. – С. 781–787.

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМАТИЗАЦИИ НА ОСНОВЕ КЛАССИФИКАЦИОННЫХ ПАРАМЕТРОВ ДЛЯ ЕДИНОГО УЧЁТА УГЛЕЙ

Охотников К.В.¹, Иванов В.П.²

¹ООО «Ресурс», Россия, г. Новокузнецк, e-mail: oxotnikow@mail.ru

²ФГАОУ НИ Томский политехнический университет, Россия, г. Томск,
e-mail: ivp2005@mail.ru

Application of technological systematization on the basis of classification parameters GOST 25543-2013 for creation of the system of the uniform accounting of the movement of coals in the production and economic cycle is offered: subsoil-processing – taxation for subsoil use.

При проведении геологоразведочных работ обязательным является выделение марок и технологических групп при подсчёте запасов на стадии разведки. Однако в методических рекомендациях ГКЗ и ГОСТ 25543-2013 критерии для установления технологических групп отсутствуют, что затрудняет определение направления использования углей.

Предлагаются критерии и ограничительные величины для разделения углей по технологическим свойствам на основе классификационных параметров ГОСТ 25543-2013.

Таблица 1. Критерии и ограничительные величины для разделения углей по технологическим свойствам

Класс, R_o , %	Тип, d_{af} , %	Подтип, u , мм	Технологические группы	Марочный состав запасов
08-10 11-14	30-36 20-30	18-26 10 и выше	1ГЖ, 2ГЖ, 2Ж, КЖ, 1К, 2К, 1КО, 2КО, 1ОС	Коксующиеся (ценные) коксообразующие ГЖ, Ж, КЖ, К, КО, ОС
06-07 08-09 11-13 14-19	36-40 16-28	13-17 08-09	2Г, 1ГЖО, 2ГЖО, 1Ж, 1КС, 2КС, 2ОС	Коксующиеся технологические Г, ГЖО, Ж, КС, ОС
09 и ниже 10 и выше		12 и ниже 07 и ниже	Д, ДГ, 1Г, 1ГЖО, 2ГЖО, КСН, ТС, СС, Т	Энергетические Д, ДГ, Г, КСН, ТС, СС, Т энерготехнологические (зола, сера, фосфор, азот) топливные (не удовлетворяют ТУ на энерготехнологические угли)

Такой подход обеспечивает более достоверное выделение сортов углей по типу и подтипу, учитывая класс угля, как по маркам, так внутри марки. Более чёткое разделение углей в запасах на основе их технологических свойств приближает к созданию системы единого учёта движения угольных ресурсов в виде ископаемых углей в недрах, угольного сырья в сырьевой базе недропользователя и страны в целом и их увязка в виде объектов налогообложения.

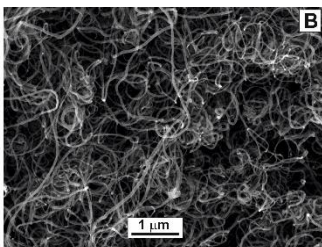
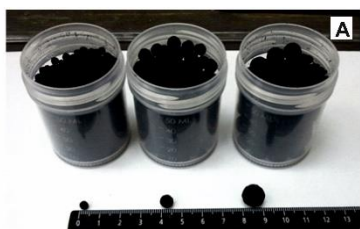
Считаем, что технологическая систематизация обеспечивает более точное установление направления использования углей, особенно каменных углей, а это залог их рационального использования.

ИССЛЕДОВАНИЕ УГЛЕРОДНОГО АЭРОГЕЛЯ ДЛЯ АДсорбЦИОННОЙ ИММОБИЛИЗАЦИИ ЛИПАЗЫ И ПРИГОТОВЛЕНИЯ БИОКАТАЛИЗАТОРОВ КОНВЕРСИИ ТРИГЛИЦЕРИДОВ И ЖИРНЫХ КИСЛОТ В ЦЕННЫЕ ПРОДУКТЫ ОРГАНИЧЕСКОГО СИНТЕЗА

Перминова Л.В., Коваленко Г.А., Беклемишев А.Б.
Институт катализа СО РАН, Россия, г. Новосибирск,
e-mail: perminova@catalysis.ru

A carbon aerogel (MCA) was produced by *in situ* synthesis of multi-walled carbon nanotubes via catalytic high-temperature decomposition of ethylene over the supported Fe:Co catalyst. The carbon aerogel was investigated as a novel support for adsorptive immobilization of an enzyme, in particular of recombinant microbial lipase, followed by preparation of the highly stable lipase-active heterogeneous biocatalysts, in particular for the low-temperature esterification of saturated fatty acids C(4÷18) with aliphatic alcohols C(3÷16) to produce valuable odors, emollients and surfactants for cosmetic and food industries.

Углеродный аэрогель был получен путем *in situ* синтеза многостенных углеродных нанотрубок (МУНТ) в процессе высокотемпературного пиролиза этилена на нанесенных Fe,Co-катализаторах. Гранулы углеродного аэрогеля диаметром от 1 до 10 мм формировались в результате хаотичного переплетения МУНТ (рисунок), обеспечивая образование жесткой 3D-структуры и



сравнительно высокую механическую прочность гранул. Плотность углеродного аэрогеля составила 0.06 г/см³, удельная поверхность – 80–100 м²/г. В пористой структуре преобладали макропоры диаметром 0.2–1 мкм.

Углеродный аэрогель был впервые изучен как адсорбент для иммобилизации рекомбинантной микробной липазы. Было показано, что аэрогель прочно адсорбирует этот фермент; на поверхности образуется плотный адсорбционный белковый монослой величиной ~100 мг/г за счет гидрофобного взаимодействия фермента с МУНТ [1]. Биокатализаторы, приготовленные путем физической адсорбции липазы на гранулах углеродного аэрогеля, были изучены в процессах конверсии триглицеридов и жирных кислот, таких как гидролиз эмульгированного трибутирина, переэтерификация растительного масла с этил ацетатом и этерификация насыщенных жирных кислот с количеством атомов углерода C(4÷18) алифатическими спиртами C(3÷16). Было установлено, что удельная активность адсорбированной липазы, а также активность и стабильность приготовленных биокатализаторов определяются типом реакций, протекающих либо в водной среде (гидролиз), либо в органических растворителях, содержащих менее 1 % воды (этерификация). Максимальная активность биокатализаторов составила в реакции гидролиза 75·10³ мкмоль·мин⁻¹·г⁻¹, в реакции этерификации – 2.5 мкмоль·мин⁻¹·г⁻¹. В реакции этерификации стабильность приготовленных биокатализаторов была максимально высокой благодаря аккумулярованию воды, образующейся как продукт этерификации, внутри углеродного аэрогеля. Так, приготовленные биокатализаторы работали без потери активности в течение более 500 ч в условиях периодического процесса низкотемпературного синтеза изоамил каприната в среде гексана и диэтилового эфира.

ВЛИЯНИЕ НАПОЛНИТЕЛЕЙ НА ПЛОТНОСТЬ СВХВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНОГО ПОЛИЭТИЛЕНА

Пилин М.О.^{1,2}, Исмагилов З. Р.^{1,2}, Теряева Т. Н.²

¹*Институт углекимиия и химического материаловедения ФИЦ УУХ СО РАН,
Россия, г. Кемерово, e-mail: pilinm@mail.ru.*

²*Кузбасский государственный технический университет
имени Т.Ф. Горбачева, Россия, г. Кемерово.*

The purpose of the scientific work is to study the technological properties of UHMWPE (Tomskneftekhim LLC) with a molecular mass of 610 000 for obtaining parts and structural elements that are subjected to shock loading and abrasion in machine building (rollers, gears, bearing bushings, guides and etc.) and a more effective and compatible filler for UHMWPE, having a molecular mass of 610 000 a.m.u. In this paper, we determine the flowability, bulk density, specific volume, true density. A more suitable filler for this material was also investigated to form a polymer composite.

Физическая модификация полимерных материалов, направленная на достижение оптимальных эксплуатационных свойств, зачастую достигается введением наполнителя, оказывающего влияние на структуру и строение полимерного композиционного материала (ПКМ) [1]. Комплексная оценка наличия взаимодействия наполнителя и полимера может быть осуществлена по плотности ПКМ.[2].

Цель данной работы – оценка влияния дисперсных наполнителей (графит, тальк, дисульфид молибдена) на плотность сверхвысокомолекулярного полиэтилена (СВМПЭ) молекулярной массы 610000 а.е.м.

Объекты исследования: ПКМ на основе СВМПЭ с углеродным и минеральными наполнителями с концентрацией 0,1;0,2;0,4;0,7;1;3;5%масс. Определение плотности образцов производилась в соответствии с ГОСТ 15139-69. Плотность определялась для отпрессованных образцов до и после термообработки (ТО) ПКМ.

Анализ изменения плотности показал, что введение исследованных наполнителей в интервале концентраций от 0,1 до 0,7% обеспечивает увеличение плотности, обусловленное структурированием материала от 820 до 950 кг/м³ без ТО и от 840 до 980 кг/м³ при ТО. Дальнейшее увеличение содержания наполнителей в ПКМ приводит к уменьшению плотности, в ряде случаев меньше плотности исходного полимера. Это связано вероятнее всего с попаданием воздуха и затруднением его удаления из ПКМ.

Таким образом, для обеспечения повышения эксплуатационных свойств СВМПЭ могут быть использованы все исследованные наполнители в области - концентраций 0,1-0,7% масс.

Литература

- 1.Берлин А.А., Пахомова Л.К.Полимерные матрицы для высокопрочных армированных композитов. – Высокомолекулярные соединения. Том (А) 32, 1990, № 7.
- 2.Полимерные композиционные материалы: структура, свойства, технология: уч. пособие / М.Л. Кербер, В.М. Виноградов, Г.С. Головкин и др.; под ред. А.А. Берлина. –СПб: Профессия, 2008. –560 с.

ОЦЕНКА РЕНТГЕНОСТРУКТУРНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ВИТРИНИТОВ УГЛЕЙ МАЛОЙ СТЕПЕНИ МЕТАМОРФИЗМА

Попова А.Н., Фёдорова Н.И.

*Институт углекислоты и химического материаловедения ФИЦ УУХ СО РАН,
Россия, г. Кемерово, e-mail: h991@yandex.ru*

Coal vitrinites of a low metamorphism degree were investigated by powder X-ray diffraction to calculate the structural parameters of coals. According to the proposed method for estimating the X-ray structural parameters, the coal structure of a low metamorphism degree is represented by a weakly structured phases, called turbostratic structure. In addition, the strong background of the coal samples XRD indicates the presence of "amorphous carbon" in the structure.

Сложность неоднородности композиционного состава углей требует комплексного подхода к изучению их молекулярной структуры. В настоящее время известно большое количество модельных представлений структуры углей, которые в сочетании с рядом различных инструментальных методов, используются для описания их молекулярноструктурного описания. Среди них огромную роль играет метод порошковой рентгеновской дифракции, используемый для характеристики рентгеноструктурных параметров [1 - 4]. На рентгенограммах (рис.) витринитов каменных углей низкой степени метаморфизма, полученных расслоением углей в смеси четыреххлористого углерода и бензола, регистрируются широко размытые дифракционные полосы, относящиеся к углеродной структуре и узкие рефлексy, относящиеся к минеральной части углей.

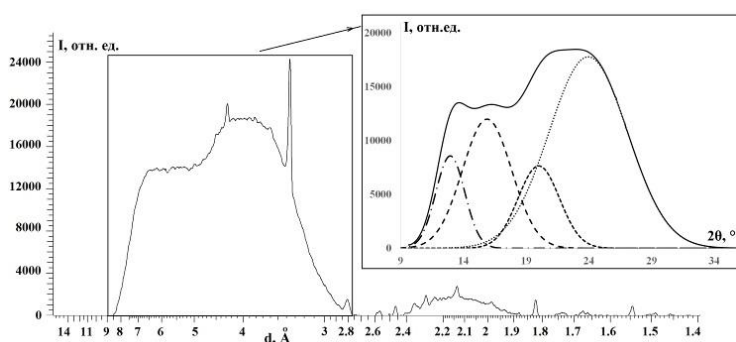


Рис. Рентгенограмма витринитов

48°, соответственно. По ширине рефлекса 002 оценивается толщина пачек слоёв, т.е. размер в направлении нормали к плоскостям углеродных слоёв, по ширине 10 – размер углеродных слоёв, т.е. размер ароматического «ядра». Рентгеноструктурный анализ показал, что в углях присутствуют фазы со слабоупорядоченной структурой.

Работа выполнена в рамках государственного задания ИУХМ ФИЦ УУХ СО РАН (проект АААА-А17-117041910151-9, руководитель Созинов С.А.).

Работа выполнена с использованием оборудования Кемеровского регионального центра коллективного пользования ФИЦ УУХ СО РАН (КемЦКП).

Литература

1. Попова А.Н. // *Кокс и химия*. 2017. № 9. С. 32-36.
2. Попова А.Н. // *Бутлеровские сообщения*. 2017. Т. 51. № 7. С. 86-90.
3. Барнаков Ч.Н., Хохлова Г.П., Малышева В.Ю., и др. // *ХТТ*. 2015. № 1. С. 28-32.
4. Хохлова Г.П., Барнаков Ч.Н., Попова А.Н. // *Кокс и химия*. 2016. № 1. С. 29-36.

РЕНТГЕНОСТРУКТУРНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ВИТРИНитОВ УГЛЕЙ ВЫСОКОЙ СТЕПЕНИ МЕТАМОРФИЗМА

Попова А.Н., Фёдорова Н.И.

*Институт углекислоты и химического материаловедения ФИЦ УУХ СО РАН,
Россия, г. Кемерово, e-mail: h991@yandex.ru*

The powder X-ray diffraction was used to investigate coal vitrinites of a high metamorphism degree, its results were used to calculate the structural parameters of coals. According to the proposed method for estimating the X-ray structural parameters, the coal structure of a high metamorphism degree is represented by a weakly structured phases, called turbostratic structure.

