

ИНСТИТУТ УГЛЕХИМИИ  
И ХИМИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ СО РАН  
КЕМЕРОВСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР СО РАН  
ИНСТИТУТ КАТАЛИЗА ИМ. Г.К.БОРЕСКОВА СО РАН  
КЕМЕРОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
КУЗБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
АДМИНИСТРАЦИЯ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ  
ЗАО «ЭКСПО-СИБИРЬ»

## Международный симпозиум «Углекимиия и экология Кузбасса»



Кемерово  
22-24 сентября 2011 г.

# Международный симпозиум «Углекислота и экология Кузбасса»



Сборник тезисов докладов

Кемерово  
22-24 сентября 2011 г.

## **Программный комитет**

### **Сопредседатели**

*академик РАН Конторович Алексей Эмильевич, КемНЦ, СО РАН*

*академик РАН Пармон Валентин Николаевич, ИК СО РАН*

### **Члены Программного комитета:**

*д.п.н. Руднева Елена Леонидовна, Администрация КО*

*член-корр. РАН Лихолобов Владимир Александрович, ИППУ СО РАН*

*член-корр. РАН Захаров Юрий Александрович, ИУХМ СО РАН*

*д.м.н. Глушков Андрей Николаевич, ИЭЧ СО РАН*

*д.т.н. Зайденварг Валерий Евгеньевич, ИНКРУ*

*д.х.н. Кузнецов Борис Николаевич, ИХХТ СО РАН*

*д.х.н. Кузнецов Петр Николаевич ИХХТ СО РАН*

*д.х.н. Кряжев Юрий Гаврилович, ИППУ СО РАН*

*д.т.н. Носков Александр Степанович, ИК СО РАН*

*к.т.н. Медяник Валентина Сергеевна, ФГУП «Завод полукоксования»*

*к.т.н. Мишанин Сергей Владимирович, ВНИИЭФ*

*к.э.н. Субботин Сергей Павлович, ОАО «Кокс»*

*д.х.н. Трясунов Борис Григорьевич, КузГТУ*

## **Организационный комитет**

**Председатель:** *Исмагилов Зинфер Ришатович, д.х.н. ИУХМ СО РАН*

**Зам. председателя:** *Жеребцов Сергей Игоревич, к.х.н. ИУХМ СО РАН*

**Секретарь:** *Еременко Анастасия Николаевна, к.х.н. ИУХМ СО РАН*

СОДЕРЖАНИЕ	Стр.
<b>Исмагилов З. Р.</b> <i>Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН, Кемерово</i>	10
<b>О СОСТОЯНИИ ОСНОВНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ РАЗВИТИЯ УГЛЕХИМИИ В КУЗБАССЕ</b>	
<b>Grzegorz Labojko, Ph.D., Marek Sciazko, Ph.D., Ewelina Ksepko, Ph.D.,</b> <i>Institute for Chemical Processing of Coal, Zabrze, Poland.</i>	16
<b>NOVEL NATURAL OXYGEN CARRIERS FOR EFFECTIVE CHEMICAL LOOPING COMBUSTION</b>	
<b>Медяник В.С.,</b> <i>ООО «Завод полукоксования», г. Ленинск-Кузнецкий,</i>	17
<b>ПОЛУКОКСОВАНИЕ УГЛЕЙ В КУЗБАССЕ: СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ</b>	
<b>Андрейков Е. И.,</b> <i>Институт органического синтеза им. И.Я. Постовского УрО РАН и ФГУП ВУХИН, Екатеринбург</i>	22
<b>СЫРЬЕ ДЛЯ УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ ПРОДУКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ УГЛЯ</b>	
<b>Enkhsaruul Byambajav, Yu Hanaoka, Yasuo Ohtsuka,</b> <i>National University of Mongolia, Ulaanbaatar, Mongolia, Tohoku University, Sendai, Japan</i>	23
<b>CATALYTIC GASIFICATION OF LOW RANK COAL</b>	
<b>Бервено В. П.,</b> <i>Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН, Кемерово</i>	24
<b>ЗНАЕМ ЛИ МЫ УГОЛЬ? (ОСОБЕННОСТИ СОСТАВА И СВОЙСТВ НАТИВНОГО ПЛАСТОВОГО УГЛЯ)</b>	
<b>Школлер М. Б.,</b> <i>Сибирский Государственный Индустриальный Университет, Новокузнецк</i>	26
<b>ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ КОКСОХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ</b>	
<b>Рокосов Ю.В. Рокосова В.Ю.,</b> <i>Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН, Кемерово</i>	27
<b>НАУКА О САПРОПЕЛИТОВЫХ УГЛЯХ ДЛЯ РАЗВИТИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В РЕГИОНЕ</b>	
<b>Жеребцов С. И., Исмагилов З.Р.,</b> <i>Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН, Кемерово</i>	28
<b>МОДИФИЦИРОВАНИЕ ТВЕРДЫХ ГОРЮЧИХ ИСКОПАЕМЫХ НИЗКОЙ СТАДИИ МЕТАМОРФИЗМА АЛКИЛИРОВАНИЕМ СПИРТАМИ</b>	
<b>Бервено А. В., Бервено В.П.,</b> <i>Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН, Кемерово; Институт химии твёрдого тела и механохимии СО РАН, Новосибирск</i>	29
<b>ФОРМИРОВАНИЕ МОЛЕКУЛЯРНЫХ ПОР В ЭЛЕМЕНТАРНЫХ</b>	

<b>НАНОФРАГМЕНТАХ АНТРАЦИТА ЛИСТВЯНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КУЗБАССА</b>	
<b>Ионе К.Г.</b> ЗАО <i>Сибирская технологическая компания «Цеосит»</i> , Новосибирск	<b>31</b>
<b>СПОСОБЫ ПЕРЕРАБОТКИ УГЛЯ (И МЕТАНА УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ) В МОТОРНЫЕ ТОПЛИВА</b>	
<b>Субботин С.П., Авдюшкин В.Н.</b> , ОАО «Кокс», Кемерово	<b>33</b>
<b>ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ РАБОЧИХ МСТ В УСЛОВИЯХ КОКСОХИМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА</b>	
<b>Кузнецов П. Н., Кузнецова Л.И., Колесникова С.М.</b> , <i>Институт химии и химической технологии СО РАН, Красноярск</i>	<b>38</b>
<b>НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ЭФФЕКТИВНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ БУРЫХ УГЛЕЙ В ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫЕ ГАЗООБРАЗНЫЕ И ЖИДКИЕ ТОПЛИВА И УГЛЕРОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ</b>	
<b>Федорчак М.А., Кузнецов П.Н., Тарасова Л.С.</b> , <i>Институт химии и химической технологии СО РАН, Красноярск, Красноярский научный центр СО РАН</i>	<b>39</b>
<b>ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ КОМПОНЕНТОВ В БУРОМ УГЛЕ НА ЕГО АКТИВНОСТЬ В ПРОЦЕССЕ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ОКИСЛИТЕЛЬНОЙ ДЕСТРУКЦИИ</b>	
<b>Субботин С. П., Солодянкин С.С.</b> , ОАО «Кокс», Кемерово	<b>40</b>
<b>ИССЛЕДОВАНИЕ ИСТОЧНИКОВ ВЫБРОСОВ КАМЕННОУГОЛЬНОЙ ПЫЛИ НА РАБОЧИХ МЕСТАХ В УГЛЕПОДГОТОВИТЕЛЬНОМ ЦЕХА ОАО «КОКС»</b>	
<b>Субботин С.П., Неведров А. В., Папин А.В.</b> , ОАО «Кокс», Кемерово	<b>40</b>
<b>ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЯ ФЛУОРЕНОВОЙ ФРАКЦИИ ИЗ ПОГЛОТИТЕЛЬНОГО МАСЛА</b>	
<b>Колесникова С. М., Каменский Е.С., Кузнецов П.Н.</b> , <i>Институт химии и химической технологии СО РАН, Красноярск</i>	<b>48</b>
<b>ПОЛУЧЕНИЕ ЖИДКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ ИЗ БУРЫХ УГЛЕЙ ПУТЕМ ДЕСТРУКТИВНОЙ ГИДРОГЕНИЗАЦИИ НА ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩЕМ КАТАЛИЗАТОРЕ</b>	
<b>Zbigniew Robak, Ph.D., Slawomir Stelmach, Ph.D., Andrzej Mianowski, Prof.</b> , <i>Institute for Chemical Processing of Coal, Zabrze, Poland</i>	<b>49</b>
<b>EFFECT OF INCREASED PRESSURE ON CO<sub>2</sub> REACTIVITY OF COALS</b>	
<b>Бервено В. П., Бервено А.В., Близнюк А.А., Брюховецкая Л.В., Григорьев В.М., Лырщиков С.Ю.</b> , <i>Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН, Кемерово; Институт химии твёрдого тела и механохимии СО РАН, Новосибирск</i>	<b>50</b>
<b>НАНОСТРУКТУРА И СВОЙСТВА УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ</b>	
<b>Полубояров В. А., Андрюшкова О.В.</b> , <i>Институт химии твердого тела и</i>	<b>52</b>

*механохимии СО РАН, Новосибирск, НГТУ*

**ПРИРОДА ПАРАМАГНЕТИЗМА И ОПТИЧЕСКОГО ПОГЛОЩЕНИЯ  
ПИРОЛИЗОВАННЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ И ПРОДУКТОВ  
ПЕРЕРАБОТКИ УГЛЕЙ**

**Антипенко Л.А.**, ОАО «Сибницуголеобогащение», Прокопьевск **53**

**ПРИМЕНЕНИЕ ДИСТИЛЛЯТНЫХ ФРАКЦИЙ ЖИДКОФАЗНОГО  
ГИДРОГЕНИЗАТА УГЛЯ В КАЧЕСТВЕ ФЛОТАЦИОННЫХ РЕАГЕНТОВ**

**Семенова С. А., Гаврилюк О. М., Исмагилов З. Р.**, *Институт углехимии и  
химического материаловедения СО РАН, Кемерово* **54**

**ОКИСЛИТЕЛЬНОЕ МОДИФИЦИРОВАНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ПРОДУКТОВ  
КОКСОВАНИЯ**

**Барнаков Ч.Н., Хохлова Г.П., Ефимова О.С., Исмагилов З.Р.**, *Институт  
углехимии и химического материаловедения СО РАН, Кемерово* **55**

**ИЗМЕНЕНИЕ РЕАКЦИОННОСТИ УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ В  
ЗАВИСИМОСТИ ОТ СТРУКТУРНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ И ПРИСУТСТВИЯ  
НЕОРГАНИЧЕСКИХ ДОБАВОК**

**Цыганова С. И., Патрушев В.В., Королькова И.В., Фетисова О.Ю.,  
Бондаренко Г.Н., Каргин В.Ф., Великанов Д.А.**, *Институт химии и химической  
технологии СО РАН, Красноярск* **56**

**СИНТЕЗ ФЕРРОМАГНИТНЫХ УГЛЕРОДНЫХ СОРБЕНТОВ ДЛЯ  
ИЗВЛЕЧЕНИЯ БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ**

**Волоскова Е.В., Полубояров В.А.**, *Институт химии твердого тела и механохимии  
СО РАН, Новосибирск* **57**

**ВЛИЯНИЕ МЕХАНОХИМИЧЕСКОЙ И ХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА  
СВОЙСТВА УГЛЕЙ**

**Волоскова Е.В., Полубояров В.А.**, *Институт химии твердого тела и механохимии  
СО РАН, Новосибирск* **58**

**ВЛИЯНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ УГЛЕЙ НА СТАБИЛЬНОСТЬ ИХ  
ВОДНЫХ СУСПЕНЗИЙ**

**N.Davaajav, B.Gantumur**, *Coal research center, School of Chemistry and Chemical  
Engineering, Mongolia, Department of Chemistry, Hovd University* **59**

**MINERALS IN COAL OF SOME DEPOSITS ON WESTERN REGION OF  
MONGOLIA**

**Андроханов В. А., Соколов Д.А.**, *Институт почвоведения и агрохимии СО РАН,  
Новосибирск* **60**

**ПРОЦЕССЫ ОКИСЛЕНИЯ В ОТВАЛАХ КАМЕННОУГОЛЬНЫХ РАЗРЕЗОВ  
КУЗБАССА**

<b>Манина Т. С., Семенова С.А., Федорова Н.И., Болтнева А.В., Исмагилов З.Р.,</b>	<b>61</b>
<i>Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН, Кемерово</i>	
<b>ПОЛУЧЕНИЕ УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ ЕСТЕСТВЕННООКИСЛЕННЫХ УГЛЕЙ</b>	
<b>Столбоушкин А. Ю., Мочалов С.П., Стороженко Г.И., Никитин А.И.,</b>	<b>62</b>
<i>Сибирский государственный индустриальный университет, Новокузнецк, ООО «Баскей», Новосибирск</i>	
<b>РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ УГЛЕБОГАЩЕНИЯ КУЗБАССА</b>	
<b>Бяков А.Г., Петров И.Я., Трясунов Б.Г.,</b>	<b>63</b>
<i>Кузбасский государственный технический университет, Кемерово,<sup>2</sup> Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН, Кемерово</i>	
<b>ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ КАТАЛИЗАТОР ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ РЕСУРСОВ БЕНЗОЛА В ПРОДУКТАХ ПЕРЕРАБОТКИ УГЛЯ</b>	
<b>Вагнер С. Э., Бунеева Е.И., Трясунов Б.Г.,</b>	<b>64</b>
<i>Кузбасский государственный технический университет, Кемерово</i>	
<b>НЕТРАДИЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ОЧИСТКИ СЫРОГО КОКСОХИМИЧЕСКОГО БЕНЗОЛА</b>	
<b>Бутакова В. И., Посохов Ю.М., Попов В.К.,</b>	<b>65</b>
<i>ФГУП «ВУХИН», Екатеринбург</i>	
<b>МЕХАНИЗМ ОКИСЛЕНИЯ УГЛЕЙ КИСЛОРОДОМ, ВЕДУЩИЙ К ИХ САМОВОЗГОРАНИЮ</b>	
<b>Воропаева Т. Н.,</b>	<b>68</b>
<i>ОАО «Западно-Сибирский испытательный центр», Новокузнецк</i>	
<b>ЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ УГЛЕЙ, СОВРЕМЕННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ</b>	
<b>Журавлева Н. В., Иваныкина О.В.,</b>	<b>69</b>
<i>ОАО «Западно-Сибирский испытательный центр», Новокузнецк</i>	
<b>ИЗУЧЕНИЕ ТОКСИЧНОСТИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ ГОРНОДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ</b>	
<b>Журавлева Н. В., Потокина Р.Р.,</b>	<b>70</b>
<i>ОАО «Западно-Сибирский испытательный центр», Новокузнецк</i>	
<b>ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТАНА В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ НА ГРАНИЦАХ САНИТАРНО-ЗАЩИТНЫХ ЗОН ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ</b>	
<b>Старыгина А. Ю., Ефремова С.Ю., Хватова О.А.,</b>	<b>71</b>
<i>ОАО «Западно-Сибирский испытательный центр», Новокузнецк</i>	
<b>АНАЛИЗ МАКРО- И МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В УГЛЯХ</b>	
<b>Нурмухаметов Д. Р., Адуев Б.П.,</b>	<b>72</b>
<i>Институт углехимии и химического</i>	

материаловедения СО РАН, Кемерово

**ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ КОМПОЗИЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ НА ОСНОВЕ  
ТЕТРАНITРОПЕНТАЭРИТРИТА И НАНОРАЗМЕРНЫХ ЭНЕРГОЕМКИХ  
ЧАСТИЦ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В СИСТЕМАХ ДИСТАНЦИОННОГО  
ИНИЦИИРОВАНИЯ ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ**

Самаров А. В., Барнаков Ч.Н., Козлов А.П., Ефимова О.С., Исмагилов 73

З.Р., Адуев Б.П., Белокуров Г.М., Пузынин А.В., *Институт углехимии и*

*химического материаловедения СО РАН, Кемерово*

**РАЗРАБОТКА НАНОПОРИСТОГО УГЛЕРОДНОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ  
ИОНИСТРОВ И ИСПЫТАНИЕ В ЛАБОРАТОРНОЙ МОДЕЛИ**

Исхаков Х. А., *Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН,* 75

*Кемерово*

**ВОЗМОЖНОСТЬ ПОЛУЧЕНИЯ ТРОТУАРНОЙ ПЛИТКИ ИЗ ЗОЛЫ УНОСА**

Близнюк А. А., Бервено В.П., Григорьев В.Г. *Институт углехимии и* 76

*химического материаловедения СО РАН, Кемерово; Институт химии твёрдого тела и*

*механохимии СО РАН, Новосибирск*

**ПАРАМАГНИТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЕКА И ВОЛОКНА ИЗ НЕГО**

Юхтаров С. А., Подъячева О.Ю., Кряжев Ю.Г., Боронин А.И., Ушаков В.А., 78

Ищенко А.В., Исмагилов З.Р., *Институт катализа им. Г. К. Борескова СО РАН,*

*Новосибирск*

**КОБАЛЬТ-СОДЕРЖАЩИЕ КОМПОЗИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ  
УГЛЕРОДНЫХ НАНОВОЛОКОН ДОПИРОВАННЫХ АЗОТОМ**

Григорьев В. М., Бервено В.Н., Корниевич М.В., Щукин Л.И., *Институт* 79

*углехимии и химического материаловедения СО РАН, Кемерово, Институт химии*

*твёрдого тела и механохимии СО РАН, Новосибирск*

**ОСОБЕННОСТИ ОКИСЛЕНИЯ В КИСЛОРОДНОЙ ПЛАЗМЕ**

**АРОМАТИЧЕСКИХ МОЛЕКУЛ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ФРАГМЕНТОВ**

**КАМЕННОУГОЛЬНОГО ПЕКА**

Толмачева Т. В., Бервено В.П., Григорьев В.Н., *Институт углехимии и* 82

*химического материаловедения СО РАН, Кемерово*

**ИЗУЧЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ТЕМПЕРАТУРЫ РАЗМЯГЧЕНИЯ ПЕКА-  
СВЯЗУЮЩЕГО ОТ СВОЙСТВ КОМПОНЕНТОВ СМЕСИ**

Тулупов М.И., Басарова А.Ж., Кудабаева А., Абдразаков О.Ч., Оркен О., 83

Мансуров З.А., *ИОКЭ им. Д.В. Сокольского, КазНУ им. аль-Фараби, Алматы*

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО СОСТАВА КАТАЛИЗАТОРА**

**ПОГЛОЩЕНИЯ ВОДОРОДА ПРИ ГИДРИРОВАНИИ УГЛЯ**

Тулупов М.И., Ешова Ж.Т., Басарова А.Ж., Кудабаева А., Абдразаков О.Ч., 84



<b>Оркен О., Мансуров З.А., ИОКЭ им. Д.В. Сокольского, КазНУ им. аль-Фараби, Алматы</b> <b>ЭКСТРАКЦИЯ ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ БУРОГО УГЛЯ КИЯКТИНСКОГО</b> <b>МЕСТОРОЖДЕНИЯ</b>	
<b>Тулепов М.И., Басарова А.Ж., Кудабаева А., Абдразаков О.Ч., Оркен О.,</b> <b>Мансуров З.А., ИОКЭ им. Д.В. Сокольского, КазНУ им. аль-Фараби, Алматы</b> <b>ПОДБОР НОСИТЕЛЕЙ И КАТАЛИЗАТОРОВ ГИИИДРИРОВАНИЯ УГЛЯ</b> <b>КИЯКТИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ</b>	<b>85</b>
<b>Мун С. А., Ларин С.А., Институт экологии человека СО РАН, Кемерово</b> <b>ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРОМЫШЛЕННЫМИ ОТХОДАМИ</b> <b>И ОНКОЛОГИЧЕСКАЯ ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ КЕМЕРОВСКОЙ</b> <b>ОБЛАСТИ</b>	<b>86</b>
<b>Кошелев Е.А., Швед Е.С., Фрицлер В.К., ОАО «Кокс», Кемерово</b> <b>ОПТИМИЗАЦИЯ СОСТАВА УГОЛЬНОЙ ШИХТЫ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ КОКСА</b> <b>ПОВЫШЕННОГО КАЧЕСТВА</b>	<b>89</b>
<b>Керженцев М.А., Подъяева О.Ю., Барнаков Ч.Н., Самаров А.В.,</b> <b>Исмагилов З.Р. Институт катализа СО РАН, Новосибирск, Институт углехимии и</b> <b>химического материаловедения СО РАН, Кемерово</b> <b>СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ УГЛЕРОДНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ ДЛЯ</b> <b>ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ,</b>	<b>90</b>
<b>Wei Min Hao, Alexander Petkov, Bryce Nordgren, Rachel E. Corley,</b> <b>Shawn P. Urbanski, US Forest Service, RMRS Fire Sciences Laboratory, Missoula, MT 59803</b> <b>FIRE ACTIVITY IN NORTHERN EURASIA FROM 2002 TO 2010</b>	<b>91</b>

# О СОСТОЯНИИ ОСНОВНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ РАЗВИТИЯ УГЛЕХИМИИ В КУЗБАССЕ

Исмагилов З.Р.

*Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН  
650000 Россия, Кемерово, Советский пр. 18*

В советский период научное сопровождение развития угольной отрасли было возложено, в основном, на отраслевые научно-исследовательские институты, которые сегодня в новых политико-экономических условиях минимизировали научную деятельность и переориентировались на проектно-изыскательские работы. В настоящее время в России нет ни одного крупного института, обеспечивающего научное сопровождение инновационного развития угольной промышленности и углехимии. Это существенно ограничивает конкурентоспособность отечественных предприятий, делает их зависимыми от импортных технологий и техники.

Кузбасс - богатый коксующимися и энергетическими углями регион России, и в ближайшие десятилетия он будет работать как главная угольная база страны. Для научного обеспечения и успешного решения стоящих перед Кемеровской областью проблем Российская академия наук, её Сибирское отделение и Администрация Кемеровской области приняли решение об усилении работы Кемеровского научного центра СО РАН. Постановлением Президиума РАН № 47 от 09 марта 2010 г. на базе химических подразделений Института угля и углехимии СО РАН и Кемеровского филиала Института химии твердого тела и механохимии СО РАН создан Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН (ИУХМ СО РАН). Основные научные направления Института определены как глубокая переработка угля, углехимия и химия углеродных материалов, композитов и наноструктур. С августа 2010 г. – именно в этом месяце начал свою работу Институт – Дирекция и Ученый совет Института, с участием руководства Президиума КемНЦ СО РАН, наметили меры по усилению кадрового состава научных сотрудников, определили главные векторы фундаментальных и прикладных исследований в утвержденных для Института рамках основных научных направлений, а также провели ряд других необходимых мероприятий, обеспечивающих эффективное функционирование нового научного учреждения.

Надо отметить, что Кузбасс на сегодняшний день, является монопрофильным регионом по сырью, имеет узкую специализацию промышленности, в регионе явно преобладает экспорт сырья, что обуславливает наличие значительных затрат на перевозку, фактически, пустой породы и воды. Кроме того, имеется и целый спектр экологических проблем, как в населенных пунктах, так и в местах добычи угля. Поэтому основным подходом в инновационном развитии угольной промышленности должна быть разработка энергоэффективных и экологически чистых технологий глубокой переработки углей, включающая решение следующих задач:

- переход от экспорта первичных сырьевых ресурсов к экспорту продуктов их глубокой переработки;

- освоение технологий глубокой переработки угля с производством уникальной дорогостоящей малотоннажной продукции и производством востребованной многотоннажной продукции;

- восстановление и развитие научного и кадрового потенциала Кузбасса в области углехимии.

