**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ**

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО ЭКОЛОГИЧЕСКОМУ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМУ И АТОМНОМУ НАДЗОРУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**МИНИСТЕРСТВО ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ УКРАИНЫ**

**МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК УКРАИНЫ**

**ДОНЕЦКАЯ ОБЛАСТНАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ АДМИНИСТРАЦИЯ**

**ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИНЖЕНЕРНОЙ ЭКОЛОГИИ**

**ПАО «АВДЕЕВСКИЙ КОКСОХИМИЧЕСКИЙ ЗАВОД»**

**ОАО “ИНСТИТУТ ЮЖНИИГИПРОГАЗ”**

**ДОНЕЦКИЙ ФИЛИАЛ ГЭИ МИНПРИРОДЫ УКРАИНЫ**

**ГУП ЭКОТЕХПРОМ**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Эмблема МГУИЭ | DonNTU-4 | **Эмблема АКХЗ_Слой 1** |

**Сборник трудов VIII международной научно-практической конференции-выставки**

**“ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ИНДУСТРИАЛЬНЫХ МЕГАПОЛИСОВ”**

***Юбилейный выпуск***

***90 лет Донецкому национальному техническому университету***

**30-31 мая 2011 года**

**Донецк**

УДК 330.15

Э-40 Экологические проблемы индустриальных мегаполисов: Сборник трудов международной научно-практической конференции. Донецк 30 – 31 мая 2011., – Донецк, ДонНТУ Министерства образования и науки Украины, 2011- 259 с.

ISBN 966-508-311-2

Доклады ученых и специалистов по проблемам экологической политики в индустриальных мегаполисах, экологической безопасности в базовых отраслях промышленности, создания оборудования экологически чистых технологий, оценки техногенного риска, экологического аудита и экологического менеджмента, охраны воздушного и водного бассейнов, управления твердыми промышленными и бытовыми отходами, экологического мониторинга и высшего экологического образования.

Для специалистов народного хозяйства, ученых, преподавателей, аспирантов и студентов высших учебных заведений.

Доповіді вчених і фахівців із проблем екологічної політики в індустріальних мегаполісах, екологічної безпеки в базових галузях промисловості, побудови обладнання екологічно чистих технологій, оцінки техногенного ризику, екологічного аудиту і екологічного менеджменту, охорони водного та повітряного басейнів, управління твердими промисловими і побутовими відходами, екологічного моніторингу та вищої екологічної освіти.

Для фахівців народного господарства, вчених, викладачів, аспірантів і студентів вищих навчальних закладів.

Редакционная коллегия:

д.т.н. Минаев А.А., д.т.н. Баранов Д.А., д.т.н. Власов Г.А., д.т.н. Башков Е.А., к.т.н. Веретельник С.П., д.х.н. Высоцкий Ю.Б., д.т.н. Генералов М.Б., д.т.н. Королев В.П., д.т.н. Костенко В.К., к.т.н. Панасенко А.И., д.т.н. Парфенюк А.С., к.т.н. Топоров А.А., д.х.н. Шаповалов В.В.

СЕКРЕТАРИАТ

Топоров А.А. – ответственный секретарь конференции, к.т.н., доцент;

Лунева О.В. – к.т.н., доцент;

Кутняшенко А.И. – ассистент кафедры МАХП (ДонНТУ);

Кирбаба В.В. – нач. экологического отдела ПАО АКХЗ.

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ

Аверин Г.В., д.т.н., проф. (ДонНТУ); Башков Е.А., д.т.н., проф., проректор (ДонНТУ); Беломеря Н.И., к.т.н., проф. (ДонНТУ); Беренгартен М.Г., к.т.н., проф., проректор (МГУИЭ); Бондарцов В.Д. директор (ОАО "Инситут ЮЖНИИГИПРОГАЗ"); Булавин А.В.,к.т.н., доц. (ДонНТУ); Бутузова Л.Ф., д.х.н., проф. (ДонНТУ); Веретельник С.П., к.т.н., проф. (ДонНТУ); Волкова Т.П., д.т.н., проф. (ДонНТУ); Высоцкий С.П., д.т.н., проф. (ДонНТУ); Высоцкий Ю.Б., д.х.н., проф. (ДонНТУ); Генералов М.Б., д.т.н., проф. (МГУИЭ); Гонопольский А.М., д.т.н., проф. (ГУП «ЭКОТЕХПРОМ»); Даниленко Н.В., к.т.н., доц. (МГУИЭ), Джура С.Г., к.ф.н., доц. (ДонНТУ); Зубов Д.В., к.т.н., доц., начальник Управления по науке и инновационным технологиям (МГУИЭ); Караченцев Е.М., зам. гл. инженера (ОАО "Инситут ЮЖНИИГИПРОГАЗ"); Каталымов А.В., д.т.н., проф. (МГУИЭ); Кауфман С.И., гл. инженер (ОАО Авдеевский КХЗ); Кишкань Р.В., помощник первого заместителя Донецкого городского головы; Клевлеев В.М., д.т.н., проф., проректор (МГУИЭ); Коломийцев В.В. гл. инженер (ОАО "Институт ЮЖНИИГИПРОГАЗ"); Королёв В.П., д.т.н., проф., директор (ДЦТБ); Костенко В.К., д.т.н., проф. (ДонНТУ); Кочура В.В., к.т.н., доц. (ДонНТУ); Левшов А.В., к.т.н., проф., проректор (ДонНТУ); Навка И.П., к.ф.н., проф., проректор (ДонНТУ); Николайкина Н.Е., к.т.н., проф. (МГУИЭ); Панасенко А.И., к.т.н., проф. (ДонНТУ); Парфенюк А.С., д.т.н., проф. (ДонНТУ); Похмурский О.И., д.т.н., проф., чл. корр. (НАНУ); Романенко Е.П., зам директора (ОАО АКХЗ); Третьяков С.В., начальник государственного управления экологии и природных ресурсов в Донецкой области; Троянский А.А., д.т.н., проф., проректор (ДонНТУ); Шаповалов В.В., д.х.н., проф. (ДонНТУ); Шафоростова М.Н. к.н.д.у. (ДонНТУ).