Метод рентгеновской дифракции [1-4] под средними углами применяется в работе для исследования основных структурных характеристик витринитов, полученных расслоением каменных углей высокой степени метаморфизма в смеси четыреххлористого углерода и бензола. Была проведена оценка периода повторяемости и размеров структурных единиц, размеры ароматического ядра, толщина пачек ареновых слоёв и межъядерное расстояние. Для оценки структуры предварительно проводится разложение

На рис. показан пример рентгенограммы витринитов каменных углей высокой степени метаморфизма. На рентгенограммах наблюдаются широкие дифракционные максимумы с индексами (002) (10 – 30 град.), отражения от полиареновых слоев, и (10) (38 – 48 град.), характерный для двумерной турбостратной структуры,

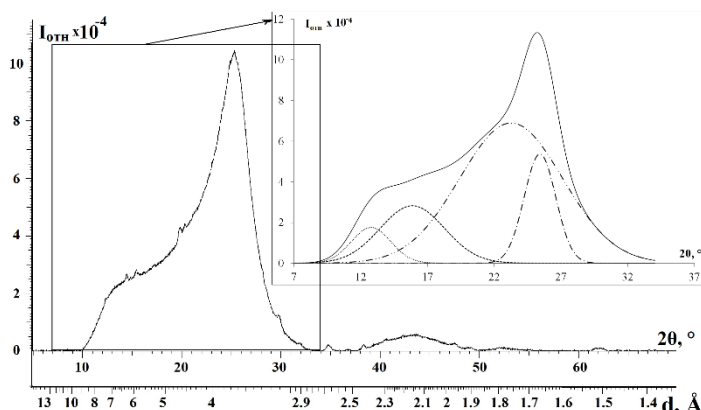


Рис. Рентгенограмма витринитов

определяющий продольный размер структурных элементов. Как видно рефлекс (002) имеет выраженную асимметрию в малоугловой области из-за g-полос, возникающих вследствие упорядоченности в периферийной части графитоподобной фазы органической массы углей. Значительное уширение

дифракционных рефлексов можно объяснить малыми размерами кристаллитов (около 30 Å). Значения рентгеноструктурных параметров проводилось по основному рефлексу (002) после выделения g-полос.

Работа выполнена в рамках государственного задания ИУХМ ФИЦ УУХ СО РАН (проект АААА-А17-117041910151-9, руководитель Созинов С.А.).

Работа выполнена с использованием оборудования Кемеровского регионального центра коллективного пользования ФИЦ УУХ СО РАН (КемЦКП).

Литература

1. Барнаков Ч.Н., Хохлова Г.П., Малышева В.Ю., и др. // ХТТ. 2015. № 1. С. 28-32.
2. Хохлова Г.П., Барнаков Ч.Н., Попова А.Н. // Кокс и химия. 2016. № 1. С. 29-36.
3. Попова А.Н. // Кокс и химия. 2017. № 9. С. 32-36.
4. Попова А.Н. // Бутлеровские сообщения. 2017. Т. 51. № 7. С. 86-90.

FAST QUALITY MONITORING OF SOLID FUELS: EMBEDDING ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Possokhov Yuri M.

*Coal-Coke R&P Corp., Russia, Ekaterinburg,
e-mail: possokhoff@gmail.com*

The new concept of AI-based system for fast quality monitoring of solid fuels, as well as the elaboration of the new spectrometry-based indexes of quality is proposed for discussion in the context of national technological breakthrough.

In economically challenging times, coal-mining and coal-processing enterprises can optimize their business by improving their management of claims concerned with quality of raw materials. For that purpose thorough monitoring of fuel quality is widely used prior to technological process.

Traditionally only few indexes of fuel quality are practically taken into account as it regulated in GOST 10742, and GOST 27379 for some rare advanced cases. The underlying methods for determination of ash, gross calorific value, total moisture and other indexes are recognized as arduous, costly, and time consuming.

The introduction of spectrometric method for determination of some genetic and technological indices in GOST 32246 provides the required speed and dramatically reduces difficulty of analysis procedure. Unfortunately the calibration indispensable for this method makes it impossible to entirely abandon the reference methods, having kept the high cost of ownership.

That is why the elaboration of the newest spectrometry-based indexes are a topical scientific task in development of fast quality monitoring of solid fuels. Modern safe spectrometric methods of molecular analysis as well as actual physico-chemical models combined with artificial intelligence (AI) are the modern toolkit for accurate recognition and identification of solid fuels varied by genesis.

We propose the new concept of AI-based system for fast quality monitoring of solid fuels, and discuss mainstream in scientific problems and the latest success.

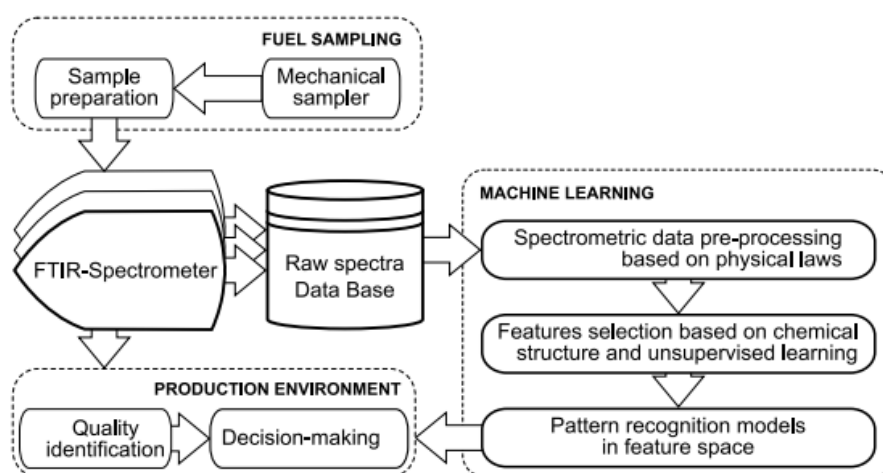


Figure: Concept of AI-based system for fast quality monitoring of solid fuels

Embedding AI in the established technological processes is highly relevant in context of technological breakthrough announced as a strategic path in national policy.

ПОЛУЧЕНИЕ ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ ИЗ ОТХОДОВ БУРЫХ УГЛЕЙ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ ОТ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

Портнова А.В., Фарберова Е.А., Семкова А.В., Копп Д.Д.

ФГБОУВО "Пермский национальный исследовательский политехнический
университет", Россия, г. Пермь, e-mail: annysky2002@mail.ru

В данной работе исследованы сорбционные свойства гуминовых кислот, полученных из образца бурого угля Канско-Ачинского бассейна, по отношению к ионам цинка и меди(II). Изучение процесса сорбции гуминовыми кислотами проводилось из водных растворов солей меди(II) и цинка с содержанием ионов металлов от 1 до 100 мг/дм³.

Гуминовые кислоты (ГК) – это группа темноокрашенных гумусовых кислот сложной физико-химической структуры. ГК являются основной органической составляющей почвы, воды, а также твердых горючих ископаемых, включая сапропель, торф и бурые угли. Бурый уголь в последнее время широко исследуется как сырье для получения гуминовых веществ, так как содержание последних в некоторых видах углей достигает 86% [1].

Важным свойством ГК является способность связывать токсичные вещества в малоподвижные или трудно диссоциирующие соединения, что определяет возможность их применения как экологически безопасных сорбентов для извлечения тяжелых металлов из загрязненных водных сред и почвы [2].

Настоящая работа посвящена исследованию сорбционных свойств ГК, полученных методом щелочной экстракции с последующим кислотным осаждением ГК из образца бурого угля Канско-Ачинского бассейна [3].

Изучение сорбционных свойств ГК проводилось на водных растворах, содержащих ионы меди(II) и цинка в диапазоне концентраций от 1 до 100 мг/дм³. Результаты приведены в таблице.

Исходная концентрация ионов металла, мг/дм ³	1	5	10	25	50	100
Сорбционная ёмкость по ионам Cu ²⁺ , мг/г	1,00	4,67	7,36	11,46	14,78	21,06
Степень извлечения ионов Cu ²⁺ , %	100,0	93,2	73,1	45,4	29,3	20,9
Сорбционная ёмкость по ионам Zn ²⁺ , мг/г	0,38	2,73	4,91	10,19	24,72	39,86
Степень извлечения ионов Zn ²⁺ , %	38,2	54,7	49,1	40,8	49,4	39,9

В результате проведенных экспериментов показано, что степень извлечения ионов цинка из водных растворов с применением ГК изменяется в интервале 38,2-54,7%, а при сорбции ионов меди (II) наблюдается зависимость степени извлечения от их содержания в очищаемом растворе.

Литература

1. Грачева Ю.Ю., Лебедев К.С., Платонов В.В. Сорбционная способность гуминовых веществ, выделенных из бурого угля разреза «Львовский» подмосковного бассейна // Известия ТулГУ. Естественные науки. - 2014. - № 2. - С. 229-235.
2. Портнова А.В., Вольхин В.В. Имобилизация ионов меди (II) гуминовой кислотой, переведенной в малорастворимое состояние // Вестник Нижегородского университета им. Н. И. Лобачевского. - 2008. - № 4. - С. 71-75.
3. Портнова А.В., Фарберова Е.А., Копп Д.Д., Семкова А.В. Отработка параметров процесса извлечения гуминовых кислот и гуматов из отходов бурых углей // Углекислотная химия и экология Кузбасса: Международный Российско-Казахстанский Симпозиум: сб. тез. докл. 16-18 октября 2017 г. Кемерово / ИУХМ ФИЦ УУХ СО РАН. – Кемерово: ФИЦ УУХ СО РАН, 2017. - С. 87.

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ САПРОПЕЛИТОВ С ПОЛУЧЕНИЕМ ЖИРНЫХ КИСЛОТ

Рокосова В.Ю., Горюнова П.В., Рокосов Ю.В., Рокосова Н.Н.

*Институт углекислоты и химического материаловедения ФИЦ УУХ СО РАН,
Россия, г. Кемерово, e-mail: chemgeo@rambler.ru*

Предложены исходные данные на проектирование цеха термогидролитической переработки сапропелитовых углей с получением жирных кислот.

Исходные данные разработаны на проектирование опытного цеха по отработке технологии получения жирных кислот (ЖК) из сапропелитовых углей. Объем переработки угля – 1т/год, объем получения ЖК – 200 кг/год. Смеси ЖК являются исходным сырьем для получения большого ассортимента ПАВ, характеризующихся высокой биоразлагаемостью.

При разработке исходных данных использованы ранее опубликованные результаты научно-исследовательских работ.

Технология получения ЖК и сопутствующих углеводородных продуктов включает измельчение угля, перемешивание его с пастообразователем, обработку пасты в автоклаве, разделение продуктов автоклавирования и выделение ЖК. Приведена блок-схема. Выделение ЖК осуществляется в периодическом режиме. Автоклавирование углей осуществляется непрерывно. Представлена технологическая схема.

Размолотый уголь рассеивается на виброситах и транспортируется на участок пастоподготовки. С участка подготовки растворов на участок пастоподготовки подается 5%-ный раствор щелочи в реактор пастоподготовки и загружается уголь. В результате перемешивания готовится угольная паста. Двухсекционный плунжерный насос перекачивает пасту в автоклав (объем 5-15 л) и обеспечивает давление в автоклаве до 500 атм. В автоклаве паста по мере продвижения нагревается до 500°C и происходит взаимодействие угля со щелочью, приводящее к образованию ЖК и сопутствующих углеводородных продуктов. Нагрев автоклава обеспечивается электропечью мощностью 30-50 квт/час, охлаждение автоклава обеспечивается сжатым воздухом.

Продукты автоклавирования вытесняются в холодильник и поступают в газоотделитель. После удаления газов продукты под избыточным давлением (2-3 атм.) поступают на фильтрование. Растворимые и жидкие продукты обрабатываются органическим растворителем в реакторе. Органический слой насосом откачивается на участок регенерации растворителя. Концентрированный раствор нейтральных продуктов направляется в химлабораторию. Водный слой обрабатывается кислотным раствором и после нейтрализации экстрагируется органическим растворителем. Раствор ЖК в органическом растворителе перекачивается на участок регенерации.

В год должно расходоваться 1000 кг угля, 500 кг щелочи (KOH), 500 кг кислоты (H₂SO₄). Промстоки будут содержать разбавленные растворы (менее 0,001%) солей. Общее их количество – 1000 м³/год. Содержание органических компонентов (бензол или хлороформ) менее 0,0001%. Твердые продукты (100 кг/год) планируется сжигать. Цех планируется для работы с оборудованием под высоким давлением.

СОСТАВ ЖИДКИХ ЛЕГКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ ПОЛУКОКСОВАНИЯ КОКСОВОГО УГЛЯ

Романова Т. А., Гаврилюк О. М., Исмагилов З. Р.

*Институт углекислоты и химического материаловедения ФИЦ УУХ СО РАН,
Россия, г. Кемерово, e-mail: t.weltdubroma@gmail.ru*

This article is devoted to the investigation of liquid light products of coal semi-coking by a chromatograph/mass spectrometer analysis.

В настоящее время актуальна проблема эффективного и рационального использования природных ресурсов. Полукоксование угля является одним из ключевых способов переработки угля с получением ценных продуктов и сырья для химического синтеза (бензол, толуол, ксилол, этилбензол, нафталин). При этом продукты получают низкого качества, а из жидких фракций пиролиза сложно выделить отдельные компоненты с высокой степенью чистоты.

В данной работе изучен состав жидких легких углеводородов, полученных в процессе полукоксования углей разной степени метаморфизма (каменные угли марок К, ОС, СС). Качественные характеристики твердого исходного сырья определяли техническим методом анализа, состав органической массы изучали методами элементного анализа в соответствии со стандартными методиками.

Для исследования состава жидких продуктов термического разложения углей, проводили полукоксование углей в реакторе горизонтального типа со скоростью нагрева 5°C/мин с изотермической выдержкой 20 мин при температуре 600°C без доступа воздуха. Жидкие легкие углеводороды улавливали при помощи взаимодействия газообразных продуктов с этиловым спиртом в поглотителе Зайцева.