Для своей внутренней работы мы классифицировали технологии переработки углей на следующие группы:

- термические методы (полукоксование, коксование) с получением металлургического кокса, полукокса, бездымного топлива, пека, жидких продуктов и полупродуктов, сорбентов;
- химические методы (модификация, экстракция, терморастворение, окисление, гидрирование) с получением моторного топлива, гуматов, восков, жирных, ароматических и алифатических кислот, сульфоуглей, пеков;
- газификация (подземная газификация, газификация в реакторах) с получением топливного газа, синтез-газа, жидких химических полупродуктов, моторного топлива;
- химическая переработка шахтного метана с получением бензола, водорода, углеродных наноматериалов;
- утилизация золы с целью извлечения редкоземельных металлов и производства стройматериалов, дорожного покрытия.

Если говорить о сегодняшней ситуации по использованию угля, то в России это, главным образом, энергетическая переработка угля, т.е. получение тепла и электроэнергии. Сегодня во всём мире идёт переоснащение

предприятий по переработке угля по так называемой схеме комбинированного цикла с внутренней газификацией. Это означает организацию экологически чистого сжигания топлива, основанного на том, что сначала твёрдое топливо газифицируется, далее летучие (газообразные) продукты сжигаются на газовой турбине, а всё избыточное тепло используется на паровой турбине. Таким образом, достигается максимальное использование теплотворной способности угля с минимальным количеством выбросов в окружающую среду.

Что касается нетрадиционного использования угля, то во многих странах имеется большое количество производств, направленных на получение метанола, диметилового эфира, олефинов, синтез-газа, гликолей, бензола и других веществ. Например, большое количество подобных производств сейчас работает в Китае и, более того, в ближайшие годы намечается строительство новых предприятий с еще большей производительностью, и, в принципе, ситуация, складывающаяся в КНР, отражает ситуацию во всём мире.

Одной из проблем, стоящей сегодня перед углехимиками, является обеспечении металлургических предприятий высококачественным коксом. Эта проблема на сегодняшний день осложняется дефицитом коксующихся углей. И здесь встаёт вопрос выбора - импортировать коксующиеся угли из зарубежных стран или разработать специальные методы, позволяющие снизить долю коксующихся углей в шихте.

Другой проблемой является получение адсорбентов, потребность в которых, по оценкам специалистов, составляет по РФ около 1 млн. тонн в год. Эта проблема особенно актуальна для Кузбасса, где качество питьевой воды зачастую находится ниже санитарной нормы.

Добыча, очистка, обогащение, утилизация угольного метана – еще одно направление, требующее внимания. В настоящее время метан из угольных пластов практически не используется, несмотря на то, что его ресурсы в Кузбассе оцениваются в объеме 13 трлн. куб. м. В то же время уже существуют различные методы утилизации метана. Например, путём каталитического разложения можно получать чистый водород и углеродные нановолокна, находящие применение в автомобильной промышленности, электронике и авиации. А путём селективного превращения метана в присутствии специальных катализаторов возможно получение ароматических углеводородов и чистого водорода.

В Институте разрабатываются способы активации органического вещества углей посредством применения различных физико-химических методов воздействия, например, озонирование, активация в низкотемпературной плазме в окислительных и восстановительных газовых средах, механоактивация, алкилирование и др. Целью использования данных методов модифицирования является регулирование реакционной способности углей в процессах их термической и химической переработки. В частности, разработан способ жидкофазного озонирования углей с получением на основе их органического вещества ценных алифатических и ароматических кислот – сырья для производства флокулянтов, полиэфирных смол, защитных покрытий и т.д. Использование предварительных механоактивации углей и окисления в кислородной плазме дает возможность значительно увеличивать адсорбционные характеристики получаемых из углей адсорбентов. Озонирование химических продуктов коксования, к примеру, каменноугольной смолы, позволяет существенно понизить канцерогенность и токсичность продуктов на ее основе, способствует увеличению выхода каменноугольного пека; обработка озоном сырого бензола ведет к снижению в его составе нежелательных примесей непредельных и сернистых соединений.

Целая лаборатория Института ведет разработку схемы комплексной переработки углей методами алкилирования и экстракции, позволяющей получать широкий спектр ценных химических продуктов для использования в сельском хозяйстве и промышленности. Одной из таких разработок является получение гуминовых препаратов из бурых и окисленных каменных углей. Угольные гуминовые вещества могут использоваться в сельском хозяйстве, повышая урожайность культур на 20-30 %, в промышленности, фармацевтике, а также для рекультивации нарушенных земель и очистки сточных вод. Из бурых углей можно извлечь так называемый горный воск, который находит применение в машиностроении, в качестве поверхностно-активных веществ, пластификаторов, полиролей и биологически активных веществ.

В области углеродных материалов в Институте ведутся разработки носителей катализаторов электродов для топливных элементов, которые являются перспективным источником энергии для широкого круга потребителей. Углеродный материал является носителем активного металла электрода топливного элемента, и повышение качества углеродного материала позволяет улучшить каталитические свойства и снизить содержание

благородных металлов, используемых при изготовлении электродов. Сотрудниками института разработан и запатентован способ получения наноструктурного углеродного материала, названного «KEMERIT», из широкого спектра исходного сырья, включая и уголь. Этот материал имеет высокие удельную поверхность (до 3500 м<sup>2</sup>/г) и объём микропор (до 2 см<sup>3</sup>/г). С использованием материала KEMERIT был изготовлен топливный элемент, вольт-амперные характеристики которого оказались выше, чем у топливного элемента, изготовленного на одном из традиционных носителей. Этот же материал можно применять для изготовления суперконденсаторов. Суперконденсаторы используются в качестве перезаряжаемого источника постоянного тока как альтернатива литий-ионным аккумуляторам. Объём конденсатора заполняется углеродным материалом, в порах находится электролит. Электрическая ёмкость такого конденсатора может достигать нескольких сотен фарад.

Уникальная работа проведена в Институте по синтезу полимерных структур, которые могут быть использованы в топливных элементах. Металлополимерные наноконкомпозиты, полученные из фенолов каменноугольной смолы, по своим электрическим характеристикам превосходят традиционные электролиты в топливных элементах. Изготовлен опытный образец топливного элемента с получением электрического тока. Высокая каталитическая активность наноконкомпозитов сохраняется на протяжении не менее 5000 реакционных циклов.

В рамках работ по государственному контракту в Институте отработаны условия получения непрерывного углеродного волокна из каменноугольных продуктов. Это волокно является основой для изготовления конструкционных материалов нового поколения, обладающих повышенной прочностью и термостойкостью и пригодных для эксплуатации в экстремальных условиях. В рамках другого государственного контракта отработаны процессы получения термопластического связующего из каменноугольных продуктов в углерод-углеродных композитах. Образцы композитного материала, полученного на основе этого связующего, обладают прочностью на 40% выше, чем у образцов из промышленного сырья.

Как видно из представленного материала проблемы стоят серьезные и решить их можно только сообща. Большие надежды возлагаются на совместные работы с ВУЗами Кузбасса – КемГУ, КузГТУ, СибГИУ и другие. На

стадии согласования находятся проекты создания с этими ВУЗами совместных научно-образовательных центров. С тем, чтобы сохранить и преумножить имеющийся в Новокузнецке потенциал по коксохимии ведется подготовительная работа для открытия в СибГИУ лаборатории Института с перспективой развития ее до филиала Института. В настоящее время 6 профессоров и 5 доцентов ИУХМ СО РАН преподают в КузГТУ и КемГУ. В дальнейшем планируется активизировать деловые контакты с профильными факультетами и кафедрами ВУЗов, запустить постоянно действующую программу дипломирования студентов в лабораториях Института.

Большая поддержка оказывается всему КемНЦ СО РАН, и Институту в том числе, со стороны Администрации Кемеровской области. В апреле этого года на Коллегии Администрации Кемеровской области была рассмотрена и утверждена Стратегия развития химического комплекса Кемеровской области на период до 2025 года, в составе которой особое внимание уделено и вопросам глубокой переработки углей. В связи с этим дирекция Института будет работать с тем, что бы деятельность Института полностью соответствовала принятой Стратегии. Кроме того, в области действуют и специальные программы поддержки ученых, включая и молодежные программы. И конечно, реализация Программы Научного и технологического обеспечения социально-экономического развития Кемеровской области, утвержденной Президиумом СО РАН и Коллегией Администрации Кемеровской области 2,5 года назад, главная цель которой – научное обеспечение перевода Кузбасса с сырьевого пути развития на инновационный. И поскольку, как уже говорилось, Кузбасс – это угольный регион, то углехимия здесь занимает особое положение на пути превращения Кузбасса в ведущий российский технологический центр глубокой переработки природного сырья.

# **NOVEL NATURAL OXYGEN CARRIERS FOR EFFECTIVE CHEMICAL LOOPING COMBUSTION**

**Grzegorz Labojko, Ph.D., Marek Sciazko Ph.D., Ewelina Ksepko, Ph.D.**

*Institute for Chemical Processing of Coal (IChPW),*

*1 Zamkowa St., 41-803 Zabrze, Poland*

*phone: + 48 32 271-00-41, e-mail: [eksepko@ichpw.zabrze.pl](mailto:eksepko@ichpw.zabrze.pl), [www.ichpw.zabrze.pl](http://www.ichpw.zabrze.pl)*

The presented paper encloses results of study on novel combustion technology named chemical looping combustion (CLC). The main purpose was to prepare innovative and low cost materials as effective oxygen carriers. Multi-cycle CLC tests in thermogravimetric analyzer combined with mass spectrometer utilizing both solid and gaseous fuels were conducted. One cycle test at 900°C showed that oxygen transported by sewage sludge ashes successfully reacted with coal. The released oxygen was fully used for coal combustion. Three cycle CLC test at temperature range of 600-900°C for hydrogen or methane used as fuel, indicated that stable performance during the test was attained. Oxygen transport capacity has strongly varied depending on process temperature.

The fractional conversions were calculated, as well. Oxidation reaction took about 2 minutes and was much faster than reduction. Moreover, only the low agglomeration tendency was observed during cyclic test. What is interesting, the high mechanical strength studied in fluidized bed reactor with attrition index of 1% after the 5 hours test was found, as well as high melting temperature was observed. It is expected that sewage sludge ashes might be successfully used in CLC as low cost and suitable oxygen carrier.



## ПОЛУКОКСОВАНИЕ УГЛЕЙ В КУЗБАССЕ: СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ

**Медяник В.С.**

*директор ООО «Завод полукоксования»,*

*г. Ленинск-Кузнецкий, факс: (8-256) 3-04-29, e-mail: [mlipolukoks@mail.ru](mailto:mlipolukoks@mail.ru)*

Процесс полукоксования углей (среднетемпературный пиролиз) является наиболее адаптивным в ряду технологий глубокой переработки углей. У него технически выгодный температурный интервал, он экономически менее затратен (по сравнению с высокотемпературным коксованием), он более привлекателен с точки зрения получения широкого спектра кондиционных химических продуктов с высокой добавленной стоимостью. На слайде 1 продемонстрированы основные температурные интервалы переработки углей от механического измельчения (0°C) до сжигания при температуре выше 1500°C.

Следует отметить, что процессы полукоксования и гидрогенизации позволяют получить моторные топлива, фенолы, адсорбенты широкого профиля, пиридановые основания, прекурсоры лекарственных препаратов и многие другие высокоценные химические продукты. В подтверждение этого хочу привести фрагменты исторического аспекта глубокой переработки углей в Кузбассе, приведенные на слайде 2.

Получение академиком Н. Зелинским в 1916 г. жидких горючих фракций перегонкой сапромикситов можно считать отправной, «стартовой» датой глубокой переработки углей.

После открытия в 20-х годах XX века месторождения Барзасских сапропелитов ученые Москвы, Харькова, Томска в режиме полукоксования получили моторные топлива для тракторов и автомобилей. С одной тонны угля выгоняли почти 50 кг бензина, 80 кг керосина, большое количество дегтя. Не нужно быть современным экономистом, чтобы понять явную экономическую эффективность глубокой переработки в то время. В 30-х годах в Кузбассе уже работал сапропелитовый завод.

Завод стал опытным гидрогенизационным в 1938 г., когда в Германии был куплен патент стоимостью 50 млн. марок на способ получения искусственного жидкого топлива гидрированием угля. В конце 30х годов было достигнуто 90% ожигание угля в расчете на органическую массу, из полукоксовой смолы получали бензин-73 (117 т), лигроин (24 т), фенолы (5 т). В

это время в Германии работало несколько заводов, которые производили сотни тысяч тонн моторного топлива из угля. Во время войны завод был перепрофилирован на производство толуола. Именно в это время (1943 г.) был сооружен завод полукоксования в г. Ленинск-Кузнецкий проектной мощностью 5 тыс. т полукокса. Фактически завод не справился с запланированными показателями, вместо 5 тыс. т производил 1,5 тыс. т горючего, которое оказалось непригодным к употреблению из-за его способности к осмолению. В докладе председателя Госплана СССР Н.А. Вознесенского (1946 г.) отмечалось: "Завод не может выполнить возложенного на него задания по выпуску моторного топлива, важнейший отход - полукоксы становятся основным продуктом завода, но он не имеет своего круга потребителей, а просто сжигать полукоксы нерационально из-за его высокой стоимости".

В последующие годы завод продолжал выпускать полукоксы, мазут, битум, шпалопропиточное масло. Подвергался нескольким реорганизациям и к 1993 году представлял из себя полуразрушенное, в течение нескольких лет не функционирующее производство: оборудование разукomплектовано, здания приведены в негодность, отсутствовали водо- и теплоснабжение, электрокоммуникации.

Мы стали восстанавливать завод не с целью возобновить производство ИЖТ, а наладить выпуск карбонизированных продуктов, найти реальный рыночный сегмент полукоксу и его модификациям, освоить технологии переработки смол полукоксования, внедрить передовые наукоемкие технологии.

ООО «Завод полукоксования» - это единственное предприятие в России выпускающее полукоксы. Благодаря высоким качественным характеристикам продукция предприятия успешно используется в цветной металлургии, производстве ферросплавов, активированных углей и ряда других отраслей промышленности.

В последнее время завод динамично развивается, активно преодолевая последствия спада, порожденного мировым финансовым кризисом. Так, выручка предприятия по итогам 2010 г. выросла в 2 раза по сравнению с 2009 г. По итогам первого полугодия текущего года по отношению к аналогичному периоду прошлого года: производство полукокса марки П-2 увеличилось на 42%, карбюризатора – на 47 %, масла каменноугольного – на 66%.

В 2010 г. три инвестиционных проекта завода полукоксования вошли в комплексный инвестиционный план модернизации и социально-экономического развития моногорода Ленинска-Кузнецкого. В рамках данных проектов на реконструкцию основного производства и на техническое перевооружение котельной предприятием уже было инвестировано более 10 млн. руб.

Следует отметить, что данные инвестиции способствовали созданию в 2011 г. 8-ми новых рабочих мест на предприятии.

На слайде 3 приведена принципиальная схема энерготехнологического комплекса, которая является сто процентной модернизацией существующего производства. Однако без помощи академической науки нам, производителям, будет трудно говорить о реальном инновационном развитии углехимии в Кузбассе. Недавняя встреча академика А. Конторовича председателя Президиума КемНЦ СО РАН и директора Института углехимии и химического материаловедения СО РАН профессора З. Исмагилова с депутатом ГД РФ, председателем наблюдательного совета промышленно-металлургического холдинга Б. Зубицким наглядное тому подтверждение. Следует отметить, что начиная с 1999 г. до 2005 г. завод представлял свою площадку ученым СО РАН для внедрения их разработок в производство. Был создан Научно-производственный центр глубокой переработки углей СО РАН с участием ведущих академических институтов Сибирского отделения: Института угля и углехимии, Объединенного института катализа, Новосибирского института органической химии, Института теплофизики, Института химии и химической технологии. Первыми проектами в портфеле Центра стали следующие научные разработки: производство активированных углей, изготовление и внедрение нового вида малодымного топлива на основе угля и полукокса, производство брикетированного и гранулированного топлива для коммунально-бытовых целей, технология переработки смолы полукоксования, демонстрационные установки по сжиганию низкосортного топлива и производству жидких углеводородов, другие проекты.

При поддержке Администрации г. Ленинска-Кузнецкого и лично тогдашнего мэра города А. Кочуева был проведен полномасштабный эксперимент по применению малодымного топлива на типовых котельных. Для опытно-промышленной эксплуатации нового вида топлива была выделена котельная, на которой проведено оснащение необходимыми средствами контроля и управления, решены вопросы приготовления топливной смеси,

проведены инструментальные замеры и наблюдения, обобщены научно-практические результаты экспериментов (научный руководитель проекта – проф. П. Петрик). Результаты эксперимента показали экологическую и экономическую эффективность нового топлива в сравнении со сжиганием рядового угля: в 4,5-5 раз уменьшаются выбросы пыли, в 1,7-2,5 раза – выбросы окислов серы и азота, при этом увеличивается КПД котлов, относительная стоимость вырабатываемой Гкал остается неизменной, а при некоторых режимах уменьшается. Научно-практические результаты проекта по малодымному топливу рассмотрены Президиумом КемНЦ СО РАН и Администрацией города. Признано целесообразным внедрение указанного топлива на котельных г.Ленинска-Кузнецкого для подтверждения экологической и экономической эффективности опытно-промышленных испытаний.

К сожалению, финансовый кризис, акционирование завода и другие объективные причины не позволили продолжить деятельность научно-производственного центра.

Я хочу выразить личную благодарность академикам Н. Добрецову, В. Пармону, Г. Толстикovu; членам-корреспондентам РАН Г. Грицко, С. Алексеенко, профессорам Б. Кузнецову, А. Глушкову за активную помощь заводу в то нелёгкое время, поддержку и личное участие в судьбе нашего уникального предприятия по глубокой переработке угля. Создание Института углехимии и химического материаловедения СО РАН во главе с профессором З. Исмагиловым, углехимиком с мировым именем, а так же активная позиция академика А. Конторовича в части формирования инновационного углехимического направления в Кузбассе, становлении Угленаукограда – все эти события являются гарантом реального функционирования малотоннажной углехимии в самом ближайшем будущем.

Мы были бы признательны ученым в разработке и внедрении на площадке завода полукоксования следующих инновационных проектов (слайд 4):

- производство активированных углей;
- разработка малодымного топлива;
- производство брикетированного и гранулированного топлива;
- технология переработки смол полукоксования;
- сжигание низкосортного топлива;

- водоугольные технологии;
- производство жидких углеводородов;
- получение широкого спектра хим. продуктов (фенолы, пиридиновые основания, бензол, нафталин и т.д.);
- создание прекурсоров лекарственных препаратов;
- каталитическое сжигание, индукционные канальные печи и другие проекты.

Для разработки наукоемких технологий по комплексной энерготехнологической и энергохимической переработки углей, где производятся высокоценные продукты для металлургии, химии, фармакологии и т.п. необходимо в ряде случаев строительство опытных и опытно-промышленных установок. На наш взгляд строительство таких установок можно осуществлять не только на промплощадке ООО «Завода полукоксования», но и на ГП «Полифлок», ГП «Сибирский сорбент» (г.Ленинск-Кузнецкий).

# СЫРЬЕ ДЛЯ УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ ПРОДУКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ УГЛЕЙ

**Андрейков Е.И.**

*Институт органического синтеза им. И.Я. Постовского УрО РАН, 620041,  
Екатеринбург, ул.С.Ковалевской, 22 / Академическая, 20; Факс (343) 3745954,  
e-mail: [cc@ios.uran.ru](mailto:cc@ios.uran.ru);  
ФГУП ВУХИН, 620990, Екатеринбург, ул. 8 марта, 14; факс (343) 3714052,  
e-mail: [vuhin@nexcom.ru](mailto:vuhin@nexcom.ru)*

Переработка ископаемых углей является основным направлением получения исходного сырья для современных углеродных материалов (УМ). Традиционным продуктом, широко используемым в производстве УМ, является каменноугольный пек (КП), остаток дистилляции каменноугольной смолы. КП используется для производства пекового кокса, как связующее в производстве анодов и электродов, а также применяется для получения углерод/углеродных композитов, углеродных волокон, углеродных пен, самоспекающихся мезофазных порошков, анодов для литиевых батарей и электродов для суперконденсаторов. Разнообразные области использования КП требуют применения различных способов его модификации, таких как термическая и окислительная обработка, а также термообработка с реакционноспособными соединениями.

На использование КП для получения УМ оказывают влияние снижение выработки каменноугольной смолы вследствие уменьшения производства металлургического кокса и возможного перехода на новые коксовые батареи с полным сжиганием летучих продуктов, канцерогенность КП и присутствие в нем твердых частиц ( $\alpha_1$ -фракции).

С целью преодоления этих проблем проводятся исследования по разработке низкоканцерогенных нефтекаменноугольных пеков и пеков на основе фракций каменноугольной смолы, а также по получению сырья для УМ растворением углей в высококипящих ароматических растворителях. В отличие от технологий ожижения углей для получения жидкого топлива, получение из углей сырья для УМ не требует применения высоких давлений, водорода и катализаторов и может быть рентабельно при относительно небольших объемах производства при рациональном выборе угольной сырьевой базы.

## CATALYTIC GASIFICATION OF LOW RANK COAL

**Enkhsaruul Byambajav<sup>1)</sup>, Yu Hanaoka<sup>2)</sup>, Yasuo Ohtsuka<sup>2)</sup>**

<sup>1)</sup> *National University of Mongolia, Ulaanbaatar, Mongolia; e-mail: enkhsaruul\_b@num.edu.mn, Fax: 976-11-322278,* <sup>2)</sup> *Tohoku University, Sendai, Japan; Fax: 81-22-2175654*

Catalytic steam gasification of low rank coals can be used as a stable and inexpensive source to produce syngas and H<sub>2</sub>. Application of natural Na compound for coal gasification should reduce the cost of the product gases. Natural soda ash is used as a Na catalyst precursor compound. Steam gasification of a low rank PRB coal with natural soda ash–based binary catalysts has been carried out at ambient pressure at 700<sup>0</sup>C with a fixed bed reactor.

The gasification conversion increases in the sequence of none < Fe < Ca < Na < Ca/Na < Fe/Na, and it reaches about 90% with the most active Fe/Na catalyst. This sequence implies that the Fe is almost inactive in steam gasification of low rank coal. However, addition of the inactive iron ore to natural soda ash creates a synergistic effect on the steam gasification of PRB coal. On the other hand, the combination of Ca and Na makes very small changes in the composition shown as molar ratios of H<sub>2</sub>/(CO<sub>2</sub>+CO) and CO/CO<sub>2</sub>. But the combination of Fe and Na increases slightly the H<sub>2</sub>/(CO<sub>2</sub>+CO) ratio; and decreases significantly the CO/CO<sub>2</sub> ratio. It may mean that the Fe-Na binary system changes the gas composition through enhancing the water-gas shift reaction.

The crystalline phase of Na catalyst exists as Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> after gasification. However, crystalline phases of iron species in the Fe only and Fe-Na binary catalyst are quite different each other after gasification. Without sodium, Fe catalyst exists as a mixture of wüstite, iron oxide and magnetite, which is the main catalytic species. Existence of the iron oxides is reasonable and expectable, at 700°C in the mixture of approximately 90%H<sub>2</sub>O and 10%H<sub>2</sub>. However, in the presence of Na, due to an interaction between Fe and Na catalysts, the iron is transformed to metallic Fe which is well known as active catalytic species in coal steam gasification. Therefore, we speculate the reaction mechanism that sodium on char interacts with the Fe oxide, and transforms it to the metallic Fe. Then, Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> is moved through char to create again the Na-O-C active sites.