ISBN 966-508-311-2 © Донецкий национальный технический университет Министерства образования и науки, молодежи и спорта Украины, 2011

**СОДЕРЖАНИЕ**

|  |  |
| --- | --- |
| **Минаев А.А.** Пути обеспечения экологической безопасности в предложениях ученых ДонНТУ | 7 |
| **Бондарь В.А., Любартович В.А.** Экологическая безопасность использования газового топлива в идустриальных мегаполисах | 10 |
| **Гладышев П.А.** Оценка затрат мощности на освещение биомассы в полостных фотобиореакторах для искусственных экосистем | 18 |
| **Ершов М.А., Муллакаев М.С., Баранов Д.А.** Изучение воздействия кавитации на вязкость парафинистой нефти | 24 |
| **Неманова Е.О., Зеленская Н.В., Русинова Т.В., Горшина Е.С., Бирюков В.В.** Поиск эффективного возобновляемого сырья для разработки технологии производства микопротеина | 27 |
| **Бутюгин А.В., Узденников Н.Б., Гнеденко М.В., Власов Г.А., Кирбаба В.В.** Совместная утилизация пород отвалов | 30 |
| **SergiyAntonyuk, Stefan Heinrich.** Fluidized bed dynamics during particle coating | 33 |
| **MaksymDosta, StefanHeinrich.**Solidsim-dynamics – система моделирования технологических процессов твердофазных материалов | 42 |
| **Клешня Г.Г., Чешко Ф.Ф.** Получение добавок к электродному пеку из вторичных продуктов коксохимических предприятий | 50 |
| **Ярошевский С.Л., Мишин И.В.** Использование некоксующихся энергетических углей в доменном производстве | 52 |
| **Матлак Е.С., Заика Т.И., Заика А.И.** Технические и экономические аспекты решения проблемы комплексной переработки шахтных вод в условиях донецкого мегаполиса | 61 |
| **Королев В.П., Стрелкова А.Ю.** Жизненный цикл металлических конструкций и их защитных покрытий | 65 |
| **Высоцкий Ю.Б., Королев В.П., Кущенко И.В.** Коррозия конструкций зданий и сооружений -угрозы и безопасность | 67 |
| **Терешкина О.С., Малова К.А.** Разработка комплексной программы модернизации нефтеперерабатывающих заводов (на примере оао «снпз») | 70 |
| **Королев В.П.** Экономические аспекты мониторинга коррозионного состояния строительных объектов | 73 |
| **Малеев В.Б., Скорынин Н.И., Кудрявцев А.А.**Обеспыливание шахтного воздуха в подземных условиях | 76 |
| **Малеев В.Б., Скорынин Н.И., Кудрявцев А.А.** Эколого-энергетическое развитие донецкого региона | 80 |
| **Терешкина О.С., Бобкова Н.И., Малова К.А**. Проблемы экологизации российской нефтепереработки | 84 |
| **Збыковский Е. И., Голубев А. В., Топоров А. А., Дюбанов А. В.** Компьютерное моделирование движения охлаждающего газа в камерах сухого тушения кокса | 88 |
| **Голубев А. В., Збыковский Е. И., Голуб О. Ю**. Исследование структуры потока охлаждающего газа для камеры сухого тушения кокса с новым газораспределительным устройством | 90 |
| **Клевлеев В.М., Минаев Д.С.** Определение максимального давления и скорости нарастания давления взрыва нанодисперсных порошков | 92 |
| **Орлова Е.В., Купрюхина А.В.**Алканокисляющая активность микроорганизмов, выделенных из активного ила | 97 |
| **Парамонов Е.А., Зубов Д.В.** Особенности систем вентиляции и кондиционирования для медицинских учреждений | 100 |
| **Власов Г.А., Кауфман С.И.**Метинвестхолдинг. Экологическая ретроспектива Авдеевского коксохимзавода | 103 |
| **Кирбаба В.В., Кауфман С.И., Малыш А.С., Борисенко А.Л., Герман К.Е.** Наилучшие доступные технологии (BAT – bestavailabletechnology) и возможности их внедрения на ПАО «Авдеевский коксохимический завод» | 114 |
| **Скрипченко Н.П., Чешко Ф.Ф., Банников Л.П.** О целесообразности применения стадии очистки смолы от нерастворимых в хинолине веществ при производстве пропиточного пека | 120 |