Для изучения состава легкой фракции пиролиза углей проводили хромато-масс-спектрометрический анализ на приборе Agilent 7000 Triple Quad в области 15-500 а.е.м. в режиме программирования температуры от 50 до 300°C со скоростью 7 град/мин; температура испарителя 300°C; капиллярная колонка VF-5MS (5 % дифенил и 95 % диметилсилоксан) 30 м x 0,25 мм x 0,25 мкм; газ-носитель – гелий. Результаты хромато-масс-спектрометрических методов анализа жидких легких углеводородов показали, что легкие фракции низкотемпературного пиролиза углей в основном состоят из моноароматических (преимущественно бензола, толуола, ксилолов) и алифатических углеводородов, также содержалось значительное количество воды при пиролизе углей марок К и ОС. Наибольший выход моноароматических углеводородов 76 % был обнаружен в процессе полукоксования слабоспекающегося угля, а наименьший – 11% у коксового угля. Среди моноароматических соединений преимущественно содержались бензол, толуол и их производные. Из исследуемых образцов углей только у угля марки К в составе жидких легких углеводородов был обнаружен нафталин.

Таким образом, в результате проведенных исследований методом хромато-масс-спектрометрии исследован состав легкой фракции полукоксования, основными углеводородными компонентами которой являются моноароматические соединения и их производные.

ИЗМЕНЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ПЕКОПОДОБНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ ХРАНЕНИИ

Сафин В.А., Бурюкин Ф.А., Косицына С.С.

*ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», Россия,
г. Красноярск, e-mail: vsafin@sfu-kras.ru*

The demand of coal pitches is increases all over the world. One of the presumable pitch manufacturing methods, is the thermal dissolution of coal, was under investigations. This method allowed receiving a material similar to petroleum pitches. The material has unstable technical properties. This feature is the consequence of colloidal particles aggregation by non-valence interactions.

Возрастающая потребность различных отраслей промышленности в цветных металлах, а в особенности в алюминии, привела к дефициту углеродного связующего в России и в мире. Это вызывает необходимость разработки новой промышленной технологии производства пекоподобных материалов, которые могли бы выполнять роль связующего при производстве анодов для электроплавильных печей.

Одним из методов получения пековых материалов является термическое растворение угля. Традиционно, технология терморастворения угля направлена на получения повышенного выхода жидких продуктов топливного назначения. Поэтому свойства пекоподобных продуктов, которые получают вышеуказанным способом, изучены недостаточно [1].

Терморастворение угля проводили в лабораторном реакторе автоклавного типа, оборудованном перемешивающим устройством при температуре 350 - 400°C. В качестве растворителя использовали смесь каменноугольной смолы и тяжелого каталитического газойля. Полученные экстракты дистиллировали при температуре 340 - 360°C. Полученные пекоподобные продукты анализировались по основным технологическим показателям, которые контролируются при использовании традиционного пека-связующего в алюминиевой промышленности. Также изучался состав пекоподобных продуктов с использованием физико-химических методов анализа: ИК-спектроскопии, электронной микроскопии, хроматографии.

Полученные при терморастворении угля продукты обладают характеристиками, сходными с традиционными нефтекаменноугольными пеками. Интересной особенностью данных материалов является изменение основных технологических характеристик при хранении. По истечении месяца после получения температура размягчения увеличивалась более чем на 10°C, повысилась вязкость и количество веществ, нерастворимых в хинолине.

Известно, что каменноугольные пеки представляют собой полидисперсную систему, часть дисперсной фазы которой имеет коллоидные размеры. Предполагается, что изменение основных технологических характеристик пекоподобных материалов, полученных при терморастворении угля, происходит вследствие укрупнения размера коллоидных частиц посредством невалентных взаимодействий.

Литература

1. Кузнецов П.Н., Кузнецова Л.И., Бурюкин Ф.А., Маракушина Е.Н., Фризоргер В.К. // Химия твердого топлива. 2015. No 4. С.16.

ПОЛУЧЕНИЕ ПЕКОПОДОБНЫХ ПРОДУКТОВ В РЕАКТОРАХ ПЕРИОДИЧЕСКОГО И НЕПРЕРЫВНОГО ПРИНЦИПА ДЕЙСТВИЯ

Сафин В.А.¹, Бурюкин Ф.А.¹, Кузнецов П.Н.²

¹ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет», Россия,
г. Красноярск, e-mail: vsafin@sfu-kras.ru

²Институт химии и химической технологии СО РАН, Федеральный
исследовательский центр «Красноярский научный центр СО РАН»,
Россия, г. Красноярск, e-mail: lab9team@rambler.ru

The demand of coal pitches is increases all over the world. One of the presumable pitch manufacturing methods, is a thermal dissolution of coal, was under investigations. The thermal dissolution was implemented in autoclave mixing reactor and in flow reactor. These methods allowed receiving a material similar to petroleum pitches. It was not found any significant differences between the products receiving in mixing or flow reactors.

Дефицит каменноугольного пека в различных отраслях промышленности, в особенности в алюминиевом производстве, вызывает необходимость разработки высоко производительной технологии производства пекоподобных материалов из угля. В связи с этим в последнее время возрастает интерес к процессу термического растворения угля, так как в сравнительно мягких условиях он позволяет получить высококипящий экстракт, пригодный для переработки в углеродный связующий материал для электроплавильных печей.

Известны различные варианты реализации процессов термохимической переработки угля, традиционно направленные на получение повышенного выхода жидких продуктов топливного назначения. Большая часть этих процессов предусматривает гидрогенизационное облагораживание или использование катализаторов и реализуется в аппаратах автоклавного типа.

В работе исследован процесс терморастворения угля в лабораторном периодическом реакторе с перемешивающим устройством и на проточной установке типа «трубчатая печь» непрерывного принципа действия. Основными регулируемыми параметрами, определяющими глубину превращения и свойства получаемого продукта, являлись температура, давление и длительность процесса. Полученные экстракты дистиллировали и анализировались по основным технологическим показателям, которые контролируются при использовании традиционного пека-связующего в алюминиевой промышленности. Изучался состав пекоподобных продуктов с использованием физико-химических методов анализа: ИК-спектроскопии, электронной микроскопии, хроматографии.

Установлено, что свойства пекоподобных продуктов, полученных в реакторах периодического и непрерывного принципа действия различаются незначительно и, по ряду характеристик, приближаются к традиционному связующему. Полученные результаты показывают принципиальную возможность масштабирования процесса с целью создания промышленной технологии.

Литература

1. Кузнецов П.Н., Кузнецова Л.И., Бурюкин Ф.А., Маракушина Е.Н., Фризоргер В.К. // *Химия твердого топлива*. 2015. No 4. С.16-29.
2. Сабиров Б.З., Цой А.В., Джапарова Ш., Полотов И.Ж. Кошназарова Ч.К. // *Вестник Омского государственного университета*. 2017. No 1. С. 155-164.

**ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ
ПРОЦЕССА ФЛОТАЦИИ НА КАЧЕСТВЕННО-КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ
ПОКАЗАТЕЛИ ПРОДУКТОВ ФЛОТАЦИИ УГЛЯ**
Свечникова Н.Ю., Петухов В.Н., Смирнов А.Н., Алексеев Д.И.

*ФГБОУ ВО Магнитогорский государственный технический
университет им. Г.И. Носова, Россия, г. Магнитогорск,
e-mail: natasha-svechnikova@yandex.ru*

Based on factorial experiment examined the influence of pulp density, reagent collector, foaming agent and air, the intensity of mixing pulp quality quantity indicators flotation of coal. The obtained regression dependencies of the first order, in which the response functions of the selected extraction of flammable mass into concentrate and the selectivity of the process, including the combination of qualitative and quantitative indicators of the flotation process and coal fines.

С использованием факторного эксперимента проведены лабораторные исследования влияния технологических параметров процесса флотации на качественно-количественные показатели продуктов флотации (гранулометрического состава питания флотации, зольности питания флотации, плотности исходного питания, реагентного режима, расхода воздуха, интенсивности перемешивания пульпы).

Установлено, что при флотации разбавленной пульпы снижается зольность концентрата, однако также снижаются количественные показатели флотации, а с увеличением плотности пульпы повышается выход концентрата с одновременным повышением его зольности.

При чрезмерном повышении плотности пульпы качественно-количественные показатели процесса флотации снижаются.

Для улучшения показателей флотации необходимо значительное увеличение расхода реагента-собирателя, однако высокий расход реагента собирателя снижает влияние реагента-вспенивателя.

Эффективность процесса флотации снижается при увеличении расхода воздуха, это объясняется высокой турбулентностью потоков воздуха, что приводит к снижению выхода концентрата.

Кроме того, на процесс флотации значительное влияние оказывает интенсивность перемешивания пульпы (частота оборотов привода импеллера лабораторной флотационной машины).

Установлено, что увеличение интенсивности перемешивания (частоты вращения импеллера) позволит значительно снизить расход реагентов, при этом зольность концентрата будет поддерживаться на уровне - 10%, а зольность отходов - 70%.

Литература

1. Петухов В. Н., Кубак Д. А. Разработка реагентного режима флотации угольных шламов на основе изучения флотационной активности чистых химических соединений // Сб. тезисов VIII Конгресса обогатителей стран СНГ. – 2011. – С.23-25.
2. Петухов В.Н. Исследование и разработка нового реагентного режима флотации углей на основе термодинамических параметров адсорбции углеводородов на угольной поверхности / В.Н. Петухов, Н.Ю. Осина, А.А. Юнаш, А.В. Саблин // Башкирский химический журнал. - 2007. №3. Т.14. С.69-71.
3. Осина Н.Ю. Исследование влияния химического состава аполярных реагентов на флотиремость углей// Теория и технология металлургического производства / Под ред. В.М. Колокольцева. Магнитогорск; МГТУ им Г.И. Носова, 2004. Вып.4. С 71-73.

КАНЦЕРОГЕННАЯ ОПАСНОСТЬ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ УГЛЕРОДСОДЕРЖАЩИХ МАТЕРИАЛОВ

Сидоров О.Ф.^{1,3}, Жуковский М.В.², Дерюгин А.А.³

¹ *Уральский федеральный университет имени первого Президента России
Б. Н. Ельцина, Россия, г. Екатеринбург, e-mail: sidorole@mail.ru*

² *Институт промышленной экологии УРО РАН, Россия, г. Екатеринбург.*

³ *АО «Восточный научно-исследовательский углекимиический институт»,
Россия, г. Екатеринбург*

Considered are principle aspects of significant ecological problem that is carcinogenic danger of industrial carbon containing materials of coal and petroleum origin - pitches, semi-cokes, cokes and their blends during high-temperature processing of the same. It is demonstrated that evaluation of carcinogenic danger of these materials according to the results of quantitative emission of benzo[a]pyrene (BP) at carbonization is more reliable and universal in comparison with evaluation just regarding the content of BP in these materials as the latter approach is not considering the route of conversion of the initial BP as well as pyrosynthesis of BP and its emission during carbonization.

Рассмотрены принципиальные аспекты важной экологической проблемы - канцерогенной опасности промышленных углеродсодержащих материалов каменноугольного и нефтяного происхождения - пеков, полукоков, коксов и их смесей в условиях высокотемпературной переработки. Показано, что оценка канцерогенной опасности этих материалов по результатам количественной эмиссии бензо[а]пирена (БП) при карбонизации является более достоверной и универсальной, в сравнении с оценкой только по содержанию БП в этих

Табл. 1 Суммарная эмиссия БП при карбонизации субстратов до 850°C

Наименование углеродного материала	Суммарная эмиссия БП, нг/г, (мг/кг)
Каменноугольный пек, Тр=76°C	113
Нефтяной пек, Тр=100°C	670
Нефтяной полукок, V _r =12%	11998
Каменноугольный полукок, V _r =18%	345

материалах поскольку последняя методика не учитывает маршруты конверсии исходного БП, а также пирсинтез БП и эмиссию его в процессе карбонизации. Пониженное содержание БП в углеродных продуктах нефтяного происхождения часто является достаточным аргументом для причисления их к числу относительно безопасных продуктов, особенно при сравнении с каменноугольными. Однако многочисленные эксперименты по количественному измерению

эмиссии БП показали обратное. Все углеродные продукты нефтяного происхождения в линейке: пеки- полукокси- коксы и их смеси, в равных условиях карбонизации, показали более высокую эмиссию БП, что позволяет именно их считать более канцерогенноопасными (табл.1).

ОПТИМИЗАЦИЯ СИНТЕЗА НАНЕСЕННЫХ Ru КОЛЛОИДНЫХ ЧАСТИЦ ДЛЯ ГИДРИРОВАНИЯ ПРОИЗВОДНЫХ ЛИГНОЦЕЛЛЮЛОЗНОЙ БИОМАССЫ

Симакова И. Л.¹, Демидова Ю.С.¹, Приходько С.А.¹, Симонов М.Н.¹,
Курченко Ю.В.¹, Devi N²., Dhepe P.L.², Bokade V.V.².

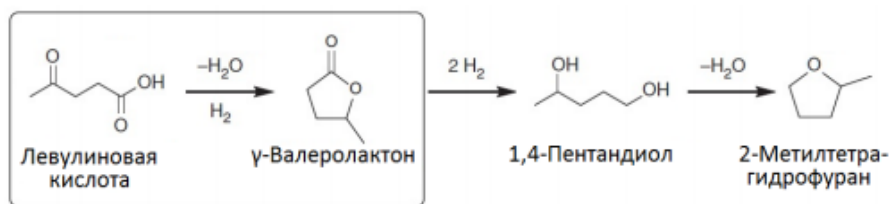
¹Институт катализа СО РАН, Россия, г. Новосибирск

²CSIR-National Chemical Laboratory, India, Pune,

e-mail: simakova@catalysis.ru

Levulinic acid (LA) is one of the most important lignocellulosic derived materials because of its high chemical potential to be converted into value-added chemicals such as γ -valerolacton (GVL), 1,4-pentanediol, and 2-methyltetrahydrofuran. Ru based heterogeneous catalysts are considered to be the most promising in LA hydrogenation to GVL. The aim of this work is to study the physicochemical regularities of the synthesis of Ru catalysts by the colloidal method for potential application in LA to GVL hydrogenation.