# **ЗНАЕМ ЛИ МЫ УГОЛЬ?**

## **(ОСОБЕННОСТИ СОСТАВА И СВОЙСТВ НАТИВНОГО ПЛАСТОВОГО УГЛЯ)**

**Бервено В.П.**

*Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН  
650000 Россия, Кемерово, Советский пр. 18, E-mail: [carbnanof@bk.ru](mailto:carbnanof@bk.ru)*

Хорошо известно, что уголь, залегающий в пластах ниже зоны выветривания, насыщен газом - бурый - в основном углекислым, каменный - метаном, а антрацит - метаном с водородом. Из отбитого от пласта угля эти газы уходят и замещаются воздухом. При этом уголь интенсивно окисляется, вплоть до самовозгорания. В процессе автоокисления ряд его технологических свойств, в том числе спекаемость, теплотворная способность, ухудшаются, а содержание кислорода - увеличивается. Этот уголь, окисленный, подробно изучен. Его мы знаем. По его составу, свойствам сформулированы закономерности генетических превращений органической части углей. Но кислород в углях в пластах присутствует только до тех пор, пока при генезисе образуется углекислый газ. Логично утверждать, что метан, и, тем более, водород образуются тогда, когда кислорода в угле уже нет.

Для выяснения состава пластового угля и длительности промежутка времени от отбойки угля от пласта до начала окисления разработали методику отбора и подготовки проб угля без контакта с воздухом, изучили кинетику выделения метана, его замещения воздухом, закономерности начальных стадий радикально-цепного окисления каменного угля. Анализировали смачиваемость углей, их парамагнитные характеристики как наиболее чувствительные к окислению свойства.

Выявили, что в неокисленных углях неспаренные электроны, делокализованные по цепи полисопряжения, не находят кислорода, и взаимодействуют только с протонами: g-фактор спектров ЭПР углей близок значению, характерного для свободных электронов - 2,0023.

Установили, что метан в пластовом угле хемосорбирован, и выделяется в соответствии с уравнением кинетики хемосорбции Еловича - Зельдовича - Рогинского. На основе анализа зависимости скорости замещения метана



воздухом от размера частиц угля установили связь параметра "а" в уравнении ЭЗР и коэффициента диффузии. Выявили, что нестабильные короткоживущие радикалы на первой ступени взаимодействия угля и кислорода воздуха также продукт хемосорбции - они образуются в соответствии с кинетикой хемосорбции. В результате взаимодействие угля и кислорода на второй ступени сопровождается образованием сравнительно стабильных кислородсодержащих радикалов по реакции первого порядка.

Таким образом, в нативных пластовых каменных углях, преобразующихся с образованием метана, водорода, кислород присутствует в пластовой воде и в неорганической его части. В органической части, в соответствии со значением g-фактра спектра ЭПР его неспаренных электронов, содержание кислорода - за пределами чувствительности спектрометра ЭПР.

Следовательно, современные представления о превращениях органической части углей в процессе генезиса требуют корректировки.

# ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ КОКСОХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

Школлер М. Б.

*Сибирский Государственный Индустриальный Университет*

*654000, Новокузнецк, ул. Кирова, 42; shko@nvkz.net*

Коксохимия – технологическая разновидность углехимии, получившая в промышленных масштабах, наибольшее распространение в мире.

Производство кокса в подошло к рубежу 700 млн. т 1-ое место принадлежит КНР (380 млн. т. – 2010 г.), у РФ 3-ье место ( 27,4 млн.т – 2009 г) после Японии

По состоянию на октябрь 2010 г. в России на 11 коксохимических предприятиях находятся 59 коксовых батарей общей проектной мощностью 37 млн. т/год..

Средний их возраст в России составляет 21,4 года, т. е. превышает амортизационный. В особенно тяжелом состоянии находятся печные фонды ОАО ММК, ОАО ЗСМК, ОАО «Северсталь. Для коксохимии РФ наиболее актуальной является проблема улучшения качества кокса, особенно в связи с внедрением технологии ПУТ в доменном производстве.

На функционирование коксохимических предприятий сегодня оказывают влияние такие факторы неопределенности

- нестабильность в поставках сырья необходимого качества и марочного ассортимента.
- нестабильность потребления основного продукта кокса
- возможность отвечать самым строгим нормативом по выбросам в атмосферу, загрязнению воды, токсичным выбросам.

Перспективным для повышения экономической эффективности коксохимических предприятий является расширение ассортимента высокоценных химических продуктов коксования, извлекаемых из сырого бензола и смолы

В недавно опубликованной концепции Гипрококса определены технические направления развития коксохимического производства

К ним следовало бы добавить:

- комплексная автоматизация всех технологических процессов и операций углекоксового и химического блока;
- применение каталитических методов обезвреживания выбросов канцерогенных веществ в отходящих газах и сточных водах.
- формирование многопрофильных коксохимических предприятий

# НАУКА О САПРОПЕЛИТОВЫХ УГЛЯХ ДЛЯ РАЗВИТИЯ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В РЕГИОНЕ

**Рокосов Ю.В., Рокосова В.Ю.**

*Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН,  
650000 Россия, Кемерово, Советский пр. 18. E-mail: geochem@ngs.ru*

Для прогнозирования, разведки и открытия новых залежей природной нефти существует потребность в новых средствах молекулярной диагностики нефтегенерирующих сапропелитовых пород. Для разработки эффективных способов переработки сапропелитовых углей и горючих сланцев в синтетические нефтехимические продукты также требуются аналогичные средства молекулярной диагностики. Необходимо использовать ранее полученные знания для создания универсальных эффективных средств оценки взаимосвязи строения и структуры органической массы сапропелитов с их химическими свойствами, как в природных, так и в технологических процессах. Следует развивать научные основы новых систем молекулярного анализа органического вещества сапропелитов с применением метода их гидротермального разложения, с тем, чтобы провести, в конечном счете, опытно-конструкторские и опытно-технологические работы для создания рабочих станций (РС) – высокотехнологичных средств оценки сапропелитовых сырьевых ресурсов в углехимии и в нефтяной геологии. РС будут товарными инновационными продуктами, необходимыми для осуществления углехимического и геохимического мониторинга: для разработки высокотехнологичных способов переработки сапропелитовых углей и горючих сланцев в химические продукты и материалы; для широкомасштабной экспрессной молекулярной диагностики сапропелитовых углеводородогенерирующих пород при поисках месторождений нефти. РС могут быть стационарными или передвижными специализированными комплексами, приспособленными для получения наиболее исчерпывающей информации о взаимосвязи состава и структуры органической массы сапропелитов с их свойствами. Это комплексы с реакторами гидролитического разложения (высокотемпературного щелочного гидролиза) сапропелитов, блоками сбора пирогенетических фракций и их хромато-масс-спектрометрического анализа, а также компьютеры, оснащенные специальным программным обеспечением.

# МОДИФИЦИРОВАНИЕ ТВЕРДЫХ ГОРЮЧИХ ИСКОПАЕМЫХ НИЗКОЙ СТАДИИ МЕТАМОРФИЗМА АЛКИЛИРОВАНИЕМ СПИРТАМИ

**Жеребцов С.И., Исмагилов З.Р.**

*Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН*

*650000 Россия, Кемерово, Советский пр. 18*

Наряду с традиционными для Кузбасса богатейшими запасами каменных углей, в Кемеровской области присутствуют значительные запасы бурых углей. Экстракционная переработка бурых углей обеспечивает получение широкого класса химических продуктов на базе горного воска, экстракционных смол, гуминовых веществ и остаточного материала, которые могут использоваться в различных отраслях промышленности.

Селективное О-алкилирование углей при кислотном катализе, совмещенное с экстракцией позволяет избирательно увеличивать выход битумов из ТГИ, включая спирты, карбоновые кислоты, длинноцепочечные сложные эфиры нормального строения, стероидные и тритерпеновые структуры и др. за счет протекания комплекса реакций этерификации и переэтерификации, приводящего к частичной деполимеризации органического вещества углей.

Модифицированный алкилированием спиртами бурый уголь обеспечивает повышенный выход гуминовых веществ с хорошей биологической активностью к семенам пшеницы. Наиболее подходящие объекты для такого вида переработки - бурые угли и их окисленные формы.

Алкилирование приводит к модифицированию органического вещества и, как следствие, к уменьшению термической стабильности и увеличению выхода летучих углеводородных компонентов, что важно в целях дальнейшей термической переработки. Метилирование газового угля благоприятно влияет на его спекание.

# ФОРМИРОВАНИЕ МОЛЕКУЛЯРНЫХ ПОР В ЭЛЕМЕНТАРНЫХ НАНОФРАГМЕНТАХ АНТРАЦИТА ЛИСТВЯНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КУЗБАССА

**Бервено А.В., Бервено В.П.**

*Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН, Кемерово*

*Институт химии твёрдого тела и механохимии СО РАН, г. Новосибирск*

*E-mail: [Bav53@list.ru](mailto:Bav53@list.ru)*

Углеродные микропористые молекулярные сита (УМС) используют для анализа и выделения газов (в том числе  $O_2$ ,  $N_2$  из воздуха;  $H_2$ ,  $CO$  из синтез-газа), для концентрирования метана из воздуха угольных шахт. Кроме этого, УМС применяют в суперконденсаторах и топливных элементах, а также в аккумуляторах различного типа. В России производства УМС нет. В ИУХМ, ИХТТМ СО РАН ведётся разработка методики получения УМС из углей Кузбасса, в частности из антрацитов и жирных углей. Эти угли характеризуются упорядоченной молекулярной структурой и текстурой, арены в них расположены в виде ассоциатов, в которых сгруппированы по 3-5 и 5-7 молекул размером от 1 до 3 нм.

Цель работы: изучить текстуру, сорбционно-кинетические свойства, распределение микропор по размерам, площадь поверхности УМС из каменного угля, полученных в разных условиях.

Методика работы:

Состав функциональных групп образцов сорбентов из углей Кузнецкого бассейна изучали по ИК-спектрам. Текстуру и элементный состав сорбентов исследовали с помощью электронного сканирующего микроскопа и энергодисперсионного спектрометра. Общую пористость определяли по сорбции УМС бензола, воды, метанола. Распределение пор по размерам и площадь поверхности УМС оценивали по данным термодесорбиметрии азота и углекислого газа.

Результаты работы:

Изучены сорбционно-кинетические свойства сорбентов, полученных активацией антрацита. Установлено, что сорбционная ёмкость адсорбентов увеличивается до обгара 36,6%. При обгаре около 10-15% получено УМС с довольно узким распределением микропор по размерам (0,65 и 0,8 нм):

суммарная поверхность полученного адсорбента по сорбции водорода - SBET=408,4 м<sup>2</sup>/г, поверхность мезопор S<sub>ме</sub>=52,3 м<sup>2</sup>/г, объем микропор V<sub>ми</sub>=0,154 см<sup>3</sup>/г (по методу БЭТ).

По данным газовой хроматографии определены удерживаемые объёмы и коэффициент разделения газов (H<sub>2</sub>, CO, O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>). Наибольшие удерживаемые объёмы характерны образцам с обгаром от 5,6 до 7 %. Наивысший коэффициент разделения водорода и монооксида углерода (Kp=22-30) достигнут в образцах с обгаром около 10-12 % с размером фракции 0,1-0,3 мм.

Таблица 1. Свойства сорбентов из антрацита (термодесорбметрия CO<sub>2</sub>).

Степень обгара%	SBET, м <sup>2</sup> /г	S <sub>ме</sub> по Т-кривой, м <sup>2</sup> /г	V <sub>ми</sub> по ТОЗМ, мл/г	V <sub>ми</sub> по ТОЗМ, см <sup>3</sup> /г	Размер пор, нм
6,5	122	182	44	0,066	1,2
8,6	185	268,4	55	0,083	1,15
13,3	193	241	73	0,074	1,4

Из полученных сорбентов образцы УМС направлены для исследования в режиме короткоциклового безнагревной адсорбции.

# СПОСОБЫ ПЕРЕРАБОТКИ УГЛЯ (И МЕТАНА УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ) В МОТОРНЫЕ ТОПЛИВА

Ионе К.Г.

*ЗАО Сибирская технологическая компания «Цеосит», Новосибирск*

Предлагается двухстадийная технология переработки угля в моторное топливо, включающая

- Блок 1 – производство синтез-газа и его очистка от примесей ( $H_2S$ );
- Блок 2 – получение высокооктанового бензина из синтез-газа.

Рассмотрены 3 варианта процесса получения бензина АИ-92-93, отличающиеся друг от друга технологией производства синтез-газа в Блоке 1, где переработку угля в синтез-газ осуществляют совместно или без метана угольных пластов. Показатели процесса по различным вариантам представлены в таблице 1.

Вариант 1 – парокислородная газификация угля без метана угольных пластов;

Вариант 2 – парокислородная газификация угля + пароуглекислотная конверсия с частичным парциальным окислением метана угольных пластов (60% об.  $CH_4$  + 40% об. воздух);

Вариант 3 – парокислородная газификация угля + пароуглекислотная конверсия с частичным парциальным окислением метана угольных пластов (85% об.  $CH_4$  + 15% об. воздух).

Вариант парокислородной газификации угля (вариант 1) имеет высокую эмиссию  $CO_2$  (до 55% «углерода» угля). В вариантах 2 и 3 уголь, содержащий избыток углерода, перерабатывают совместно с метаном угольных пластов, дающий обогащенный водородом синтез-газ. За счет оптимизации соотношения между [H] и [C] в комбинированном сырье в вариантах 2 и 3 отсутствуют выбросы  $CO_2$  на стадии получения синтез-газа (Блок 1).

Вследствие этого, применение предлагаемых технологий вариантов 2 и 3 имеет экономические и стратегические преимущества перед вариантом 1:

- а) более низкий удельный расход угля и высокая производительность по высокооктановому бензину, что приводит к снижению срока окупаемости промышленной установки;
- б) отсутствие выбросов  $CO_2$  в атмосферу.

Последний фактор очень важен с точки зрения соблюдения условий Киотского протокола.

Таблица 1.

Переработка угля в синтез-газ совместно или без метана угольных пластов (Блок 1) и конверсия полученного синтез-газа в высокооктановый бензин АИ-93 (Блок 2). Количество перерабатываемого угля – 300 тыс. т/год (37,5 т/час).

Показатели процесса переработки угля и угольного метана различного состава	Варианты технологии Блока 1		
	1	2	3
Количество перерабатываемого угля, т/час	37,5	37,5	37,5
Количество перерабатываемого метана угольных пластов, тыс. нм <sup>3</sup> /час	0	150	80
Массовое соотношение по углероду (С) между углем и метаном, $C_{\text{уголь}}/C_{\text{метан}}$	-	0,44	0,56
Количество углерода, удаляемого с CO <sub>2</sub> , $C_{\text{CO2}}/C_{\text{уголь+метан}}$ , % масс.	53-55	0	0
Получено суммарно синтез-газа оптимального состава, тыс. нм <sup>3</sup> /час	55	430	340
Содержание N <sub>2</sub> в синтез-газе, % об.	1	11	3
Получено высокооктанового бензина, т/час (тыс. т/год)	7,5 (60)	52,5 (420)	44,6 (360)
Расход на 1 т бензина:			
угля, т	до 5	0,7	0,8
метана угольных пластов, нм <sup>3</sup>	0	2810	1820



# **ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ РАБОЧИХ МЕСТ В УСЛОВИЯХ КОКСОХИМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА**

**Субботин С.П., Авдюшкин В.Н.**

*ОАО «Кокс», Кемерово*

Коксохимические производства России размещены, как правило, в промышленных районах крупных городов с развитой инфраструктурой металлургических, химических, энергетических предприятий и разветвленной сетью транспортных магистралей. Атмосфера этих городов загрязнена выбросами токсичных веществ от промышленных предприятий и автотранспорта, а загрязнение поверхностных водоемов коммунальными и промышленными сбросами часто превышает естественный ресурс их самовосстановления.

Снижение антропогенной нагрузки на окружающую среду в коксохимическом производстве может быть достигнуто только при коренной модернизации технологических процессов и, прежде всего, способов коксования, обработки коксового газа и улавливания химических продуктов коксования, также применением современных методов водо- и газоочистки.

ОАО «Кокс» расположен в городской черте Кемерово. В эксплуатации находится четыре коксовые батареи (№3-5, 4-6) общей производительностью около 3 млн. т кокса в год.

ОАО «Кокс» прошло международную сертификацию системы менеджмента качества и экологического менеджмента в соответствии с международными стандартами ISO 9001:2008 и ISO 14001:2004. Согласно требованиям стандарта ISO 14001:2004 предприятием ежегодно разрабатывается и принимается экологическая политика, в которой ОАО «Кокс» признаёт своё воздействие на окружающую среду и определяет приоритетным направлением развития предприятия экологическую модернизацию производства и снижение негативного воздействия на окружающую среду. Экологическая политика предприятия предусматривает пути разумного сочетания экологических и экономических интересов.

В 1997 году инженерами предприятия совместно со специалистами ВУХИНа (Восточный углехимический институт) была разработана научно обоснованная концепция повышения экологической безопасности предприятия

путем поэтапного внедрения наилучших технологий, обладающих низкой энерго- и ресурсоемкостью, а также снижением выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую среду.

Для решения природоохранных задач ОАО «Кокс» руководствовалось как данными европейского справочника по наилучшим доступным технологиям, так и результатами собственных научных исследований.

Итогом проделанной работы стало принятие "Комплексной программы повышения устойчивости функционирования и снижения негативного воздействия на окружающую среду акционерным обществом "Кокс" на 2004-2010 гг.", затраты на внедрение которой составили более 3 млрд. рублей.

Основным показателем в области загрязнения атмосферного воздуха в коксохимпроизводстве является удельный выброс на тонну кокса. Он складывается из различных источников выбросов. В данной работе были исследованы источники выбросов коксовой пыли при эксплуатации коксовых батарей, связанные с выдачей кокса из коксовой печи.

При эксплуатации коксовых батарей выбросы коксового газа и пыли происходят во время загрузки печей угольной шихтой, планирования угольного пирога в печи, выдачи кокса. При выдаче кокса основная масса выбросов коксовой пыли происходит при выгрузке «коксового» пирога в тушильный вагон. На двересъемных машинах коксовой батареи №6 была внедрена установка беспылевой выдачи кокса (УБВК). В ее состав входит: зонтик, циклоны, бак с водой для орошения циклонов, насос.

После монтажа и наладки УБВК были выполнены замеры для определения эффективности работы установки.

Экспертная оценка степени локализации выбросов коксовой пыли при выдаче кокса на УБВК составила 76,7%.

Определено влияние установки беспылевой выдачи кокса (УБВК) на санитарно-гигиеническое состояние рабочих мест дверевого коксовой стороны и люкового верха коксовой батареи №6. Оценка запыленности рабочих мест осуществлялась в соответствии с нормативной документацией Методические указания МУ №4436-87. Измерение концентраций аэрозолей преимущественно фиброгенного действия. В настоящее время действуют МУК 4.1.2468 – 09 «Измерение массовых концентраций пыли в воздухе рабочей зоны предприятий горно-рудной и нерудной промышленности».

Отбор проб проводился на двересъемной машине с улавливанием пыли при работе УБВК и на резервной двересъемной машине без улавливания пыли. Отбор аэрозоля проводился в момент выдачи кокса из печи в течение 40 секунд. Количество замеров составляло три через равные промежутки времени.

Результаты исследования представлены в таблице 1.

Табл. 1

Отбор, день	Рабочее место люкового, верх батареи		Рабочее место дверевого, коксовая сторона	
	При работе УБВК, мг/куб. м	Без УБВК, мг/куб. м	При работе УБВК, мг/куб. м	Без УБВК, мг/куб. м
1	25,6	56,09	16,84	51,33
2	17,55	38,86	8,65	21,00
3	12,48	31,6	9,13	41,30
4	47,67	91,22	5,78	35,83
5	32,54	88,85	5,34	12,06
6	13,43	54,09	6,12	42,79
	Снижение концентрации коксовой пыли – 62,7%		Снижение концентрации коксовой пыли – 73,0%	

Разброс замеров на рабочем месте люкового верха батареи от 31,6 до 91,22 мг/куб.м и рабочем месте дверевого коксовой стороны от 12,6 до 51,33 мг/куб. м без УБВК связано с соблюдением эксплуатационным персоналом технологического регламента или готовностью «коксового» пирога и составом шихты.

Коксовая пыль улавливается в циклонах, установленных на двересъемной машине и которые орошаются водой. Получаемый шлам стекает в тушильный вагон. К недостаткам данной системы УБВК относится то, что на коксовой машине находится постоянно пополняемый бак с водой и вся улавливаемая коксовая пыль не используется в дальнейшем для технологических нужд.

На коксовых батареях № 5-3 установки улавливания коксовой пыли снабжены стационарной пылеосадительной станцией. В состав установки беспылевой выдачи входят - пылеосадительная станция, стационарный коллектор установки беспылевой выдачи кокса (УБВК) вдоль печей и газоперепускное устройство. С помощью этой установки улавливаемая коксовая пыль, с помощью пневмотранспорта, подается по трубопроводу на пылеосадительную станцию, расположенную на тракте подачи угольной шихты. Таким образом, вся улавливаемая коксовая пыль добавляется в угольную

шихту и в полном объеме используется в качестве сырья. Фактические замеры улавливаемой пыли за год составили более 300 тонн коксовой пыли.

Были проведены исследования для определения эффективности работы установки на коксовых батареях №3-5. Увеличение фактических показателей в 2010 году были связаны с подключением к установке коллектора улавливаемой пыли коксовой батареи №3. Данные по работе пылеосадительной станции представлены в таблице №2.

Табл. 2

Наименование регулируемых параметров	Ед.изм.	Показатели работы				
		Проектные	Фактические			
			2007	2008	2009	2010
на входе Производительность по воздуху на выходе	тыс. куб.м/час	240	88,25	88,25	88,25	108,259
на входе Температура очищаемого воздуха на выходе	град. С	150	150	150	150	150
на входе Концентрация вредных веществ на выходе	г/ куб. м	10,0	1,24	1,246	0,214	1,325
на входе КПД Пылеосадительной станции	%	0,1	0,03	0,032	0,023	0,008
		99	98	98	91	99,5

Но необходимо обратить внимание на следующий момент. Говоря о вышеуказанной пылегазоулавливающей установки (ПГУУ), важно учитывать, что речь идет об улавливании коксовой пыли при выдаче кокса только с одной стороны батареи, то есть с коксовой стороны. В принципе, это логично, ведь выдача кокса происходит с машинной на коксовую сторону, и основная доля выброса коксовой пыли происходит именно на коксовой стороне. При этом, с машинной стороны, в любом случае, имеет место выброс коксовой пыли как при выдаче кокса, так и при отводе двери и ее чистке. В связи с этим, при вводе в эксплуатацию коксовой батареи №3, на ОАО "Кокс" впервые в России были применены пылеулавливающие установки с рукавными фильтрами,

спроектированные фирмой “ГОША ФОМ” (Сербия), и расположенные стационарно на коксовыталкивателях.

Установки служат для улавливания коксовой пыли с машинной стороны при отводе двери, непосредственно выдаче кокса, чистке двери и торца коксовой печи.

Подобные установки успешно работают на известных коксохимических предприятиях Германии, таких как «Prosper», «Thyssen» или «Mannesmann».

Опыт эксплуатации этих установок на ОАО “Кокс” показал, что эффективность их составляет около 70%. С помощью этих установок удается улавливать до 12 т коксовой пыли в год, которая в дальнейшем, полностью используется в качестве сырья в угольной шихте. Имея положительный опыт эксплуатации пылеулавливающих установок на коксовыталкивателях, при реконструкции коксовых батарей №4 и №5, все коксовыталкиватели без исключения будут в дальнейшем оснащены подобными установками.