| **Вознюк В.Т., Мікульнок І.О.**Раціоналізаціяпроцесуохолодженняекструдованихполімерних труб | 122 |
| **Караченцев А.Е., Караченцев Е.И.** Экологические проблемы, связанные с выделениями шахтного метана и пути их решения | 124 |
| **Бутузова Л.Ф., Маковский Р.В., Бондалетова В.А., Ветров И.В., Бутузов** **Г.Н.** перспективы коксования химически модифицированных шихт на основе сернистых углей | 127 |
| **Бутузова Л.Ф., Маковский Р.В., Кулакова В.О., БутузовГ.Н.** Исследование продуктов полукоксования угольных шихт с повышенным содержанием серы | 131 |
| **Бондаренко И.В**. Новое предложение в системе транспортировки отходов | 135 |
| **Топоров А.А., Акусова А.А., Тихоненко Е.П., Ангельев Ф.А**. К расчету теплового режима трубчатой печи | 139 |
| **Топоров А.А., Боровлев В.Н., Холодов В.Е., Котляров И.А**. Анализ условий работы оборудования пекококсового блока | 147 |
| **Парфенюк А.С., Кутняшенко А.И., Тасиц Д.И.,Веретельник С.П., Костина Е.Д.** Возможность эффективной переработки ПБО на коксохимических заводах Украины | 151 |
| **Парфенюк А.С., Сокур А.А., Antonyuk S., Heinrich S., Salikov V.** Защита аппаратуры для гранулирования мелкодисперсных материалов от вредного влияния угольной пыли и вязких связующих на стадии проектирования | 156 |
| **Крутько И.Г., Комаров А.С., Кипря А.В., Семченко С.А.** О возможности переработки головной фракции сырого бензола реагентним методом | 161 |
| **Парфенюк А.С., Карпенко Е.И., Антонюк С.И., Саликов В., Хайнрих Ш.** Анализ факторов, оказывающих влияние на агломерирование частиц | 168 |
| **Топоров А.А., Алексеенко Е.А., Костерова В.Ю.** Анализ условий работы первичного газового холодильника | 174 |
| **Веретельник С.П., Коробко Ю.В.** Защита воздушного бассейна на предприятиях силикатной промышленности | 184 |
| **Полянский Д.В.,Парфенюк А.С.**Эффективное использование шлаковых отходов производств | 188 |
| **AlekseevaO.E., GrezhdierD.M.** Featuresofsecurityequipmentmaintenanceman-causedbyrecyclingenergymaterials. | 193 |
| **Кутняшенко Ю.И.,Парфенюк А.С.** Анализ возможностей эффективного использования и очистки воды в условиях экодома | 196 |
| **Минакова А.А.,Парфенюк А.С.**Возможности эффективного энергообеспечения экодома | 200 |
| **Павленко В.С.,Парфенюк А.С.**Аанализ возможностей эффективного обеспечения вентиляции и теплоизоляция, снижения теплопотерь экодома | 203 |
| **Топоров А.А., Выпирайко Д.В.** Комплексная подготовка природного газа к транспортировке | 206 |
| **Третьяков П.В., Воропаева Н.И.** Влияние технического состояния огнеупорной кладки коксовых печей на экологическую обстановку в коксовом цехе и в целом на производстве | 215 |
| **Топоров А.А., Воропаева А.И.,** Перспективные направления совершенствования конструкций оборудования для сушки дискретных материалов | 219 |
| **Топоров А.А., Андреева Д.Ю.** Перспективные направления совершенствования оборудования для разделения и обезвоживания дискретных материалов | 226 |
| **Топоров А.А., Харченко М.А.** Получение полезных веществ из природного газа | 236 |
| **Alekseeva O.E., Andreeva D.J., Parfenyuk A.S.**Рrobabilistic approach to coke-oven large-block concrete brickwork strength calculation | 243 |
| **Alekseeva O.E., Tretijakov P.V., Minakova А.А.**Аbout change of tightness emission-hazardous assemblies of thermal units | 247 |
| **Парфенюк А.С., Кутняшенко Ю.И., Андреева Д.Ю.** Экологическое воспитание – всеобщая проблема Украины | 251 |
| **Тараман А.Д.** Запрошуємомешканцівіндустріальнихмегаполісів до мальовничогокуточку Донбассу | 255 |