Левулиновая кислота (ЛК), получаемая из лигноцеллюлозного сырья путем кислотного гидролиза, может быть трансформирована по реакции гидрирования в различные соединения, представляющие интерес в качестве компонентов биотоплива. Так каталитическим гидрированием ЛК может быть получен γ -гавалеролактон (ГВЛ), а также 2-метилтетрагидрофуран, представляющие большой интерес как компоненты биотоплива.



В настоящее время наиболее перспективным катализатором гидрирования ЛК до ГВЛ является Ru/C [1-3]. Коллоидный метод является перспективным методом для направленного синтеза нанесенных металлических катализаторов с заданным размером частиц. Данная работа направлена на исследование физико-химических закономерностей синтеза Ru катализаторов коллоидным методом с целью применения для превращения ЛА в ГВЛ. Серия коллоидных растворов была синтезирована полиольным методом с использованием $RuCl_3 \cdot nH_2O$ и этиленгликоля в качестве предшественника активного компонента и восстановителя, соответственно [4,5]. Было изучено влияние температуры восстановления, соотношения Ru/стабилизатор (поливинилпирролидон) и масштабирования. Полученные коллоидные растворы с размером частиц Ru 2.3-3.3 нм были использованы для синтеза нанесенных катализаторов на углеродном носителе. Процесс формирования наночастиц Ru и их стабильность исследовали методами ЭСДО, РФЭС и ПЭМ. В результате предложена методика синтеза нанесенных Ru катализаторов коллоидным методом с сохранением исходного размера наночастиц.

Работа поддержана грантом РФФИ No 18-53-45013 ИНД_a.

Литература

1. Z.-P. Yan, L. Lin, S. Li. *Energy & Fuels*. 23 (2009) 3853-3858.
2. C. Ortiz-Cervantes, J.J. Garcia. *Inorganica Chimica Acta*. 397 (2013) 124-128.
3. M.G. AlShaal, W.R.H. Wright, R. Palkovits. *Green Chemistry*. 14 (2012) 1260-1263.
4. I.L. Simakova, Yu.S. Demidova, J. Gläsel, E.V. Murzina, T. Schubert, I.P. Prosvirin, B.J.M. Etzold, D.Yu. Murzin. *Catal. Sci. Technol.* 6 (2016) 8490-8504.
5. Yu. Demidova, I. Simakova, T. Schubert, D.Yu. Murzin. *Mater. Today*, 4 (2017) 11364-11370.

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ РЕАКЦИИ ГИДРИРОВАНИЯ ЛЕВУЛИНОВОЙ КИСЛОТЫ НА ВЫХОД γ -ВАЛЕРОЛАКТОНА

Симакова И.Л., Приходько С.А., Демидова Ю.С., Симонов М.Н.

*Институт катализа СО РАН, Россия, г. Новосибирск,
e-mail: simakova@catalysis.ru*

The aim of this work is to study the influence of the reaction conditions on levulinic acid (LA) hydrogenation to γ -valerolacton (GVL). It was shown that temperature elevation increased reaction rate, but decreases the selectivity to GVL, which was related to a higher contribution of a polymerization side route. An increase in a hydrogen pressure increased both LA conversion and selectivity to GVL that corresponded to results published in literature.

Большое внимание уделяется разработке селективных экологически безопасных процессов на базе продуктов, получаемых из возобновляемого растительного сырья, таких как левулиновая кислота. Гидрирование левулиновой кислоты (ЛК) до γ -валеролактона (ГВЛ) является одной из наиболее перспективных реакций в области переработки биомассы и получения продуктов тонкого органического синтеза и жидких топлив. ГВЛ обладает значительным потенциалом высококалорийного жидкого биотоплива, которое совместимо с традиционным нефтяным топливом и может использоваться в современных транспортных средствах без модификации двигателей [1]. Данная работа направлена на изучение влияния условий реакции гидрирования ЛК в ГВЛ (температуры, давления водорода, соотношения катализатор/субстрат) на выход ГВЛ (Рис.).

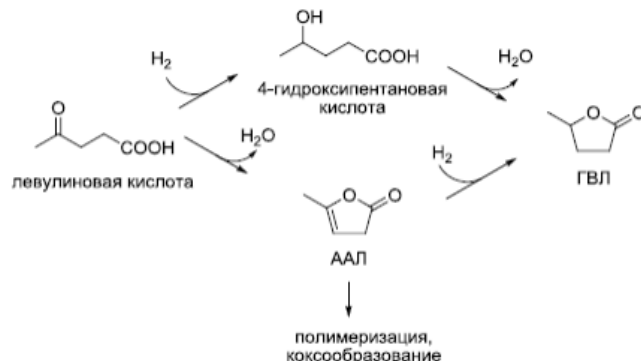


Рис. Схема реакции гидрирования ЛК в ГВЛ.

Гидрирование ЛК (0.7 мл) проводили в 1,4-диоксане (15 мл) в автоклаве (150 мл) при температуре 150-180°C в интервале давления водорода 15-25 атм с варьированием навесок катализатора Ru/C 120-480 мг. Показано, что увеличение температуры реакции приводит к увеличению скорости превращения ЛК, однако при этом снижается селективность образования ГВЛ, что может быть связано с увеличением вклада побочного маршрута полимеризации (рис.). Увеличение давления водорода приводит к увеличению скорости гидрирования и селективности образования ГВЛ, что согласуется с литературными данными [2].

Работа поддержана грантом РФФИ No 18-53-45013 ИНД_a.

Литература

1. Z.-P. Yan, L. Lin, S. Li. *Energy & Fuels*. 23 (2009) 3853-3858.
2. C. Ortiz-Cervantes, J.J. Garcia. *Inorganica Chimica Acta*. 397 (2013) 124-128.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ РАЗЛОЖЕНИЯ АЗИДОВ В ПОРИСТОЙ УГЛЕРОДНОЙ МАТРИЦЕ ДЛЯ СОЗДАНИЯ НАНОКОМПОЗИТНОГО ЭЛЕКТРОДНОГО МАТЕРИАЛА

**Сименюк Г.Ю.¹, Захаров Ю.А.^{1,2}, Федорова Н.М.², Качина Е.В.¹,
Ларичев Т.А.², Пугачев В.М.², Додонов, Е.В.²**

¹*Институт углеродной и химической материаловедения ФИЦ УУХ СО РАН,
Россия, г. Кемерово, e-mail: galina-simenyuk@yandex.ru*

²*Кемеровский государственный университет, г. Кемерово*

The method of synthesis of electrode material on the basis of porous carbon matrix with nanoparticles of cobalt-nickel oxides for supercapacitors has been developed. It was shown that the obtained electrode material allows to increase the electric capacity by 2 times, from 40 to 80 Faraday per gram.

Современное развитие энергетических систем требует разработки высокоэффективных устройств для накопления и хранения электроэнергии. Среди таких устройств суперконденсаторы выделяются способностью за короткий период времени накапливать и отдавать большие объемы энергии, что обуславливает привлекательность их практического применения.

Для создания высокоэффективных суперконденсаторов необходимо использовать электродные материалы, сочетающие высокие электрическую емкость и электропроводность. В последние годы наиболее часто в качестве подобных материалов применяют наноструктурированные композиты на основе углеродной матрицы с нанесенным покрытием из наночастиц оксидов металлов переменной валентности (d-элементов). Изготовление подобных нанокompозитов является достаточно сложной задачей и требует применения трудоемких и дорогостоящих методик синтеза.

Упростить технологию создания электродного материала позволяет использование соединений металлов, способных к экзотермическому разложению под воздействием внешних физических полей. При разложении удается не только получить малоразмерные частицы металлов или оксидов металлов (в зависимости от условий проведения реакции), но и добиться эффективного внедрения этих частиц в углеродную матрицу, что обеспечивает хороший электрический контакт компонентов композита.

В качестве терморазлагаемого вещества могут быть использованы азиды металлов. Нами было проведено исследование процесса формирования электродного материала при разложении смесей азидов кобальта и никеля в присутствии углеродных нанотрубок или в порах углеродного материала, полученного на основе природных углей. Получаемые в ходе синтеза образцы исследовали методами электронной микроскопии, дифференциальной термogrавиметрии в сочетании с масспектрометрией, рентгеновской дифрактометрии и малоуглового рассеяния рентгеновского излучения. Были изучены взаимосвязи составов получаемых оксидных наночастиц с составами исходных смешанных азидов, массовой концентрацией азидов в углеродной матрице, условиями проведения терморазложения. Также были исследованы электрохимические свойства полученных электродных материалов. Установлено, что электродные материалы, полученные по описанной схеме, позволяют увеличить электрическую емкость в 2 раза по сравнению с исходной углеродной матрицей (с 40 до 60 Ф/г).

НАНОКОМПОЗИТНЫЕ ЭЛЕКТРОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ СУПЕРКОНДЕНСАТОРОВ

**Сименюк Г.Ю.¹, Захаров Ю.А.^{1,2}, Нетребенко П.А.², Троснянская Т.О.²,
Пугачев В.М.², Додонов В.Г.², Ларичев Т.А.^{1,2},
Илькевич Л.В.¹, Нечаева Т.С.¹, Исмагилов З.Р.^{1,3}**

¹*Институт углекимиии и химического материаловедения ФИЦ УУХ СО РАН,
Россия, г. Кемерово, e-mail: galina-simenyuk@yandex.ru*

²*Кемеровский государственный университет, Россия, г. Кемерово*

³*Институт катализа им. Г.К. Борескова, Россия, г. Новосибирск*

Nanostructured compositions on the basis of different carbon materials, which surface was decorated by nanosized filler films. Nanocomposites were prepared by chemical deposition of metals or metallic oxides, hydroxides (Au/C, Ag/C, Pd/C, Mn_xO_y, Cr₂O₃ and others) on carbon surface. These materials were investigated as electrode materials for supercapacitors. It was established that materials, which were optimal on production conditions and percentage and phase composition, had enhanced electrochemical capacitance in comparison with matrix.

Разработаны способы получения наноструктурированных композитов на основе пористых углеродных материалов [1-4], поверхность которых отдекорирована нанотолщинными пленками благородных металлов или оксидов/гидроксидов переходных металлов.

В качестве углеродных матриц использовали различные мезопористые и микропористые углеродные материалы, получаемые в ФИЦ УУХ СО РАН, с высокой удельной поверхностью, и углеродные нановолокна, получаемые в ИК СО РАН.

Исследовано влияние типа матриц и их функционализации (озонированные и неозонированные углеродные нановолокна) на фазовый состав и морфологию наночастиц наполнителей и электрохимические свойства композитных электродных материалов.

Оптимизация способа нанесения наполнителя на поверхность и состава наноккомпозитов позволяет в 1,2-2 раза увеличить емкость электродных материалов на их основе по сравнению с емкостью исходной матрицы. Для композитов (металл/С) наибольший эффект получен при использовании высокопористых углеродных матриц, для псевдоемкостных наполнителей – при использовании озонированных углеродных нановолокон.

Работа выполнена при финансовой поддержке проекта 46.3.5. «Программы ФНИ СО РАН V.46.3».

Литература

1. Simenyuk G., Zakharov Yu., Puzynin A., Vladimirov A., Ivanova N., Pugachev V., Dodonov V., Barnakov Ch., Manina T., Ismagilov Z. // Materials and Manufacturing Processes. 2016. Т. 31. № 6. С. 739-744.
2. Simenyuk G.Y., Zakharov Y.A., Pavelko N.V., Dodonov V.G., Pugachev V.M., Puzynin A.V., Manina T.S., Barnakov Ch.N., Ismagilov Z.R. // Catalysis Today. 2015. Т. 249. С. 220-227.
3. Захаров Ю.А., Сименюк Г.Ю., Пугачев В.М., Додонов В.Г., Павелко Н.В., Манина Т.С., Барнаков Ч.Н. // Российские нанотехнологии. 2015. Т. 10. № 5-6. С. 51-61.
4. Сименюк Г.Ю., Захаров Ю.А., Нечаева Т.С., Пугачев В.М., Исмагилов З.Р. // Химия в интересах устойчивого развития. 2017. Т. 25. № 6. С. 663-670.

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ АССОЦИАТОВ ГЕКСАН НЕРАСТВОРИМЫХ АСФАЛЬТЕНОВ КАМЕННОУГОЛЬНОГО ПЕКА

Созинов С.А., Сотникова Л.В., Попова А.Н.

ФИЦ УУХ СО РАН, КеМЦКП, Россия, г. Кемерово,
e-mail: sozinov71@mail.ru

The structure of associates of hexane insoluble asphaltenes of coal-tar pitch has been studied by TEM and XRD methods. The formation of associates of various forms is shown. The studied samples contain only weakly structured arias.

Большинство научных данных о структурных характеристиках агрегатов асфальтенов получены в области нефтехимических технологий [1-3]. Исследований же асфальтенов каменноугольного пека (β -фракция) практически сравнительно мало и в основном в связаны с исследованиями процессов графитации, в которых было показано, что использование пеков с высоким содержанием β -фракции способствует графитации. Кроме того, известно, что в процессе хранения при доступе воздуха, при воздействии света или при нагревании асфальтены переходят в нерастворимые в толуоле формы. Однако процессы их структурирования изучены мало.

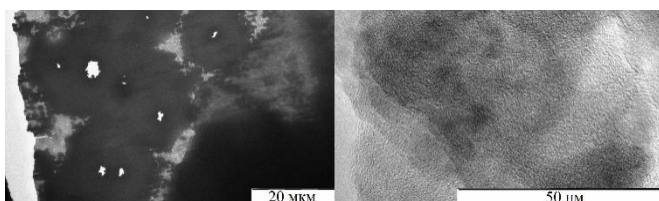


Рис. Асфальтеновые структуры.