Швед В.С., Березин А.В. Коксовая пыль как компонент угольной шихты // Кокс и химия. – 2009. - № 5. – С. 19-21.

Величко Е.В. ОАО «Кокс» - передовой опыт экологической модернизации производства в коксохимической отрасли РФ // Охрана атмосферного воздуха. Атмосфера. – 2010. - № 1. – С.69-70.

Сухоруков В.И., Стахеев С.Г., Стефаненко В.Т., Куколев Я.Б. О некоторых проблемах локализации и обезвреживания выбросов в коксовом производстве // Кокс и химия. – 2006. - № 3. – С. 54-57.

# **НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ ЭФФЕКТИВНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ БУРЫХ УГЛЕЙ В ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫЕ ГАЗООБРАЗНЫЕ И ЖИДКИЕ ТОПЛИВА И УГЛЕРОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

**Кузнецов П. Н., Кузнецова Л. И., Колесникова С. М.**

*Институт химии и химической технологии Сибирского отделения РАН,  
ул. К. Маркса, 42, Красноярск 660049 (Россия)  
Tel/Fax: 8(391)2124797; E-mail:kpn@icct.ru*

Обсуждены результаты сопоставительных исследований состава различных бурых углей, основных факторов, определяющих их структурные свойства, на этой основе рассмотрены возможные способы стимулирования реакций гидрогенизационной и газификационной переработки с получением газообразных и жидких топлив и пористых углеродных материалов.

Исследования проводили с различными бурыми углями Канско-Ачинского и Ленского бассейнов и месторождения Яллоурн (Австралия). Изучено изменение их физико-химических свойств под действием различных химических и механических обработок. Установлены общие закономерные изменения структурных свойств, особенности взаимодействия с органическими растворителями в зависимости от содержания в углях ионообменных катионов.

Показано, что модифицирование бурых углей обработкой разбавленными кислотами, механохимической обработкой в энергонапряженных измельчительных аппаратах и путем направленного радиационного воздействия позволяет интенсифицировать процесс деструктивной гидрогенизации в жидкие углеводороды.

Рассмотрены результаты исследований по разработке способа активирования железосодержащих катализаторов для гидрогенизационной переработки углей. Показана их эффективность в процессах гидропиролиза и жидкофазной гидрогенизации бурого угля в мягких условиях по температуре и давлению водорода. Изучены основные факторы, определяющие реакционную способность бурых углей в процессе их газификационной переработки. Установлено каталитическое действие соединений щелочноземельных металлов минеральной составляющей углей на процесс паровой газификации. На этой основе предложен критерий выбора реакционного сырья для процесса.

# ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ КОМПОНЕНТОВ В БУРОМ УГЛЕ НА ЕГО АКТИВНОСТЬ В ПРОЦЕССЕ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ОКИСЛИТЕЛЬНОЙ ДЕСТРУКЦИИ

Федорчак М.А.<sup>1</sup>, Кузнецов П.Н.<sup>1</sup>, Тарасова Л.С.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Институт химии и химической технологии СО РАН*

*660049, г.Красноярск, ул.К.Маркса, 42, факс: (391) 212-47-20*

[lab9team@rambler.ru](mailto:lab9team@rambler.ru)

<sup>2</sup>*Красноярский научный центр СО РАН*

Методом дифференциальной сканирующей микрокалориметрии. изучено влияние минеральных компонентов в буром угле на его способность к окислению кислородом воздуха в низкотемпературной области (до 300 °С), характеризующую склонность к самовозгоранию.

В работе использовали образцы углей с зольностью от 4.5 до 14.8 мас. % Канско-Ачинского бассейна. С целью извлечения катионов металлов осуществляли обработку углей 1.0 *N* растворами соляной и уксусной кислот. Комплексный термический анализ образцов углей проводили с помощью синхронного термоанализатора STA 449 *Jupiter* (фирмы NETZSCH) в динамической атмосфере воздуха со скоростью потока 30 мл/мин, сочетающего одновременное измерение изменений массы и тепловых потоков и совмещенного с квадрупольным масс-спектрометром для анализа газов, выделяющихся при нагревании образцов.

Установлено, что показатели термоокислительной деструкции углей: скорость разложения, тепловые эффекты, находятся в зависимости от суммарного содержания катионов металлов Ca, Mg и Fe и при уменьшении содержания их в углях снижаются. Наиболее существенные различия наблюдаются между природными углями и их декатионированными аналогами. Так, для угля с суммарным содержанием катионов металлов (Ca+Mg+Fe) 2.71 мас. % скорость окислительной деструкции органической массы составила 2.25 %/мин, а величина теплового эффекта в низкотемпературной области 2.8 кДж/г (*d.a.f*). Для соответствующего декатионированного образца с содержанием катионов металлов 0.015 мас. % скорость снизилась до 1.35 %/мин, величина теплового эффекта составила 1.1 кДж/г (*d.a.f*).

# ИССЛЕДОВАНИЕ ИСТОЧНИКОВ ВЫБРОСОВ КАМЕННОУГОЛЬНОЙ ПЫЛИ НА РАБОЧИХ МЕСТАХ В УГЛЕПОДГОТОВИТЕЛЬНОМ ЦЕХА ОАО «КОКС»

Субботин С.П., Солодянкин С.С.

ОАО «Кокс», Кемерово

В данной работе были исследованы источники выбросов каменноугольной пыли при разгрузке и транспортировки угля в углеподготовительном цехе.

В год в углеподготовительном цехе разгружается 3,7 млн. тонн угольного концентрата. В таблице 1 представлены источники, где происходит выброс каменноугольной пыли.

Табл. 1

## Доли выбросов пыли каменноугольной в 2010 г.

Наименование источника / цеха	Валовый выброс	
	т/год	% от вала
Углеподготовительный цех:		
- аспирационные системы (12 источников)	16,23	34
- трубы дефлекторов склада угля и шихты	1,27	2,6
- дефлекторы вагоноопрокидывателя	0,45	0,9
- открытый склад угля	29,85	62,5
<b>ИТОГО:</b>	<b>47,80</b>	<b>100,0</b>

Разгруженный на вагоноопрокидывателе уголь, поступает на конвейер С-1а.б или С-2а.б. Для снижения пылевыведения на перегрузочных станциях и при транспортировке угля на конвейерах смонтирован кожух с установкой оросительных форсунок. Подача воды осуществляется автоматически с появлением нагрузки на транспортной ленте. Результаты замеров пыли в производственной среде представлены в таблице № 2.



Табл. 2

**Результаты исследования воздуха производственной среды**

Место измерения	Физический фактор	Дата измерения	Условия отбора проб	ПДК мг/м <sup>3</sup>	Фактический уровень физического фактора мг/м <sup>3</sup>	Величина отклонения от ПДК (раз)	Примечание
1	2	3	4	5	6	7	8
Галерея С-1а.б (с орошением)	Пыль угольная	07.02.2011г.	757 мм.рт.ст. 10°С	-/10.0	14,8±3,0	1,9	Транспортер под нагрузкой
Галерея С-1а.б(без орошения)	Пыль угольная	07.02.2011г	757 мм.рт.ст. 10°С	-/10.0	19,0±3,8	1,5	Транспортер под нагрузкой
Галерея С-2а.б (с орошением)	Пыль угольная	07.02.2011г	757 мм.рт.ст. 10°С	-/10.0	24,7±5,0	3,4	Транспортер под нагрузкой
Галерея С-2а.б (без орошения)	Пыль угольная	07.02.2011г	757 мм.рт.ст. 10°С	-/10.0	33,9±5,0	2,5	Транспортер под нагрузкой

На аспирационные системы углеподготовительного цеха приходится более 34 % от общей доли выброса угольной пыли в углеподготовительном цехе. Это обусловлено значительным пылеобразованием на перегрузочных станциях по конвейерным трактам. Контроль над работой аспирационных систем осуществляется персоналом экоаналитической лаборатории ОАО «КОКС». Результаты проверки представлены в таблице № 3.

**Оценка работы аспирационных установок в углеподготовительном цехе:**

Наименование аспирационной установки	Эффективность очистки, %	Концентрация пыли в воздухе рабочей зоны, мг/м <sup>3</sup> ( норма ПДК = 10 мг/м <sup>3</sup> )
В-1	79	4,8
В-2	80	4,6
АС-7	83	4,3
АС-8	84,5	4,5
АС-9	93,7	4,5
АС-10	82	4,6
АС-18	88	6,4
АС-19	88	6,2
Тайра (взамен АС-16)	-	3,8

Эффективность очистки аспирационных систем зависит от качественных показателей поступающих углей, чем меньше влажность угольного концентрата, тем больше пылевыведение в местах перегрузки и тем больше разница в концентрации угольной пыли до и после аспирационной установки, при этом КПД очистки составляет  $\geq 90\%$ . Эффективность очистки аспирационных систем менее 90% полученная при проведении замеров, связана с тем, что в период измерения транспортировался уголь с повышенной влажностью ( $W=9,8\%$ ), однако измеренной эффективности достаточно, чтобы достигнуть концентрации пыли в воздухе рабочей зоны менее 0,5 ПДК.

Для эксперимента, параллельно с АС-7, на транспортере С-2АБ был установлен пылеулавливающий аппарат «ТАЙРА» для мокрой очистки воздуха от угольной пыли в местах перегрузки и пересыпки угля и устанавливается непосредственно на укрытие этих мест. Отличительная особенность аппарата заключается в том, что он обеспечивает очистку от пыли у мест ее выделения и позволяет осуществлять рециркуляцию воздуха, вследствие чего отпадает необходимость в традиционной сети воздухопроводов, подверженных засорению пылью. В ходе испытаний производилось включение установки совместно либо отдельно с аспирационной системой АС-7. Полученные результаты замеров показали, что пылеулавливающая установка «ТАЙРА» снижает запыленность практически в два раза. Результаты замеров, проводимых при оценке работы установки «ТАЙРА», приведены в таблице № 3.

Табл. 3

### Оценка работы пылеулавливающей установки «ТАЙРА»

№ п/п	Рабочее место	Место измерения (технологическая операция)	Ингредиент	Условия отбора проб	Концентрация, мг/м <sup>3</sup>	ПДК мг/м <sup>3</sup>
1	2	3	4	5	6	7
1	Машинист вагоноопрокидывателя 3-го разряда	Натяжная конвейера С-2А (с Тайра, без АС-7)	Пыль угольная	752 мм.рт.ст. 15°С	2,49±0,5 2	- /10, 0
2	Машинист вагоноопрокидывателя 3-го разряда	Натяжная конвейера С-2А (с Тайра, с АС-7)	Пыль угольная	752 мм.рт.ст. 15°С	1,74±0,3 7	- /10, 0
3	Машинист вагоноопрокидывателя 3-го разряда	Натяжная конвейера С-2А (без Тайра, с АС-7)	Пыль угольная	752 мм.рт.ст. 15°С	5,47±1,1 5	- /10, 0
4	Машинист вагоноопрокидывателя 3-го разряда	Натяжная конвейера С-2А (без Тайра, без АС-7)	Пыль угольная	752 мм.рт.ст. 15°С	9,69±2,0 3	- /10, 0

По итогам апробирования пылеулавливающего аппарата «ТАЙРА» было принято решение о включении в план мероприятий по снижению выбросов угольной пыли на 2010 год (таблица № 4) замена АС -16 на аппарат «ТАЙРА».

Табл. 4

### Мероприятия по снижению выбросов угольной пыли на 2010 год по углеподготовительному цеху:

Источник выброса	Мероприятие по уменьшению выброса	Выброс пыли в атмосферу, тонн/год			Срок выполнения мероприятия	Стоимость, руб.
		По отчету 2-ТП (воздух) за 2009 год	После выполнения мероприятий	Уменьшение выбросов		
АС-13	Замена вентустановки и воздухопроводов	4,2741	2,1312	2,1429	2 кв.	230000
АС-14	Замена вентустановки и воздухопроводов	1,6604	1,375	0,2854	4 кв.	230000
АС-16	Замена вентустановки на «ТАЙРА»	1,4444	0,9502	0,4942	1 кв.	96000
АС-17	Замена вентустановки и воздухопроводов	1,4354	1,1332	0,3022	4 кв.	230000
Общий выброс угольной пыли		97,242	94,0173	3,2247		
Сумма затрат на выполнение мероприятий						786000

Основываясь на результатах контроля среднесменных концентраций определяемых веществ в ВПС за первое и второе полугодие 2010 года (приведенных в таблицах № 5, 6) можно сделать вывод, что реализация мероприятий комплексной программы повышения устойчивости функционирования и снижения негативного воздействия на окружающую среду на 2004-2010 гг. обеспечивает снижение среднесменных концентраций определяемых веществ.

Табл. 5

**Сведения о результатах контроля среднесменных концентраций определяемых веществ в ВПС за 1 полугодие 2010 года:**

№ п/п	Наименование рабочего места	Место проведения исследования	Определяемое вещество	Количество анализов	ПДК мг/м <sup>3</sup>	Среднесменная концентрация мг/м <sup>3</sup>
1	Дробильщик	Дробильное отделение	Пыль угольная	36	10	5,449 5,508 5,311
2	Машинист вагонопрокидывателя 3-го разряда	Вагонопрокид	Пыль угольная	36	10	9,925 9,617 9,302
3	Машинист силосов и угольной башни	Верх ЗСУ	Пыль угольная	27	10	8,238 10,804 9,576
		Верх ЗСШ	Пыль угольная	36	10	9,498 10,022 9,466

Табл. 6

**Сведения о результатах контроля среднесменных концентраций определяемых веществ в ВПС за 2 полугодие 2010 года:**

№ п/п	Наименование рабочего места	Место проведения исследования	Определяемое вещество	Количество анализов	ПДК мг/м <sup>3</sup>	Среднесменная концентрация мг/м <sup>3</sup>
1	Дробильщик	Дробильное отделение	Пыль угольная	36	10	5,440 5,376 5,510
2	Машинист вагонопрокидывателя 3-го разряда	Вагонопрокид	Пыль угольная	36	10	7,794 8,138 8,330
3	Машинист силосов и угольной башни	Верх ЗСУ	Пыль угольная	27	10	9,468 8,814 9,216
		Верх ЗСШ	Пыль угольная	36	10	9,198 9,563 9,164

# ПОЛУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЯ ФЛУОРЕНОВОЙ ФРАКЦИИ ИЗ ПОГЛОТИТЕЛЬНОГО МАСЛА

Субботин С.П., Неведров А.В., Папин А.В.

*ОАО «Кокс», Кемерово, ГУ КузГТУ*

В настоящее время на большинстве коксохимических предприятий России переработка каменноугольной смолы носит узконаправленный характер: извлечение нафталина, получение поглотительного масла, шпалопрпиточного масла, пека, фенольной и антраценовой фракций. Нафталиновая, антраценовая и фенольная фракции в основном направляются на переработку на родственные предприятия, где есть установки для их переработки в товарные продукты или утилизации путем сжигания с получением тепловой энергии. Реализация данных видов побочных продуктов коксохимических производств имеет скорее всего не экономическую, а экологическую целесообразность.

Однако, во многих побочных продуктах коксохимии присутствуют химические соединения, которые являются ценным и дефицитным сырьем для фармацевтических, химических и других видов промышленности. Производство этих ценных химических соединений на коксохимических предприятиях позволит увеличить их прибыль.

Одним из таких ценных товарных продуктов коксохимии может стать флуорен. Флуорен содержится в каменноугольной смоле, а именно в поглотительном масле, получаемом из каменноугольной смолы.

Поглотительное масло в коксохимическом производстве используется при очистке коксового газа от бензольных углеводородов. В его составе присутствует более 140 индивидуальных соединений [1]. Основная масса представлена 23 компонентами ароматического ряда с температурами кипения 218-293 °С. Кроме того, во фракции имеется около 40 азотосодержащих соединений и 16 компонентов фенольного ряда. Качество поглотительного масла определяется поглотительной способностью (количество метилнафталинов), склонностью к кристаллизации при охлаждении и склонностью к полимеризации при повышенных температурах, за что ответственны высококипящие соединения: аценафтен, дифениленоксид и флуорен. Выделение высококипящих соединений путем дополнительной ректификации поглотительного масла решает задачу, как по улучшению

качества поглотительного масла, так и по сырью для выделения индивидуальных высококипящих компонентов. В технологической схеме бензольного отделения коксохимического предприятия эту задачу решает регенератор поглотительного масла. При регенерации из масла удаляются полимеры, в которых концентрируется значительная часть высококипящих соединений, в том числе и флуорен. Регенерация поглотительного масла осуществляется периодически по мере накопления полимеров в оборотном масле и повышения его плотности.

Определение фракционного состава поглотительного масла и полимеров выполнялось путем разгонки в колбе Вюрца при контроле температуры на выходе паровой фазы кипящей смеси. Основное количество высококипящих компонентов, присутствующих в масле, при разгонке удалялось в интервале температур 270-300 °С. В свежем поглотительном масле количество продукта, выкипающего в интервале 270-300 °С составило 4-6 % (по массе). Выход высококипящей фракции из оборотного и регенерированного масла почти вдвое превысил выход из свежего поглотительного масла. В полимере выход этой фракции достигал 50 %.

Результаты исследований содержания высококипящих компонентов (аценафтена, дифениленоксида и флуорена) в оборотном поглотительном масле и в отогнанных из него полимерах, представлены в табл. 1.

Таблица 1. Содержание высококипящих компонентов в поглотительном масле и полимерах

Наименование вещества	Компоненты			Σ ВКК
	Аценафтен	Дифенилен-оксид	Флуорен	
Оборотное поглотительное масло	22,28-30,09	14,90-16,73	6,46-7,66	47,25-51,41
Полимеры	34,41-36,27	27,40-34,62	10,47-19,42	73,91-86,87

Σ ВКК – суммарное содержание высококипящих компонентов.

Данные, представленные в табл. 1, позволяют определить сырьевую базу для получения аценафтена, дифениленоксида и флуорена.

Из табл. 1 видно, что при регенерации поглотительного масла в выделяющихся полимерах содержание высококипящих компонентов в 1,5-2

раза превышает их содержание в оборотном поглотительном масле. Общая сумма компонентов, выкипающих после 270°C в полимерах достигает 80 мас. % и более. Наибольшее количество целевого компонента (флуореновая фракция) отмечается в продуктах, выделенных в начале цикла регенерации [2].

Оптимальным с позиций переработки для извлечения флуорена является отбор полимера на начальном цикле регенерации. В случае переработки полимера на другие индивидуальные компоненты время отбора не имеет существенного значения.

При разработке технологии извлечения флуорена из полимера лабораторные исследования необходимо разделить на два этапа.

Первый этап – выделение из поглотительного масла широкой фракции высококипящих компонентов в интервале 270-310 °С с целью отгона легкой фракции и удаления собственно полимеров.

Второй этап – ректификация широкой фракции с контролем состава продуктов при различных температурах.

Как уже было отмечено выше, выделение широкой фракции 270-310 °С осуществлялось в колбе Вюрца.

Затем широкая фракция охлаждалась и подвергалась центрифугированию для выделения кристаллической фазы и масла. Кристаллы и масло подвергались хроматографическому анализу. Результаты анализа показали, что в состав масла и кристаллов входят нафталин, диметилнафталины, дифенил, аценафтен, дифениленоксид и флуорен. Кристаллы от масла отличает повышенное содержание высококипящего компонента, что свидетельствует о том, что уже на стадии кристаллизации происходит концентрирование флуорена в твердой фазе. Полученная таким образом флуореновая фракция в дальнейшем подвергалась очистке.

Таким образом, подводя итог, необходимо отметить, что получение флуореновой фракции наиболее рационально из полимеров, которые образуются при регенерации поглотительного масла. Кроме того, при производстве флуорена возможно попутно получать другие ценные продукты: аценафтен и дифениленоксид. Производство этих продуктов позволит повысить экономическую эффективность коксохимических предприятий.

# ПОЛУЧЕНИЕ ЖИДКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ ИЗ БУРЫХ УГЛЕЙ ПУТЕМ ДЕСТРУКТИВНОЙ ГИДРОГЕНИЗАЦИИ НА ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩЕМ КАТАЛИЗАТОРЕ

Колесникова С. М., Каменский Е.С., Кузнецов П. Н.,

*Институт химии и химической технологии Сибирского отделения РАН,  
ул. К. Маркса, 42, Красноярск 660049 (Россия)*

*Tel/Fax: 8(391)2124797; E-mail:kpn@icct.ru*

Приведены результаты исследований по получению жидких углеводородов из бурых углей Ленского и Канско-Ачинского бассейнов в процессах деструктивной гидрогенизационной переработки на железосодержащем рудном катализаторе.

Установлено, что методом полукоксования в реторте Фишера из углей Ленского бассейна может быть получено до 10.5 % жидкой смолы. При гидропиролизе без катализатора выход жидкого продукта существенно не возрастал. Значительное увеличение конверсии при гидропиролизе достигнуто при использовании дисперсного железосодержащего катализатора. При 500<sup>0</sup>С и P<sub>H<sub>2</sub></sub> 10 МПа конверсия угля достигала 63.5% при выходе жидких углеводородов 31.0 %, газообразных продуктов 31.8 % и асфальтенов 0.7% (в расчете на ОМУ). При жидкофазной гидрогенизации в среде высококипящего технического пастообразователя на железосодержащем катализаторе при температуре 430<sup>0</sup>С и низком давлении водорода 6 МПа конверсия угля составляла 85.2% при выходе жидких продуктов 54.2%.

Изучен фракционный состав и индивидуальный углеводородный и групповой состав бензиновых и дизельных фракций угольных гидрогенизатов. Полученные данные сопоставлены с данными для соответствующих фракций нефтей месторождений Восточной Сибири. Установлено, что в бензиновых фракциях угольных гидрогенизатов, по сравнению с бензинами из нефтей, содержится значительно больше ароматических и непредельных углеводородов и меньше изопарафинов. На основе полученных данных по составу гидрогенизатов рассмотрены возможные направления их использования для получения высокосортных экологически безопасных моторных топлив и в качестве сырья для нефтехимии.



# EFFECT OF INCREASED PRESSURE ON CO<sub>2</sub> REACTIVITY OF COALS

**Zbigniew Robak, Ph.D., Slawomir Stelmach, Ph.D., Andrzej Mianowski, Prof.**

*Institute for Chemical Processing of Coal (IChPW),*

*1 Zamkowa St., 41-803 Zabrze, Poland*

*phone: + 48 32 271-00-41, e-mail: zrobak@ichpw.zabrze.pl, www.ichpw.zabrze.pl*

CO<sub>2</sub> reactivity of coals is a very important parameter which may determine their suitability for the gasification processes. Coal gasification is often conducted at elevated pressures, and therefore it was decided to determine reactivity of selected coals under conditions simulating nearly operational parameters of real gasification process. New research stand for testing of CO<sub>2</sub> reactivity of coals under increased pressure has been designed and built at Institute for Chemical Processing of Coal. This research stand consists of electric furnace, pressurized reactor, which may hold about 5÷10g of sample, system of CO<sub>2</sub> dosing, flow regulation and pressure measurement and also CO/CO<sub>2</sub> on-line analyzer (SICK S-700).