УДК 552.574+535-15

**перспективы коксования химически модифицированных шихт на основе сернистых углей**

**БутузоваЛ.Ф., МаковскийР.В., БондалетоваВ.А., ВетровИ.В.,БутузовГ.Н.**

Донецкий национальный технический университет

*Показано, что использование восстановленных жирных углей в коксовой шихте приводит к увеличению толщины пластического слоя и прочности кокса.*

Современные условия углеснабжения коксохимических предприятий Украины, да и других стран СНГ, характеризуются некомплектностью поставок и наличием дефицита качественных хорошо спекающихся ком­понентов шихт. Такая ситуация приводит к самым негативным последствиям в практике работы коксохимичес­ких производств, прежде всего, к частым перешихтовкам, а также резким колебаниям периода коксования.

В этих условиях сложилась острая необходимость изыскивать пути предотв­ращения падение производства при внезапных резких изменениях качества сырья, поступающего на коксохимические предприятия. Одним из возможных путей решения указанной проблемы является коксование шихт нетрадиционного состава с добавками различных веществ, направленно влияющих на ход процесса.

Использование в качестве добавок химических отходов коксохимического производства позволяет решить и проблему их утилизации, так как в настоящее время значительное количество смолистых отходов коксохимических цехов не находит квалифицированного использования [1]. Имеются данные о том, что добавки антраценового масла, керосина, газойля, а также мезогенные спекающиеся добавки – это, прежде всего, каменноугольный пек и нефтяное углеводородное вещество Н-130 [2,3] способствуют повышению качества кокса.

Целью настоящей работы является выявление возможности использования низкокачественных углей (сернистых, неспекающихся) в составе коксовой шихты, а также поиск путей управления процессами их термодеструкции путем внесения добавок органических веществ.

В качестве объектов исследования использовали шихты, составленные из изометаморфных пар слабо восстановленных (тип «а») и восстановленных (тип «в») каменных углей Донецкого бассейна шахт Центральная (пласт k7, марка Г, тип «а»), Димитрова (пласт l1, марка Г, тип «в»), и Засядько (пласт l4, марка Ж, тип «а» и пласт k8, марка Ж, тип «в»). На их основе составлены шихты (Ж:Г = 70:30 и 50:50) при разных сочетаниях углей типов «*а*» и «*в*». Такие шихты являются модельными т.е. маркой Ж заменяются все хорошо спекающиеся угли, а маркой Г – слабо спекающиеся компоненты. Использование шихт с соотношением 50:50 позволит существенно расширить сырьевую базу коксования и снизить зависимость отечественной коксохимии от импортного угля. Однако, такая задача требует детального изучения хода процесса термодеструкции и выявления факторов, влияющих на стадии спекания и коксообразования.

В качестве добавок использовали следующие соединения: 5% динитрилаазобизизомасляной кислоты (ДАК) для инициирования процессов радикальной полимеризации, а также антрацен, фенантрен или каменноугольный пек, которые являются важнейшими компонентами продуктовкоксохимического производства.

Пластометрические характеристики углей и шихт оценивали в аппарате Сапожникова (ГОСТ 1186-87) при температуре 1000°С. Определение прочности коксов осуществляли копровым методом (ГОСТ 5953-81).

Результаты определения пластометрических показателей исследуемых шихт представлены на рисунке 1 в виде пластометрических кривых.

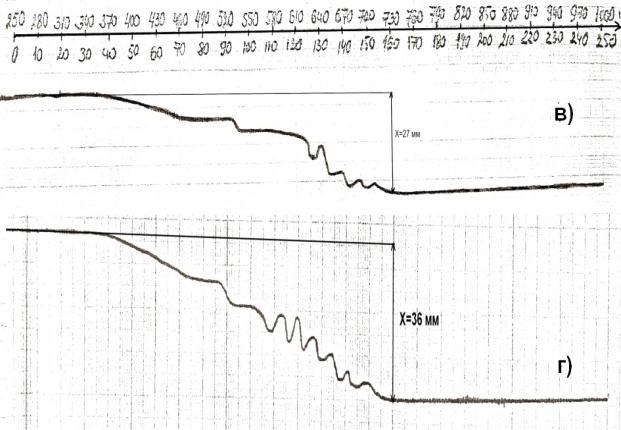
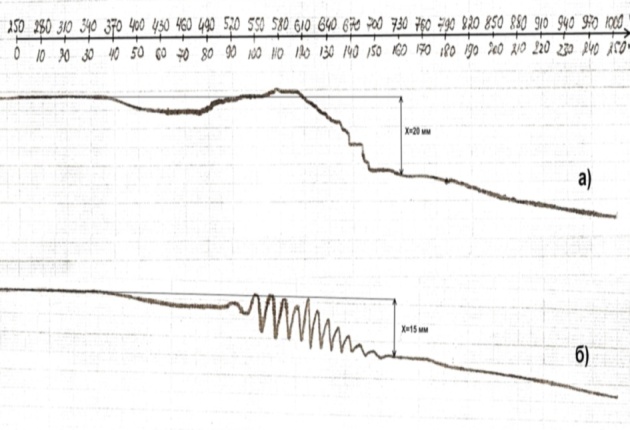