В настоящей работе исследовали структурные характеристики агрегатов асфальтенов, выделенных из гранулированного среднетемпературного каменноугольного пека ($T_{пл}=87^{\circ}\text{C}$) по методике

избирательно растворимых групп, в качестве селективных растворителей использовали толуол и гексан [4]. Для исследования ассоциации асфальтенов на ранних стадиях агрегации и для предотвращения неуправляемой агрегации асфальтенов в растворе использовали их 0,01% раствор в толуоле.

По данным рентгеноструктурного анализа, полученные образцы слабо структурированы. Согласно же результатам ПЭМ в образцах были обнаружены структурированные области асфальтеновых агрегатов, подобных асфальтенам нефти (рис.). Для понимания процессов самоорганизации асфальтеновых структур необходимо проведение систематических исследований. Авторы видят перспективы в развитии данного направления исследований, в том числе с целью получения структурированных углеродных материалов.

Работа выполнена в рамках государственного задания ИУХМ ФИЦ УУХ СО РАН (проект АААА-А17-117041910151-9, руководитель С. А. Созинов). Работа выполнена с использованием оборудования Кемеровского регионального центра коллективного пользования ФИЦ УУХ СО РАН.

Литература

1. Коржов Ю.В., Орлов С.А. // Известия ТПУ. 2016. Т. 327. № 12. С. 62–74.
2. Злобин А.А. // Вестник ПНИНУ. Нефтегазовое и горное дело. 2015. №15. С. 57–72.
3. Акбарзаде К. и др. // Нефтегазовое обозрение. 2007. С. 28–53.
4. Созинов С.А., Сотникова Л.В., Попова А.Н. и др. // Кокс и химия. 2018. № 2. С. 47–52.

ОЦЕНКА БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ГУМАТОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ НЕКОНДИЦИОННОГО УГЛЯ

**Соколов Д.А.¹, Добрянская С.Л.¹, Нечаева Т.В.¹, Андроханов В.А.¹,
Жеребцов С.И.²**

¹Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, Россия, г. Новосибирск

²Институт углекислотной и химического материаловедения ФИЦ УУХ СО РАН,
Россия, г. Кемерово, e-mail: sokolovdenis@mail.ru

По результатам фитотестирования на семенах редиса (*Raphanus sativus* L.), оценена биологическая активность гуматов Na и K, полученных из некондиционного угля Тисульского месторождения Канско-Ачинского бурого угольного бассейна. Выявлено положительное влияние гуминовых препаратов на энергию прорастания семян, длину корней и высоту проростков. Величина интегрального индекса фитоактивности вскрывает перспективность использования окисленных углей в качестве сырья для получения гуминовых препаратов.

Известно, что большая часть добываемого сегодня в России бурого угля используется как топливо для различных ТЭЦ и котельных. При этом далеко не весь бурый уголь, добываемый при разработке месторождений, имеет энергетическую ценность. Миллионы тонн, так называемых некондиционных углей, складывается в отвалы вместе с отходами добычи. Свойства некондиционного угля, делающие его не пригодным для энергетики, в то же время могут определять его перспективность в качестве сырья для получения ряда химических адсорбентов, а также гуминовых препаратов (ГП) [1].

Цель работы – оценить биологическую активность двух ГП (Hum Na и Hum K), полученных из естественно окисленной формы угля Тисульского месторождения Канско-Ачинского бурого угольного бассейна.

В качестве тест-культуры использовали семена редиса (*Raphanus sativus* L.) сорта «Смак». Биологическую активность 0,02 % водных растворов ГП оценивали по трем тест-функциям – энергии прорастания семян (ЭП), длине корней (ДК) и высоте проростков (ВП). Опыт проводили в 4-кратной повторности. В каждом варианте проанализировано не менее 40 семян. Для формализации полученных величин тест-функций рассчитывали интегральный индекс фитоактивности (ИФ) ГП, который отражает отклонение величины тест-функции от контроля (проращивания семян в дистиллированной воде).

Гуминовые препараты проявили биоактивность по отношению к семенам редиса. Установлено увеличение ЭП семян в 1,2 раза в обоих видах ГП по сравнению с контролем. Статистически значимое ($p < 0,05$) увеличение ДК в 3,1 и 3,5 раза при использовании Hum Na и Hum K соответственно. Отмечена тенденция к повышению ВП в 1,2 раза для Hum K. Интегральный ИФ испытуемых препаратов составил 1,75 для Hum Na и 1,99 для Hum K. Поскольку интегральный ИФ превысил величину 1,2, то гуминовые препараты, полученные из естественно окисленного угля, следует считать перспективными для последующих испытаний в вегетационных и полевых опытах.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ №18-55-91033

Литература

1. Соколов Д.А., Быкова С.Л., Нечаева Т.В., Жеребцов С.И., Исмаилов З.Р. Оценка эффективности применения гуматов натрия и калия в качестве стимуляторов роста сельскохозяйственных культур в условиях техногенных ландшафтов // Вестник Новосибирского государственного аграрного университета. – 2012. – № 24. – С. 25-30.

ОЦЕНКА К-ФИКСИРУЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ УГЛЕЙ

Соколов Д.А., Нечаева Т.В.

*Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, Россия, г. Новосибирск,
e-mail: sokolovdenis@mail.ru*

Субстраты отвалов угольных месторождений Сибири различаются по К-фиксирующей способности и при их компостировании в течение 150 суток выстраиваются в следующий ряд (по убыванию): лессовидный суглинок → антрацит → каменный уголь → бурый уголь. При дополнительном внесении калия большая его часть в углях оставалась в водорастворимой и обменной формах, в лессовидном суглинке – необменно поглощалась.

Состав и свойства различных видов угля основных месторождений Сибири многосторонне изучены, однако экологические аспекты их влияния на процессы восстановления техногенно нарушенных территории остаются практически без внимания. Одним из основных свойств углей, определяющих их экологические функции, является поглотительная способность. Поэтому целью работы было оценить поглотительную способность различных видов угля на примере фиксации калия.

В качестве объектов исследований были выбраны образцы трех видов угля крупнейших месторождений Сибири: каменного (Кузнецкий бассейн), бурого (Канско-Ачинский бассейн) и антрацита (Горловский бассейн). Для сравнительной оценки К-фиксирующей способности углей был взят образец лессовидного суглинка (далее суглинок).

Фиксацию калия субстратами изучали в лабораторном опыте при однократном внесении к ним калийных удобрений (в форме KCl) в дозах 25 и 50 мг K/100 г (варианты K₂₅ и K₅₀ соответственно; K₀ – без удобрений). Опыт проводили в режиме попеременного увлажнения и высушивания субстратов в течение 150 суток. Исследованы три формы элемента: К водорастворимый, К обменный – 1М CH₃COONH₄, К необменный – 1М HNO₃ с кипячением. Фиксированным считался калий, не переходящий в вытяжку 1 М раствора CH₃COONH₄.

В среднем за опыт самую высокую К-фиксирующую способность имел суглинок (76-84 %), самую низкую – бурый уголь (10 %), антрацит и каменный уголь фиксировали на уровне 36 и 30 % соответственно. Независимо от дозы удобрений вносимый калий никогда не фиксировался субстратами полностью. При повышении дозы удобрений абсолютная величина фиксируемого калия в субстратах значительно увеличивалась, однако процент фиксации элемента оставался на том же уровне или несколько снижался. В период фиксации калия субстратами (за исключением бурого угля) переход катионов K⁺ осуществлялся не только в необменную форму (извлекаемую 1М HNO₃), но и в более прочно связанное состояние. Через 150 суток компостирования внесенный с удобрениями калий извлекался из субстратов суммарно в водорастворимой, обменной и необменной формах элемента по-разному: полностью из бурого угля, до 90% из каменного угля и суглинка, до 40% из антрацита. Накапливался внесенный калий преимущественно в следующих формах: суглинок – в необменной; бурый и каменный угли – в обменной и водорастворимой; антрацит – в водорастворимой, подверженной вымыванию.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ №18-04-00836.

ТЕРМИЧЕСКОЕ РАСТВОРЕНИЕ КАМЕННЫХ УГЛЕЙ УЛУГ-ХЕМСКОГО БАССЕЙНА В СРЕДЕ БЕНЗОЛА ПРИ СВЕРХКРИТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Солдуп Ш.Н

ФГБУН Тувинский институт комплексного освоения природных ресурсов СО
РАН, Россия, г. Кызыл, e-mail: sholkaka85@mail.ru

В работе изложены сравнительные результаты выхода продуктов термического растворения каменных углей разных месторождений Улуг-Хемского бассейна в среде бензола при сверхкритических условиях на лабораторной полупроточной установке.

Одним из важных методов изучения углей является их экстракция. Исследование направлено на получение растворимых продуктов из углей, которое обусловлено стремлением познать их структуру, и преследуют практическую цель – получить из угля жидкие продукты для использования огромных запасов органического сырья. Ранее были исследованы кинетика выхода жидких продуктов каа-хемских углей, качественный анализ нерастворимого твердого остатка и искусственного битума [1,2].

В качестве объектов исследования использовались угли различных месторождений Тувы: Каа-Хемского марок 2Г и 1ГЖ, Чаданского марки 1ГЖ. В таблице 1 показаны технические характеристики углей и выход продуктов при экстракции.

Таблица 1. Технические характеристики углей

Уголь	Золь- ность, А ^d	Влага рабочая, W _f	Выход летучих веществ, V ^{daf} , %	Содержание серы, S ^d , %	Низшая теплота сгорания, ккал/кг	Выход продуктов, %	
						Нерастворимый твердый остаток	Жидкие продукты
каа-хемский, 2Г	19,3	8,1	46	0,9	6500	78	22
каа-хемский 1ГЖ	19	8	46	0,9	6500	80	20
чаданский 1ГЖ	18,7	7	35	0,9	6550	82,4	17,6

Термическое растворение органического вещества углей проводилось на полупроточной лабораторной установке в среде бензола (Т_{кр}=288,9°С, Р=4,83МПа, плотность 302 кг/м³) в интервале температур 20-500°С и при среднем давлении 12 МПа.

При экстракции углей месторождений Тувы СК бензолом установлено, что при увеличении давления растворителя степень конверсии ОВ угля в жидкие продукты возрастает. Возможно выделения высокомолекулярных фракций – аналога каменноугольного пека, который может рассматриваться в качестве сырья для производства анодов в алюминиевой промышленности. Полученные данные имеют практический интерес при разработке экстракционных технологий переработки каменных углей.

Литература

1. Солдуп Ш.Н., Куликова М.П., Тас-оол Л.Х. Термическое растворение каменного угля каа-хемского месторождения в среде бензола при сверхкритических условиях// Углекислота и экология Кузбасса: Международный Российско-Казахстанский Симпозиум: сб.тез. докл. 16-18 октября 2017 г Кемерово / ИУХМ ФИЦ УУХ СО РАН. – Кемерово: ФИЦ УУХ СО РАН, 2017. – 96 стр. – С 52.
2. Солдуп Ш.Н., Качественный анализ полученных продуктов при сверхкритической флюидной экстракции Каа-Хемского угля// Природные системы и экономика центрально-азиатского региона: фундаментальные проблемы, перспективы рационального использования: Материалы III Всероссийской молодежной школы-конференции с международным участием. – Кызыл: ТувИКОПР СО РАН, 2017. – 204 с. С.118-120.

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ФЕНОЛОВ ЖИДКИХ ПРОДУКТОВ ГИДРОГЕНИЗАЦИИ БАРЗАСКОГО САПРОМИКСИТА

Сотникова Л.В., Созинов С.А., Горюнова П.В.

ФИЦ УУХ СО РАН, КемЦКП, Россия, г. Кемерово,

e-mail: sozinov71@mail.ru

According to mass-chromatograms data on the total ion current and the current of molecular ions and fragment ions with $m/z=122$, the composition of the products of hydrogenation of the Barzas sapromixite includes phenol and its derivatives: methyl-, dimethyl- and ethyl-phenols.

Жидкие продукты гидрогенизации углей имеют сложный состав. Для их идентификации незаменимым является метод хромато-масс-спектрометрии (ХМС) [1]. По данным ХМС анализа основная часть (>77%) жидких продуктов гидрогенизации Барзасского сапромиксита – фенол и его производные [2].

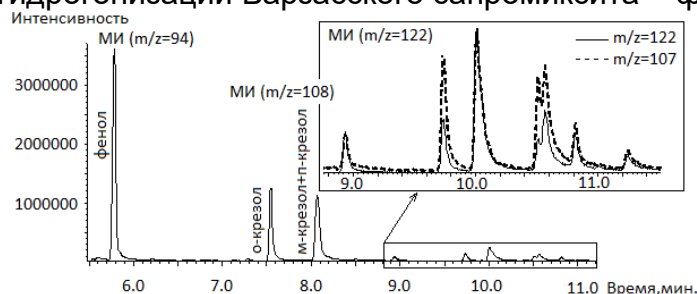


Рис. Хроматограмма по полному ионному току с вставкой по току МИ ($m/z=122$) и ФИ ($m/z=107$).

Производные фенола отличаются многообразием структурных изомеров: в составе продуктов гидрогенизации обнаружены 9 замещенных фенолов (рис.), являющихся структурными изомерами. В масс-спектрах аналитов ($t_R=7,55$ мин., $t_R=8,07$ мин.) наибольшую интенсивность (I) имели пики

молекулярных ионов (МИ) с $m/z=108$. Для их отнесения к о- или к не разделяемой на используемой колонке паре м-/п-крезолам, по данным [3], достаточно сравнить соотношение I пиков МИ и фрагментного иона (ФИ) с $m/z=79$. I пика ФИ с $m/z=79$ для аналита элюируемого при $t_R=7,55$ мин. оказалась выше, что позволило с учетом формы пика отнести его к о-крезолу. Форма пика с $t_R=8,07$ мин. указывает на одновременное присутствие нескольких аналитов, поэтому пик был отнесен к паре м-/п-крезолов. Идентификацию соединений, масс-спектры которых имеют МИ с $m/z=122$ проводили по масс-хроматограммам по току МИ ($m/z=122$) и ФИ с $m/z=107$. Из спектров видно, что аналиты можно разделить на две группы соединений, которые отличаются соотношением I пиков МИ и ФИ. Аналиты с равновеликими пиками при $t_R=8,93$ мин. и $t_R=10,01$ мин. отнесены к диметилфенолам, остальные с более низкой I пика МИ к этилфенолам. Для окончательной идентификации компонентов необходимо сравнить полученные хроматографические данные с ХМС параметрами стандартных смесей метил-, диметил- и этилфенолов.