The aim of the work was to determine the effect of pressure on Boudouard reaction and simultaneously CO<sub>2</sub> reactivity of selected Polish coals. In the first phase of studies, measurements procedure have been elaborated, which consist of two steps. In the first step, pyrolysis of studied coals with final temperature 1000°C, at heating rate 5K/min and residence time in final temperature equal 30 minutes, to obtain chars for further investigations, has been done. Measurements of obtained chars CO<sub>2</sub> reactivity have been carried out in the second step. Determination of reactivity for two hard and one brown coals have been realized at temperatures 900 and 950°C and pressures up to 3,5MPa. Concentrations of CO and CO<sub>2</sub> in flue gases have been determined on line using SICK S-700 analyzer. Based on obtained results, changes in the concentration of CO vs. time have been drawn up, for given pressure and CO<sub>2</sub> flow rate. It was found that the process of coal char's CO<sub>2</sub> gasification in experimental conditions was unsteady, far from the theoretical state of equilibrium. Significant differences in process progress have been found for each char (higher reaction rates for brown coal's chars gasification compared to hard coal's chars gasification). It was found that at temperatures up to ~900°C influence of pressure on char CO<sub>2</sub> reactivity is negligible. By contrast, at higher temperatures the pressure becomes an important parameter determining the Boudouard reaction rate.

# НАНОСТРУКТУРА И СВОЙСТВА УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Бервено В.П .Бервено А.В., Близнюк А. А., Брюховецкая Л. В.,  
Григорьев В. М., Лырщиков С. Ю.

*Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН,  
650000, Кемерово, Советский пр., 18*

*Институт химии твёрдого тела и механохимии СО РАН, Новосибирск*

*E-mail:[carbnanof@bk.ru](mailto:carbnanof@bk.ru)*

Углеродные материалы (УМ) имеют огромную историю, и как это видно сейчас, не меньшее будущее. Они сегодня уникальны как конструкционный материал (аэрокосмическое, судостроение, машиностроение для ветроэнергетики, химии экстремальных условий), как электродный материал в источниках тока нового поколения, как элементная база наноэлектроники, носителей информации, устройств отображения информации, излучателей в источниках света будущего, как материал для разделения, очистки веществ, в том числе воды и воздуха, как основа современной и будущей металлургии.

Однако связь структуры, текстуры и свойств углеродных материалов во многом остаётся тайной.

Не было ясности в природе особенностей реакционной способности составляющих углеродные материалы молекул аренов, в механизме магнетизма, происхождения дефектов, пор. пустот в них, в причине биоактивности углеродных материалов.

В результате дополнения результатов натуральных исследований квантово-химическими удалось выяснить ряд вопросов связи структуры, текстуры и свойств углеродных материалов.

Энергия межмолекулярного взаимодействия полициклических аренов в зависимости от их количества в ассоциате изменяется немонотонно. Причём более устойчивыми являются пакеты с нечётным количеством молекул. Это объясняет известный из рентгенодифракционных и электронномикроскопических исследований факт о составе элементарных текстурных фрагментов (ЭТФ) в матрице углей, углеродных материалов, полученных до 900 °С: они состоят из трёх молекул.

Свойства УМ определяются не только их молекулярным составом, но в значительной мере - составом их элементарных текстурных фрагментов (количеством молекул аренов, обменносвязанных в пакеты), а также их упаковкой, взаимной ориентацией.

Реакционная способность полициклических молекул аренов в ЭТФ определяется, кроме всего, перераспределением в них электронной плотности в сравнении с обособленными, в соответствии с их положением: на крайних атомах углерода в средней молекуле формируется избыток, а в атомах центрального цикла - дефицит электронной плотности. Это объясняет природу избирательного выгорания центральных молекул в ЭТФ УМ при получении углеродных молекулярных сит - их реакционная способность выше, чем боковых в ЭТФ.

Магнитные, электрофизические свойства УМ также в значительной мере следствие формирования избыточной (неспаренной) электронной плотности на крайних атомах углерода средней молекулы ЭТФ УМ, и дефицита (дырки) на атомах центрального цикла полициклических ароматических молекул в сравнении с одиночными.

Биологическая, цитотоксическая активность УМ обусловлена их способностью восстанавливать кислород до ионо-радикального состояния. Причём восстанавливаются молекулы кислорода неспаренными электронами, спектр электронного парамагнитного резонанса которых исчезает при взаимодействии с молекулами кислорода. Способность углеродных материалов разрушать мембраны, например, макрофагов, пропорциональна концентрации и подвижности неспаренных электронов, делокализованных по цепи полисопряжения молекул аренов в ЭТФ матрицы УМ.

# ПРИРОДА ЭЛЕКТРОННОГО ПАРАМАГНЕТИЗМА И ОПТИЧЕСКОГО ПОГЛОЩЕНИЯ ПИРОЛИЗОВАННЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

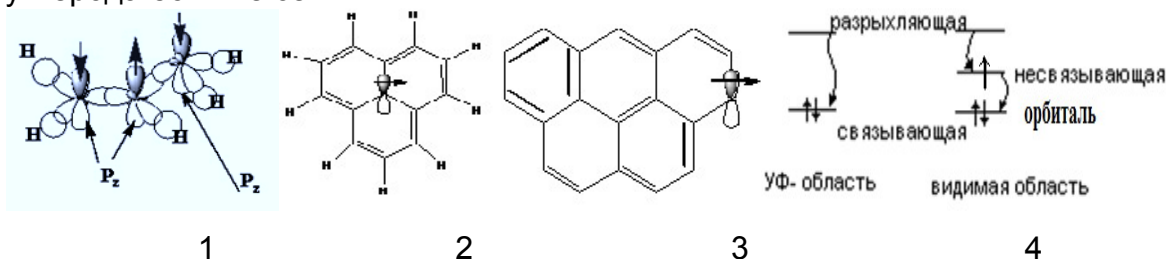
Полубояров В.А., Андрюшкова О.В.

Новосибирск, Кутателадзе, 18, ИХТТuM СО РАН, [sanych@solid.nsc.ru](mailto:sanych@solid.nsc.ru)

Новосибирск, Пр. Карла Маркса, 20, факс:+7 (383) 346 02 09, НГТУ,

[aov0710@ngs.ru](mailto:aov0710@ngs.ru)

В работе [1] представлено обоснование термодинамической стабильности в «нормальных» условиях радикалов подобных  $\pi$ -аллильному (рис.1) с нечетным числом атомов углерода в  $\pi$ -системе с числом атомов углерода больше семи.



Поэтому полиароматические радикалы с нечетным числом атомов углерода в  $\pi$ -системе рис.2,3, а также полиароматика с бóльшим числом бензольных колец (с нечетным числом атомов углерода в  $\pi$ -системе) также являются термодинамически стабильными в «нормальных» условиях.

Таким образом, парамагнетизм пиролизованных органических веществ обусловлен полисопряженными или полиароматическими соединениями с нечетным числом атомов углерода в  $\pi$ -системе.

Нечетное число атомов углерода в  $\pi$ -системе приводит к появлению несвязывающей орбитали между связывающей и разрыхляющей орбиталью (рис.4). Поэтому, если у соединений с четным числом атомов углерода в  $\pi$ -системе  $\pi$ - $\pi^*$ переход попадает в УФ-область, то у соединений с нечетным числом атомов углерода в  $\pi$ -системе  $\pi$ - $\pi^*$ переход попадает в видимую область (рис.4).

Поэтому появление парамагнетизма пиролизованных органических соединений, обусловленного полисопряженными или полиароматическими соединениями с нечетным числом атомов углерода в  $\pi$ -системе приводит к поглощению света в видимой частотной области.

1.Полубояров В.А., Андрюшкова О.В., Булынникова М.Ю. Природа электронного парамагнетизма и оптического поглощения пиролизованных органических веществ // Сиб.хим.журн.. – 1992. - Вып.5. - С.5-

# ПРИМЕНЕНИЕ ДИСТИЛЛЯТНЫХ ФРАКЦИЙ ЖИДКОФАЗНОГО ГИДРОГЕНИЗАТА УГЛЯ В КАЧЕСТВЕ ФЛОТАЦИОННЫХ РЕАГЕНТОВ

Антипенко Л.А.

ОАО «Сибницуглеобогащение», 653000, Кемеровская область, г.Прокопьевск,  
ул.Горная,1

факс: (3846) 61-47-69, E-mail: [prokopevaOA@suek.ru](mailto:prokopevaOA@suek.ru)

В последние десятилетия в угледобывающих отраслях России и за рубежом сохраняется тенденция в части содержания в рядовых углях класса менее 0,3 (0,2) мм до 25-30%. На углеобогащительных фабриках этот материал обогащается преимущественно методом флотации. При флотации углей применяются два принципиально разных типа реагентов: аполярные (собиратели) и гетерополярные (вспениватели), от которых зависит технологическая и экономическая эффективность процесса. Эти реагенты являются побочными продуктами нефтеперерабатывающих и нефтехимических производств. Учитывая, что ресурсы нефти не восполняются, или увеличиваются слабо, возникает необходимость в изыскании новых альтернативных реагентов. В этом плане представляет интерес дистиллятные фракции жидкофазного гидрогенизата (ДФЖГ) угля, получаемые из угля как целевой продукт и используемый в качестве жидкого топлива.

В лаборатории института проведены исследования по флотации углей с применением ДЖФГ. В качестве аналога как наиболее распространенный на фабриках реагент-собиратель использовалось ТПБ (топливо печное бытовое).

Результаты исследований показали, что при среднем расходе ДФЖГ 1,75 кг/т выход флотоконцентрата получен выше на 2-15% (в среднем на 9,4%) по сравнению с ТПБ при его расходе 3,0 кг/т.

Следовательно, применение ДФЖГ в части интенсификации процесса флотации позволяет повысить выход флотационного концентрата, снизить расход реагента-собирателя и, в целом, стоимость процесса. Следует отметить, что ДФЖГ отвечает основным требованиям, предъявляемым к реагентам: высокая активность и селективность действия, постоянство химического состава, удобство использования. Поэтому в настоящее время необходимо заниматься вопросами глубокой переработки углей в части их гидрогенизации с получением жидкого топлива и дальнейшим использованием дистиллятных фракций жидкофазного гидрогенизата угля в качестве флотационных реагентов.

# ОКИСЛИТЕЛЬНОЕ МОДИФИЦИРОВАНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ПРОДУКТОВ КОКСОВАНИЯ

Семенова С.А., Гаврилук О.М., Исмагилов З.Р.

*Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН  
г. Кемерово, пр. Советский, 18. e-mail: [semlight@mail.ru](mailto:semlight@mail.ru)*

Для увеличения выхода и повышения плотности пека используют термоокислительные методы обработки фракций КУС, модифицирование минеральными кислотами, перекисью водорода, ароматическими кислотами и ангидридами. В данной работе исследовалось влияние низкотемпературного озонирования в различных средах на изменение химического и группового состава КУС. Обработку КУС озono-кислородной смесью (концентрация 2,0-2,2 % об.) проводили в среде хлороформа, бензола (соотношение 1:5) и без растворителя.

Озонирование КУС приводит к уменьшению в ней содержания углерода (до 3,8 %), азота (до 1,0 %), серы (до 0,4 %), увеличению содержания кислорода (до 5,1 %) без заметных изменений содержания водорода. Увеличение параметров Н/С и О/С свидетельствует об «усвоении» кислорода посредством деструкции ароматических ядер без окислительного дегидрирования КУС. Большая глубина озонирования свойственна обработке КУС в среде бензола.

В групповом составе озонированной КУС увеличивается выход фракций, обогащенных кислородом: кислотнo-фенольной (от 1,7 до 31,6 масс. %) и асфальтенов (от 24,7 до 49,4 %). Уменьшается выход органических оснований (от 8,6 до 0,6 %) и нейтральных масел (от 63,6 до 34,1 %). Выход нейтральных смол изменяется незначительно (1,1-1,4 %).

В составе фракции органических оснований практически исчезают токсичные карбонитрилы, уменьшается содержание хинолина и карбазола.

Фенольно-кислотная фракция, представленная преимущественно моно- и полициклическими фенолами, после озонирования КУС полностью меняет свой состав на хиноны, альдегиды, кетоны, ароматические кислоты и ангидриды.

В составе нейтральных масел увеличивается доля алкилзамещенных нафталинов и фенантронов, существенно уменьшается содержание циклоалкенов (индена, аценафтилена, ацепирена, инденопирена) и полициклических аренов, придающих смоле канцерогенные свойства (пирена, бенз[а]антрацена, бенз[а]пирена, перилена и бенз[*g,h,i*]перилена).

В составе нейтральных смол уменьшается содержание карбазола, хинолина, карбонитрилов и увеличивается доля хинонов и бензофуранов.

# ИЗМЕНЕНИЕ РЕАКЦИОННОСТИ УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СТРУКТУРНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ И ПРИСУТСТВИЯ НЕОРГАНИЧЕСКИХ ДОБАВОК

Барнаков Ч.Н., Хохлова Г.П., Ефимова О.С., Исмагилов З.Р.

*Институт углехимии и химического материаловедения*

*650000, г. Кемерово, пр. Советский, 18*

*E-mail: [icccms@rambler.ru](mailto:icccms@rambler.ru)*

Исследовано влияние степени графитации и присутствия различных добавок на реакционную способность углеродных материалов (УМ). За меру реакционной способности УМ, по близкой аналогии с определением реакционности промышленных коксов принята величина обгара материала при его взаимодействии с  $\text{CO}_2$  при  $900\text{ }^\circ\text{C}$ . Степень графитации образцов определяли методом РФА по отношению интенсивностей рефлексов  $d_{002}$  и турбостратного углерода.

В качестве добавок исследованы  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{H}_3\text{BO}_3$ , соли Zn и Ni, а также молибдат и ванадат аммония, которые добавляли на стадии карбонизации в прекурсор углерода – целлюлозу и жирный уголь. УМ с разной степенью графитации синтезированы из каменноугольного пека и жирного угля по разработанной ранее методике низкотемпературной ( $600\text{-}900\text{ }^\circ\text{C}$ ) графитации с использованием в качестве катализаторов наночастиц Fe, Co и Ni, стабилизированных наноразмерным углеродным материалом. Исследована также реакционная способность синтетического графита и пенографитов различной степени расширения, полученных по известным методикам и не содержащих в своем составе неорганических добавок.

Исследования показали, что с увеличением степени графитации реакционность УМ уменьшается. Присутствие оксидов кремния, алюминия, бора также понижает реакционную способность углерода. Напротив, соединения *d*-металлов (Mo, V, Zn, Fe, Co, Ni) повышают реакционность УМ. Повышение реакционной способности в присутствии соединений этих металлов проявляется и в случае одновременного увеличения степени графитации образцов, что указывает на преобладающее влияние *d*-металлов, которые катализируют реакцию взаимодействия углерода с  $\text{CO}_2$ .

# СИНТЕЗ ФЕРРОМАГНИТНЫХ УГЛЕРОДНЫХ СОРБЕНТОВ ДЛЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ БЛАГОРОДНЫХ МЕТАЛЛОВ

Цыганова С.И., Патрушев В.В., Королькова И.В., Фетисова О.Ю.,

Бондаренко Г.Н., Каргин В.Ф., Великанов Д.А.

*Институт химии и химической технологии СО РАН*

*660049, Россия, Красноярск, Академгородок, 50, стр. 24, light@icct.ru*

Разработка пористых материалов с магнитными свойствами из модифицированного природного сырья в последнее десятилетие приобретает особое значение в биомедицине, электронике, в металлургической, золотодобывающей промышленности, а также при решении экологических задач (сборка вредных веществ с поверхности воды, твердых немагнитных поверхностей с помощью магнитного поля).

В данной работе представлены результаты исследований по получению углеродного сорбента из опилок березы, модифицированных солями железа и цинка и его сорбционной способности по извлечению золота, платины и палладия из хлоридных растворов. Используя РФА, ИК спектроскопию, электронную микроскопию и магнитометрию были исследованы состав и свойства модифицированных образцов, полученных при различных температурах карбонизации и последующей водной обработки. Показано, что модификация одним реагентом – хлоридом железа, приводит к образованию ферромагнитного адсорбента с удельной поверхностью 400-500 м<sup>2</sup>/г, а двойное модифицирование – хлоридами железа и цинка, приводит к росту его удельной поверхности до 1000-1300 м<sup>2</sup>/г. Определены оптимальные условия получения пористых углеродных материалов и распределение магнитной и немагнитной фаз в них. Сорбционная емкость полученных сорбентов имеет следующие показатели: по золоту 84 кг/т, по платине 49 кг/т, по палладию 41 кг/т.



# ВЛИЯНИЕ МЕХАНОХИМИЧЕСКОЙ И ХИМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА СВОЙСТВА УГЛЕЙ

**Волоскова Е.В., Полубояров В.А.**

*Институт химии твердого тела и механохимии СО РАН,*

*Россия, 630128, г. Новосибирск, ул. Кутателадзе, 18,*

*тел. 8(383)3399348, факс. 8(383)3322847, E-mail: [sanych@solid.nsc.ru](mailto:sanych@solid.nsc.ru)*

Основными процессами, с помощью которых уголь может быть превращен в ценные компоненты для химической промышленности, являются экстракция, окисление, полукоксование и коксование, газификация, терморазложение и гидрогенизация. Основной проблемой технологии переработки углей является его высокая химическая и энергетическая устойчивость. Одним из альтернативных способов снижения химической устойчивости углей является механохимическое воздействие (МО).

Целью работы являлось изучение влияния предварительной механохимической обработки на процесс растворения углей разной степени метаморфизма (длиннопламенный (Д), коксовый слабоспекающийся (КС), антрацит (А)) в центробежно-планетарной мельнице в течение 3, 5 и 10 минут, а затем проводили растворение в кислотном меланже (смесь азотной кислоты и серной кислоты в соотношении 9:1).

Продолжительность растворения угля в кислотном меланже определяли по продолжительности химической реакции, во время которой происходило выделение бурого газа  $\text{NO}_2$ . Растворение угля определяли визуально.

Предварительная механохимическая обработка уменьшает продолжительность растворения угля в меланже в среднем в 3 раза.

Было установлено, что растворение углей в кислотном меланже объясняется прививанием к его периферийным ароматическим структурам сульфо- и нитрогрупп, что подтверждается данными ИК спектроскопии выделенных из раствора углей.

Удельная поверхность выделенных растворенных углей зависит от зольности углей, т. е. чем выше зольность угля, тем выше удельная поверхность конечного продукта. Также величина удельной поверхности обработанного меланжа зависит от продолжительности предварительной механохимической обработки и объема добавляемого меланжа.

С помощью термического анализа было показано, что обработка угля меланжем приводит к его химической деструкции.

# ВЛИЯНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ УГЛЕЙ НА СТАБИЛЬНОСТЬ ИХ ВОДНЫХ СУСПЕНЗИЙ

Волоскова Е.В., Полубояров В.А.

*Институт химии твердого тела и механохимии СО РАН,*

*Россия, 630128, г. Новосибирск, ул. Кутателадзе, 18,*

*тел. 8(383)3399348, факс. 8(383)3322847, E-mail: [sanych@solid.nsc.ru](mailto:sanych@solid.nsc.ru)*

Одним из направлений переработки угля является получение водоугольного и водошламового топлива. Для этого используют механическое диспергирование угля в жидкой среде, с том числе и с помощью ультразвука.

Цель настоящей работы – исследование возможности механохимического получения водоугольных суспензий с использованием различных химических добавок и без них, определение влияние стадии метаморфизма углей на их стабильность.

В работе проводили механохимическую обработку (МО) в воздушной среде углей разной стадии метаморфизма (антрацита (А), коксового слабоспекующегося (КС) и длиннопламенного (Д)) в центробежно-планетарной мельнице в течение 3, 5 и 10 минут, а затем определяли стабильность суспензий этих углей.

В результате работы были найдены условия стабильности водоугольных суспензий в зависимости от степени метаморфизма угля. Установлено, что достаточным временем механохимической обработки углей является 3 и 5 мин. Проведя анализ кривых седиментации, было установлено, что массовая доля частиц с размером 1-10 мкм увеличивается при добавлении ПАВ к водной суспензии углей. Но это характерно только для углей марок А и КС. Поэтому можно сказать, что стабильность зависит от наличия ПАВ. Молекулы ПАВ могут взаимодействовать с гидрофобной поверхностью угля, что предотвращает агрегацию их частиц. Причем, чем углеводородный радикал у ПАВ (С=8-12) или его молекулярная масса, тем выше стабильность суспензий.

У угля марки Д в суспензии преобладают частицы с размером более 11 мкм, но водные суспензии из этого угля обладают одинаковой стабильностью в случае разных ПАВ. Поэтому можно сказать, что на стабильность водных суспензий из угля марки Д влияет ПАВ, создающий щелочную среду, поскольку происходит экстракция гуминовых кислот с образованием гуматов, которые стабилизируют суспензию. Все используемые добавки создают щелочную среду.

# MINERALS IN COAL OF SOME DEPOSITS ON WESTERN REGION OF MONGOLIA

N.Davaajav<sup>1</sup>, B.Gantumur<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Coal research center, School of Chemistry and Chemical Engineering  
National University of Mongolia*

<sup>2</sup> *Department of Chemistry, Hovd University*

Coal may become more important, both, as an energy source and as the source of organic chemicals in the 21st century. Coal contains not only organic matter but also small amounts of inorganic constituents. Commonly found group minerals in coal are: major (quartz, pyrite, clays and carbonates), minor, and trace minerals. All coals contain a significant amount of mineral matter, organometallics, chelates and/or adsorbed species.

Clays, quartz, pyrite and various carbonates are the dominant minerals in most coals. Minerals such as sphalerite (ZnS), pyrrhotite (Fe<sub>1-x</sub>S), troilite (FeS), chalcopyrite (CuFeS<sub>2</sub>), galena (PbS), apatite (Ca<sub>5</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>3</sub> (F,Cl,OH)), barite (BaSO<sub>4</sub>), monazite (Ce, La, Nd, Th)PO<sub>4</sub>, rutile (TiO<sub>2</sub>), zirkon (ZrSiO<sub>4</sub>), ankerite CaFe(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, clausthalite (PbSe) are most often minor mineral coal components.

Coal ashes are the residues of inorganic and organic materials in coal left by coal combustion. The yield of coal ashes and their geochemical properties determine the quality of and its forming conditions.

It is known from the analytical results the yield of coal ashes in coal samples from deposit Khartarbagatai ranges 12,5-30,5%, in coal samples from deposit Nuurst-hotgor ranges 10.35-37.5%, in the hushuut ranges 5.6-29.8%. According to the standards for the classification of coal ashes in Russian, coal ashes from there deposit belong to the medium ash type.

The major minerals in coal of there deposits are quartz, koalinnite, montmorillonite and some metallic minerals such as pyrite and magnetite.

## References

1. N.Davaajav "Studies on the Mineral semi coking coals Substances and Coals of the Nuurst Hotgor Deposit", Collection "for Seeking the Ph D. Degree in Chemistry. Biisk city, Russia, 2000.
2. J.Dugarjav, N.Davaajav, D.Jambal, B.Gatumur "Some results of examination of mineral components of the stone coal of "Hoshoot" Deposit in the basin of Mongol Altai, In: Collections of abstracts "Natural conditions & resources of the Western Mongolia" its neighboring areas. 3-rd International congress. Tomsk, 1997. P-151
3. D. J. Swaine, F. Goodarzi, Environmental Aspects of Trace Elements in Coal, Kluwer, Dordrecht, 1995.
4. M. Th. Mackowsky, "Minerals and Trace Elements Occurring in Coal" in Stach's textbook of Coal Petrology, Gebruder Borntraeger, Berlin, 1982.

# ПРОЦЕССЫ ОКИСЛЕНИЯ В ОТВАЛАХ КАМЕННОУГОЛЬНЫХ РАЗРЕЗОВ КУЗБАССА

**Андроханов В.А. Соколов Д.А.**

*Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, 630099, Новосибирск,  
ул. Советская, 18, тел.(факс) (383) 222-76-52, E-mail: sokolovdenis@mail.ru*

Ежегодно в Кузбассе предприятия угольной промышленности выносят на поверхность до  $1,5 \times 10^9$  тонн восстановленной глубинной породы. Установлено, что в целом по региону запасы восстановленных веществ в молодых почвах формирующихся на отвалах каменноугольных процессов, составляют  $29,7 \times 10^6$  тонн. Учитывая то, что восстановленные вещества в основном представлены углистыми частицами, неустойчивыми в данной геохимической обстановке, можно отметить, что с течением времени при их полном окислении в атмосферу может выделиться до  $108,9 \times 10^6$  тонн углекислого газа, а вместе с тем  $23,3 \times 10^9$  калорий энергии. Для сравнения, количество тепловой энергии, выделяемое всеми ТЭЦ и котельными в России, составляет  $1,8 \times 10^9$  калорий в год.