Рисунок 1 - Пластометрические кривые для шихт: а) Жв:Га=70:30%;

б) Жа:Га=70:30%; в) Жв:Га=50:50%; г) Жв:Га=50:50% + 5% ДАК

Данные кривые характеризуют ход газоотдачи в процессе пиролиза. Так, для шихты Жа:Га с соотношением компонентов 70:30% кривая имеет характерную зигзагообразную форму с повышенной частотой пиков, как у коксового угля. Это свидетельствует о сильном процессе газовыделения. Для шихты Жв:Га=70:30% кривая имеет горбообразную форму, характерную для исходного жирного угля. Кривая для шихты Жв:Га с соотношением компонентов 50:50% имеет вначале пологопадающую форму, как у слабоспекающегося угля, а затем приобретает зигзагообразную форму, присущую коксовым углям. Кривая для шихты Жв:Га с соотношением компонентов 50:50% с добавлением 5% ДАК, как и в предыдущем случае, имеет вначале пологопадающую кривую, как у слабоспекающегося угля, а затем приобретает более ярко выраженную зигзагообразную форму, как у коксовых углей.

Величины пластометрических показателей и выход твердого остатка - кокса приведены в таблице 1.

Из таблицы видно, что использование восстановленных жирных углей в коксовой шихте (Жв:Га, 70:30) приводит к существенному увеличению толщины пластического слоя, величины пластометрической усадки и выхода кокса по сравнению с шихтой, составленной из малосернистых компонентов (Жа:Га,70:30).

Таблица 1 – Пластометрические показатели шихт

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Шихта** | **Твердый остаток, %** | **Толщина пластичес-кого слоя у, мм** | **Пластометрическая усадка х, мм** |
| Жа:Га,70:30 | 72,33 | 18,5 | 15 |
| Жв:Га,70:30 | 73,20 | 20,0 | 21 |
| Жв:Га,50:50 | 72,55 | 14,5 | 27 |
| Жв:Га,50:50 + ДАК | 69,16 | 15,5 | 36 |

Добавка 5 % ДАК также увеличивает пластометрические показатели, тем самым увеличивая способность компонентов шихты к спеканию. Уменьшение выхода твердого остатка при этом компенсируется увеличением выхода жидкоподвижных продуктов, что подтверждается существенным возрастанием величины пластометрической усадки х. Это приведет к уменьшению давления распирания и облегчит процесс извлечения коксового пирога.

Данные, приведенные в Табл.2, указывают на резкое увеличение прочностных показателей кокса из шихт с соотношением компонентов 70:30 при замене жирного угля типа «а» на тип «в». Шихта 50:50 также имеет показатели И и Р, лучшие по сравнению с шихтой Жа:Га,70:30. Добавка ДАК приводит к снижению истираемости при примерно одинаковой величине сопротивления дроблению.

Таблица 2 – Механическая прочность и сернистость коксов

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Кокс из шихт** | **Индекс прочности П, Дж/дм2** | **Истирае-мость И, %** | **Сопротивление дроблению Р, %** | **Общая сера Sdt, %** |
| Жа:Га,70:30 | 78,16 | 23,09 | 51,57 | 0,79 |
| Жв:Га,70:30 | 88,29 | 18,98 | 61,05 | 1,72 |
| Жв:Га,50:50 | -\* | 21,14 | 53,02 | 1,41 |
| Жв:Га,50:50 + ДАК | -\* | 20,62 | 52,87 | 1,56 |

\*в случае малопрочного кокса индекс П может оказаться искаженным

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о возможности снижения доли хорошо спекающихся компонентов в шихте и возможности управлять процессом перехода углей в пластическое состояние путем введения специальных добавок.

**Список литературы**

1. Васючков Е.И., Музычук В.Д., Журавлева Л.А., Глущенко И.М., Панченко Н.И., Ивченко А.Ю. Исследование возможности использования отходов коксохимического производства в шихте для коксования //Кокс и химия. – 1985. - №11. – С. 16 – 18.

2. Русчев Д.Д., Шопов Г.К., Петрински В.Р. Органические добавки к угольным шихтам для повышения их насыпной плотности и улучшения качества кокса //Кокс и химия. – 1988. - №7. – С. 24 – 26.