Работа выполнена в рамках государственного задания ИУХМ ФИЦ УУХ СО РАН (проект АААА-А17-117041910151-9 руководитель С. А. Созинов). Работа выполнена с использованием оборудования КемЦКП ФИЦ УУХ СО РАН. Благодарим за предоставленные образцы сотрудников КузГТУ им. Горбачева.

Литература

1. Лапсина П.В., Сотникова Л.В. // Бутлеровские сообщения. 2015. Т. 44. № 12. С. 101-106.
2. Ушаков К.Ю., Петерс А.Н. // II Всероссийская молодежная научно-практическая конференция «Экологические проблемы промышленно развитых и ресурсодобывающих регионов: пути решения» / Кемерово. 2017. С. 347-1 – 347-5.
3. Будзинкевич Г. и др. Интерпретация масс-спектров органически соединений. М: «Мир», 1966, 232 с.

ПЕРЕРАБОТКА УГЛЕРОДСОДЕРЖАЩЕГО СЫРЬЯ НА ОКСИДНЫХ ЖЕЛЕЗО-МАГНЕЗИАЛЬНЫХ КАТАЛИЗАТОРАХ

Сысоев В.И., Смирнов А.Н., Крылова С.А.

*Магнитогорский государственный технический университет
им. Г.И. Носова, Россия, г. Магнитогорск*

The paper presents the results of laboratory experiments on processing carbon-containing raw-materials using oxide ferromagnesian contacts obtained by integrated processing of high-magnesian siderite ores. As starting materials, the coal tar of JSC "MMK" coal plant and the brown (subbituminous) coals of the Korkinskoye deposit (the Chelyabinsk region) were investigated. It is shown that the catalytic processing result in increasing the light fractions yield while decreasing total yield of the distillate with corresponding increase in the amount of the semicoke remained.

В Челябинской области имеются большие запасы природного сырья, такого как высокомагнезиальные сидеритовые руды, бурые угли, а также значительные объемы техногенного сырья (отходы коксохимического производства), промышленное использование которых в настоящее время затруднено, в связи с отсутствием технологически и экономически целесообразных схем их переработки. С целью разработки основ подобных схем проведена опытная переработка каменноугольной смолы (КУС) ПАО «ММК» на катализаторе, полученном путем комплексной переработки высокомагнезиальных сидеритовых руд Бакальского месторождения Челябинской области (запасы свыше 1 млрд. тонн). Основные результаты, полученные в исследовании, представлены в таблице.

Использование оксидного железо-магнезиального катализатора в больших количествах по отношению к массе смолы позволяет значительно повысить выход фракций с температурой кипения до 410 °С. Проблема утилизации катализатора после завершения процесса может быть решена направлением твердого остатка на агломерацию для дальнейшего использования в качестве компонента железорудной шихты доменного процесса.

Таблица 1. Выход продуктов переработки КУС без применения катализатора и в присутствии катализатора различной массы.

Фракция	Без катализатора	Масса катализатора, г/100 г КУС		
		15	30	60
До 410 °С	39,8	41,2	42,4	50,3
410-500 °С	26,9	23,3	22,8	14,0
Газ	4,0	4,2	3,0	2,3
Твердый остаток	29,3	31,3	31,9	33,5
Всего	100,0	100,0	100,0	100,0

ЭКОЛОГО-ГЕОХИМИЧЕСКИЕ КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ПЫЛЕВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В ОКРЕСТНОСТЯХ ОБЪЕКТОВ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКИ

Таловская А.В., Язиков Е.Г.

*Национальный исследовательский Томский политехнический
университет, Россия, г. Томск, e-mail: talovskaj@yandex.ru*

The paper presents the results of comparative eco-geochemical assessment in vicinity of urban thermal power and rural boiler-house plants different in parameters and fuel type (coal, gas, oil, wood) based on the study of snow cover. Results showed that dust load, total element pollution factor and modes of element occurrence in solid airborne particles deposited in snow depend on the fuel and energy consumption, effectiveness of dust and gas collection, used fuel type on the studied plants.

В составе пылевых выбросов от объектов теплоэнергетики содержится широкий спектр химических элементов, опасных для здоровья человека. Определение специфики аэротехногенного воздействия этих объектов от их технологических характеристик и вида используемого топлива требует изучения.

Представлены результаты эколого-геохимической оценки пылевого загрязнения снежного покрова в зоне воздействия городских и сельских объектов теплоэнергетики, использующих различный вид топлива. Исследования выполнялись в окрестностях городских угольных теплоэлектростанций гг. Омск, Кемерово, Мыски, газово-угольной ГРЭС г. Томска, а также угольных, газовых, дровяных и нефтяных котельных в сельских поселениях Томской области. Содержание элементов 1,2,3 класса опасности, редких, редкоземельных и радиоактивных элементов в пробах твердого осадка снега определялось инструментальным нейтронно-активационным анализом, твердофазные формы элементов – сканирующей электронной микроскопией, минерально-фазовый состав проб – рентгеновской дифрактометрией в МИНОЦ «Урановая геология» ТПУ. Выявлена зависимость уровня пылевой нагрузки, суммарного показателя загрязнения элементами и форм нахождения элементов в пробах от вида используемого топлива, тепловой и энергетической мощности изучаемых объектов. Определены элементы-индикаторы в составе твердого осадка снега, представляющие особую экологическую опасность, в окрестностях разных городских и сельских объектов теплоэнергетики. Установлены высокие уровни накопления U, Th, ряда элементов 1, 2 и 3 класса опасности, редкоземельных элементов в пробах из районов расположения угольных городских и сельских объектов. Уровни накопления элементов зависят от технологических параметров исследуемых объектов и расположенных рядом других источников загрязнения. Br, Sb, Hg, Zn можно определить, как элементы, отражающие выбросы газовых котельных, Sr, Ca, Na – дровяных котельных, V, Ni, Zn – нефтяных котельных. Установлена зависимость уровней накопления элементов в твердом осадке снега и зольных выбросов угольных объектов.

В пробах определили твердофазные формы элементов в виде сульфатов Ba, сульфидов As, фосфатов La, Ce, Nd, различных интерметаллических соединений, оксидов U, Fe, Ni, Ag в зависимости от района исследования.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке гранта РФФИ № 16-45-700184p_a.

НОВОЕ В СТРУКТУРЕ ИСКОПАЕМЫХ УГЛЕЙ

Ульянова Е.В., Малинникова О.Н.

*Институт проблем комплексного освоения недр им. академика Н.В.
Мельникова РАН, Россия, г. Москва, e-mail: ekaterina-ulyanova@yandex.ru*

A complex study of the coals is performed with the x-ray diffraction, Raman spectroscopy and ^{13}C nuclear magnetic resonance methods. It was shown that properties of fossil coals depend on the relation between the number of sp^2 and sp^3 orbitals and their hybridization in the polymorph modifications, and on the degree of clusterization of coal fragments, containing the sp^2 states.

Для исследования структуры углей использовались методы рентгеноструктурного анализа (РСА), ядерного магнитного резонанса ^{13}C (ЯМР) и комбинационного рассеяния (КР). Методом РСА по специально разработанной методике были рассчитаны структурные факторы и функции радиального распределения атомов углей различных марок, которые позволили установить, что без сомнения, их основной структурной составляющей являются кластеры с графитоподобной упаковкой атомов. Преимущественный размер этих кластеров (рассчитанный по малоугловым пикам при 5° в $\text{Co K}\alpha$ -излучении) для углей с содержанием углерода от 83 до 95% находится в пределах 2–3 нм. Поскольку ископаемый уголь является аморфным углеродным веществом, состоящим из полиморфных модификаций в sp^2 , sp^3 состоянии [1] по результатам, полученным с использованием ЯМР и КР-спектроскопии показано, что физические свойства аморфных природных углей находятся в сильной зависимости от соотношения sp^2 и sp^3 гибридизации атомных орбиталей и от степени кластеризации sp^2 состояния. Из проведенной работы следует, что атомы углерода угольной матрицы в sp^2 состоянии представлены и ароматическими, и алифатическими сопряженноцепочечными фрагментами. Получено, что степень упорядоченности в углях марки Д больше [2], чем в углях более высокой стадии метаморфизма. Это возможно в случае, если углеводородную матрицу в углях марки Д можно представить в виде полимера, состоящего из сопряженных цепочек, обладающих периодичностью (рис.).

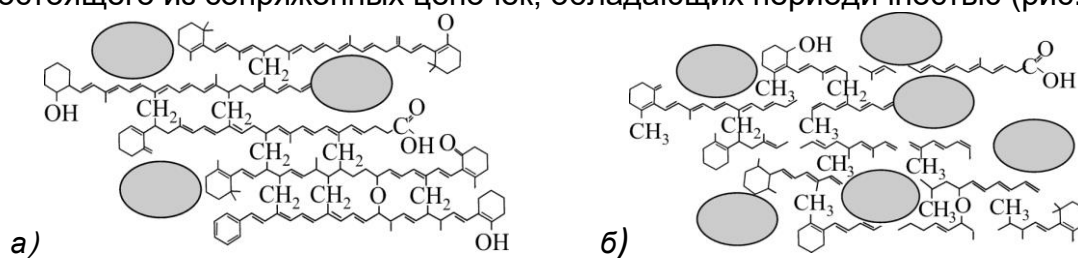


Рис. Схематические модели структуры углей: а) марка Д, б) марки Г – ОС,
○ – графитоподобные кластеры.

Для углей более высокой степени метаморфизма, уже начиная с марки Г, преобразование угольной структуры идет за счет нарушения периодичности сопряженных фрагментов полимерной матрицы, связывающей графитоподобные кластеры, уменьшения их длины и нарастания хаотичности в их расположении.

Литература

1. Русьянова Н.Д. Углекимия. М., Наука, 2003, 317 с.
2. Ulyanova, E.V., Molchanov, A.N., Prokhorov, I.Y., Grinyov, V.G., Fine structure of Raman spectra in coals of different rank/ International Journal of Coal Geology, 2014, 121, 37–43.

ПРИМЕНЕНИЕ СЛАБОСПЕКАЮЩЕГОСЯ КАМЕННОГО УГЛЯ ДЛЯ СИНТЕЗА АКТИВНОГО УГЛЯ С МОЛЕКУЛЯРНО-СИТОВЫМИ СВОЙСТВАМИ

Фарберова Е.А., Тиньгаева Е.А., Максимов А.С., Макаровская А.А.

ФГБОУ ВО Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Россия, г. Пермь, e-mail: elenafarb@gmail.com

Проведено исследование по разработке метода синтеза гранулированного углеродного сорбента с молекулярно-ситовыми свойствами на основе каменного слабоспекающегося угля. Однородная пористость сорбента достигалась за счёт введения активирующего агента и активации до степени обгара 10-15 %.

Последние годы внимание многих исследователей привлечено к новому типу адсорбентов - углеродным молекулярным ситам (УМС). Достаточно регулярная структура, создаваемая микропорами с узким распределением их по размерам, обеспечивает избирательные свойства УМС и делает возможным их использование для селективной очистки и разделения криогенных газов, в частности разделения воздуха [1-3].

Целью данного исследования является разработка метода синтеза гранулированного углеродного сорбента с молекулярно-ситовыми свойствами с использованием слабоспекающихся каменных углей Кузнецкого бассейна.

В качестве углеродсодержащего сырья использовали каменноугольную пыль марки СС (ЗСС) с размером частиц не более 100 мкм. Связующим служила каменноугольная смола, а активирующим агентом - КОН или K_2CO_3 . Основные технологические стадии получения УМС: приготовление угольно-смоляной композиции, формование гранул, сушка гранул с последующей карбонизацией при $T=450-500^\circ C$ и активацией в окислительной среде при $T=800-850^\circ C$. Процесс активации проводили до степени обгара 10-15% [2,3]. В таблице представлены характеристики и полученного образца УМС.

Таблица 1. Характеристики полученных образцов УМС

Образец	Прочность при истирании, %	Суммарный объём пор, cm^3/g	Объём микропор, cm^3/g	Объём мезопор, cm^3/g	Радиус микропор, нм	Плотность истинная/ кажущаяся, g/cm^3
1- КОН	91	0,45	0,1503	0,01944	0,561	1,96/ 1,00
2- K_2CO_3	90	0,40	0,1544	0,2005	0,585	1,95/1,06

С помощью метода газовой хроматографии проведены исследования разделительной способности образца УМС по модельной газо-воздушной смеси с содержанием CO_2 - 50 % объёме CO_2 при длине хроматографической колонки 2,1 м, расходе газа-носителя (He) 105 cm^3/min . Образец УМС задерживает из газо-воздушной смеси CO_2 в количестве 0,04 cm^3/g , что составило 57 % об. от общего объёма диоксида углерода, пропущенного через колонку. Сорбционная ёмкость УМС составила 0,21 cm^3/g .

Литература

1. Пулеревиц М.Я., Плаченев Т.Г., Тахтамыева Н.Ф., Спогар З.Н. Адсорбционно-разделительные свойства углей, полученных из различного сырья//Сб.: Получение, структура и свойства сорбентов. 1975. Л.: Изд-во ЛТИ. В.3. С.23-29.
2. Farberova E.A., Tingaeva E.A. and Maksimov A.S. Synthesis of Activated Coals with Uniform Pore Structure// Russian Journal of Applied Chemistry. Vol. 88. No. 4. 2015.P. 579-584.
3. Пат.2578147 Способ получения углеродного молекулярного сита. 2016.// Б.И. №8. С.12.

КОМПЛЕКСНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КАМЕННЫХ УГЛЕЙ КУЗБАССА РЯДА МЕТАМОРФИЗМА

Хабибулина Е.Р.^{1,2}, Исмагилов З.Р.¹, Журавлева Н.В.², Созинов С.А.¹,
Лырщиков С.Ю.¹, Фурега Р.И.¹, Хицова Л.М.¹, Потокина Р.Р.²

¹ *Институт углекислоты и химического материаловедения ФИЦ УУХ СО РАН,
Россия, г. Кемерово, e-mail: iccms@iccms.sbras.ru*

² *«Западно-Сибирский испытательный центр», Россия, г. Новокузнецк,
e-mail: main@zsic.ru*

Based on the experimental data established by NMR, EPR, SEM, porosimetry, DTA-TG MS, and extraction methods, complex studies of the physicochemical and structural properties of coals in a series of metamorphism are generalized.

Искапаемые угли являются многокомпонентными системами, соотношение составляющих компонентов определяет их свойства. Описание преобразования структуры угольного вещества и исследование его свойств требует комплексного и систематического подхода. Объектами исследования выбраны образцы Кузнецкого угольного бассейна широкого ряда стадий метаморфизма, включая следующие марки углей: Д, ДГ, ГЖО, Ж, К, КС, ОС.

Существует два основных направления исследования структуры угля. Первое заключается в изучении структуры органической массы угля (ОМУ) физико-химическими методами. По данным СЭМ и порометрии проанализированы параметры структурного состояния образцов, установлена тенденция увеличения объема и размера пор в углях с ростом стадии метаморфизма. Метод ЯМР-спектроскопии показывает изменения в структуре углей – в ряду метаморфизма углей возрастает вклад содержания углерода в структурных фрагментах от ароматических колец; пропорционально уменьшается вклад от алкильных фрагментов и кислородсодержащих групп. Данные зависимости также подтверждаются уменьшением значения g-фактора, рассчитанного методом ЭПР-спектроскопии. Исследования методом ДТА-ТГ МС показали, что в ряду метаморфизма происходит увеличение интервала температур газовой выделения с одновременным «сдвигом» максимумов эффектов в область более высоких температур. Общее количество выделяющихся газообразных продуктов (H_2O , CO , CO_2 , CH_4 , C_2H_4 , бензол, толуол, фенол, нафталин) постепенно уменьшается с увеличением степени метаморфизма.

Другое направление заключается в разделении ОМУ на фрагменты меньшей молекулярной массы экстракцией различными растворителями и в их качественной и количественной идентификации. В данной работе использована методика определения индивидуальных представителей класса полициклических ароматических углеводородов, слагающих органическую массу угля, включающая стадию УЗ-экстракции данных соединений в дихлорметан и их анализ методами высокоэффективной жидкостной хроматографии и газовой хромато-масс-спектрометрии.

Таким образом, впервые комплексно исследованы элементный и петрографический состав, физико-химические, структурные и морфологические свойства углей Кузнецкого угольного бассейна ряда метаморфизма. Использован систематический подход как со стороны объектов исследования, так и со стороны применяемых методов анализа.

ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ГУМИНОВЫХ ПРЕПАРАТОВ

Чайковская О.Н.¹, Юдина Н.В.², Линкевич Е.В.², Савельева А.В.²

¹*Национальный исследовательский Томский государственный университет,
Россия, г. Томск, e-mail: tchon@phys.tsu.ru*

²*Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт
химии нефти СО РАН, Россия, г. Томск*

The report deals with the physico-chemical properties of solutions of humic acids of coal origin. The effect of the concentration of humic acids on their physiological activity was established. It is shown that humic preparations show the highest physiological activity for seed germination at a concentration of 0.01 g/l. The maximum physiological activity of humic acids isolated after mechanoactivation of coal samples is observed at a concentration of 0.005 g/l.

Изучение физико-химических свойств гуминовых кислот (ГК) является актуальной задачей при разработке эффективных гуминовых препаратов, в решении экологических вопросов по детоксикации устойчивых токсичных загрязнителей в водных и почвенных экосистемах. ГК играют важную роль в связывании и дальнейшей биodeградации гидрофобных органических загрязнителей, таких как полиароматические углеводороды и биоциды различного действия, ионы тяжелых металлов. Функциональные группы –COOH и –OH в структуре ГК обладают протонными функциями и являются стимуляторами роста и дыхания растений. Поступление ГК во внутриклеточное пространство растений связано с их адсорбцией и трансформацией на поверхности корней. Следовательно, макроструктурные свойства ГК и физиологическая активность являются взаимосвязанными величинами. Механоактивация углей в присутствии гидроксида натрия способствует снижению молекулярной массы ГК, увеличению количества функциональных групп, уменьшению доли углеводородных фрагментов.

Цель данной работы заключается в изучении влияния концентрации гуминовых кислот угольной природы на их физиологическую активность. Физиологическую активность гуминовых препаратов оценивали по их влиянию на энергию прорастания семян (процент проросших семян за 3÷4 суток) пшеницы негенномодифицированного сорта Самурай, длину корня, высоту стебля проростка и его биомассу по стандартной методике.

Каталаза играет существенную роль в кислородном балансе почвы. Основными оксидоредуктазами, катализирующими процесс гумусообразования, являются полифенолоксидаза и пероксидаза. С применением ГК активность всех изучаемых ферментов к концу эксперимента возросла в 1.5-2.5 раза по сравнению с контролем. Наибольший эффект оказали образцы ГК, полученные из окисленного угля (ОУ) и ГК Aldrich. Показано, что наибольшая физиологическая активность ГК, полученных из ОУ проявилась при концентрации в растворе 0.01 г/л: активировалась энергия прорастания семян, повысилась зеленая масса и масса корней. Максимальная физиологическая активность ГК, полученного из механоактивированного ОУ отмечается при меньшей концентрации 0,005 г/л, по сравнению с ГК, полученных из ОУ.

Результаты были получены в рамках выполнения проекта научного фонда Д.И. Менделеева Томского государственного университета.

ВЛИЯНИЕ «IN-SITU» КАТАЛИЗАТОРА ГИДРОГЕНИЗАЦИИ САПРОМИКСИТОВЫХ УГЛЕЙ БАРЗАСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КУЗБАССА

Чекмарев Е. Н., Дерегуз М. В., Ефимова О. С., Исмагилов З. Р.

*Институт углекислотной и химического материаловедения ФИЦ УУХ СО РАН,
Россия, г. Кемерово, e-mail: echeck1992@gmail.com*

Barzas sapromixites are a valuable solid fuel with a large volatile components yield and can be recycling to synthetic fuels. Ultrasonic dispersion method and surfactant / catalyst solution / dispersion phase variation were produced nanoscale micelles. «In-situ» hydrogenation catalyst with the specified sizes allows to increase yield valuable fraction sapromixites of Barzas deposit a process temperature at 390°C and up to 3,5 MPa hydrogen pressure. Organic matter fractions were determined chemically. A prepared emulsion sample, with a optimal ratio surfactant/hydrocarbon, allows a greater yield of the oil fraction.

Особенности состава органической массы Барзасского сапромиксита позволяет повысить выход жидких углеводородов при каталитической гидрогенизации [1]. Метод обращенных эмульсий для получения прекурсоров катализатора перспективен для получения «in-situ» наноразмерных частиц в реакционной смеси гидрогенизации сапромикситов. В ультразвуковой среде образуют обращенные мицеллы, а размер мицелл устанавливается отношением ПАВ-агент/дисперсионная среда. В реакционной среде происходит нуклеация, рост и образование металлических наночастиц с развитой поверхностью и повышенным количеством активных центров [2]. Эксперименты проводили в 1 литровой установке-реакторе, при температуре процесса 390°C, давлении $H_2 = 3,0-3,5$ МПа, общем давлении $P_{об} = 5,8-7,4$ МПа, время процесса 60 мин., с перемешиванием., катализатор во всех экспериментах $[Ni] = 0,016$ г.(раствор 2,05г). Соотношение сапромиксит/ реагент 1:5. Уголь: фракция 0,1-1,0 мм., $Ad = 20-27\%$, $Wa = 1,0\%$, $Va = 50-60\%$, $H/C = 1,2$ (табл.1).

Таблица 1. Результаты каталитической гидрогенизации

Реакционная смесь, №	ПАВ/ УВ среда, %	Размер мицелл (средн.), нм.	Конверсия ОМУ, %	Выход ОМУ УВ жидких, %	Выход масел, %	Выход смол, %
Без катализатора	-	-	87	74	20	40
№1	1,0	70	89	79	29	36
№2	2,0	60	92	79	22	43
№3	5,0	8	82	75	23	38

Методом определения группового состава продуктов гидрогенизации установлено, что «in-situ» катализатор реакционной смеси №1 увеличивает выход фракции масел с 20 до 29%, №2 – с 20 до 22%, что делает пригодным метод получения частиц из обращенных эмульсий.

Литература

1. Сапропелиты барзасского месторождения Кузбасса, Г. И. Грицко и др. – Новосибирск: ИНГТ СО РАН, 2011. – 126 с.
2. Формирование и свойства наноразмерных частиц катализаторов конверсии тяжелого сырья, диспергированных в углеводородной среде/ Хаджиев С.Н., Кадиев Х.М., Кадиева М.Х. // Катализ в промышленности. - 2014, - № 5. - С. 74-81

ПОДБОР ОПТИМАЛЬНОГО СОСТАВА ТРАВΟΣМЕСЕЙ ДЛЯ РЕКУЛЬТИВАЦИИ ЗЕМЕЛЬ

Шатилов Д.А.

*Федеральный исследовательский центр угля и углекислоты СО РАН,
г. Кемерово, e-mail: dimson42@gmail.com*

The article deals with the issue of increasing the efficiency of land reclamation by selecting the optimal composition of grass mixtures for use in conjunction with artificially created substrates.

В проводимой научной работе исследуется возможность использования отходов углепереработки для технической рекультивации нарушенных земель. В процессе обработки отходов обогащения угля мелкой фракции и осадков сточных вод (ОСВ), относящихся к 5 классу опасности, получается инертный материал черного цвета. Данный материал получил название «рекультивант». В статье рассматривается вопрос увеличения эффективности рекультивации земель путем подбора оптимального состава травосмесей и состава рекультивантов.

При этом общепринятым методом рекультивации нарушенных земель юга Кузбасса является посадка хвойных либо лиственных пород деревьев на предварительно подготовленные для рекультивации участки. Данный вариант не является оптимальным, т.к. древесная растительность не обладает должным потенциалом для почвообразования [1], а практика показывает, что биологический этап рекультивации производится непосредственно на поверхности отвала без нанесения потенциально плодородных пород или плодородного слоя почвы.

При использовании рекультивантов в качестве искусственного субстрата проблема первичного почвообразования остается актуальной, поскольку субстраты техногенного происхождения отличаются грубым механическим составом и низким содержанием органических веществ. Все это может существенно замедлить процесс восстановления земель. Сравнительный анализ рекультивантов и почвогрунтов, характерных для данного района, показал серьезные различия в их составе, что также может негативно влиять на результаты рекультивации.

В данной ситуации подбор оптимального состава травосмесей, обладающих повышенным потенциалом почвообразования, позволит ускорить данный процесс, а соответственно и уменьшить сроки восстановления нарушенных земель.

В результате сформулированы критерии почвообразования, улучшаемые при использовании травосмесей. С их учетом проведен подбор состава травосмесей, эффективность которых будет проверена на экспериментальном этапе исследования в летний сезон 2018 года на одном из угольных разрезов.

Литература

1. Куприянов, А. Н., Манаков Ю. А., Баранник Л. П. Восстановление экосистем на отвалах горно-добывающей промышленности. Новосибирск: Акад. изд-во «ГЕО», 2010. 165 с

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИЗАЦИЯ МАГНИЙ- ФОСФАТНЫХ И КАЛЬЦИЙ-ФОСФАТНЫХ БИОНОВ

**Шишкова Д.К.¹, Кутихин А.Г.¹, Глушкова Т.В.¹, Ефимова О.С.²,
Малышева В.Ю.², Колмыков Р.П.², Попова А.Н.², Исмагилов З.Р.²**

¹*Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Научно-исследовательский институт комплексных проблем сердечно-
сосудистых заболеваний», Россия, г. Кемерово*

²*Институт углекислотной химии и химического материаловедения ФИЦ УУХ СО РАН,
Россия, г. Кемерово*

Кальций-фосфатные бионы (КФБ) формируются в крови человека при ее перенасыщении ионами кальция и фосфора. Защищая организм человека от эктопической кальцификации, КФБ тем не менее обладают токсическим действием на эндотелий и поэтому могут способствовать развитию атеросклероза. В свою очередь, оценка специфичности токсического действия КФБ требует детальной характеристики их физико-химических свойств. В качестве группы сравнения были синтезированы магний-фосфатные бионы (МФБ). После искусственного синтеза в условиях перенасыщения культуральной среды соответствующими солями, ультрацентрифугирования (200,000 x g), растворения в бидистиллированной воде и (при необходимости) лиофильного высушивания был проведен сравнительный анализ КФБ и МФБ методами сканирующей и просвечивающей электронной микроскопии, атомно-силовой микроскопии, энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии, атомно-эмиссионной спектроскопии, CHNSO-анализа, инфракрасной спектроскопии с преобразованием Фурье, спектроскопии комбинационного рассеяния света, рентгеновской дифрактометрии, динамического рассеяния света, электрофореза в полиакриламидном геле с последующим окрашиванием нитратом серебра и газовой хроматографии/масс-спектрометрии. Как КФБ, так и МФБ представляли собой кристаллические сферические частицы губчатой структуры диаметром от 75 до 150 нм и дзета-потенциалом -19,4 - -24,4 мВ и были способны агрегировать в кластеры с общим диаметром от 300 до 1000 нм. КФБ состояли из углерода, кислорода, азота, водорода, кальция и фосфора, а МФБ – из тех же элементов и магния (при этом содержание кальция в них было кратно меньшим и не превышало 1%). Как в КФБ, так и в МФБ были обнаружены фосфатные, карбонатные и гидроксильные группы, однако КФБ состояли из гидроксиапатита и карбонат-гидроксиапатита, а МФБ – из магния фосфат гидрата и хантита. Анализ органического профиля КФБ и МФБ показал, что оба типа частиц обладают сходным белковым профилем и не содержат липидов, углеводов и нуклеиновых кислот. Таким образом, можно сделать вывод, что МФБ являются идеальной группой сравнения для оценки токсичности КФБ, что может быть использовано как в экспериментальной кардиологии, так и в экологии человека.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ) в рамках научного проекта № 17-04-00570 «Оценка специфичности токсического действия кальций-фосфатных бионов на эндотелий».