Процесс окисления сопровождается образованием новых продуктов, таких как фенолов, бензопиренов и их производных. Последние либо накапливаются на месте образования, либо мигрируют в ландшафтах. В этом случае они способны осложнить экологическую обстановку на территории Кузбасса.

Поскольку окислительные процессы в техногенных ландшафтах протекают одновременно с почвообразованием и, по сути, являются их специфической составной частью, то при формировании почвенных окислительно-восстановительных систем возможно вовлечение угля и продуктов его окисления в гумусообразование. В этом случае, почвы, формирующиеся в техногенных ландшафтах, выступают в качестве основного геохимического барьера, и тем самым, способствуют закреплению и детоксикации продуктов окисления. Так, например, в результате окислительно-восстановительных процессов подвижные органические вещества способны объединяться в полимеры, сходные по свойствам (соответственно и функциям) с гумусовыми кислотами (Орлов, 1990). При этом процессы почвообразования выступают своего рода «конкурентами» процессам неупорядоченного химического окисления.

## ПОЛУЧЕНИЕ УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ ЕСТЕСТВЕННООКИСЛЕННЫХ УГЛЕЙ

**Манина Т.С., Семенова С.А., Федорова Н.И., Болтнева А.В., Исмагилов З.Р.**

*Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН*

В настоящее время приобретает актуальность переработка углей и углеотходов, непригодных для энергетических целей и коксования, в частности, выветрившихся углей, окисленных в пластовых условиях или при хранении. Окисленные угли вместе с горными породами сбрасываются в отвалы и являются источниками загрязнения окружающей среды. Однако существует возможность переработки данного вида забалансового сырья путем получения на его основе высокопористых углеродных материалов (УМ) методом химической активации и дальнейшей карбонизации.

Уголь с большим содержанием кислородных функциональных групп является реакционноспособным по отношению к активирующим агентам (KOH, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, ZnCl<sub>2</sub>), что положительно влияет на процесс активации: уменьшается время и температура, растет выход и величина удельной поверхности, изменяется распределение пор по размерам и адсорбционные свойства УМ. Гидроксид калия показал себя наиболее эффективным реагентом при активации УМ.

Для получения УМ использовали естественноокисленный уголь марки Д (р-3 Моховский), имеющий следующие характеристики (%): W<sup>a</sup> - 14,2; A<sup>d</sup> - 14,0; C<sup>daf</sup> - 65,0; H<sup>daf</sup> - 3,4; O<sup>daf</sup> - 29,5. Обработку проводили пропиткой угля водным раствором KOH 50% с последующей сушкой и карбонизацией. Результаты исследований представлены в таблице.

Свойства карбонизатов естественноокисленного угля Д, обработанного KOH

Соотношение KOH:уголь, г/г	Удельная поверхность, м <sup>2</sup> /г	Сорбционная активность по бензолу, мг/г	Сорбционная активность по йоду, мг/г
0	63	43	181
0,5	835	435	1026
1,0	1139	640	1322
2,0	1437	770	2290
Прототип АГ-2	683	307	270

Таким образом, из естественноокисленных углей посредством их щелочного импрегнирования получены высокопористые УМ, не уступающие по свойствам промышленным образцам активных углей. Введение щелочи способствует развитию пористой системы, структура которой определяет высокую адсорбционную активность полученных УМ.

# РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ УГЛЕОБОГАЩЕНИЯ КУЗБАССА

**Столбоушкин А.Ю. \*, Мочалов С.П. \*, Стороженко Г.И. \*\*, Никитин А.И. \*\***

*\*Сибирский государственный индустриальный университет  
(г. Новокузнецк, ул. Кирова, 42, факс 8(3843)46-57-92, E-mail: rector@sibsiu.ru)*

*\*\*ООО «Баскей» (г. Новосибирск, ул. Инженерная, 4а, оф. 814,  
факс 8(383)328-32-47, E-mail: baskey\_ltd@mail.ru)*

В последние годы в угледобывающей отрасли осуществляется строительство обогатительных фабрик нового поколения, в которых отсутствуют сушильные отделения, шламовые отстойники и гидроотвалы. Тем не менее, большинство углеобогатительных предприятий Кузбасса имеют устаревшее оборудование и технологии, в результате чего качество обогащения угля не соответствует ни международным стандартам, ни техническим отраслевым нормам. Содержание угля в отходах колеблется от 17 до 26%, что приводит к ежегодным его потерям в Кузбассе от 12 до 15 млн. тонн [1]. Повышенное содержание углерода в отходах Абашевской ЦОФ стало причиной остановки кирпичного завода, для которого ОУО являлись сырьевой базой.

Предлагаемая технологическая идея заключается в организации глубокой переработки отходов обогащения углей непосредственно на кирпичном заводе с целью получения энергетического угольного топлива для основного производства. Глубокая переработка отходов, используемых в производстве кирпича, может быть основана на современных способах вторичного обогащения (магнитная и криомагнитная сепарация, пневмосепарация, масляная агломерация и др.), которые позволяют извлечь до 80-90% угля из отходов. При указанной степени извлечения и при использовании на 1000 штук кирпича нормального формата 2,5 м<sup>3</sup> пустой породы вместе с ней образуется 600 кг условного топлива в виде обогащенного угля. Этого количества достаточно не только для обжига, отпрессованного из отходов кирпича, но и для производства в газогенераторных установках электроэнергии, используемой для технологических нужд кирпичного завода.

Такой подход к решению проблем переработки и использования отходов углеобогащения позволит создать эффективную инновационную технологию производства изделий стеновой керамики.

1. *Шпирт М.Я., Рубан В.А., Иткин Ю.В.* Рациональное использование отходов добычи и обогащения углей. – М.: Недра, 1990 г. – 224 С.

# ПОЛИФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ КАТАЛИЗАТОР ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ РЕСУРСОВ БЕНЗОЛА В ПРОДУКТАХ ПЕРЕРАБОТКИ УГЛЯ

**Бяков А.Г., Петров И.Я. \*, Трясунов Б.Г.**

*Кузбасский государственный технический университет. 650026 г. Кемерово  
ул. Весенняя 28 (факс: 8 (384-2)-39-69-85, e-mail: [bykov79@inbox.ru](mailto:bykov79@inbox.ru))*

*\* Институт углехимии и химического материаловедения. 650000 г. Кемерово  
пр. Советский 18.*

Процесс производства металлургического кокса сопровождается выделением жидких продуктов пиролиза, содержащих в своем составе значительные ресурсы бензола, применение которого затруднено из-за наличия в нем гомологов бензола и серосодержащие соединений. Эта проблема может быть решена переработкой данной продукции с применением новых катализаторов.

Предлагаются новые полифункциональные катализаторы на основе нанесенных на  $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$  оксидов никеля (II), ванадия (V) и молибдена (VI), способные в относительно мягких условиях ( $T = 400^\circ\text{C}$ ,  $P_{\text{H}_2} = 0,1$  МПа) с достаточно высокой эффективностью осуществлять одновременное гидрообессеривание тиофена и гидродеалкилирование алкилароматических углеводородов. Полученные результаты свидетельствуют о том, что гидрообессеривающая активность синтезированного алюмоникельванадиймолибденового (Al-Ni-V-Mo) образца состава 5%NiO-5%  $\text{V}_2\text{O}_5$ -10%  $\text{MoO}_3/\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3$  сопоставима с активностью промышленного алюмоникельмолибденового катализатора гидроочистки: степень конверсии тиофена в модельной бензолно-тиофеновой смеси (42% тиофена) - 98,0 и 98,3%, соответственно. Причем в модельной реакции гидродеалкилирования толуола значения активности указанного Al-Ni-V-Mo образца при  $400^\circ\text{C}$  заметно выше (выход бензола 22,1% при селективности 36%), чем у промышленных алюмомолибденового и алюмоникельмолибденового катализаторов гидроочистки, испытанных при  $600^\circ\text{C}$  (выход бензола 12-13%; селективность - 38-41%), и лишь по селективности ниже, чем у промышленного алюмохромового катализатора гидродеалкилирования (катализатор "Гудри-Детол"), также испытанного при  $600^\circ\text{C}$  (выход бензола 19,7%; селективность - 78%). Это позволяет рассматривать нанесенные на  $\gamma$ -оксид алюминия NiO- $\text{V}_2\text{O}_5$ - $\text{MoO}_3$ -композиции как весьма перспективные катализаторы, которые могут быть использованы в качестве катализаторов для гидропереработки фракций коксохимического происхождения с целью получения высокочистого бензола.

# НЕТРАДИЦИОННЫЕ МЕТОДЫ ОЧИСТКИ СЫРОГО КОКСОХИМИЧЕСКОГО БЕНЗОЛА

Вагнер С. Э., Бунеева Е. И., Трясунов Б. Г.

*Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Кузбасский государственный технический университет"*

*650000, Кемерово, ул. Весенняя, 28, факс: (3842) 396308*

*E-mail: [tbq.httte@kuzstu.ru](mailto:tbq.httte@kuzstu.ru)*

Получение бензола из продукта коксохимического производства – сырого бензола, – является актуальной современной проблемой. Существующие методы очистки (ректификация, вымораживание, сернокислотная очистка и пр.) имеют свои достоинства и недостатки. Наиболее перспективным является метод жидкостной экстракции с использованием различных растворителей отечественного производства. Проведено сравнительное исследование эффективности диэтиленгликоля (ДЭГ), диметилформамида (ДМФА), диметилсульфоксида (ДМСО) в процессе экстракции ароматических углеводородов из сырого коксохимического бензола ОАО «Кокс». Установлено, что селективность к ароматическим углеводородам и эффективность растворителей увеличивается в ряду ДМФА, ДМСО, ДЭГ, а их растворяющая способность уменьшается. Растворитель с высокой производительностью обладает низкой селективностью и наоборот. Добавление воды к ДМСО уменьшает растворимость предельных углеводородов, тем самым повышает его селективность.

Исследование одноступенчатой карбамидной депарафинизации показало, что селективность карбамида возрастает с увеличением цепи предельных углеводородов.

Очистка сырого бензола и бензольной фракции макропористым сульфокатионитом от непредельных углеводородов и тиофена приводит к образованию полимеров на поверхности зерен катионита.

Появилась предпосылка создания новой технологической схемы экстракционной очистки сырого коксохимического бензола. Извлеченные в процессе экстракции продукты могут быть использованы в качестве дозагрузки предприятий, перерабатывающих ароматические углеводороды.



# МЕХАНИЗМ ОКИСЛЕНИЯ УГЛЕЙ КИСЛОРОДОМ, ВЕДУЩИЙ К ИХ САМОВОЗГОРАНИЮ

Бутакова В.И., Посохов Ю.М., Попов В.К.

*ФГУП «ВУХИН», 620990, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта, 14.*

*Факс: (343) 371-40-54, 378-78-96.*

*E-mail: vuhin@nexcom.ru, spectrotest@gmail.com.*

Выявление механизма начальной стадии окисления при самовозгорании углей, – важнейшей практической проблемы угольной промышленности, – возможно лишь на основании теории строения углей [1], согласно которой основу органической массы углей составляют углеводороды с системой сопряжения с открытой цепью (ПСС) и их производные.

Известно, что окисление углеводородов кислородом в присутствии катализаторов или при воздействии на систему излучением или другими факторами протекает по радикально-цепному механизму. Однако механизм окисления углеводородов и углей кислородом в отсутствие внешнего воздействия остается неизвестным.

С целью выявления активных центров и механизма окисления, ведущего к самовозгоранию углей, методом силового поля MMFF94 и методом расширенного Хюккеля исследованы пространственные конфигурации атомов в модельных соединениях с учетом индуцированных эффективных зарядов.

В изучаемый набор модельных соединений вошли цис- и транс-ПСС с открытой цепью, включающие  $-CH_2-$  и  $-CH_3$  группы, а также перекисные, альдегидные, спиртовые и кислотные фрагменты. Дополнительно выполнены расчеты моделей ароматического и парафинового соединений.

Показано принципиальное отличие метильных групп, включенных в систему сопряжения (группы центров H1аб и H1вгд) от метильных групп, связанных с насыщенными фрагментами. Действительно, у метильной группы, включенной в систему сопряжения, два атома водорода имеют равные положительные эффективные заряды и располагаются вне плоскости системы сопряжения, а третий – характеризуется меньшей величиной эффективного заряда и находится в плоскости системы. При этом у метильной группы, соединенной с насыщенным фрагментом, все три атома водорода имеют равные эффективные заряды и располагаются в той же плоскости, что и атомы углерода.

Также показано, что у двух атомов водорода концевой метильной группы (центры Н1аб) эффективные заряды больше, чем у двух атомов водорода метильной группы – заместителя водорода в цепи системы сопряжения (центры Н1вгд).

В результате моделирования показано, что группа центров Н1аб активна по отношению к молекулярному кислороду; выявлен центр С3, активный по отношению к молекуле воды, а также предложен поэтапный механизм начальной стадии процесса самовозгорания углеводов:

Этап 1. Возникновение водородной связи между молекулой кислорода и двумя атомами водорода метильной группы, включенной в систему сопряжения (центры Н1аб) с образованием переходного контура [2], с дальнейшим формированием гидроперекиси, выделения молекулы воды, образования альдегида (молекулярный механизм окисления углеводорода).

Этап 2. Взаимодействие молекулы кислорода с альдегидом (центр А) по радикально-цепному механизму [3] с образованием кислотного фрагмента, при разрушении которого выделяется  $\text{CO}_2$ , и возникает углеводород. В случае окисления концевой метильной группы, включенной в систему сопряжения с открытой цепью (центры Н1аб), образуется ПСС с концевой метиленовой группой (центр С3), способной реагировать с молекулой воды [2]. А в случае окисления неконцевых метильных групп (центры Н1вгд) образуются углеводороды, не активные по отношению к молекуле воды.

Этап 3. Взаимодействие молекулы воды с концевой метиленовой группой (центр С3) с образованием неустойчивой структуры – вторичного спирта. Образованная неустойчивая структура, стремясь к более устойчивому состоянию, выделяет метан, с формированием альдегидной группы (центр А), активной по отношению к молекулярному кислороду. В этом случае альдегид также образуется по молекулярному механизму.

Предлагаемый механизм согласуется с экспериментальными данными по самовозгоранию и окислению углей, а именно [4-7]:

- 1) с максимальным пиком поглощения кислорода в первые нескольких минут;
- 2) с первоочередным окислением алифатических структур;
- 3) с образованием неустойчивых уголь-кислородных комплексов перекисного характера;
- 4) с периодичностью в процессе окисления;

5) с ускорением процесса самовозгорания углей молекулами воды.

Очевидно, что предлагаемый механизм является механизмом именно начальной стадии самовозгорания углей, поскольку в углях присутствуют центры N1аб [1].

Процесс самовозгорания углей развивается при последовательном повторении второго и третьего этапов и поддерживается энергией, выделяемой при переходе неустойчивых структур в более устойчивые состояния.

[1] Попов В. К. Работы лаборатории углехимии // Кокс и химия. — 2011, — №3. — С. 20-23.

[2] Березин Б. Д., Березин Д. Б. Курс современной органической химии. — М: Высшая школа. — 2003. — 767 с.

[3] The chemistry of dienes and polyenes // Rappoport Z. — Hebrew University, Jerusalem. — 1997. — 1005 p.

[4] Орешко В.Ф. Периодичность в процессе окисления каменных углей // Изв. АН СССР. — 1949. — №5. — С. 748-758.

[5] Кучер Р. В., Бутузова Л. Ф., Шиндрик Т. Г. О периодичности реакции окисления каменных углей // ХТТ. — 1979. — №4. — С. 21-24.

[6] Стадников Г. Л. Самовозгорающиеся угли и породы, их геохимическая характеристика и методы опознания. — М.: Углетехиздат. — 1956. — 478 с.

[7] Саранчук В. И. др. Влияние воды на процесс низкотемпературного окисления угля // ХТТ. — 1978. — №1. — С. 9-10.

# ЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ УГЛЕЙ, СОВРЕМЕННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ

Воропаева Т.Н.

ОАО «Западно-Сибирский испытательный центр» (ОАО «ЗСИЦентр»),  
654006 г. Новокузнецк Кемеровской обл., ул.Орджоникидзе, д.9  
e-mail: [zsic@mail.ru](mailto:zsic@mail.ru)

Уголь – ценное природное сырьё, имеющее многоплановое использование. Он сложен по своему составу и свойствам, может менять характеристики при добыче и хранении, требует специфических методов анализов. Поэтому лабораторные работы являются неотъемлемой частью разведки и эксплуатации месторождений угля, всех этапов его переработки и использования. Накоплен большой опыт его исследований: имеется специализированное отечественное и импортное оборудование, в том числе ряд приборов для анализа угля выпускается опытно-производственным подразделением ОАО «ЗСИЦентр». Существует обширная нормативная документация (НД) на продукцию и методы анализа, но проблем, возникающих при изучении углей, тем не менее, много.

В результате появления новых направлений использования углей, возникают дополнительные требования к сырью и методам его изучения. Выпускаемое лабораторное оборудование нового поколения не всегда сопровождается необходимой правовой и методической базой. Например, зарубежный прибор может быть не внесён в Госреестр средств измерений, допущенных к применению в РФ, или его технические характеристики не соответствуют требованиям ГОСТ по уровню погрешностей анализа и пр.

Происходит изменение метрологических требований к методам анализов, а нормативная база нередко отстаёт от них. Необходимо совершенствование системы контроля качества исследований, более широкое использование стандартных образцов углей, активизация разработки новых видов ГСО.

Развитие внешнеэкономических связей и необходимость контактов с зарубежными партнёрами ставит в число первоочередных вопросы согласования и адаптации российской и зарубежной нормативной документации. Существуют различия в требованиях стандартов на продукцию, на методы анализа, на используемое оборудование. Работы в данном направлении, а также в части актуализации НД в целом проводятся, но недостаточными темпами.

# ИЗУЧЕНИЕ ТОКСИЧНОСТИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ ГОРНОДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

**Иваныкина О.В, Журавлева Н.В.**

*ОАО «Западно-Сибирский Испытательный Центр»,*

*г. Новокузнецк, ул. Орджоникидзе, 9, факс 74-57-22, e-mail: [zsic@mail.ru](mailto:zsic@mail.ru)*

Определение полного химического состава отходов горнодобывающих предприятий является актуальным для оценки их токсичности и определения перечня соединений, подлежащих экологическому мониторингу на территориях складирования.

Изучен качественный и количественный состав отходов шахт и разрезов Кемеровской области и произведена оценка степени их воздействия на окружающую среду. В качестве исследуемого параметра во вскрышных и вмещающих породах были выбраны концентрации тяжелых металлов в валовых, подвижных и водорастворимых формах. Систематизация данных произведена по 112 пробам вскрышных и вмещающих пород.

Установлено, что в подвижных формах и водных вытяжках вскрышных и вмещающих пород присутствуют элементы, содержание которых не нормировано (V, Mn, Mo, Cd, Sb, Hg) или превышает ПДК (Cu, Ni, Zn, Pb, Mo, V, As, Mn, Cr), тогда как нормативная база рассчитана, в основном, для валовых форм тяжелых металлов. Валовое содержание является фактором емкости, отражающим в первую очередь потенциальную опасность загрязнения, но не отражает степени доступности тяжелых металлов для растений и степени миграции их в водную среду.

Высокое содержание Zn, V, Ni, Cu, Mn было обнаружено во всех формах вскрышных и вмещающих пород, содержание Pb велико в подвижной форме, но в воде он малорастворим. Вскрышные и вмещающие породы в большом количестве содержат Cr в валовой форме, в подвижную форму он переходит незначительно, в водной вытяжке содержание Cr превышает ПДК в 10-100 раз. Sb, Co и Hg в воде малорастворимы.

Используя материалы исследований были проведены расчеты класса опасности данной группы отходов, которые учитывают только валовое содержание элементов. Отходы отнесены к IV классу опасности (малоопасные).

# ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТАНА В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ НА ГРАНИЦАХ САНИТАРНО-ЗАЩИТНЫХ ЗОН ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Журавлева Н.В., Потокина Р.Р.

ОАО «Западно-Сибирский испытательный центр», г. Новокузнецк,  
ул. Орджоникидзе, 9, факс: (3843)-74-57-22, e-mail: [zsic@mail.ru](mailto:zsic@mail.ru)

Решение экологических проблем, связанных с загрязнением атмосферы парниковыми газами, тесно связано с изучением газоносности угольных пластов что необходимо, прежде всего, для создания безопасных условий труда на шахтах, а также для промысловой добычи метана – ценного углеводородного сырья. ОАО «ЗСИЦентр» активно участвует в геологоразведочных работах по изучению газоносности в Кузбассе и других регионах, а также по определению характеристик природного компримированного газа угольных пластов. В настоящее время начаты работы по контролю за концентрациями метана на границах санитарно-защитных зон (СЗЗ) угледобывающих предприятий, которые осуществляются как на этапах разработки проекта СЗЗ, так и при осуществлении планового мониторинга.

Отбор газовых проб проводился в герметичные контейнеры. Определение углеводородов (метана, этана, пропана, бутана и др.) и неуглеводородных компонентов (кислорода, азота, оксида углерода, диоксида углерода, водорода) в атмосферном воздухе и природных газах проводилось методами газожидкостной и газоадсорбционной хроматографии с использованием детекторов по теплопроводности и пламенно-ионизационных детекторов на хроматографическом оборудовании фирмы ЗАО СКБ «Хроматэк».

Проведены исследования атмосферного воздуха на границах СЗЗ угледобывающих предприятий, вблизи передвижных дегазационных установок, на границе СЗЗ полигона ТБО, на границе СЗЗ автозаправочных станций, а также воздуха населенных мест. На основании проведенных исследований показано, что метан обнаруживается во всех пробах. Концентрации метана в атмосферном воздухе находятся в диапазоне от  $2 \text{ мг/м}^3$  до  $54 \text{ мг/м}^3$  при ПДК метана в воздухе населенных мест  $50 \text{ мг/м}^3$ .

# АНАЛИЗ МАКРО- И МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В УГЛЯХ

Старыгина А.Ю., Ефремова С.Ю., Хватова О.А.

ОАО «Западно-Сибирский испытательный центр»

г. Новокузнецк, ул. Орджоникидзе, 9, факс 74-57-22, e-mail: zsic@mail.ru

Изучение химического состава минеральной части углей является актуальным для оценки токсичности или потенциально промышленной ценности углей. Основными макрокомпонентами минеральной части являются: S, Si, Al, Fe, Ca, Mg, Na, K, Ti. Промышленно ценными микроэлементами являются: U, Ge, Ga, Mo, V, Hg, Re, B, Li, Ag, Se, Sc, Be и др.; к экологически опасным относятся: As, Hg, Be, V, Zn, Pb, Mo, U, F, Cl, Ni, Cr, Sb, B, Cu, Th, Ra.