3. Глущенко И.М., Цвениашвили В.Ж., Ольферт А.И., Наумов Л.С. Улучшение качества кокса путем использования в шихте мезогенных спекающих добавок //Кокс и химия. – 1987. - №11. – С. 39 – 41.

УДК 552.574+535-15

**ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОДУКТОВ ПОЛУКОКСОВАНИЯ УГОЛЬНЫХ ШИХТ С ПОВЫШЕННЫМ СОДЕРЖАНИЕМ СЕРЫ**

**БутузоваЛ.Ф., МаковскийР.В., КулаковаВ.О.,БутузовГ.Н.**

Донецкий национальный технический университет

*В работе проведено систематическое исследование процессов полукоксования углей разных генетических типов по восстановленности и шихт на их основе. Показано значительное влияние сернистости углей на выход и состав химических продуктов полукоксования, как основной стадии термической деструкции, с целью более рационального и эффективного использования отечественной сырьевой базы.*

Роль угля для Украины огромна, т. к. он является единственным энергоносителем, разведанные запасы которого могут обеспечить потребности энергетики и промышленности страны в ближайшие 300 лет. При этом, если в структуре мировых запасов топлива уголь составляет 67%, нефть – 18%, газ – 15%, то в Украине – 94,5%, 2%, 3,5% соответственно [1]. Ресурсы ТГИ в Украине по состоянию на 2010 г. составляют 117,5 млрд. т, из которых 56,7 млрд. т – разведанные балансовые запасы, из них 39,3 млрд.т – запасы угля энергетических марок.

Большую проблему в Украине представляет использование углей с повышенным содержанием серы, т. к. их количество в общем балансе составляет примерно 70%. Только 4 шахты из 74, добывающих коксующиеся угли, разрабатывают пласты низкосернистых углей. Энергетические угли с содержанием серы до 1,5% добывает одна шахта. [2]. Сернистость является одной из первостепенных характеристик степени восстановленности углей в Донецком бассейне [3,4].

В последнее время наиболее распространенные в Донбассе сернистые угли все более широко вовлекаются в процессы неэнергетического использования. Они могут с успехом использоваться в качестве сырья для получения синтетического твердого, жидкого и газообразного топлива, удобрений, адсорбентов, химикатов и других нужных народному хозяйству продуктов [5]. В связи с вышеизложенным, актуальными являются исследования, направленные на разработку наиболее эффективных методов переработки сернистых топлив.

Одним из перспективнейших методов переработки низкокачественных углей является полукоксование. В настоящее время полукоксование твердого топлива рассматривается не только в качестве поставщика углеводородного сырья, но и как одна из основных стадий в различных производственных процессах (заводы по производству искусственного жидкого топлива, энерготехнологические и газохимические установки переработки твердого топлива).

Полукоксование позволяет получить такие ценные продукты, как газ, смола, полукокс. Смола представляет собой сложную смесь различных органических соединений. Газ, состоящий, в основном, из водорода, метана и его гомологов, имеет высокую теплоту сгорания и образуется в количестве 8-15 % от ОМУ. Он используется в виде топлива и как химическое сырье. Полукокс отличается от исходного топлива высоким содержанием углерода и низким выходом летучих веществ. Он может использоваться для получения водяного газа, как отощающая добавка в шихту при коксовании и др. Из смолы полукоксования при соответствующей обработке может быть получено большое количество ценных продуктов, например моторное топливо, фенолы, парафин и др.

Цель работы – изучение влияния сернистости углей на выход и состав химических продуктов полукоксования, как основной стадии термической деструкции, с целью более рационального и эффективного использования отечественной сырьевой базы.

В качестве объектов исследования использовали слабовосстановленный уголь марки Г слабовосстановленного типа «а» (Га), пласт k7 ш. “Центральная”следующего состава: Wa=2,2%; Adt=5,2%; Vdaf=36,0%; Cdaf=85,1%; Hdaf=5,11%; Sdt=1,22%, и восстановленный уголь марки Ж типа «в» (Жв), пласт k8 ш. им. Засядько следующего состава: Wa=0,8%; Adt=2,7%; Vdaf=31,7%; Cdaf=87,3%; Hdaf=5,23%; Sdt=2,81%, а также их шихты при разных соотношениях компонентов: Га/Жв = 50/50% и Га/Жв = 30/70%.

Процесс полукоксования проводили в реторте Фишера при температуре 500 – 550˚С без доступа воздуха (ГОСТ 3168–66). Результаты определения выхода полукокса, смолы, воды и газа приведены в табл.1.