ИССЛЕДОВАНИЕ КОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА БИТУМОИДОВ БУРОГО УГЛЯ

Шпакодраев К. М., Жеребцов С. И., Исмагилов З. Р.

*Институт углекислотной и химического материаловедения ФИЦ УУХ СО РАН,
Россия, г. Кемерово, e-mail: shpakodraevkm@mail.ru*

A study was conducted of the component composition of bitumoids extracted by successive extraction out of brown coal from the Tyulgan deposit. The study was carried out using methods IR spectroscopy, NMR spectroscopy, Chromato-mass spectrometry.

При обработке бурого угля различными органическими растворителями получают экстракты, которые принято называть битумами. Состав и количество экстрагируемых битумов зависит от способа проведения экстракции, от химической природы используемых растворителей и обрабатываемых бурых углей [1].

На сегодняшний день основным продуктом экстракционной переработки бурых углей является горный воск и соли гуминовых кислот (гуматы), смоляная же часть считается отходом [2]. Наряду с этим в битумах в больших количествах обнаружены различные биологически активные вещества, которые могут найти применение в сельском хозяйстве, косметике и медицине. Помимо этого присутствует большое количество неуставленных соединений [3].

В работе проведено исследование компонентного состава образцов битумоидов бурого угля. Битумы были получены из бурого угля Тюльганского месторождения, путем последовательной экстракции органическими растворителями: этанол, н-гептан, спиртобензол. В дальнейшем было произведено разделение полученных экстрактов на омыляемые и неомыляемые составляющие.

Дальнейшие исследования экстрактов велись с применением методов ИК-спектроскопии, ЯМР-спектроскопии, Хромато-масс-спектрометрии. Применение данных методов позволило получить первые представления о компонентном составе исследуемых битумоидов.

Работа выполнена с использованием оборудования Кемеровского регионального центра коллективного пользования ФИЦ УУХ СО РАН.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 18-43-420003 р_а «Развитие научных основ глубокой переработки бурых углей с целью создания препаратов для рекультивации нарушенных земель».

Литература

1. Белькевич, П.И. Битумы торфа и бурого угля / П.И. Белькевич, Н.Г. Голованов, Е.Ф. Долидович. – Мн.: Наука и техника, 1989. – 125 с.
2. Жеребцов С.И. Модифицирование спиртами органической массы бурых углей / С.И. Жеребцов, Н.В. Малышенко, З.Р. Исмагилов // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2017. – № 1. – С. 128-133.
3. Жеребцов С.И. Алкилирование спиртами твердых горючих ископаемых низкой степени углефикации: дис. ... д-ра. химических наук. Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва, 2017.

ПРИМЕНЕНИЕ ФИТОМЕЛИОРАТИВНОЙ ТЕХНОЛОГИИ РЕКУЛЬТИВАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕТРАДИЦИОННЫХ СИДЕРАЛЬНЫХ КУЛЬТУР НА ПОРОДНЫХ ОТВАЛАХ УГЛЕДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Яковченко М.А., Косолапова А.А.

*ФГБОУ ВО «Кемеровский государственный сельскохозяйственный
институт», Россия, г. Кемерово, e-mail: mara.2002@mail.ru*

В статье представлены результаты исследования растений сидератов всех видов, определено, что лучшие результаты роста при внесении в субстрат гидрогеля, а особенно при его внесении в глинистый грунт, что объясняется количеством влаги в субстрате, глинистые грунты более гигроскопичны, а применение гидрогеля в соответствии с его физико-химическими особенностями еще более значительно увеличивает влагоемкость субстрата.

Основные задачи биологической рекультивации – возобновление процесса почвообразования, повышение самоочищающей способности почвы и воспроизводство биоценозов. Формирование растительного покрова на отвалах вскрышных работ идет очень медленно – от 5 до 10-15 лет из-за сложного, изменяющегося во времени рельефа поверхности отвала, бедности горных пород питательными веществами, неустойчивости водного и теплового режимов [1, 2]. Особенно актуальна проблема рекультивации для Кемеровской области, где ежегодно в результате ведения горных работ, строительства дорог, производственных и иных объектов постоянно происходит разрушение естественного покрова. Средняя площадь ежегодно нарушаемых в регионе земель - 1118 га.

В 2016 году сотрудниками и учеными Кемеровского ГСХИ на территории угольного разреза ОАО «Шахта №12» города Киселевска Кемеровской области был заложен опыт согласно схеме.

По результатам исследования растения сидераты всех видов показали лучшие результаты роста при внесении в субстрат гидрогеля, а особенно при его внесении в глинистый грунт. Это объясняется количеством влаги в субстрате, глинистые грунты более гигроскопичны, а применение гидрогеля в соответствии с его физико-химическими особенностями еще более значительно увеличивает влагоемкость субстрата.

Практически все культуры показали наибольшее увеличение наземной части растения при применении гидрогеля с глинистым грунтом, высота растений увеличилась в 2,5 раза. Прибавку длины корня в варианте с применением гидрогеля на глинистых субстратах показали растения фацелии, давшей прирост корня в 2,5 раза. Увеличение зеленой массы в смесях сидеральных культур по вариантам опыта не значительно, тогда как при монопосеве эспарцет, кострец, гречиха показали наибольшую прибавку зеленой массы относительно контроля и других вариантов.

Таким образом, на основании проведенных исследований можно утверждать, что внесение гидрогеля в техногенно нарушенные почвы благоприятно отражается на росте и развитии растений сидеративных культур.

Литература

1. Просяникова, О.И. Антропогенная трансформация почв Кемеровской области: монография / О.И. Просяникова. - Кемерово: ИИО Кемеровский ГСХИ, 2005. – 300 с.
2. Артемьев, В.Б. Основные положения стратегии развития угольной промышленности России / В.Б. Артемьев // Уголь. - 2004. - №2. - С. 3-7.

INTERACTION BETWEEN INHERENT COAL MINERALS AND CATALYSTS DURING MONGOLIAN COAL GASIFICATION

Jambaljamts Gan-erdene, Enkhsaruul Byambajav

*Laboratory of Clean Energy Technology Development, Department of Chemistry,
School of Arts & Sciences, National University of Mongolia, Ulaanbaatar, Mongolia*

Generally coal gasification processes in the IGCC plant is performed at very high temperature of $>1100^{\circ}\text{C}$. Many researchers are trying to decrease an energy consumption for gasification process using by inexpensive catalysts. It is known well that the catalyst reacts with coal minerals, and then losses its activity. Mongolian coals include high ash contents with different compositions. This study aims to determine phenomena of catalyst activity loss in a correlation with interaction between inherent minerals and catalyst during Mongolian coal gasification.

Five kinds of Mongolian coals with sizes of 0.15-0.074 mm were used. Proximate analysis of the coal were determined as shown here: moisture -5.16%, ash -7.45%, volatile -41.6% (ad). The impregnation method was used to mix the Na_2CO_3 and/or iron ore with ethanol solution of coal sample. Then the ethanol mixture of catalyst and coal was evaporated, and dried at 100°C for 2 h. 0.5 g of prepared sample was pyrolyzed at 800°C for 10 min in a flow of argon, then gasified in-situ under atmospheric pressure, at the same temperature as pyrolysis's, for 30, 45 or 60 minutes in a flow of steam and argon (1:1) of 200 ml/min. Residue samples after reaction were washed by water to separate the remained sodium carbonate. The solid residues and washed liquid were respectively analyzed by XRD and XRF methods to determine the amounts of live and inactivated catalysts.

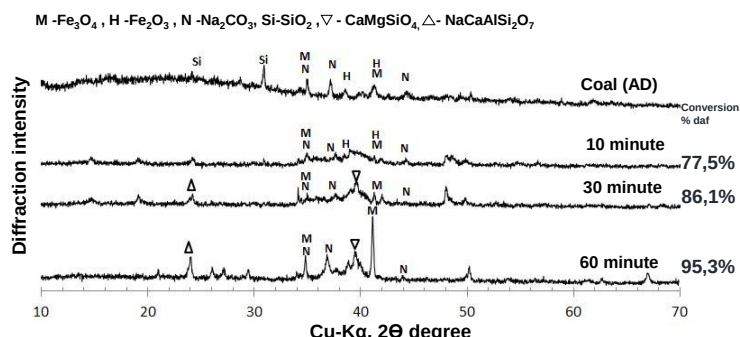


Figure 1. XRD profiles of AD coal and solid residues after gasification of AD coal with Na-Fe catalyst for different residence time

The XRD analyses of gasification residues after Na or Na-Fe loaded coal gasification identified small peaks of sodium carbonate catalyst and new species formed by reactions between Na- or Na-Fe catalyst and coal minerals. The solid residues after different holding time of steam gasification show that when coal was completely gasified, the remained catalyst interacted intensively with coal minerals. In case of Na single catalyst use, the high amount of inherent calcium and silica reacted with sodium catalyst easily, however, in case of Na-Fe catalyst use, the interaction between inherent calcium and catalyst was weakened, as shown in Figure 1. It is supposed that because of strong synergetic effect in Na-Fe catalyst, the activity loss of sodium catalyst by coal minerals decreased, and worked intensively compared to Na single catalyst.

О ПАРТИНГЕ ПЛАСТА УЛУГ КАА-ХЕМСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Янчат Н.Н., Тас-оол Л.Х.

*Тувинский институт комплексного освоения природных ресурсов СО РАН,
Россия, Республика Тыва, г. Кызыл,
e-mail: janchat62@mail.ru*

Впервые описана геохимическая особенность внутрипородного прослоя угольного пласта Улуг на территории Каа-Хемского месторождения.

Исследованы две пробы партинга из угольного пласта Улуг с разрабатываемых участков "Север" и "Юг". Мощность партинга на участке Север 3 см и 5 см на участке Юг. Элементный состав пород исследован на рентгенофлуоресцентном анализаторе (РФА) и масс-спектрометре с индуктивно связанной плазмой (ICP-MS). Минералогический состав партинга изучен на микроскопе ПОЛАМ Л-213М в проходящем свете.

Зольность (A^d) партинга составила на северном участке 51%, на южном 52%, потери при прокаливании (*п.п.п.*) составили 50% и 57% соответственно. На северном участке партинг на ~90% состоит из кальцита разной степени кристалличности и ~10% углистого вещества. На южном участке породный прослой катаклазирован и 40% разбавлен углистым веществом. Существенно карбонатный состав внутрипластового породного прослоя является одной из геохимических особенностей угольного пласта Улуг. Содержания (мас. %) Fe_2O_3 (4.7 и 3.1), CaO (24.5 и 36.2), MgO (2.5 и 2.7) в северном и южном образцах, соответственно, различаются незначительно. Вместе с тем, заметна большая контрастность в содержаниях SiO_2 – 15.4% на северном участке против 0.3% на южном, а также Al_2O_3 – 1.8% и 0.3%, TiO_2 – 0.3% и 0.01%, K_2O – 0.3% и 0.01%. В целом, по химическому составу северный партинг представлен анкеритовым известняком (магниево-железо-кремнево-кальциевый), южный партинг – кальциевым известняком (магниево-железо-кальциевый). Карбонатный породный прослой угольного пласта Улуг на северном и южном участках характеризуется высоким содержанием (г/т) Sr (2563 и 3538 соответственно), Mn (1108 и 2882) и Ba (900 и 760), что существенно выше кларка Sr (в 7–9 раз), Mn (в 2–4 раза), Ba (в 2 раза) в безугольных карбонатных породах [1]. Также, к элементам-примесям, превышающим их кларки в карбонатных породах, относятся Zn (в 4-3 раз), Sb (в 6-2 раз) и Bi (в 8-4 раз).

Поскольку Sr, Ba, Mn(II) обладают химическим сродством к аутигенному Ca, можно ожидать, что их соединения, привнесенные в углеобразующий торфяник, соосаждались с кальцитом. Формирование породного прослоя по типу Sr, Mn, Ba-содержащих карбонатов может быть связано, кроме того, с переносом последних потоком отжимаемых из торфяного и/или угольного пласта кислых вод в направлении щелочного геохимического барьера (партинга).

Литература

1. Григорьев Н.А. О кларковом содержании химических элементов в верхней части континентальной коры. // Литосфера, 2002, № 1, с. 61–71.

Для заметок

Для заметок

Для заметок

Для заметок

**VII Международный российско-казахстанский симпозиум
«Углекислотная химия и экология Кузбасса»**

Сборник тезисов докладов

Ответственный редактор – член-корр. РАН Исмагилов З.Р.

***Тезисы докладов участников подвергнуты мягкой
редакторской правке, ответственность за содержание
тезисов остается за авторами***

Научное издание

Составитель, компьютерная
обработка, обложка

Гаврилюк О.М.

Подписано в печать 26.09.2018. Заказ № 45.
Формат 60х84/8. Усл. печ. л. 14. Тираж 200 экз.
Отпечатано в издательском отделе Института катализа СО РАН
630090, Новосибирск, просп. Академика Лаврентьева, 5