В ОАО «Западно-Сибирский испытательный центр» ведутся работы по внедрению новых методов разложения и анализа элементов в углях и золе углей. Были внедрены и оптимизированы следующие способы разложения:

- кислотное разложение проб углей в калориметрической бомбе для последующего определения Hg, As, Se, Cd;

- микроволновое разложение проб углей и золы углей для последующего определения Hg, As, Se, Cd, P, Ga, Ge, химического состава золы;

- термическое разложение проб углей и золы углей в герметичной емкости для последующего определения Hg, As, Se, Cd, P, Ga, Ge, химического состава золы.

Определение макро- и микроэлементов в углях и в золе углей проводилось на спектрометре с индуктивно-связанной плазмой «iCAP 6300». Определение S в углях проводилось на анализаторе «Eltra 580». Все исследования дублировались классическими методами анализа с последующим сравнением результатов.

Достигнуты удовлетворительные результаты по определению Hg, P, Cd, Ga, Ge, S в углях. Отработан метод определения As и Se в углях после подготовки проб по ГОСТ 10478-93.

Для золы углей получены удовлетворительные результаты по определению  $Fe_2O_3$ ,  $Al_2O_3$ ,  $K_2O$ ,  $Na_2O$ ,  $TiO_2$ ,  $P_2O_5$ ,  $MgO$ ,  $Mn_3O_4$ .

Накоплен большой массив экспериментальных данных для разных диапазонов определяемых элементов.

# ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ КОМПОЗИЦИОННЫЙ МАТЕРИАЛ НА ОСНОВЕ ТЕТРАНITРОПЕНТАЭРИТРИТА И НАНОРАЗМЕРНЫХ ЭНЕРГОЕМКИХ ЧАСТИЦ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В СИСТЕМАХ ДИСТАНЦИОННОГО ИНИЦИИРОВАНИЯ ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ

Адуев Б.П., Нурмухаметов Д.Р.

*Институт углекислотной и химического материаловедения СО РАН,  
650000, пр. Советский 18, г. Кемерово, Россия, 8(3842) 363766,  
iuxm@yandex.ru*

Создание взрывчатых твердотельных композиций с регулируемой чувствительностью к лазерному излучению является важной научно-технической задачей, привлекающей внимание исследователей. Новые возможности развития этого направления дает применение наночастиц различных материалов в смесевых составах с взрывчатыми веществами. В настоящей работе получены материалы чувствительные к лазерным импульсам (1,06 нм, 20 нс): для смесевых составов тетранитропентаэритрита и трех типов наночастиц — NiC, алюминий (Al) и алюминий марки ALEX<sup>TM</sup>, с характерными размерами ~100 нм. Установлено, что для образцов, содержащих наночастицы Al минимальный порог взрывного разложения, максимальное давление продуктов взрыва достигается при оптимальном содержании наночастиц Al 0,1% по массе. При этом порог взрывного разложения составляет величину  $W_{0,5} \sim 1,3$  Дж/см<sup>2</sup>. Увеличение чувствительности к лазерному воздействию, достигнутое в эксперименте составляет величину ~100. Таким образом, использование наночастиц в качестве добавок позволяет регулировать взрывные характеристики тетранитропентаэритрита в широком диапазоне при импульсном лазерном воздействии. В среднесрочной перспективе полученные результаты позволят разработку светочувствительных капсуль-детонаторов с дистанционным лазерным инициированием, которые имеют ряд преимуществ по сравнению с электродетонаторами, применяемыми в настоящее время в угольной и горнодобывающей промышленности Кузбасса. Последние чувствительны к электромагнитным наводкам, статическому электричеству, коррозии контактов, и т.д.. Применение светодетонаторов позволит повысить безопасность взрывных работ и внести вклад в укрепление сырьевой базы угольной промышленности Кузбасса для устойчивости добычи угля.



## **РАЗРАБОТКА НАНОПОРИСТОГО УГЛЕРОДНОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ ИОНИСТРОВ И ИСПЫТАНИЕ В ЛАБОРАТОРНОЙ МОДЕЛИ**

**Самаров А.В., Барнаков Ч.Н., Козлов А.П., Ефимова О.С., Исмагилов З.Р.,**

**Адуев Б.П., Белокуров Г.М., Пузынин А.В.**

*Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН, г. Кемерово*

E-mail: [barnakov@rambler.ru](mailto:barnakov@rambler.ru)

Ранее методами электронной спектроскопии высокого разрешения (HRTEM) и дифракции электронов было показано [1], что нанопористый углеродный материал (ПУМ), в отличие от активированного угля, волокнистых углеродных материалов и наноуглерода, состоит из структуры, сформированной графитоподобными слоями (графенами) моноатомной толщины (порядка 0,3 нм). Аналогичные результаты получены и при рентгенографических исследованиях образцов, приготовленных из ароматических соединений. На способ получения подобных нанопористых углеродных материалов получен патент [2] и взят товарный знак «Kemerit».

Для исследования возможностей использования ПУМ типа «Kemerit» была сконструирована специальная ячейка. Электроды из ПУМ с удельной поверхностью 1200 м<sup>2</sup>/г, которые имели диаметр 14 мм и массу 0,1г каждый. В качестве электролита использовался водный раствор КОН (29 % масс.), в качестве сепаратора применяли пористый пластик. Конструкция поджималась стальными дисками, которые одновременно служили токоотводами. На ячейку подавалось напряжение 1 В. Временные характеристики заряда и разряда конденсатора измерялись осциллографическим методом с использованием различных сопротивлений нагрузки. По результатам измерений установлено, что данная конструкция имеет емкость ~ 18 Ф, внутреннее сопротивление конденсатора и контактов 2,7 Ома. ток короткого замыкания 0,37 А. Таким образом удельная емкость одного электрода в наших экспериментах составила ~ 360 Ф/г. Первые результаты показывают перспективу применения материала типа «Kemerit» в качестве электродов ионистров и необходимость продолжения работ с варьированием параметров элементов конструкции для достижения оптимальных результатов.

Последующее исследование свойств ПУМ показало, что его характеристика только по элементному составу и текстурным характеристикам,

полученным на основе анализа изотерм адсорбции азота, будет не полной [3]. В процессе образования ПУМ, в частности, из ароматических предшественников, содержащих различные функциональные группы, в условиях термokatалитического синтеза при различных времени и температуре карбонизации, образуется углеродный материал, обладающий как одномерной, так и трехмерной проводимостью. Необходимо разделять эти материалы как два различных представителя ПУМ, обладающих разной проводимостью, на свойства которых будет влиять эта проводимость. Будет ли сказываться разная проводимость ПУМ на емкости лабораторной модели, покажут последующие испытания.

1. Барнаков Ч.Н., Козлов А.П., Сеит-Аблаева С.К., Фенелонов В.Б., Черепанова С.В., Исмагилов З.Р., Пармон В.Н. Нефтехимия, 2004, № 6, с.436-439.

2. Патент РФ № 2206394 Способ получения наноструктурированного углеродного материала. Барнаков Ч.Н., Сеит-Аблаева С.К., Козлов А.П., Рокосов Ю.В., Фенелонов В.Б., Пармон В.Н. Оpubл. 20.06.2003. Бюл. № 17.

3. Барнаков, Ч. Н. Особенности свойств аморфного углеродного материала как носителя электродных катализаторов топливных элементов / Ч. Н. Барнаков, А. П. Козлов, С. К. Сеит-Аблаева и др. // Российский химический журнал. - 2006. – Т. 50, № 1. – С. 54-57.

# ВОЗМОЖНОСТЬ ПОЛУЧЕНИЯ ТРОТУАРНОЙ ПЛИТКИ ИЗ ЗОЛЫ УНОСА

Исхаков Х. А.

*Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН, Кемерово*

Зола уноса получается при факельном сжигании углей на электростанциях. На долю золы уноса приходится от 80 до 93% от общего выхода золы и шлака. В [1] указывается, что в СССР производится около 20 млн. т золы в год.

В Кемеровской области на электростанциях ежегодно получается 3-3,5 млн. т пылевидной золы уноса; лишь небольшая ее часть, около 19%, используется при производстве цемента и кирпича.

Ниже приводится состав и некоторые свойства золы уноса Кемеровской ТЭС (масс. %).

$\text{Al}_2\text{O}_3$ – 26,59;	$\text{Na}_2\text{O}$ – 0,67;	плотность $d$ – 2,37 г/см <sup>3</sup> ;
$\text{SiO}_2$ – 40,00;	$\text{K}_2\text{O}$ – 2,37;	удельная поверхность $S$ – 2,0 м <sup>2</sup> /г;
$\text{Fe}_2\text{O}_3$ – 7,11;	$\text{SO}_3$ – 1,15;	гранулометрический состав
$\text{MgO}$ – 3,38;	$\text{W}^a$ – 0,22;	в интервале 1-30 мкм;
$\text{CaO}$ – 3,85;	$\text{C}_{\text{недожога}}$ – 5,20;	содержание магнитной
		фракции – 9,0%.

Возможность изготовления непосредственно из золы уноса тротуарной плитки обусловлена высоким содержанием соединений железа и образованием сравнительно легкоплавких эвтектик.

Температура плавления золы значительно ниже, чем у отдельных компонентов, так как зольность углей вообще, ее состав и температура плавления, определяемая по конусу Зегера, колеблются в широких пределах. Согласно [2], температура полного плавления золы углей различных месторождений ( $t_3$ ) лежат в пределах 1160-1500°C.

Для получения плитки достаточна температура начала плавления ( $t_1$ ), при этом в технологии должно быть предусмотрено уплотнение массы. Полученные лабораторные образцы показали возможность спекания зольной массы.

1. Волженский, А. В. Бетоны и изделия на шлаковых и зольных цементах /А. В. Волженский, М.: Госстройиздат, 1963. – 363 с.

2. Геология месторождений угля и горючих сланцев СССР. Т. 7. М.: Недра, 1969. – 912 с.

## ПАРАМАГНИТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЕКА И ВОЛОКНА ИЗ НЕГО.

**А.А. Близнюк<sup>1)</sup>, В.П. Бервено<sup>2)</sup>, В.Г. Григорьев<sup>1)</sup>**

1) *Института химии твердого тела и механохимии СО РАН, Россия, 630128, г. Новосибирск, ул. Кутателадзе 18.*

2) *Института углехимии и химического материаловедения СО РАН, Россия, 650099, г. Кемерово, пр. Советский 18. [carbnanof@kemnet.ru](mailto:carbnanof@kemnet.ru)*

Спектр применения углеродных волокон постоянно расширяется. Их применяют для создания композитов, источников тока, молекулярных фильтров и многого другого. Свойства углеродных материалов в определённой степени определяются взаимодействиями  $\pi$ -электронов ароматических молекул углеродной матрицы. Спектроскопия электронного парамагнитного резонанса – метод, позволяющий изучать взаимодействия молекул посредством этих электронов. Энергия взаимодействия  $\pi$ -электронов ароматических молекул в пеке обеспечивает их упорядоченность при превращении расплава в твёрдую матрицу в волокне, совместно с вязкоупругим их смещением при механической вытяжке волокна из капли расплава. Она определяет ориентацию молекул в волокне после карбонизации, и зависит от количества молекул в пачках - элементарных текстурных фрагментах матрицы волокна.

Неспаренные электроны - естественный зонд, свойства которого определяются строением парамагнитных молекул, а также надмолекулярной текстурой матрицы материала, взаимодействием молекул между собой. Перестройка текстуры, состава пека при получении из него пекового, углеродного волокна, проявляется в изменении парамагнитных характеристик матрицы пека. С Цель работы - выяснить детали механизма изменения свойств исходного пека в процессе упорядочения при формовании волокна, знание которых необходимо для обеспечения заданных его характеристик. Это возможно с помощью спектроскопии ЭПР.

В качестве исходного сырья для получения пекового волокна использовали пек Кемеровского коксохимического завода. Пек очищали от твердых частиц и примесей для получения волокнообразующего пека. Образцы пека и волокна - исходные и окисленные в низкотемпературной кислородной плазме (НТКП) исследовали на ЭПР спектрометре Radio PAN с максимальной мощностью электромагнитного излучения 35 милливольт. Образцы измельчали перед помещением в резонатор спектрометра.

В результате установлено, что ширина линии спектра ЭПР чувствительна к уменьшению содержания кислорода на 1% при вакуумировании его расплава перед формованием из него волокна. Выявлено наличие в образцах пека и пекового волокна двух типов парамагнитных центров с разными временами релаксации: один из них полностью насыщается при мощности СВЧ излучения 2,8 мВт. Из сравнения спектров пека после фильеры и тонкого пекового волокна установлено, что упорядочение ЭТФ при фильерной вытяжке волокна сопровождается увеличением относительной амплитуды линий их спектров ЭПР. Образцы с разной степенью обгара в НТКП имеют различную амплитуду линии ЭПР поглощения. Обнаружены минимумы амплитуды линии ЭПР в образцах пека и пекового волокна с обгаром порядка 40%. Также установлено, что структура получаемых в пеке пор нестабильна - они "схлопываются" со временем в результате восстановления элементарных текстурных фрагментов за счёт теплового движения молекул .

# КОБАЛЬТ-СОДЕРЖАЩИЕ КОМПОЗИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ УГЛЕРОДНЫХ НАНОВОЛОКОН ДОПИРОВАННЫХ АЗОТОМ

Юхтаров С. А., Подъячева О. Ю., Кряжев Ю. Г. , Боронин А. И.,

Ушаков В. А., Ищенко А. В., Исмагилов З. Р..

*Институт катализа им. Г. К. Борескова СО РАН*

*Новосибирск, ул. Лаврентьева 5, факс: 383-330-6219, e-mail: [pod@catalysis.ru](mailto:pod@catalysis.ru)*

В последнее время наблюдается значительный интерес к разработке новых нанокompозитов на основе углерода (Me/C, где Me = Li, Si, Ge, Pt, Fe, Co) для катодов топливных элементов, литиевых батарей или реакции низкотемпературного окисления CO [1]. Известно, что частичное замещение атомов углерода азотом позволяет увеличить прочность связи нанесенного на углеродную поверхность металла и контролировать его дисперсность. Данная работа посвящена синтезу Co-содержащих композитных материалов на основе углеродных нановолокон, допированных азотом (N-УНВ).

Синтез N-УНВ (N = 0, 1, 3, 7 вес. %) проводили путем разложения этилен/аммиачной смеси на Ni-Cu катализаторе [2]. Кобальт на N-УНВ наносили с помощью адсорбции из раствора фталоцианина кобальта, растворенного в тетрагидрофуране с последующей сушкой и прокалкой в различных средах (воздух, азот).

РФА показал наличие в Co-N-УНВ металлического кобальта при прокаливании в азоте и фазы Co<sub>3</sub>O<sub>4</sub> в случае использования воздуха в качестве среды прокаливания. Методом РФЭС установлено, что азот в Co-N-УНВ находится в пиридиноподобном и графитоподобном состояниях, аналогично N-УНВ. На основании данных РФЭС было предположено, что при нанесении фталоцианина кобальта на N-УНВ азот комплекса также встраивается в углеродную структуру. Морфология Co-N-УНВ в зависимости от среды прокаливания изучена методом ПЭМ. Исследована активность композитных материалов в реакции окисления CO (1% CO в воздухе).

Литература:

1. Dang Sheng Su, Robert Schlogl. ChemSusChem, V.3 (2010) 136-168
2. Shalagina A.E., Ismagilov Z.R., Podyacheva O.Yu. et al. Carbon, V.45 (2007) 1808-1820

# ОСОБЕННОСТИ ОКИСЛЕНИЯ В КИСЛОРОДНОЙ ПЛАЗМЕ АРОМАТИЧЕСКИХ МОЛЕКУЛ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ФРАГМЕНТОВ КАМЕННОУГОЛЬНОГО ПЕКА

Григорьев В.М., Бервено В.П., Корниевич М.В., Щукин Л.И.

*Институт химии твердого тела и механохимии СО РАН,  
Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН, г.Кемерово  
650099 Кемерово, Советский пр., 18, carbnanof@kemnet.ru*

По D.P. Riley (1943), P. V. Hirsch (1954) углеродные материалы, полученные при карбонизации и активации до 800-900°C, как и ископаемые, состоят из трехслойных ассоциатов молекул аренов с размером  $L_a$  до 2-3нм. Молекулярные поры образуются при выгорании (частичном или полном) центральных и сохранении внешних молекул в ассоциатах – элементарных фрагментах углеродной матрицы. Механизм формирования молекулярных пор в молекулярно-ситовых углях, волокнах не установлен (F. Stoeckly, 1999).

Цель работы – изучение механизма формирования дефектов (пор) при окислении в кислородной плазме молекул аренов в элементарных текстурных фрагментах (ЭТФ) углеродных материалов (пек, окисленное и не окисленное пековое волокно).

Изучали пек и пековое моноволокно, предназначенное для использования после карбонизации в качестве электропроводной углеродной подложки при получении карбидокремниевого, борного и им подобных волокон.

Сравнивали экспериментальные и расчётные значения скорости потери массы из моделей последовательно-параллельного и последовательного выгорания центральной и боковой молекул в ЭТФ. В первой модели предполагается после выгорания первой центральной молекулы ЭТФ параллельное выгорание боковой в этом же ЭТФ, и следующей центральной в другом ЭТФ. При этом первый излом на графике изменения массы образца от длительности окисления определяется полным выгоранием самой активной части молекул, а скорость уменьшения массы – суммой скоростей горения всех молекул.

По второй модели сначала выгорают центральные во всех ЭТФ, и только после этого в них начинают окисляться боковые молекулы. Первое изменение скорости окисления здесь определяется полным выгоранием только центральных молекул, второе - боковых, а скорость уменьшения массы – скоростью горения одного типа молекул – центральных, или боковых.

В качестве критериев соответствия предполагаемой модели окисления реальному механизму использовали – во-первых, соотношение масс

центральных и боковых молекул в ассоциатах: оно постоянно и не зависит от условий окисления исследуемого материала, и, в соответствии с рентгенодифракционными данными, составляет 1:2. Во-вторых, скорость процесса с увеличением его продолжительности уменьшается. На кинетических кривых зависимости убыли массы образцов от времени окисления выделяются 2 линейных участка, 3-ий – логарифмический. Эффективный порядок процесса на линейных участках – 0, на логарифмическом – 1.

Установили, что реальный процесс соответствует второй модели: при окислении изученных образцов в НТКП сначала выгорают центральные молекулы во всех ЭТФ частицы, и только после этого в них начинают окисляться и выгорать боковые молекулы.

Проведен анализ сорбционной емкости образцов с различными степенями окисления, полученных при окислении пека и пекового волокна в НТКП. Скорость сорбции воды окисленными образцами с увеличением степени обгара образца увеличивается. Малая скорость сорбции возможна при близости размеров молекул сорбата и пор в материале, а увеличение скорости свидетельствует о росте ширины пор. сорбция воды В образцах с обгаром до 30-40% в сравнении с таковой у исходных увеличивается до 7-12% (образуются весьма узкие поры), у образцов с ростом обгара до 50-60% несколько увеличивается - до 12-17% (более широкие поры), и у образцов с обгаром более 79% значительно возрастает до значений более 35% (образуются наиболее широкие поры).

Сорбционная емкость получаемых материалов может увеличиваться за счет увеличения объёма пор и увеличения концентрации гидрофильных групп. При этом, судя по изменению содержания кислорода по данным элементного анализа, увеличение концентрации гидрофильных групп незначительно. На микрофотографиях пекового волокна, окисленного в НТКП, видно, что внешние размеры пекового волокна даже после потери 78% массы не изменяются. Следовательно, при обгаре волокна в НТКП в нём формируются поры с размерами, очень близкими размеру молекулы воды.



# ИЗУЧЕНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ТЕМПЕРАТУРЫ РАЗМЯГЧЕНИЯ ПЕКА-СВЯЗУЮЩЕГО ОТ СВОЙСТВ КОМПОНЕНТОВ СМЕСИ

Толмачева Т.В., Бервено В.П., Григорьев В.М.

*Институт химии твердого тела и механохимии СО РАН,*

*Институт углехимии и химического материаловедения СО РАН, г.Кемерово*

*650099 Кемерово, Советский пр., 18, grivit1986@mail.ru*

Каменноугольный пек - незаменимое связующее для приготовления специальных электродов для электросталеплавильных печей, углеграфитовых конструкционных материалов [1]. Он применяется как связующее для получения прочных вакуумплотных изделий из углерод-углеродных композитов. Новый уровень свойств пек, как связующее, приобретает при его модифицировании углеродными наночастицами.

Одним из важнейших свойств пека является температура размягчения ( $T_r$ ).  $T_r$  - температура, при которой нагреваемый образец каменноугольного пека, заключенный в кольцеобразную форму, продавливается под действием веса стандартного стального стержня (на приборе «Кольцо и стержень», ГОСТ № 9950-83). В процессе получения композитов в некоторых процессах необходимо получить пек с заданной  $T_r$ , смешивая пеки с различной  $T_r$ .

Целью данного исследования является выявление зависимости  $T_r$  смеси пеков от  $T_r$  пеков, входящих в её состав, для получения в дальнейшем связующего с заданной температурой размягчения, а так же анализ влияния модификации пека углеродными нанотрубками на данную зависимость [2]. Для достижения этого были приготовлены смеси каменноугольного пека-связующего из двух и/или более компонентов, температура размягчения которых известна. Регулировать температуру размягчения смеси пеков возможно, варьируя процентное соотношение компонентов с различной  $T_r$ .

В качестве исследуемых образцов были взяты навески каменноугольного пека-связующего с различными  $T_r$  таким образом, чтобы полученная смесь пеков состояла из низко- и среднетемпературного пека-связующего. Измельченные и взвешенные образцы пеков, смешивали в соотношении 1:1, засыпали во фторопластовые стаканчики с крышками и подвергали термообработке в СВЧ - печи и сушильном шкафу. В ходе эксперимента образцы полностью расплавились до однородной массы, при этом

на стенках стаканчиков сконденсировались пары легколетучих низкомолекулярных компонентов каменноугольного пека. Масса исследуемых образцов после термообработки в СВЧ уменьшилась. В исследуемом диапазоне температур, в зависимости от  $T_p$  исходного пека, уменьшение массы смеси колеблется от 3,6% до 5%. Чем выше температура среднетемпературного пека в смеси, тем меньше потери по массе исследуемой смеси пеков.

Рассмотрели зависимость расчетной температуры размягчения смеси пеков и экспериментально полученной. В качестве расчетной, была использована среднеарифметическая сумма температур смеси двух пеков.

Выявили, что расчетная температура размягчения смеси пеков ниже экспериментальной на 10-14 градусов и зависит от нее линейно. Это может быть связано с тем, что в результате воздействия на смесь СВЧ - излучения температура размягчения низкотемпературного ее компонента повышается из-за выделения из нее части легколетучих низкомолекулярных компонентов (конденсат паров на внутренних стенках стакана), соответственно повышается температура размягчения всей смеси в целом.

Так же, в ходе эксперимента выяснилось, что при сплавлении образцов пеков, модифицированных нанотрубками в СВЧ (около 0,2%), поглощение излучения происходит значительно интенсивнее, что приводит к быстрому разогреву композита (в течение 10 минут произошел разогрев данного образца до температуры порядка 700°C). Это обусловлено тем, что нанотрубки поглощают электромагнитное излучение значительно эффективней, чем пек. При термическом нагревании присутствие углеродных нанотрубок не оказало никакого влияния на скорость нагрева.

Таким образом, было показано, что возможно получить пек-связующее с заданной температурой размягчения, используя пек с более низкой температурой размягчения, допированный более высокотемпературным пеком, изменяя их соотношение в смеси. Так же выяснено, что при сплавлении пеков модифицированных нанотрубками в СВЧ поглощение излучения происходит значительно интенсивнее, что приводит к более быстрому разогреву смеси, чем при сплавлении немодифицированных пеков.