Таблица 1 – Выход продуктов полукоксования, % daf

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Уголь, шихта | Полукокс | Пирогенетическая вода | Смола | Газ |
| Га | 69,8 | 6,2 | 10,0 | 14,0 |
| Жв | 74,5 | 2,7 | 8,5 | 14,3 |
| Га/Жв = 50/50% | 72,3 | 3,5 | 9,7 | 14,5 |
| Га/Жв = 30/70% | 72,4 | 3,3 | 9,7 | 14,6 |

Из табл.1 видно, что при использовании угля Га получаем больший объем смолы и пирогенетической воды, но наименьший выход полукокса. Получение большего количества парогазовых продуктов объясняется наличием большего числа алифатических фрагментов и кислородсодержащих функциональных групп в органической массе газового угля. Это подтверждается более низкой температурой начала деструкции органической массы образцов: для угля Жв – 350 °С, шихты Га/Жв=30/70% – 338 °С, шихты Га/Жв=50/50% – 328 °С.

Экспериментальные и теоретически рассчитанные по правилу аддитивности| значения выхода продуктов процесса полукоксования отличаются между собой (табл. 2). Этот факт свидетельствует о химическом взаимодействии компонентов в шихте. Из|с| таблицы видно, что изменение|смена| соотношения углей разных|различных| марок в сторону повышения содержания|содержимого| угля Га приводит в целом к|до| послаблению этого взаимодействия.

Таблица 2 – Экспериментальные и расчетные характеристики выхода продуктов

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Выход продуктов полукоксования | Шихта | | | | | |
| Га/Жв = 50/50% | | | Га/Жв = 30/70% | | |
| експ.,  % daf | розр.,  % daf | Δ (експ.  -теор.) | експ.,  % daf | розр.,  % daf | Δ (експ.  -теор.) |
| Полукокс | 72,30 | 72,20 | 0,10 | 72,44 | 73,14 | -0,70 |
| Пирогенетическая вода | 3,52 | 4,43 | -0,91 | 3,31 | 3,73 | -0,42 |
| Смола | 9,65 | 9,22 | 0,43 | 9,69 | 8,91 | 0,78 |
| Газ | 14,53 | 14,15 | 0,38 | 14,56 | 14,22 | 0,34 |

Рисунок 1 – Количественный анализ полукоксового газа, мл/гdaf

На рис.1 приведены результаты анализа полукоксового газа. Очевидно, что полукоксовый газ слабовосстановленных углей Га отличается большим содержанием CO, поскольку их органическая масса содержит много различных функциональных кислородсодержащих групп, которые интенсивно разрушаются в температурном интервале полукоксования.

На степень термической конверсии жирного угля влияет высокое содержание серы. Этот факт подтверждается анализом полукоксового газа: суммарное количество кислых газов СО2  и Н2S для угля Га равняется 3,21, для угля Жв – 7,53. Увеличение доли жирного угля в шихте приводит к росту выхода Н2S|, а при повышенном содержании газового угля получаем больший объем CO. Выход H2S | и других сернистых соединений из угольной шихты выше, чем рассчитанный по правилу аддитивности. Следовательно, взаимодействие углей различных генетических типов по восстановленности в шихте приводит к ее обессериванию.

Полукоксовый газ, полученный при использовании шихты Га/Жв=30/70%, характеризуется высоким содержанием водорода, метана и непредельных углеводородов, а, следовательно, он обладает большей теплотой сгорания (≈23-24 МДж/м3).

Исходя из полученных данных, можно сделать вывод, что использование высокосернистого жирного угля и малосернистого газового угля при соотношении компонентов Га/Жв=30/70% является более предпочтительным, рациональным и эффективным для комплексного использования сырья с получением химических продуктов и полукокса. Применение данного варианта составления шихты позволяет не только сохранить спекающую способность угля, но и перевести большую часть сернистых соединений в газовую фазу.

**Список литературы:**

1. На мировом рынке угля. По материалам БИКИ//Кокс и химия.-2002.-№3.-С.45-47.

2. Долгий В.Я., Кривченко А.А., Шамало М.Д., Долгая В.А. Содержание общей серы в угольных пластах на шахтах Украины // Уголь Украины, 2000, № 1, с. 44-46.

3. Maценко Г.П. Особенности микроструктуры донецких антрацитов различных генетических типов // Химия твердого топлива. – 1984. - № 1. - С.7 - 13.

4. Бутузова Л. Ф., Маценко Г. П. Маринов С. П., Турчанина О. Н., Скирточенко С. В., Крштонь А., Исаева Л. Н. Особенности термодеструкции углей слабовосстановленного и восстановленного типов Донецкого бассейна//Химия твердого топлива. – 2002. - №2. - С.11-22.

5. Кричко А.А., Лебедев В.В., Фарберов И.Л. Нетопливное использование углей. - М.: Недра, 1978. - 215 с.