Список литературы:

1. Привалов В.Е., Степаненко М.А. Каменноугольный пек. - Москва «Металлургия» 1981.
2. Фиалков А.С. Углерод. Межслоевые соединения и композиты на его основе. - Москва - 1997.

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО СОСТАВА КАТАЛИЗАТОРА ПОГЛОЩЕНИЯ ВОДОРОДА ПРИ ГИДРИРОВАНИИ УГЛЯ

Тулепов М.И., Басарова А.Ж., Кудабаева А., Абдразаков О.Ч., Оркен О.,

Мансуров З.А.

*ИОКЭ им. Д.В. Сокольского, КазНУ им. аль-Фараби, г. Алматы, ул.*

*Кунаева, 142, факс 8(727) 2-915722, [tulepov@rambler.ru](mailto:tulepov@rambler.ru)*

В работе проводились исследования по нахождению оптимального процентного содержания металла в катализаторе и его влияния на скорость гидрирования и поглощение водорода. Процентное содержание металлов варьировалось от 1 до 10%.

Проведенные опыты показали, что максимальная степень поглощения водорода на разных катализаторах наблюдается при разных процентных содержаниях в них металла. Так максимальная степень поглощения на Pd-содержащем катализаторе наблюдается при 4% содержании Pd и составляет 33,2ммоль. Тогда как, на Co/C катализаторе максимум наблюдается при 7% содержании металла и составляет 26,3ммоль.

Максимальные скорости гидрирования на данных катализаторах наблюдаются при тех же процентных содержаниях металлов, при которых показаны наилучшие результаты по поглощению водорода. При изменении процентного содержания Pd в катализаторе от 1 до 4% скорость возрастает, достигая своего максимального значения 38,6ммоль/мин\*г КТ.

Что касается Co-содержащего катализатора, то скорость гидрирования возрастает с увеличением процентного содержания металла до 7%, при дальнейшем увеличении содержания металла до 10% происходит снижение скорости гидрирования. Максимальная скорость гидрирования бинарного катализатора составляет 51,2ммоль/мин\*г КТ.

Таким образом, исходя из результатов проведенных экспериментов, оптимальным составом катализатора можно считать 4% содержание Pd и 7 % содержание Co, при котором скорость поглощения водорода составляет 51,2ммоль/мин\*г КТ.

# ЭКСТРАКЦИЯ ГУМИНОВЫХ КИСЛОТ ИЗ БУРОГО УГЛЯ КИЯКТИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Тулепов М.И., Ешова Ж.Т., Басарова А.Ж., Кудабаева А., Абдразаков  
О.Ч., Оркен О., Мансуров З.А.

*ИОКЭ им. Д.В. Сокольского, КазНУ им. аль-Фараби, г. Алматы, ул.*

*Кунаева, 142, факс 8(727) 2-915722, [tulepov@rambler.ru](mailto:tulepov@rambler.ru)*

На примере бурого угля кияктинского месторождения определены различными щелочными реагентами способы получения гуминовых кислот. Изучен элементный состав полученных кислот.

В таблице 1 приведены выход и характеристика состава ГК из исследуемого угля. Как видно из таблицы 1, выход ГК колеблется в широком диапазоне от 46,52 до 83,87 мас. %. Наиболее высокий выход наблюдается при использовании раствора гидроксида калия, а наиболее низкий при извлечении раствором карбоната натрия. Следовательно, для технологического использования с целью получения безбалластных гуминовых препаратов, наиболее перспективным является применение раствора гидроксида калия, что согласуется с данными литературы.

Таблица 1 Влияние природы щелочного реагента на выход и состав ГК

( $T=70^{\circ}\text{C}$ ,  $\tau=60\text{мин}$ , уголь:щелочь = 1:50,  $C_{\text{щелочи}}=1,5\%$ )

Реагенты	Выход ГК, % на ОМУ	Элементный состав, мас. %			
		С	Н	N	(O+S) по разности
NaOH	71,61	60,06	4,11	1,28	34,55
KOH	83,87	58,83	3,78	1,20	36,19
NH <sub>4</sub> OH	69,77	59,67	4,01	1,67	34,65
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	46,52	55,86	3,54	1,47	39,13

Методом ИК-спектроскопии исследован углеводородный состав полученных гуминовых кислот. ИК-спектры показали наличие в составе ГК кислород-, азотсодержащих фрагментов углеводородов.

Таким образом, результаты проведенных экспериментов показывают, что уголь месторождения «Киякты» содержит значительное количество свободных гуминовых кислот и может использоваться как гуминовые стимуляторы роста растений.

## ПОДБОР НОСИТЕЛЯ И КАТАЛИЗАТОРОВ ГИДРИРОВАНИЯ УГЛЯ КИЯКТИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Тулепов М.И., Басарова А.Ж., Кудабаева А., Абдразаков О.Ч., Оркен О.,  
Мансуров З.А.

*ИОКЭ им. Д.В. Сокольского, КазНУ им. аль-Фараби, г. Алматы, ул.*

*Кунаева, 142, факс 8(727) 2-915722, [tulepov@rambler.ru](mailto:tulepov@rambler.ru)*

С целью подбора оптимального носителя была проведена серия опытов. В качестве носителей использовали  $Al_2O_3$  и С, а в качестве активной фазы следующий ряд металлов: Pd, Co, Mo и Fe. Процентное содержание металла во всех катализаторах составляла 5%. Эксперимент проводился при температуре 25°C и давлении 5МПа.

При гидрировании исходного вещества на всех катализаторах наблюдается прямая зависимость поглощения водорода от продолжительности эксперимента. Максимальный результат наблюдался на Pd-содержащем катализаторе и составил  $V_{H_2}=27,4$ ммоль. По объему поглотившего водорода катализаторы располагаются в следующий ряд:

$Pd/C(27,4\text{ммоль}) > Co/C(19,6\text{ммоль}) > Mo/C(12,6\text{ммоль}) > Fe/C(5,3\text{ммоль})$

Характерно, что по продолжительности эксперимента катализаторы располагаются в аналогичной последовательности.

В отличие от поглощения водорода максимальная скорость гидрирования наблюдается на Co-содержащем катализаторе и составляет 47,2 ммоль/мин\*г КТ. Определено, что максимальные скорости гидрирования остальных трех катализаторов наблюдаются на 4 минуте гидрирования, после чего скорости резко падают и в интервале 15-40мин практически не изменяются. На катализаторе Fe/C гидрирование проходит с наименьшей скоростью, максимум которой наблюдается на 2 минуте гидрирования и составляет 18,7ммоль/мин\*г КТ, что ~ в 2,5 раза ниже максимальной скорости, наблюдаемой на самом активном Co-содержащем катализаторе.

Таким образом, исходя из результатов проведенных экспериментов, в дальнейших исследованиях в качестве катализаторов нами были использованы Pd/C, на котором происходило наибольшее поглощение водорода и Co/C, на котором скорость гидрирования была максимальной.

# **ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРОМЫШЛЕННЫМИ ОТХОДАМИ И ОНКОЛОГИЧЕСКАЯ ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

**Мун С.А., Ларин С.А.**

*Учреждение РАН Институт экологии человека СО РАН, 650065 г. Кемерово,  
пр-т Ленинградский, 10, тел. 8 (3842) 57-50-79; E-mail: [ihe@kemt.ru](mailto:ihe@kemt.ru)  
ГОУ ВПО «Кемеровская государственная медицинская академия Росздрава и  
социального развития РФ» 650029 г. Кемерово, ул. Ворошилова, 22а*

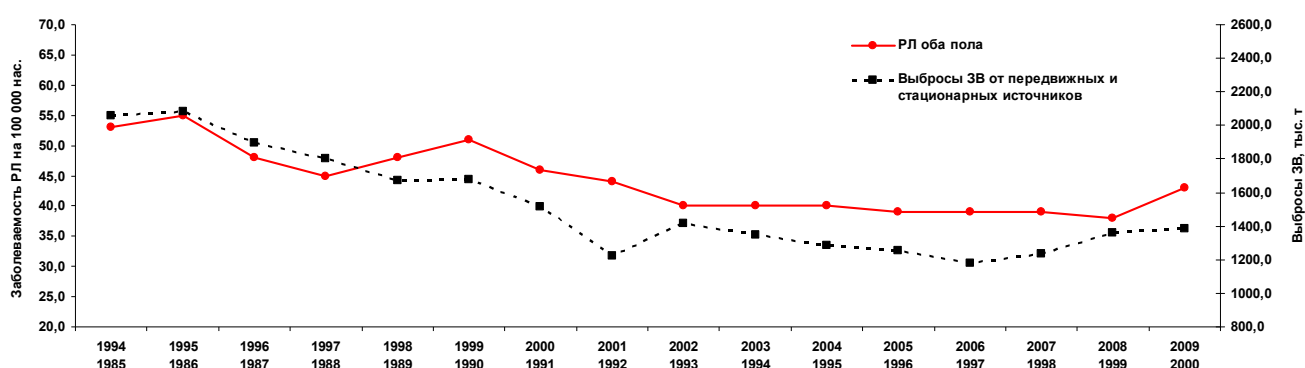
По данным Государственных докладов «О состоянии и охране окружающей природной среды Кемеровской области» ежегодный валовый выброс загрязняющих веществ (ЗВ) в атмосферу за последние 25 лет составлял 1178.1 – 2081.5 тыс.т. Ежегодный сброс ЗВ со сточными водами составлял 497.4-1375.7 тыс.т. Таким образом, на каждого жителя области ежегодно приходится от 578 до 1132 кг загрязняющих веществ, поступающих в окружающую среду. С 1998 по 2008 гг. количество атмосферных выбросов выросло с 1237.7 до 1810.3 тыс.т. (на 46.3%), в том числе от стационарных источников с 1000.2 до 1515.4 тыс.т. (на 51.9%) и от передвижных источников (транспорт) с 237.4 до 294.8 тыс.т. (на 24.2%). В этот же промежуток времени сброс загрязнённых жидких отходов в водные источники и на поверхность земли возрос с 730.0 до 781.9 млн.м<sup>3</sup>, в т.ч. без очистки с 81.0 до 321.4 млн. м<sup>3</sup> (в 4 раза). При этом количество ЗВ, поступающих со сточными водами в водные объекты, возросло с 523.8 до 616.8 тыс.т. (на 17.7%).

Воздействие окружающей среды на человека проявляется в форме онкологических заболеваний. При добыче и особенно переработке (сжигании) угля образуется большое количество канцерогенных факторов: полициклические ароматические углеводороды (бензо[а]пирен и другие); сажи; каменноугольные смолы и пеки; бериллий, кадмий, мышьяк, никель и их соединения; тетрахлордибензо-р-диоксин; 2-нафтиламин; радон.

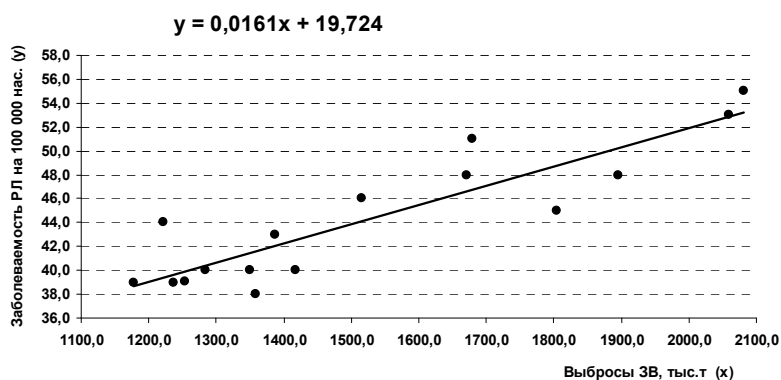
Между стандартизованными показателями онкологической заболеваемости населения Кемеровской области, с одной стороны, и количеством вредных выбросов промышленных предприятий в атмосферу и водные источники, с другой стороны, выявлены прямые корреляционные связи. При этом показатели заболеваемости в текущем году отражают количество

ЗВ, поступивших в окружающую среду 5-9 лет назад. Иными словами, канцерогенное воздействие промышленности проявляется в показателях заболеваемости спустя определённые промежутки времени. Это означает, что непрерывное увеличение загрязнения атмосферы и гидросферы Кузбасса, имеющее место в последнее десятилетие, приведёт к росту онкологической заболеваемости в ближайшие десять лет. Вместе с тем, выявленные взаимосвязи позволяют рассчитать максимально допустимые уровни загрязнения окружающей среды для заданных (желаемых) уровней онкологической заболеваемости. Например, для поддержания показателя заболеваемости раком лёгкого на уровне 40 человек на 100000 населения необходимо ограничить валовые выбросы ЗВ в атмосферу в пределах 1259.4 тыс.т. в год, а для поддержания показателя заболеваемости раком желудка на уровне 26 человек на 100000 населения необходимо ограничить сброс ЗВ в водные источники в пределах 493.1 тыс.т. в год.

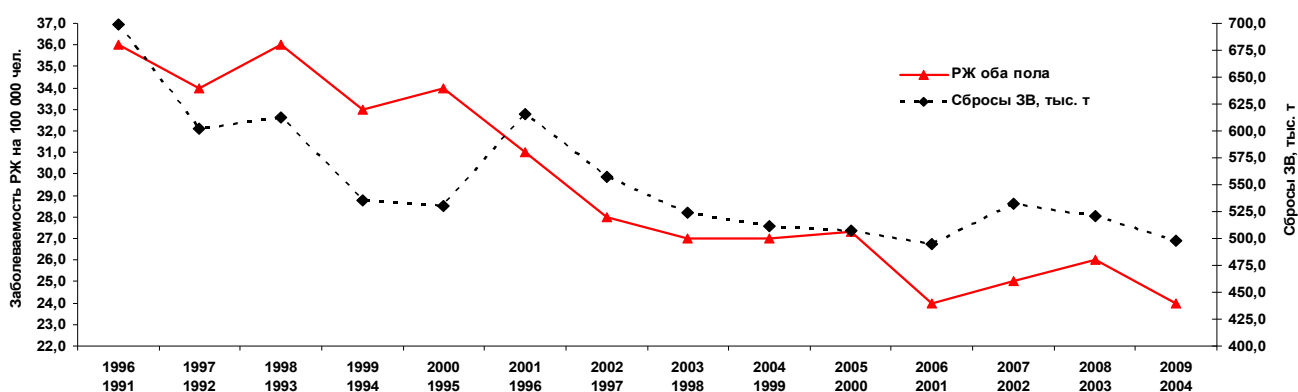
А



В



C



D

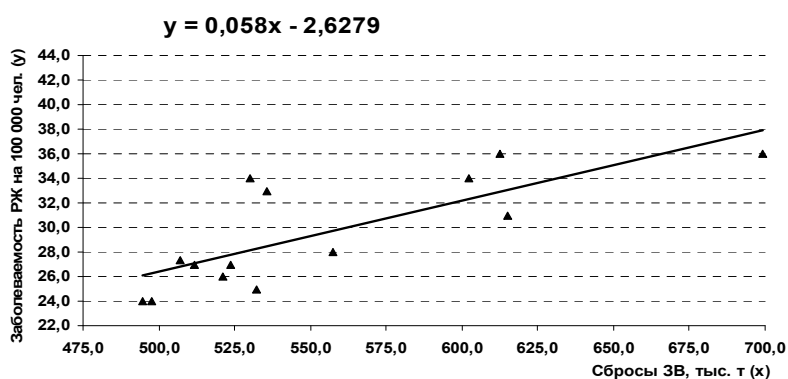


Рис. А – взаимосвязь во времени между показателями заболеваемости населения раком легкого (РЛ) с 1994 по 2009 гг. и выбросами загрязняющих веществ (ЗВ) в атмосферу Кемеровской области с 1985 по 2000 гг.

В – зависимость между показателями заболеваемости населения раком легкого (РЛ) и выбросами загрязняющих веществ (ЗВ) в атмосферу Кемеровской области.

С – взаимосвязь во времени между показателями заболеваемости населения раком желудка (РЖ) с 1996 по 2009 гг. и сбросами загрязняющих веществ (ЗВ) в водные источники Кемеровской области с 1991 по 2004 гг.

Д – зависимость между показателями заболеваемости населения раком желудка (РЖ) и сбросами загрязняющих веществ (ЗВ) в водные источники Кемеровской области.



# ОПТИМИЗАЦИЯ СОСТАВА УГОЛЬНОЙ ШИХТЫ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ КОКСА ПОВЫШЕННОГО КАЧЕСТВА

Кошелев Е.А, Швед В.С., Фрицлер В.К.

ОАО «КОКС», г. Кемерово, 650021, ул. 1-ая Стахановская, 6,

факс: (384 2)57-19-27, e-mail: [info@kemerokoks.ru](mailto:info@kemerokoks.ru)

Одной из важнейших задач для получения кокса максимальной прочности является оптимизация состава шихты. В настоящей работе основные направления оптимизации угольной шихты включили в себя:

1. Максимально полное изучение собственной сырьевой базы коксования: действующих шахт «Владимирская», «Романовская», строящихся шахт «Бутовская», «им. С.Д. Тихова», разреза «Участок Коксовый» путём отбора пластовых проб.

2. Поиск альтернативных поставщиков углей для расширения базы данных.

3. Детальное изучение качества углей с применением современных методов исследований (петрографический анализ, химический состав золы на спектрометре «Спектроскан», пластометрические показатели по Сапожникову, Гизелеру, дилатометрические показатели по ИГИДметИ, показатель свободного вспучивания, технический анализ).

В ходе исследований установлено влияние на качество шихты следующих показателей с их оптимальными значениями:  $R_0=1,1-1,2\%$ ,  $V_t\sim 70\%$ ,  $Y=15-17\text{мм}$ ,  $A<9,2\%$ , химического состава золы.

С учётом полученных результатов исследований углей составлялись различные варианты шихт и проводились ящичные коксования с оценкой качества получаемого кокса. Наилучшие варианты этих шихт проверяли промышленными коксованиями, в ходе которых выбраны оптимальные.

В ходе проведения данной работы подтвердили влияние фракционного состава углей и химического состава золы углей в шихте для коксования на показатели реакционной способности кокса и его «горячую» прочность. По результатам проведенной работы сделаны выводы об отрицательном влиянии таких углей как «Каахемский», «Элегестский», «Эрчим-Тхан» марки Ж на качество кокса, по причине высокого содержания основных оксидов в золе этих углей. А уголь шахты «Южная» (КС) отличен тем, что после его обогащения в нём остаётся большая доля «промпродукта» - сростков породы с углём, который также оказывает негативное влияние на качество кокса.

Выполненные исследования позволили получать кокс, удовлетворяющий требованиям потребителей мирового уровня.

# СИНТЕЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ УГЛЕРОДНЫХ НАНОМАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Керженцев М.А.<sup>1</sup>, Подъяева О.Ю.<sup>1</sup>, Барнаков Ч.Н.<sup>2</sup>, Самаров А.В.<sup>2</sup>,  
Исмагилов З.Р.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>*Институт катализа СО РАН, 630090, Новосибирск, пр. акад. Лаврентьева, 5  
факс: 383-330-62-19; zri@catalysis.ru*

<sup>2</sup>*Институт углекислотной и химического материаловедения СО РАН, 650099,  
Кемерово, пр. Советский, 18, факс: 3842-36-55-51; zinfer1@mail.ru*

Синтезированы и исследованы наноуглеродные материалы – углеродные нановолокна (УНВ) и аморфные углеродные материалы (АУМ) в качестве новых альтернативных носителей для синтеза катодных катализаторов твердополимерных топливных элементов. Приготовлены и исследованы (РФА, ЭМ и БЭТ) различные типы УНВ с параллельным и перпендикулярным к оси волокна расположением графитовых плоскостей и АУМ из различных органических предшественников. Разработаны методы приготовления и синтезированы платиновые катализаторы на различных типах УНВ и АУМ. Катализаторы исследованы методами РФА, ЭМ, EXAFS, адсорбцией СО. Активность катализаторов исследована в мембраноэлектродной сборке при очень низком содержании Pt в катодной: 0,02-0,09 мг/см<sup>2</sup>. Результаты показали, что катализаторы, приготовленные на УНВ имеют высокую активность, близкую к активности катализаторов с тем же содержанием Pt, приготовленных на стандартном носителе Vulcan XC 72R, а катализаторы на основе носителя АУМ превосходят по активности катализаторы на стандартном носителе.

Разработаны методики приготовления, синтезированы и исследованы новые типы наноуглеродных носителей УНВ и АУМ, содержащие азот в количестве от 1 до 8%. Полученные материалы исследованы методами БЭТ, РФА, ЭМ, ЭСХА. На основе полученных наноуглеродных материалов синтезированы неплатиновые катодные катализаторы, содержащие в качестве активных центров ионы кобальта, связанные с поверхностными атомами азота. Катализаторы исследованы методами адсорбции СО, ЭСХА и измерением активности в реакции восстановления кислорода. Полученные результаты показывают перспективность полученных катодных катализаторов в качестве альтернативы традиционным платиновым катализаторам.

# **FIRE ACTIVITY IN NORTHERN EURASIA FROM 2002 TO 2010**

**Wei Min Hao, Alexander Petkov, Bryce Nordgren, Rachel E. Corley,  
Shawn P. Urbanski**

*US Forest Service, RMRS Fire Sciences Laboratory, Missoula, MT 59803*

Northern Eurasia, covering 20% of the global land mass and containing 70% of boreal forest, is highly sensitive to climate change. Recent severe drought and record high temperatures caused catastrophic fires in western Russia during the summer of 2010. Future climate projections suggest significant changes in fire regimes which may increase fire frequency, burned area, fire severity, and fire emissions in northern high latitude ecosystems. We examined the daily fire occurrence in different land cover categories at a 1 km x 1 km resolution from 2002 to 2010 over a region from 10°W to 180°E and from 38°N to the Arctic. This research is critical in understanding the impact of climate change on the fire dynamics and emissions in Northern Eurasia. The results are also important in assessing the contribution of fire emissions in this region to the black carbon deposition on Arctic ice. Northern Eurasia is divided into seven geographic areas: Russia, Europe (Eastern, Western, Northern and Southern), Eastern Asia, and Central and Western Asia. The fire locations were based on the MODIS active fire products and MODIS MOD12Q1 product was used for the classification of land cover types. Agricultural fires dominated biomass burning in Northern Eurasia during the nine-year period, accounting for about 52% of the MODIS fire detections, followed by grassland fires (17%), forest fires (16%), and shrubland fires (8%). Approximately 61% of the active fire detections in Northern Eurasia occurred in Russia. The remainder of fire activity largely occurred in Central and Western Asia (21%) and in Eastern Europe (8%). In Russia, about 51% of the fire detections were agricultural fires, 24% were forest fires, and 17% were grassland and shrubland fires. The finding is not surprising, because Russia is the fourth largest wheat producing country in the world. Agricultural residues are often burned after harvest in the autumn or before plowing in the spring. In Central and Western Asia, about 58% of the fire detections were grassland fires, and 37% were agricultural fires. The years 2003 and 2008 had 43% and 47%, respectively, more fire detections than the annual mean (303,856) from 2002 to 2010. The unusually high fire activity in 2003 and 2008 was a result of extensive burning on cropland in Russia and Central and Western Russia, and over forest and grassland and shrubland in Russia. There is no apparent trend of fire occurrence in the entire Northern Eurasia, within each geographic area, or within each of the land cover types between 2002 and 2010. We will present the results of the study and discuss its significance on the spatial and temporal extent of emissions of atmospheric trace gases and aerosols from forest, agricultural, and grassland and shrubland fires in Northern Eurasia.



Подписано в печать 14.09.2011. Заказ №93. Формат 60x84/8. Усл. печ. л. 12. Тираж 150 экз.  
Отпечатано на полиграфическом участке издательского отдела Института катализа СО РАН  
630090, Новосибирск, пр-т Академика Лаврентьева, 5