**ПЕРЕЧЕНЬ АВТОРОВ**

|  |  |
| --- | --- |
| **Alekseeva O.E.** | **193, 243, 247** |
| **Antonyuk S.** | **33, 156, 168** |
| **Dosta M.** | **42** |
| **Grezhdier D.M.** | **193** |
| **Heinrich S.** | **33, 42, 156, 168** |
| **Salikov V.** | **156, 168** |
| **Акусова А.А.** | **139** |
| **Алексеенко Е.А.** | **174** |
| **Ангельев Ф.А.** | **139** |
| **Андреева Д.Ю.** | **226, 243, 251** |
| **Банников Л.П.** | **120** |
| **Баранов Д.А.** | **24** |
| **Бирюков В.В.** | **27** |
| **Бобкова Н.И.** | **84** |
| **Бондалетова В.А.** | **127** |
| **Бондаренко И.В.** | **135** |
| **Бондарь В.А.** | **10** |
| **Борисенко А.Л.** | **114** |
| **Боровлев В.Н.** | **147** |
| **Бутузов Г.Н.** | **127, 131** |
| **Бутузова Л.Ф.** | **127, 131** |
| **Бутюгин А.В.** | **30** |
| **Веретельник С.П.** | **151, 184** |
| **Ветров И.В.** | **127** |
| **Власов Г.А.** | **30, 103** |
| **Вознюк В.Т.** | **122** |
| **Воропаева Н.И.** | **215** |
| **Воропаева А.И.** | **219** |
| **Выпирайко Д.В.** | **206** |
| **Высоцкий Ю.Б.** | **67** |
| **Герман К.Е.** | **114** |
| **Гладышев П.А.** | **18** |
| **Гнеденко М.В.** | **30** |
| **Голуб О. Ю.** | **90** |
| **Голубев А. В.** | **88, 90** |
| **Горшина Е.С.** | **27** |
| **Дюбанов А. В.** | **88** |
| **Ершов М.А.** | **24** |
| **Заика А.И.** | **61** |
| **Заика Т.И.** | **61** |
| **Збыковский Е.И.** | **88, 90** |
| **Зеленская Н.В.** | **27** |
| **Зубов Д.В.** | **100** |
| **Караченцев А.Е.** | **124** |
| **Караченцев Е.И.** | **124** |
| **Карпенко Е.И.** | **168** |
| **Кауфман С.И.** | **103, 114** |
| **Кипря А.В.** | **161** |
| **Кирбаба В.В.** | **30, 114** |
| **Клевлеев В.М.** | **92** |
| **Клешня Г.Г.** | **50** |
| **Комаров А.С.** | **161** |
| **Коробко Ю.В.** | **184** |
| **Королев В.П.** | **65, 67, 73** |
| **Костерова В.Ю.** | **174** |
| **Костина Е.Д.** | **151** |
| **Котляров И.А.** | **147** |
| **Крутько И.Г.** | **161** |
| **Кудрявцев А.А.** | **76, 80** |
| **Кулакова В.О.** | **131** |
| **Купрюхина А.В.** | **97** |
| **Кутняшенко А.И.** | **151** |
| **Кутняшенко Ю.И.** | **196, 251** |
| **Кущенко И.В.** | **67** |
| **Любартович В.А.** | **10** |
| **Маковский Р.В.** | **127, 131** |
| **Малеев В.Б.** | **76, 80** |
| **Малова К.А.** | **70, 84** |
| **Малыш А.С.** | **114** |
| **Матлак Е.С.** | **61** |
| **Минаев А.А.** | **7** |
| **Минаев Д.С.** | **92** |
| **Минакова А.А.** | **200, 247** |
| **Мишин И.В.** | **52** |
| **Мікульнок І.О.** | **122** |
| **Муллакаев М.С.** | **24** |
| **Неманова Е.О.** | **27** |
| **Орлова Е.В.** | **97** |
| **Павленко В.С.** | **203** |
| **Парамонов Е.А.** | **100** |
| **Парфенюк А.С.** | **151, 156, 168, 188, 196, 200, 203, 243,** |
| **Полянский Д.В.** | **188** |
| **Русинова Т.В.** | **27** |
| **Семченко С.А.** | **161** |
| **Скорынин Н.И.** | **76, 80** |
| **Скрипченко Н.П.** | **120** |
| **Сокур А.А.** | **156** |
| **Стрелкова А.Ю.** | **65** |
| **Тараман А.Д.** | **255** |
| **Тасиц Д.И.** | **151** |
| **Терешкина О.С.** | **70, 84** |
| **Тихоненко Е.П.** | **139** |
| **Топоров А.А.** | **88, 139, 147, 174, 206, 219, 226, 236, 251** |
| **Третьяков П.В.** | **215, 247** |
| **Узденников Н.Б.** | **30** |
| **Харченко М.А.** | **236** |
| **Холодов В.Е.** | **147** |
| **Чешко Ф.Ф.** | **50, 120** |
| **Ярошевский С.Л.** | **52** |